

ÇEVRE SORUNLARI BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK VE ORMAN GEN KAYNAKLARIMIZ

PROF. DR. KÂNİ IŞIK



**TÜRKİYE EROZYONLA MÜCADELE, AĞAÇLANDIRMA VE
DOĞAL VARLIKLARI KORUMA VAKFI YAYINLARI 25**

**ÇEVRE SORUNLARI
BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK
ve
ORMAN GEN KAYNAKLARIMIZ**

Prof.Dr. Kâni IŞIK

İstanbul - 1999

**Çevre Sorunları, Biyolojik Çeşitlilik
ve Orman Gen Kaynaklarımız**
(Genişletilmiş ikinci baskı)

Birinci Baskı: Işık, K. 1996. Biyolojik Çeşitlilik ve Orman Gen Kaynaklarımız. Orman Bakanlığı, Yayın No: 013, ISBN: 975- 7829-21-8, Ankara, 120 sayfa.

İkinci Baskı: Işık, K. 1999. Çevre Sorunları, Biyolojik Çeşitlilik ve Orman Gen Kaynaklarımız. T.E.M.A. Vakfı Yayın No: 25 ISBN: 975- 7169-18-8 İstanbul, 197 sayfa.

T.E.M.A.'nın, yazar'ın ve kitabın isimleri belirtilmeden, bu kitaptan alıntı yapılamaz; herhangi bir bölümü çoğaltılamaz.

Kapak resmi: Erzurum
Foto: Hayrettin KARACA

Dizgi - Baskı - Cilt
DOYURAN MATBAASI
Tel: (0212) 527 59 47 - 528 22 91

Bu Kitabı

Önce II. Dünya Harbi'nde Anadolu'muzun dört bir yanındaki karakollarda dört yıla yakın jandarma onbaşı, sonra Toroslar'da bir orman köyünde reformcu bir çiftçi ve sanatkar, 1950'den sonra da kendi köyünde Orman Genel Müdürlüğü'ne bağlı küçük dereceli bir orman memuru...

Ve bulunduğu her yerde ve her zaman saygın bir halk ozanı olan; deyişleri ve davranışlarıyla VATAN, DOĞA, AĞAÇ ve ORMAN sevgisi gibi büyük sevgileri bana çekirdekten aşıl原因an rahmetli Babam,

**Aşık İBRAHİM'in (1917-1987) anısı önünde,
tüm doğaseverlere saygıyla sunuyorum.**

Kâni İŞİK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ (1. baskı için)	1
GİRİŞ (1. baskı için)	3
ÖNSÖZ (2. baskı için)	7
GİRİŞ (2. baskı için)	9

BÖLÜM I

• MUTLU KÖY'ÜN EKOLOJİK ÖYKÜSÜ	13
• NÜFUS ARTIŞI VE ÇEVREDEKİ KAVGALAR	19
• GENÇLER NELER YAPABİLİR?	29
• KENT EKOSİSTEM MODELİ VE ÇEVRE SORUNLARI	35

BÖLÜM II

• DOĞAL ALANLARIN VE TÜRLERİN KORUNMASI İNSANLIK İÇİN NEDEN ÖNEM TAŞIR?	51
• TÜRLERİN NESİLLERİNİN KORUNMASINDA BEŞ BÜYÜK GEMİ	61
• BİYOLOJİK ZENGİNLİKLER VE BİYOTEKNOLOJİ: NEDİR? NEDEN ÖNEMLİDİR?	71
• GÜÇLÜ BİLİM: GENETİK; SİHİRLİ ASİT: GENLER	83
• BİTKİLERİN EVRİMİ	95
• BİTKİLERİN EVCİLLEŞTİRİLMESİ VE EVCİLLEŞTİRME AÇISINDAN EGZOTİK TÜRLER	103
• GEN KAYNAKLARI VE ÇEVRE KORUNMASINDAKİ YERİ	113
• GENETİK EROZYON VE BİTKİ TÜRLERİMİZ	121

BÖLÜM III

- GENETİK KİRLENME VE
ORMAN AĞAÇLARIMIZDA DURUM 129
- ORMAN AĞACI TÜRLERİMİZDE LOKAL IRKLARIN
ÖNEMİ VE GENETİK KİRLENME SORUNLARI 137
- BİTKİ GEN KAYNAKLARIMIZ NIÇİN
KORUNMALI VE PLANLANMALIDIR? 151
- AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİNİN
GÜNEYDOĞU EYALETLERİNDE
ORMAN AĞACI ISLAHI KONUSUNDAKİ
UYGULAMALAR VE GELİŞMELER 161
- ORMAN GEN KAYNAKLARI KORUMA
STRATEJİLERİ VE *Cedrus libani* ÜZERİNDE
BAZI ÖNERİLER 179
- YARARLANILAN KAYNAKLAR 192
- YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ 196

ÖNSÖZ (Birinci baskı için)

Bünyesinde çalışıp hizmet vermenin gururunu her zaman taşıdığım Orman ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü'nün kuruluş yıllarında, 1970 yılı Nobel Barış Ödülü'nün, ormancı kökenli bir genetikçi olan Dr. Borlaug'a verildiği haberini almıştık. Dr. Barlaug ve ekibi, 1960'lı yıllarda "Meksika Buğdayı" olarak bilinen çok verimli buğday ırklarını ortaya çıkarmışlardı. Bu ırklar, dünyanın dört bir yanına tohumluk olarak gönderilmiş ve 1960'lı yıllarda dünya buğday üretiminde büyük bir artış olmuş, o dönem için dünyada açlık tehlikesi önlenmişti.

Ancak bu üstün verimli Meksika Buğdayı'nın 1970'li yıllarda verimi düşmüş, birçok ülkede, "yerli ırklar"dan daha az verim yapmaya başlamış, ilk on yıldaki başarıya ulaşamayan buğday üreticileri büyük bir hüsrana uğramıştı.

Dr. Borlaug, bunu şöyle açıklamıştı: "Islah çalışmasına aldığımız buğday çeşitleri az geldi. Gerçi, gen bankası koleksiyonumuzda, en ücra köşelerindeki dağ köylerinde babadan oğula devredilerek asırlardır tohumluk olarak kullanılan çok çeşitli buğday ırkları vardı. Gen bankamız, kurabileceğimiz en zengin gen bankasıydı. Buna rağmen doğanın değişme ve değiştirme gücü karşısında bizim sağladığımız genetik çeşitlilik cılız kaldı. Bizim yarattığımız genlerle insanlığa ancak çeyrek asır kadar yararlı olabildik. Keşke, gen bankamıza daha çok sayıda buğday ırkı sokabilseydik! Keşke bizim 1950'lerde kurduğumuz buğday gen bankasını, bizden 100 yıl kadar önce yaşamış olan buğday üreticileri, o zaman mevcut olan zengin genetik ve biyolojik çeşitliliği kullanarak 1850'lerde kurmuş olsalardı! Öyle olsaydı, şimdi insanlık daha zengin bir biyolojik miras devralmış olurdu. Biz devreye girdiğimizde, insanoğlu epeyce gecikmişti. Genetik bakımdan çok değerli sayılabilen birçok yerli ırkın soyu,

birçok paha biçilmez gen ve gen kombinasyonları biz devreye girmeden önce maalesef çoktan tükenmişti."

Görüldüğü gibi, insanoğlunu doyuran, en çok ekip biçilen, kutsallık mertebesine erişerek, insandan çok yakın ilgi gören ve bu yüzden zengin bir genetik tabana kavuşturulan buğday türü bile, doğanın değiştirici gücü karşısında çok cılız kalıyor, insanın sonradan gelen çabası doğanın sunduğu biyolojik çeşitliliğin yerini tutamıyordu.

Profesör Borlaug'un buğday türü hakkında söylediklerinin, bundan 50 yıl sonra orman ağaçları ve ormanda yaşayan diğer canlı türleri için de söylenmemesi için; bazıları yalnızca ülkemize has olan canlı türlerinin ve onlardaki zengin gen kaynaklarının kaybolmaması, sürekliliğin sağlanması zorunludur. Ülkemiz ormanlarını biyolojik çeşitlilik ve gen kaynakları açısından çok iyi korumalıyız. Unutmayalım ki, kendisine büyük umutlar bağlanan biyoteknoloji ve gen mühendisliği, doğanın bize cömertçe bağışladığı milyonlarca çeşit genin, ancak çok çok küçük bir oranını yeniden düzenleyebilecek potansiyele sahiptir. Üstelik, şimdiki doğal biyolojik sistem içine yeni bir genin sokulabilmesi, hem maddi yük, hem de çevre sağlığı bakımından çok pahalıya mal olmaktadır.

Elinizdeki bu kitap, dünya ölçeğinde değerli bilim adamı, meslektaşım Profesör Dr. Kâni İŞİK'in, değişik zamanlarda, değişik kitap ve dergilerde yayınlanan ve biyolojik çeşitlilik ve gen kaynaklarını konu alan bazı makalelerini kapsamaktadır. Bu makalelerde, biyolojik çeşitlilik ve orman gen kaynaklarının değişik yönleri, fazla teknik terimler kullanılmadan, sade ve akıcı bir dille anlatılmaktadır. Dünyada biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülmesinin, insanlığın bir çeşit "varoluş mücadelesi" olarak algılandığı, konunun uluslararası düzeyde ön plana çıkarılarak tartışıldığı bu dönemde, böyle bir eserin yayınlanmasının ülkemizde de biyolojik çeşitliliğin korunmasına önemli bir katkı yaptığına, Bakanlığımız Yayın Dairesi'nin bu konuda üzerine düşen görevlerden birini yerine getirdiğine, ayrıca biyolojik zenginliklerimiz ve gen kaynaklarımızla ilgilenenlerin kitaptaki her makaleyi zevkle okuyacağına ve kitabın amacına ulaşacağına inanıyorum.

Hasan TURAN
Orman Bakanlığı
Ankara, 1996

GİRİŞ

(Birinci baskı için)

Orman, kimine göre "orman yasalarının" egemen olduğu, vahşet dolu, uygarlıktan yoksun ve hırçın bir çevredir. Kimine göre de orman, "uygarlık canavarının" yarattığı stresten, vahşetten, kargaşa ve zulümden kaçmak için özlenen, sessiz, sakin bir sığınak; ruh ve bedene şifa veren huzurlu bir hastane, şevkatli bir ana, bir doğa anadır.

Ormanlar, taa ilk çağlardan beri süregelen "esrarengiz diyarlar" olma özelliklerini, bugün de hâlâ sürdürmektedir. Ama, farklı bir şekilde sürdürmektedir. Geçmişte "cinlerin ve devlerin diyarı" olarak algılanan ormanlar, bugünkü uygar dünyada, bilimsel açıklamayı gerektiren sırlarla dolu, potansiyel bir biyolojik zenginlik kaynağı olarak algılanmaktadır. Çağdaş insana göre ormanlar, çok çeşitli canlıların birlikte yaşadığı, canlılar ve cansızlar arasında çeşitli etkileşimlerin olduğu, pek çok doğurgan sorularla dolu, bilim ve açık hava laboratuvarlarıdır.

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri, derin sessizliği, kendine has uğultusu ve büyüleyici havası ile orman ve onun biyolojik çevresi, insanlığa devamlı bir ilham kaynağı olmuştur. İsa, Musa ve Muhammed, sık sık doğal alanlarla ve orada binbir çeşitlilik dolu biyolojik çevre ile yalnız ve başbaşa kalmayı tercih etmişler; "Tanrı'dan gelen mesajları" orada buldukları sırada almışlardır. Pek çok sanatçı, yazar, şair, müzisyen, ölümsüzleşen eserlerini, biyolojik çeşitlilikle dolu doğal çevrede, oradaki varlıklarla başbaşa oldukları zaman, onlardan ilham alarak ortaya koymuşlardır.

Orman ekosistemleri, yerleşim alanlarının hemen bitişiğinde bulunabildiği gibi, hiçbir insanın ulaşmadığı ve hiçbir amaçla kullanılmayan

alanlarda da yer alabilir. Yerine göre birkaç hektarlık, yerine göre de çok geniş alanları kaplayabilirler. Etkileri, yalnız kendi yakın çevreleriyle sınırlı değildir. Ormanlar yarattıkları iklimsel ve biyolojik etkilerle kendilerinden çok uzak bölgelerde bile etkili olabilirler. Orman ekosisteminde her yerde yalnızca sık ağaçlar bulunmaz. Orada, birbirleriyle uyumlu bir mozaik halinde yer yer açıklıklar, çayırlıklar, çalılıklar da vardır. Orman ekosisteminde yüksek yapılı orman ağaçları ile yan yana ve iç içe, çeşitli çalılar, üzüksü bitkiler, yabani meyveler, çeşitli bir yıllık bitkiler, yumrulu ve soğanlı bitkiler de yer alır. Orada her tabakada yer alan çeşit çeşit bitkiler, başka hiçbir ekosistemdeki bitkilerin yapamayacağı şekilde, ormana ulaşan her şiddetteki güneş enerjisini emer ve onun bir kısmını besin olarak depo ederler. Böylece, orman ekosistemindeki pek çok çeşitli bitki türü, pek çok çeşitli memeli hayvanların, kuşların, sürüngenlerin, böceklerin, örümceklerin ve öteki canlıların yaşamasına da ortam hazırlar. Yeryüzündeki mevcut ekosistemler içinde en düzenli, en dengeli, en istikrarlı, en çeşitli ve en sağlıklı olan ekosistemler, hiç kuşkusuz orman ekosistemleridir. Sağlıklı bir orman ekosistemi biyolojik çeşitliliğin ana kaynağıdır ve bu çeşitliliğin sürekliliğinin garantisidir.

Orman ekosistemlerinin sahip oldukları bu çok zengin biyolojik çeşitlilik, tarıma, turizme, kent ve köy yaşamına, inşaata, tıp ve eczacılığa, enerji üretimine, madencilığe, kısacası ülkemizin ekonomik yaşantısına, doğrudan ve dolaylı yollarla katkıda bulunmuş ve bulunmaktadır.

Bu doğal kaynaklarımızı, oradaki biyolojik çeşitliliği korumak ve geliştirmek için neler yapıyoruz? Kuşkusuz, ilk iş olarak ormanları ve orman ekosistemlerini, içindeki tüm diğer canlılarla birlikte güven altına almalıyız. Bu konuda ilgili kuruluşlarımız tarafından, her düzeyde çabalar sürdürülmektedir. Elinizdeki bu kitapta, orman ekosistemlerimizin karşı karşıya kaldığı fiziki tehlikeler konusuna değinmeyeceğim. Bu kitapta, esas olarak orman alanlarımızın "genetik soyluluğu" ve bu soyluluğun sürekliliğinin sağlanması ele alınmaktadır. Orman alanlarımıza, yalnızca selüloz ve oksijen üreten dumansız fabrikalar olarak değil, onlara aynı zamanda "Biyolojik Zenginlik" ya da "Genetik Kaynak" olarak bakılmaktadır. Çünkü, biyolojik zenginlik, bir bölgedeki tür çeşitliliğine, tür çeşitliliği de türlerin genetik yapısının sağlıklı olarak sürdürülmesine bağlıdır. Bu işlem en sağlıklı olarak, en istikrarlı ekosistemlerde yapılabilir. En istikrarlı ekosistemler ise orman ekosistemleridir. Bunun için de önce, bir

genetik kaynak olarak orman ekosistemlerini ve onların biyolojik çeşitlilikle ilgili genetik özelliklerini bilmemiz, sonra da bu ekosistemlerin genetik soyluluğunu sürdürebilecek gerekli genetik koruma önlemlerini almamız gerekmektedir.

İşte bu amaca bir damlacık da olsa katkısı olacağını düşünerek, orman gen kaynaklarımız ve biyolojik çeşitlilik konusunda daha önce değişik yerlerde yayınlanmış makalelerimin bazılarını, bu kitapta bir araya getirmeyi uygun gördüm. Her bir makalenin ilk kez yayınlandığı yer, makale başlığının bulunduğu sayfanın sol üst köşesinde, veya aynı sayfada bir dipnotta verilmiştir. Kitabın birinci basılmasını sağlayan Orman Bakanlığı'na teşekkür ederim. Bu eserin biyolojik çeşitlilik ve doğal canlı kaynaklarımızla ilgilenenlere faydalı olmasını dilerim.

Prof. Dr. Kâni Işık
Akdeniz Üniversitesi, Biyoloji Bölümü
Mayıs 1994

ÖNSÖZ

(İkinci baskı için)

İnsanoğlu, bir süreden beri bir şeyin farkına vardı. Kendi dışındaki varlıkların ve canlıların var oluşu ile kendi yaşamını sürdürebileceğini fark etti.

Buna bir "Uyanış" demek daha doğrudur. Bir zamanlar yılanı düşman gibi görüp tehlikeyi önlemek için yılanın başını ezmek gerekir derken, artık Doğu Karadeniz ormanlarından yılanlarımızın alınıp götürülmesine karşı çıkıyoruz. Bu bilince ulaştık.

1992 Rio Konferansında "Biyolojik Çeşitlilik Antlaşması"; istisnasız bütün ulusların ittifakı ile oluşan (ABD hariç) bu anlaşma gereği, artık insanoğlu kendi dışında yaşayan bütün varlıkları korumak taahhüdünde bulunmuştur. Gün geçmezki basında, televizyonlarda, dakikada, günde, yılda şu kadar tür kayboluyor endişesi ile bir haber yayınlanmasın. Artık biliyoruz ki dünyada tek bir ekosistem vardır. Bu ekosistem içinde tüm canlılar birbirinden yardım alarak ve yardım vererek yaşarlar. Eksilen her tür, bu yaşam gücünün zayıflaması ve doğal dengenin bozulması demektir.

Bahis konusu olan tüm canlıların evi biosferdir ve bunların büyük bir bölümü de toprak üzerinde yaşarlar. Erozyonla, çoraklaşma ve çölleşme ile kaybettiğimiz yalnız topraklarımız değil, geleceğimizdir. Toprak yoksa bunun üzerinde yaşayan canlılar da yok olmaktadır. TEMA Vakfı olarak erozyonun getirdiği zararları anlatırken yiyeceğimizi, suyumuzu ve havamızı sağlayan bu canlıların toprak üzerinde olduğunu topraksız yaşam koşullarımızın sürdürülemediğini anlatmaya gayret ediyoruz. Ancak o canlı toprağın oluşmasında da, verimliliğin sürdürülmesinde de

sayılamayacak kadar çeşitli bitkilere ve hayvanlara gereksinim vardır. O halde bu canlıların varlığını da sürdürmemiz gerekir.

Değerli Hocam Prof. Dr. Kani IŞIK, bizlere bu gerekliliği kendine özgü olağanüstü sadelikte anlatmaktadır. Kitabını okurken duyduğum heyecanı ve bu bilgilerin ve bilincin tüm ulusumuzca kavranmasının gereğine inandım. Orman Bakanlığımızca yayınlanan birinci baskının hızla tükenmesi karşısında ikinci baskının oluşmasını gerçekleştirmekten çok memnunum.

Çok zaman doğayla sevdalaşan, ona hizmet eden kurumlar ve kişiler, kendi aralarında olsun, dışardan olsun yaptıklarının büyüklüğü hakkında derecelendirmelerde bulunurlar. Ben de onlara, "Öyle düşünmeyin, doğaya hizmetin terazisi yoktur" derim. Ancak Değerli Hocam Prof. Dr. Kani IŞIK'ın da bu eseri ile yaptığı hizmetin çok büyük olduğu inancındayım.

Hayrettin KARACA
TEMA Vakfı Başkanı

GİRİŞ (İkinci baskı için)

Bu kitabın birinci baskısı, 1996 yılında Orman Bakanlığı tarafından yayınlandı. Kitabın birer adedi, Bakanlık Yayın Dairesi tarafından Bakanlığın çeşitli birimlerine, doğa ve çevre konuları ile yakından ilgilenen bir çok kamu kuruluşuna ve pek çok gönüllü kuruluşa ayrı ayrı gönderildi. Yayınından sonraki bir kaç ay içinde, kitaptan birer adet edinmek isteyen pek çok okur, Orman Bakanlığı'na ve bana, bizzat veya yazı ile başvurular. Bu yakın ilgi karşısında kitap, aynı yıl içinde tükendi.

Kitabın birinci baskısının yayınından bir ay kadar sonra, ülkemizdeki tanınmış bir gönüllü kuruluşun kurucusu olan bir okur, telefonla beni aradı. Kitabım onun da eline geçmişti. Telefonun öteki ucundaki sesi hemen tanıdım. Kendine özgü, düşündürücü, yapıcı ve latife dolu bir ifadeyle:

"Suçlusun, Hocam" dedi.

"Suç" sözcüğünü duyunca önce bir irkildim. "Neden?" diye sormaya fırsat kalmadan, sevimli üslubuyla O, sözüne devam etti.

"Beni iki günden beri uykusuz bıraktın. O yazdığım kitap elimde. Bir solukta bitirmeye çalıştım, iki gündür uykusuz kaldım" dedi.

Telefonun öteki ucundaki okur, T.E.M.A Vakfı Başkanı Hayrettin KARACA idi. Doğa hakkındaki engin deneyimi ve derin ülke sevgisiyle, kitabımdaki her cümleyi özümlemeye, onları daha anlamlı sözlerle yorumlamaya hazır bir okurdu. Kitaptaki bilgileri, Anadolu kültürü ile yo-

ğurmaya başlamıştı bile. Kitabımdan anladıklarını heyecanla bana geri anlatıyor, "doğru mu, doğru mu?" diye, tekrar tekrar teyit ettiriyor, yorum yaptığı her konuda emin olmak istiyordu. Onu dinledikçe, kitabımda anlatmak istediklerimin çok daha anlamlısını ve çok daha sadesini, ondan geri öğreniyordum. Yazdıklarının bu derece net ve açık bir şekilde, bir okuru tarafından özümlendiğini görmek ve duymak, bir yazar için, ne büyük bir mutluluktu! Onu yaşadım.

Sayın KARACA, bu kitabımdan çok sayıda almak ve T.E.M.A.'nın tüm gönüllü temsilcilerine ve üyelerine dağıtmak istediklerini söyledi. Ne yazık ki, Orman Bakanlığı'nın elinde, kitabın birinci baskısı tükenmişti. Bunun üzerine Sayın KARACA, T.E.M.A.'nın bu kitabı yeniden basmak istediğini belirtti. İkinci baskı için Orman Bakanlığı'ndan da izin alındı. Ve kitap, birinci baskıda yer almamış bulunan bazı başka makalelerimin de eklenmesiyle, yeniden düzenlendi. Eklenen yeni makaleler çerçevesinde, kitabın adında -iki kelime eklenmesiyle- ufak bir değişiklik oldu. Makaleler, konularına göre kitap içinde yeniden sıraya konuldu ve ikinci baskı için hazır hale getirildi.

Kitabın ikinci baskısının yapılmasını üstlenen T.E.M.A Vakfına, ikinci baskının yayına hazırlanmasını titizlikle izleyen T.E.M.A görevlisi Sayın Mutlu YASA'ya ve Doyuran Matbaası çalışanlarına teşekkürlerimi sunuyorum. Elinizdeki bu ikinci baskının da, birinci baskıda olduğu gibi, okurlardan aynı yakın ilgiyi görmesini, onlara faydalı olmasını ve amacına ulaşmasını diliyorum.

Prof. Dr. Kâni IŞIK
Akdeniz üniversitesi Biyoloji Bölümü, ve
Biyolojik Çeşitlilik Araştırma
Geliştirme ve Uygulama Merkezi
Ekim 1998, Antalya

BÖLÜM I

• MUTLU KÖY'ÜN EKOLOJİK ÖYKÜSÜ	13
• NÜFUS ARTIŞI VE ÇEVREDEKİ KAVGALAR	19
• GENÇLER NELER YAPABİLİR?	29
• KENT EKOSİSTEM MODELİ VE ÇEVRE SORUNLARI.....	35

Bilim ve Teknik
148 (3): 14-18, 1980

MUTLU KÖY'ün EKOLOJİK ÖYKÜSÜ(*)

Bundan otuz yıl kadar önce Toroslar'ın meşe ve çam ormanlarıyla kaplı tepeleri arasında bir vadi uzanıyordu. Buradan geçen Mutlu Dere'nin suları vadinin ortasında kurulmuş olan Mutlu Köy'ün topraklarına can vere vere Akdeniz'e doğru akıp gidiyordu. Dere boylarında ılgınlar, zakkumlar, çınarlar; vadi yamaçlarda çamlar, sandallar, harnuplar büyüyüp geliştirdi. Boy boy sarmaşıklar, yaban asmaları göklere doğru yükselen ağaçlara dostça sarılırlar, onlarla içiçe yaşarlardı.

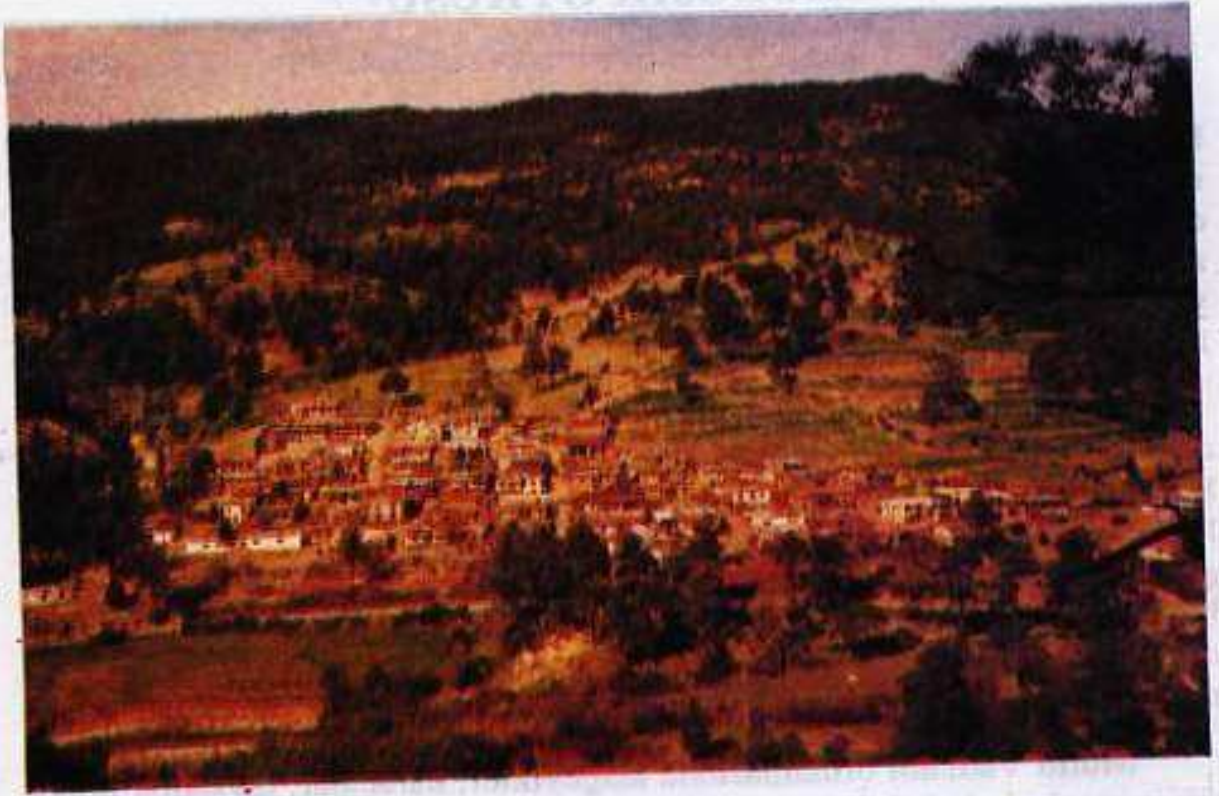
Mevsimi gelince erguvanlar, ladenler, fundalar, kekikler ve meyve ağaçları renk renk çiçekler açar; bal arıları çiçekten çiçeğe konarak köylüler için petek petek bal yaparlardı. Başka bir mevsimde erikler, böğürtlenler, üzümler olgunlaşır; bağlar ve bahçeler arasında bazen bir çalı kuşu, bazen de bir şafak bülbülü çevreye ezgiler saçardı. Bu kuş sesleri ılık bir kış gününde bile arı vızıltıları, horoz ötmeleri ve koyun melemeleri ile doğaca kaynaşır, insan ruhunu okşayan bulunmaz bir birlik oluştururlardı.

Mutlu Vadi'nin ormanlarında alageyikler, karacalar, tavşanlar dolaşır; yamaçlarında keklikler, yaban güvercinleri alay alay uçar; derelerinde sazanlar, alabalıklar grup grup yüzerdi. Köyün çevresinde "zararlı" diye bilinen, ama gerçekte kendilerine özgü görevleri ve doğal dengenin sür-

(*) Bu makale TBMM Parlamento Dergisi'nde de yayınlanmıştır (Mayıs 1989, 55:24-26)

dürülmesinde birçok yararları olan hayvanlar da vardı. Kümeslere kur yapan tilkiler, ekin tarlalarına saldıran yaban domuzları, otlaklardaki başı boş gezen evcil hayvanlara ara sıra saldıran kurtlar, ayılar, sırtlanlar ve öteki etoburlar bunlardan birkaçıydı.

Ve nihayet Mutlu Vadi'de, yüzyıllardır yaşam kavgası veren Mutlu Köy'ün halkı vardı. Vadi tabanındaki bereketli toprakları ekip biçerler; tarım, hayvancılık ve arıcılıkla geçinirlerdi. Köyde avcılık da yaparlardı; av hayvanlarını mevsiminde, mertçe ve yiğitçe avlardı. Ayrıca bahar aylarında, Mutlu Dere'de bol bulunan sazanları, o yöreye özgü ve ancak büyük balıkları tutan tuzaklarla yakalarlar; komşu köylere bile balık satarlardı.



Şekil 1: Mutlu Vadi'nin ormanlarında alageyikler, karacalar sürü sürü dolaşır; yamaçlarında keklıklar, yaban güvercinleri alay alay uçar, derelerinde sazanlar, alabalıklar grup grup yüzerdi... (Mutlu Köy 1996).

Yirmi yıl önce Mutlu Köy'e ilk orman yolu ulaştı. Yüzyıllardır değerlendirilemeyen orman ürünleri değerlendirilecek, ülke ve köy ekonomisi canlanacaktı. Mutlu Köylüler çiftçilik yanında işçilik de yapmaya başladılar. Orman yollarını seve seve yaptılar. Sonra hektarlarca alanda ağaçlar kesildi. Yaşlılar gidecek, yerlerine yenileri dikilecektir. Ormancılık tekniği böyle demektir. Şaşmaz bir doğa yasasının gözetilmesidir bu.

Orman yolu, Mutlu Köy'den "uygarlığa doğru açılan bir pencere" oldu. Vadinin av hayvanları ve av kuşları çevrede ün yaptığı için ova köylerinden ve kentlerden Mutlu Vadi'ye akın akın avcılar gelmeye başladı. Gelen avcılar bu hayvanları kitleler halinde ve insafsızca avlamakta, avcılığın mertlik ve soyluluğunu sanki daha çok öldürmekte bulmaktadırlar. Ayrıca bu avcılar, bazen kaza ile bazen de bile bile yangınlar çıkmasına neden olmakta, Mutlu Vadi ormanları cayır cayır yanmaktadır.

Bu arada köyde nüfus da artmaya başlar. Vadi tabanındaki tarlalar yetmemekte, vadi yamaçlarındaki ormanlardan yeni yeni tarlalar açılmaktadır. Bir yandan her yıl olan yangınlar, öte yandan da eğik yamaçlarda tarla açma işlemi araziyi çıplaklaştırmakta, toprağın verimli üst tabakalarının öbek öbek taşınmasına (toprak erozyonuna) yol açmaktadır. Çok geçmeden beklenmedik zamanlarda düzensiz yağmurlar, bunlardan da umulmadık şiddette seller olur. Vadideki tarlasında kurulu su motoru, serili ürünü, takılı hayvanı olan köylüler, bu sellerden malını hatta canını kaybetmektedir. Vadideki düzlükler, dağlardan getirilen taş, çakıl ve molozlarla dolmakta, verimsiz ve kullanışsız hale gelmektedir.

Köylüler topraklarını kaybettikçe ürünlerini artırmanın yeni yollarını ararlar. Bir yandan yamaçlarda tarla açmalar sürüp giderken bir yandan da köye kimyasal gübreler gelmeye başlamıştır. Vadi tabanındaki ve yamaçlardaki tarlalara, herhangi bir ön bilgiye ve toprak incelenmesine dayanmadan, rastgele ve bol bol azotlu, fosforlu gübreler verilir. Köylüler bu ak tozlardan çok hoşlanırlar. Çünkü ürünler birkaç yıl için birkaç kat artmıştır. Bu arada ormana yapılan olumsuz baskı da bir süre azalır. Mutlu Köy halkı "yeşil devrim"in tadını çıkarmaktadır. Hemen her aile bir su motoru, bir traktör sevdasına kapılır. Bir traktör sahibi olmak, kişi için yaşadığı toplumda bir saygınlık ölçüsü sayılmaktadır. Ekilecek yerleri, yeteri kadar toprakları olmamasına rağmen, harçlanarak borçlanarak

da olsa, hemen her beş aileden biri bir traktör sahibi olur. Traktörler, yılın büyük bir bölümünde hiçbir iş yapmadan yatmakta, evlerin önünde "süs" görevi yapmaktadır.

Ancak ak tozların getirdiği mutlu günler de çok sürmez. Daha önce vadide hiç görünmeyen bilinmeyen çeşitten böcekler türemiş, ürünler yeniden azalmaya başlamıştır. Böceklere karşı, yine rastgele ve bilgisizce, bol bol ilaç serpilir. Onların çoğu ölür, ama bir yıl sonraki böcekler daha dayanıklı olarak ortaya çıkarlar. Köylüler ilaçların miktarını artırmaya, tarlalara daha sık ilaç serpmeye, daha çok masraf yapmaya başlarlar.

Gittikçe artan miktardaki ilaçlar, zararlı böceklerle birlikte, toprakta bulunan yararlı toprak canlılarını da kitleler halinde öldürmektedir. Bu canlılar olmayınca toprak havalanamamakta, hasattan sonra tarlada kalan bitki parçaları çürüyüp ayrışmamaktadır. Bu kez tarlalarda biriken hasat artıkları ateşe verilip yakılır. Daha önceki ilaçlara dayanıp yaşayabilmiş olan birçok yararlı toprak canlısı bu kez yakılarak öldürülür. Şimdi böceksiz börtüsüz olan toprak, bir toz ve kül yığınınından başka bir şey değildir. Ayrıca yakma sırasında ortaya çıkan yüksek sıcaklık nedeniyle toprağın birçok fiziksel ve kimyasal özelliği de bozulur.

Bu arada böcek ilaçlarının doğrudan etkisiyle birçok köylü de ölür. Kimisi ilacı tarlada nasıl kullanacağını bilmediği, kimisi onu sıvı yağ sanıp yemek yapmakta kullandığı, kimisi de parazit böceklerden korunmak için sırtını başını ilaçladığı için hayatını kaybetmiştir.

Daha önce, suları koca bir sünger gibi tutan, pınarlara suyu hesaplı ve düzenli veren ormanlar yok olunca Toroslar'ın en gizli köşelerine kadar incecik kan damarları gibi giren şırl şırl derecikler artık durmuştur. Kesilen ağaçların yerine dikilen fidanlar korunamamış, yangınlar önlenememiş, dere yatakları örülmemiş, sel kapanları yapılmamıştır. Mulu Dere artık bir "deli dere" olup çıkmıştır. Eskiden her mevsim uslu uslu akar-ken, şimdi kış ve bahar ayları boz bulanık, kan renginde ve başı boş akıp gitmektedir. Yaz aylarında ise akmamaktadır. Kuruyan pınar kaynaklarındaki asırlık çınar ağaçları, ölümün eşiğine getirilmiş bir yurt köşesinin tanıklığını yapan canlı anıtlar gibi, bütün görkemleriyle öyle durmaktadır. Çaresiz, sıranın kendilerine gelmesini bekler gibi...

Gençler Mutlu Dere'de artık balık tutamamaktadırlar. Kentli avcı köylüye dinamitle balık avlamasını öğretmiş, dinamit de çaydaki tüm tek ve çok hücreli canlıları, bunları yiyerek beslenen balıkları ortadan kaldırmıştır. Deredeki doğal beslenme zinciri yer yer koparılmış, bozulmuştur. Boz bulanık akan sular, suyun alt tabakalarına güneş ışığı ve oksijen girmesini engellemiş; birçok yararlı su yosunu ve su altı bitkileri yetişememiştir. Derelerde sular durgun ve cansızdır. Su üstünde yer yer biriken motor yağlarıyla öteki petrol artıkları, o güzelim vadinin tertemiz kanına bulaştırılmış kapkara lekeler halinde uzaklardan bile parlayarak görülmektedir. Mutlu Dere şimid bir çöplük olmuştur. Her biri doğaca binbir özenle şekillendirilmiş renk renk dere taşlarının arası, onlara hiç uymayan teneke ve plastik kutu parçaları, plastik torbalar, şişe kırıkları, eski lastik tekerlekler, lastik borularla dolmuştur. Onlar bu dünyada, bu vadi de yenidirler. İnsanın ürettiği öteki birçok yapay kimyasal madde gibi, onları da parçalayıp çürütebilecek, toprağa karıştırıp ortadan kaldıracak bakteriler, böcekler gelişmemiş, evrimleşmemiştir.

Mutlu Köy'de meyve ağaçları eskisi gibi yine çiçek açıyor, ama eskisi kadar bol meyve veremiyor. Çünkü bir çiçekten başka bir çiçeğe çiçek tozları taşıyarak, onların döllenmesini sağlayan, kısır kalmalarını önleyen böcekler, arılar, kelebekler uçmuyor artık. Bal arıları baharın ılık havasında uçuşamaz, renk renk çiçeklerle kucaklaşamaz olmuşlar. Mutlu Köy'ün halkı eskiden tenekelerle sattıkları ve "her derde deva" olan balı şimdi özlemle arıyorlar.

Mutlu Vadi'de ötüşen keklik alayları, şakıyan şafak bülbülleri kalmamış artık. Mutlu Köy'ün dağlarını ormanlar kaplamıyor, oralarda alageyikler koşmuyor, karacalar zıplamıyor. Tarladan dönen çiftçinin, sürüsünü otlatmaktan dönen çobanın, oyundan dönen köy çocuklarının gözleri ışıldayarak birbirlerine anlatacak heyecanlı öyküleri yok artık.

Mutlu Köy'de köpekler havlamayı, kuzular melemeyi, horozlar ötmeyi unutmuşlar sanki. Tarla kenarlarındaki ilaçlı otlarla beslenen gebe koyunlar ve inekler sık sık düşüklere yapmakta. Ya da hastalıklı, bazen üç ayaklı, bazen de gözsüz, kulaksız yavrular doğurmaktadır. Zehirlenerek ölen kuşları, hayvanları yiyen kediler, köpekler tek tek kaybolmakta, ölmektedirler.

Pınarlar çekildikten ve dereler kuruduktan sonra, Mutlu Köy'ün halkı içme sularını tarla ve köy aralarında kazdıkları kuyulardan sağlamaya başlar. Ancak bu kuyular, çevreden süzülüp gelen ilaçlı, pis sularla kirlenmektedir. Köylüler bu suları içtikleri, ilaçlı sebze ve meyveleri rasgele yedikleri için, Mutlu Köy'de bilinmedik, görülmedik hastalıklar ortaya çıkmaktadır. Deri, göz, solunum yolları, karaciğer, böbrek, ruh ve sinir hastalıkları, inmeler, mide rahatsızlıkları, baş ağrıları artmıştır. Bu hastalıklara en çok Mutlu Köy'ün yaşlıları şaşarlar. Eskiden olduğu gibi sıtma yoktur Mutlu Köy'de, verem yoktur. Ama uzmanları bile şaşırta n bu hastalıklar nedir? Nereden gelmiştir?

Mutlu Köy bir mutsuz köye dönmüş, Mutlu Vadi bir dertli vadi oluvermişti son otuz yıl içinde. (Şekil 1).



Sonsöz: Yazımızdaki Mutlu Vadi, Anadolu'nun dört bir köşesinde yer alan ve başlangıçta aynı güzellikte olan nice Mutlu Vadilerden yalnızca birisidir. Mutlu Köy'ün başına gelen trajedi her köyümüzde, her vademizde tüm boyutlarıyla aynı şekilde görülmemiş olabilir. Ancak Mutlu Köy için anlattığımız yıkımlar, Anadolu'nun herhangi bir köyünde, herhangi bir vadisinde çeşitli derecelerde görülmüş ve görülmektedir. Bugün değişik yörelerde tek tek görülen bu olaylar, eğer doğa korunmasında daha da geç kalırsak, binlerce köyümüzde, kentimizde, dağımızda, ovamızda, gölümüzde, denizimizde hep birlikte ve ansızın görülebilecektir. Doğa ile rasgele oynamamalı, oraya getirilecek her girdiyi, getirmeden önce, belirli bir deneme sürecinden geçirmeliyiz. Oradan götürülen her çıktının karşılığını yine oraya bilgi, teknik ve ekolojik önlemler şeklinde vermeliyiz. Uzun süreli yararlarını düşünerek çevremizin doğal dengesinin korunması için gerekli yasal, yönetsel, toplumsal ve teknik önlemleri hiç zaman geçirmeden almalıyız. Çünkü bu topraklar ve çevremizdeki canlılar bize, yalnızca kendimiz yaşadığımız sürece değil, torunlarımız, onların torunları... ve ulusumuz yaşadığı sürece lazım olacaktır. İnsanlık, kendi neslini sürdürebilmek için onlara muhtaçtır.

Tabiat ve İnsan Dergisi
28 (3):15-18, 1996

NÜFUS ARTIŞI VE ÇEVREDEKİ KAVGALAR

FARELER ve İNSANLAR

Burada, John Steinbeck'in aynı başlıklı ünlü romanından söz etmeyeceğim. Laboratuvarlarda model olarak kullanılan farelerle yaptığımız bir deneyi anlatacağım. Laboratuvar fareleri, sandığımız gibi, yabancı fareler kadar korkunç yaratıklar değildir. Bilakis bunlar, fareler grubunun evcilleştirilmiş olan sevimli bir çeşididir. Biyologlar, bu sevimli fareleri insan sağlığı ile ilgili birçok konuda **model canlı** olarak kullanırlar. Bu model canlı üzerinde buldukları sonuçları, insan ve çevre sağlığı yönünde değerlendirirler.

Birlikte çalıştığım bir biyolog meslektaşım, bu sevimli farelerle bir nüfus deneyi yaptı. Deneyi ben de yakından izledim. Dört metrekaarelik alanı olan bir kafes kutu içine, biri erkek öteki dişi, iki erişkin fare koydu. Fare çifti, bu yeni evlerinde mobilya bakımından fazla talepkar olmadılar. Sadece birkaç eski kumaş parçası, çeyiz olarak onlara yetmişti (Şekil 1-a).

Bu iki farenin 21 gün sonra iki yavrusu doğdu. Anne-Baba fare, verdiğimiz eski kumaş parçalarını, mobilya olarak bebeklerinin yatak odasında kullandılar. İçgüdüsel bir emirle yavrularını düzenli olarak besliyorlar, onları kumaş parçalarının arasında özenle koruyorlardı.

Farelere birey başına günde ortalama 10 gram kadar tahıl veriyorduk. Bu kadarcık tahıl bile onlara bol bol yetiyordu. Ara sıra onlara, süt,

marul ve havuç da veriyorduk. Yavrular birkaç hafta içinde büyüdüler. Bir süre sonra, yavrulardan büyükçe olanın erkek, biraz küçük olanın da dişi olduğunu anladık. Dört kişilik fare ailesi dört metrekairelik evlerinde çok mutluydular. Birbirleriyle oynuyor, kafes kenarlarına tırmanıyor, hoplayıp zıplıyorlardı. Özellikle bu hayvanlarla ilk defa karşı karşıya gelen laboratuvar teknisyenimiz Zehra Hanım, onları çok sevdi. Yavru farelere oyuncak olarak, evinden, kendi çocuğunun bilyalarını getirdi. Kafesin içinde küçük salıncaklar kurdu. Yavru fareler bu küçük yuvarlaklardan çok hoşlandılar. Salıncaklarda zıplıyorlar, bilyalarla oynuyorlar, şarkı söyler gibi mutlu, ince ve tiz sesler çıkarıyorlardı. Dinlenme ve çay saatlerinde bütün bölüm elemanları, bu sevimli farelerin cambazlıklarını seyretmeye gelirdi. Farelerin deney kafesi, insanlar için bir sosyal çekim merkezi olmuştu...

Yavru fareler daha iki aylık iken, Ana-Baba fare onlara dört kardeş daha doğurdu. İlk iki yavru fare üç aylık olunca, kendileri de yavru yapabilecek çağa geleceklerdi. Ancak bir sorun vardı: Yakın akrabalar arası evlilikler, insanda olduğu gibi, onlarda da, yeni doğacak yavruların, doğuştan sakat ve hastalıklı olmasına yol açabilirdi. Bu tehlikeyi azaltmak için, erkek yavruyu, iki aylık iken kafesten uzaklaştırdık. Onun yerine, başka bir laboratuvardaki başka bir aileden, aynı yaşta bir iç güveysi getirdik. Bu işlemi üçüncü ve dördüncü aylarda, ama bu kez dişi yavrular için tekrarladık. Tabii bu sefer evden çıkan kızların sayısı kadar, eve dışardan yeni gelin getirdik. Hem yeteri düzeyde genetik çeşitlilik sağladığımızı düşünerek, hem de öteki laboratuvara fazladan başlık parası vermemek için, bu değiş tokuş işini beşinci aydan sonra devam ettirmedik.

Yavru fareler üç buçuk aylık olmuşlardı ki kendileri de dört yavru yaptılar. Böylece nüfus denemesi başladıktan üç ay sonra, kafeste tam 12 fare oldu (Şekli 1).

NÜFUS ARTTIKÇA

Fare sayısı, her iki ayda, en az iki katı kadar artıyordu. Artık kimin, kimin yavrusu olduğunu izleyemez olduk. Sadece kafesteki farelerin sayısının hızla arttığını izleyebiliyorduk. Bu arada, farelerin mobilya ve yiyecek ihtiyaçları da gittikçe artmaya başladı. Biyoloji Bölümündeki arka-

daşlarımız, sanki seferber oldular. Hemen herkes, evinden bir parça eski kumaş, bir miktar fındık, fıstık, marul, havuç getiriyordu. Bölümümüzdeki çalışanlar arasında daha önce, hiçbir konuda, bu kadar güzel bir işbirliği olmamıştı.

Denemeye başladıktan beş ay sonra, kafeste tam 33 adet fare oldu. Ama, bu büyük ailede, gittikçe büyüyen sorunlar ve huzursuzluklar başgösteriyordu (Şekli 1). Artık yavru fareler birbirleriyle oynaşamıyorlar, salıncaklarında istedikleri gibi sallanamıyorlardı. Üstünlük sağlamak için devamlı birbirleriyle kanlı-bıçaklı kavga ediyorlardı. Kavgaya cesaret edemeyenler birbirlerinden kaçıyorlardı. Kaçmaktan bitkin olanlar, kendilerince emin sandıkları bir köşede, devamlı siperde ve etkisiz kalmaya mahkum bir savunma pozisyonunda bekliyorlardı.

Onlara her gün yeterli miktarda yiyecek veriyorduk. Deneme ilk başladığı ay, günde toplam 40 gr buğday harcarken, şimdi günde 400 gr buğday harcıyorduk. Tüketim o kadar artmıştı ki, üniversitenin mali işler dairesi, araştırma fonunda "fare yem parası" kalmadığını bildirdi. Buna bir çözüm bulmalıydık... Ve bulduk da. Bölüm kurulundan, bölüm tarihinde ilk kez oybirliği ile bir karar çıktı: Bölümün "sosyal yardımlaşma fonu"ndan ayırdığımız paralarla farelerimizin yemlerini cömertce vermeye devam edecektik.

Edecektik ama, farelerin çoğu da iştahtan kesilmişti. Verdiğimiz yemler, kafesin içinde öbek öbek beklerken, onlar birbirlerine saldırmak için fırsat kolluyorlardı. Eskiden tombul tombul zıplayan o sevimli fareler, şimdi çok cılızlaşmışlardı. Sanki çöp gibiydiler. Özellikle erkek fareler birbirlerine çok acımasız davranıyorlardı. Artık, koridordan geçerken, nağme dolu sesler değil, acı ve terör dolu fare çığlıkları duyuyorduk. Birbirlerini ısırtıyorlar, birbirlerinin kulaklarını, kuyruklarını kemiriyorlardı. Onlara boşuna "kemirgen" dememişlerdi.

Altıncı ay dolmamıştı ki bir gün sabah laboratuvara gelince, Dede fareyi kafeste ölü bulduk. Bölüme bir hüznün çöktü. Onu, daha önce kuyruğuna taktığımız özel bir etiketten tanıdık. Ölüsünü kafesten çıkarıp dokularını inceledik. Herhangi bir hastalıktan ölmemişti. Dede fareyi uzun zamandan beri rakip bilen başka erkek fareler, onun gırtlığını sıkışmış, kulaklarını yemiş, göğüs boşluğunda derin bir yara açmış ve kalbini çıkar-

mışlardı... Bölüm öğrencileri, şanına layık bir cenaze merasimi yaparak, Dede Fare'yi, bölümün arka bahçesinde toprağa verdiler...

Yedinci ay sonunda kafeste tam 78 tane fare vardı. Teknisyen Zehra Hanım, bir gün laboratuvardan hışımla çıktı. "Ben bu kadar çok fareye su-yem yetiştirmekten, bunların kafesini temizlemekten artık bıktım. Maaşıma zam istiyorum" dedi... Eyvah! Bu eylem, yasalarda yeri olmayan bir grev demektir. Deneyi ise yarıda kesemedik. Sonunda bir formül bulduk. "Zararlı ve zehirli maddelerle uğraşır" diye bir gerekçe göstererek, maliye bürokratlarının bütün engellemelerine rağmen, Zehra Hanım'ın maaşına zam yaptırmayı başardık. Artık deneyimiz devam edecekti...

Bundan daha dört ay önce, bölümde herkesin ilgiyle izlediği deney odamızın yakınlarına, kokudan ve çığlık sesinden dolayı, artık kimse yaklaşmaz oldu. Eski dostlar, artık birer birer değil, hep birden yok olmuşlardı.

Sekizinci ay sonunda, farelerin sayısı tahmin ettiğimiz kadar artmadı. Denemenin başlarında bir dişi fare bir batında 4-8 yavru yaparken, şimdi pek çok dişi fare yavru yapmıyordu. Her fare, bu nüfus patlaması karşısında büyük bir baskı (stres) altına girmişti. Kafeste, sürekli kavga vardı. Hayvanlar, değişik davranış bozuklukları sergilemeye başladılar. Ekipteki biyokimyacı arkadaşlar, farelerin çeşitli vücut görevlerini yerine getiren bazı temel hormonlarda dengesizlikler buldular. Her gün sabah işe gelince farelerden bazılarını kuyruksuz, bazılarını kulaksız buluyorduk... Bir süre sonra yamyamlık başladı. Yeni doğan yavru farelerin ertesi güne kadar, kafeste sadece kuyrukları kalıyordu... Dört metrekareselik kafeste nüfus, en fazla 84 fareye kadar çıktı... Ondan sonra hiç mi hiç nüfus artışı olmadı (Şekli 1-b).

Derken dokuzuncu ay sonunda kafeste her gün, ortalama 10-15 adet fare ölmeye başladı. Önce teknisyenden kuşkulandık. Acaba Zehra Hanım, farelerden kurtulmak için onları zehirlemiş miydi? Eğer öyle ise, Zehra Hanım'a kesinlikle yol görünmüştü. Maaş artışı istemiş; şu ortamda Nobel ödülü almak kadar zor olan bu isteğini, bizim de inanamayacağımız bir çabuklukla gerçekleştirmişti. Daha ne istiyordu? Denemenin gidişini kasten saptırmaya ve araştırmacıları yanıltmaya hiç kimsenin hakkı yoktu... Hayır, Zehra Hanım kovulmadı. Çünkü hem doku analizleri, hem

de bölüm içinde kurulan soruşturma komisyonunun aldığı bir dizi "yazılı ve sözlü ifadeler", Zehra Hanım'la ilgili kuşkumuzun yersiz olduğunu gösterdi.

Devamlı ve hızlı ölümler sonucu, onbirinci ay sonunda kafeste sadece dört fare kalmıştı... Birbirinden korkan, birbirine karşı güvensiz... Birbirinin can düşmanı, birbirine yaklaşılamayan, sevimsiz, dört yamyam fare (Şekil 1-a, Şekil 1-b)...

Araştırma ekibimizde bir de veteriner vardı. Hayvanlarımızda herhangi bir salgın hastalık da söz konusu değildi. Acaba ne olmuştu da başlangıçtaki o sevimli fareler önce yamyamlaşmış sonra da kitle halinde ölmüşlerdi? Ne olmuştu sahi?

ÇEVRENİN TEPKİSİ

Stres (baskı), rekabet, iştahsızlık, ruhsal bunalım, hormon bozukluğu, davranış bozuklukları, kavga, yaralanma, erken yaşlanma, hastalık, ve toplu ölümler... İşte bunlar, hızlı nüfus artışına karşı çevrenin gösterdiği tepkilerdi. Kafesin iç-alan (mesken) kapasitesi yalnızca 6 fare için uygundu. Kafesin taşıma gücü, ancak en fazla 6 fare için yeterliydi. Kafesteki fare sayısı, kafesin taşıma gücüne yaklaştıkça, çevresel tepki artmaya başladı. Nüfus arttıkça, bu artışa karşı güç olarak çevrenin tepkisi de artıyordu. Kafesteki birey sayısı, kafesin taşıma gücünü aşınca, çevrenin tepkisi daha da şiddetlendi. Üstelik bu fareler, yiyecek ve içecek aramak zorunda da değillerdi. Onların yemleri de, suları da, ev eşyaları da, hatta fındık fıstıkları da, hep hazırdan geliyordu. Fakat bütün bunlara rağmen, çevresel tepki, hızlı nüfus artışını çok acımasız bir şekilde vuruyordu... Çevresel tepkinin bu zalim balyozu yüzünden, nüfus, birkaç hafta içinde 84'den 4'de düşmüştü (Şekli 1-b).

KISSADAN HİSSE

Farelerde gözlediğimiz bu olay, biyolojik ve doğal bir kuralın sonucudur. Bu bir doğa yasasıdır. İnsanların koyduğu ekonomik ve sosyal yasalar, zamana ve ülkelere göre değişebilir. Ama doğa yasaları, her zaman ve her yerde değişmeden sürüp giderler. Yukarda örneğini gördüğümüz

fare nüfus artışına karşı, karşıt güç olarak direnen ve gittikçe büyüyen çevresel tepki, insan nüfus artışı için de her zaman ve her yerde geçerlidir.

Şimdi bazı rakamlarla insan popülasyonlarındaki nüfus artışını kısaca irdeleyeylim. Örneğin, Antalya İl sınırları içinde nüfus, 1970 yılında 577.000 iken 1990'da 1.132.000 olmuştur. Buna göre, son yirmi yıl içinde Antalya nüfusu yaklaşık % 100 artmıştır (Şekil 2).

Türkiye'de nüfus, 1970 yılında 35.6 milyon iken 1990'da 53.0 milyon olmuştur. Son yirmi yıl içinde Türkiye nüfusu % 60 artmıştır.

Dünya'da toplam nüfus, 1970 yılında 3.6 milyar iken 1990'da 5.3 milyar olmuştur. Son yirmi yıl içinde Dünya nüfusu % 47 artmıştır.

Avrupa kıtasında nüfus, 1970 yılında 474 milyon iken 1990'da ancak 508 milyon olmuştur. Son yirmi yıl içinde, Dünyanın önde gelen refah toplumlarını içine alan Avrupa'da nüfus sadece % 6.5 (altıbuçuk) artmıştır.

Bu rakamları, birbirleriyle karşılaştıralım: Türkiye'deki son yirmi yıllık nüfus artışı, aynı dönemdeki Avrupa nüfus artışından % 823 kadar, Dünya ortalama nüfus artışından da % 28 kadar daha fazladır. Antalya İli nüfus artışı da son yirmi yılda, Avrupa nüfus artışından % 1400, Dünya nüfus artışından da % 110, Türkiye nüfus artışından da % 66 kadar daha fazla olmuştur.

İster aşırı iç göç etkisiyle, isterse doğum yoluyla olsun, özellikle Antalya'da son yirmi yıl içindeki bu kadar çok nüfus artışı, bu karşılaştırmalar ışığında, çok hızlı bir artıştır. Tıpkı bir kafeste olduğu gibi, belirli sınırları olan çevremizin taşıma gücü, hızlı nüfus artışı yüzünden aşırı ölçüde zorlanmaktadır. Antalya'daki nüfus artış eğrisinin bugünkü konumu, Şekil 1-b'deki fare nüfus artış eğrisinin 8. ayındaki konumuna tekabül etmektedir (Şekil 2). Çevre, bu hızlı nüfus artışına er geç tepki gösterecektir. Balyoz gittikçe büyümektedir. Bu acımasız balyozun hızla inmesine az bir zaman kalmıştır.

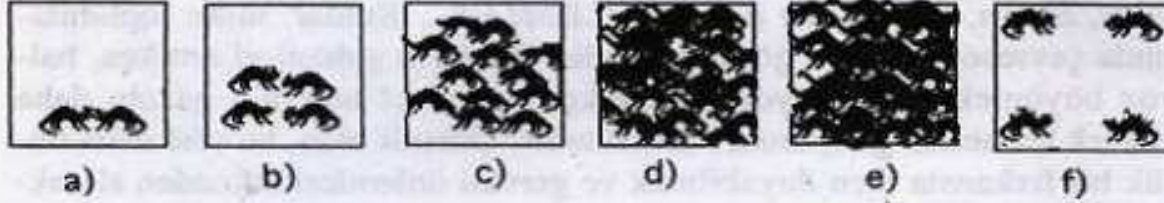
Nitekim, doğal kaynakları ve mekanı sınırlı olan birçok bölgede ve ülkede, çevresel tepki bütün boyutlarıyla kendini göstermektedir. Eğitim, ulaşım ve sağlık hizmetlerinde yetersizlik, işsizlik, pahalılık, enflas-

yon, çevre (toprak, su, hava) kirlenmesi, doğal kaynakların aşırı kullanımı, bu kaynakların yetersizliği ve verim güçlerinde düşüklük, salgın hastalık, yıkıcı rekabet, sürtüşme, sık sık grevler ve lokavtlar, suç, hırsızlık, terör, kavga, savaş... Ve nihayet ÖLÜMLER... Bunlar, insan toplumlarında çevresel tepkinin göstergeleridir. Bunların şiddetleri arttıkça, balyoz büyümektedir. Balyoz büyüdükçe, çevresel tepkinin gazabı daha yüksek bir sesle "geliyorum" demektedir. Önemli olan, bu sesi daha düşük bir frekansta iken duyabilmek ve gerekli önlemleri erkenden almaktır. Çevre ve doğa ana, kendisine ihanet edenleri ancak belirli bir düzeye kadar affetmektedir. O kritik düzey aşılinca, doğa ana, tüm analık şevkatine rağmen, ezici çelik balyozunu hiç sakınmadan indirmekte, ihanetçileri acımasızca cezalandırmaktadır.

SONUÇ

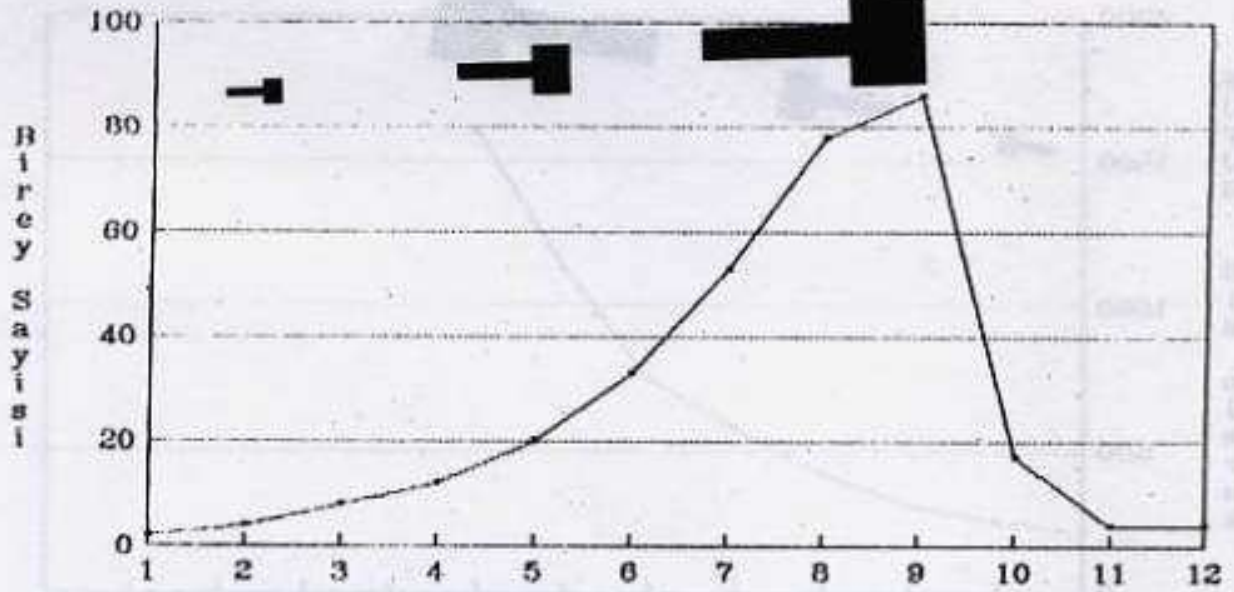
Kentler, ülkeler, kıtalar ve dünyamız, tıpkı farelerin kafesi gibi, belirli sınırlarla çevrilidir. Bunların herbirinin kendine göre bir taşıma gücü vardır. Nüfus arttıkça, bu sınırlar içinde ver alan mekanlar ve doğal kaynaklar yetersiz kalmaktadır. Çevremizdeki bütün bu kavgalar, bütün bu savaşlar, ne için olmaktadır? Gittikçe azalan mekanlar ve gittikçe yetersiz kalan doğal kaynaklar için değil mi?

Kendi kendine akıllı ve uygar kurallar koyarak, kendi nüfus artışını şefkatle denetleyemeyen toplumlarda, doğal yasaların ortaya koyduğu Çevresel tepki, nüfus artışını zalimce denetlemektedir.



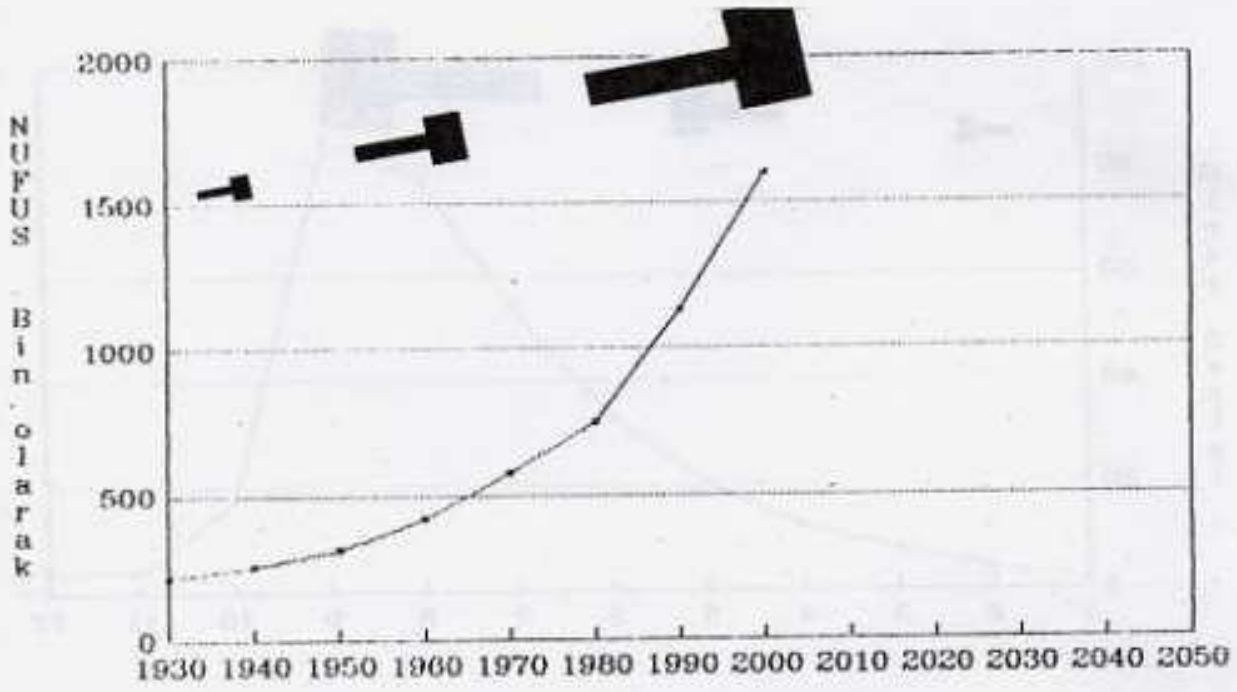
Şekil 1-a. Sınırlı bir mekanda farelerde nüfus artışı

- Denemenin başlangıcında kafeste biri erkek, öteki dişi iki fare vardı.
- İki ay sonra kafeste, dört kişilik mutlu bir fare ailesi yaşıyordu.
- Üç ay sonra, nüfus artmış, sınırlı alanı olan kafeste on iki fare olmuştu.
- Yedinci ay sonunda kafeste 78 fare oldu. Büyük kavga ve saldırılar vardı.
- Sekizinci aydan sonra nüfus hiç artmadı. Hayvanlar yamyamlaşmışlardı.
- Büyük ölümler sonucu, on birinci ay sonunda kafeste, birbirine düşman, ve değişik davranış bozuklukları sergileyen sadece dört fare kalmıştı.



Şekil 1-b. Farelerde nüfus artışı ve çevresel tepki

Mekân ve kaynakları sınırlı bir çevrede nüfus arttıkça, çevrenin, nüfus artışına karşı olan tepkisi de artar. Toplam nüfus, çevrenin taşıma gücünü aşarsa, doğa ana bunu affetmemekte, ezici balyonuzu indirerek, zalim ve dramatik bir nüfus kontrolü yapmaktadır. O takdirde, çevrenin taşıma gücünü aşmayacak şekilde, kendi nüfus kontrolümüzü, biz-zat kendimiz, şefkatle yapmalıyız.



Şekil 2. Antalya'da son 60 yılda nüfus artışı

Antalya il sınırlarında nüfus, 1930 yılından 1960 yılına kadar, nüfus büyüme kurallarına uygun olarak ağır ağır artmıştır. Ancak, 1970'den beri, özellikle iç güçlerin de etkisiyle, nüfus artışı çok hızlı olmakta, büyüme eğrisi gittikçe dikleşerek seyretmektedir. Şu anda Antalya'daki nüfus artış hızı, fare nüfus artışında 8. ayda görülen duruma tekabül etmektedir. Bu durumda, Antalya'daki hızlı nüfus artışına karşı, çevrenin bir karşıt gücü olan çevresel tepkinin balyoz hareketi çok yaklaşmış olmaktadır.

Cumhuriyet Gazetesi.
4 Ağustos 1979.
"Olaylar ve Görüşler" sayfası.

Doğa ve Çevre için

GENÇLER NELER YAPABİLİR?

• *Ülkemizde gençler düşünceleri yüzünden birbirlerine düşürülmüşler, karşılıklı öldürüşmeye kadar varmışlardır. Oysa doğa ve çevre sorunlarını ortaklaşa çözmek, onları bekliyor*

Daha on yıl önce şefkat, güven ve gıptayla baktığımız üniversite gençliğine bugün kaygı, korku ve esefle bakılma noktasına gelinmiştir. Gençlik içine düştüğü böyle bir durumdan kurtulup eski "tahtına" nasıl dönebilir?

Neden Gençler?

Üniversite gençliği bir toplumun en dinamik bir bölümü olarak bilinir. Toplumda bir yenilik ve değişiklik olmasını amaçlayan kuruluşlar gençlik kesiminde çeşitli dernekler, klüpler vb. örgütler kurarak, kendi görüşlerini bu dinamik kesim aracılığıyla yayma yoluna giderler. Öte yandan gençler de, çevrelerini saran toplum sorunlarıyla uğraşmak gereğini ve sorumluluğunu duyarlar. Çünkü herhangi bir zaman dilimi içinde bir toplumu kuşatan olaylar, o toplumun -dolayısıyla gençliğin- geleceğini de koşullandırmaktadır. Bilinçli bir gençlik geleceğini koşullandıran

bugünkü olaylara seyirci kalamamakta, çeşitli yöntemlerle bu olayları etkileme yollarını araştırmaktadır.

Bütün bunlar, demokratik kurallar içinde kaldığı sürece çok doğaldır. Ancak, gençlerin başvurduğu yöntemler şiddet eylemlerine dönüşünce, bundan hem gençlik, hem üniversite ve hem de toplum büyük zararlar görmektedir.

Değerlendirilemeyen Potansiyel

Türkiye'de gençler, Batı'daki çağdaşlarından farklı olarak, gruplara ayrılmak, angaje oldukları siyasal ideolojilerin savunuculuğunu yapmak ve bu arada sık sık demokratik olmayan eylemlere başvurmak durumuna düşmüşlerdir. Bu yazımızda, bu çeşit eylemlerin nerelerden kaynaklandığı ve ne denli büyük toplumsal zararlara yol açtığı konuları tartışılmayacaktır. Ancak, böyle eylemleriyle gençler, bugünkü ülke sorunlarına çözüm getirecek hiçbir somut katkıda bulunamadıkları gibi, yarınki ülke sorunlarına karşı kendilerini hazırlayacak yeterli bilgi ve yeteneği de kazanmamaktadırlar.

Bütün bunların yanında, bugün gençler arasında var olan şu gizil gücü de (potansiyeli) unutmamalıdır. Gençlerimiz, angaje oldukları doktriner davalar ne olursa olsun, bütün bölünmüş kesimleriyle, Türkiye'yi daha iyiye, daha güzele ve daha ileriye götürme tutkusu içindedirler. Hepsi daha uygar, daha yeterli ve daha onurlu bir toplum olmamızın özlemine çekmektedir. Onların bu potansiyelinden ve soylu duygularından yararlanamaz mıyız? Acaba gençlerin hem çevrelerindeki sorunlarla uğraşma ve onlara çözüm arama gereksinmesine cevap veren, hem de mesleklerine ve toplumumuza daha yararlı birer insan olarak hazırlanmalarını sağlayan ülke sorunları yok mudur?

Çevre Sorunları

Ülkemizin bugün içinde bulunduğu çevre sorunları, ülkenin ve gençliğin geleceğini koşullandıran, gençlerin ve gelecek kuşakların mutluluk ya da mutsuzluğunu şimdiden en etkili biçimde şekillendiren sorunlardır.

Çoğumuz çevre sorunlarını, yalnızca endüstri artıklarının yol açtığı hava, su ve toprak kirlenmesiyle özdeş tutarız. Bunlardan başka, her yıl onbinlerce hektarlık alan kaplayan ormanlarımız, çoğu kez kasten ve bilinçsizlik yüzünden, içinde bulunan tüm canlılarla birlikte yanmakta, yakılmaktadır. Topraklarımız su ve rüzgâr taşıması sonucu sinsice kemirilmekte, ırmaklarımız kan renginde ve başıbozuk akıp gitmektedir. Birçok yeni çarşı ve yerleşim merkezleri kurulurken, arazinin verim gücü dikkate alınmamakta, bu nedenle binlerce dönümlük birinci sınıf tarım toprağı bir daha hiç tarımsal ürün vermemek üzere kaybedilmekte, birer beton, demir ve asfalt yığını haline dönüştürülmektedir.

Doğal kaynaklarımız düzensizce işletilmekte, bu sınırlı kaynaklardan elde edilen ürünler tutumsuzca ve hoyratça harcanmaktadır. Birçok yabancı kara ve su hayvanlarımız insafsızca avlanmakta, düzensiz tarımsal ilaçlamalar ve başka yollarla onların yaşamına uygun doğal sistemler bozulmaktadır. Sonuçta, herbirinin, bilinen ya da bilinmeyen ayrı birer tıbbi, ekonomik ve ekolojik değeri olan birçok ender bitki ve hayvan türü, soylarının tükenme tehlikesiyle karşı karşıya bulunmaktadır.

Kent ve sahillerimizde düzensiz yerleşmelerle doğal güzellikler hızla yok olmakta, trafik anarşisi ve gürültü alabildiğine artmakta, çevremizdeki görme ve işitme estetiğı gittikçe bozulmaktadır. İnsanoğlunun evrimsel geçmişı boyunca egemen olan dengeli doğal çevre koşullarına uymayan böyle görüntü ve gürültüler, insanın fiziksel ve ruhsal yapısına ters düşmekte; insanda, beklenmedik ve onarımı olanaksız bedensel ve ruhsal bozukluklara yol açmaktadır.

Bütün bunlar ülkemizin doğal dengesine, sonuç olarak da toplumumuzdaki bireylerin bedensel, ruhsal, sosyal ve ekonomik yaşamına dolaylı ya da doğrudan etki etmektedir. Bu sorunların her biri yaygın bir kitle ilgisi, etkin yasal önlemler ve ivedi çözümler beklemektedir.

Gençlerimizin zaman geçirmeden çevre sorunlarıyla ilgilenmesi, başka birçok yararları yanında, gençliğin tek bir amaç -**vatanın gerçekten kurtarılması amacı**- çevresinde kenetlenmesini, halkımızın bu konuda bilinçlenmesini ve çevre sorunlarının birçoğuna somut öneri, önlem ve çözümler getirilmesini sağlayacaktır.

ABD Örneği

Gençlerin çevre sorunları üzerinde yaptığı çalışmaların etkin bir örneğini ABD'de görüyoruz. Stanford Üniversitesi öğrencileri 1969 yılında çevre sorunlarıyla ilgili ulusal bir kongre düzenlemiş ve kongre sonunda özetle şu karar alınmıştır: «Bugün ülkemizin içinde bulunduğu en büyük sorun çevre sorunlarıdır... Bu sorunların çözümü için önce halkımız eğitilmelidir. Biz gençler, bu eğitim seferberliğine önce kendimizi eğiterek başlamalıyız.»

Bu kongreyi izleyen aylarda, ABD'nin her tarafında, bütün gençlik kesiminde ekoloji demekleri ve doğa klüpleri kurulmuş, gençler kitleler halinde üye olarak çevre koruması ve halk sağlığıyla ilgilenen böyle derneklerin güçlenmesini sağlamışlardır. Okullarda ve halk eğitim merkezlerinde doğa üzerine kurslar ve seminerler düzenleyerek, görüp karşılaştıkları çevresel sorunları açık oturumlar, basın ve radyo aracılığıyla kamuoyuna yansıtarak etkili bir kampanyaya girişmişlerdir. Çevreyi sorumsuzca kirleten, yasaları yerinde ve yeterince uygulamayan kuruluşlara karşı kampanya açmışlar, çevreyi koruma yönünde etkin önlemler alınmaya kadar böyle kuruluşların mallarını satın almayı ve kullanmayı boykot etmişlerdir. Üniversiteli gençler, bir başka örneğini de son Fransız seçimlerinde gördüğümüz gibi, «ekoloji hareketi» çevresinde etkin bir politik güç oluşturmuşlar, çevre sorunları yararına çalışan parlamenterlerin yeniden seçilmelerine katkıda bulunmuşlardır.

Bu genel çalışmaları yanında gençler, birçok güzel yerel çalışma örnekleri de sergilemişlerdir. Örneğin, bir ekoloji grubu, San Francisco kenti yakınlarında yer alan ve doğal güzellikleriyle tanınan Point Reyes yöresinde kurulması planlanan büyük bir sahil yerleşim merkezine engel olmuş, üstelik bu bölgenin daha sonra bütün halka açık bir «eyalet parkı» olarak ayrılmasını sağlamıştır. Değişik mühendislik dallarındaki öğrenciler çevreyi en az bozan yerleşim plânları, en az enerji tüketen konut tipleri, motor vb. konular üzerinde, tek tek ya da ekipler halinde projelere girişmişlerdir.

Ekonomi bölümü öğrencileri «Vatandaş! Ürettiğinden çok tüketme» sloganı altında bir kampanya açmışlar, bu yapıcı eylemleriyle lüsk tüketim, savurganlığa ve enflasyonist gelişmeye karşı gelmişlerdir. Hukuk öğ-

rencileri çevre sorunlarını yasal yönlerini inceleyen komiteler oluşturarak barolarla ve meclislerdeki meslektaşları ile yakın bir işbirliğinde bulunmuşlardır.

Kimya ve biyoloji öğrencilerinin oluşturduğu ekoloji klüpleri, sigaranın kişi, toplum ve çevre sağlığına yaptığı zararları halka anlatma amacıyla çok etkili bir kampanya açmışlardır. Nitekim son 11 yıl içinde 21-24 yaş grubu arasında sigara içen gençlerin oranı % 67'den % 41'e, tüm sigara içenlerde ise bu oran % 42'den % 34'e düşmüştür.

Dernekler düzeyindeki bu çalışmalar yanında kişisel düzeyde de birçok çabalar olmuştur. Örneğin, Berkeley'de edebiyat bölümünden bir öğrenci, çevre sorunlarını dramatik bir şekilde işleyen birçok kısa oyunlar yazmış, bunların başarıyla sahneye konulmasını sağlamıştır.

Bu ve benzeri eylemleriyle gençler, hem kendilerini kendi meslek dallarında daha iyi yetiştirmişler, hem de doğayı koruma bilincinin dalga dalga yayılmasına -ve ülkelerinin gerçekten kurtarılmasına- katkıda bulunmuşlardır. Bütün bunlar yurtsever, bilinçli, akılcı ve yapıcı bir gençliğin ve onun dinamizminin hem o gençlik, hem o toplum ve hem de tüm insanlık için yararlı ve alkışlamaya değer hareketleridir.

Sonuç

Çevre sorunlarının çözümünde etkin bir sonuca ulaşabilmek için önce halkımızın ilgili konularda sürekli olarak eğitilmesi ve uyarılması zorunludur. Bu sürekli eğitim ve uyarı işleminde gençlerimizin enerjisinden ve dinamizminden yararlanma yoluna gidilebilir. Hükümetin başlattığı ve ilk kez geçen yıl uygulamaya konulan «Ulusal Kalkınmada Gençlik Projesi» gibi projeler verimli ve olumlu yönlerde yaygınlaştırılırsa, gençlik için doğaya doğru açılmış geniş boyutlu bir pencere olabilir. Çevre sorunları, her dalda öğrenim yapan öğrenci kesimlerine, kendi öğrenim dallarıyla ilgili yepyeni uğraş alanları sunacak boyutlardadır.

Bu arada üniversitelerimizin akademik kadrosuna, çevre sorunlarının biyolojik, teknik ve sosyal yönlerinde yeni yeni araştırmalar yapmak ve öğrencilerimize yeni kurslar sunmak görevleri de düşmektedir.

KENT EKOSİSTEM MODELİ VE ÇEVRE SORUNLARI

ÖZET

Doğal ekosistemlerde ekolojik denge, onun kaçınılmaz parçaları olan Üretici (bitkiler), Tüketici (hayvanlar) ve Ayrıştırıcıların (mikroorganizmalar) verdikleri **ekolojik hizmetler** ile sağlanmaktadır. Bu aktörler, doğal ekosistemlerde durmadan ve aksamadan işleyen bir çarkı (ÜRTAY çarkı) çalıştırırlar. Oysa, yaşam-destek sisteminin temelini oluşturan bu altın çark kent ekosistemlerinde çalışmamaktadır. Çünkü kentler, doğal ekosistemler bozularak ya da değiştirilerek kurulmuşlardır. Bu yüzden kent ekosistemleri, kendi kendilerine yeterli olamayan, görevlerini yapabilmek için başka ekosistemlere bağımlı olan, parazit ekosistemlerdir. Çünkü bir kent ekosistemi, kendisinden beklenen görevleri, ancak komşu ekosistemlerde üretilen, sonra da değişik araç ve yöntemlerle kitleler halinde kendisine getirilen madde ve enerji sayesinde yapabilmektedir. Başka ekosistemlerden kente gelen bu GİRDİler, kent ortamında bir değişime uğratıldıktan sonra ÇIKTI olarak kent ekosisteminin dışına atılmaktadır. Kentlerdeki ve kentlere komşu olan ekosistemlerdeki çevre sorunlarının başlıca kaynağı, kent çıktıları arasında yer alan zararlı çıktılarıdır. Makalede bu ilişkiler, ekolojik bir yaklaşımla, kent ekosistemleri için önerilen bir model üzerinde irdelenmektedir.

(*) Bildiri: Doğayı Korumada Kent ve Ekoloji Simpozyumu (Türkiye'de Doğayı Koruma Vakfı, İ.Ö. Orman Fak., İ.Ö. Çevre Sorunları Araş. ve Uyg. Merkezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fak.) 18-19 Aralık 1997. İstanbul.

GİRİŞ

"Sorun", canlı varlıklara özgü bir kavramdır. Canlının yaşamını güçleştiren ortamlar, olaylar ve durumlar, "sorun" olarak algılanır. "Can-sız" olan ya da "ölü" olan bir varlık için "sorun" diye bir sorun yoktur. Bir canlı, yaşamını güçleştiren ortamdan ve olaylardan uzaklaşarak, ya da gücü yeterse, bu ortamı ve olayları değiştirerek sorunlarını çözmeye çalışır.

Her canlı, yaşamını sürdürebilmek için enerji harcar. Canlı, ihtiyaç duyduğu bu enerjiyi, çevresinden temin eder. Örneğin, birey olarak bir canlı, çevresinden çeşitli **besinler alır**, vücudundaki değişik mekanizmalarla bunları işler, **dönüşüme uğratar**, sonuçta bunlardan **enerji sağlar**. Böylece birey, **canlılık etkinliklerini sürdürür**. Bu etkinlikler sonucu canlı, çevresine bazı **atık maddeler bırakır**.

Bir canlının tek bir bireyi için geçerli olan bu kural, bu bireylerin oluşturduğu toplumlar için de geçerlidir. Bir toplum, ihtiyaçlarını giderebilmek ve etkinliklerini sürdürebilmek için, dışarıdan madde ve enerji almak, bunları işlemek, yararlı hale dönüştürmek ve en sonunda birtakım atık maddeler çıkarmak durumundadır. Hele bir de, bu toplum insan toplumu olursa, ihtiyaç duyulan madde ve enerjinin nicelik ve niteliğine bağlı olarak, dışarı atılan atık maddelerin çeşit ve nicelikleri de gittikçe artar.

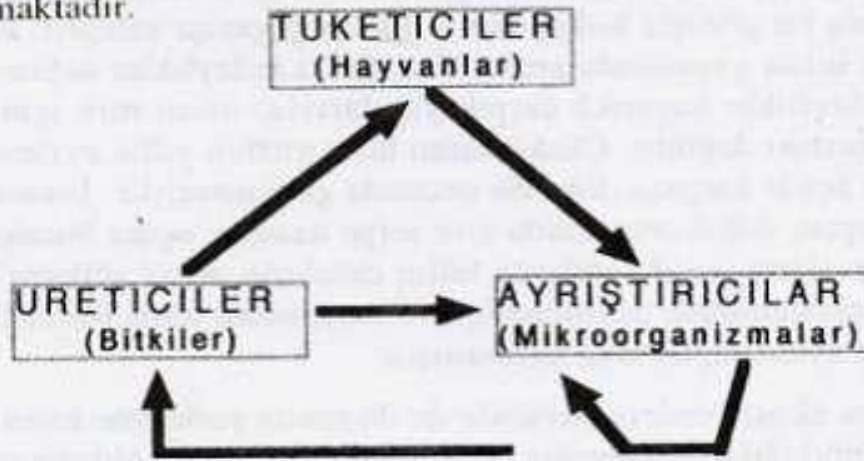
İşte canlıların ve toplumların, değişik işlevlerini yürütürken çıkardıkları bu atık maddeler, değişik düzeylerdeki çevre sorunlarının başlıca kaynağını oluşturmaktadır.

DOĞAL EKOSİSTEMLERİN ALTIN ÇARKI

Canlıların ve canlı toplumlarının canlılık işlevlerini yürütmek için dışarı bıraktıkları atık maddeler, doğal ekosistemlerde (insan tarafından fazla değiştirilmemiş ekosistemlerde) bir "çevre sorunu" yaratmazlar. Çünkü doğal ekosistemlerde, belirli bir canlı türü için "atık madde" olarak dışarı atılan bir "çıktı", orada yaşayan başka bir canlı türü için "enerji kaynağı" ya da "besin" olarak görev yapan bir "girdi" olmaktadır. Örneğin, hayvanların "atık madde" olarak dışarı bıraktıkları **karbondioksit** gazı, bitkilerin besin üretebilmeleri için ihtiyaç duyulan zorunlu bir hammaddedir. Öte yandan, bitkiler ihtiyaç duydukları enerjiyi üretirken, dışarıya atık madde olarak oksijen gazı bırakırlar. Bitkiler için bir atık madde

olan bu oksijen, hayvanların yaşamını sürdürebilmesi için zorunlu bir ihtiyaç maddesidir. Ayrıca, hayvanlarda sindirim işlevi tamamlandıktan sonra dışarı atılan maddeler, çeşitli mikroorganizmalar için bir besin ve enerji kaynağıdır. Mikroorganizmaların ayrıştırıp parçaladığı ve onlardan arta kalan maddeler de, toprakta ve suda yaşayan bir ve çok hücreli bitkilerin beslenmesi için gerekli mineral elementleri sağlayan gübre olmaktadır. Bu örnekler, doğadaki GİRDİ-ÇIKTI dengesini gösteren örneklerden sadece birkaçıdır.

Görüldüğü gibi, bir canlının dışarı bıraktığı atık ve artık maddeler, doğal ekosistemlerde ayrıştırılır, işlenir ve sistemde tekrar kullanılabilir hale getirilir. Çünkü doğal ekosistemlerde, kendi kendine işleyen bir ekoloji çarkı vardır. Bu çarkın bir köşesinde **bitkiler**, bir köşesinde **hayvanlar**, üçüncü köşesinde de **mikroorganizmalar** yer almaktadır. Bitkiler **Üretici**, hayvanlar **Tüketici**, mikroorganizmalar (bakteriler, mantarlar) **Ayrıştırıcı** olarak görev yapmaktadır (Şekil 1). Doğal ekosistemlerde bunlar arasında uyumlu bir altın denge kurulmuştur. ÜRTAY üçgeni adı da verilen bu üçgen, doğal ekosistemlerin altın üçgenidir. Bu üçgen, doğal ekosistemlerde etkin bir şekilde çalışmakta, bunun sonucu olarak da doğal ekosistemlerde yaşayan canlılar için "çevre sorunu" diyebileceğimiz bir sorunla karşılaşmamaktadır. Ne zaman ki bu üçgenin işlevi bozulmakta, o zaman altın denge de bozulmakta ve sonuçta çevre sorunları ortaya çıkmaktadır.



ŞEKİL 1: Ekolojik Dengenin ALTIN ÜÇGENİ: ÜRTAY. Dengeli bir ekosistemde üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar arasında altın bir denge vardır. Üretici ve tüketici canlıların (ve insanın) bıraktığı atık ve artık maddeler, ekosistemde mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılır, işlenir ve sistemde tekrar kullanılabilir hale getirilir. Denge bozulduğu zaman, o ekosistem bu işlevlerini yerine getiremez. İşlevlerini yerine getiremeyen bir ekosistem, kendi kendine yeterli olamaz ve başka ekosistemlere bağımlı hale gelir.

Altın denge ne zaman bozulur?

1. Üçgenin öğelerinden herhangi birisi aşırı çoğalır veya aşırı azalır-
sa,
2. Üçgenin elemanları arasındaki bağlantılar ve ilişkiler kesilirse,
3. Sisteme ve sistem elemanlarına, komşu sistemlerin baskısı olursa,
4. Devreye, sistemin tanık olmadığı (sistemin ayrıştıramadığı) ve sisteme yabancı olan maddeler girerse, altın denge bozulmaktadır.

Bozuk ekosistemlerden herhangi birine yakından bir bakınız. Nerede bir bozuk ekosistem varsa, orada önce altın denge bozulmuş, altın üçgen işlevlerini yerine getiremez duruma düşmüştür. Çevre sorunlarının önlenmesi ve bu sorunların çözümü, büyük oranda önce altın üçgenin yapısının anlaşılmasına, sonra da altın üçgenin işlevini aksatmadan sürdürmesine bağlıdır (Şekil 1).

KENT EKOSİSTEMLERİNİN YAPISI VE KENTLERDE ÇEVRE SORUNLARI

Kentler, yeryüzü üzerinde bir dağ, bir dere, bir tepe gibi doğal oluşumlar değildir. Kent olgusu, doğada henüz yeni olan, birkaç yüz yıllık, daha geniş bir görüşle birkaç bin yıllık bir geçmişe sahiptir. Kentler, her ne kadar insan yaşamında geçici bazı fiziki kolaylıklar sağlarsa da, kent ortamı (özellikle bugünkü çarpık yapılarıyla) insan türü için uygun bir yaşama ortamı değildir. Çünkü insan türü, yüzbin yıllık evrimsel geçmişi boyunca böyle kargaşa dolu bir ortamda gelişmemiştir. İnsanın fiziki ve ruhsal yapısı, doğal ortamlarda sere serpe uzanan, uçsuz bucaksız yayılan verimli ovaların, yeşil vadilerin, billur derelerin, mavi göllerin bulunduğu doğal ekosistemlerde şekillenmiştir. İnsan, insan olma özelliğini oradaki koşullara uyum sağlayarak kazanmıştır.

Kent ekosistemleri, özellikle de düzensiz yerleşime konu olan kentlerin bulunduğu ekosistemler, altın dengenin bozuk olduğu ve ÜRTAY üçgeninin çalışmadığı ekosistemlerdir. Çünkü kent ekosistemlerinde altın dengenin bozulmasına yol açan bütün etmenler bir araya gelmiştir. Örneğin:

1) **Üreticiler**, kent ekosistemlerinden hemen hemen sökülüp atılmış, nitelikleri bozulmuş, sayıları çok çok **azalmıştır**. Yeşil alanlar, tarlalar, bağlar, bahçeler gitmiş; yerlerine beton, asfalt, demir, kiremit ve tuğla vb. maddelerin yığınları getirilmiştir.

2) Kent ekosistemleri beton, asfalt, bina ve metal yığınlarından oluşan monoton bir ekosistem yapısına sahiptir. Doğal ekosistemlerde yaşayıp üreyebilen pek çok faydalı mikroorganizma, böcek, balık, kurbağa, sürüngen, kuş ve memeli türleri, kent ekosistemlerinde yok edilmiştir. Kentlerde ekosistem ve tür çeşitliliği (biyolojik çeşitlilik) azalmış, buna karşın, sadece birkaç çeşit türe ait olan belirli **tüketicilerin sayısı çok artmıştır**. Kentlerdeki kayıtsız şartsız en egemen tür *Homo sapiens*'ler, yani insan türüdür. İnsanlar, kent ekosistemlerini sadece kendi türlerinin rahat (fiziksel olarak!) yaşayabileceği şekilde yeniden düzenlemişler; başka canlılara ait yaşama ortamlarını, kent sınırları içinde tamamen yok etmişlerdir. Ancak, ne garip bir tesadüftür ki, birkaç çeşit canlı türü, yüksek biyotik potansiyelleri ve uyum değerleri sayesinde, insanların bu tuzağından kurtulmayı başarmışlardır. İnsanların önceden planlamamasına rağmen, kentlerdeki koşullar, insanlarla birlikte karasineklerin, sivrisineklerin, hamamböceklerinin ve farelerin de yaşaması için ideal bir ortam oluşturmuştur!

3) Kentlerde açık alanlar büyük oranda yok edilmiş, doğal toprakların üstü beton moloz ve asfaltla kapatılmıştır. Açıkta kalan toprakların kent ekosistemi içindeki yüzey oranı çok azalmış, üstelik bu toprakların yapı ve bileşimleri de olumsuz yöne doğru değiştirilmiştir. Ayrıştırıcı organizmaların yaşayabileceği "toprak ortamı", kent ekosisteminde yok edildiği için, **ayrıştırıcılar devreden çıkarılmış**, görevlerini yapamaz hale gelmişlerdir.

4) Kent ekosisteminde, **altın üçgen'in öğeleri arasındaki bağlantılar ve ilişkiler kesilmiştir**. Çünkü, kentte sayıları çok azalan üreticiler, kentteki tüketicilere yetecek kadar bir üretim yapamamaktadır. Kentte sayıları çok artmış olan tüketiciler, ihtiyaç duydukları madde ve enerjiyi, kent ekosisteminde yaşayan üreticilerden değil, onlarca, yüzlerce, hatta binlerce kilometre uzaklardaki başka ekosistemlerden temin etmektedirler. Bir bakıma kent ekosistemleri, kendi kendilerine yeterli olmayan ve başka ekosistemlere bağımlı olan, başka ekosistemlerden geçinen (asa-

lak) ekosistemler haline gelmişlerdir. Kısacası, kent ekosistemleri, komşu ekosistemlere değişik derecelerde yük olmaktadır.

5) Hem çıkardığı atık maddeler başka ekosistemlere atıldığı için, hem de ihtiyaç duydukları maddeleri temin edebilmek amacıyla başka ekosistemlere yük oldukları için, **kent ekosistemleri komşu ekosistemlere sürekli bir baskı yapmaktadır.** Bu haliyle, kentler, kendilerinin dengesiz olmasına ek olarak, komşu ekosistemlerin de dengesini bozucu yönde etkilere sahip olmaktadır. Kent ekosistemleri, komşu ekosistemlerdeki suyun, havanın ve toprağın bozulmasına ve kirlenmesine yol açmaktadır.

6) **Kent ekosistemlerinde, sistemin daha önce hiç tanık olmadığı pek çok yabancı madde devreye girmektedir.** Kentlere giren ya da kent ortamında üretilen pek çok madde (petrol ve petrol ürünleri, çok çeşitli sentetik kimyasallar), ekosistemlere tamamen yabancı olan maddelerdir. Onlar, yerküresi üzerinde doğal değildir ve ekosistemler için çok yenidirler. Ekosistemin canlı öğelerinde (üretici, tüketici, ayrıştırıcı) işleyen mekanizmalar, evrim süreçleri boyunca hiç tanık olmadıkları bu yeni maddeleri özümleyememekte, onları işleyememekte, ayrıştırmamakta; onlara alışılmadık tepkiler göstermektedir. İşte hücrelerin anormal büyümesi (kanser); işte petrol atıklarından ölen canlılar. İşte Çernobil faciası, işte asit yağmurlarının sonuçları... Ve pek çok başka örnekler...

Kent ekosistemlerinde bir araya gelen bütün bu olumsuz koşullar, altın çarkın çalışmamasına, ekolojik dengenin bozulmasına ve kentlerde çevre sorunlarının ortaya çıkmasına yol açmaktadırlar.

KENT EKOSİSTEMLERİ VE DOĞAL KAYNAKLARIMIZ

Doğal kaynaklar, insan toplumlarının ihtiyaç duydukları maddeleri ve enerjiyi, bunların yer aldığı ve üretildiği alanları ve bunların üretilmesine araç olan canlı ve cansızları kapsar. Kentler kendi kendilerine yeterli olmadığından, kentteki tüketiciler, kent ekosistemindeki etkinliklerini sürdürebilmek için, başka ekosistemlerde yer alan doğal kaynaklara bağımlıdırlar. Bu yüzden, bir kentin ihtiyaç duyduğu **maddeler ve enerji,** öncelikle kente yakın olan ekosistemlerden getirilmektedir. Kente en ya-

kın ekosistemlerden getirilenler yetmeyince, bu kez çok daha uzaklardaki ekosistemlerden kent ekosistemlerine devamlı madde ve enerji getirilir. Çünkü kentte muhteşem(!) bir tüketici grubu vardır. Canlılar aleminde en etkin, en savurgan, en hovarda, en müşkülpesent tüketiciler kent ekosisteminde yer almaktadır.

Çeşitli maddeler ve enerji, tırlarla, kamyonlarla, trenlerle, gemilerle, uçaklarla, kanallarla, boru ve enerji hatlarıyla, ekosistem GİRDİ'si olarak durmadan kentlere girmektedir (Şekil 2). Örneğin, Antalya kent ekosistemine kahve Kolombiya'dan, peynir Danimarka'dan, balık Norveç'ten, kivi Hawai'den, pirinç Pakistan'dan, kuzu ve et Avustralya'dan gelmektedir. Çimento Isparta ve Mersin'den, muz Alanya ve Brezilya'dan, mermer Afyon'dan, demir-çelik Ereğli'den, kâğıt İzmit'ten, İsveç'ten... gelmektedir. Odun ve su Toroslar'dan, elektrik Kepez ve Oymapıran'dan, yetmezse Keban'dan, kömür Zonguldak'tan, petrol Kuweyt, doğal gaz ve tüp gaz başka ülkelerden... Makineler, motorlar, alet-edevatlar Japonya'dan, Almanya'dan, Amerika'dan gelmektedir. Bu maddelerden yüzlerce, binlerce, onbinlerce ton kitle, gece gündüz demeden kentlere girmektedir. Kentlerde bunlar büyük bir yığın oluşturmaktadır (Şekil 2).

Peki, bu kadar çok ve bu kadar çeşitli GİRDİ, kent ekosistemlerine girdikten sonra, bunlara ne olmaktadır?

KENT EKOSİSTEMİNDE DÖNÜŞÜM VE SİSTEMDEN OLAN ÇIKTILAR

Kent ekosistemine giren maddeler, her ekosistemde olduğu gibi, kentlerde bir dönüşüme uğrar. Bu **dönüşüm** sonucunda ekosistemden birtakım ÇIKTILAR meydana gelir (Şekil 2). Bu çıktılardan bir bölümü **faydalı çıktılar**, bir bölümü de **zararlı çıktılardır**. Kentlerdeki faydalı çıktıların başında bilgi, teknoloji ürünleri ve sosyal düzen gelir. Sistem, faydalı çıktılarla bilgi üretir, kendi düzenini kurar, yaşamını ve etkinliklerini sürdürür, yaralarını sarar.

Kentten çıkan zararlı çıktılar, işleyen bir sistemin etkinliği sonucu, çıkması kaçınılmaz olan çıktılardır. Her sistemde olduğu gibi kent ekosistemlerinde de zararlı çıktılar mutlaka olacaktır. Bunlar gaz, sıvı ve katı halde olabilirler. Kentteki zararlı çıktılarının başında gaz, sıvı ve katı halde-

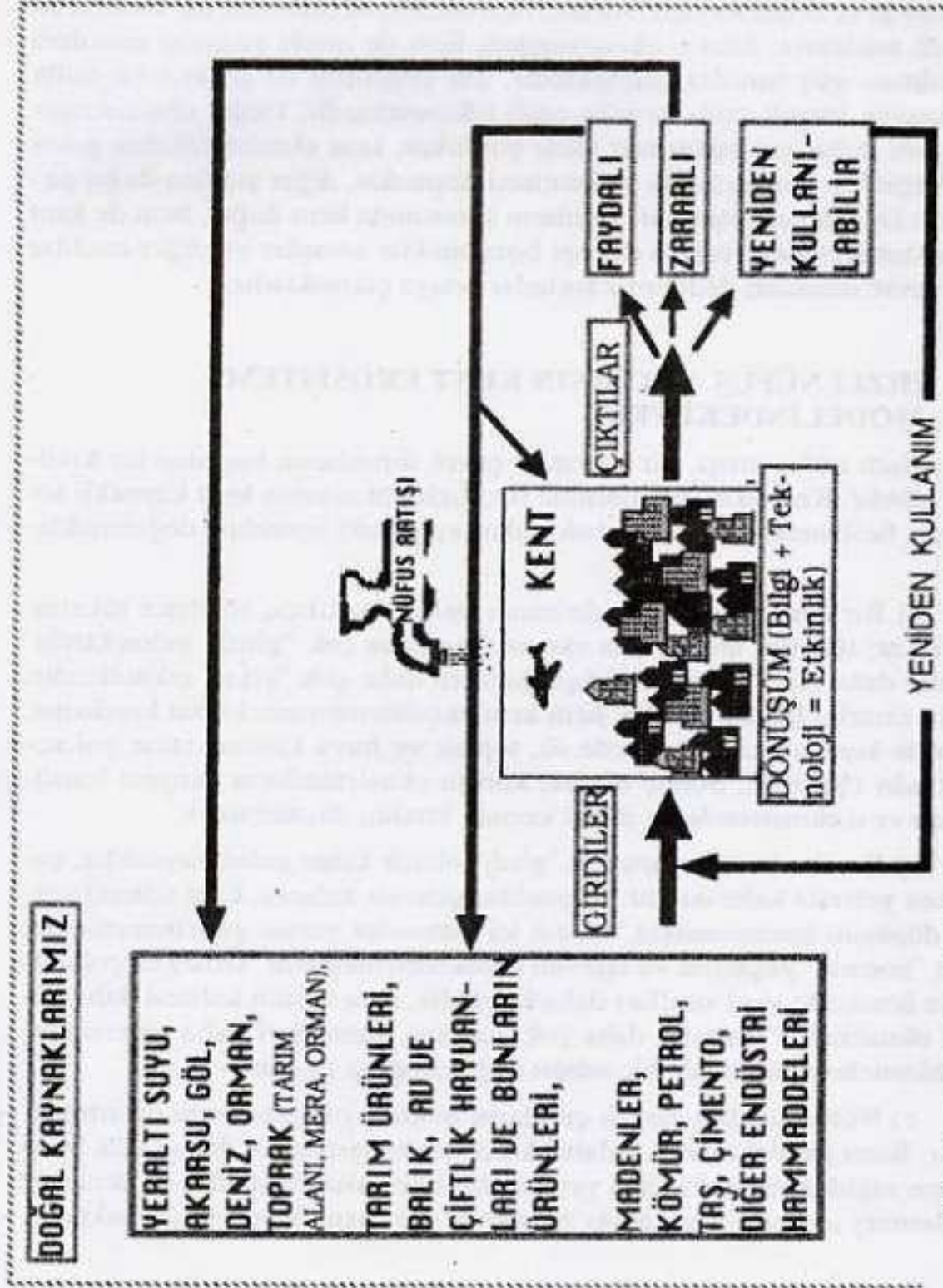
ki çeşitli ev atıkları, çeşitli sanayi ve endüstri atıkları gelir. Kent ekosistemlerinde ortaya çıkan **zararlı çıktılar, çevre sorunlarının başlıca kaynağını oluştururlar.**

Kent ekosistemine giren maddelerin dönüşümü ne kadar etkin olursa, faydalı çıktılarının oranı da o kadar yüksek olur. Dönüşümde etkinlik olmazsa, daha çok zararlı çıktı meydana gelir. **Dönüşümde etkinlik, bilgi ve teknoloji ile mümkündür.** Örneğin, kömür yakmasını bilmeyen bir kaloriferci, ne kadar iyi kalite kömür kullanırsa kullansın, yakıt bacasından daha çok kirli hava çıkacak, ama odalara daha az enerji ulaşacaktır. Aynı şekilde çağdışı bir teknolojiyi kullanan bir fabrika, daha çok atık madde çıkaracak, ama daha az mamül ve faydalı madde üretecektir. Her iki durumda da dönüşümde etkinlik kötü, zararlı çıktı çok, faydalı çıktı azdır (Şekil 2).

Kentten çıkan çıktılarının üçüncü bir bölümü de, **yeniden kullanılabilir özellikte olan çıktılardır.** Bunlar, faydalı çıktılarının yan ürünleri, ya da onların tekrar kullanılabilir özellik taşıyan atıklarıdır. Örneğin, okunan bir gazeteden arta kalan kâğıt, bir konserveden arta kalan metal kutu, peynir üretiminden arta kalan peynir suyu gibi... Yeniden kullanılabilir çıktılar, eğer yeniden kullanılmazlarsa, zararlı çıktılar grubuna karışarak, onlarla birlikte çevre sorunlarının artmasına yol açmaktadır. Eğer bu çıktılar yeniden kullanılırlarsa, doğal kaynaklarımızın daha az tüketilmesine ve hammaddelerin dönüşümü sırasında daha az zararlı çıktı meydana gelmesine yardımcı olunmaktadır.

Nasıl ki doğal ekosistemlerde meydana gelen çıktılar, ayrıştırıcılar aracılığıyla tekrar sisteme geri dönmektedir (Şekil 2), kent ekosistemlerinden meydana gelen çıktılar da, faydalı veya zararlı şekilde, sistemin bütünlüğüne geri dönmektedir. Örneğin faydalı çıktılar, hem kent ekosisteminin daha iyi işlemesi, hem de doğal kaynaklarımızın, sürdürülebilir kalkınma ilkelerine uygun olarak korunması, öğrenilmesi ve daha etkin işletilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 2, geri giden oklar).

Öte yandan, sisteme geri dönen zararlı çıktılar bunun tam tersini yapmaktadır. Çünkü zararlı çıktılarının bir bölümü bizzat kentlerin içinde veya hemen çevresinde kalmakta, büyük bir bölümü de doğal kaynaklarımızın elde edildiği denizlerimize, göllerimize, akarsularımıza, yeraltı sularımıza, topraklarımıza ve ormanlarımıza gitmektedir.



Şekil 2: Bir kent ekosistemi, kendi kendine yeterli olmayan parazit bir ekosistemdir. Kentler, yayılabilmek için komşu ekosistemlere bağımlıdır. Komşu ekosistemlerden kent ekosistemlerine sürekli olarak madde ve enerji taşınması vardır. Kente gelen bu girdiler, kent ekosisteminde bir dönüşüme uğradıktan sonra, çıktı olarak kent ekosisteminin dışına atılırlar. Çevre sorunlarının başlıca kaynağı, kent çıktıları yer alan zararlı çıktılarıdır (Bkz. mef'in içi).

Kentlerde ve doğal kaynaklarımızın bulunduğu ekosistemlerde biriken bu zararlı maddeler, hem o ekosistemlere hem de orada yaşayan canlılara onarılması güç zararlar vermektedir. Tür çeşitliliği ve genetik çeşitlilik azalmakta, birçok canlı türünün nesli tükenmektedir. Doğal ekosistemlerimiz ve doğal kaynaklarımız zarar gördükçe, kent ekosistemlerine gelen girdilerin bir yandan kalite ve kantitesi düşmekte, diğer yandan da bu girdilerin fiyatları artmaktadır. Bunların sonucunda hem doğal, hem de kent ekosistemlerindeki yaşam düzeni bozulmakta; insanlar ve diğer canlılar için çevre sorunları dediğimiz sorunlar ortaya çıkmaktadır.

HIZLI NÜFUS ARTIŞININ KENT EKOSİSTEM MODELİNDEKİ YERİ

Hızlı nüfus artışı, bir sistemde çevre sorunlarını başlatan bir kıvılcım gibidir. Kent ekosistemlerinde ise, hızlı nüfus artışı kent kaynaklı sorunları beslemekte, ekolojik bakımdan aşağıdaki sorunları doğurmaktadır.

a) Bir kent ekosisteminde insan nüfusu arttıkça, ilk önce tüketim artmakta; tüketim arttıkça da ekosisteme daha çok "girdi" gelmektedir. Kente daha çok "girdi" geldikçe, kentten daha çok "çıkıtı" çıkmaktadır. Çoğu zararlı olan bu çıktılar, hem kent ekosistemlerinin bizzat kendisine, hem de komşu ekosistemlerde su, toprak ve hava kirlenmesine yol açmaktadır (Şekil 2). Sonuç olarak, komşu ekosistemlerin dengesi bozulmakta ve o ekosistemlerde doğal kaynak üretimi düşmektedir.

b) Kentlerde nüfus arttıkça "girdi" olarak kente gelen kaynaklar, çoğu kez yetersiz kalmaktadır. Kaynaklar yetersiz kalınca, kent sistemi sosyal düzenini kuramamakta, sistem içi hizmetler yerine getirilememekte, kent "normal" yaşamını ve işlevini sürdürememektedir. Örneğin, çok nüfuslu kentlerde okul sınıfları daha kalabalık, ama eğitim kalitesi daha düşük olmaktadır. Hastalar daha çok, hastane hizmetleri daha yetersizdir. Mahkemeler daha kalabalık, adalet dağıtımı daha ağırdır. v.d...

c) Nüfus arttıkça zararlı çıktılarının miktarı yanında oranı da artmaktadır. Buna paralel olarak, kalabalık kentlerde hastalıklar daha fazla, buna karşın sağlık hizmetleri daha yetersizdir. Eğitimsiz, hastalıklı ve dengesiz beslenmiş insanların yaşadığı bir kentte bir kısır döngü başlamaktadır.

Böyle bir kentte "dönüşümde etkinlik" sağlanamamakta; faydalı çıktıların oranı azalıyor, zararlı çıktılarının oranı gittikçe artmaktadır. Artan zararlı çıktılar önce bizzat kentte, sonra da yakın çevresindeki ekosistemlerde yıkımlara yol açmaktadır.

Bütün bunların sonucunda, kentin önce ekolojik yapısı sonra da sosyal yapısı çöküntüye gitmektedir. Nüfus artışı sürekli olarak "olumsuz bir geri besleme" yaparak önce çevre kirliliği ile, sonra da eğitim, sağlık ve adalet hizmetlerindeki yetersizlikle devam eden sorunların kaynağı olmaktadır. Sorunlar daha sonra işsizlik, pahalılık, enflasyon, yıkıcı rekabet, sürtüşme, grev, lokavt, hırsızlık, suç, terör, kavga, savaş ve nihayet ölümler şeklinde devam etmektedir.

NE YAPILMALI?

Sağlıklı bir kent elde edebilmek için yapılacak iş, daha baştan itibaren "**doğayı, doğal ekosistemi ve doğadaki ekolojik kuralları anlamak, sonra da bu kuralları kent ekosisteminde uygulamaktır**". Bu ne demektir? Şekil 2'yi de izleyerek, bu konuda aşağıdaki önerileri sıralayabiliriz.

1) Üretici-Tüketici-Ayrıştırıcı'dan meydana gelen ve yaşam-destek sisteminin temelini oluşturan **altın üçgen, kentlerde devamlı çalışır haldede tutulmalıdır**. Kentlerin dikey yönde büyümesine izin verilmemeli; kent ortamında yoğun değil, yaygın yerleşim özendirilmelidir. Özellikle konut alanı olarak seçilen bölgelerde bina boyları, olgun çağa gelmiş bir ağacın boyunu aşmamalıdır. Kentlerde kişi başına yeşil alan genişliği artırılmalı; halk bahçeleri, kent bahçe ve parkları için yerler ayrılmalı; tüketici, üretici ve ayrıştırıcıların yan yana yaşayabildiği, altın çarkın etkin bir şekilde çalışabildiği dengeli bir kent ekosistemi yaratılmalıdır.

2) Kente giren girdiler, **etkin bir dönüşümden** geçirilmelidir. Her girdi, yararlı olabilen "en son çöpüne", ya da "en son zerrisine kadar" değerlendirilmeli, böylece faydalı çıktılarının oranı yükseltilebilir, zararlı çıktılarının oranı azaltılmalıdır.

3) Kullanımdan sonra arta kalan maddelerden "yeniden kullanılabilir özellikte olanlar" mutlaka sisteme **geri kazandırılmalıdır**. Özellikle

evsel atıklar; kâğıt, cam, metal, organik diye ayrılarak kolayca geri kazanılabilirler. Böylece, hem doğal kaynaklarımıza olan aşırı baskı kalkacak; hem de hammaddenin işlenmesi sonucunda ortaya çıkan zararlı maddelerin oranı azaltılacaktır.

4) Faydalı çıktılardan (bilgi, teknoloji, para) elde edilen daha büyük bir oran, kent ekosistemlerinin ve doğal kaynakların daha iyi araştırılması, idaresi ve işletilmesi için ayrılmalıdır. Kentlere komşu olan doğal ekosistemlerde araştırmalar yapılması ve onların sürdürülebilirliklerinin sağlanması için, yeterli oranda pay ayrılmalıdır.

5) Kentlerin gelişmesi ve yeniden planlanmasıyla ortaya çıkan rant, kent ekosistemini düzene sokmak için kullanılan faydalı bir kent çıktısı olarak ele alınmalıdır. Bu rantın gelirleri bir fonda biriktirilmeli; ve bu fon 4. maddede belirtildiği gibi yalnızca kent ekosistemini daha düzenli çalışması ve doğal kaynakların daha sürdürülebilir kullanılması için harcanmalıdır.

6) Kentlerden çıkan zararlı çıktılar, doğal kaynaklarımızın bulunduğu alanlara atılmamalıdır. Kentte olan "girdiler"i kente getirmek için ne derece etkin bir örgütlenme yapılmış ise, kentten olan "çıktılar"ı dışarı atmak için de aynı derecede etkin bir örgütlenme yapılmalıdır. Kente "girdi" getirenler, getirdikleri girdi oranında "kentteki çıktılar" kentten uzaklaştırılmasına katkıda bulunmalıdır.

7) Kent ekosistemlerindeki ayrıştırıcıların işlevlerini kolaylaştırıcı uygulamalar özendirilmelidir. Zararlı çıktıların arıtılması ve doğal parçacıklara dönüştürülmesi için gerekli mekanik ve biyolojik teknolojiler uygulanmalıdır. Arıtılıp ayrıştırılmayan zehirli ve radyasyonlu çıktılar, yeraltı sularını da etkilemeyecek şekilde, mutlaka yeraltının derin katmanlarına (yakın gelecekte, belki de uzayın derinliklerine) def edilmalıdır.

8) Sağlıklı ekosistemlerde insan türü için en ideal nüfus artışı, her bir ailenin en fazla iki ya da üç çocuğa sahip olmasıyla sağlanır. Şekli 2'deki nüfus musluğuğundan akan "su", en az düzeyde tutulmalıdır. Kentlerde nüfus artışı kontrol edilmeli; kentlere olan iç-göçü caydırıcı önlemler alınmalıdır.

9) **Kentte yaşamının ve kentlerde çevre sorunlarına neden olmanın bir bedeli olmalıdır.** Kentlerin sosyal ve ekolojik (çevre) düzeni ile ilgili mevcut yasalar titizlikle uygulamalı; bu düzeni bozanlara, enflasyondan etkilenmeyen bir ölçü çerçevesinde ağır para cezaları getirilmelidir. Gerekirse kirletme vergisi, temizlik vergisi, kent sağlığı katkısı gibi ek vergiler konulmalıdır.

10) Bir kent ekosistemi oldukça yapay, sınırlı ve frajil bir ekosistemdir. Belirli kurallara uyulmadığı zaman, onun ekolojik düzeni kolayca altüst olmaktadır. Kentler, kırsal çevrede alışlagelmiş yaşam tarzını, ekolojik açıdan taşıyamamaktadır. Bu nedenle insanların "trafik eğitimi"nden geçerek, kimseye zarar vermeden belirli trafik kurallarına uymayı ve ortak araç yollarını başka sürücülerle paylaşmayı öğrendiği gibi; kentlerde halen yaşayan ve kentlere dışarıdan gelip yerleşmek isteyen mükelleflere, bedeli alınarak kentte yaşamayı ve kentin fiziki, sosyal, kültürel ve ekolojik değerlerini başkalarıyla paylaşmayı öğreten, zorunlu, "kentte yaşama eğitimi" verilmelidir. Temiz ve sağlıklı bir kentin ortak değerlerini paylaşmak ve başkalarına zarar vermeden orada yaşamak isteyenlere "kentte yaşama ehliyeti" zorunlu tutulmalıdır. Dışarıdan gelip böyle bir ehliyeti olmayanlara, kentte oturma hakkı verilmemeli; kente daha önce yerleşip de bu ehliyeti alamayanlara ağır "kirletme vergisi" zorunluluğu getirilmelidir. Unutulmamalıdır ki bir ç masasında pişti kurallarıyla oynamaz. Nasıl ki, ortak paylaştığımız yollarda trafik kurallarına uymayıp başkalarına zarar verenlerin trafiğe çıkması engelleniyor; kentlerde kent yaşamı kurallarını bozup başkalarına zarar verenlerin de kentte yaşama hakkı engellenmelidir.

SONUÇ

Sağlıklı bir kent ekosistemine kavuşabilmek için, doğal ekosistemlerde durmadan işleyen ve yaşam-destek sisteminin temeli olan "altın çark"ın, kent ekosistemlerinde de işlemesi sağlanmalıdır. Kentte üretici (bitki) sayısı çoğaltılmalı, yeşil alanlar artırılmalı, doğa kurallarına uygun plan ve mimari uygulanmalıdır. Kentlerdeki nüfus artışı ve onunla birlikte tüketici sayısı özenle ve ısrarla kontrol altına alınmalıdır. Kentlerde yerleşim yoğun ve düşey değil, yaygın ve yatay olmalı; ayrıştırıcıların

yaşayıp çalışabileceği ortamlar bulunmalıdır. Kentte yaşamın bir bedeli olmalı ve bu bedel, daha sağlıklı ve ekolojik bir kent yaratmak için harcanmalıdır. **Kentlilerin yaşam ortamları ekolojik yönden köyleştirilmesi, kente yerleşen köylülerin yaşam tarzları kültürel yönden kentleştirilmelidir.**

BÖLÜM II

- DOĞAL ALANLARIN VE TÜRLERİN KORUNMASI İNSANLIK İÇİN NEDEN ÖNEM TAŞIR?..... 51
- TÜRLERİN NESİLLERİNİN KORUNMASINDA BEŞ BÜYÜK GEMİ 61
- BİYOLOJİK ZENGİNLİKLER VE BİYOTEKNOLOJİ: NEDİR? NEDEN ÖNEMLİDİR? 71
- GÜÇLÜ BİLİM: GENETİK; SİHİRLİ ASİT: GENLER 83
- BİTKİLERİN EVRİMİ 95
- BİTKİLERİN EVCİLLEŞTİRİLMESİ VE EVCİLLEŞTİRME AÇISINDAN EGZOTİK TÜRLER 103
- GEN KAYNAKLARI VE ÇEVRE KORUNMASINDAKİ YERİ 113
- GENETİK EROZYON VE BİTKİ TÜRLERİMİZ 121

Bilim ve Teknik
105 (8): 6-9, 1976

DOĞAL ALANLARIN VE CANLI TÜRLERİNİN KORUNMASI İNSANLIK İÇİN NEDEN ÖNEM TAŞIR?

İnsan türünün ruhsal ve bedensel yapısı, yüzbin yıllık evrimsel geçmişi boyunca tahrip edilmemiş durumda bulunan doğal şartlara göre şekillenmiştir. Endüstri çağının oluşturduğu hızlı çevre şartları değişimi, canlıların, bu arada insanın da yapısına aykırıdır. Bu yüzden Doğa Ana, insan türünün kısa süreli amaçları uğruna, kendisinin bölük pörçük, delik deşik, kirli paslı edilmesini asla hoş görmeyecek; tahrip devam ederse bu şımarık tür de nesli tüketilerek cezalandırılacaktır. Bu nedenle insanoğlu sahip olduğu zekasını ve makinelerini doğanın dengesini değiştirmek için değil, doğal olarak süregelen değişikliklere kendi neslini daha iyi uydurabilmek için kullanmak zorundadır.

Giriş paragrafındaki bu görüş, kültür düzeyi gelişmiş ülkelerde doğa bilincine erişmiş olan insanların ve doğa bilimcilerinin bir görüşüdür. Bu görüşün gerçekte ne derece ilgili olduğunu aşağıda açıklamaya çalışalım.

Doğa Parçası = Ekosistem

Doğa, yer küresinin oluşumundan beri vardır. Ama "doğa parçası" (bilimsel terimle "ekosistem") yeni yeni kullanılmaya başlanan bir kavramdır. Bu kavramı açıklamak için önce aşağıdaki satırlarda birkaç doğa parçasını gözleyelim:

Bir yaz günü Akdeniz veya Ege Bölgesi kenar kuşağında bozulmamış bir doğal maki bitki birliğinin yayıldığı alana girer ve çevreye bakarsanız türlü türlü hayvanlar, bitkiler, rengarenk çiçekler, böğürtlenler ve yaban üzümleri görürsünüz. Değişik ahenkte kuş sesleri, çeşitli tonlarda böcek vızıltıları buradaki canlılar topluluğuna ayrı bir çeşni katar. Bitkiler bu birlikteki birçok öteki canlılara yaprak, nektar ve çiçektozlarıyla yiyecek sağlarken, kuş ve böcekler de çiçektozlarının dağılımında, çiçeklerin döllenip kısır kalmamasında yardımcı olurlar... Aynı yerde yürürken örümcek ağlarının yüzümüze gözümüze yapışarak bizi tedirgin ettiğini, ama bu ağ tuzaklarının biz geçici konuklar için değil, bu çevredeki pek çok ve çeşitli böceklerin yakalanması için kurulduğunu anlarız. Maki bitki birliği doğa parçasına özgü bu birkaç gözlenebilir kalburüstü olay yanında, daha nice olaylar, bu ortamda geceli gündüzlü süregelmektedir.

Bir de bir dağ kuşağı (bilimsel terimle "alpin") doğa parçasını kısaca gözleyelim: Yalçın kayalar üzerinde tüneyen gururlu ve yapayalnız bir kartal; başka bir kayanın üzerinde pür dikkat ve tüm çeviklikleriyle bir grup dağ keçisi; şuraya buraya serpilmiş bodur ağaçlar, çalılar ve çekici güzellikleriyle türlü türlü dağ çiçekleri...

Bu iki tip doğa parçasına ek olarak diğer doğa parçalarından da örnekler verilebilir. Bir kayın ormanı, bir elma bahçesi, bir bataklık, bir çayırılık, bir havuz, bir derenin veya bir denizin herhangi bir kesimi, içerdikleri bitki ve hayvanlarla ve fiziksel çevreleri ile birlikte birer doğa parçasıdır. Hepsinde ortak yön, bu parçaları oluşturan canlı ve cansız öğeler arasında sürekli ve çetrefil bir etkileşimin bulunuşudur. Her doğa parçası, iklimsel ve topraksal etmenlerin ve değişik canlı türlerinin karşılıklı etkileşimi sonucunda, yüzbinlerce yıllar boyu süregelen doğal uyum neticesinde kendisine özgü nitelikleriyle ortaya çıkmıştır. Parçanın sınırları amaca göre değiştirilebilir. Örneğin, Ankara şehri yapay doğa parçasından bahsedilebileceği gibi, bütün İç Anadolu'yu içeren step (bozkır) doğa parçasından da bahsedilebilir.

Doğa Dengesinde Bozulma ve Nesil Tükenmesi

Bir doğa parçası içinde süregelen etkileşim silsilesindeki canlı gruplarından herhangi birine doğrudan veya dolaylı yapılan bir zarar, bütün

sisteme de zarar verebilmekte, doğadaki yaşam dengesini bozabilmektedir. Bornea adalarından birinde gözlenen şu olay doğa dengesindeki bozulmaların nelere yol açabileceğini açıklaması bakımından ilginçtir: Ada'da sıtma hastalığını önlemek için sivrisineklere karşı savaş açılır ve geniş alanlara DDT serpilir. Yöreye özgü bir kertenkele türü de bu sivrisinekleri yiyerek beslenmektedir. Kertenkeleler, ilacın etkisinde kalan sivrisinekleri yakalayarak yer. Bölgedeki evcil ve yabanıl kediler de kertenkeleleri yemektir. Neticede bütün kediler zehirlenerek ölür. Etkileşim silsilesindeki bir canlı grubunun böylece aradan çıkarılmasıyla fareler hızla çoğalır. Ortaya çıkan sonuç ise, halk arasında sıtma hastalığı yerine, farelerin yol açtığı daha amansız bir hastalığın, veba salgınının yayılmasıdır.

Yukardaki örnekte, insan etkisiyle doğa dengesinin bozulması sonucu ortaya çıkan bu felaket aradan fazla bir zaman geçmeden kendisini göstermiştir. Bu olayda olduğu gibi fazla zaman aşımına uğramadan ortaya çıkan felaketlerin tanınması ve onarımı nispeten kolaydır. Oysa birçok felaket, doğa parçasının öğelerinden biri veya birkaçının ortadan kaldırılmasından çok uzun süreler geçtikten sonra kendisini göstermekte; o doğa birimini içeren ülkede onarımı güç, hatta olanaksız yaralar açabilmektedir.

Bir doğa parçasının öğeleri arasında görülen bu etkileşimden anlaşılmaktadır ki doğa parçaları içerdikleri canlı ve cansız varlıklarla birlikte gelişmiş, birlikte evrimleşmişlerdir. Şekil 1'de belirtildiği gibi, ele alınan bir doğa parçasının bugünkü şekli, milyonlarca yıldır süregelen bir değişimin, bir evrimin ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Bu parçalar gelecek yüzyıllarda da değişmeye, evrimleşmeye devam edecektir. Ama içerdikleri canlı veya cansız öğelerden herhangi birinin insan etkisiyle aradan çıkarılması ya da yapısının kısa sürede değiştirilmesi, bütün öğeler için zararlı olacaktır.

Milyonlarca yıldır doğal yolla olagelen bu evrimleşme süresince fiziksel çevrede irili ufaklı çeşitli değişiklikler olmuş; bu arada bu değişikliklere uyamayan, yeni ortamlara uyum esnekliği olmayan birçok canlı türünün de nesli tükenmiştir. Fiziksel çevredeki değişimin hızı, o ortamda yaşayan bir türün kendi gen havuzunu değiştirebilme hızını (bunun neticesi olarak da yeni ortamlara uyum yapabilme kapasitesini) geçtiği hal-

lerde o türün nesli tükenmektedir. Örneğin, Buzul Çağı'nın ani olarak (Jeolojik anlamda) gelmesiyle kuzey yarımküresinde o zamanın birçok türünün nesli tükenip gitmiştir. Çünkü Buzul Çağı'nın hızla gelmesi ve iklimin hızla değişmesi olayları, bu türlerin bir sonraki kuşaklarında yeni ortama uyabilecek bir genetik yapı oluşmasına zaman ve olanak bırakmamıştır. Doğal çevredeki değişim hızı, türün değişim hızını çok aşmış, neticede birçok türün nesli tükenmiştir. Bugün de volkanlar, yeni dağ oluşumu, çığlar gibi doğal olaylar ile, düzensiz yerleşim alanları ve barajlar, yayılış alanları dar olan birçok türün nesillerinin yok olmasına yol açmış ve açmaktadırlar. (Şekil 1).

Kaliforniya Üniversitesi'nden (Berkeley) Dr. Jukes, yerküresinde hayatın başladığı andan bugüne kadar nesilleri tükenmiş türlerin sayılarının yüz milyonu bulduğunu belirtmektedir. Bu tahminin doğruluğunu vurgulayan ünlü genetikçi ve evrimci G.G. Simpson ise "nesil tükenme olayının genel bir olay, ama neslini devam ettirebilmenin ise istisnai bir durum olduğunu" açıklar. Geçmişteki kanıtlara dayanılarak belirtilen bu görüşler, nesil tükenme olayının doğal bir olay olduğunu, bir türün neslinin -er ya da geç- tükenmesinin kaçınılmazlığını belirtmektedir.

Öyleyse neden kaygı duyuyoruz?

İnsan Türü: Yerküresine Gelmiş Geçmiş En Amansız Tür

Unutulmamalıdır ki yukarıda belirtilen nesil tükenme olayları doğal yolla olmuştur. Bu yolla, doğa parçasındaki kazanç ve kayıplar eşit olmakta, doğanın öğeleri arasında sürekli bir denge sağlanabilmektedir. Oysa, insan etmeni yüzünden olan nesil tükenmesi doğal yolla olandan çok farklıdır. Son ikiyüz yıllık zaman diliminde nesli tükenen türlerin sayısının, insan türü ortaya çıkmadan önceki herhangi bir jeolojik çağın ikiyüz milyon yıllık zaman diliminde nesli tükenen türlerin sayısından kat kat fazla olduğu tahmin edilmektedir. Buna şaşmamak gerekir. Çünkü insan türü doğada yeni bir girdi, yeni bir etmendir. Sadece yüzbin yıllık bir evrimsel geçmişi vardır. İnsan etmeni, diğer doğa parçası öğelerinden farklı olarak zekâya, alet yapma ve bu aletleri kullanabilme yeteneklerine sahiptir. Önceleri zekâsı ve sopasıyla, daha sonra ateşi ve okuyla birçok hayvan türünü insafsızca avlamış, ormanları yakıp sökmüş, doğayı bilinçsizce tahrip etmiştir. İnsan türü bugün de bunlara ek olarak, yan etki-

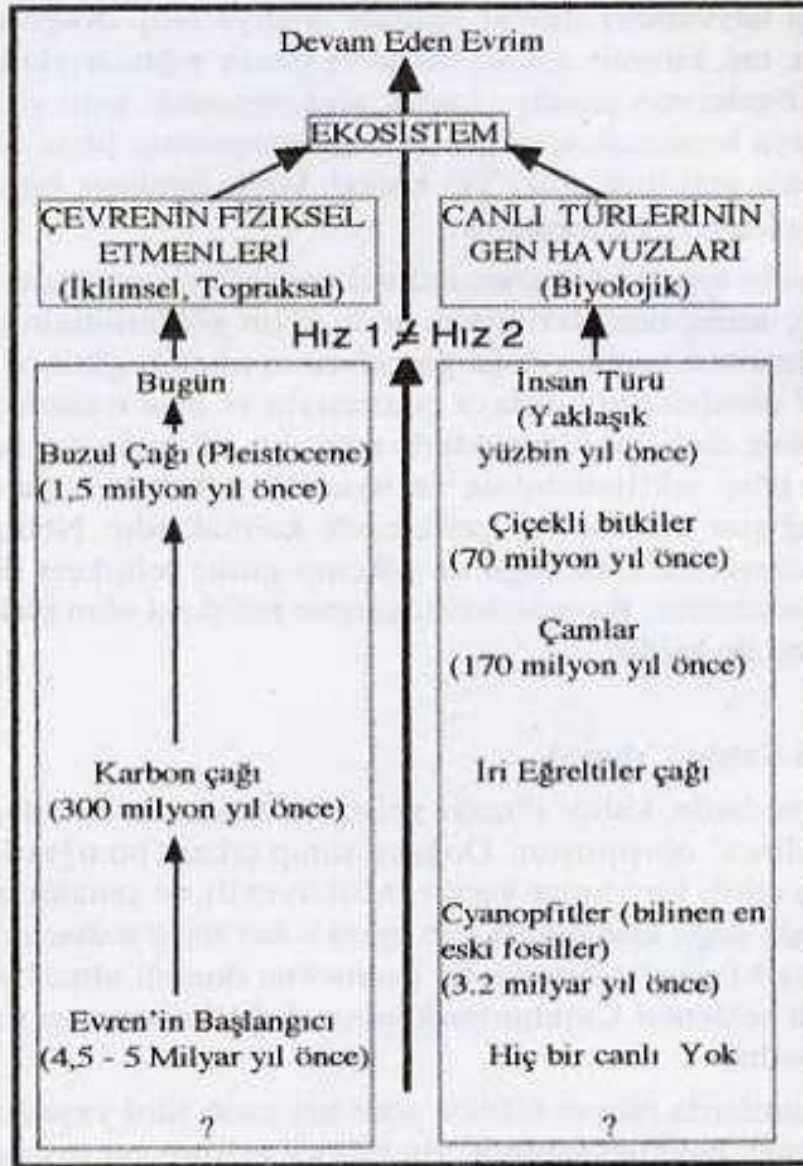
lerini hesaplamadan ve gerekli koruma tedbirlerini almadan barajlar yapmakta, gölleri ve bataklıkları kurutmakta, orman alanlarını yok etmekte, evcilleştirdiği hayvanları sürüler halinde doğaya salıp dengesiz bir otlatma yapmakta, taş, kiremit, asfalt, beton ve demir yığınlarıyla kentler kurmakta, doğa öğelerinin şimdiye kadar tanık olmadığı yeni yeni kimyasal artıkları doğaya bırakmakta, neticede doğa parçalarını hızla değiştirip tanımaz bir hale getirmektedir. Yer küresi, böyle amansız bir tür ile daha önce hiç karşı karşıya gelmemiştir.

Hayat dolu topraklarımızın, ışıl ışıl ırmaklarımızın, pırl pırl göllerimizin, kulaç kulaç denizlerimizin, arşın arşın göklerimizimizin endüstri artıklarıyla kirlenmesi sonucu doğa parçalarının niteliği gittikçe bozulmaktadır. "İnsan" denilen türün ortaya çıkmasıyla ve hele teknolojik devirde, fiziksel çevrenin değişim hızı şiddetle artmakta, türlerin gen havuzlarının yeni ortama göre şekillenebilme ve uyum yapabilme hızları ise doğal çevredeki değişim hızının çok gerilerinde kalmaktadır. Neticede birçok türün nesli tükenmekte, birçoğu da tükenip gitme tehlikesi ile yüz yüze gelmiş bulunmaktadır. Bu nesilleri tükenme tehlikesi olan türler arasında insanın kendisi de vardır.

Doğaya Sahip Çıkmak

İşte bu nedenle, kültür düzeyi gelişmiş ülkelerde bir "doğa bilinci", bir "çevre bilinci" oluşmuştur. Doğaya sahip çıkan, bu uğurda sesini sık sık yükselten etkili bir zümre vardır. Milletvekili ve senatör adayları seçim gezilerinde doğa korunması için gerekli her türlü tedbirleri alacakları üzerinde halka kesin söz vererek oy istemekte; önemli ulusal sorunlar nedeniyle halka seslenen Cumhurbaşkanları doğa korunması sorununu da sıraya almaktadır.

Bu toplumlarda oluşan bilince göre her canlı türü yaşamak ve neslini sürdürebilmek hakkına sahiptir. Bu bilince erişmiş bir insana göre, teknolojik çağda yaşamakta olan şimdiki insan kuşağı, doğa dengesini süratle bozmakla, gelecek kuşakların da hakkı olan "doğadan zevk alma", "tertemiz bir hava teneffüs etme", "ender türleri görebilme" ve bütün bunlardan "manevi haz duyma ve ilham alma" hakkını insafsızca kullanmaktadır.



ŞEKİL 1: Bir Doğa Parçasının içerdiği fiziksel ve biyolojik öğeler milyonlarca yıldır süregelen evrimleşme sonucunda oluşmuşlardır. Fiziksel çevrenin değişim hızı ile canlı türlerinin genetik yapılarının değişim hızları birbirinden farklı olmuş; neticede birçok türün nesli tükenmiştir. Son yüzyılda ortaya çıkan çevre sorunları yüzünden fiziksel çevrenin değişim hızı şiddetle artmakta, nesilleri tükenen türlerin sayısı da aynı oranda kabarmaktadır. Bu gidişle, nesilleri tükenebilecek türler arasında ne yazık ki insanın kendisi de vardır.

İzmit ve İzmir Körfezlerimizin ölü birer deniz çölü haline gelmesine niçin göz yumulmaktadır? Her yıl yaz aylarında cayır cayır yakılan, hektar hektar sökülen ormanlarımız, neden bu hale getirilmiştir? Sadece Güney Anadolu Bölgesi'ne özgü, ender ve güzelliğiyle destanlarımıza konu olan alageyikler nerededir? Herbir parçasının ayrı bir özelliği olan doğa parçalarımızın korunması için halkımızda gerekli doğa bilincini yaratmamanın suçluları kimlerdir? İşte bu ve buna benzer soruları, geç de kalmış olsak, soranlarımız çoğaldıkça biz de doğa bilincine ulaşan bir toplum olabilir, etkili bir kamuoyu yaratabiliriz.

Bilim Cennetleri

Doğal alanlar, bilimsel araştırmalar yapabilmek, doğal olayları zaman ve zemine göre gözleyip değerlendirebilmek için pekçok doğurgan sorularla dolu, paha biçilmez birer bilim cennetidir. Bilim adamları, çevremizde olup bitenlerin sırlarını tam olarak çözebilmek için çoğu kez doğa ile birlikte olmak zorundadır. Birçok bilim adamının önemli bulgularına yol açan ilk fikirler, kendileri kaboratuvarlarının içinde dalmış haldeyken değil, doğal çevre ile başbaşa kaldıkları sırada gördükleri olayları, laboratuvarlarında sürdürdükleri deneylerle bilinçaltı bir dürtüyle aniden bağlantılamaları sonucu ortaya çıkmıştır.

Ekonomik Gizilgüç

Tahrip edilmemiş, dengeli idare edilip işletilen doğal alanlar, içerdikleri pek çeşitli kaynaklarla, ekonomik yönden de yüksek bir gizilgüce sahiptir. Doğasını tahrip eden bir millet, yeryüzünde yalnız kendi ülkesine özgü olan bu doğal kaynaklardan tüm insanlığı mahrum edecektir. Değişik doğal alanlarda bulunan ender bitki ve hayvan türleri o ülke ve yöre için birer turist çekim aracı olmaktadır. Bugün milyonlarca turist Afrika'daki milli parklara, sırf o bölgeye özgü ender hayvan türlerini görebilmek için akın etmekte, ilgili ülkelere çok miktarda döviz bırakmaktadır.

Değişik yapıya sahip doğal alanlar, buralara özgü değişik çeşitlilikteki bitki ve hayvan türleriyle birlikte, her ne pahasına olursa olsun korunmalı ve bilimsel temele dayalı olarak işletilmelidir. Dermanı bulunmayan hastalıklara, zararlı böcek afetlerine, mantarlara ve zararlı otlara kar-

şı, yan etkileri olmadan kullanılabilir tıbbi ve kimyevi değerde yeni yeni ilaçlar, bileşikler, ancak bu değişik bitki ve hayvanlardan elde edilebilecektir. Bizim şimdiki kuşağımızın "zararlı" diye bildiği, tedirgin olduğu ve bu yüzden kökünü kurutmaya çalıştığı bir tür, bizden sonraki kuşakların yeni buluşlarıyla çok faydalı olabilir. Eğer şimdiden, bu türlerin yaşama ortamları bozulur, nesilleri tüketilirse, onların sahip olduğu gizilgüçten hem ülke hem de bütün insanlık mahrum olacaktır.

Doğal alanlarda bulunan bazı yabancı bitki türleri sahip oldukları ender genetik yapılarıyla, hastalıklara dayanıklı ve hatta verim gücü yüksek olan yeni yeni evcil ırklar yaratılmasında çok faydalı olmaktadır. Çeşitli yapıdaki doğa birimlerinin korunması olayı, hızla değişen çevre koşullarına aynı hızla uyum yapabilecek yeni türler yaratabilmenin garantisini de beraberinde getirmektedir.

Bir dinsel görüşe göre, insanların, bütün canlıların en gözdesi olduğuna, öteki canlıların sırf insanlara hizmet etmeleri için yaratıldığına inanılır. Oysa, yine kutsal din kitaplarında verilen bilgilere göre, Büyük Afet olmadan önce Tanrı, Nuh Peygamber'e, her hayvan türünün bir dişisini bir de erkekini gemisine almasını emretmiştir. Afet geçince gemi Ağrı Dağı'na konaklamış, böylece tüm hayvan türleri de nesillerini devam ettirebilme olanağına kavuşmuşlardır. Bu dinsel olay, insanların diğer canlıları istedikleri gibi kesip asmaya hakları olmadığını, fakat her canlının yaşama ve neslini sürdürme hakkına sahip olduğu görüşünü desteklemektedir.

Kültürel Katkı

Doğa bilincine erişmiş toplumlar bilir ki doğada çeşitlilik insan kültürüne çeşni ve renk katar. Bireylerin tasavvur ve yaratma güçleri çoğu kez yaşam çevresinde gördüğü varlıkların çeşitliliğiyle orantılı olarak artar. Bir çöl bölgesinde yaşayan bir kabilenin bireyleri ile bir orman bölgesinde yaşayan başka bir kabilenin bireylerinin kültür düzeyi ve yaratma güçleri arasındaki fark, orman kabilesi lehine çok fazladır. Çünkü çöl doğa birimi monoton bir yapıya, orman doğa birimi ise binbir çeşitlilikle dolu, kamçılایıcı bir ortama sahiptir.

Ayrıca, insanların yaşadığı doğal çevrenin kendine özgü nitelikleri, o bölgede yaşayan toplumun kültüründe kendisini yansıtır. Bu nedenle,

önceleri ulaşım amacıyla uygulanan kayak sporu, kar yağışının bol olduğu kuzey ülkelerinde doğup gelişmiş; heyecanlı bir spor olan cirit oyunu da at ve otun bol olduğu Orta Asya bozkır doğa parçalarında ortaya çıkmıştır. Eski Mısırlılar yapıtlarına hurma, buğday, karga resimleri çizerlerken, eski Yunanlılar ve Romalılar da zeytin ve üzümün yaprak ve tanelerini desen olarak kullanmışlardır. Kuzey kutbu çevresinde uzun ve çetin bir kış ile savaşıyor yaşayan Eskimoların ise, bizim sadece "kar yağışı" diye nitelendirdiğimiz olayın çeşitli şekillerini tanımlamak için kırka yakın kelime kullandıkları söylenmektedir.

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri, sihirleyici havası ve derin sessizliğiyle doğal çevre, insana ilham kaynağı olan cömert bir ortam olmuştur. Dinsel bilgilere göre İsa, Musa ve Muhammed sık sık doğal çevre ile yalnız ve başbaşa kalmayı tercih etmişler, "Tanrı'dan gelen mesajlarını" orada buldukları sırada almışlardır. Birçok sanatçı, yazar, şair, müzisyen ölümsüzleşen eserlerini orada, onunla başbaşa iken, ondan ilham alarak vermişlerdir.

Sonuç

İnsan türü ruhsal yapısı yönünden yaşamında çeşitlilik ve sakinlik isteyen bir canlıdır. Bu türün fertleri, şehirlerin monoton ve gürültülü çevresinden kurtulup, binbir çeşitlilikle dolu doğal çevreye kavuşma tutkusu içindedir. Bu tutkuyu büyük şehir sakinlerinde daha şiddetle görmekteyiz. Çünkü "şehir doğa birimi" insan türü için çok yenidir; ancak son birkaç yüz yıllık, daha cömertce bir tahminle son birkaç bin yıllık bir geçmişe sahip yapay bir olgudur. Oysa insanın ruhen ve bedenen şekillenmesi, yüzbınlerce yıldan beri, uçsuz bucaksız sere serpe uzanan, el değmemiş, insan türü sayısı pek az olan, asrımızın her türlü kargaşasından uzak bir doğal çevre şartları altında oluşmuştur. Bu yüzden Doğa Ana, insan türünün kısa süreli amaçları uğruna, kendisinin bölük pörçük, delik deşik, kirli paslı edilmesini asla hoş görmeyecek ve doğa tahribi devam ederse, bu şımarık türü de, diğer yüz milyon tür gibi, neslini tüketerek cezalandıracaktır.

Nuh'un Gemisi'nden Uzay Gemisine

TÜRLERİN NESİLLERİNİN KORUNMASINDA BEŞ BÜYÜK GEMİ(*)

ÖZET

İnsanoğlu, eski çağlardan beri, yaşadığı çevrenin tür çeşitliliğine özel bir önem vermiştir. Bir ülkenin biyolojik zenginliği, o ülkede doğal olarak barınan türlerin çeşitliliği oranında artmaktadır. Türlerin neslini devam ettirmenin çeşitli **ekonomik, ekolojik, estetik** ve **etik** nedenleri vardır. Bilimsel kanıtları bulunmamakla beraber, kutsal din kitaplarında yer alan kayıtlara göre, canlı türlerinin nesillerinin korunmasında etkisi olan ilk gemi **Nuh'un Gemisi** olmuştur. Türlerin neslinin korunmasında etkisi olan ikinci gemi, XIX. yüzyılda, Darwin'in, tür çeşitliliği ve türlerin kökeni ile ilgili ünlü evrim teorisinin ortaya çıkmasını sağlayan **Beagle** adlı gemidir. Üçüncü gemi, Kaptan Coustea'nun, özellikle su ekosistemlerini inceleyerek, biyolojik zenginlikler ve tür çeşitliliği hakkında ilginç bilgilerin halk arasında yayılmasına yardımcı olan **Calypso Gemisi**'dir. Günümüzde türlerin nesillerini koruyabilmek için etkili olan dördüncü "gemi" sağlıklı ve dengeli bir doğa parçası olan **Ekosistem Gemisi**'dir. İnsanoğlu bu son gemiyi de limandan kaçırırsa, canlı türlerini koruyabilmek için geriye sadece, kurgu-bilim romanlarına konu olan ve henüz gerçeklerden epeyce uzakta bulunan **Uzay Gemisi** kalmaktadır.

(*) Bildiri: I. Uluslararası Ekoloji ve Çevre Sorunları Sempozyumu, 1-2 Kasım 1990, Alman Kültür Merkezi, Ankara.

GİRİŞ

"Çeşitlilik", sağlıklı bir doğanın temel özelliklerinden biridir. Çeşitlilik gösteren bir sistem daha istikrarlı, daha dirençli ve daha verimli olur. Tek düzelik ise canlı sistemler ve insan hayatı için yıkıcı ve sıkıcı olmaktadır.

Canlıların yaşadıkları ortamlarda tür çeşitliliğinin korunmasıyla ilgili olarak iki önemli ekolojik kural vardır(2).

1. Kural: Belirli bir yaşama ortamında (ekosistemde) yer alan canlı türlerinin pek çoğu birlikte evrimleşmişlerdir. Her tür, temel biyolojik ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve neslini sürdürürebilmek için, başka canlı türleriyle doğrudan veya dolaylı ilişkiler içindedir. Bir doğal yaşama ortamında yer alan her canlı türünün, orada ayrı bir yeri ve görevi vardır. Bir canlı türü, nesli yok edilerek ortamdaki çıkarılırsa, beslenme zinciri kopacak, ekolojik ağ dağılacak ve ekosistem biyolojik çöküme gidecektir.

2. Kural: Belirli bir ekosistemde yaşayan canlılar arasında, değişik ölçü ve şiddetlerde rekabet vardır. Bu rekabet, genetik bakımdan birbirlerine benzeyen canlılar arasında daha şiddetli olur. Çünkü birbirine benzeyen canlılar, çevrelerindeki sınırlı kaynaklardan aynı anda, aynı yerde, aynı oranda ve aynı lezzette faydalanmak isterler. Öte yandan aynı ortamda yaşadıkları halde, genetik bakımdan birbirinden farklı türlere ait olan canlılar, yaşadıkları çevrede genel olarak rekabet edici değil, birbirlerini tamamlayıcı ve doğal dengeyi sağlayıcı bir görev yaparlar.

Bu iki önemli ekolojik kuralın farkında olan insanoğlu, tarihinin başlangıcından beri yaşadığı çevrenin tür çeşitliliğine özel bir önem vermiştir. Geçmiş yüzyılların ilkel göçebe toplumlarında da, günümüzün modern çiftliklerinde de tek bir çeşit canlı türünü değil, çok çeşitli canlı türlerini içine alan bir yaşam biçimi benimsenmiş ve integre işletmeler kurulmuştur. Bir bölgenin veya bir sistemin ekolojik sağlığı ve biyolojik zenginliği, o bölge veya sistemde doğal olarak bulunan ekosistemlerin ve canlı türlerinin çeşitliliği oranında artmaktadır.

TÜRLERİN KORUNMASININ NEDENLERİ: DÖRT E KURALI

Canlı türlerinin nesillerinin korunmasının çeşitli ekonomik, ekolojik, estetik ve etik nedenleri vardır (3,4,5) Doğa Koruma Biyolojisinde buna dört E kuralı da denir.

Ekonomik açıdan bakınca, yiyecek, giyecek, içecek ve ilaçlarımızın büyük çoğunluğu ile endüstride kullandığımız pek çok kimyasal madde, canlılardan elde edilmektedir. Her canlı türünün kendine özgü olan genetik materyali, bitki ve hayvan ıslahının ana hammaddesidir. Gen mühendisliği ve biyoteknolojideki yeni gelişmeler, genetik kaynak olarak, çevrede bulunabilen canlı türlerinin değerini daha da artırmaktadır. Bugünkü bilgilerimize ve teknolojik imkanlara göre "yararsız" ya da "zararlı" olarak gördüğümüz bir canlı türünün, ilerdeki yıllarda, "her derde deva" olabilecek özelliklere sahip olduğu keşfedilebilir.

Ekolojik açıdan bir türün kaybolması demek, o ekosistemde ona doğrudan veya dolaylı yollarla bağımlı olan başka türlerin, çığ gibi büyüyen bir hızla kaybolması demektir. Bir ekosistemdeki türlerin pekçoğu, beslenme, üreme, gelişme, dinlenme ve sağlıklı yaşama özellikleri bakımından birbirleriyle karmaşık ilişkiler içindedir. Özellikle "köşetaşı" konumundaki türlerin ortadan kaldırılması, çığ etkisinin daha hızlı olmasına ve ekosistemlerin çökmesine yol açmaktadır.

Estetik açıdan doğadaki çeşitlilik insan kültürüne renk ve çeşni katmaktadır. Kişilerin yaratma güçleri, yaşam çevresinde gördüğü canlı ve cansız varlıkların çeşitliliğiyle orantılı olarak artmaktadır. Örneğin, bir orman bölgesinde yetişmiş bir kabile üyesinin yaratma gücü, bir çöl bölgesinde yetişmiş başka bir kabile üyesinin yaratma gücünden çok daha fazladır. Çünkü orman ekosistemi binbir çeşitlilikle dolu, duygu ve düşüncüyü kamçılayıcı zengin bir ortama sahipken, çöl ekosistemi monoton ve sıkıcı bir yapıya sahiptir.

Etik açıdan bakınca, gerek dini gerekse felsefi görüşlere göre, her canlı türünün, yaşama ve neslini sürdürme hakkı vardır. Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'daki kültür düzeyleri gelişmiş ülkelerde, son yıllarda "hayvan hakları"ndan bahsedilmekte, bu hakların kanunlaşması yönünde etkin kampanyalar sürdürülmektedir (8). Nitekim ülkemizde de, tanınmış

bir köşe yazarı, köşesindeki yazılarından birinde, mizahi bir anlatımla da olsa, Türkiye'deki yabancı bir hayvan türünün yasal hakkını savunmuştur(1).

BEŞ BÜYÜK GEMİ

İnsanlık tarihinin kültürel ve bilimsel gelişim süreci içinde, canlı türlerinin nesillerinin korunmasında önemli katkıları olan beş büyük gemi bulunmaktadır (Şekil 1).

1) NUH'un GEMİSİ: Canlı nesillerinin korunması ile ilgili olan ilk gemi, "Nuh'un Gemisi"dir. Kutsal din kitaplarındaki kayıtlara göre, Tanrı, belirli kurallara uymayan insanları cezalandırmak istemiş; bunu gerçekleştirmek için de büyük bir afet yaratmayı planlamıştır. Ancak bu plan yürürlüğe konulmadan önce insanlar, Nuh Peygamber aracılığıyla uyarılmıştır. Uyarılar sonuç vermeyince, Tanrı Nuh'a, önce bir büyük gemi yapmasını, her canlı türünün dişi ve erkekinden birer tanesini bu gemiye almasını emretmiştir. Sonra "Büyük Afet" birdenbire ve hiç kimsenin ummadığı bir anda ortaya çıkmıştır... Afet devam ederken, ortak gelecekleriyle ilgili bu kaosu atlatabilmek için, gemide bulunan her canlı, kendi üzerine düşen belirli görevler yapmıştır. Örneğin, gemide bulunan yılanlar, gemide açılan yarıkları uzun vücutlarıyla kapayarak, geminin su almasını engellemişlerdir. Güvencinler zaman zaman ön keşif uçuşlarına çıkarak, afetin sonuna doğru getirdikleri bir zeytin dalı ile suların çekilmeye başladığını tüm öteki canlılara müjdelemişlerdir. En sonunda gemi Ağrı Dağı'na konaklamış ve canlı türleri yeniden çoğalıp çeşitlenerek dünyanın dört bir yanına dağılmışlardır.

Bu dini olay, bilimsel olarak kanıtlanmış bir olay olmamakla beraber, canlı türlerinin nesillerinin ve çevrenin korunması hakkında, "modern insan"a büyük dersler vermektedir.

2) BEAGLE: Türlerin nesillerinin korunmasıyla ilgili ikinci gemi, Darwin'in gemisidir. Ondokuzuncu Yüzyıl'ın başında, İngiltere İmparatoru, deniz aşırı ülkelere çeşitli keşif gemileri gönderilmesini emretmişti. Bunun amacı, yeryüzünün değişik bölgelerinde yer alan çeşitli bitki ve hayvan türlerini belirlemek, ekonomik önemde olan bitki ve hayvanları

bulup bunları İngiliz kontrolündeki sömürge topraklarında yetiştirmek ve üretmekti. Bunlardan ilginç olan bitkiler, saray ve malikanelerin bahçelerinde yetiştirilecek, ilginç hayvanlar da hayvanat bahçelerinde halkın göz zevkine sunulacaktı. Keşiflere katılan gemilerden biri de donanmaya ait olan, "Beagle" adlı gemiydi. Bu gemi, 1831-1836 yılları arasında Azor Adalarını, Güney Afrika'yı, güney Amerika'yı ve Pasifik Okyanusu'ndaki irili ufaklı pek çok adayı dolaştı. Gemide doğa bilimci olarak Darwin adlı genç bir adam çalışıyordu. Darwin gezdiği bölgelerin canlı türlerini inceleyerek ve onlar üzerinde uzun yıllar düşünerek meşhur evrim teorisini geliştirdi. "Türlerin Kökeni" adlı ünlü kitabını yazdı.

Görüldüğü gibi, önemli kutsal din kitaplarına konu olan Nuh'un Gemisi ile, bazı din çevreleri tarafından haksızca yerilen Darwin'in Gemisi arasında ortak pek çok yön bulunmaktadır. Her iki geminin ilkeleri arasında, her canlı türünün kendine has bir değeri olduğu, bunların çevrelerinde kendilerine özgü görevleri bulunduğu belirtilmektedir. Her iki gemiden çıkan mesajlar, her canlı türünün kendi neslini (jeolojik zaman içinde değişerek de olsa) devam ettirmeye hakkı olduğunu vurgulamakta; dünyanın neresinde bulunurlarsa bulunsunlar, er ya da geç, her canlının insanlığın işine yarayacağını belirtmektedir.

3) CALYPSO: Canlı türlerinin nesillerinin korunmasında etkili olan üçüncü gemi, Kaptan Jacques-Yves Cousteau'nun Calypso adlı gemisidir. Calypso, 1950'lerden başlayarak, okyanuslardaki mercan adalarında, Akdeniz'de ve Amazon Nehri'nde dolaşarak, özellikle deniz ve tatlısu ekosistemlerinin ilginç bölümlerini incelemiştir. Kaptan Cousteau'nun ekibi ve Calypso Gemisi su altı araştırmalarında televizyonu kullanan ilk ekip olmuştur. Böylece Calypso, biyolojik zenginlikleri ve türlerin özelliklerini insanlara tanıtmaya yönünde, çok değerli eğitim hizmetleri vermiş ve vermeye devam etmektedir.

4) EKOSİSTEM GEMİSİ: Son yarım yüzyıl içinde, insan dahil, yeryüzündeki tüm canlıların yaşama ortamları gittikçe bozulmaktadır. Canlı türlerinin genetik yapılarının değişim hızları, fiziksel ve kimyasal çevremizin değişim hızından çok gerilerde kalmıştır. Sonuç olarak canlıların çevreye uyum esnekliği gittikçe azalmakta, nesilleri tükenen türlerin sayısı da hızla artmaktadır. Bir görüşe göre, yeryüzündeki canlı türü çeşit-

dinin gittikçe azalmasının yol aşabileceği meçhul sonuçlar, global bir nükleer savaşın yol açabileceği korkunç sonuçlara yakın olacaktır (4).

Tüm canlıları içine alan bu korkunç tehlike karşısında, başta Birleşmiş Milletler Stockholm Çevre Konferansı olmak üzere birçok uluslararası konferanslar düzenlenmiş, değişik önlem paketleri ileri sürülmüştür. Bu arada günümüzün doğa bilimcileri de yeni bir gemi arayışı içine girmişlerdir. Bu yeni gemi, henüz limandan kaçırmadığımız "Ekosistem Gemisi"dir. Ekosistem ya da Doğal Çevre Gemisi, etik temelini Nuh'un Gemisi'nden, bilimsel temelini de Darwin'in gemisinden almaktadır. Buna göre türler, onların taşıdığı genler ve ait oldukları tür birlikleri, belirli doğa parçaları (ekosistemler) üzerinde yerinde (*in situ*) korunacak; bu türler ve ekosistemler özel yöntemlerle idare edilip işletilecektir. Bu şekilde koruma altına alınan ekosistemler, kendi ekolojik bütünlükleri ve orada yaşayan canlı türlerinin genetik soylulukları bozulmadan, gelecek nesillere birlikte aktarılabilir.

Ekosistem gemisi nasıl yapılmalı, ekosistemde bulunan genler ve türler nasıl korunmalıdır?

Genlerin ve türlerin korunması, iki ana metoda göre yapılmaktadır:

1) Yapay ortamlarda (*ex situ*) koruma metodları: Bu metodla hedef canlı türü, bozulmakta olan ve artık kurtarılma ümidi kalmamış bulunan doğal yaşama alanının dışında başka bir alana taşınır. Yeni alanda, söz konusu canlının ekolojik isteklerine uygun suni (yapay) habitatlar (ortamlar) yaratılır. Bitki türleri için botanik bahçeleri, arberatımlar, klon bankaları, çeşit koleksiyon bahçeleri ve orijin deneme bahçeleri (ortak bahçeler), bu çeşit suni ortamlardır (6). Hayvan türleri için ise, hayvanat bahçeleri ve üretme çiftlikleri suni koruma ve üretme alanlarıdır. Bunlardan başka, tohum bankaları, sperm bankaları, doku kültürü arşivleri gibi gen bankalarında bitki ve hayvan türlerinin gen ve gen kombinasyonları koruma altına alınabilir.

Bu imkanlara rağmen, canlı türlerinin yapay ortamlarda uzun vadeli korunmasıyla ilgili birçok sorun bulunmaktadır. Örneğin, botanik bahçeleri, arberatum ve hayvanat bahçelerinde çok az sayıda birey korumaya alınabilir. Az sayıda bireyin korunması ise genetik ve evrimsel açıdan uzun vadede nesil tükenmesini yine kaçınılmaz kılmaktadır. Ayrıca, ya-

pay ortamlarda korunmuş olan türler ve genler, birkaç nesil sonra, artık doğal koşullara uyum yapan özelliklerini kaybedebilirler. Sonuçta insanın bakımına muhtaç, insanın esareti altına girmiş ve tamamen insana bağımlı hale gelebilirler. Türlerin, insan türüne bağımlı hale gelmeleri ise, nesillerini devam ettirebilmeleri için hiç de emin bir yol değildir.

2) Doğal ortamlarda (*in situ*) koruma metodları: Bu yolla türler, doğal yaşama ortamları ile birlikte korunurlar. Böylece, ilgi konusu olan "hedef tür" ile birlikte, ekosistemde başka birçok tür de korunmuş olur. Genler, ırklar ve türler, doğal koruma alanlarında, sistemin tüm diğer canlıları ile birlikte, biyolojik bütünlük içinde korunurlar. Belirli bir büyüklüğü, biyolojik ve fiziki bütünlüğü bulunan bazı milli parklar, doğa koruma alanları, biyogenetik rezerv alanları, yaban hayatı üretme alanları gibi alanlar, başlıca doğal koruma alanları ya da önemli ekosistem gemileri olarak görev yapmaktadır.

Türlerin nesillerini devam ettirebilmeleri için, doğal ekosistemlerde de değişik sorunlar bulunmaktadır (7). Korumaya alınacak ekosistemlerin büyüklüğü ne olmalıdır? Bu ekosistemlerin (ya da filoya girecek gemilerin) sayısı ne olacaktır? Küçük fakat çok sayıda ekosistem mi, yoksa büyük fakat az sayıda ekosistem mi korunmaya alınmalıdır? Ekosistem gemilerinin birbirlerine yakınlıkları ne olmalıdır? Etkin bir üreme birimi (damızlık stok) oluşturabilmek için, her bir canlı türündeki gerekli birey sayısı ne olmalıdır?

Bütün bu sorular dikkate alınınca en ideal ekosistem gemisinin, tüm yeryüzü ekosistemlerini içine alan Yerküresi Gemisi olduğu ortaya çıkar. Gerçekten yerküresi, uzaydan geriye doğru bakıldığı zaman, kendi köşecğinde duran, ufacık, mavi bir su damlası gibi görünmektedir (Şekil 2). Bugünkü bilgilerimize göre, yerküresi, üzerinde canlı barındırabilen, uzaydaki tek gezegendir. Tüm canlılar, bu küreyi dıştan çevreleyen ve "biyosfer" denilen çok ince bir tabakanın içine sığınmış, orada birbirine bağımlı olarak yaşamaktadır. Yerküresi bir bakıma, nazlı bir sabun köpüğünü andırmaktadır. Kendisine bakmayı beceremeyenlerin elinde, her an parçalanıp dağılmaya hazırmiş gibi... Gerçekten de tüm olumlu çabalara rağmen, yerküresindeki biyolojik zenginlikler, dengeli ve akılcıca idare edilip işletilmemektedir. Pek çok canlı türünün nesli yok olma tehlikesiyle karşı karşıya gelmiştir. O zaman gündeme, biraz "hayali" de olsa, yeni bir gemi gelmektedir.

5) UZAY GEMİSİ: Canlı türlerinin nesillerinin korunmasında gündemde olan beşinci gemi, kurgu-bilim romanlarında yer alan "uzay gemisi"dir. Bugün bilim adamları arasında geniş destek gören bir hipoteze göre, ormansızlaşma, çölleşme, toprak, hava ve su kirlenmesi, radyasyon, ozon tabakasının delinmesi ve iklim değişimleri sonucunda, yer küresi gezegenindeki yaşam-destek sistemi kısa bir zaman sonra çökecek; yeryüzü kısa bir zaman sonra yaşanamaz hale gelecektir. Öyleyse, nesil tükenmesinin önüne geçebilmek ve yeryüzündeki milyonlarca yıllık biyolojik birikimi devam ettirebilmek için, her canlının üreyip çoğalabileceği bir uzay gemisi inşa edilmeli ve bu gemi uzayın derinliklerine fırlatılmalıdır. Bu gemi, yüzbinlerce insanla birlikte, diğer canlıların her bir türünden belirli sayıda örnekleri alabilecek ve besleyebilecek büyüklükte olmalıdır. Bu geminin içinde çiftlikler, ormanlar, ırmaklar ve göller yer almalı; başka bir gezegene ulaşıp orada koloniler kuruncaya kadar geçecek yüzbinlerce yıl boyunca, havası, suyu, enerjisi ve toprağıyla kendi kendine yeterli olabilmelidir.

SONUÇ

Yukarda belirtilen gemilerden beşi de, ister dini inanışlara, isterse tarihi ve bilimsel gerçeklere dayansınlar, canlı türlerinin nesillerinin mutlaka korunması gerektiğini vurgulamaktadır.

Çevre sorunları ile ilgili olarak, çevremizde başka gemiler de bulunmaktadır. Bunların çoğu, çevre sorunlarına sahip çıkan öyle "büyük" sıfatlı gemiler değil, bilakis çevreyi talan eden "korsan" nitelikli gemilerdir. Bunlardan, bazısı zaman zaman sinsice sahillerimize kadar da soku labilen "zehirli gemi", bazısı "çöp gemisi", bazısı "nükleer başlıklı gemi" ve nihayet bazısı da "aşk gemisi"dir. Gemilerin aktörleri ve amaçları farklıdır. Ama hepsi de, çevrenin ve türlerin nesillerinin korunması konularında, olumlu veya olumsuz yönlerde, ders verici ve eğitici etkilerde bulunmuşlardır. Dileğimiz, bu çeşit yeni gemilerin ve onların aktörlerinin de, insanoğlu ve tüm öteki canlılar için olumlu roller üstlenen beş büyük geminin filosuna katılmasıdır. Son yıllarda çevre kirliliğinin önlenmesinde etkin işler yapan Green Peace (Yeşil Barış) Gemisi de, eğer bir kaptan hatası olup kaybolmazsa, filoya katılan altıncı Büyük Gemi olmaya adaydır.

Şekil 1: Canlı türlerinin nesillerinin korunmasında etkili olan beş büyük gemi.

ZAMAN	OLAY
?	Kurgu-Bilim'deki UZAY GEMİSİ
↑	↑
1990	EKOSİSTEM GEMİSİ
↑	↑
1950 +	CALYPSO (Kaptan Cousteau'nun Gemisi)
↑	↑
1830 +	BEAGLE (Charles Darwin'in Gemisi)
↑	↑
?	NUH'UN GEMİSİ (?)
↑	↑
?	?



Şekil 2: Yerküresinin uzaydan görünüşü (Yerküresi, uzaydan geriye doğru bakıldığı zaman, kendi köşeciğinde duran, ufacık, mavi bir su damlası gibi görünmektedir. Bugünkü bilgilerinize göre, yerküresi, üzerinde canlı barındırabilen, uzaydaki tek gezegendir. Tüm canlılar, bu küreyi dıştan çevreleyen ve "biyosfer" adı verilen çok ince

bir tabakanın içine sığınmış, sıkışmış, orada "birbirini yiyerek" ve birbirine bağımlı olarak yaşamaktadır. Yer küresi bir bakıma, nazlı bir sabun köpüğünü andırmaktadır. Kendisine bakmayı beceremeyenlerin elinde, her an parçalanıp dağılmaya hazırmiş gibi...)

Kaynaklar

- 1) Erduran, R. 1987. Ayıyı temsilen.... Güneş Gazetesi "Mercek" köşesi, 11.8.1987.
- 2) Frankel, O.H. ve M.E. Soule, 1981. Conservation and Evolution. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 327 ss.
- 3) Işık, K. 1976. Doğal alanların ve türlerin korunması insanlık için neden önem taşır? *Bilim ve Teknik* 105(8):6-9.
- 4) Kence, A.1988. Biyolojik çeşitlilik. Yeri: Biyolojik Çeşitlilik ve Kalkınma. TÇSV yayını. ss: 16-30
- 5) Kışlalıoğlu M. ve F. Berkes. 1987. Biyolojik Çeşitlilik. TÇSV yayını, 121 ss.
- 6) Ledig, F. T. 1988. The conservation of diversity in forest trees: Why and how should genes be conserved? *BioScience* 38(7): 417-479.
- 7) Millar, C. I. ve L. D. Ford. 1988. Managing for nature conservation. *BioScience* 38(7):456-462.
- 8) Varner, G. E. 1987. Do species have standing? *Environmental Ethics* 9 (Sp): 57-72.

BİYOLOJİK ZENGİNLİKLER VE BİYOTEKNOLOJİ: NEDİR? NEDEN ÖNEMLİDİR?

Teknoloji geliştikçe mutfağımıza yeni yeni aletler ve edavalar alırız. Böylece hem mutfak işlerimizi daha kolay kılar, hem de tat zevkimizi geliştiririz. Tıpkı onun gibi, teknoloji geliştikçe beynimize ve kültürümüze de yeni yeni "sözcükler" ve "kavramlar" kazandırmalıyız. Böylece hem yaşamımız daha kolay ve daha çağdaş olacak; hem de anlama, kavrama ve iletişim zevklerimiz artacaktır. Bu makalede çağımızın yeni kavramları olan "biyolojik zenginlik" ve "biyolojik çeşitlilik" kavramları tanıtılmakta; Türkiye'nin biyolojik zenginlikler açısından yeryüzündeki özel konumu vurgulanmaktadır. Makalede ayrıca "biyoteknoloji" kavramı açıklanmakta, bu konuda yapılan geleneksel ve modern uygulamalara kısaca yer verilmektedir. Makale bir bütün olarak "biyolojik zenginlikler" ve "biyoteknoloji" arasındaki ilişkileri açıklamaktadır.

I. TÜRKİYE'DE BİYOÇEŞİTLİLİK

Türkiye, palmiye kaplı sahillerinden buzul kaplı dağlarına, derin vadi yataklarından yüce dağ doruklarına, verimli alüvyol ovalarından çıplak kıraç yamaçlarına, yumuşak kumul tepeliklerinden yalçın falez kayalıklarına kadar değişen çeşitli ekosistemleri içine alır. Bu zengin arazi mozayığında çeşitli habitatlar bulunmakta, bu habitat cümbüşünde pekçoğu endemik (yalnızca o yöreye özgü) olan onbinlerce çeşit bitki ve hayvan

türü barınmaktadır. İşte biyolojik çeşitlilik ya da biyoçeşitlilik, genlerin, türlerin, ekosistemlerin hep birlikte oluşturduğu; bunların, karmaşık ekolojik olaylarla birbirine bağlandığı uyumlu bir bütündür.

Anadolu, kendi başına ayrı bir kıta değildir; ancak, sanki ayrı bir kıtayımsı gibi, büyük bir kıtanın sahip olabileceği tüm biyolojik çeşitlilik özelliklerine sahiptir. Üç ayrı kıtanın kavuşma ve geçiş noktasında yer alan Türkiye, geçmişteki Jeolojik Devirler boyunca, kendisini çevreleyen üç kıtada yaşayan çok farklı canlı türleri için kötü çağlarda "sığınak", iyi çağlarda da "dağımak" görevini üstlenmiştir. Bu nedenle Türkiye, hem tür çeşitliliği hem de genetik çeşitlilik bakımından oldukça zengin bir ülkedir.

Türkiye'de doğal halde 9000'den fazla bitki türü, 640 kadar balık türü, 22 anfibî, 106 sürüngen, 450 kuş ve 132 yabancı memeli hayvan türü yaşamaktadır. Omurgasız hayvanların tür sayısı ise henüz tam olarak bilinmiyor.

Türkiye'nin yüzeyi (779,452 km²) Dünya yüzölçümünün ancak % 0.5'i kadardır. Öte yandan, dünyada yaşayan bitki türlerinin % 2.4'ü, balık türlerinin % 2.9'u amfibî türlerinin % 0.8'i, sürüngen türlerinin % 1.7'si, memeli hayvan türlerinin de % 2.9'u, Türkiye'de yaşamaktadır. Bu durumda Türkiye, dünyada mevcut tür sayısı dikkate alınınca, kendi yüzey ölçüsüne düşen oranın çok üstünde canlı türü çeşitliliğine sahiptir. Ne var ki, bu türlerin yaşama alanları, Türkiye'de, dünya ortalamasının çok üstünde bir hızla bozulmakta; bu türlerin nesilleri de ya birer birer ya da kitleler halinde yok olmaktadır.

Türkiye, yerkürede mevcut olan sekiz önemli Gen Merkezi'nden ikisini içine alır. Dünyada değişik ülkelerde yetiştirilen pek çok bitki ve hayvan türünün orijinleri, bu topraklardan dağılmıştır. Anadolu toprakları, insanlığı beslemede önemli katkısı olan bu bitki ve hayvan türlerinin pek çoğunun yabancı atalarını barındırmaktadır. Bu canlı türleri beklenmedik ekolojik sorunlarla karşılaşabilir. Ayrıca, biyoteknolojide hızlı ve yepyeni gelişmeler olmaktadır. Böyle durumlarda, yeni ve faydalı genler için, Anadolu'nun genetik çeşitliliğine ve doğal gen bankalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle Türkiye, jeo-politik önemine ek olarak jeo-biyotik önemi de büyük olan bir ülkedir.

Türkiye, 1992 Rio Konferansı sonucu ortaya çıkan uluslararası "Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi"ni, 27.12.1996 tarih ve 22860 sayılı Resmi Gazete'de çıkan bir hükümet kararı ile onayladı. Bu karara göre Türkiye:

a) "Biyolojik çeşitliliğin korunmasının insanlığın ortak sorunu olduğunu teyit etmiş";

b) "Devletlerin kendi biyolojik çeşitliliklerini korumakla ve kendi biyolojik kaynaklarını sürdürülebilir biçimde kullanmakla yükümlü olduklarını bir kez daha onaylamış"tır.

Böylece Türkiye, kendi topraklarındaki biyolojik çeşitliliğin korunması yönünde onurlu bir görevi üstlendiğini, hem kendi ulusuna hem de tüm insanlığa ilan etmiştir.

II. ÇEŞİTLİLİK ZENGİNLİKTİR

Çeşitlilik, sağlıklı bir doğanın temel özelliklerinden biridir. Çeşitlilik gösteren bir sistem daha istikrarlı, daha dirençli ve daha verimli olur. Tekdüzelik ise canlı sistemler ve insan hayatı için yıkıcı ve sıkıcı olmaktadır. İnsanoğlu, eski çağlardan beri, yaşadığı çevrenin tür çeşitliliğine özel bir önem vermiştir. Bir ülkenin biyolojik zenginliği, o ülkede doğal olarak barınan türlerin çeşitliliği oranında artmaktadır. Bu yüzden türlerin nesilleri, onların yaşama ortamlarının doğal özellikleri, tür ve ekosistem çeşitliliği korunmalı ve geliştirilmelidir.

Ekonomik açıdan bakınca, yiyecek, giyecek, içecek ve ilaçlarımızın büyük çoğunluğu ile endüstride kullandığımız pek çok kimyasal madde, canlılardan elde edilmektedir. Her canlı türünün yalnızca o canlı türüne has, özel bir genetik materyali vardır. Bu genetik materyal biyoteknolojinin, bitki ve hayvan ıslahının ana hammaddesidir. Gen mühendisliği ve biyoteknolojideki yeni gelişmeler, genetik kaynak olarak, çevrede bulunabilen canlı türlerinin değerini daha da artırmaktadır. Bugünkü bilgilerimize ve teknolojik imkanlara göre "yararsız" ya da "zararlı" olarak gördüğümüz bir canlı türünün, ilerdeki yıllarda, "her derde deva" olabilecek özelliklere sahip olduğu keşfedilebilir.

Ekolojik açıdan bir türün kaybolması demek, o ekosistemde ona doğrudan veya dolaylı yollarla bağımlı olan başka türlerin, çığ gibi büyü-

yen bir hızla kaybolması demektir. Bir ekosistemdeki türlerin pek çoğu, beslenme, üreme, gelişme, dinlenme ve sağlıklı yaşama özellikleri bakımından birbirleriyle karmaşık ilişkiler içindedir. Özellikle "köşetaşı" konumundaki türlerin ortadan kaldırılması, çığ etkisinin daha hızlı olmasına ve ekosistemlerin çökmesine yol açmaktadır.

III. BİYOTEKNOJİ

Genel anlamda Biyoteknoloji, "Canlıların, değişik işlemler uygulanarak, mal ve hizmet üretmek amacıyla kullanılması" olarak tanımlanır. Bu tanım içinde, bir uçta "girdi" olarak, hammadde sağlayan canlılar, öte uçta "çıkıtı" olarak ürün ve hizmetler yer almaktadır. Arada, tecrübe ve bilgi birikimine dayalı belirli işlemler uygulanmaktadır.

İnsanlar, yaklaşık onbin yıl önce hayvanları evcilleştirmeye ve bitki türlerini de ekip biçmeye başlamıştır. Bu açıdan bakınca biyoteknoloji, daha o zamanlarda uygulamaya konulmuştur. Biz bu çeşit uygulamaya, **Geleneksel Biyoteknoloji** adını da verebiliriz. Geleneksel biyoteknolojinin ilk ürünleri arasında, Orta Asya kültüründe ortaya çıkan yoğurt ve peynir yer almaktadır. Bazı maya bakterilerinin kullanılmasıyla, süt ürünleri yoğurt ya da peynir haline getirilebilmekte; bu ürünler bozulmadan daha uzun süre saklanabilmekte ve daha etkin olarak kullanılabilmekteydi. Bitki ve hayvanların, mal ve hizmet üretmek amacıyla kullanılması, geçmişten miras kalan kültürel birikimlerle, bugün de hâlâ sürüp gitmektedir.

Modern anlamda Biyoteknoloji, "Canlıların, canlı sistemlerin ve biyolojik proseslerin, bilim ve mühendislik teknikleri uygulanarak, mal ve hizmet üretmek amacıyla kullanılması" olarak tanımlanmaktadır. **Modern Biyoteknolojide**, yalnızca canlılar değil, canlı sistemler ve biyolojik prosesler (işlevler) de "girdi" olarak kullanılabilir. Geleneksel biyoteknolojideki işlem olayı, modern biyoteknolojide "bilim ve mühendislik teknikleri" olmuştur. Modern biyoteknolojinin uygulanmasıyla ortaya çıkan ürün ve hizmetler çeşitlenmiş, çoğalmıştır. Geleneksel biyoteknolojinin ürünleri insanın yalnızca temel ihtiyaçlarına cevap verebilirken, modern biyoteknolojinin ürün ve hizmetleri tıpta, sanayide, tarımda çok değişik amaçlarla kullanılabilir (Şekil 1).

Biyoteknoloji hammadde olarak **canlıları** kullanır. Bu canlılar, en küçük bakteriden en büyük balinaya kadar, çok çeşitli bitki ve hayvan türlerini içine alır. Bir anlamda her canlı türü, biyoteknolojik gelişmeler için ayrı değeri olan bir biyolojik zenginlik ve bir gen kaynağıdır. Bir ülkede barınan türlerin çeşitliliği arttıkça, o ülkenin genetik ve biyolojik zenginliği de artmaktadır.

A. Geleneksel Biyoteknoloji ve Bitki Islahı

Biyoteknolojinin bitkilere uygulanmasında, önce ilgi duyulan bitki türlerinin doğal populasyonlarına (toplumlarına) gidilir (Şekil 1). Doğal olarak yetişen populasyonlar araştırılır, gözlenir. Tür ile ilgili morfolojik, anatomik, fizyolojik, genetik, biyokimyasal ve demografik bilgiler ortaya çıkarılır. Çimlenme, büyüme, üreme ve ürün verme özellikleri üzerinde bilgi birikimi sağlanır. Ortaya çıkan bilgilere dayanarak, bu canlının hangi özelliğinden ne şekilde, nasıl yararlanılabileceği üzerinde değerlendirmeler yapılır. Değerlendirme sonuçları olumlu ve ekonomik görünüyorsa, tür üzerindeki biyolojik çalışmalara devam edilir. İlgi duyulan hedef türün belirli ırkları ve populasyonları arasından seçim yapılır ve bunların üzerinde genetik denemeler uygulanır.

Geneleksenel bitki ıslahı yöntemleri uygulanarak, belirli bir kuşak sonra ıslah edilmiş çeşitler elde edilir. Islah edilmiş çeşitler ve bunlara ait olan bireyler, atalarına oranla, "daha üstün" genetik özelliklere sahiptir. Bir bakıma, bazı etkin ve önemli genler, sanki "özel bir paketin içine paketlenerek", uzun çalışmalardan sonra, bu üstün bireylerin bünyesinde bir araya getirilmişlerdir. Bu üstün bireyler uygun çevre koşulları altında yetiştirilir ve bunlardan da belirli ürün veya ürünler elde edilir (Şekil 1).

Bitkilerden elde edilen ürünler, tarımın ilk başladığı yıllarda yalnızca yiyecek ürünleri ile sınırlıydı. Daha sonraki dönemlerde bazı bitkiler tıbbi amaçlarla, diğer bazı bitkiler de (giyecek elde etmede kullanılan) lif hammaddesi üretmek amacıyla ekilip biçilmeye başlandı. Bunlara ek olarak bugün bitkilerden tıpta ve sanayide kullanılan çeşitli kimyasal maddeler, endüstriyel enzimler ve pek çok başka ürün elde edilmektedir. Bunlardan başka, birçok bitki türü, çekici renkleri ve etkileyici formlarıyla insanlığa süs objesi olarak hizmet sunmaktadır.

B. Geleneksel Biyoteknolojide Yükselme ve Duraklama Devirleri

Geleneksel bitki ıslahı yöntemleri (melezleme, mutasyon, poliplodi ve seleksiyon) bitki ıslahının bugünkü düzeye ulaşmasında büyük katkılarda bulundu. Gıda sanayii, tıp, eczacılık ve endüstride ihtiyaç duyulan bitkisel hammaddeler, bu yolla istenilen kalite ve kantitede üretilebildi. Örneğin, Dünya nüfusu 1960'lı yıllarda hiç açlık görmedi ve o dönem tarım ve genetik tarihine "yeşil devrim" dönemi olarak geçmiştir. Norman Borlaug isimli Amerika'lı (A.B.D.) bir genetikçi, 1950'lerden beri yaptığı genetik ıslah çalışmalarıyla yeni buğday ırklarını ortaya çıkardığı için, "Dünyada açlığı ve kavgayı önleyen adam" sıfatıyla, 1970 Nobel Barış Ödülü ile ödüllendirildi.

Ancak, "yeşil devrimin" getirdiği ak günler fazla sürmedi. Çünkü, geleneksel biyoteknoloji ağır ağır ilerlerken, dünya nüfusu ve insan ihtiyaçları büyük bir hızla ilerliyordu. Üstelik, 1970'li yıllarda şiddetlenerek ortaya çıkan çevre sorunları canlı doğal kaynaklarımıza ve biyolojik zenginliklerimize başka bir darbe vuruyordu. Çünkü fiziksel çevre büyük bir hızla değişiyordu. Canlıların içinde yaşadığı fiziksel çevrenin değişim hızı, canlıların içinde taşıdıkları genetik materyalin değişim hızının çok ilerisine geçti. Neticede, bitki ve hayvan türlerinin mevcut biyolojik potansiyeli, hızla bozulan çevrede, hızla artan insan nüfusunun ihtiyacını karşılamada yetersiz kaldı. Ayrıca, birçok canlı türünün nesli de tükenme tehlikesiyle karşı karşıya geldi.

İşte, yirmi yıl öncesine kadar, bilinmeyenlerle dolu bir kara kutu olan modern biyoteknoloji, son on yıl içinde, böyle bir ortamda karşımıza çıkmaktadır.

C. Modern (Moleküler) Biyoteknoloji

Modern biyoteknolojinin odak noktasını gen mühendisliği tekniği, başka bir adıyla gen teknolojisi (rekombinant DNA teknolojisi) oluşturur. Bu tekniğin üç ana elemanı vardır: **Hedef gen, aracı bakteri ve bakteri geni, hedef organizma.**

Hedef gen: Hedef gen, ilgi duyduğumuz üstün bir gendir. Bu gen belirli kimyasalları üretir, canlıya istenilen özellikler vermede yardımcı

olur. Genellikle doğada, başka bir canlıda mevcuttur. Ya da, doğada mevcut genler üzerinde bazı yeni düzenlemeler yapılarak elde edilebilir.

Hedef organizma: Hedef geni aktarmak istediğimiz canlıdır. Hedef gen kendi haline istediğimiz bir işi yapamaz. Bu gen, kendisini reddetmeyen, onunla uyum halinde olan bir canlı içinde faaliyetlerini göstermelidir. Bu canlı, en küçük bir bakteriden en büyük bir balinaya kadar değişebilen boyutlarda, bizim için ekonomik önemi olan herhangi bir çeşit canlı olabilir.

Aracı Bakteri ve Bakteri Geni: Hedef genin, hedef organizmaya nakli kolay bir iş değildir. Bu nakil işinde aracı olarak, kendine has bazı özelliklere sahip bakteriler kullanılır. En çok kullanılan bakteriler, insan ve hayvanlarla ilgili çalışmalarda *Escherichia coli*, bitkilerle ilgili çalışmalarda ise *Agrobacterium tumefaciens* bakterileridir.

Gen teknolojisinde önemli olan husus, hedef geni hedef organizmaya nakletmek, o geni yeni evinde işler halde tutabilmektir. Bunu başarmak için, hedef gen, hedef organizma ve aracı bakteri hakkında çok ayrıntılı biyolojik bilgilere sahip olmak gereklidir. Yeni sistemin başarı ile gerçekleşmesi ve işleyebilmesi için her üç eleman hakkında genetik, fizyolojik, biyokimyasal, ekolojik bilgilerin birikmiş olması zorunludur. Ayrıca, yeni teknolojilerin ve mühendislik bilgilerinin verimli uygulanabilmesi için de bu bilgiler gereklidir.

İlk nakil işlemi sırasında, hedef gen, hedef organizmanın bir hücresi içine nakledilir. Sonra bu hücre özel "hücre kültürü" veya "doku kültürü" ortamında çoğaltılır (Şekil 1). Sonunda bu hücre, ya doku yığını halinde kalarak istenilen ürünü üretir; ya da (özellikle bitkilerde olduğu gibi) bağımsız bir birey haline gelerek, ürün vermeye devam eder.

Gen mühendisliği yoluyla yeni bir genetik kimliğe bürünmüş olan tek bir hücre, hücre kültürü ve doku kültürü teknikleriyle, son özelliği hiç bozulmadan milyonlarca sayıda çoğaltılabilir. Bunların herbiri pazarlanabilir, başka laboratuvarlarda ve hatta arazide büyütülebilir. Özel büyüme ortamlarında istenilen ürünü vermeleri sağlanır (Şekil 1).

Görüldüğü üzere, geleneksel bitki genetiğinde olduğu gibi, modern biyoteknolojide de, "üstün özellikli genetik materyali yine bir paket içine paketlemek" söz konusudur. Ancak, bu işlem modern biyoteknolojide is-

tenilen herhangi bir gen için istenilen herhangi bir organizma üzerinde, daha hızlı olarak uygulanabilmektedir. Geleneksel biyoteknolojide olduğu gibi, çalışma objesi, birbirine benzeyen ırk ve türlerle sınırlı değildir. Modern biyoteknolojik yöntemlerle, bir akrebin belirli bir genini bir insan hücresine nakletme imkanı, potansiyel olarak mevcuttur. Ancak, bunun uygulamaya geçmesi, biraz önce de belirtildiği gibi, söz konusu organizmalar ve onların ayrıntılı genetik yapıları hakkında bilgilere sahip olmakla (ve bazı moral değerler bakımından toplumun onayıyla) mümkün olabilecektir.

IV. MODERN BİYOTEKNOLOJİ: NEYİN BAŞLANGICI? BİR KURTULUŞUN MU, YOKSA BİR KAOSUN MU?

Kurtuluş mu? Gen mühendisliğinin vitrinde sunulan görüntüleri, bu tekniğin insanlık için büyük yararlar sağlayacağını göstermektedir. Gen teknolojisinin ilk olumlu uygulamaları tıp alanında kendini göstermiştir. Tıpta, kanserli hücrelerin çoğalmasını engelleyici bir protein olan interferon, gen mühendisliği işleminden geçmiş bazı bakteri klonları tarafından suni olarak üretilmekte ve pazarlanmaktadır. Ayrıca insülin, somatostatin, insan büyüme hormonu ve antikor görevi yapan birçok başka kimyasal madde, gen teknolojisi geçirmiş bakteri ve hücre kültürleri aracılığıyla ticari boyutlarda belirli özel firmalar tarafından üretilmektedir.

Modern biyoteknoloji tarım alanında da önemli gelişmeler sağlamıştır. Özellikle, *Agrobacterium tumefaciens* bakterisinin içindeki Ti plazmidini aracı olarak kullanılarak, tütün, patates ve domates türlerinde değişik virütik hastalıklara dayanıklı ırklar ortaya çıkarılmıştır. Baklagillerle simbiyotik ilişki içinde yaşayan bir azot bakterisi türünde, havadaki serbest azotu toprağa bağlamakta etkili olan gen izole edilmiştir. Bu genin, diğer bitkilere, özellikle de buğdaygillere aktarılması üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Böceklerle, mantar hastalıklarına, kuraklığa, soğuğa dayanıklı klonlar ve ırklar yaratılması üzerinde çalışmalar hızla sürdürülmektedir.

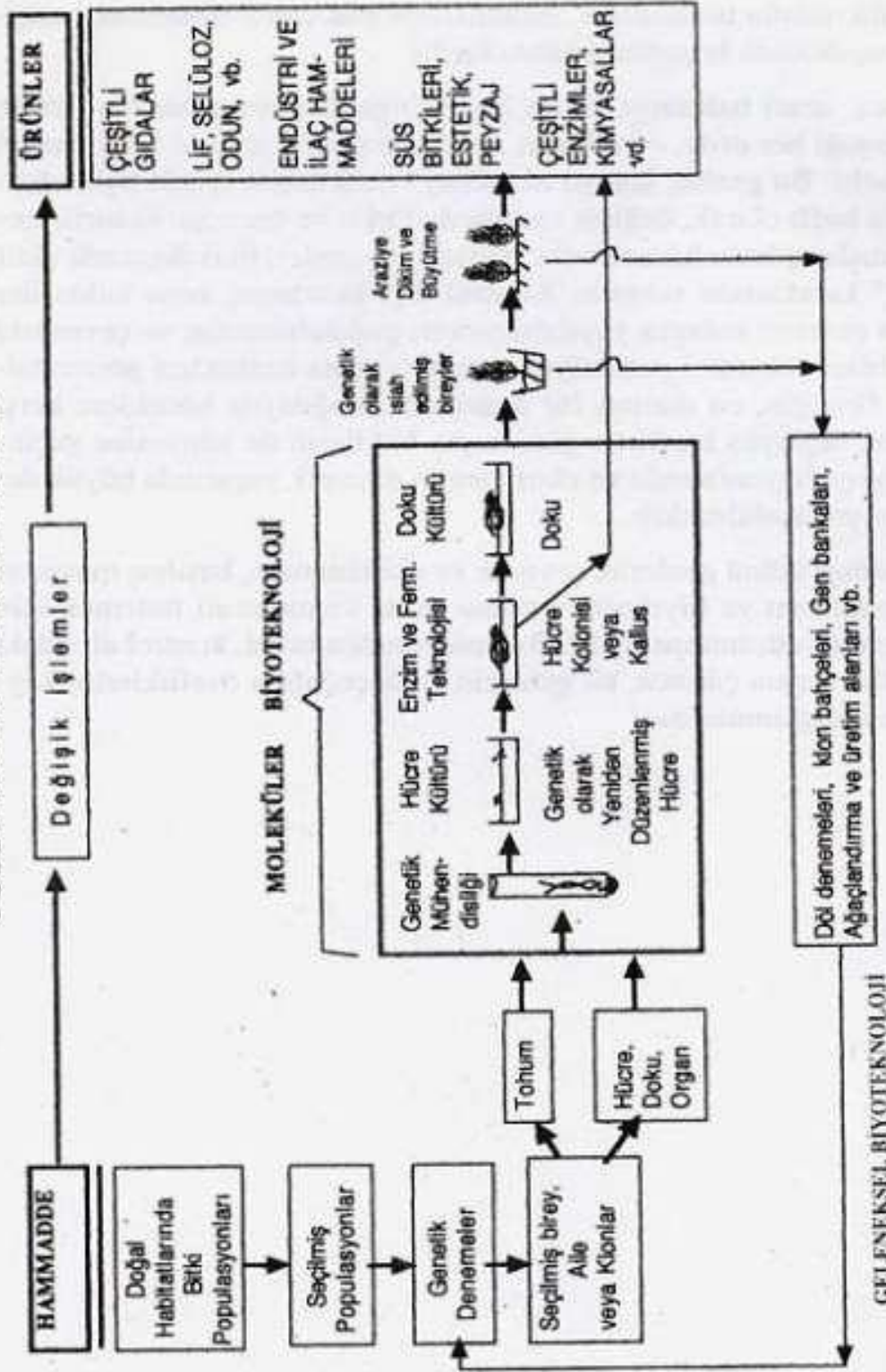
Kaos mu? Gen teknolojisinin henüz mahzende saklı duran bazı olası tehlikeleri üzerinde değişik görüşler vardır. Bu görüşlere göre, çok faydalı genleri canlı sisteme sokabilen teknoloji, çok zararlı genleri de, kötü niyetli araştırmacıların elinde canlı sistemlere kolayca sokabilir. Gen tekno-

lojisi, bir diktatörün hizmetinde, insanlık için pek çok Frankenstein olaylarına yol açabilecek boyutlar arz etmektedir.

Ayrıca, aracı bakteriye ya da hedef organizmaya aktarılan "üstün gen", yerleştiği her evde, ev ödevini sadakatla yerine getiren bir hizmetçi olmamaktadır. Bu genler, komşu oldukları ve etkileşim içinde buldukları genlere bağlı olarak, değişik canlılarda farklı ve önceden kestirilemeyen davranışlar gösterebilmektedir. Ayrıca, bu genler, ileri derecede aktif bir "turist" karakterine sahiptir. Kontrol dışı kalırlarsa, aracı bakteriler vasıtasıyla çevreye kolayca yayılabilmekte, çoğalabilmekte ve çevredeki başka canlıları yok edici potansiyel zararlar yapma özellikleri gösterebilmektedir. Örneğin, en masum bir denemede, buğdayda böceklere karşı dayanıklılık sağlayan bir üstün gen, başka bitkilerin de bünyesine geçince, böcek popülasyonlarında ve ekosistemin dinamik yapısında büyük değişikliklere yol açabilecektir.

Teknoloji ürünü genlerin, çevrede ve ekosistemde, başıboş mayınlar gibi dolaşmalarını ve biyolojik sisteme zarar vermelerini önlemek için çeşitli önlemler düşünülmektedir. Bu önlemlerden birisi, kontrol altındaki özel koşullar dışına çıkınca, bu genlerin artık çoğalma özelliklerini kaybetmelerinin sağlanmasıdır.

GELENEKSEL BİYOTEKNOLOJİ



Şekil 1: Bitkilerin genetik alanında biyoteknolojinin ana hatları ve işlemlerin akış şeması (Geleneksel biyoteknolojide, bitkilerden elde edilen ham-maddeler, sınırlı ölçüde temel işlemlerden geçirildikten sonra, özellikle temel ihtiyaçlarımızı karşılayan sınırlı sayıda ürünleri elde etmek için kullanılmırdı. Çağ-dış dünyamızda, moleküller biyoteknolojinin devreye girmesiyle, çok çeşitli genetik, biyokimyasal ve mühendislik işlemleri uygulanmakta; canlılardan daha çe-şitli, daha çok ve daha üstün nitelikli ürünler elde edilmektedir).

SONUÇ: Her canlı türünün kendine özgü genetik yapısı ve yaşadığı çevrede kendine özgü ekolojik görevleri vardır. Bu türler, gerek moleküler düzeyde, gerekse organizma olarak, biyoteknolojik çalışmaların hammaddesini verirler. Bir bakıma bu canlılar, birer genetik kaynak ve biyolojik zenginliktir. Bu canlılardan etkin bir şekilde yararlanılabilmesi için onların anatomik, fizyolojik, biyokimyasal, genetik ve ekolojik özelliklerinin bilinmesi, yaşama ortamlarının korunması ve nesillerinin sürdürülmesi zorunludur. Girdileri, çıktıları ve uygulanan yöntemler dikkate alınca, biyoteknoloji, kendi başına ayrı bir bilim dalıdır. Yepyeni teknolojileri uygulayan bu genç ve multidisipliner bilim dalının yükselen karizması, onunla ilgili hemen her bilim dalında ön plana geçerken, ulaşılmak istenilen asıl hedef unutulmamalıdır. Biyoteknolojinin mal ve hizmet üretiminin tehlikesiz, etkin ve sürekli olabilmesi için canlılar, canlı sistemler ve biyolojik olaylar daha iyi anlaşılmalı; bunun için de temel biyolojik bilimlerdeki eğitim, öğretim ve araştırma çalışmaları hiçbir zaman arka plana itilmemelidir.

SÖYLEŞİ
Çevre ve Ormancılık
5(4): 27-35, 1989

Çevre sorunlarının boyutlarını tam olarak kavrayabilmemiz için, önce konunun bilimsel temellerini bilmemiz gerekiyor. Aydın kişi, inandığı bir konuyu savunurken, konunun bilimsel temelini ve gerçeklerini de bilirse, amacına daha çabuk ve daha kolay ulaşır. Bu bilgileri alabilmek için de bilimsel açıklamaların, mümkün olduğunca teknik sözcüklerden arınmış olması, arı bir dille yazılması ve günlük yaşamımızdaki olaylardan örnekler ve benzetmeler verilerek yapılması istenir. Batı ülkelerinde, olayların bilimsel temellerini açıklayan, arı dille yazılmış cep kitapları ve popüler dergiler var. Fakat ülkemizde, bu yönde yazılmış kitap ve yayınlar çok çok az. İşte, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Biyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Kâni IŞIK'ı bu amaçla dergimize konuk ettik. Prof. IŞIK, genetik, özellikle bitki genetiği konusunda bazı temel bilgileri verecek ve konuyla ilgili güncel sorunları bizimle tartışacak. Bu sayımızda kendisiyle yaptığımız söyleşinin birinci bölümünü yayınlıyoruz. Konunun, ilginizi çekeceğini umarız (Dergi Editörünün notu).

GÜÇLÜ BİLİM: GENETİK
SİHİRLİ ASİT: GENLER

Her bireyin 'alın yazısı', o bireyin taşıdığı genlerin bileşim düzeninde yazılıdır. Taşıdığı genlerde ne varsa, canlı sonunda, orada bulunan bilgilerin kodlanmış şekliyle ortaya çıkmaktadır. Canlının yetiştiği çevre ise, o kodlanmış bilgileri değiştiremez, ancak onlara yön verir.

* Sayın Profesör Dr. Kâni IŞIK; bildiğiniz gibi yeryüzünde, bir yandan nüfus hızla artıyor; öte yandan da doğal kaynaklar gittikçe azalıyor, çevre kirleniyor ve bozulan ekosistemlerin verim gücü düşüyor. Bu

olaylar karşısında, çevre sorunlarına yönelik duyarlılık tüm ülkelerde artıyor ve yaygınlaşıyor. Amaçlarımız çerçevesinde sizinle, "Bitki Genetiği ve Orman gen Kaynaklarımız" konusunda bir söyleşide bulunmak istiyoruz. Bu konuda, okurlarımız için biraz zaman ayırabilir misiniz?

* Ormancılık, doğal çevre ve doğa koruması ile ilgili, yerli ve yabancı dergileri mümkün olduğu kadar yakından izliyorum. Bu arada, sizin derginizi de alıyorum ve okuyorum. "Doğa Koruması" ile ilgilenen kişi, kurum ve kuruluşlar, amaçları gereği, sistem içinde, sistemin alışageldiğinden biraz değişik sesler çıkarırlar. Sırf bu yüzden, mevcut sisteme genelde "muhalif" durumda olurlar. İzlediğim kadarıyla, sizin derginiz bu konuda yer alıyor. Ama ben bu söyleşide soracağınız soruları her türlü politik tartışmanın dışında kalarak, şimdiye kadar aldığım bilimsel temelin ışığı altında gerçekleri söyleyerek cevaplamaya çalışacağım.

Konumuza girmeden önce, büyük Alman düşünürü GOETHE'nin bir görüşünü hatırlatmak istiyorum. Goethe şöyle diyor: "Bilim ve sanat tüm insanlığa aittir. Milletlerin ve ideolojilerin geçit vermeyen katı sınırları, bilim ve sanat önünde yok olmaya mahkumdur." Olaylar, büyük düşünür Goethe'nin bu görüşünü doğruluyor. Bu görüş doğrultusunda, ben de bir öğretim üyesi ve bir araştırmacı olarak, milliyeti ve politik görüşü ne olursa olsun, ihtisas sahibi olduğum bir konuda bir şey öğrenmek isteyen herkese bilgi vermeyi bir görev ve sorumluluk sayıyorum. Bu arada şunu da belirtmek isterim: Doğa korumasını konu alan bir derginin okurlarının, çevremizdeki olaylar karşısında daha duyarlı, daha bilinçli ve daha sorumlu bir okur grubu olduğuna inanıyorum.

* *Sayın Profesör Işık; önce bitki genetiğinin karşı karşıya bulunduğumuz çevre sorunları içindeki yeri nedir? İsterseniz konumuza bunun yanıtı ile başlayalım.*

* Hiç kimsenin inkar edemeyeceği bir olay var: Yeryüzünde insan nüfusu büyük bir hızla artıyor. Buna paralel olarak, kişi başına düşen doğal kaynaklar, kalite ve miktar olarak gittikçe azalıyor. Hızla artan insan ihtiyaçlarını karşılayabilmek için yeni teknolojiler geliştiriliyor. Teknolojinin ilerlemesine paralel olarak çevremizin sağlığı ve ekolojik dengesi gittikçe bozuluyor. İster havada, ister karada, isterse suda olsun, yeryüzündeki hiçbir canlı türünün şimdiye kadar tanık olmadığı çeşit ve mik-

tarda maddeler çevreye yayılıyor. Bu yeni maddeleri, üstelik çok çeşit ve miktarda olan yeni maddeleri, doğanın mevcut sistemi tanıyamıyor. Onları ayrıştırıramıyor, değiştiremiyor, zararsız hale getiremiyor. Onları dışlayamıyor, sistemin içinden söküp atamıyor. Sonuçta, doğadaki dengeler bozuluyor, çevrenin sağlığı bozuluyor. Birçok canlı türü, kendilerinin genetik yapılarının alışkın olduğu çevreden tamamen farklı olan ve hızla değişen yeni çevreye uyamıyor. Bu farklı çevrede üreyemiyor; alıştığı eski besinlerini orada bulamıyor. Bu yıkım, beslenme zincirinin herbir halkasındaki herbir canlı türü için geçerli oluyor. Sonunda birçok canlı türünün bireyleri tek tek veya kitleler halinde ölüyor ve nesilleri tükeniyor.

Bitki genetiğine de bu genel manzara içinde bakmak gerek. Önce, ne istiyoruz? Hızla artan nüfusu beslemek ve barındırmak için daha çok ve daha kaliteli ürün üretmek istiyoruz. Nerede üreteceğiz? Gittikçe kirlenen ve canlı barındıramaz hale gelen deniz, göl ve akarsularda mı? Gittikçe azalan ve verimsizleşen tarım alanlarında mı? Gittikçe azalan ve yozlaşan otlak alanlarında mı yoksa gittikçe azalan ve yakılan orman alanlarında mı?

** Sayın Işık, o konuda size katılmamak elde değil. Ülkemizdeki orman, otlak ve tarım alanları gittikçe azalıyor, verimsizleşiyor, çoraklaşıyor.*

** Doğru. Ülkemizde, son yarım asırdan beri sevimsiz bir toprak savaşı sürüp gidiyor. Bu sevimsiz savaşta, endüstri ve konut sektörleri tarım alanlarını ele geçiriyor. Tarımcılar boş durmuyor; onlar da otlak ve orman alanlarını ele geçiriyor. Otlak isteyenler de orman alanlarına hücum ediyor. Sonuçta bu kavgadan en zararlı çıkan da orman alanları oluyor. Madem ki ürün üreten araziler azalıyor, o zaman eldeki sınırlı araziden en yüksek verimi elde etmek lazım. Ürün verimini yükseltmenin ise iki yolu var. Ya sulama, gübreleme gibi kültürel işlemleri artıracaksınız; ya da genetik biliminin sağladığı imkanlardan yararlanarak, elinizdeki canlıların genetik stok kalitesini (tohumluk ya da damızlık kalitesini) yükselteceksiniz. Tabii ki, ürün verimini artırmak için en etkili yol, her iki yolu da birlikte, uyumlu bir şekilde kullanmaktır.*

Bitki genetiğinin çevre sorunları içindeki yerine gelince, aklımıza ilk önce gen kaynaklarımızın erozyona uğraması ve gen kaynaklarımızın kirlenmesi sorunu geliyor. Nesil tükenmesi, genetik erozyon ve genetik

kirlenme sorunları, çevre sorunları ile yakından ilgilenen pek çok uzmanın bile farkına varamadığı sorunlardır. Kendi başına bu durum bile, sorunun ülkemizde ciddi boyutlara ulaştığını göstermektedir. Çünkü gen kaynakları, ürün artırmak için sıkışınca başvurabileceğimiz, kendilerinden yeni "gen" temin edip, elimizdeki tohumluk ve damızlıklara aktaracağımız doğal kaynaklardır. Çoğumuz, fiziki olarak azalan, bozulan, yok olan tarım, orman ve otlak alanlarını görebiliyoruz. Bu güzel. Ama o alanlarla birlikte yok olan şey, yalnızca oradaki canlıların fizik varlığı değil. Onlarla birlikte, o canlıların taşıdığı ve çoğu da ender özelliklerde olan genler de kaybolup gidiyor. Canavar hızla yaklaşıyor. Ama biz son sıkımızı da kaybetmekte olduğumuzun farkında değiliz.

** Genetik erozyon ve genetik kirlenme sorunlarına, daha ayrıntılı olarak geçmeden önce "gen" nedir? Onu bize anlatır mısınız? Bu sözcüğü, okullarda, üniversitelerde, biyoloji (botanik ve zooloji) derslerinde okuyoruz. Günlük yaşantımızda duyuyoruz. Gen nedir? Sihirli bir şey midir?*

* "Gen bir asittir" dersem sakın şaşmayın. Evet, evet; gen bir asittir. Ama, asit deyince birçoğumuzun aklına yakıcı, bozucu, zararlı bir madde gelir. Birçoğumuz, midemizdeki asitten, ertafa sıçrayıp elbisemizi yakan asitten zaman zaman şikayetçi olmuşuzdur. Ama, vücudumuzdaki her hücrede, on binlerce molekül halinde yer alan bir asitten belki hiç haberimiz yoktur. Bu asitin genetik bilimindeki adı "dioksiribonukleik asit"tir. Kısaca "DNA" diye bilinir. Yapısı daha 1953 yılında keşfedilmiştir. DNA, canlılar dünyasında o kadar önemli bir moleküldür ki, bu molekülü keşfeden bilim adamlarına 1962 yılında Nobel Bilim Ödülü verilmiştir. İnsana Nobel ödülü kazandıran başka bir molekül, henüz yoktur.

** DNA molekülünü bu denli farklı ve bu denli önemli yapan özellikleri nelerdir?*

* Diğer binlerce molekül gibi, DNA da kimyasal bir bileşiktir. DNA'nın yapısına giren ve onun yapıtaşını oluşturan daha küçük moleküller vardır. Bu yapıtaşı moleküllerin içinde karbon, hidrojen, oksijen, azot ve fosfor elementleri bulunur. Bu yapıtaşlarının yüzlercesi, belirli bir düzene göre sıralanarak bir DNA molekülünü meydana getirirler. Bu yapıtaşları öyle değişik şekillerde sıralanırlar ki, sonuçta milyonlarca çeşit DNA molekülü ortaya çıkar. Dolayısıyla, her genin (her DNA mole-

külünün) kendine özgü bir yapısı vardır. Bir genin yapısı normal koşullarda hiç değişmez. Değişmeden nesilden nesile geçer. Bir canlının bünyesindeki tüm fizyolojik ve biyokimyasal olayları genler kontrol eder. Bir canlının bir arı mı yoksa bir at mı, bir zeytin mi yoksa bir güvercin mi olacağı hakkındaki tüm bilgiler o canlının genlerinde depolanmıştır. Onun için genlere (DNA moleküllerine) "yönetici moleküller" de denir.

* *Bir canlıda, bu genlerden kaç tane bulunur?*

* Bir canlıda bulunan gen sayısı, türden türe değişir. Bazı ilkel yapıları canlılar (bazı bakteri ve virüsler) hariç, canlılardaki gen sayısı hakkındaki kesin bilgilere henüz sahip değiliz. Yüksek yapıları bir canlıda, örneğin insanda, yaklaşık 100.000 (yüzbin) çeşit, bir çam türünde yaklaşık, 80.000 (seksenbin) çeşit gen olduğu tahmin edilmektedir.

* *Peki, bir insanın vücudunda yaklaşık 100.000 farklı gen mi var?*

* Hayır. Bir insanın vücudunda değil, vücudundaki her bir hücrede yaklaşık 100.000 farklı gen var. Tabiat, gen bakımından bize gayet cömert davranmıştır. Önce, varın vücuttaki hücre sayısını tahmin edin. Sonra da, onu yüzbin ile çarparak toplam gen sayınızı bulabilirsiniz.

* *Genler için "Yönetici Molekül" deyimini kullandınız. Bunu biraz daha açar mısınız?*

* Biraz önce sorunuzda belirttiğiniz gibi genler sanki "sihirli" birer asittir. Bir canlının diğer bütün molekülleri, DNA molekülünün yapısına ve onun kontrolüne bağlı olarak ortaya çıkar. Her genin kendine özgü bir yapısı var demiştik. Bu yapıya bağlı olarak, her genin hücre içinde ayrı bir görevi vardır. Her gen, önce kendi kendisinin kopyasını yaparak, kendisinin aynısı olan başka bir geni üretir. Ayrıca, her gen, kendi özel yapısına bağlı olarak, belirli enzimleri, proteinleri üretir. Değişik genlerin, doğrudan ve dolaylı olarak ürettiği enzimler, protein, hormon ve diğer kimyasal maddeler, birbirleriyle çeşitli etkileşim yaparlar. Belirli enzim ve proteinlerin devreye girmesiyle, diğer belirli kimyasal maddeler üretilir. Bu işlem kademe kademe devam eder. En sonunda ise, canlının "karakteri" veya "özelliği" ortaya çıkar. Biz, en son ortaya çıkan bu canlı özelliğine bilim dilinde "Fenotip" diyoruz. Demek ki bir canlının bütün özellikleri (aklınıza gelen bütün özellikleri), temelde, o canlının sahip olduğu DNA moleküllerinin yapısına bağlı olarak ortaya çıkar. Yani, canlı-

nın potansiyel olarak ortaya çıkabilecek görüntüsü, DNA molekülleri içinde kodlanmıştır, orada yazılmıştır. Her gen, ayrı bir alfabe gibidir. İçindeki moleküllerin sıralanışına göre, belirli kodu vardır. Bu kod okunarak, üretilecek enzimin veya proteinin çeşidi tayin edilir. Bir bakıma, her bireyin alın yazısı, daha zigot (döllenen hücre) oluşur oluşmaz, o bireyin genlerindeki kod sırasında yazılmış demektir. Taşıdığı genlerde ne yazıyorsa, canlı sonunda o kodların okunmuş şekliyle ortaya çıkacaktır.

** Peki, canlının en son fenotipinin (dışarı akseden görüntüsünün veya başarısının) ortaya çıkmasında yetiştiği çevrenin etkisi yok mudur? Siz her şeyi genlere yüklediniz.*

* Evet, yukarıdaki açıklamalarımda bütün sorumluluğu genlere yüklüyordum gibi bir durum var. Aslında, sorumluluk yüzde yüz genlerde değil. Ama, potansiyel olarak genler, baş sorumlular durumundadır. Bu konuda çok güzel deneyler yapılmıştır. Size bir örnek vereyim. İnsanda, tek yumurta ikizlerini ele alalım. Biliyorsunuz, tek yumurta ikizleri tek bir zigottan meydana geldikleri için, bu iki kardeşin bütün genleri, birbirinin tıpatıp aynıdır. Bunun için, bu iki kardeş, normal olarak fenotip bakımından birbirine çok benzer. Kaşları, gözleri, boyları, postaları, ses tonları vb. hep birbirinin aynıdır. Şimdi, bu iki kardeşin farklı çevre şartları altında yetiştiğini varsayalım. Diyelim ki, bir tanesi bir köyde yetişti, orada kaldı, orada büyüdü, orada çalıştı, şimdi köyünde çiftçilik yapıyor. Öteki kardeşi de, babası kente gönderdi, okuttu, eğitti, bir meslek sahibi yaptı. Ne oldu? Kırk yaşında bu iki kardeşi yan yana getirin. Hâlâ birçok benzer taraflarını görürsünüz. Özellikle fiziki olarak, çevreden fazla etkilenmeyen organları (kaşları, gözleri, saçları, bir dereceye kadar boyları vb.) hâlâ benzeyebilir. Ama, ağırlıkları, ciltleri ve yüz hatları birbirinden epeyce farklıdır. Biri sigara içmeye başlamış, kırsal alanda çalışmış, yüzünde ve cildinde derin Anadolu çizgileri oluşmuş. Öteki şişmanlamış, iyi ve dengeli beslenmiştir, vb... Bu fiziki farklılıklardan başka, onların kültüründe, dünya görüşünde, konuşmasında, becerilerinde çok büyük farklar vardır. Bu örneği, değişik genetik benzerlik seviyelerinde (kardeşler, akrabalar, soylar, ırklar... seviyesinde) daha da genişletebilirsiniz. Buna benzer örnekleri, bitkilerden, hayvanlardan da verebilirsiniz. Görüldüğü gibi, potansiyel bilgiler genlerde mevcuttur. Çevre bu bilgilere yön verir. O halde, özel olarak şöyle diyebiliriz: Bir birey, genetik ola-

rak çok üstün genlere sahip olabilir. Ancak, bu birey uygun olmayan çevre koşulları altında yetişmişse, bu genler kendi potansiyellerini o şartlarda ifade edemez, ortaya çıkaramazlar. Ama, bu üstün genler, o bireyin evlatlarına değişmeden geçebilir... Eğer, yeni nesil, uygun çevre şartları altında yetişirse, o zaman genler, üstün potansiyellerini bu uygun çevre şartları altında ortaya çıkarırlar. Özet halinde belirttiğimiz bu ifadeyi, tersine çevirerek şöyle de söyleyebiliriz: Genetik olarak, kötü genlere sahip olan bir birey, çok olumlu çevre şartları altında, belki daha iyi başarı (fenotip veya performans) gösterebilir. Ama, böyle bir bireyin genetik potansiyeli sınırlı olduğundan, ondan ancak çok üstün değil, "kötülerin iyisi" oranında bir başarı beklenebilir. O halde, doğal olarak şöyle bir sonuç çıkıyor: Üstün genleri taşıyan bireyler, iyi ve uygun çevre şartları altında daha üstün başarı gösterirler. İşte, genetik biliminde, bitki ve hayvan ıslahının temelinde bu ana gerçekler yatmaktadır.

** Bir de "soya çekme", "babaya çekme", "anaya çekme" diye bir deyim var halk arasında. Genetik olarak bunu nasıl açıklarsınız?*

* Genler, nesilden nesile değişmeden geçerler. Başka bir deyişle, bir genin orijinal molekül yapısı ne ise, o gen normal koşullarda, hiç değişmeden nesilden nesile geçer. İnsanın vücut yapısına giren her hücrede, diyelim ki 100.000 çeşit gen var. Vücut yapı hücresinden başka, üreme çağına gelmiş bir insanda (veya canlılarda) bir de üreme hücreleri var. Buna halk dilinde "döl hücresi", "yumurta" gibi isimler verilir. Biyolojide de, erkeklerin üreme hücresine "sperm", dişilerin üreme hücrelerine "yumurta" deniliyor. İşte bu üreme hücrelerinin herbiri, normal vücut yapı hücresindeki gen sayısının yarısını taşır. Örneğin insanda, her sperm hücresinde 50.000, her yumurta hücresinde de yine 50.000 gen vardır. Döllenme sonucu bu iki hücre birleşir ve "zigot" denilen tek bir hücre olur. Demek ki zigot hücresinde 100.000 farklı gen vardır ve bunun yarısı anadan, öteki yarısı da babadan gelmiştir. Böylece, cinsel yolla üreyen her canlının yönetici moleküllerinin (genlerinin) yarısı anadan yarısı da babadan geldiği için, yavru, biraz anasına, biraz da babasına benzer. "Soya çekim" deyimini de, atalarımızın bu konuda, binlerce yıldan beri yaptığı isabetli gözlemin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

**Vücudumuzdaki milyarlarca hücreyi düşünelim. Tırnağımızdaki, kemiklerimizdeki, kaslarımızdaki, kanımızdaki, karaciğerimizdeki... Şu*

ana kadar anlattıklarımızdan bunların hepsinin de aynı genlere sahip olduğu anlamı çıkıyor değil mi?

* Çok doğru. Bir insanın vücudundaki hücrelerin hepsi de, bölünme ile başlangıçtaki tek bir hücreden, yani zigot hücresinden kopyalandıkları için, her biri içindeki 100.000 gen, birbirlerindeki, dolayısıyla orijinal hücre olan zigottaki genlere benzerler.

* *Sayın Işık, "Her gen belirli bir enzimi, belirli bir proteini yapıyor" dediniz. Bu enzim ve proteinlerin katkısıyla, belirli bir karakterin ortaya çıktığını belirttiniz. O zaman şöyle diyebilir miyiz? "Göz renginin mavi, yeşil, siyah ya da ela olmasını sağlayan birer enzim veya protein vardır ve bunların herbirini ayrı bir gen kontrol eder." Aynı şekilde, "insanın derisinin kömür gibi siyah, ya da süt gibi beyaz olmasını sağlayan ayrı ayrı genler vardır." Doğru mu?*

* Sorunuzda doğru noktalar var, fakat eksik noktalar da var. Önce şunu belirteyim: Bazı genler, tek bir enzim veya tek bir protein üretir. Diğer bazı genler de, birden fazla enzim veya protein üretirler. Ancak, üretilen bu enzim ve proteinler, sonuca gitmeden önce birbirleriyle etkileşerek, değişik ara sonuçların ortaya çıkmasına yol açarlar. Onun için, çoğu durumda "şu karakter, doğrudan doğruya şu genin bir sonucudur" diyemiyoruz. Tek bir genin kontrolü altında bulunan karakter sayısı, çok çok azdır. Karakterlerin çoğu, özellikle bitki ve hayvanlarda ekonomik önemi olan karakterlerin çoğu, bir değil birçok genin kontrolü altında bulunmaktadır. Sandığımızın aksine, insandaki göz rengi, bir değil, birkaç genin kontrolü altındadır. Bunların, bir insanda bulunuş şekline bağlı olarak, insanın göz rengi değişik tonlarda olabilir. Aynı şekilde, insanın deri renginin, beş ayrı gen çiftinin kontrolü altında olduğu ortaya çıkmıştır. Bu genlerin bir insanda bulunuş şekline, sıralanış şekline bağlı olarak, farklı bireylerde farklı tonlarda deri rengi ortaya çıkar. Örneğin, bir Afrika insanında koyu rengi yapan genlerin bulunuş oranı daha fazladır ve bu yüzden koyu renkli derisi olan insan orada daha çoktur. Bir Kuzey Avrupa insanı için de bunun tersi geçerlidir.

* *Genlerin nasıl iş yaptıklarını, bir canlının karakterini veya özelliğini nasıl kontrol ettiklerini, bir benzetme yaparak açıklamamız olanaklı mı?*

* Evet, evet mümkün. Örneğin futbolla. Futbolcular ile gen arasında çok güzel bir benzetme yapabiliriz. Bir milli maçı düşünelim. İki ayrı takım çıksın ve bu iki takımın karşılaşımını bir canlı varsayalım. Bu iki takımın ortaya koyduğu oyun da, bu canlının faaliyeti, işlevi olsun. Oyunda atılan her gol bir sonuç olsun. Yani, oyunda atılan her gol, canlının bir karakteri, bir özelliği yerine geçsin. Takımlardaki her bir futbolcuyu, ayrı bir gen olarak düşünelim. Her bir futbolcunun sergilediği oyun, verdiği pas da, bir genin ürettiği enzim veya protein yerine geçsin. Sahada, birbirinin karşıtı olan, birbirinin benzer işi yapan iki futbolcu vardır. Yani, her biri ayrı takımlara ait olmak üzere iki kaleci, iki sağ bek, iki sol bek, vb... vardır. Yani, oyunda toplam onbir çift oyuncu vardır. Bu durumda, oyunu bir canlıya benzetirsek, bu canlının bünyesinde onbir çift gen bulunmaktadır. İsterseniz takımlardan birini "ana" tarafından gelen gen grubu, diğerini de "baba" tarafından gelen gen grubu olarak düşünebiliriz. Canlının karakterleri (oyunda atılan her gol), bu onbir çift genin faaliyetleri sonucunda ortaya çıkacaktır.

Şimdi diyelim ki, bizim milli takımın kalecisi uzun bir degajman yapıyor ve top hiç kimseye değmeden, doğrudan doğruya karşı kaleye girip gol oluyor. Böyle tek bir genin kendi başına sonuca gitmesi, yani doğrudan doğruya bir karakteri ortaya çıkarması, bizim kalecinin rakip kaleye gol atması kadar nadir bir olaydır. Bunun için, tek bir genin tek bir karakteri kontrol etmesi olayı çok az rastlanan bir olaydır.

Bu kez başka bir gölü düşünelim: Kalecimiz degajmanını yaptı, topu Rıdvan kaptı, bir iki çalım atıp pası Tanju'ya verdi ve Tanju da gölü attı. Dikkat ederseniz burada sonuca üç oyuncunun katkısıyla ulaşılmıştır. Bunun gibi, canlılardaki birçok özellik de, iki, üç veya daha fazla genin katkısıyla ortaya çıkmaktadır.

Bilindiği gibi, her gol kolayca ortaya çıkmaz. Takımın değişik oyuncularını birbirlerine değişik pozisyonlarda değişik paslar verirler. Bu pasların çoğu, karşı takımın oyuncuları tarafından engellenir. Rakip takımların oyuncuları arasında, değişik şekillerde etkileşimler olur. Bazı oyuncuların belirli bir gole olan katkısı daha fazladır. Bazı gollere, karşı takımın zayıf bir oyuncunun hatası yüzünden ulaşılır. Oyunda, her oyuncunun belirli bir rolü vardır. Eğer bizim takımın oyuncularından biri veya birkaçı, karşı takımın aynı pozisyonlarda oynayan oyuncularından zayıf

ise, o zaman, karşı tarafın sonuca gitme ihtimali daha fazla olur. Karşı takımın oyuncularının baskın çıkması durumunda, gol, müspet yönde değil, menfi yönde (bizim istemediğimiz şekilde) ortaya çıkar. Canlılardaki özelliklerin ortaya çıkmasını da bu benzetme çerçevesinde daha iyi kavrayabiliriz. Bir canlıda bazı genler çekinik(resesif) olabilir. Bu çekinik genlerin ürettiği enzim veya proteinler, canlıdaki baskın (dominant) genlerin ürettiği enzim veya proteinler tarafından etkisiz hale getirilir. Dolayısıyla, bir karakterin ortaya çıkması, baskın genin etkisiyle (eğer varsa) ortaya çıkamamış, ya da baskın genin yokluğu durumunda, ters yönde ortaya çıkmış olabilir.

** Bu benzetme, çoğumuzun futbolsever olduğu bir ortamda, bir canlıdaki genlerin çalışma şekline bir açıklık getirdi. Peki, oyunun deplasmanda oynanıp oynanmaması da sonuca etki yapıyor. Bunu "Çevre" etkisi olarak mı değerlendirebiliriz?*

** Tabii, takımların oyuncu kompozisyonu dışındaki her faktörü bir çevre faktörü olarak yorumlayabiliriz. Futbolcuların kendi sahasında oynayıp oynamaması, oyundan önce etkin antrenmanlar yapıp yapmamaları, yine oyundan önce özel yaşamlarını spor adamlığı kurallarına uygun bir şekilde düzenleyip düzenlememeleri gibi birçok faktörü, çevre faktörü olarak düşünebilirsiniz. Asıl potansiyel, takımlardaki oyuncuların kalitesindedir. Ama, çevredeki bazı faktörler, sonucun şu veya bu şekilde ortaya çıkmasında biraz etkili olur. Bunun gibi, bir canlının da asıl potansiyeli, taşıdığı genlerindedir. Çevre faktörleri bu potansiyele ancak yön verir.*

** Aynı insan, bebek iken başka, genç iken başka, yetişkin ya da yaşlı hale gelince başka oluyor. Aynı şeyi bitkiler için de söyleyebiliriz. Bir çamın fidecik halinde iken yaprakları, kabuğu başka, yaşlanınca başka oluyor. Bunu nasıl açıklarsınız? Canlı büyüyünce genleri mi değişiyor?*

** Bu ve benzeri olaylarda, "gelişim genetiği" ile ilgili değişmeler söz konusu. Daha önce, bir insan hücresinde yaklaşık 100.000 gen var demiştik. Bu genlerin hepsi de aynı anda çalışır durumda değildir. Canlının gelişim çağlarına bağlı olarak, bazı genler erken yaşlarda çalışır ve sonra dururlar. Canlının yaşı ilerledikçe, diğer bazı genler devreye girer ve onlar çalışmaya başlar. Daha sonra onlar durur, başka genler çalışma-*

ya başlar. Böylece, aynı canlı, farklı gelişim devrelerinde farklı enzim ve proteinler üretir, farklı işlevler yapar ve farklı görünümler alır. Özet olarak belirtirsek, bir canlının genç ve ileri yaşlardaki genotipi (genetik yapısı) aynıdır; fakat gelişime bağlı olarak farklı yaşlarda farklı genler çalışmaktadır. Tabii şunu da belirtmeliyim: Genlerin birçoğu da, başlangıçtan itibaren, bütün gelişim devrelerinde durmadan çalışır vaziyettedir. Yaşlanma olayının da, özellikle bu çeşit genlerin "yorgun" düşmesinden, kod sırasının bozulmasından ve belirli yaştan sonra fonksiyonlarını yerine getirememelerinden ileri geldiği sanılmaktadır.

** Sayın Profesör Işık, genler hakkında verdiğiniz bu temel bilgiler için, ÇEVRE ve ORMANCILIK dergisi okurları adına teşekkür ederiz. Başka bir söyleşide, uygulamaya ilişkin bazı genetik konuları bu temel bilgilerin üzerine bina edilmiş şekilde tartışmak üzere, sizi dergimize yine konuk etmek isteriz.*

** Teşekkür ederim. Gelecek sefer, değerli okurlarınıza, "Orman Gen Kaynaklarımız, Genetik Kirlenme ve Genetik Erozyon" üzerinde bilgiler sunmayı mutlu bir görev sayarım.*

BİTKİLERİN EVRİMİ

İlk Bitkiler

Profesör Barghorn eski dönemlerde yaşamış bitki kalıntılarını (fosilleri) arıyordu. Bir gün Güney Afrika'da bulduğu çok eski kaya parçalarını laboratuvarına getirip özenle temizledi. Hazırladığı örnekleri duyarlı mikroskoplar altında incelerken, bugünkü bakteri ve mavi-yeşil alglere benzeyen bazı fosiller gördü. Barghorn çok heyecanlanmıştı. Çünkü bu fosiller, bitkilerin 3.2 milyar yıl önce yaşamış olan en eski atalarının kalıntılarıydı (Şekil 1).

Üç milyar yıl önce yaşayan bitkiler bir tek hücreden oluşuyordu. Hücre içinde bulunan yeşil renkli maddeler yardımıyla güneş ışınlarından aldıkları enerjiyi kullanarak, kendi besinlerini kendileri yapabiliyordu (fotosentez olayı). İlk bitkiler bu özellikleri, dünyanın ortaya çıkışından o zamana kadar geçen, 1.0 ya da 2.0 milyar yıl içinde kazanmışlardı. Fotosentez yapabilme yeteneğinin ortaya çıkması, hem bitkiler, hem de bitkileri yiyerek geçinen tüm öteki canlılar için önemli bir olaydı.

O zamanki yeryüzünün ilk atmosferi içinde oksijen gazı yoktu. Güneşten yayılan öldürücü ışınlar, atmosferden kolayca geçiyor, suların beş-on metre derinliklerine kadar bile girebiliyordu. Bu yüzden ilk bitkiler durgun sularda, öldürücü ışınların geçemeyeceği ve fakat ışığın görülebileceği kadar derinliklerde yaşayıp geliştiler.

Seks Ortaya Çıkınca

Günümüzden bir milyar yıl kadar önce yaşamış olan bitkilerin ilk kalıntıları Avustralya'da bulundu. Bu bitkiler bir çeşit **Yeşil Alglerdi**. Daha önceki bitkilerden farklı olarak, hücre içinde çekirdek adı verilen bir yapı bulunuyordu. Hücre içinde bir çekirdek oluşmasıyla, canlının hücre içi düzeninde büyük bir rahatlama oldu. Hücre içindeki parçacıkların yerleşmesinde, hareketinde, görevlerin yerine getirilmesinde ve birbirleriyle olan etkileşimlerinde yepyeni ve etkili düzenlemeler oldu. En önemlisi, bu hücreler birbirleriyle gen alışverişi yapabiliyor; yeni kuşaklarını ortaklaşa gen vererek üretebiliyorlardı. Daha açıkçası, bir hücre düzeyinde de olsa, seks yoluyla (cinsel yolla) üreyebilme yeteneğinin temel özelliklerini kazanmışlardı. Artık, yeni bir yavru yaparken, kendilerinin bir başka kopyasını değil de, eşlerinden gelen genlerin de karışmasıyla, yepyeni bir birey ortaya çıkıyordu. Bu şekilde üremek, ana-babadaki genlerin her yavruda yeniden düzenlenmesini sağladı. Yeniden düzenlenmiş genlerden, yeni yeteneklerle yeni yavrular ortaya çıkıyor, canlı soyunda çeşitlilik artırıyordu. Toplumda çeşitlilik artınca, farklı çevre koşullarında yaşayabilme, yeni yörelere daha iyi uyum yapabilme, sonuçta daha başarılı olma şansları da arttı.

Havada Oksijen Artıyor

Cinsel yolla üremenin ortaya çıkması, evrim olayını hızlandıran önemli bir etken oldu. Nitekim, bu yolla üreme yeteneği kazanıldıktan sonra, denizler, göller, bataklıklar farklı özellikleri olan, pek çeşitli ilkel yapılı bitki ve hayvanlarla doldu. Bu arada, bir hücreli bitkilerden çok hücreli bitkilere geçiş de sağlandı. Çok hücreli bitkilerde, hücreler arası işbölümü oldu. Her hücre grubu, farklı görevleri yerine getirebilmek için şekillendi. Bu işbölümü, tıpkı bir fabrikada değişik görevlerde çalışan işçiler gibi, bitkilerin daha verimli çalışmasını sağlıyordu.

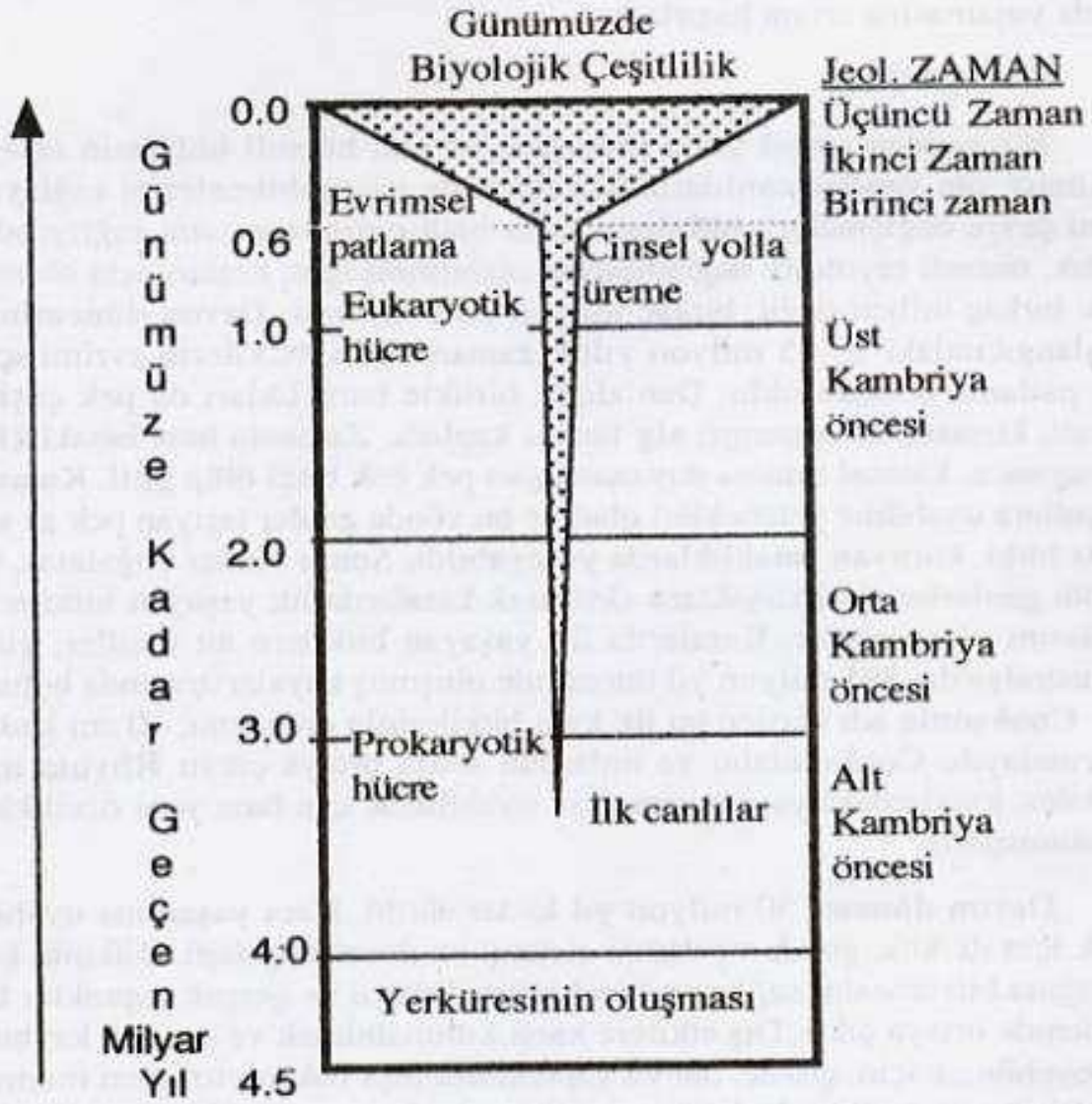
Bu ortam içinde, yeşil algler gittikçe çoğalıp yayıldı. Onların, fotosentez yaparken havaya bıraktıkları oksijen gazı miktarı da zamanla artıyordu. **Silur dönemi** sonunda (günümüzden 400 milyon yıl önce), atmosferdeki oksijen miktarı bugünkünün % 10'u kadar oldu (% 2 oksijen, % 98 öteki gazlar). Bilindiği gibi, bitkilerin ürettiği oksijen, öteki canlıların solunumu ve yaşaması için çok gereklidir. Ayrıca, oksijen ve ondan türe-

yen ozon gazı, güneşten yayılan öldürücü ışıkların büyük bölümünün yeryüzüne ulaşmasını engellerler. İşte yaklaşık 400 milyon yıl önce, havadaki oksijenin ilkin % 2'ye çıkması ve gittikçe artması, bazı canlıların derin sulardan çıkarak önce su yüzeylerinde, sığ sularda ve sonra da karalarda yaşamasına ortam hazırladı.

Karaya Çıkış

Bir yandan cinsel yolla üremenin ve çok hücreli bitkilerin ortaya çıkması, öte yandan canlıların karalarda da yaşayabilmelerini sağlayan yeni çevre değişimleri, bitkilerin daha hızlı evrimleşmesini sağlıyordu. Artık, önemli biyolojik değişmelerin olabilmesi için, başlangıçta olduğu gibi birkaç milyar değil, birkaç milyon yıl yetiyordu. **Devon döneminin** başlangıcındaki 20-25 milyon yıllık zaman dilmi, bitkilerin evrimi için bir patlama dönemi oldu. Denizlerle birlikte bataklıkları da pek çeşitli (yeşil, kırmızı, kahverengi) alg türleri kapladı. Zamanla bazı bataklıklar kuruyunca, karasal ortama dayanamayan pek çok bitki ölüp gitti. Karasal koşullara uyabilme yetenekleri olan ve bu yönde genler taşıyan pek az sayıda bitki, kuruyan bataklıklarda yaşayabildi. Sonra bunlar çoğalarak ve üstün genlerini yeni kuşaklara aktararak karalarda ilk yaşayan bitkilerin atalarını oluşturdular. Karalarda ilk yaşayan bitkilere ait fosiller, yine Avustralya'da, 395 milyon yıl öncesinde oluşmuş kayalar arasında bulundu. **Cooksonia** adı verilen bu ilk kara bitkilerinin en uzununu, 10 cm kadar boyundaydı. Cooksonialar ve onlardan sonra ortaya çıkan **Rhynia** tipi bitkiler, karalardaki yaşam ortamına uyabilmek için bazı yeni özellikler kazanmışlardı.

Devon dönemi 50 milyon yıl kadar sürdü. Kara yaşamına uyabilmek için ilk kök, gövde ve damar sistemi bu devrede gelişti. Bitkinin kalınlığına büyümesini sağlayan kambiyum dokusu ve gerçek yapraklar bu dönemde ortaya çıktı. Dış etkilere karşı korunabilmek ve aşırı su kaybını önleyebilmek için, gövde, dal ve yaprakların dışa bakan yüzeyleri mumsu bir tabakayla örtüldü. Daha önceki dönemlerde yaşamış bitkilere kıyasla, büyük çapta morfolojik, anatomik, histolojik, fizyolojik değişmeler oldu. Artık, bitkiler karalara başarılı bir çıkarma yapmış, daha geniş alanlara yayılabilmek için gerekli aygıtlarla donatılmışlardı.



Şekil 1: İlk canlılar 3.2 milyar yıl kadar önce ortaya çıktı. Evrim, başlangıçta çok çok ağır ilerledi. Canlılar, son 600 milyon yıl içinde çeşitlendiler, çoğaldılar, serpiydiler (Gölge alanın genişliği, jeolojik zaman içinde artan biyolojik çeşitlilik ölçüsünü gösterir) (Weier ve Ark'dan, 1974).

Bu değişmeleri gösteremeyenler ya ilkel durumları koruyup pek az değişikliklerle bugünlere kadar gelebildiler; ya da uygun olmayan çevre koşulları altında doğal olarak ayıklandılar ve soyları yok olup gitti.

"Kara Elmas" Olan Bitkiler

Bundan 345 milyon yıl önce yeryüzünde sıcak, ama nemli ve yağışlı bir iklim egemendi. **Devon döneminde** görülen evrimsel patlama, **Karbon döneminde** en yüksek noktasına ulaştı. Kırk metre boy yapabilen dev yapılı yosunlar, atkuyrukları, tohumlu eğreltiler ve öteki tohumlu bitkiler bataklıkları, sığ suları karaları kaplıyor; çok sık ve geniş ormanlar oluşturuyorlardı. O zamanlarda denizler sığıdı. Yeryüzü üzerinde hafif alçalıp yükselmeler, bu muhteşem ormanların zaman zaman sular ve bataklıklar altında gömülmesine yol açtı. Yeryüzünün alçalıp yükselmesi ve ormanların gömülmesi, milyonlarca yıl aralıklarla, birçok kez tekrarlandı. Bugün "kara elmas" dediğimiz kömürün, doğal gazların ve petrolün çoğu, karbon dönemi denilen bu dönemde yaşamış bitki ve öteki canlıların kalıntılarıdır.

Karbon döneminden sonra gelen ve 50 milyon yıl kadar süren Perm döneminde kıtalar yükselmeye, denizler çekilmeye, çok soğuk ve kurak bir iklim egemen olmaya başladı. Kısa süre içinde (jeolojik anlamda) ortaya çıkan bu ani değişmeler, **Karbon dönemindeki** muhteşem ormanların pek çoğunun soyunun tükenmesine yol açtı. Genetik yönden geçirdikleri değişme hızları, yaşadıkları çevrenin değişme hızına uymadığı için pek çok bitki türü, **Perm döneminde** tükenip gitti. Bu büyük değişme, aynı zamanda yeni bir dönemin, **Mesozoik çağının** (ikinci zaman) başlangıcı oluyordu.

Çamsakızı Kokulu Ormanlar

İkinci zaman başlarında (190 milyon yıl kadar önce), **Perm döneminin** sert iklimi yavaş yavaş ortadan kalkıyor, yerine daha ılıman bir iklim geliyordu. **Karbon dönemindeyken** pek az ve gösterişsiz olan **koni-ferler**, **İkinci zamanda** çeşitlendiler, çoğaldılar. Bugünkü, reçine kokulu ormanların, çamların, sedirlerin, göknarların, lâdinlerin ataları, o zaman yeryüzünde egemen olan bitkilerdi.

Tebeşir dönemi başlarında (120 milyon kadar yıl önce), yeryüzü üzerindeki değişmelerle birlikte koniferlerin çeşit ve sayısında azalma oldu. Kimilerinin soyu tükendi. Kimileri de yeni yurtlarında yeni değişmelere uğrayarak değişik yönlerde evrimleşmeyi sürdürdüler ve bazı değişikliklerle soylarını bugünlere kadar sürdürdüler.

Gül ile Bülbül

Doğada, her boşluğun yerini yeni olaylar, yeni varlıklar doldurur. Bu kez, azalan koniferlerin yerini, daha önceki dönemlerde çok az sayı ve çeşitle varlıklarını sürdüren çiçekli bitkiler (**Angiosperm**'ler) aldılar. Bugünkü meşe, ceviz, kestane ve meyve ağaçlarının çoğunun ataları, son 50-60 milyon yıl içinde ortaya çıkıp çeşitlendiler; değişik ortamlara yayılıp serpildiler.

Çiçekli bitki türleri çeşitlenip çoğalırken, kuşlar ve böcekler de onlara bağlı olarak evrimleşip çoğaldılar. Bülbül ile gülün serüveni ilk kez o zamanlar başladı. Arılar ve çiçekler taa o zamanlar kucaklaşmaya başladılar. Bitkiler onlara meyve, tohum, bal verdi. Onlar da bitkilerin tohumlarını, çiçek tozlarını taşıdılar, yaydılar. Bir bakıma, kuşlar böcekler ve çiçekli bitkiler ortaklaşa evrimleştiler. Evet, "doğanın ağzı ve pençeleri kanlıydı"; doğada bitmez tükenmez amansız bir kavga vardı. Ama, bazı canlılar arasında örnek sayılabilecek pek çok işbirliği de sürüp geldi.

Bugün, yeryüzünün çeşitli yerlerinde çiçekli bitkilerin atalarına ait pek çok fosil bulunmuş ve bulunmaktadır. Profesör Kasaplıgil, Güvem Köyü (Kızılcahamam) çevresinde yaptığı çalışmalarda, bugün yörede yaşamakta olan bitkilerin atalarına ek olarak, kestane, incir, manolya, günlük ağacı gibi artık yörede bulunmayan bitkilerin de, günümüzden 15 milyon yıl önce, o çevrede yaşadığını belirtiyor. Güvem Köyü fosillerinin bir bölümü Tabiat Tarihi Müzesinde (MTA-Ankara) sergilenmektedir.

Buzul Çağı ve Otsu Bitkiler

Tertiar dönemi sonlarına doğru yeryüzü iklimi soğumaya başladı. Sonunda, günümüzden üç milyon yıl önce **büyük buzul çağı (Pleistosen)** başladı. Amerika ve Avrasya kıtalarının kuzey bölümleri ile yüksek dağları buzullar kapladı. Birkaç yüzbin yıllık aralıklarla, birbiri ardından gelen dört buzul devri yaşandı. Son buzul devri günümüzden onikibin yıl öncesine kadar sürdü.

Buzul Çağı'nda, çevrede büyük ve hızlı değişimler oldu. Kuzey Yarımküresinde yaşamakta olan birçok bitki ve hayvan türünün soyu tü-kendi. Hızlı çevre değişmelerine, genetik yönden hızla değişip uyamayan toplumlarda, yeterli çeşitlilik bulunmayan birçok tür ayıklandı, yok olup gitti. Öte yandan, çevredeki değişmelere genetik değişimler (mutasyon-lar) yaparak uyum sağlayabilen (ve eskilerden farklı olan) pek çok yeni bitki türü ortaya çıktı. Çiçekli bitkiler içinde evrimleşen ve çok farklı or-tamlara uyum sağlayabilen bu bitkiler, otsu bitkilerdi.

Otsu bitkilerin çoğu, tohumdan filizlenince birkaç ay içinde büyür, gelişir ve tekrar tohum verirler. Sert çevre koşulları altında gövde ve yap-raklar ölse bile, iyi korunan tohumlar ve toprak altındaki organları, uygun olmayan mevsimleri zarar görmeden geçirir, gelecek büyüme mevsimin-de yeniden filizlenip büyürler. Bu özellikleriyle otsu çiçekli bitkiler, Ek-vatordan Kutuplara, deniz kıyısından dağ doruğuna, göl ve sazlıklardan kurak çöller kadar uzanan farklı ortamlara üstün uyum esnekliği göste-rirler. Sonuç olarak, evrim süreci içinde bu avantajlardan yararlanarak çok çeşitli otsu türler ortaya çıktı. Her biri çoğaldı, serpildi. Bugün insan-lara sebze, tahıl, ilaç, giysi, süs... olan bitkilerin çoğunun ataları, son iki milyon yıl içinde, Buzul Çağının yarattığı çalkantı ortamında, fırsatları değerlendirip ortaya çıktılar.

Sonuç

Doğal yollarla bitkilerin başından geçen evrimsel olaylar böyle ol-du. Görüldüğü gibi, 395 milyon yıl öncesine kadar çok ağır evrimleştiler. O zaman, çoğu bir hücreli olan ALGLER egemendi. Bundan 260 milyon yıl öncesine kadar, İLKELE DAMARLI BİTKİLER'den oluşan Karbon devri ormanları geniş alanlar kaplıyordu. Ondan sonra gelen 125 milyon yıl boyunca KONİFERLER saltanat sürdü. Bugün ise yeryüzü üzerinde gerek çeşit, gerekse alan bakımından ÇİÇEKLİ BİTKİLER egemen.

Bugün yeryüzünün yeşil kaplı yorganını, nakış nakış süsleyen 550.000'den fazla bitki türü var. Kimi sulara, kimi karalarda yaşıyor. Kimi yalnızca bir, kimi pek çok hücreli. Yaklaşık 250.000 kadarı çiçekli bitki türü, 11.000 kadarı eğrelti türleri. Koniferlerin yalnızca 500 kadar türü kaldı. Anadolumuz doğal bitki çeşidi bakımından yeryüzünün en zengin yerlerinden biri. Bugün ülkemiz sınırları içinde 9.000'den fazla do-

ğal bitki türü var ve bunların da yaklaşık 3.000 tanesi yalnızca Anadolu'ya özgü. Evrim, hâlâ hiç durmadan sürüp gidiyor. Biz insanların bitki evrimine yapabileceği en büyük katkı, milyonlarca yıl ötesinden günümüze kadar gelen zengin genetik kaynakları ve genetik mirası, onların doğal çevresini bozmadan sürdürülebilmek...

BİTKİLERİN EVCİLLEŞTİRİLMESİ VE EVCİLLEŞTİRME AÇISINDAN EGZOTİK TÜRLER(*)

Yabancı (egzotik) türler⁽¹⁾ konusunda, tarla bitkileri ıslahının tarihçesinden alacağımız pek çok dersler vardır. Bu nedenle yabancı tür orman ağaçlarını ve bu türlerin ıslahıyla ilgili değişik sorunları incelerken, tarla bitkilerinin binlerce yıldan beri geçirdikleri evcilleştirme aşamalarını yakından tanımakta yarar vardır.

Evcilleştirme nedir? Niçin evcilleştirme?

Bilindiği gibi bitkiler, yaprakları aracılığıyla birçok madde üretmekte, bu maddeler arasında proteinler, yağlar, vitaminler, nişasta, selüloz, lignin, tanen, reçine gibi çeşitli kimyasal maddeler bulunmaktadır. Hiçbir bitki taşıdığı bu maddeleri, insanlara bir lütuf olsun diye üretmemektedir. Bu maddelerin herbiri, bitkinin kendi yaşamını ve neslini sürdürmesi için kesin görevler yapmaktadır. Ancak insanoğlu da yaşamak ve neslini sürdürmek için bitkilerin ürettiği maddelere ihtiyaç duymaktadır. İhtiyaç duydukları maddeleri en çok üreten bireyleri, ırk ve türleri

(*) Bildiri: Türkiye'de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Simpozyumu 21-26 Eylül 1981, Keşken-İzmit (OGM, Ankara, 1982) ss: 249-254

(1) Siyasal sınırlara bağlı olmaksızın, bir bölgede doğal olarak yetişmeyen bir bitki türü, o bölge için yabancı (egzotik) tür sayılır.

bulup seçmek, onları çoğaltmak insanın kendi sorumluluk alanına girer. İşte **evcilleştirme**, insanın ihtiyaç duyduğu özelliklere sahip olan canlıların kuşaklar boyu seçilmesi, bir sonraki kuşağı oluşturacak bireylerin seçilen bireylerden üretilmesi ve bunların özel bakım koşulları altında yetiştirilmesi olayıdır. Kuşaklar boyu süren "seçme" ve seçilenler arasında "yeniden seçme" işlemleri sonucunda evcilleştirilmiş bir türün gen havuzu (genlerin toplamı) başlangıçtaki yabani populasyonlardan birçok özellikler bakımından farklılaşmaktadır.

İnsanoğlu birçok tarla bitkisinin evcilleştirilmesine bundan 8-9 bin yıl öncesinde başlamıştır. O zaman insanlık için en önde gelen ihtiyaç, yiyecek maddeleri olduğu için besin değeri daha yüksek olan bireylerin evcilleştirilmesine öncelik tanınmıştır. Bitkilerde yüksek oranda besin maddesi taşıyan organlar, kökler, yapraklar, meyve ve tohumlar olduğu için de tarla bitkilerinde ilk evcilleştirme ve seçim işlemi bu organlar üzerinde yoğunlaşmıştır.

Daha sonraki devirlerde besin değeri karakterine ek olarak, özellikle 18'inci yüzyıldan itibaren, bazı tarla bitkileri (pamuk, keten, kauçuk gibi) verdikleri endüstriyel ürünlere göre seçilmeye ve evcilleştirilmeye başlanmıştır.

Yirminci yüzyılın ikinci yarısından sonra, evcilleştirilen bitkiler kervanına orman ağaçları da katılmıştır. Artan dünya nüfusu, odun ve selüloza hızla artan oranda duyulan ihtiyaç ve orman alanlarının gittikçe daraltılması gibi olaylar, orman ağaçlarının da evcilleştirilmesini, istenilen özellikler gösteren, birey, ırk ve türlerin seçilip, özel bakım koşulları altında geniş alanlarda yetiştirilmesini zorunlu kılmıştır. Orman ağaçlarında evcilleştirilmeye konu olan bitki organı, tarla bitkilerinde olduğu gibi kök, yaprak meyve ve tohumlar değil, ağacın gövdesi olmaktadır. İstenilen bitki özelliği de protein, nişasta veya şeker değil, lignin ve selüloz, yani odundur.

Tarla bitkilerinde evcilleştirme aşamaları

Tarla bitkilerinin bugünkü ıslah edilmiş ırk ve türleri ortaya çıkıncaya kadar geçen aşamaları, başlıca dört devreye ayırarak inceleyebiliriz.

1) Yabani bitkiler devresi: Bu devre 8-9 bin yıl öncesinden daha eski olan zamanları kapsar. Bu devredeki insan toplumları, avcılık ve toplayıcılıkla geçinen toplum tipindedir. Besin ihtiyaçlarını avladıkları hayvanlardan ve topladıkları yabancı bitkilerin yenilebilen kök, gövde, meyve ve tohumlarından karşılamaktadır (1). Oduna ise ancak yakacak olarak ve bazen barınak yapmak için ihtiyaç duymakta, fakat onun hiçbir sıkıntısını çekmemektedirler.

Yenilebilen bitki organlarını çok geniş alanlarda tek tek arayıp bulmak, bu işlemi hergün, her mevsim ve her yıl tekrarlamak, bu neolitik çağ insanları için büyük bir sorun olmaktaydı. Bu nedenle, kendileri için en çok ve en kaliteli besin veren yabancı bitkilerin bulunduğu yerleri öğrenmeye, onları ve onların fidanlarını korumaya ve onlara kutsal birer varlık gibi bakmaya başladılar. Bugün Anadolu insanı arasında buğdaya kutsal gözle bakılması, yerde görülen bir ekmek parçasının saygıyla alınıp, bir kenara konulması, buğdayın anavatanı olan Anadolu'da, taa o çağlardan gelme bir geleneğin sonucu olabilir.

2) Bilinçli seçim devresi: Avcılık ve toplayıcılıkla geçinen toplumların bir bölümü, zamanla, tarımla uğraşan toplum tipine doğru gelişmişler; 5-6 bin yıl önce yeryüzünün bazı bölgelerinde ilk tarım toplumları oluşmaya başlamıştır. Bu arada faydalı sayılan çeşitli bitki ırk ve türleri, ufak çaptaki ilk tarla ve bahçelerde büyütülmeye başlanmıştır (2). Bir arada büyütülen farklı ırkların ve akraba türlerin kendi aralarında doğal olarak melezlenmeleriyle yeni yeni tipler ortaya çıkmıştır. Bir yörede ortaya çıkarılan üstün bir varyete, başka yörelere de götürülüyor, yeni bölgelerde yeni çevre koşulları altında ekiliyordu. Yeni bölgelerdeki doğal seçim ve belki de yeni doğal melezlenmeler sonucu başka yeni varyeteler ortaya çıkıyordu.

Onbeşinci, 16. ve 17. yy.'larda, deniz aşırı yolculukların ve keşiflerin hızlandığı çağlarda, Amerika, Afrika ve Avustralya kıtaları, Avrupalılar tarafından ziyaret ediliyor, bu yörelerde yeni kolonilerin çevresinde anavatanından getirilen bitkilerin tohumları ekilip dikiliyor, yeni kolonilerden de anavatanına birçok yeni bitki türü götürülüyordu (3).

Onsekizinci yy.'da doğa bilimcileri ve seyyahlar, gezdikleri ülkelerden yeni bitki örneklerini getirerek, arberatumlarda, park ve bahçelerde

florayı zenginleştiriyorlardı. Özellikle Avrupa'nın çeşitli ülkelerinde birçok soylu aileler, süs bitkilerine ve bu arada egzotik türlere büyük ilgi duyuyordu. Sırf bu amaçla denizaşırı ülkelere özel donanmalar ve araştırma ekipleri gönderiliyor, Avrupa'daki saray ve malikanelerin bahçeleri, dünyanın dört bir yanından gelen farklı bitki türleri ile süsleniyordu. Bu arada Osmanlı İmparatorluğu'nda da lale bitkisi, bir çağa adını bile veriyordu.

Bu devre egzotik türler için bir çeşit sınama-yanılma devresiydi. Hangi bitki türünün nerede yetişebileceği konusunda bugün bizim sahip olduğumuz biyocoğrafik, iklimsel ve edafik bilgiler yeterince yoktu. Binlerce çeşit bitki türü yy.'lar boyu bir ülkeden başka bir ülkeye, bir yöreden başka bir yöreye taşınmış, bu arada birçok egzotik tür getirildikleri yörelerde başarılı olamamışlardır. Pek az sayıdaki egzotik tür çeşidi ise, yeni yurtlarında kuşaklar boyu ve yüzlerce yıl süren bir doğal seleksiyona uğramışlardır. Doğal seleksiyon yapay seleksiyonla da desteklenerek, bazı egzotik türlerden belirli yörelere başarılı uyum yapan yeni ırklar ortaya çıkmıştır. Böylece birçok tarla bitkisi türünün, yeryüzünün farklı bölgelerinde farklı ırkları meydana gelmiştir. Örneğin buğday bitkisinin gen merkezi ve anavatanı Ortadoğu Bölgesi olduğu halde, bu bitkinin egzotik olarak yetiştirildiği diğer yörelerde yüzlerce yıl süren hem doğal hem de yapay seleksiyon sonucu, her bir yöreye ve her bir mevsime uyum yapan farklı buğday ırkları gelişmiştir (4).

3) Ondokuzuncu yüzyılda evcilleştirme: Ondokuzuncu yy., bilimde etkili teorilerin ortaya atıldığı bir devirdir. Thomas Malthus (1766-1834), nüfus ve yiyecek artışı arasındaki ilişkiyi belirten teorisini bu yüzyılın başlarında ortaya attı. Malthus'a göre dünya nüfusu hızla çoğalırken, besin üretimi çok ağır artıyordu.

Malthus teorisi ve buna bağlı olarak gelişen ekonomik görüşler, 19'uncu yy. da bitki ıslahına hız verilmesinde ve önemli verim artışı sağlanmasında etkili oldu. Bu arada tarımsal kimyanın babası sayılan ünlü Alman bilgini Justus Van Liebig (1803-1873) de mineral elementlerin bitki beslenmesinde oynadığı rolü keşfetmiş, yapay seçime dayalı ıslah, bu buluşlarla daha da hızlanmıştı. Charler Darwin (1809-1882), 1868'de yayınladığı bir kitabında, tarla bitkilerinin ve evcil hayvanların ıslahında yapay seleksiyonun önemini vurguluyordu. Böylece 19'uncu yy.'daki ev-

cilleştirme olayları hem ekonomik hem de bilimsel temellere dayalı olarak ilerliyordu. Ancak, genetik bilimi henüz yoktu. Ondokuzuncu yy. sonları ve 20'inci yy. başlarında yapay seçim hızlanmış, seçimde en önemli karakter olarak da yalnızca "yüksek verim gücü" dikkate alınır olmuştu. Bu işlemi yaparken de, başka karakterler bakımından değerli genleri taşıması muhtemel olan birçok birey elimine ediliyordu. Daha doğrusu genetik taban bilmeden daraltılıyor, eldeki stoğun genetik kalitesi düşürülüyordu. Aynı hata daha önceki devrelerde de, ama başka şekillerde asırlar boyu yapılagelmişti. Sonuç olarak tarla bitkilerinin yabani atalarında mevcut olan birçok değerli gen, bugünkü stoklarda kaybedilmiş durumdadır. Böyle bir durum ise ilgili tür ve ırkların, belirli ve dar standartlar dışındaki çevre koşullarına olan uyumunu ve dayanıklılığını azaltmaktadır (5).

4) Genetik bilimin doğmasından sonra evcilleştirme: Mendel Kanunlarının 1901'de yeniden bulunmasından sonra, genetik bilimi hızlı bir gelişim devresine girdi. Genetik biliminin sağladığı yapay seçim, melezleme ve mutasyon yöntemleriyle, daha kısa sürede daha çok verim yapabilen tiplerin elde edilmesi düzeyine ulaşıldı. Bu çalışmalarda özellikle yabancı orijinli türler önemli bir rol oynamaktaydı. Artık ıslahçı rasgele olarak değil, çalışmalarını belirli türler üzerinde belirli bir plana bağlıyor, belirli bir süre sonra ne kadar bir genetik kazanç sağlayacağını tahmin edebiliyordu.

Seleksiyon teorisi hızla gelişiyor (6), daha önceki devrelerde yapılan genetik yanlışlıkların onarılmasına çalışılıyordu. FAO, MAB ve IBP gibi uluslararası kuruluşlar aracılığıyla evcil türlerin yabani atalarının halâ bulunduğu yörelerde biyogenetik rezerv alanları kurulmaya başlandı (7). Dünyayı beslemede önde gelen bitkiler için gen bankaları kuruldu ve yabani atalarda bulunan bazı kıymetli genlerin yapay melezlemelerle evcil stoklara aktarılması yollarına girildi. Bitki ıslahında kantitenin artırılması yanında kalite ıslahına da ağırlık verildi. Protein, yağ, vitamin özellikleri, gübrelemeye tepki, depolamaya ve uzun mesafelere taşımaya, böcek ve mantar hastalıklarına ve hatta kirli havaya dayanıklılık gibi daha birçok bitki özelliği, evcilleştirmede dikkate alınır oldu.

Yirminci yy'ın ikinci yarısında bir yandan genetik ıslah, öte yandan tarımsal teknoloji sayesinde besin maddeleri üretiminde olan artış nede-

cilleştirme olayları hem ekonomik hem de bilimsel temellere dayalı olarak ilerliyordu. Ancak, genetik bilimi henüz yoktu. Ondokuzuncu yy. sonları ve 20'inci yy. başlarında yapay seçim hızlanmış, seçimde en önemli karakter olarak da yalnızca "yüksek verim gücü" dikkate alınır olmuştu. Bu işlemi yaparken de, başka karakterler bakımından değerli genleri taşıması muhtemel olan birçok birey elimine ediliyordu. Daha doğrusu genetik taban bilmeden daraltılıyor, eldeki stoğun genetik kalitesi düşürülüyordu. Aynı hata daha önceki devrelerde de, ama başka şekillerde asırlar boyu yapılagelmişti. Sonuç olarak tarla bitkilerinin yabani atalarında mevcut olan birçok değerli gen, bugünkü stoklarda kaybedilmiş durumdadır. Böyle bir durum ise ilgili tür ve ırkların, belirli ve dar standartlar dışındaki çevre koşullarına olan uyumunu ve dayanıklılığını azaltmaktadır (5).

4) Genetik bilimin doğmasından sonra evcilleştirme: Mendel Kanunlarının 1901'de yeniden bulunmasından sonra, genetik bilimi hızlı bir gelişim devresine girdi. Genetik biliminin sağladığı yapay seçim, melezleme ve mutasyon yöntemleriyle, daha kısa sürede daha çok verim yapabilen tiplerin elde edilmesi düzeyine ulaşıldı. Bu çalışmalarda özellikle yabancı orijinli türler önemli bir rol oynamaktaydı. Artık ıslahçı rasgele olarak değil, çalışmalarını belirli türler üzerinde belirli bir plana bağlıyor, belirli bir süre sonra ne kadar bir genetik kazanç sağlayacağını tahmin edebiliyordu.

Seleksiyon teorisi hızla gelişiyor (6), daha önceki devrelerde yapılan genetik yanlışlıkların onarılmasına çalışılıyordu. FAO, MAB ve IBP gibi uluslararası kuruluşlar aracılığıyla evcil türlerin yabani atalarının halâ bulunduğu yörelerde biyogenetik rezerv alanları kurulmaya başlandı (7). Dünyayı beslemede önde gelen bitkiler için gen bankaları kuruldu ve yabani atalarda bulunan bazı kıymetli genlerin yapay melezlemelerle evcil stoklara aktarılması yollarına girildi. Bitki ıslahında kantitenin artırılması yanında kalite ıslahına da ağırlık verildi. Protein, yağ, vitamin özellikleri, gübrelemeye tepki, depolamaya ve uzun mesafelere taşımaya, böcek ve mantar hastalıklarına ve hatta kirli havaya dayanıklılık gibi daha birçok bitki özelliği, evcilleştirmede dikkate alınır oldu.

Yirminci yy'ın ikinci yarısında bir yandan genetik ıslah, öte yandan tarımsal teknoloji sayesinde besin maddeleri üretiminde olan artış nede-

tür, bazı güney yarımküre ülkelerinde çok başarılı olmuştur. Örneğin, Avustralya'ya ilk olarak 1850'lerde dikilmiş, aradan ancak 100 yıl geçtikten sonra da 1959'dan itibaren planlı bir şekilde deneme plantasyonlarına geçirilmiştir (10). Bugün bu çam türü Avustralya ve Yeni Zelandada ormancılığında baş sırayı almaktadır.

Görüldüğü gibi orman ağaçlarının evcilleştirilmesi olayı, tarla bitkilerine kıyasla çok yeni başlamıştır. Orman ağacı ıslahçıları bu bakımdan şanslı sayılırlar. Çünkü orman ağaçlarının hemen her türü, bugün yabani durumdadır. Doğal populasyonlar genetik taban bakımından zengindir ve çok çeşitli genlerle yüklü bulunmaktadır. Orman ağacı ıslahçısı evcilleştirmeye ve tür seçimine böyle zengin bir genetik stok ile ve genetik biliminin ışığı altında başlamaktadır. Tarla bitkileri üzerinde geçmişte yapılan genetik hatalar, orman ağaçları üzerinde tekrarlanmamalıdır. Başka bir deyişle ağaç ıslahçıları rasgele ve el yordamıyla bir seleksiyon değil, genetik ve bazı çevre bilimlerinin ışığı altında belirli bir evcilleştirme planı uygulamalıdır. Bu planın ilk basamağı da orijin denemeleri, daha geniş anlamıyla egzotik türlerin denenmesi aşamasıdır.

Çıkarılacak sonuçlar

1) Genetik bilim dalının ve tarımsal biyoteknolojinin katkısı ile orman ağaçlarının istediğimiz karakterler bakımından istediğimiz yönde evcilleştirilmeleri hızlandırılabilir. Ancak bu işlemlerde kısa sürede büyük atılımlar beklememeli, ya da sınırlı bir zaman ve sınırlı bir yöredeki başarısızlıklar nedeniyle büyük hayal kırıklığına uğramamalıdır. Unutulmamalıdır ki tarla bitkilerinin evcilleştirilmesinde bugün ulaşılan başarı, son birkaç bin yıl içindeki birikimlerin bir sonucu olarak meydana gelmiş, son yarım asır içinde de hızlanmıştır.

2) Her bitki türü yayılış alanı içinde belirli bir genetik çeşitliliğe sahiptir. Özellikle geniş alanlarda yayılış gösteren türlerin farklı coğrafik ırkları bulunur. Her ırkın farklı bir uyum değeri vardır. Bu nedenle belirli bir orijine ve belki de dar bir genetik tabana dayalı olan denemelerin başarısızlığı, bütün türün başarısızlığı olarak yorumlanmamalıdır. İlgili türün değişik populasyonlarından (dar yayılış gösteren türlerde en az 3. ge-

niş yayılış gösteren türlerden en az 20 populasyondan) (11) ve her popülasyondan da yeterli sayıda bireyden (10 ile 50 arası) tohum toplanmış olmalıdır (12).

3) Egzotik tür denemeleri geniş kapsamlı planlara bağlanmalı, ekonomik önemde olan ve ümit verici bütün türler plana girmelidir. Denemeler, alıcı bölgede farklı yörelerde ve farklı koşullar altında, bütün orijinler temsil edilmiş olarak kurulmalıdır. Egzotik türler hakkında erken aşamada çok iyimser davranıp, deneme aşamaları sona ermeden geniş sahalarda ağaçlandırmalara geçilmemelidir. Denemelerin kesin sonuçları için ez az bir amaç yaşı (idare müddetli) kadar beklemek gerekir. Eğer egzotik tür hızlı gelişen bir tür ise bekleme süresi 20-30 yıl gibi nisbeten kısa bir süreye inebilir.

4) Başarılı egzotiklerin evrimsel olarak biçimlendiği anavatanı ile egzotik olarak geldiği alıcı bölgenin çevresel faktörleri arasında çoğu kez benzerlikler vardır. Çevre faktörlerine karşı belirli esneklik sınırları içinde tepki gösteren bir tür, yeni bölgede ön adaptasyon sayesinde başarılı olabilmektedir. Bu nedenle egzotik tür transferinde çevresel şartları birbirine benzeyen bölgelere öncelik verilmelidir.

5) Alıcı ve verici bölgelerin çevre koşulları birbirine benzemese bile, bazı egzotikler alıcı bölgede başarılı olabilmektedir. Böyle türler, alıcı bölgenin yeni koşulları altında zamanla doğal seleksiyona uğrayan ve uyum esnekliği fazla olan türlerdir. Ancak bunun için uzun kuşaklar boyu zaman geçmesi, ya da doğal seleksiyonun yapay seleksiyonla desteklenmesi gerekir.

6) Bazı egzotikler, alıcı bölgedeki yerli bir tür ile veya başka bir egzotik tür ile doğal ya da yapay yolla melezlemeler yapabilmekte, bazı başarılı türler de bu melezlemeler sonucu ortaya çıkmaktadır. Orman ağaçları arasında her ikisi de Amerikan türü olan *Pinus rigida* ile *P. taeda*'nın Kore'de yaptığı rigidaxtaeda melezleri, bugün Kore ormancılığında önemli bir yer tutar.

7) Son olarak şu noktayı da belirtmekte yarar vardır. Bir egzotik türün başarılı bir tür sayılabilmesi için, o türün yalnızca hızlı büyümesi yeterli değildir. Türün bakım ve koruma önlemlerinin geliştirilmiş olması, verdiği ürünlerin maksimum düzeyde ve yaygın kullanma alanlarının bu-

lunması gerekir. Kısacası, eğer bir tür, bütün girdi ve çıktılar dikkate alınca ekonomik olarak yetiştirilebiliyorsa, o tür başarılı bir türdür. Özellikle son zamanlarda, bazı makiliklerin (değişik yararları unutulmuş, daha ekonomik olacağı gerekçesiyle) orman alanından tarım alanına dönüştürülmesi söz konusu edilmektedir. Hızlı gelişen ve ekonomik olan egzotik orman ağacı türleri, yalnız fazla odun üretimi sağlamakla kalmayacak, tehdit altında olan orman alanlarını, başka kullanım şekillerine karşı güvence altına da alacaktır.

KAYNAKLAR

1. Sauer, C.O., *Agricultural Origins and Dispersals*, The American Geog. Soc. N.Y., 100 ss. 1952.
2. Braidwood, R.J., "The agricultural revolution". *Scientific American*, 203, 130-148, Sept. 1960
3. Baker, H.G., *Plants and Civilization*. Wadsworth Pub. Co., Belmont, Cal: 194 ss. 1970.
4. Curtis, B.C. ve D.R. Johnston, "Hybrid Wheat". *Scientific American*, 220, 21-29, May, 1969.
5. Frankel, O.H. ve E. Bennett, "Genetic Resources" in: *Genetic Resources in Plants*. IBP Handbook No. II, 7-17, F.A. Davis Co., Philadelphia, 1970.
6. Lerner, I.M., *The Genetic Basis of Selection*. John Wiley and Sons, New York, 298 ss., 1958.
7. Frankel, O.H., "Genetic Conservation in Perspective" in: *Genetic Resources in Plants*. IBP Handbook No. II. 469-489, F.A. Davis Co., Philadelphia, 1970.
8. Brown, L.R., "Nobel Peace Prize: Developer of high-yield wheat receives award". *Science*, 170, 518-519, 1970.
9. Langlet, O., "Regional intraspecific variousness". Proc. XIV IUFRO Congress, 3 (22), 435-438, 1967.
10. Fielding, J.M., "The role of exotic species in forest tree improvement". V. th World Forestry Congress Proc. 742-746, 1960.
11. Wright, J.W., "Tree introduction". *Unasylva* 17 (1), 28-32, 1963.
12. Callahan, R.Z. "Provenance research: Investigation of genetic diversity associated with geography". *Unasylva* 18(2-3), 2-12, 1964.

SÖYLEŞİ

Çevre ve Ormancılık

5(5):37-42, 1989

GEN KAYNAKLARI VE ÇEVRE KORUNMASINDAKİ YERİ

Yeni gelişmekte olan gen teknolojisi yardımıyla, bir türün üstün nitelikteki genleri, yalnızca kendi türünün bireylerine değil, başka türlerin bireylerine de aktarılabilir. Üstün gen, "misafir" olarak bulunduğu "ahçı" birey içinde de, özellikleri bozulmadan, anaç türde gösterdiği karakterlerin aynen ortaya çıkmasını sağlayabiliyor. Bir bakıma her gen, ihtiyaç duyulduğu an, gidip alınabilen ve başka bir canlıda kullanılabilen bir kaynak, bir yedek parça gibi oluyor.

• *Sayın Işık, ülkemizin çeşitli doğal kaynakları var. Bunların bazılarının zengin olmasıyla övünç duyarsınız. Madenlerimiz, akarsularımız, ormanlarımız, su ürünlerimiz... Bunların hepsi birer doğal kaynak. Bir de son yıllarda sık sık, "genetik kaynaklar", ya da "gen kaynakları" sözcüklerini duyuyoruz. Nedir bu "gen kaynakları"?*

• Geçen seferki söyleşimizde (Çevre ve Ormancılık, sayı 5(4) sayfa 27) gen'leri anlatmıştık. Hatırlanacağı gibi genler, her canlı türünde belirli sayıda bulunur; normal koşullarda değişmeden, tür içinde nesilden nesile geçer. Bir canlının ne çeşit bir birey olacağı ya da bir canlının ne çeşit bir özelliğe sahip olacağı hususu, o canlının taşıdığı genlerin çeşidine bağlı. Yani, bir domatesin potansiyel olarak ne kadar ürün verebileceği, ürünün kalitesi, ürünün içindeki vitamin miktar ve çeşidi gibi hususlar, hep belirli genlerin kontrolü altında. Aynı şekilde, bir çam türünün, örneğin kızılçamın, soğuklara, belirli bir böcek hastalığına veya belirli bir mantar hastalığına dayanıklı olup olmaması, belirli fizyolojik ve biyokimyasal olaylara bağlı. Bu olayların herbiri ise farklı farklı ve herbirinin belirli özellikleri olan genlerin kontrolü altında.

İhtiyaç duyulduğu anda, bu genler, aynı türün ırkları ve soyları arasında, belirli bireylerin seçilmesi ve bunlar arasında kontrollü döllenmeler yapılmasıyla, yeni bir düzenlemeye tabi tutulabiliyor. Yeni düzenleme sonunda, yepyeni özellikleri olan yepyeni bireyler meydana gelebiliyor. Bu işlem, bilerek ya da bilmeyerek, uygulanmakta. Bugün dünyayı besleyen bitki ve hayvan ırk ve soylarındaki üstün bireyler, bu şekilde, geleneksel ıslah yöntemleri kullanılarak ortaya çıkarılmıştır. Bugün halâ, özellikle kültüre alınmış bitki türlerinin yabani atalarında mevcut olan bazı kıymetli genler (özellikle hastalıklara dayanıklılığı sağlayan genler), araştırmalar ve kontrollü çaprazlamalar yoluyla "evcil" ırklara aktarılmaktadır.

Son yıllarda yeni bir teknoloji gelişmektedir. Buna özel olarak "gen teknolojisi" deniliyor. Bu konu, genetik ve geniş anlamıyla, "biyoteknoloji" kapsamına giriyor. Gen teknolojisi sayesinde, bir türdeki genler, yalnızca kendi türünün bireyleri arasında değil, başka türlerin bireyelerine de aktarılabilir. Bu gen, "misafir" olarak bulunduğu canlı içinde, eski özelliklerini koruyabiliyor; yani eski anaç türünde ne görev yapıyorsa, değişik bir türe ait olan "alıcı" birey içinde de, anaç türdekine benzer sonuçların, benzer karakterlerin ortaya çıkmasını sağlayabiliyor. Bir bakıma, her gen, ihtiyaç duyulduğu an, gidip getirilebilecek ve başka bir yerde kullanabilecek bir kaynak, bir yedek parça oluyor.

Bu bakımdan, biz canlıları ve canlıların taşıdığı genleri birer doğal kaynak olarak görüyoruz. Üstelik, canlılar, bu genler sayesinde kendi

kendilerini yenileyebilen, kendisinin bir benzerini üretme gücüne sahip olan doğal kaynaklardır. Yetiştirme ortamları uygun olduğu sürece, ürerler, çoğalırlar; madenler gibi, petrol gibi günü gelince tükenmezler.

• *O halde genler, bir türden alınıp başka bir türe takılabilen yedek parça gibi bir şey!*

• Evet, öyle düşünebiliriz. Ayrıca, geçen seferki söyleşimizde, işlev bakımından her geni ayrı bir futbolcuya benzetmiştim. İsterseniz bir geni, hem bir yedek parçaya hem de, bir takımdan başka bir takıma transfer edilen bir futbolcuya benzetebiliriz. Bu futbolcu, örneğin bir forvet oyuncusu ise, aynı görevini, yeni takımında da aksatmadan yerine getirecektir. Ama, bunun için, öncelikle, yeni takımına uyum sağlayabilmesi, hiç bilmediği, daha önce birlikte hiç oynamadığı oyuncuların herbiriyle uyum içinde olması gerekmektedir. Bu durum, genler içinde geçerlidir.

• *Bugün futbol transferleri için epeyce yüksek paralar ödeniyor. Genler için de bir fiyat biçilebilir mi?*

• Burada çok önemli bir fark var. Bir geni, bir futbolcu gibi, istediğimiz herhangi bir takımda bulup transfer edemiyoruz. Belirli bir geni ancak, tabiattaki bir canlıda bulabiliyoruz. Üstün özellikte olan genler, taşıdığı tür içinde, genellikle çevresine uyum yapmış ve yüksek uyum değeri olan genlerdir. Böyle genler ise, milyonlarca yıl boyunca, tabiatın süzgecinden geçtikten sonra, çevresi ile uyumlu bir biçimde ortaya çıkabilmiştir. Bir meslektaşımın dediği gibi; "Her canlı türü, milyonlarca yıllık bir evrimin ürünüdür ve bu ürün, bir Mona Lisa'dan, bir dokuzuncu senfoniden çok daha değerli bir sanat harikasıdır". Dolayısıyla, her gen çeşidi de, ayrı bir tabiat harikasıdır ve milyonlarca yıl ötesinden geçip gelen bu tabiat harikasına, gerçek yönüyle bir değer biçilemez.

• *Mevcut bir genin, parasal bir değer takdir edilemeyecek kadar değerli olduğunu belirttiniz. Peki, konuya değişik açıdan bakalım: Kaybedilmiş bir gen ile kaybettiğimiz parasal değer nedir?*

• Bir türün, ya da bu türün belirli genlerini taşıyan ırklarının nesli tükenmiş ise, artık onun taşıdığı genler ve her bir gendeki nadir molekül düzeni kaybolmuş demektir. O genetik kaynak, bir daha geri gelmemek şartıyla artık yol olmuştur. Bunun parasal değeri, kullanıldığı alandaki

ekonomik kayıplarla ölçülür. Onu bir daha geri getiremiyorsanız ve onun kaybıyla ortaya çıkan ekonomik kayıplar nesiller boyu sürecek ise, bu parasal değer daha da yükselir. İşte, konuyu bilenler, sırf bu yüzden "Aman, kelaynakların soyu tükenmesin" diyor. Sırf bu yüzden, dünyadaki çeşitli uluslararası kuruluşlar, türlerin yaşama ortamlarının bozulmaması, dolayısıyla türlerin soylarının ortadan kalkmaması için çırpınıyorlar. Uluslararası toplantılardaki gürültüler, baskılar bunun için. Dünya bankasının, türlerin neslini tehlikeye sokacak yatırımlara kredi vermeme kararı aldığı öğreniyoruz. Ayrıca, ülkemizdeki "Dalyan" ve "Kablumbağa" olayını da okuyucular yakından izlemişlerdir. Batı Alman Hükümeti'nin Dalyan'daki turistik yatırımlara vermeyi planladığı kredilerin, bir süre için durdurulduğunu öğreniyoruz.

• *Bu noktada, gen kaynakları konusunun uluslararası boyutları hakkında bilgi verir misiniz? Değişik ülkelerin ya da uluslararası kuruluşların, gen kaynakları konusundaki yaklaşımları nedir?*

• Biraz önce kredi verme olaylarında bahsettiğim gibi; dünya kamuoyu, türlerin korunması ve gen kaynakları konusuna sevindirici düzeyde ilgi göstermektedir. Bugün dünyada ekonomik değeri olan gen kaynaklarının yüzde 90'dan daha yüksek bir bölümü, geri kalmış veya gelişmekte olan ülkelerin sınırları içinde yer almaktadır. Bu kaynaklar, doğal halde bu ülkelerde yetişmektedir. Fakat gelişmiş ülkeler, bunların tohum veya dokularını taşıyarak, bunların bazılarını kendi ülkelerinde de yetiştirmeye başlamışlardır. Genetik ıslah programı ile, bu genleri yeni düzenlemelere tabi tutmuşlar, üstün nitelikli bitki soyları elde etmişlerdir. Üstelik, ihtiyaç duydukça, gelişmekte olan ülkelere, ıslah edilmiş bitki ırk ve soylarının orada bulunan yabani atalarından bazı genleri halâ alıp götürmektedirler. Ondan sonra da, özel tohum firmaları tarafından geliştirilmiş soylar, gelişmekte olan ülkelere satılmaktadır. Tıpkı diğer sanayi hammaddelerinde olduğu gibi. Bu gelişmeler karşısında FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı), 1983 yılında aldığı bir kararla, bitki genetik kaynaklarının insanlığın ortak bir mirası olduğu ve hiçbir kısıtlama olmadan herkesin yararına sunulması gerektiğini karara bağlamıştır. Ancak, gelişmiş ülkeler ve bu ülkelerdeki tohum firmaları, bu kararda söz konusu olan genetik kaynaklar tanımını içinde, "genetik ıslah ve biyoteknoloji yoluyla ıslah edilmiş" bitki soy, ırk ve türlerinin dahil edilmemesi ge-

rektiğini savunmaktadır. Yani, bir bakıma; "işlenmemiş genler herkesin olsun ama, işlenmiş genlerin patent hakkı, onları işleyenlerin olsun" demektedir. Bu durum, gelişmekte olan ülkelerin, büyük ölçüde aleyhine olmaktadır.

Burada, gen kaynaklarının korunması hususunda, konferans, yayın ve lobicilik yoluyla, sürekli ve etkin çalışmalar yapan uluslararası bazı kuruluşların adından da bahsetmek isterim. Bunlar FAO, IUCN (Uluslararası, Doğanın ve Doğal Kaynakların Korunması Örgütü), UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı), IBPGR (Uluslararası Bitki Genetik Kaynakları Bölümü, FAO içinde faaliyet gösteriyor), WWF (Dünya Yaban Hayatı Vakfı), IBP (Uluslararası Biyoloji Programı), UNESCO, WRI (Dünya Kaynaklar Enstitüsü).

• *Gen teknolojisi yoluyla, belirli genlerin başka türlere aktarılabilirliğini belirttiniz. Bu yeni teknoloji yoluyla yeni genler yapılamıyor mu? Eğer yapılabiliyorsa o zaman türlerin kaybolması konusunda endişeye gerek yok. Yeni genler yapar, onları istediğimiz yerde kullanabiliriz. Doğru düşünüyor muyuz?*

• Keşke bu gerçekleşebilse. Şimdiki durumda bu, ancak utopik bir düşünce. Bunun gerçekleşmesini arzu ve temenni ediyoruz. Ama, bugünkü bilim ve teknoloji düzeyi, ancak çok ilkel yapılı birkaç virüs ve bakteri türündeki, mevcut belirli genleri değiştirerek, başka yeni genler yapılabiliyor. Yani, insanoğlu henüz, kendi başına yepyeni bir gen yapamıyor. Ancak, DNA molekülündeki yapı taşlarının yerini ve sırasını yeniden düzenleyerek geliştirilmiş bu çeşit genlerin sayısı çok az. Ve bunlar da ancak bakteri düzeyinde üretilen bazı kimyasal maddelerin (enzim, hormon gibi) üretiminde kullanılabiliyor. Yüksek yapılı bitki ve hayvanlara aktarılabilmiş ve uygulamaya geçmiş olan genlerin sayısı bir elin beş parmağını geçmez diyebilirim. Üstelik, bu şekilde ortaya çıkmış tek bir genin maliyeti, milyonlarca doları buluyor. Uzun yıllar, etkin bir grup çalışması yapmayı, kaliteli bilgi ve beceri birikimini, moleküler düzeyden ekosistem düzeyine kadar olan olumlu veya olumsuz etkileşimleri, söz konusu geni, "verici" ve "alıcı" organizmaları çok çok iyi tanımayı gerektiriyor. Bakteri düzeyinde bile, böyle bir geni yapmış olanlar, bu geni gizli tutuyor ya da çok çok yüksek fiyat istiyorlar.

• *Başka bir deyişle, genler alınıp satılabiliyor mu?*

• Evet. Örneğin, tohum alıp satarken aslında gen alıp satıyoruz. Bir bakıma, çiftçilerimizin büyük paralar ödeyerek satın aldıkları sebze tohumları, aslında, tohum içindeki embriyoda paketlenmiş üstün bir gen grubudur. Asıl yüksek fiyat, tohumun embriyosu içindeki hücrelerde paketlenmiş bulunan üstün gen kombinasyonlarına ödenmektedir. Pek az sayıda insan yapısı gen de, özellikle tıp ve ilaç sanayii amaçları için, virüs ve bakterilere paketlenmiş vaziyette satılmaktadır.

• *Çiftçilerimizin büyük paralar ödeyerek aldıkları bu tohumlar, genetik mühendisliği işleminden mi geçmişlerdir?*

• Biraz önce belirttiğim gibi, modern anlamdaki gen teknolojisi yoluyla yaratılan ve kendilerinden ekonomik olarak yararlanan canlılar, bugün ancak bakteri düzeyinde olan canlılardır. Çiftçilerimizin kullandığı üstün verim gücü olan tohumlar, geleneksel bitki ıslahı yoluyla elde edilen tohumlardır. Geleneksel bitki ıslahı derken, kontrollü döllenmeleri, yapay seçim işlemi, mutasyonla ıslahı ve doku kültürü yoluyla bunların hızlandırılması işlemlerini kastediyorum.

• *Bazı çevreler; "İnsanlar ölürken kaplumbağalarla, kelaynaklarla mı uğraşılır?" diye düşünüyor. Bunu siz, genetik kaynakların korunması açısından nasıl yorumlarsınız?*

• Her canlı türü, hemen şimdi olmasa bile, ilerde, doğrudan veya dolaylı yollarla insanlığa yararlı olabilecek kıymetli genlere sahiptir. Özellikle gen teknolojisinin sahip bulunduğu güç, bilim ilerledikçe ve canlılar hakkında bilgiler arttıkça, bazı canlılardaki arzu edilen genlerin, o genlere sahip olmayan öteki canlılara aktarılmasını mümkün kılacaktır. Çarpıcı ve basit bir örnek vereyim: Şimdi biz, akşam Ankara'nın sokaklarında, elektrik direklerindeki ampüller yerine, ağaçlardaki yaprakların ışıl ışıl yandığını düşünün. Hem de binlercesi, rengarenk yanıp sönen ışıklar. Bu mümkün mü demeyin! Bu konu bilim çevrelerinde ciddi olarak düşünülüyor. Neden? Çünkü yanıp sönen ışık saçan bir gen kaynağı var: Ateşböcekleri. Ayrıca, deniz dibindeki bazı canlı türlerinin de yanıp sönen ışık saçtığı biliniyor. Bütün mesele, yanıp sönen ışık saçılmasına yol açan gen grubunu, o işlevini bozmadan, bir ağaç hücresine aktarabilmek ve bu hücrenin, olgun bir ağaca gelişmesini sağlamak. Bu kolay

bir iş değil. Ama imkansız da değil. Belki elli yıl içinde başarılabilir. Buna benzer çok değişik şeyler tasavvur edebilirsiniz. Ama ateşböceğinin soyu tükenirse, insanlık böyle bir imkandan mahrum olur. Aynı şey kaplumbağalar, kelaynaklar, kardelenler ve diğer nadir ve endemik türler için de geçerlidir.

• *Yakın bir geçmişe hiç adı sanı duyulmamış, ya da önemsiz ve değersiz olan, ancak bugün gen kaynağı olarak değer kazanmış türler var mıdır?*

• Bu konuda çok örnekler verilebilir. Şu anda aklıma gelen birini anlatayım. Büyük Okyanus'ta bulunan bir mürekkep balığı türünün yanına, köpek balığı yaklaşamıyormuş. Araştırmalar sonunda bu mürekkep balığı türünün bir kimyasal madde ürettiği ve köpek balıklarının da bu maddenin kokusundan hiç hoşlanmadığı bulunmuş. Şimdi o canlıyı sun'i olarak üretilip, çıkardığı kimyasal maddeyi piyasaya sürüyorlar. Çok pahalı olan bu maddeyi, bazı yüzücüler ve profesyonel dalgıçlar satın alıp, kendilerini köpek balıklarına karşı koruyorlar. Şimdi bir düşünün: Eğer o mürekkep balığı türü olmasaydı, ya da onun soyu tükenmiş olsaydı, kim bilir kaç dalgıç ve su altı araştırmacısı köpek balıklarına yem olmuştu!

Kamuoyunun ilgisini çeken ve son yıllarda sık sık duyduğumuz haberlerden biri de kanser veya AIDS hastalıklarının tedavisi üzerine. Bu konuda, değişik canlı türlerinin ürettiği kimyasal maddeler denenmekte. Biliyorsunuz, denenen türlerden biri de Güney ve Batı Anadolu alçak zon ormanlarında bol bulunan zakkum (*Nerium oleander*) türü. Bu tür, yerli halk tarafından önemsiz bir tür olarak bilinir. Yapraklarını hayvanlar bile yemez. Çok zehirlidir. Ancak güzel çiçekleriyle yaz boyunca, dere boylarını ve yol kenarlarını süsler. Hepsi o kadar! Ama, o türün yaşaması ve ondaki gen kaynaklarının, onun hücreleri içinde paketlenmiş olarak nesilden nesile geçmesi, kansere olmasa bile, başka bir amaç için insanlığa faydalı olabilir.

Sözün kısası, gen kaynakları, bir doğal kaynak olarak, tıpkı diğer doğal kaynaklarda olduğu gibi, insanlığın hizmetinde. Eminim, türler üzerinde yeni bilgiler ortaya çıktıkça, bir gün, belirli canlıların ürettiği bazı kimyasal maddeler, bu veya başka hastalıkların tedavisinde önemli rol alacaktır. Dolayısıyla, türlerin ya da gen kaynaklarının korunması de-

mek, insanın ihmal edilmesi demek değildir. Türlerin korunması demek, onlardaki genlerin, insanlığın hizmetine sunulma şansına sahip olmadan önce, kaybolup gitmesini önlemek demektir. Henüz bu türlerin pek azını tanımlamışız. Milyonlarcasının özelliklerini henüz bilmiyoruz. Evet, insanlar aç, hasta ve sefil olmasın. Ama, bu arada, yine aynı insanların açlığına, hastalığına ve sefilliğine çare olabilecek genler taşıyan ve pek çoğunu henüz bilmediğimiz canlı türleri de kaybolmasın. Her iki sorunu da birlikte çözmeye çalışalım. Böylesi bir yol, daha iyi değil mi?

SÖYLEŞİ
Çevre ve Ormancılık
5(6):30-33, 1989

GENETİK EROZYON VE BİTKİ TÜRLERİMİZ

Doğada çeşitlilik esastır. Çeşitlilik doğaya ve canlı hayata renk ve çeşni katar. Çeşitlilik gösteren bir sistem, ister bir canlı türü, isterse bir doğal çevre olsun, daha sağlıklı, daha dirençli ve daha başarılı olur. Halbuki genetik erozyon, tür içinde monotonluğa, tek düzeliğe ve başarısızlığa yol açar. Genetik erozyonla, bir canlı türü içindeki bazı nadir ve değerli genler, o genleri taşıyan bireylerin yok olmasıyla kaybolup giderler.

• *Sayın Profesör Işık, "erozyon", çevre konusuyla ilgilenenlerin çok iyi bildiği bir sözcük. Genelde, erozyon denilince, toprak erozyonu akla geliyor. Ülkemizde, her yıl çok verimli üst toprak tabakalarının sellerle taşınarak denizlere akıp gittiği çok iyi biliniyor. Bir de "genetik erozyon" konusu var. Bunu nasıl açıklarsınız? Gen kaynakları ile genetik erozyonun ilişkisi nedir?*

• Bilindiği gibi "erozyon", aşınma, taşınma, yok olma demektir. Genetik erozyon ise, bir canlı türü içinde, yüksek uyum ve ekonomik değeri olan bazı nadir ve değerli genlerin kaybolması demektir. Bir tür içindeki bazı genler kaybolunca, o türün çeşitliliği azalmakta, genetik kalitesi bo-

zulmaktadır. Zorluklar karşısında başvurulabilecek alternatifler kısıtlanmaktadır. Yeni çevre şartlarına uyum esnekliği azalmakta, yeni ihtiyaçlara cevap verebilme yeteneği küçülmekte, kaybolmaktadır.

Bir de şu var: Doğada "çeşitlilik" esastır. **Tek düzelik** doğada yıkıcı olur, sıkıcı olur. **Çeşitlilik** ise doğaya ve canlı hayatına renk ve çeşni katar. Çeşitlilik gösteren, canlı ya da doğal çevre, daha sağlıklı, daha dirençli, daha esnek ve daha başarılı olur. Canlı türleri ve onların genetik çeşitliliği de bu kuralın içindedir. Bu yüzden, bir canlı türünün mümkün olduğu ölçüde genetik çeşitlilik göstermesi, onun farklı ırk ve soylarının olması arzu edilir. Genetik çeşitlilik gösteren bir tür, dayanıklı ve genetik miras açısından zengin bir türdür.

• *Genetik çeşitliliğin önemini, bir örnek vererek açıklar mısınız?*

• Benzetme yapmak gerekirse, yine bir futbol takımına dönelim: Takımın 11 oyuncusu vardır. Ama, saha kenarında her oyuncuya tekabül eden yedek oyuncular da vardır. Örneğin, kaleci sakatlanır ve oyundan çıkmak zorunda kalırsa, onun yerine hemen bir yedek kaleci sokulur. Bu durumda bu takım, çeşitliliği yüksek olan bir takımdır. A kentindeki zorlu bir takımla oyun oynarken, bir numaralı kalecisiyle birlikte yedi as oyuncusunu oyuna sokabilir. Öte yandan, B kentindeki güçsüz bir takımla oynarken de iki numaralı kalecisini ve yalnızca üç as oyuncusunu oyuna sokmakla yetinir. Böylece farklı sahalarda, farklı oyuncu kombinasyonu ile mücadele etmektedir. Eğer, bu takım yalnızca ve yalnızca 11 oyuncudan ibaret olsaydı, yedek oyuncusu olmasaydı (takımda çeşitlilik olmasaydı), bu takımın değişik durumlar karşısındaki uyum esnekliği çok zayıf olacaktı. Örneğin, kalecinin sakatlanması halinde, kaleci olmadan oynamak zorunda kalacaktı. Her yerde hep aynı 11 as oyuncusunu oynasaydı, onlar bir gün yorgun düşüp, yenik düşeceklerdi.

İşte, bir tür içindeki genetik zenginliği, bir futbol takımındaki yedek oyuncu zenginliğine benzetebiliriz. Bir canlı türünün A bölgesinde yetişen populasyonlarında başka, B bölgesinde yetişen populasyonlarında başka gen kombinasyonları bulunmaktadır. Her iki bölgede de "as oyuncu" diyebileceğimiz ortak genler vardır. Ancak farklı yörelere farklı şekillerde uyum yapmış ve ancak o yöre için "en iyi" olan farklı genler de vardır. Bu yüzden ki geniş alanlara yayılmış bulunan ya da farklı çevre

şartları altında yetişmekte olan canlı türlerinin, değişik ırkları bulunmaktadır. Aynı türün, değişik bölgelerde yetişen ırkları, birçok benzer genlerinin yanında, birbirine benzemeyen farklı genler taşıdıklarından, birbirlerinden farklılıklar gösterirler.

İşte, bir canlı türü, belirli bir pozisyon (lokus) için, ne kadar çok çeşitte gene sahip olursa (ya da bir takım, belirli bir pozisyonda oynayan oyuncusu için, aynı pozisyonda oynayabilecek ne kadar çok yedek oyuncuya -belirli tolerans sınırları içinde- sahip olursa), o tür, genetik bakımdan o derece zengin demektir.

• *O halde genetik erozyonu, bir bakıma, o canlı türünün nadir gen taşıyan bazı bireylerinin ve bazı ırklarının yok olması şeklinde algılayabiliriz.*

• Evet, türün ırklarının yok olması, türün lokal popülasyonlarının yok olması, ya da türün yayılış alanının gittikçe azalarak, o türün çok dar bir alanda kalması. Bunların hepsi, o tür için genetik erozyona yol açan olaylardır. Her üç durumda da türün genetik çeşitliliği azalmaktadır. Her üç durumda da, binlerce yıldan beri bir yörede bulunan, o yörenin özel çevre şartlarına uyum yapmış olan, nadir ve uyum değeri yüksek pek çok gen kaybolup gitmektedir.

• *Genetik erozyonun yol açtığı zararlara, somut bir örnek verebilir misiniz?*

• Bir değil, birçok örnek verilebilir. Özellikle, kültür bitkilerinde, genetik erozyonun yol açtığı zararlara ait örnekler çoktur. Örneğin, bundan 20-30 yıl önce, Anadolu'nun hemen her yöresinde, belirli kültür bitkileri ekilip büyütülürdü. Domates, patates, buğday, bakla.. gibi... Bunların tohumları, asırlardır o yörede ekilip biçilen bitkilerden elde ediliyordu. Köylü, tarlasından ürününü kaldırıyor, onun az bir bölümünü de gelecek mevsim için tohumluk olarak ayırıyordu. Bu işlem, dededen toruna, yüzlerce yıldır devam ediyordu. Daha sonra, hatırlarsınız, 1960'lı yıllarda, tarımda bir "yeşil devrim" oldu. Kültür bitkilerinin belirli yörelerde ve "belirli kültür işlemleri altında" üstün miktarda ürün veren soyları ortaya çıkarıldı. Bunların tohumları, önce uluslararası ve sonra da özel kuruluşlar aracılığıyla bütün dünyaya yayıldı. Köylüler, bunları bir iki yıl denediler, mutlu oldular. Fakat üçüncü ve dördüncü yıldan sonra, bu "sü-

per"(!) tohumların verimleri düştü. Dengeli su ve dengeli gübre isteyen ırklar oldukları için, köylünün verdiği rastgele su ve rastgele gübre işlemlerinin yarattığı kaos ortamı altında yetişemediler, istenilen ürünü veremediler. Bazı hastalıklara yakalandılar ve ürün verme çağına gelemediler. Çünkü bu tohumlukların genetik tabanları daraltılmış, genetik çeşitlilikleri, farklı koşullara uyum esneklikleri ve hastalıklara dirençleri azalmıştı. O zaman köylü, eski kullandığı tohumluklara dönmek istedi. Eyvah, o da ne! O eski tohumluklar, kimse ekip biçmediği için artık ortalıklarda yoktu.

Bu olay, ülkemizde özellikle buğday ve bazı sebze türlerinde yaşanmıştır. Birçok yerli "köy çeşidi" kaybolmuş, tür genetik erozyona uğramış; ya da genetik olarak kirlenip yozlaşmıştır. Bunların hikâyesini 40 yaşından yukarı olan bütün çiftçiler çok iyi bilirler.

• *Gerçekten çok büyük kayıp Sayın Işık. Şimdi onları kurtarma şansı hiç yok mu?*

• Birçok köy ırkı için maalesef hiç yok. Bazıları için ise var. Çünkü bu sonuçları önceden gören bazı genetikçiler vardı 20. yüzyılın başından itibaren. Bunlar bizzat ya da meslektaşları aracılığıyla elde ettikleri buğday ve diğer bitki ırklarına ait tohumları dünyanın belirli bölgelerindeki araştırma merkezlerinde topladılar ve onları, genetik soylulukları bozulmayacak şekilde saklayıp ürettiler. Şimdi bu merkezlerden biri Meksika'da, Amerikalı (ABD) bilim adamlarının denetiminde. Bunlar arasında bizim ülkemizden de gitmiş birçok "köy çeşidi" var. Ayrıca bu konuda ülkemizde de faaliyet gösteren, Menemen ve Ankara'da yer alan, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı'nın bünyesinde bazı araştırma kuruluşları var. Bu kuruluşlarımız, gen kaynaklarıyla ilgili olan uluslararası kuruluşlarla işbirliği içindedir. Şimdi o köy çeşitlerinde bulunan bazı değerli ve hastalıklara dirençli genler, diğer verimli buğday çeşitlerine aktararak, yeni gen kombinasyonları ortaya çıkarılmaya çalışılmaktadır. Fakat, ne yazık ki, saklanabilen çeşitler, kaybedilen çeşitlerin yanında, buz dağının tepesi kadar bir oran tutmaktadır.

• *Orman ağaçlarımızdaki genetik erozyondan da söz eder misiniz? Orman ağacı türlerimizde de genetik erozyon var mıdır?*

• "Gözden irak kalan gönülden de irak kalır" derler ya, orman ağacı türlerimiz işte o durumda. Anadolu'da medeniyetin ilk ortaya çıktığı binlerce yıldan beri, insanlar orman ağaçlarını kullanmaktadır. Bu yüzden, önce yerleşim merkezlerine yakın olan ormanlar azalmış, tükenmiş ve gözlerden uzaklara, dağlara çekilmişlerdir. Kaybolan her orman parçasıyla birlikte birçok gen kaybolmuş, genetik çeşitlilik azalmıştır. Ayrıca, binlerce yıl boyunca, özellikle ulaşımı kolay, alçak zon ormanlarında, kereste talebi olanlar, öncelikle düzgün gövdeli, az dallı, uzun boylu ve üstün özelliklere sahip bireyleri seçip kesmişlerdir. Böyle bireyler ormandan çıkarılınca, onlardaki üstün genler de onlarla birlikte sökülüp çıkarılmıştır. Sonuçta, bu üstün genler nesilden nesile yeterli oranda geçmemiştir. Örnek olarak, sahil ormanlarımızdaki kızılçamları ele alalım. Buradaki bireylerin görünümleri çok bozuktur. Büyük bir olasılıkla bunun başlıca nedeni (diğer bazı şartlar da etkili olmakla birlikte), binlerce yıldan beri süregelen menfi seleksiyon (üstün bireylerin seçilip yok edilmesi) olayıdır. Bu türümüzün sahil popülasyonlarında menfi seleksiyon şeklinde ortaya çıkan genetik erozyon, türün genetik kalitesinin bozulmasına yol açmıştır.

Bugün de genetik erozyon ormanlarımızda alarm verici boyutlara ulaşmıştır. Çünkü orman alanlarımız gittikçe azalmaktadır. Yerleşim ve tarım alanları kazanma ve yangınlar yüzünden, pek çok orman ve lokal ırk kaybolmaktadır. Kaybolan her orman parçasıyla birlikte, ormanın kolları altında yaşama ortamı bulabilen ve ormanın yarattığı ekolojik bütünlük içinde barınan birçok otsu bitki, kurt, kuş, sürüngen türü de kaybolmaktadır. Görülüyor ki, kaybolan her orman parçasıyla birlikte, yalnızca oradaki ormanın ve ağaçların fiziki varlığı değil, doğa tarafından yüzbinlerce yıl boyunca nesilden nesile "vize alabilmiş ve yalnızca o yöreye özgü" olan birçok nadir bitki ve hayvan geni de kaybolmaktadır. Ormanın fiziki varlığını aynı alana belki 20-30 yıl sonra tekrar getirebilirsiniz. Fakat, kaybolan ve bazıları yalnızca oradaki canlı popülasyonlarına ait bulunan birçok nadir geni asla geriye getiremezsiniz.

• *Kaybolan genleri ya da onların benzerlerini yapma konusunda biyoteknolojinin katkısı olamaz mı?*

• Burada şuna dikkatinizi çekmek isterim: İnsanlar, çok zor durumda kalınca, bir kurtarıcı ararlar ve bir yerlerden sızan ufacık bir ışığa çok

büyük umut bağlarlar. Bu biyoteknoloji konusu da bugün öyle bir ışık sızıntısıdır. Potansiyel, orada durmaktadır. Ama, o potansiyelin uygulamaya geçmesi, çok büyük zaman ister. Canlılar ve doğa hakkında çok büyük bilgi birikimi ve çok büyük paralar ister. Bunun her üçü de birlikte gerekli. Ne hazindir ki, insanoğlu bir yandan yeni moda olan biyoteknolojinin ve gen mühendisliğinin cazibesine kapılarak, tek bir geni bile yapabilmek için büyük yatırımlar yapmakta, öte yandan yanibaşında duran pek çok kıymetli genin yok olmasına ses çıkarmamaktadır. Biyoteknolojinin, doğadaki canlıların gen havuzuna hediye edebileceği gen sayısı, denizde ancak bir damladır. Hemen herkes, o tek damlanın denize düşüşünü Büyük bir "olay" olarak seyretmekte; öte yandan da, birçok canlının gen denizinin (daha doğrusu gen havuzunun) kuruduğunun, erozyona uğradığının ve yok olduğunun farkına varamamaktadır. Üstelik o biyoteknoloji, gücünü ortaya çıkarabilmek için, hammadde kaynağı olarak, doğadaki gen denizine muhtaçtır. Bütün bu nedenlerle, toprak erozyonuna karşı gösterdiğimiz tepkiyi, aynı derecede, o topraklara bağımlı olarak yetişen canlı türlerinin genetik erozyonuna karşı da göstermek zorundayız.

BÖLÜM III

- GENETİK KİRLENME VE ORMAN AĞAÇLARIMIZDA DURUM 129
- ORMAN AĞACI TÜRLERİMİZDE LOKAL İRKLARIN ÖNEMİ VE GENETİK KİRLENME SORUNLARI 137
- BİTKİ GEN KAYNAKLARIMIZ NIÇİN KORUNMALI VE PLANLANMALIDIR?..... 151
- AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİNİN GÜNEYDOĞU EYALETLERİNDE ORMAN AĞACI İSLAHI KONUSUNDAKİ UYGULAMALAR VE GELİŞMELER 161
- ORMAN GEN KAYNAKLARI KORUMA STRATEJİLERİ VE *Cedrus libani* ÜZERİNDE BAZI ÖNERİLER 179

SÖYLEŞİ

Çevre ve Ormancılık

5(6):33-37, 1989

GENETİK KİRLENME VE ORMAN AĞAÇLARIMIZDA DURUM

Bir canlı ırkının veya populasyonunun gen havuzuna, o yörede uyum değeri henüz kanıtlanmamış başka bir ırktan veya populasyondan genler gelip, kontrol dışı karışırsa, alıcı durumdaki populasyon, genetik olarak kirlenmiş sayılır. Bir yörede evrimleşmiş ve o yörenin çevre şartlarına kuşaklar boyu uyum sağlamış bir lokal ırkın içine, dışardan, denenmemiş yeni genler gelmesini, bir milli takımdaki as oyuncular arasına, mahalle takımından bazı rasgele oyuncuların alınmasına benzetebiliriz. Böyle bir takımla oynanan oyun, çoğu kez hezimetle sonuçlanır.

• *Daha önce, bazı kültür bitki türlerinin "köy çeşitlerinin" başına gelenleri anlatırken, "genetik kirlenme" deyimini kullandınız. Hepimiz biliyoruz: Yeryüzündeki güncel konulardan biri "çevre kirlenmesi" konusudur. Bunun boyutları, nitelik ve niceliği hakkında hemen hemen herkesin az çok bir bilgisi var. Ama, bir de siz biyologlar, "genetik kirlenmeden" bahsediyorsunuz. Bu nedir?*

• Belirttiğiniz gibi, "kirlenme" sözcüğü, son yıllarda sık sık duyduğumuz bir sözcük. Etrafımızdaki cansız çevrede meydana gelen "hava kirlenmesi", "su kirlenmesi", "toprak kirlenmesi", "radyoaktif kirlenme" hepimizin duyduğu ve bildiği kirlenme şekilleridir. Bunları gözlerimizle görebiliyor, burnumuzla koklayabiliyor, hassas aletlerimizle ölçebiliyor, hatta derimizle hissedebiliyoruz. Ama bir de etrafımızdaki canlı çevrede, bizzat organizmanın gen havuzunda meydana gelen bir kirlenme var. Bu kirlenme şeklini duyu organlarımızla hissedemiyor, şu andaki mevcut hassas aletlerimizle ölçemiyoruz. İşte bu kirlenme şekline "genetik kirlenme" diyoruz. Genetik kirlenme, bir canlı türündeki bir popülasyonun veya bir lokal ırkın gen havuzuna, o yörede uyum değeri henüz kanıtlanmamış başka bir ırk veya popülasyondan gelen genlerin kontrol dışı karışması demektir. Bu olayda genler, bir popülasyondan başka bir popülasyona tohum, yumurta ya da polen (veya sperm) yoluyla karışırlar. Buna biyolojide geniş anlamda "genetik göç" adı da verilir. Genetik göç sonucu, alıcı popülasyonda, bir kuşak sonrasında başlamak üzere, çeşitli değişimler ortaya çıkar. Yeni bireyler, birçok özellikleri bakımından eski bireylerden farklı olurlar. Alıcı popülasyona giren ve o çevre için yeni olan genler ve gen kombinasyonları, daha sonraki kuşaklarda uyum bozukluklarına veya üretim kaybına yol açabilirler. Nitekim bunun örneklerine, Anadolu'nun binlerce köyünde, yabancı orijinli (başka ülkelerde ıslah edilmiş) tohumların girmesiyle birlikte kültür bitkilerinde rastlanmıştır. Köylülerimiz bu olaya "tohumun yozlaşması", "soyun yozlaşması", ya da "soyun bozulması" diyorlar.

• *Orman ağaçlarımız açısından genetik kirlenmeyi nasıl yorumlarsınız?*

• Ülkemizde, özellikle 1970'li yıllardan itibaren, ağaç dikme çalışmalarına ağırlık verildiğini görüyoruz. Bu, tek başına ele alındığında sevindirici bir gelişme. Ancak, orman içi ve orman kenarı alanlarda yapılan ağaçlandırma çalışmalarının pek çoğunun, genetik kirlenmeye yol açacak boyutlarda olduğunu belirtmek yerinde olur.

• *Bu sahalara, kötü bir ırkın tohumu mu etkiliyor demek istediniz?*

• Genetik bilimi "kötü ırk" ya da bunun karşıtı olan "üstün ırk" diye kavramları kabul etmez. Doğa'da kötü ırk veya üstün ırk diye bir şey yok-

tur. Bulunduğu yörede, binlerce yıllık evrim süzgecinden geçerek, o yörenin çevre şartlarına uyum yapmış ırklar vardır. Her ırk, bulunduğu yöreye uyum yapmış, o yöre için üstün bir ırktır. Uyum yapmamış olanlar, zaten elenmişlerdir. Onlar artık orada yoktur. Ama şunu da unutmamak gerekir: Belirli çevre şartları altında uyum yapıp başarılı olan bir ırk, başka bir çevrede uyumsuz ve başarısız olabilir. Ya da, bir ırk belirli bir çevrede, başka bir ırk da başka bir çevrede üstün başarı gösterebilir. Genel kural olarak, biyolojik uyum açısından en iyi ırk, evrim süzgecinden geçerek orada başarılı olmuş olan lokal (yerli) ırktır.

• *O zaman, genetik kirlenme, lokal olmayan ırkların tohumlarını kullanmaktan ileri geliyor. Öyle mi sayın Işık?*

• Özet olarak "evet". Ülkemizde ağaçlandırma alanlarına dikilen tohumların orijini, büyük bir çoğunlukla, maalesef gerçek anlamda lokal ırklardan değildir. Bu tohumlar, en ihtiyatlı durumlarda, ağaçlandırma yöresine en yakın olan, yalnızca bazı GENEL İKLİM VERİLERİ esas alınarak, ağaçlandırma alanları ile benzer ekolojik özelliklere sahip olduğu varsayılan ve "tohum meşçeresi" adı verilen belirli ormanlardan toplanmaktadır. Bir tohum meşçeresi pek çeşitli sahalara hizmet götürmekte; bazı durumlarda verici tohum meşçeresinin uzaklığı, alıcı sahadan birkaç yüz km uzakta, hatta farklı çevre koşulları altında olabilmektedir. Böylece orman içi ve orman yakınındaki ağaçlandırma alanlarında kullanılan tohumlar, büyük bir olasılıkla lokal (yerli) ırkların gen havuzu için yabancı ırk olmakta ve genetik kirlenme kaçınılmaz olmaktadır.

• *Lokal ırklara niçin bu kadar önem veriliyor? Bir yöreye başka bir yöreden gelen genlerin karışması, lokal ırklara nasıl zararlı olabilir?*

• Bilindiği gibi orman ekosistemleri, çok kısa mesafelerde değişiklikler gösteren farklı doğa parçalarından meydana gelir. Özellikle dağlık ve engebeli bir yapıya sahip olan ülkemizde, iklim, toprak ve biyolojik kaynaklı çevre faktörleri, çok kısa zaman aralıklarında sık sık değişir. Dolayısıyla, aynı türün 100 metre yükselti farkıyla yan yana bulunan iki meşçeresinde (orman parçası ve ağaç topluluğunda) bile, farklı çevre faktörleri egemendir. Bu yüzden, bu iki popülasyonda farklı doğal seçim (tabii seleksiyon) basıncı olmakta; birinde bazı genler, diğerinde de başka genler elemeye uğramaktadır. Bu işlem, kuşaklar boyu, binlerce yıl de-

vam etmekte; farklı olan genler bakımından bir birikim olmaktadır. Ağaçlar, insanlar ve hayvanlarda olduğu gibi yer değiştirme yeteneklerine sahip olmadıklarından, bu farklılaşma hızlanmaktadır. Zamanla bu iki populasyon farklı genlere, gen kombinasyonlarına, sonuç olarak da farklı görünümlere, farklı uyum değerlerine, belki de (fark çok ise) farklı ırklara dönüşmektedir. Coğrafik bakımdan çok yakın mesafelerde olsalar bile, bir meşcerede (populasyonda), başka meşcerelerde bulunmayan bazı nadir genler ve gen kombinasyonları bulunur. Her populasyon kendine has ayrı bir gen frekansına (oranına) ve ayrı bir uyum değerine sahiptir. Her populasyon, binlerce yıldan beri, bulunduğu yörenin özel toprak, iklim ve biyolojik şartları altında, doğanın farklı zaman dilimlerindeki farklı süzgeçlerinden geçerek, oraya uyum sağlamıştır. Belirli bir yörede en iyi uyum yapan, orada hüküm süren çevre şartlarına en iyi uyum esnekliği gösteren ırkların, lokal populasyonlar veya lokal ırklar olduğu kabul edilmektedir. Bu yüzden, lokal ırkların değeri ve önemi artmakta; lokal ırkın gen havuzuna, orada uyum değeri ispat edilmemiş yabancı genlerin kontrol dışı girmesi arzu edilmemektedir.

• *O halde, bir lokal ırka dışardan yeni genler gelmesini, bir milli takımdaki as oyuncular yerine, mahalle takımından bazı oyuncuların sokulmasına benzetebiliriz.*

• Çok güzel bir benzetme: Futbolcu ile genler arasındaki benzetmeye yine dönersek; siz, önceden denenmiş, süzgeçten geçmiş, taktikleri belirlenmiş, aralarında uyum sağlanmış milli takım oyuncularının en iyi 11'inin içinden üç-beş tanesini çıkarıyorsunuz; onların yerine, henüz o sahada hiç tecrübesi olmayan, orada denenmemiş, herhangi bir taşra takımındaki oyuncuları getirip koyuyorsunuz. Böylece, daha önce hiç denenmemiş yepyeni bir kombinasyon ortaya çıkıyor. Sonra da bunları sahaya çıkarıp, başarı bekliyorsunuz. Başarılı olmanızın ya da oyunun kalitesinin yüksek olmasının şansı nedir? Çok çok az, değil mi? Lokal ırk içine dışardan gelen genlere de bu gözle bakmak gerekir. O sahada henüz denenmemiş, takımdaki oyunculara henüz uyum sağlayamamış, oynayacağı oyunun kalitesi bilinmeyen oyuncular gibi. İyi bir antrenör bunun taşıdığı riskin sorumluluğu altına giremez ve önlemini önceden alır. İyi bir doğal kaynak işletmecisi (Orman mühendisi) de genetik kirlenme konusundaki önlemini önceden almalıdır.

• Gerçekten, zaman boyutu içinde, hem geriye hem de ileriye doğru düşününce, genetik erozyon ve genetik kirlenme sorunları çok düşündürücü düzeyde. Acaba Türkiye'de ormancılık çalışmaları sırasında genetik kirlenmeye ve genetik erozyona karşı neler yapılmaktadır, ya da ne gibi önlemler alınabilir?

• Ben daha önce bu konuda, meslektaşlarım ilgilenebilir düşüncesiyle bir yazı yazmıştım (Orman Müh. Dergisi 1988, 25(11): 25-30). Bilmiyorum, kaç kişi okudu. Ama, bir kişinin okuduğunu çok iyi biliyorum. Çünkü kendisi, bir görüşmemizde bahsetti. Konunun can alıcı noktalarını çok iyi kavramıştı. Konuyu biraz da sözlü olarak tartıştık. Çok memnun oldum, ilgiyle okumuştur yazımı. Sorunuzun yanıtını orada anlatmıştım. İlgilenenlerin o kaynağa başvurmasını diliyorum.

• Sayın Profesör Kâni IŞIK; geçen söyleşimizde genetik erozyonu tartışmıştık. Bu kez genetik kirlenme üzerinde konuştuk. Sonuç olarak şunu sormak istiyoruz: Ormanlarımızdaki genetik erozyonun ve genetik kirlenmenin önlenmesi konusunda neler önerirsiniz?

• Her ikisi için de temel kural, lokal (yerli) ırkların gen havuzunu, doğal akışı içinde, mümkün olduğu ölçüde devam ettirmektir. Bu temel kural çerçevesinde şu ayrıntıları önerebiliriz:

1) Bir mıntıkada ağaçlandırma yapılırken, güvenilir orijin denemeleri sonuçları elde edilinceye kadar, yalnızca lokal ırklardan elde edilen tohumlar kullanılmalıdır. Aksi halde Türkiye ormanları (fiziki olarak kalmaları ümidini korursak), kısa süre sonra lokal ırkları ortadan kaldırılmış, onun yerine biyolojik uyum değerlerinin ne olduğu bilinmeyen ağaçlarla dolu, genetik bir çöle dönüşebilir.

2) Türkiye'de ağaçlandırma programının temel ilkeleri belirlenirken, daha çok Orta ve Kuzey Avrupa ülkelerinde uygulanan modellerin etkisi altında kalınmıştır. Halbuki, Orta ve Kuzey Avrupa ülkelerinin tersine, Türkiye, çok engebeli topografik yapısı ve kısa mesafelerde değişen iklim ve toprak özellikleriyle, ağaç populasyonlarında kısa mesafelerde lokal ırk oluşmasını teşvik edici özelliklere sahiptir. Bir benzetme yapmak gerekirse, topografik yapı ve çevre faktörlerinin çeşitliliği bakımından Orta ve Kuzey Avrupa ülkelerini bir kaplumbağanın sırtına, Türkiye yüzeyini de bir oklu kirpinin sırtına benzetebiliriz. Kaplumbağanın sırtı, ho-

başarılı olabiliriz. Ama, heyhat! Ülkemizdeki ormanların verimini artırmak için, başka bir ülkenin bizim ülkemiz şartlarına uygun bir orman ağacı ırkı yaratmasını bekleyemeyiz. Neden? Çünkü ormanların fabrikalar, seralar ve mandıra binaları içine koyamaz; kontrollü şartlar altında orman yetiştiremeyiz. Ormanları açık alanda yetiştirmek zorundayız. Ülkemiz ekosisteminin, kısa mesafelerde değişen, kendine has iklimsel, edafik (toprak) ve biyolojik koşulları altında evrimleşmiş bir orman ağacı türünü (sınırlı yörelerde yetişebilen pek az sayıdaki egzotikler hariç), Türkiye'de her zaman başarıyla büyültemeyiz. Bu yüzden, öncelikle kendi yerli orman ağacı türlerimizin genetik kaynaklarına eğilmek, onları öğrenmek, korumak ve ıslah planlarını yapmak zorundayız. Ancak o zaman, en az risk ile bir verim artışı söz konusu olabilecektir. Bu durum, dünyanın Anadolu gibi ender bir bölgesini kontrolü altında tutan biz Türkler için, dünya kültürüne ve dünya bilimine karşı da yüklenmemiz gereken onurlu bir görev ve sorumluluktur.

• *Çok teşekkür ederiz. Sayın Prof. Dr. Kâni IŞIK. Bizim ve inandırmamız ki okurlarımız için son derece yararlı bir söyleşi oldu. Dileriz benzer katkılarını beklediğimiz başka bilim adamları da sizin duyarlılığınızı örnek alırlar.*

başarılı olabiliriz. Ama, heyhat! Ülkemizdeki ormanların verimini artırmak için, başka bir ülkenin bizim ülkemiz şartlarına uygun bir orman ağacı ırkı yaratmasını bekleyemeyiz. Neden? Çünkü ormanların fabrikalar, seralar ve mandıra binaları içine koyamaz; kontrollü şartlar altında orman yetiştiremeyiz. Ormanları açık alanda yetiştirmek zorundayız. Ülkemiz ekosisteminin, kısa mesafelerde değişen, kendine has iklimsel, edafik (toprak) ve biyolojik koşulları altında evrimleşmemiş bir orman ağacı türünü (sınırlı yörelerde yetişebilen pek az sayıdaki egzotikler hariç), Türkiye'de her zaman başarıyla büyültemeyiz. Bu yüzden, öncelikle kendi yerli orman ağacı türlerimizin genetik kaynaklarına eğilmek, onları öğrenmek, korumak ve ıslah planlarını yapmak zorundayız. Ancak o zaman, en az risk ile bir verim artışı söz konusu olabilecektir. Bu durum, dünyanın Anadolu gibi ender bir bölgesini kontrolü altında tutan biz Türkler için, dünya kültürüne ve dünya bilimine karşı da yüklenmemiz gereken onurlu bir görev ve sorumluluktur.

• Çok teşekkür ederiz. Sayın Prof. Dr. Kâni IŞIK. Bizim ve inanıyoruz ki okurlarımız için son derece yararlı bir söyleşi oldu. Dileriz benzer katkılarını beklediğimiz başka bilim adamları da sizin duyarlılığınızı örnek alırlar.

Orman Müh. dergisi
25(11): 25-30, 1988

ORMAN AĞACI TÜRLERİMİZDE LOKAL IRKLARIN ÖNEMİ VE GENETİK KİRLENME SORUNLARI

ÖZET

Lokal ırklar, belirli bir yörede doğal olarak yaşayan ve o yörenin çevre şartlarına biyolojik olarak, genelde en iyi uyum yapmış olan popülasyonlardır. Ülkemizde, yeterli biyolojik verilere dayanılmadan, bir yörenin lokal orman ağacı popülasyonlarının hemen yanına, o yörede üstünlüğü henüz kanıtlanmamış başka bir popülasyonun tohumları ekilmekte, fidanları dikilmektedir. Bu tohum ve fidanlardan ortaya çıkan ağaçlar polen verme çağına ulaşınca, yerli popülasyonun gen havuzuna yabancı genler girmektedir. Biyolojide genetik göç olarak adlandırılan bu olay sonucu meydana gelen genetik kirlenme, milyonlarca yıldan beri o yöreye uyum yapmış olan yerli ırkların genetik soyluluğunu bozmakta, çeşitli adaptasyon buzukluklarına ve verim kaybına yol açmaktadır. Olumsuz sonuçları birkaç kuşak sonra ortaya çıkacak olan genetik kirlenme, ülkemizde, özellikle orman içi ağaçlandırma alanlarında potansiyel olarak kaygı verici boyutlara ulaşmış bulunmaktadır.

Bir yöreye en iyi biyolojik ve ekonomik uyum yapabilen popülasyonların tespit edilmesi ve ormanlarımızdaki lokal ırkların genetik kirlenmesinin önlenmesi için, önemli ağaç türlerimizde değişik lokal popülasyonları içine alan, orijin ve döl denemelerine hemen başlanmalıdır. Bu denemelerin sonuçları alınıncaya kadar, orman içi ağaçlandırmalarda yalnızca lokal popülasyonlardan elde edilen tohumlar kullanılmalıdır. Ender özellik gösteren yörelerde yer alan lokal popülasyonlar, genetik kaynak olarak gerektiğinde kullanılmak üzere, hem genetik erozyona, hem de genetik kirlenmeye karşı biyogenetik rezerv alanları olarak korunmaya alınmalıdır.

I. GİRİŞ

"Kirlenme" sözcüğü son yıllarda sık sık duyduğumuz bir sözcüktür. Etrafımızdaki cansız çevrede meydana gelen hava kirlenmesi, su kirlenmesi, toprak kirlenmesi, radyoaktif kirlenme... hepimizin duyduğu kirlenme şekilleridir. Bu çeşit kirlenmelerin dışında, gözle göremediğimiz, burnla koklayamadığımız ya da hassas aletlerle ölçemediğimiz bir kirlenme şekli daha vardır. Bu kirlenme, "genetik kirlenme"dir. Genetik kirlenme, etrafımızdaki canlı çevrede, bizzat organizmaların "gen havuzunda" meydana gelen ve canlı soyunun bozulmasına yol açan bir kirlenme şeklidir.

Doğa bilimci ve genetikçi Norman Myers'e (19) göre, doğaya olan insan baskısı bugünkü hızıyla devam ederse, iki bin yılına kadar, dünyada yaklaşık bir milyon türün daha nesli tükenecektir. Başka bir hesapla, ortalama olarak günde yaklaşık 100 canlı türünün nesli tükenmektedir. Bu makalemizin konusu nesli tükenme tehlikesinde olan türler değildir. Ancak, burada kısaca belirtmek gerekirse, nesilleri tükenme tehlikesinde olan bazı türleri korumak için, uluslararası ve ulusal düzeylerde çeşitli yasal, teknik ve biyolojik önlemler alınmaya çalışılmaktadır.

Nesli tükenen türlere ek olarak, bugünkü halleriyle tükenme tehlikesi olmadığını sandığımız birçok türün de, değişik ırkları ve popülasyonları kaybolmaktadır. Bu yazı bu durumda olan türleri, özellikle orman ağacı türlerini konu almaktadır. Kaybolan bu ırk ve popülasyonlarla birlikte, o türe ait birçok ender gen ve gen kombinasyonları da kaybolmaktadır.

Başka bir deyişle, tür genetik erozyona uğramaktadır. Sonuç olarak, ilgili türün genetik tabanı daralmakta, gen havuzu çeşitlilik bakımından fakirleşmekte ve türün çeşitli çevre etmenlerine karşı gösterebileceği uyum esnekliği azalmakta veya kaybolmaktadır. Örneğin, bugün dünya yiyecek ihtiyacının çok büyük bir oranını karşılayan buğday, pirinç, mısır gibi bitki türlerinin halen mevcut olan gen havuzları, onların 30-40 yıl önce sahip oldukları genetik çeşitliliğin ancak küçük bir oranını temsil etmektedir (19). Bu konuda duygularını belirten tanınmış genetikçi William Libby (17), "Keşke 1900'lü ve daha önceki yıllarda yaşamış olan çiftçiler, yapay seçim işlemine başlamadan önce, o zamanki yerli bitki popülasyonlarının ekolojik ve genetik özelliklerini bilselerdi. Keşke, bugün evcilleştirilmiş (ıslah edilmiş) olan bitki türlerinin, o zamanki yabani ve ıslah edilmemiş atalarında var olan genetik zenginliğin değerini bilseler ve o zenginliği bugünlere kadar gönderebilselerdi. O zaman, bugün bitki ıslahçıları, ihtiyaç duydukları yeni genleri evcil ırklara aktarabilmek için, doğada, çok zengin bir yedek gen bankasına sahip olacaktı."

Genetik erozyona ek olarak, birçok bitki türünde genetik kirlenme de türlerin uyum esnekliklerinin bozulmasına yol açmıştır. Türlerin ekolojik ve genetik özellikleri yeterli derecede belirlenmeden, birçok bitki ırk ve türü, yeni bölgelere götürülmüş, bunlar oradaki yerli ırk ve türlerle doğal yolla çaprazlanarak, kontrol dışı yeni nesiller meydana getirmişlerdir (19). Ortaya çıkan bu yeni nesiller, anaç ırkların herbirinden daha farklı gen havuzuna ve gen kombinasyonuna sahip oldukları için, birçok durumda anaç ırklar kadar yeterli uyum esnekliğine ve istenilen verimliliğe sahip olmamışlardır.

Bugün, genetik bilim dalındaki gelişmelerin ışığı altında, tarla bitkileri üzerinde geçmişte yapılan genetik yanlışlıkların onarılmasına çalışılmaktadır. FAO, IBP, UNESCO, MAB, IUCN gibi uluslararası kuruluşlar aracılığıyla, tarım bitkilerinin yabani atalarının bulunduğu yörelerde biyogenetik rezerv alanları ve çeşitli ülkelerde belirli türler için gen bankaları kurulmaktadır. Böylece, eğer nesillerini bugün hâlâ sürdürebiliyorlarsa, yabani ve ıslah edilmemiş atalarda bulunabilen bazı kıymetli genler, melezleme ve diğer biyolojik yöntemlerle evcil stoklara aktarılmaya çalışılmaktadır.

II. AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARINDA GENETİK SORUNLAR

Orman ağaçlarının genetik ıslahında da, tarım bitkilerinin genetik ıslahının geçirdiği safhalara benzer bir gelişme olmaktadır. Ancak, orman ağaçları, birçok tarla bitkisinde olduğu gibi 8-9 bin yıl öncesinden beri değil, son 30-40 yıldan beri ıslah edilmeye başlanmışlardır. Yani, orman ağaçlarına yapılan genetik müdahaleler henüz yenidir. Bu müdahaleler, genetik biliminin ortaya çıkardığı yeni bilgilerin ve tarla bitkilerinden kazanılan tecrübelerin ışığı altında yapılmaktadır. Binlerce yıldan beri insan tarafından yapay seçim işlemi altında bulunan tarla bitkilerinin tersine, orman ağacı türlerimizin genetik tabanları henüz daraltılmış değildir. Bu tecrübe ve bilgi birikimi ile zengin genetik tabanın yarattığı olumlu koşullara rağmen, tarla bitkileri üzerinde geçmişte yapılan genetik yanlışlıklar, orman ağaçlarımız üzerinde tekrarlanmamalıdır.

Orman alanları üzerinde yapılan genetik yanlışlıkların temelinde bazı tarihi gerçekler yatmaktadır. Şöyle ki, orman alanlarımız yüzyıllardan beri "isteyenin istediği şekilde yararlandığı, Tanrı vergisi dağlar, taşlar ve ağaçlar" olarak görülmüştür. Ormanlarımız, kasten çıkarılan yangınlarla, düzensiz otlatma, kesim ve tarla açmalarla tahrip edilmiş; ülkemizde birçok alan stepleşmiş, geniş orman alanları verimsiz hale getirilmiştir (5,14,25). Bu tahribat yüzyıllar boyunca devam etmiş, daha hiç kimsenin "çevre, ekoloji, genetik kaynak, biyolojik zenginlik" terimlerini bilmediği asırlarda, birçok ağaç türünün (ve ekolojik bütünlük içinde ormanda barınan birçok canlının) lokal ırkları kaybolmuş, bazı türlerin de nesilleri tükenmiştir. Geçmiş zamanlar boyunca kaybolmuş olan lokal ırklar, ülkemizin biyolojik zenginlikleri ve ağaçlandırma açısından ilk büyük özür (handikap) olarak her zaman karşımıza çıkmaktadır.

Ancak, ilk kez 1937 ve 1945 yıllarında yapılan yasal düzenlemelerle, ormanların bozulabilen ve tükenebilen bir doğal kaynak olduğu kabul edilmiş ve ormanlar devlet mülkiyetine geçirilmiştir. Son 30-40 yıldan beri, hızla artan nüfus ve buna paralel olarak artan tarla, konut, kâğıt ve yakıt ihtiyaçlarıyla birlikte, orman alanlarına olan baskılar artmıştır. Bu baskılar karşısında orman alanlarının korunması ve geliştirilmesi, Anayasa ve yasa hükümleriyle teminat altına alınmaya çalışılmıştır (15). Bunun yanında, yine son 20-30 yıldan beri gittikçe artan bir hızla, daha önceki

lokal ırkların kaybolduğu steplere, yanık sahalara ve bozuk orman alanlarına, çoğu kez lokal olmayan ağaçlar dikilmeye başlanmıştır. Bugün seviyerek belirtmek gerekir ki, ağaç dikmek, büyötmek ve korumak, vatan-daşlarımızın büyük bir kesimi tarafından kutsal bir görev olarak benim-senmiştir.

Orman Genel Müdürlüğü, yılda yaklaşık 150 bin hektar alanı ağaç-landırmayı hedef almıştır. Yakın gelecekte yılda 300 bin hektar alanın ağaçlandırılması plânlanmaktadır. Diğer ölkelerle karşılaştırılınca bu he-def, büyük bir hedef olmaktadır. Genel Müdürlük, mevcut imkanlarıyla bu sahalara için lazım olan bir milyar fidanı üretmek için gerekli maddi ve teknik güce sahip bulunmaktadır. Ancak, bu büyük ve çekici hedefe ulaş-mada önemli iki biyolojik sorun bulunmaktadır. Bunlardan biri, dikilen fidanların dikildikleri çevredeki biyolojik uyum sorunudur. Diğeri de di-kilen fidanların lokal popülasyonlarda yaratacağı genetik kirlenme soru-nudur. Biyolojik uyum sorunu, ağaçlandırma yapılan bütün alanlar için söz konusudur. Genetik kirlenme sorunu da orman içinde ve yakınındaki yörelerde yapılan ağaçlandırma alanları için söz konusu olmaktadır.

A) Biyolojik uyum (adaptasyon) sorunu

Bir yörede en iyi biyolojik uyum yapan popülasyonlar, genellikle o yörenin lokal popülasyonudur. Başka bir yöredeki popülasyondan (ya-bancı orijinden) getirilerek bir ağaçlama alanına dikilen veya ekilen bi-reyler, bu alanda çoğu kez çeşitli uyum bozuklukları ile karşılaşmakta, büyümeleri yavaşlamakta, hatta ölmektedirler (16). Biyolojik uyum soru-nunun nedenlerini açıklayabilmek için orman ağaçlarının başka bitki tür-lerinde bulunmayan şu özelliklerini hatırlatmakta yarar vardır.

a) Orman ağaçları çok iri yapılıdır ve çok uzun yıllar yaşarlar. Onla-rı seralarda ve başka kontrollü çevre şartları altında yetiştirmeyiz. Bir ağaç, uzun yıllar süren yaşamı boyunca kısıtlı hacmi olan bir yaşama or-tamını (habitatu) kullanır. Hareket edemediğinden, günlük, mevsimlik, yıllık, periyodik, hatta asırlık zaman süreçleri içinde, maruz kaldığı fark-lı çevresel etmenlerin her çeşitine, bulunduğu yerde göğüs germek zo-rundadır. Bu yüzden doğal ayıklama (seleksiyon) baskısı, orman ağaçları üzerinde daha şiddetlidir. Neticede, bir yörede yaşayabilen orman ağaçla-

rı, o yörenin çevre koşullarına en iyi uyum yapabilmiş ve o yörede en üstün uyum esnekliği gösterebilen bireylerdir (4).

b) Orman ağaçlarından tohum yayılma mesafesi, çoğu kez ana ağacın yakın çevresinde sınırlı kaldığından, yaşayabilen genç ağaçlar ana ağaç ile aynı çevreyi kullanmak zorundadır. Bu yüzden, ormanda birbirine yakın olan ağaçlar, çoğu kez birbirleriyle akraba olan ağaçlardır. Doğal ayıklanma, ana ağacın bulunduğu çevrede aynı yönde çalışacağından, yaşayabilen yavru ağaçlar, genetik yönden birbirlerine ve ana ağaca büyük oranda benzerlik göstermektedir. Elektroforesis metodlarıyla yapılan izoenzim analizleri bu durumu doğrulamaktadır (20). Sonuç olarak, bir orman ağacı popülasyonunda yan yana ve iç içe yer almış birçok alt popülasyon bulunmaktadır. Her alt popülasyon özel mikro-çevre farklılıklarına uyum yapma yeteneğine sahip farklı bireylerden ve bunlardaki farklı gen kombinasyonlarından meydana gelmektedir. Orman ağaçlarında popülasyon içi genetik çeşitliliğin zengin olması da bu alt popülasyonların varlığından ileri gelmektedir.

c) Ağaçlar, hayvanlar gibi hareket edemedikleri için, farklı yörelerden eş seçme serbestliğine sahip bulunmamaktadır. Ürettikleri polenlerin ve tohumların büyük bir bölümü, ancak 100-300 m. çapında sınırlı bir alana yayılabilmektedir (3). Dolayısıyla, bir orman ağacı, genlerini geniş alanlara yayamamakta, her popülasyon belirli bir üreme birimi oluşturan alt popülasyonlardan meydana gelmektedir. Bu olay da belirli bir yörede lokal ırk oluşumunu hızlandıran başka bir etmen olmaktadır.

d) Orman ekosistemleri, çok kısa mesafelerde değişebilen doğa birimlerinden oluşmaktadır. Özellikle Türkiye'de ormanların çoğunun yer aldığı dağlık bölgelerde, iklim, toprak ve biyolojik kaynaklı çevre etmenleri daha kısa mesafelerde ve daha sık değişmektedir. Aynı türün yanyana bulunan iki komşu popülasyonu bile, birbirlerinden farklı çevre etmenleri ve farklı seleksiyon basıncı altında bulunacakları için, birbirlerinden farklı gen havuzuna, gen kombinasyonlarına ve farklı uyum değerlerine sahip olurlar. Bu yüzden, kısa mesafelerde farklı ırklar ve alt ırklar oluşabilir. Yerli ve yabancı çeşitli ağaç türleri üzerinde sonuçlandırılan çalışmalar, çevresel faktörlerin değişimine paralel olarak, kısa mesafelerde farklı lokal ırkların varlığını ortaya koymuştur (1,6,7,9,11).

e) Ağaçlar uzun ömürlü olduğundan, aynı alanda birbirinin yerine geçen iki kuşak arasındaki zaman süreci, diğer türlere kıyasla çok uzun olmaktadır. Tek bir ağaç, büyüdüğü ortamın kaynaklarını yalnızca kendisi kullanmaktadır. Bu yüzden, ana ağacın her yıl ürettiği binlerce tohum, onun yakın mesafesinde, sırf ana ağacın rekabeti yüzünden ölmekte ve üreme çağına ulaşmamaktadır. Böylece, ana ağacın üreme enerjisinin çoğu boşa gitmekte, her tohum verme mevsiminde meydana gelen yeni gen ve gen kombinasyonlarının bir sonraki kuşağa geçme şansları azalmaktadır. Sonuç olarak gen havuzunun yenilenme hızı azalmakta ve buna paralel olarak lokal ırkların, daha uzun süre lokal ırk olarak kalma şansı artmaktadır. Başka bir deyişle, lokal ırklar, bir sonraki kuşak lehine feragat etmeyerek, ısrarlı bir şekilde mevcut varlıklarını sürdürmektedir. Bu durum, özellikle kızılçam (*Pinus brutia*) ve sedir (*Cedrus libani*) gibi ışık seven ve aynı yaşlı gruplar oluşturan orman ağaçlarında daha bariz bir şekilde görülmektedir (11,13).

Yukarıda açıklanan özelliklerinden dolayı, coğrafik olarak çok yakın mesafelerde yer alsalar bile, her orman ağacı popülasyonunda, başka popülasyonlarda bulunmayan bazı nadir genler ve gen kombinasyonları bulunmaktadır. Her popülasyon kendine özgü ayrı gen frekanslarına ve ayrı uyum değerine sahiptir. Her popülasyon, bulunduğu yörede, binlerce yıldan beri, o yörenin özel çevre koşulları altında, doğanın farklı bir süzgecinden geçmiştir. Bunun içindir ki, lokal ırkların önemi artmakta; belirli bir yörede en iyi uyum yapan ve orada hüküm süren çevre şartlarında en iyi uyum esnekliği gösterebilen ırkların, ancak lokal ırklar olduğu kabul edilmektedir (16,17,21).

B) Genetik Kirlenme Sorunu

Genetik kirlenme, bir popülasyonun gen havuzuna, aynı türün, o yörede uyum değeri henüz kanıtlanmamış başka bir popülasyonundan gelen genlerin, kontrol dışı karışması demektir. Genlerin, gerek tohum ve gerekse polen yoluyla, aynı türün bir popülasyonundan başka bir popülasyonun gen havuzuna taşınması olayına, biyolojide "genetik göç" adı verilmektedir. Genetik göç sonucu, alıcı popülasyonlarda meydana gelebilecek değişmelerin nicelik ve nitelikleri, birçok eserde ayrıntılı olarak

tartılmaktadır (8, 18). Burada, konumuzun amacı çevresinde yalnızca şu hususu belirtmek yeterli olacaktır: Alıcı popülasyona giren ve o çevre için henüz yeni olan genler ve gen kombinasyonları, daha sonraki kuşaklarda biyolojik uyum bozukluklarına ve üretim kaybına yol açabilmektedir.

Son yıllarda artan ağaçlandırma çalışmalarına paralel olarak, orman içi ve orman yakınındaki birçok alanda, genetik kirlenme olayı, potansiyel olarak kaygı verici boyutlara ulaşmış bulunmaktadır. Ülkemizde, ağaçlandırma alanlarının büyük bir bölümünde kullanılan tohumların orijini, gerçek anlamda lokal ırklardan değildir. Bu tohumlar, en ihtiyatlı durumlarda, ağaçlandırma yöresine en yakın olan, bazı GENEL iklim verileri esas alınarak, ağaçlandırma alanı ile benzer ekolojik özelliklere sahip olduğu varsayılan ve "tohum meşçeresi" adı verilen özel orman alanlarından toplanmaktadır (2,23). Geniş alanlarda uygulanan traşlama kesimleri sırasında ortadan kaldırılan pek çok sayıdaki lokal ırkların yerine, sınırlı sayıdaki birkaç orijinden (tohum meşçeresinden) getirilen tohumlar ekilmektedir. Bir tohum meşçeresi, pek çeşitli sahalara hizmet götürmekte, bazı durumlarda, bu tohum meşçeresinin uzaklığı hizmet götürdüğü sahadan birkaç yüz km mesafede, hatta farklı çevre koşulları altında bulunmaktadır. Tohum rejyonlamasında esas alınan GENEL iklim verileri, lokal ve uzun süreli meteorolojik kayıtlara dayalı olmadığı için, ağaçlandırma sahalarının iklim şartları ile tohum meşçeresi sahasının iklim şartları (istenilen tolerans sınırları içinde) birbirlerine her zaman uymamaktadır. Böylece, orman içi ve orman yakını ağaçlandırma alanlarında kullanılan tohumlar, büyük bir olasılıkla lokal ırkların gen havuzu için yabancı ırk olmaktadır.

Lokal olmayan ırklardan ekim ve dikim yoluyla meydana gelen ağaçlar, "oturdukları yeni mahallede" birtakım biyolojik uyum bozuklukları ile karşı karşıya gelmektedir. Ancak, bu bozukluk, yalnızca o kuşak içinde, orada büyütülen ağaçları ilgilendirdiğinden, uzun süreli değildir. Yani, bu kuşaktaki bireylerin, bir idare müddeti (kesim çağı) sonunda veya idare müddeti sona ermeden, fiziki olarak ortadan kaldırılmalarıyla, bunları ve çevreyi ilgilendiren biyolojik uyum bozukluğu da ortadan kalkmış olacaktır. Halbuki, bu ağaçların getirildikleri yeni mahallede komşularıyla yaptıkları gen alışverişi sonucu sebep oldukları genetik kir-

lenme, o yörede kuşaklar boyu süren biyolojik etkilere sahip bulunmaktadır. Genetik kirlenme sonucunda lokal ırkların genetik soyluluğu bozulmakta, milyonlarca yıldan beri o yöre koşullarında uyum yapmış gen kombinasyonları yerine yeni gen ve gen komsinasyonları girmektedir. Bu yüzden de ilerideki kuşaklarda, çeşitli uyum bozuklukları ve ürün kaybı ortaya çıkmaktadır.

Türkiye'de orman dışı alanların ağaçlandırılmasında, yukarıda açıkladığımız anlamda genetik kirlenme söz konusu değildir. Çünkü orada, gen havuzu kirlenecek bir tür, çoğu kez mevcut değildir.

III. SONUÇ VE ÖNERİLER

1) Bir yörenin ağaçlandırılmasında, güvenilir orijin denemeleri sonuçları elde edilinceye kadar, yalnızca lokal ırklardan elde edilen tohumlar kullanılmalıdır. Aksi halde Türkiye ormanları, bu hızla giden ağaçlama faaliyetleri karşısında, kısa süre sonra lokal ırkları ortadan kaldırmış, onun yerine biyolojik uyum değerlerinin ne olduğu bilinmeyen ağaçlarla dolu genetik bir çöle ve biyolojik bir kaosa dönüşebilir.

Ağaçlanması gereken bir yörede, dikimi yapılması öngörülen türün bir lokal ırkı mevcut değilse (step haline gelmiş ormansız alanlarda ve yabancı türlerle yapılacak sınırlı ağaçlandırmalarda olduğu gibi) o zaman yöreye iklim ve toprak özellikleri bakımından en çok benzeyen bir yörenin popülasyonundan toplanan tohumlar kullanılabilir. Bu durumda bile, yine en güvenilir yol olarak, orijin denemelerine başlanmalı ve bu denemelerin sonuçlarına bakılmalıdır.

2) Türkiye'nin çok engebeli coğrafik yapısı ve kısa mesafelerde değişen iklim ve toprak özellikleri, ağaç popülasyonlarında kısa mesafelerde lokal ırk oluşmasını teşvik edici niteliktedir. Bu nedenle, Türkiye'de halen seçilmiş bulunan mevcut tohum meşcerelerine ek olarak, ağaç türlerimizin yayıldığı doğal orman alanlarında, daha sık ve daha çok sayıda tohum meşceresi seçilmelidir.

Türkiye'de ağaçlandırma ve ağaç ıslahı programının temel ilkeleri belirlenirken, daha çok Orta ve Kuzey Avrupa ülkelerinde uygulanan

modellerin etkisi altında kalınmıştır. Bir benzetme yapmak gerekirse, coğrafi yapı ve çevre faktörlerinin etkisi bakımından, Orta ve Kuzey Avrupa yüzeyini bir kaplumbağanın homojen olarak değişen sırtına, Türkiye yüzeyini de bir oklu kirpinin çok heterojen yapıli sırtına benzetebiliriz. Orta ve Kuzey Avrupa ülkelerindeki bitki genetikçileri bir kaplumbağaya elbise dikmek zorunda ise, Türkiye'deki bitki genetikçileri de bir oklu kirpiye elbise dikmek zorundadır. Bu bakımdan Türk ormancısı tohum meşcerelerini seçerken, Orta ve Kuzey Avrupa ülkelerinin kullandığı modelden farklı bir model kullanmak zorundadır. Ve orman alanlarında daha sık ve daha çok sayıda tohum meşceresi seçmelidir.

Doğal orman alanlarımızdaki birçok meşcerenin bozuk fenotipik özellikte olduğu, bunların tohum meşceresi seçme ve seçilme standartlarına uymayacağı ileri sürülebilir. Ancak unutulmamalıdır ki, üstün fenotipik özellikte olan fakat bir ağaçlandırma mantığında üstün biyolojik uyum değeri olmayan bir tohum meşceresi, lokal olan fakat bozuk fenotipik görünüşte bulunan bir tohum meşceresinden daha kötüdür. Çünkü, fenotipik olarak bozuk görünüşlü bir meşcerenin gen havuzunu ıslah edebiliriz. Fakat, biyolojik uyum değeri bozuk bir meşcerenin gen havuzunu ıslah etmeye çalışmak, genetik ve ekonomik açıdan kabul edilebilecek bir yol değildir.

3) Ülkemizde, öncelikle önemli ağaç türlerimiz üzerinde, uluslararası standartlara uygun (10,12,22) orijin denemelerine hemen başlanmalıdır. Halen başlanmış olan denemeler, elemanların görev değişimi ve başka nedenlerle erken safhalarda terkedilmemelidir. Özellikleri gereği, orijin denemeleri çok uzun yıllar sürmektedir.

4) Herhangi bir zaman dilimi içerisinde, canlı popülasyonlarına yapılan müdahaleler, daha sonraki kuşaklarda onbirlerce yıl sürecek genetik etkilere sahiptir. Bu nedenle, orman ağaçlarımızın ıslahında, idare ve işletilmesinde, lokal ırklara, genetik kirlenmeye ve genelde genetik planlamaya gereken önem verilmelidir (17). Ağaçlandırma ve ağaç ıslahı programında, tarla bitkileri üzerinde geçmişte yapılan ve bugün tamir edilemeyen hatalar tekrarlanmamalıdır. Amenaiman planlarının hazırlanması ve silvikültürel işlemlerin uygulanmasında, genetikçilerle de sıkı bir işbirliği yapılmalıdır.

5) Genetik araştırmalar ve özellikle orman ağaçları ıslah çalışmaları, sonuca ulaşmak için çok uzun yıllar isteyen, devamlı takibi ve kayıt tutmayı gerektiren çalışmalardır. Bu çeşit çalışmalar sık sık personel, plan, kurum değiştirmeye tahammül edemeyen çalışmalardır. Bir araştırıcının başlattığı çalışmayı o emekli olduktan sonra yeni ve genç bir araştırıcının devralıp devam ettirmesi zorunlu olan çalışmalardır. Bu özellikleriyle genetik çalışmalar, enstitüleşmeyi, kurumlaşmayı zorunlu kılarlar. Bu nedenle, orman alanlarımızın geleceği ve ağaç ıslahı ile ilgili olarak yukarıda belirtilen çalışmaların yerine getirilebilmesi için, Türkiye'de bir Orman Ağaçları Genetik Enstitüsü kurulmalıdır. Kısıtlı kadrosuyla halen yukarıda belirtilen görevleri yerine getirmeye alışan Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü, eleman, bölge istasyonu, laboratuvar ve diğer imkanlar bakımından geliştirilmelidir.

TANIMLAR

Orijin: Tohum veya bitki materyalinin alındığı veya toplandığı yer ve coğrafik bölge ile bu bölgede yer alan bitki grubu veya popülasyonu-
dur.

Orijin denemesi: Bir türe ait farklı orijinlerin birbirleriyle karşılaştırılmasını yapan, bir mıntıkaya biyolojik ve ekonomik bakımlardan en iyi uyabilecek popülasyonların veya orijinlerin bulunmasını sağlayan denemelerdir.

Meşcere: Ağaç yaşı, ağaç türü, ağaç türü kompozisyonu, büyüme ve kuruluş şekli, bunların hepsi veya bir kısmı ile, kendisini çevresinden açık olarak ayıran ve en az bir hektar büyüklüğünde olan orman parçasıdır.

Popülasyon: Aralarında nesilden nesile gen alışverişi olabilen, aynı türden olup aynı gen havuzunu paylaşan, belirli bir orijinde yer alan ve bir veya birden fazla meşcereden meydana gelen fertler topluluğudur.

Tohum meşceresi: Mevcut şartlar altında kabul edilebilir düzeydeki ormanların daha üstünde özelliklere sahip üstün görünüşlü ağaçların bulunduğu, belirli bir coğrafik bölgede yer alan ve tohum üretimi için özel bir idare ve işletmeye tabi tutulan meşceredir.

Gen havuzu: Bir populasyondaki fertlerin taşıdığı bütün genlerin (kalıtsal materyalin) hepsinin birden ortaya konulmasıyla ve karıştırılmasıyla oluştuğu varsayılan teorik bir kavramdır. Üstün genlerin, gen havuzunda bulunuş oranı, o populasyonun genetik kalitesinin bir göstergesidir.

Gen bankası: Bir türün genetik çeşitliliğinin ve gen zenginliğinin korunabilmesi için, o türün farklı populasyonlarından sistematik bir şekilde toplanan tohum, bitki materyali, başka canlı dokuları gibi materyalin, istenildiği zaman tekrar üretilebilecek şekilde, hayati özelliklerinin bozulmadan korunduğu ve özel bakım altında tutulduğu yerdir. Farklı türler, her biri kendi biyolojik isteklerine uygun olarak bakılmak şartıyla, aynı gen bankasında, ama farklı birim içinde korunabilir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. Aslan, S. ve S. Uğurlu, 1986. Kızılcıam, Halepçanı ve Elderika Çanı Orijinlerinin Tohum, Fidecik ve Fidan Özellikleri. Orm. Araş. Ens. Tek. Bül. 165. Ankara, 54 s.
2. Atalay, I. 1977. Türkiye'de Çam Türlerinde Tohum Transfer Rejyonlaması. Orman Ağaç. ve Tohum. Islah Ens. Yayın No. 1,47 ss.
3. Boydak, M. 1977. Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) doğal populasyonlarında dikey yönde polen hareketleri ve uygulamadaki önemi. *İ.Ü. Orman Fak. Derg. A. 27(2): 207-238.*
4. Bradshaw, A.D. 1972. Some of the evolutionary consequences of being a plant. in: *Evolutionary Biology*. Eds. T. Dobzhansky, M.K. Hecht and W.C. Steere, Appl. Century Crofts, Newyork, 25-47.
5. Brice, W.J. 1955. Türkiye'de ormancılığın tarihi. (Çev. Nihat Balcı) *İ.Ü. Orman Fak. Derg. A/5 (1/2)) 19-38.*
6. Campbell, R.K. 1979. Genecology of Douglas-fir in a watershed in the Oregon Cascades. *Ecology* 60(5): 1306-1010.
7. Conkle, M.T. 1973. Growth data for 29 Years from the California elevational transect study of ponderosa pine. *Forest Sci.* 19:31-39.
8. Falconer, D.S. 1981. *Introduction to Quantitative Genetics*. Longman. London. 340 ss.

9. Hermann, R.K. ve D.P. Lavender. 1968. Early growth of Douglas-fir from various altitudes and aspects in southern Oregon. *Silvae Genetica* 17(4): 143-151.
10. Işık, K. 1979. Orijin Denemeleri: Tanımı, çeşitleri ve tohum toplanmasında göz önünde bulundurulacak ilkeler. *Orman Müh. Derg.*, Mart-Nisan: 7-15.
11. Işık, K. 1986. Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten. Seed and seedling characteristics. *Silvae genetica*. 35(2-3): 58-67.
12. IUFRO. 1967. Standardization of methods for provenance research and testing. Report of the IUFRO Section 22 Working Group Meeting Group Meeting. Proc. of the XIV. The IUFRO Congress. München, West Germany: 672-718.
13. Kantarcı, M.D. 1982. Türkiye sedirleri ve doğal yayılış alanında bazı ekolojik ilişkiler. *İ.Ü. Orman Fak. Derg.* A(2): 47-65.
14. Kayalı, Y. 1980. Son beşyüz yılda Anadolu ormanları. *Orman Dergisi*, Tarım ve Orman Bak. 14(2): 30-39.
15. Konukçu, M. 1984. Türkiye'de Ormancılık: Orman Ekosistemi, Kalkınmadaki Rolü, Planlı Dönemde Gelişmeler, Uluslararası Karşılaştırmalar. Ankara 169 ss.
16. Langlet, O. 1967. Regional intra-specific variousness. Proc. XIV. th IUFRO Congress, München, West Germany, 2(22): 435-438.
17. Libby, W.J. 1973. Domestication strategies for forest trees. *Canadian J. Forest Research* 3(2): 265-276.
18. Mettler, C.E. ve T.G. Gregg. 1969. Population Genetics and Evolution. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 212 ss.
19. Myers, N. 1984. Genetic Resources in Jeopardy. *Ambio* 13(3): 171-174.
20. Nikolic, D. ve N. Tucic. 1983. Isoenzyme variation within and among population of European black pine (*Pinus nigra* Arnold). *Silvae Genetica*, 32(3-4): 80-89.
21. Roche, L. 1971. The conservation of forest gene resources in Canada. *The Forestry Chronicle*, Aug. 215-217.
22. Şimşek, Y. 1984. Orijin denemelerinin metodolojisi ve problemleri. *Orman. Araş. Ens. Derg.* 30(2): 111-127.

23. Ürgenç, S. 1969. Namzet Tohum Meşcereleri Seçim Esasları. Orman Bakanlığı Orman Genel Müd. Yayın no. 524/50, 60 ss.
24. Ürgenç, S. 1982. Orman Ağaçları Islahı. Orman Fak. yayın no. 293, İstanbul, 414 ss.
25. Von Weismann, H. 1956. On the role of nature and man in changing the face of dry belt of Asia. in: Man's Role in Changing the Face of the Earth. Ed: W.L. Thomas, Jr.. The Univ. of Chicago Press, Chicago, Vo. 1:278-303.

BİTKİ GEN KAYNAKLARIMIZ NİÇİN KORUNMALI VE PLANLANMALIDIR?(*)

I. Giriş

"Yeryüzünde en üstün yaratık hangisidir?" diye sorulsa, hiç kuşku duymadan "bitkiler" diye cevap verirdim. Çünkü bitkiler, başka hiçbir canlıya bağımlı olmadan kendi kendilerine yeterli olan, kendi besinlerini bizzat kendileri üretebilen canlılardır. Hiç nefes alıp vermeden bir dakika durmaya çalışınız: Hemen gözleyebileceğiniz gibi, çoğumuzun "en üstün yaratık" diye varsaydığı insan, nefes alıp vermeden -bitkilerin ürettiği oksijeni kullanmadan- birkaç dakikadan daha fazla yaşayamaz.

Sağladıkları yiyecek, giyecek, ilaç, barınak, kağıt vb. ürünler bir yana, birkaç dakika yaşabilmemiz için bile kendilerine bu denli bağımlı olduğumuz bitkilerin üretilmesi, korunması, işletilmesi ve planlanması üzerinde ilgili araştırmacılar tarafından yeri geldikçe çeşitli bilgiler sunulmaktadır. Bu yazıda, yeryüzünün en donanımlı doğal yaratıkları olma özelliğine sahip olan bitkilere, bir "genetik kaynak" gözüyle bakılacaktır. Önce, tarla bitkilerimizin genetik kaynaklarına binlerce yıldan beri yapılan insan müdahalelerinin etkileri tartışılacak; ondan sonra genetik kaynak

(*). TMMOB Orman Mühendisleri Odası tarafından 5-11 Aralık 1982 tarihinde düzenlenen VII. Teknik Kongrede sunulan tebliğ temel alınarak hazırlanmıştır.

olarak orman ağaçlarımızın özellikleri ve karşı karşıya buldukları sorunlar incelenecektir.

II. Tarla Bitkilerinin Genetik Kaynaklarına Yapılan İnsan Müdahaleleri: Kaybolan genetik Miras

Günümüzden 8-9 bin yıl önce yaşayan insan toplumları, avcılık ve toplayıcılıkla geçiniyorlardı. Yiyecek ihtiyaçlarını karşılayabilmek için her gün araziye çıkar; o zamanlar hepsi yabani olan bitkilerin meyve, tohum, kök ve yumrularını, dağ taş gezerek arayıp toplarlardı. Daha sonraki yüzyıllarda, kendileri için en çok ve en iyi besin veren yabani bitkilerin yerlerini öğrenmeye, onları korumaya başladılar. Altı-yedi bin yıl önce de, yeryüzünün bazı bölgelerinde ilk tarım toplumları oluşmaya başladı. İlk çiftçiler, kendi ihtiyaçlarına uygun özellikler gösteren ve "üstün" saydıkları bazı yabani bitkileri seçiyor, bunların tohumlarını ufak çaptaki tarla ve bahçelerde büyütüyorlardı(8).

Bitkiler üzerindeki bu yapay seçim işlemine, herhangi bir bilimsel temle dayanmadan el ve göz yordamıyla binlerce yıl devam edildi. Seçimde en önemli ölçü olarak, yalnızca "yüksek verim" dikkate alınıyordu. Yapay seçim yapılırken, bazı değerli genleri taşıması muhtemel olan birçok birey, bilmeden ayıklanıp atılıyordu. Başka bir deyişle, genetik çeşitlilik bilmeden azaltılıyor, genetik taban daraltılıyor, eldeki biyolojik materyalin toplam genetik değeri düşürülüyordu. Bu şekilde başlayan genetik erozyon, tarla bitkileri üzerinde yüzyıllar boyu sürdü. Birçok bitki türü ve ırkının farklı çevre koşullarına olan uyum esneklikleri ve dayanma dirençleri, sırf yüksek verim uğruna, farkına varılmadan azaltıldı.

Yirminci yüzyılın ilk yarısında genetik biliminin gelişmesine paralel olarak, tarla bitkileri üzerinde süregelen genetik yanlışlıklar anlaşıl-maya başlandı. Bu konuda, tanınmış bir ıslahçı şöyle der: "Keşke ilk çiftçiler, yapay seçim işlemine başlamadan önce, o zamanki yerli bitki popu-lasyonlarının ekolojik ve genetik özelliklerini çalışmış olsalardı. Keşke, bugün evcilleştirilmiş olan bitkilerin, o zamanki yabani atalarında var olan genetik zenginliğin değerini bilseler ve o zenginliği bugüne kadar getirebilselerdi. Bunu yapabilselerdi, bugünkü bitki ıslahçıları, ihtiyaç duydukları bazı yeni genleri evcil ırklara aktarabilmek için, çok zengin bir gen deposuna sahip olacaklardı" (7).

Bugün, genetik bilim dalındaki gelişmelerin ışığı altında, tarla bitkileri üzerinde geçmişte yapılan genetik yanlışlıkların onarılmasına çalışılmaktadır. "İğne ile kuyu kazmak" gibi görünse de, yabani atalarda hâlâ bulunabilen bazı kıymetli genler, melezlemeler ve diğer yöntemlerle evcil stoklara aktarılmaya çalışılmaktadır.

FAO, IBP, UNESCO ve MAB gibi uluslararası kuruluşlar aracılığıyla, tarla bitkilerinin yabani atalarının bulunduğu yörelerde, biyogenetik rezerv alanları ve gen bankaları kurulmaktadır. Bu gen bankalarından bir tanesi de, buğdayın anavatanı olan ülkemizde (Menemen'de) bulunmaktadır. Bu çeşit uluslararası çalışmaların amacı, geçmiş yılların hatalarından kurtularak geride kalabilmiş genetik çeşitliliği korumak, artırmak ve gerektiğinde kullanmaktır.

Bütün bu çabalara rağmen, birçok tarla bitki türünün uğradığı genetik erozyonu tamamen onarmak hemen hemen imkansızdır. Tanınmış ıslahçı Erna Bennett, biraz da sitem dolu sözlerle, bu konuyu şöyle açıklar: "Ne hazindir ki, elimizdeki biyolojik ve teknik olanaklara rağmen, bitki ıslahının bugün ulaştığı en kalıcı başarı (!), yeryüzündeki genetik kaynakların çoğunun tahrip edilmesi ve genetik zenginliğin kaybedilmesi olmuştur" (6).

III. Orman Genetik Kaynaklarına İnsan Müdahalesi: İşin Başındayken...

Günümüzden 30-40 yıl öncesine kadar ülkemizde, bugünkü kadar orman ürünleri sıkıntısı çekilmiyordu. Ülkenin yapacak odun ihtiyacını karşılamak için, ormancılar, damgaları ve çalışma ekipleriyle birlikte araziye çıkar; dağ taş gezerek amacına uyan ağaçları arayıp bulur, onları damgalardı. Sonra da, damgalanan ağaçlar kesilir, elde edilen ürün, tüketim merkezlerine götürülürdü.

Daha sonraki yıllarda ormancılar, kendileri için en çok ve en iyi ürün veren ormanların yerlerini öğrenmeye, sınırlarını belirlemeye, onların verim gücünü hesap etmeye ve onları korumaya başladılar.

Gerek 8-9 bin yıl öncesindeki çiftçilerin, gerekse 40-50 yıl öncesindeki ormancıların yaptığı iş, doğal olarak yetişenleri alıp götürmektir. Her

iki grubun da, alıp götürdükleri bitkilerin yerine yenilerini ekip dikmek konusunda kaygıları henüz yoktu. Ancak ormancuların kaygısızlığı, ilk çiftçilerde olduğu gibi binlerce yıl sürmedi. Kısa süre içinde (ki bundan 30-40 yıl önceydi), kesip götürdükleri ağaçların yerine, doğal ormanlardan topladıkları tohumları ekip dikmeye başladılar (1).

Tarla bitkilerinin içinde bulunduğu genetik darboğaz, bundan 30-40 yıl önce henüz bilinmiyordu. Sınırlı alanlara yapılan ilk ağaçlamalar döneminde, ormancılar da bazı genetik yanlışlıklar yaptılar. Ağaçlandırma çalışmalarında, rasgele orijinlerden (bölgelerden) gelen ve rasgele ağaçlardan toplanan tohumlar kullandılar. Geniş alanlara traşlama kesimleri yaparak yerli (lokal) ırkları kaldırdılar; bu yörelere doğanın daha önce denemediği ırk veya türleri getirdiler. Memnuniyetle belirtmek gerekir ki bu çeşit yanlışlıklar uzun sürmedi. Çünkü yaklaşık son 15 yıldan beri orman genetik kaynaklarımızın planlaması dönemine girmiş bulunmaktayız (9).

Buraya kadar yapılan açıklamalarımla, ne tarımcıları ne de ormancuları suçlamak gibi bir amacım yoktur. Buraya kadar yaptığım açıklamalarla, tarla bitkilerinin gen kaynaklarının kullanılması ile orman ağaçlarının gen kaynaklarının kullanılması arasındaki çarpıcı paralellığe dikkat çekmek istedim. Ancak arada büyük bir fark vardır. Orman ağaçlarının genetik ıslahı, tarla bitkilerine kıyasla çok yeni başlamış; yapılan genetik yanlışlıklar da kısa süre içinde anlaşılmıştır. Bu durum, orman ağaçları açısından şanslı bir durum sayılır. Çünkü orman ağaçlarımız, hemen her türlü ıslah işleminin daha başındadır. Doğal populasyonlar (toplumlar) halen yabani durumdadır ve çok çeşitli genlerle yüklü bulunmaktadır. Birlerce yıldan beri insan seçimi altında bulunan tarla bitkilerinde olduğu gibi, orman ağacı türlerimizin genetik tabanları henüz daraltılmış değildir. Bugün bir ormancı, ağaç ıslahına, tarla bitkilerinden kazanılan deneyimlerin ve genetik biliminin ışığı altında ve zengin bir genetik stok ile başlamaktadır. Bütün bu olumlu koşullara rağmen, tarla bitkileri üzerinde geçmişte yapılan genetik yanlışlıklar, orman ağaçlarımız üzerinde tekrarlanırsa, bunun mesleki sorumluluğu çok ağır olacaktır. Bu nedenle orman genetik kaynaklarımız, daha işin başındayken çalışılmalı, korunmalı ve kullanmak üzere planlanmalıdır.

IV. Genetik Kaynak Olarak Orman Ağaçlarının Özellikleri

Orman ağaç türleri, genetik kaynak olarak, başka bitki türlerinde bulunmayan bazı özellikler gösterirler. Bu özellikler, orman ağaçlarının, öteki canlılardan daha farklı bir genetik planlamaya tabi tutulmalarını zorunlu kılar. Şöyle ki:

1) Bir orman ağacı çok uzun yıllar yaşar. Uzun yıllar süren yaşamı boyunca kısıtlı hacmi olan bir yaşama ortamını (habibatı) kullanır. Hayvanlar gibi hareket edemediğinden, günlük, mevsimlik, yıllık, periodik olarak maruz bulunduğu çevresel etmenlerin her çeşidine, bulunduğu yerde göğüs germek zorundadır. Her türlü çevre etmeni (iklimsel, edafik, biyolojik), kendilerini ağaçlar üzerinde daha sert olarak hissettirirler. Bu yüzden doğal seleksiyon (ayıklanma) basıncı, ağaçlar üzerinde daha yüksektir. Belirli bir yörede yaşayabilen orman ağaçları, o yörenin ekolojik koşullarına en iyi uyum yapabilmiş ve en üstün esneklik gösterebilen ağaçlardır.

2) Orman ekosistemi çok kısa mesafelerde değişebilen doğa birimlerinden oluşur. Özellikle, ormanlarımızın çoğunun yer aldığı dağlık bölgelerde, çevre etmenleri kısa mesafelerde daha çarpıcı ve daha çabuk değişir. Yanyana bulunan iki populasyon birbirinden farklı çevre etmenleri ve farklı seleksiyon basıncı altında bulunacaklarından, birbirlerinden farklı genetik düzenlemelere ve farklı uyum değerine sahip olurlar. Kısa mesafelerde farklı ırklar ve farklı alt ırklar oluşabilir (5).

3) Ağaçlar uzun ömürlü olduğundan, tek bir ağaç belirli bir alanı uzun yıllar kaplar. Büyüdüğü ortamın kaynaklarını yalnızca kendisi kullanır. Özellikle ışık seven orman ağaçlarımızda, ana ağacın yaşamı boyunca ürettiği binlerce tohum ve onlardan çıkan fidanlar, sırf ana ağacın rekabeti yüzünden yaşama ortamı bulamaz. Böylece ağacın üreme enerjisinin çoğu boşa gitmekte, ortaya çıkan yeni gen ve gen kombinasyonlarının da yaşama şansları azalmaktadır.

4) Ağaçlar, hayvanlar gibi hareket halinde olmadıklarından ve farklı bir yöreden eş seçme serbestliğine sahip bulunmadıklarından dolayı, ancak yakın çevrelerinde bulunan ağaçlarla üreme ilişkileri içine girerler. Bir orman ağacının tohumlarının ve polenlerinin büyük bir bölümü, 100 metre yarıçapında, sınırlı bir alana yayılabilmektedir (3). Dolayısıyla, bir

orman ağacı, genlerini geniş alanlara yayamamakta; her populasyon belirli bir "üreme birimi" oluşturan alt populasyonlardan meydana gelmektedir.

5) Orman ağaçlarında tohum yayılma mesafesi, çoğu kez ana ağacın yakın çevresinde sınırlı kaldığından, yaşayabilen genç ağaçlar, ana ağaç ile aynı çevreyi kullanmak zorundadır. Yüzyıllardır aynı yörede yerleşen, başka köylere çok az kız alıp veren bazı Anadolu köylüleri gibi, ormanda birbirine yakın olan ağaçlar, çoğunlukla birbiriyle akraba olan ağaçlardır. Doğal ayıklanma, ana ağacın bulunduğu çevrede aynı yönde çalışacağından, yaşayabilen yavru ağaçlar, genetik yönden birbirlerine ve ana ağacı büyük oranda benzerlik gösterirler (4).

Herbir yörenin kendine özel ve şiddetli seleksiyon basıncı, göç ve mutasyon yoluyla populasyona gelen (ve çok az sayıdaki) farklı genlerin, o yörede yaşamasını engelleyecektir. Sonuç olarak bir orman ağacı populasyonunda yan yana (ve iç içe) yer almış birçok alt populasyon bulunacak, her alt poplasyon da yerel (lokal) çevre farklılıklarına uyum yapmış farklı bireylerden oluşacaktır. Orman ağaçlarının tür içi genetik zenginliği de, yerel koşullara uyum yapmış bu alt populasyonların varlığından ileri gelmektedir.

Yukarda açıklanan özelliklerinden dolayı, coğrafik olarak çok yakın mesafelerde yer alsalar bile, her orman ağacı populasyonunda, başka populasyonlarda bulunmayan bazı nadir genler ve gen kombinasyonları vardır. Her populasyon kendine özgü ayrı bir uyum değerine sahiptir. Her populasyon bulunduğu yörede, yüzbinlerce yıldan beri, doğanın farklı bir süzgecinden geçmiştir.

Bunun içindir ki, kaybolan her orman parçasıyla birlikte, yalnızca ağaçların ve ormanın fiziki varlığı değil, doğa tarafından kanıtlanmış ve yalnızca o yöreye özgü birçok değerli gen de kaybolmaktadır.

V. Bitki Gen Kaynaklarımızın Korunmasını Zorunlu Kılan Nedenler

Genetik kaynakları korumanın amacı, gerek tür içindeki ve gerekse türler arasındaki genetik çeşitliliği en yüksek düzeyde tutmak, gerektiğinde bu zengin çeşitlilikten yararlanmaktır. Çeşitliliğin yüksek düzeyde tutulması iki bakımdan önemlidir:

i) Genetik çeşitliliği yüksek olan türler ve ırklar, zamana ve yere göre değişen çevre koşullarına daha başarılı uyum yapma yeteneğine sahiptir.

ii) Genetik çeşitliliği yüksek olan türler ve ırklar, bilimsel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak değişen insan isteklerini karşılamada daha etkili ve daha yararlı olurlar.

Yasal olmayan ve ormancılık tekniğine uymayan kesimler, tarla açılması, yerleşim merkezleri kurulması, yangın, otlatma, böcek ve mantar hastalıkları gibi nedenlerle orman genetik kaynaklarımız büyük bir tehdit altında bulunmaktadır. Özellikle son çeyrek yüzyıldan beri ülkemizdeki bazı sektörler arasında sanki bir "toprak savaşı" sürüp gitmektedir. Bu sevimsiz savaşta, endüstri sektörü tarım alanlarını, tarım sektörü de orman alanlarını işgal etme eylemlerini sürdürmektedir. Arazi kullanma politikasındaki son düzenlemeler, orman alanlarının gittikçe daha verimsiz topraklara kaymasını zorlayıcı niteliktedir. Bu durumda genetik bakımdan kanaatkâr olan, topraktaki kıt besin elementlerini en iyi şekilde alıp kullanabilen genotiplerin bulunması zorunluluğu doğacaktır. Aynı şekilde hızlı nüfus artışı ve bunun yol açtığı arazi talepleri karşısında orman alanları yüksek dağ zonlarına kaymaktadır. Bu durumda da don ve soğuğa dayanıklı, rüzgâra karşı dirençli genotiplere ihtiyaç vardır. Böcek, mantar ve virüslerin yol açtığı ağaç hastalıklarına karşı koyabilmek için, ekolojik denge açısından en sağlıklı yol, bunlara karşı dirençli genotiplerin bulunup çoğaltılmasıdır. Bu ve benzeri genotiplerin bulunabileceği en emin gen deposu, bu olumsuz etmenlere karşı en güvenli sigorta, şimdiden koruma altına alınarak planlı işletilmesi gereken doğal ormanlar olacaktır.

Bazı politik ve ekonomik nedenlerle doğal ormanlarımızın işletilmesi hızlandırılmaktadır. Geniş alanlarda uygulanan traşlama kesimleri sırasında, yerli ırklarda bulunan ve doğa tarafından "vize verilmiş" bulunan birçok değerli gen kaybedilmektedir. ortadan kaldırılan yerli ırkların yerine, sınırlı sayıdaki birkaç orijinden getirilen tohumlar dikilmektedir. Yapay ağaçlamalar, yörenin lokal genlerinin kaybolmasına ek olarak, yakın çevrede yer alan aynı türün doğal populasyonlarının gen havuzunun kirlenmesine (kontamine olmasına) yol açmaktadır. Gen havuzu kirlenmesi sonucunda yöre koşullarına birlikte uyum sağlamış (koadepte olmuş) birçok gen kombinasyonu dağılmakta, yerel populasyonların gene-

tik bütünlüğü ve genetik soyluluğu bozulabilmektedir. Eğer yapay ağaçlama alanlarına dikilen fidanların tohum orijinleri dar bir genetik tabana dayalı ise (küçük bir yöreden ve az sayıdaki bireylerden geliyorsa) ve yeterli orijin denemelerine dayanarak belirlenmemişse, kurulan ormanın çevreye uyumu ve başarısı konusunda ekolojik sorunlar ortaya çıkabilmektedir.

Sedir, kayın, kızılçam, karaçam gibi bazı orman ağacı populasyonlarında yüzyıllardır süregelen seçme kesimi (en üstün görünüşlü bireylerin kesilerek ormandan çıkarılması) sonucu, bu türlerimizdeki genetik erozyon hızlandırılmış, pek çok değerli gen ve gen kombinasyonu kaybedilmiştir. Yok olan genleri ve gen kombinasyonlarını insan müdahalesiyle tekrar bir araya getirmek hemen hemen imkansızdır. Orman ağaçlarının çiçek ve tohum verme çağına geç ulaşması, bu yönde yapılabilecek olumlu genetik müdahaleleri daha da güçleştirmektedir.

İslah yolu ile elde edilen "üstün birey" ve "üstün populasyonlar" bu üstün özelliklerini her yerde ve her devirde göstermeyebilirler. Üstün ağaç seçiminde bugün geçerli olan ölçütler (kriterler), gelecek yıllarda değişebilir. Bugünkü uygulamada üstün ağaçlar ve tohum meşcereleri, sınırlı sayıda birkaç karaktere bakılarak seçilmekte, geniş alanlar bunların tohumları ile ağaçlandırılmaktadır. Böyle bir işlem yapılırken yararlı olabilen birçok çekinik (resesif) gen saf dışı edilmekte, ayıklanmaktadır. Dolayısıyla, yapay yolla kurulan ormanlar, doğal populasyonlara göre daha az genetik çeşitlilik göstermekte, genetik taban (az da olsa) daralmış olmaktadır. Ayrıca, doğal ormanlarda doğal yolla ayıklanıp yok olabilecek durumda olan "dayanaksız" genlerden çoğu, önce fidanlıkta ve sonra da arazide yaratılan olumlu çevre koşulları altında, adetâ iltimas görmekte ve yaşamlarını sürdürebilmektedir.

Bu nedenlerle, doğal ormanlar kaybedildikten sonra, geride kalmalarıyla belki teselli bulabileceğimiz yapay ormanlar, tohum toplanması ya da genetik çeşitliliğin korunması amaçları için, ilerde başvurulabilecek iyi bir kaynak değillerdir. İlerdeki yıllarda ihtiyaçlar ve arzu edilen bitki karakterleri değiştiği takdirde, yeni karakterlerin elde edilebilmesi için genetik çeşitlilik bakımından zengin kaynaklar olmalıdır. İşte o kaynak, genetik bütünlüğü ve çeşitliliği korunmuş olan doğal populasyonlar olacaktır. Tanınmış Fransız orman genetikçisi Bauvarel (2) bu konuda şöyle der: "Her meşcere (orman parçası) genetik bakımdan birbirinden farklı ve

birbirinden değerlidir. Doğal yetişme alanlarında daha çok sayıda meşcenin genetik korunmaya alınması için mümkün olan her türlü çaba harcanmalıdır."

VI. Sonuç

Orman ağaçlarının bazı özellikleri -örneğin, uzun ömürlü olmaları, iri gövdeli olup geniş alan kaplamaları, uzun yıllar boyunca pek çeşitli çevre etmenlerine maruz kalmaları- her ülkenin ve her bölgenin kendine göre bir genetik planlama yapmasını ve ıslah programı geliştirmesini zorunlu kılar. Başka bir ülkede icadedilmiş bir makinenin patentini alıp, o makineyi ülkemizin her bölgesinde üretebiliriz. Süt verimini artırmak için Avrupa'da ıslah edilmiş bir inek ırkını Türkiye'ye getirir, yüksek verim elde edebiliriz. Fakat ülkemizdeki ormanların verimini artırmak için, başka bir ülkenin üstün bir orman ağacı ırkı yaratmasını bekleyemeyiz. Ülkemiz ekosisteminin kendine has iklimsel, edafik, biyolojik koşulları altında evrimleşmemiş bir orman ağacı türünü (pek az sayıdaki bazı türler hariç), Türkiye'de her zaman başarıyla büyütemeyiz. Çünkü ormanları, fabrika binaları, mandıralar ve seralar içine alamayız. Orman ağaçlarını, ileri düzeyde işlenmiş, gübrelenmiş, verimli ve tekdüze topraklarda değil, en az 30-40 yıl sürecek bir zaman diliminde, çok değişken iklim ve toprak koşulları altında yetiştirmek zorundayız.

Bu yüzden, öncelikle kendi yerli türlerimizin genetik kaynaklarına eğilmek, onları korumak, ıslah planlarını yaparak verimlerini artırmak zorundayız.

Burada son olarak şunu belirtmekte yarar vardır. Anadolumuz, tür çeşitliliği bakımından çok zengindir. Bazıları dünyanın başka hiçbir yerinde bulunmayan bu türlerin genetik kaynaklarının korunması, çalışılması, planlanması ve ölçülü kullanılması, yalnız gelecek kuşaklarımıza karşı değil, dünya kültürüne ve dünya bilimine karşı da, yüklenmemiz gereken şerefli bir görev ve sorumluluktur.

Kaynaklar

1. Atay, İ. 1970. Genel ve Teknik Yönleri ile Türkiye'de Ağaçlandırma. İ.Ü. Orm. Fak. Yayın No.158, ss: 6-15, İstanbul.
2. Bauvarel, P. 1970. The conservation of gene resources of forest trees. in: Genetic Resources in Plants. Eds. O.H. Frankel and E. Bennett, IBP Handbook 11, 523-529, F.A. Davis Co, Philadelphia.
3. Boydak, M. 1977. Sarıçam (*Pinus silverstris* L.) doğal populasyonlarında dikey yönde polen hareketleri ve uygulamadaki önemi. *İ.Ü. Orm. Fak. Derg. A.27(2)*: 207-238, İstanbul.
4. Bradshaw, A.D. 1972. Some of the evolutionary consequences of being a plant. in: Evolutionary Biology. Eds. T. Dobzhansky, M.K. Hecht and W. C. Steere. Appl. Century Crofts, 25-47, New York.
5. Işık, K. 1980. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten). Populasyonlar Arası ve Populasyonlar İçi Genetik Çeşitliliğin Araştırılması. I: Tohum ve Fidan Karakterleri TÜBİTAK, TOAG/335, 149 ss., Ankara.
6. Lerner, I.M. and W.J. Libby, 1976. Heredity, Evolution and Society, pp. 275-280, W.H. Freeman and Co., San Francisco.
7. Libby, W.J. 1973. Domestication strategies for forest trees. *Canadian Journal of Forest Research*. 3(2): 265-276.
8. Sauer, C.O. 1952. Agricultural Origins and Dispersals. Amer. Geog. Soc., 110 pp., New York.
9. Turan, H. 1972. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü Müdürlüğü Tarihsel gelişimi - Bugünkü durumu. TMMOB Orm. Müh. Odası VI. Teknik Kongresi, Tebliğ No. 37, 10 ss, Ankara.

Orman Müh. Dergisi
28(3): 8-14, 1991

Amerika Birleşik Devletleri'nin Güneydoğu Eyaletlerinde ORMAN AĞACI ISLAHI Konusundaki uygulamalar ve Gelişmeler(*)

GİRİŞ

Islah deyince, akla hemen "genetik" sözcüğü gelir. Islah işleminde, mevcut genetik kaynaklar en iyi şekilde işlenir ve elde edilen ürünler, doğrudan veya dolaylı olarak insanlığın hizmetine sunulur. Bu açıdan bakınca, tüm canlılar (mikroorganizmalar, bitkiler ve hayvanlar) hammadde sağlayan birer "genetik kaynak"tır. Islah işleminde bu genetik kaynaklar akılcı bir şekilde işletilmekte, daha üstün kalite ve kantitede ürün elde edilerek, gün geçtikçe artan ihtiyaçlarımız karşılanmaktadır.

Ürünlerde kalite ve kantite artışı, ya uygun kültürel işlemler tatbik edilerek, ya genetik kaynakların verim gücü artırılarak, ya da en iyisi, bunların her ikisi birlikte uygulanarak sağlanabilir. Ormancılıkta biz bu görüşü, "ağaç ıslahı ve silvikültürel işlemler birlikte uygulanmalıdır" şeklinde özetleyebiliriz.

(*) Bu makale, yazarın 1984-1986 yılları arasında adı geçen bölgede yaptığı çalışmalara ve izlenimlere dayanarak hazırlanmıştır. Makalenin daha geniş bir şekli, Tarım orman ve Köy İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Fidanlar ve Tohum İşleri Dairesi Başkanlığı tarafından düzenlenen "Tohum Temini ve Ağaç Islahı" konulu seminerde (15-17 Mayıs 1989, İncekum-Antalya) tebliğ olarak sunulmuştur.

AĞAÇ ISLAHINDA İZLENEN TEMEL YOLLAR

Ağaç ıslahında, önce, genetik kaynak olarak, doğal meşcerelere (doğal populasyonları) başvurulur. Bunlar arasından önce, istediğimiz ürüne ve onları yetiştireceğimiz yöreye en uygun düşen populasyonlar seçilir. Bu populasyonlar üzerinde, çeşitli genetik denemeler yapılır. Özenle yapılan bu genetik denemelere dayanarak, o populasyonlar içindeki en iyi aileler ve bireyler tespit edilir. Bu bireylerden elde edilen bitki materyali (ki bu materyal, başta tohum olmak üzere, çoğalma özelliğinde olan çelik, tomurcuk, çeşitli meristem doku ve hücreleri olabilir) çoğaltılarak araziye dikilir. Bunlar, gerekli silvikültürel işlemlere tabii tutularak büyütülür ve sonunda daha üstün kalite ve kantitede olan ürün elde edilir.

Bitki ıslahı sonunda elde edilen ürünler, ormancılıkta ana ürün olan odun ve bundan ortaya çıkan selülozdur. Ayrıca, ağaç ıslahı yoluyla daha iyi kalite ve kantitede (miktar) reçine, balzam, sığla yağı, kauçuk, değişik kimyasallar gibi yan ürünler de elde edilebilir. Orman ağaçları dışındaki diğer bitkiler de ıslah edilerek çeşitli yiyecekler, lif, çeşitli kimyasal maddeler, enzimler, ... ve süs bitkileri, daha iyi kalite ve miktarda elde edilebilirler.

BÖLGEDEKİ AĞAÇ ISLAHI ÇALIŞMALARI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

ABD'nin Güneydoğu Eyaletleri, Virginia, Kuzey Karolina, Güney Karolina, Georgia, Alabama, Missisipi, Louissiana, Teksas ve Florida'yı içine alır. Buradaki en önemli konifer ağaç türleri Loblolly çamı (*Pinus taeda* L.), *Pinus palustris* Mill, *Pinus elliotti* Englem, Virjinya çamı (*Pinus virginiana* Mill.) *Pinus echinata* Mill, *Pinus strobus* L. ve Fraser göknarı (*Abies fraserii* L.)dır.

Bu bölgedeki ağaç ıslahı çalışmaları, Ağaç Islahı Kooperatifi (Cooperative Tree Improvement Program) bünyesinde yürütülmektedir. Kooperatifin merkezi Kuzey Karolina Eyalet Üniversitesi'nde (Raleigh, N.C.) yer almaktadır. Kooperatif ilk önce, Profesör Bruce Zobel'in teşvikiyle, 1956 yılında, 11 üye kuruluşun katılımıyla kurulmuştur. Bugün (1990) kooperatifin üye sayısı 25'dir. Üye sayısı, bazı üye şirketlerin kendi aralarında birleşmesi veya bağımsız hale gelmesiyle azalıp çoğalmaktadır.

Üyeler arasında Champion International Corp., Georgia-Pacific Corp., International Paper Co., International Forest Seed Co., Union Camp Corp., Westvaco Corp., Weyerhaeuser Corp. gibi, işi orman endüstrisi olan büyük özel şirketlerle, Kuzey Karolina, Güney Karolina, Virjinya ve Alabama gibi eyaletlerin resmi ormancılık kuruluşları da bulunmaktadır.

Kooperatif üyeleri yaklaşık 8 milyon hektar (20 milyon acre) arazi üzerinde orman yetiştirmektedir. Bu arazinin yılda yaklaşık 300 bin hektarı (750 bin acre) üzerinde dikim yapılmaktadır. Yıllık ağaçlandırmaların yüzde 82'sinde genetik bakımdan ıslah edilmiş tohum kullanılmaktadır. Pek yakında bu oranın yüzde yüze ulaştırılması amaçlanmıştır. Bugüne kadar, kooperatif üyelerine ait yaklaşık 4 milyon hektar arazi, genetik bakımdan ıslah edilmiş tohumlarla ağaçlandırılmıştır. Bu alanlardan, ıslah edilmemiş ağaçlara kıyasla, hacim olarak en az yüzde 10, kalite ve para değeri olarak da, yüzde 18 ile 32 arası daha fazla kazanç sağlanacağı tahmin edilmektedir.

ABD'deki kooperatifleşme hareketleri, ağaç ıslahı programında güçbirliği sağlamaktadır. Ağaç ıslahı uzun yıllar beklemeyi gerektirdiği, koop. üyeleri ortak sorunlara sahip olduğu, belirli bir arazi için bulunan üstün ağaçlar, komşu arazideki koop. üyesi tarafından da kullanılabilmesi için, ağaç ıslahı konusunda kooperatifleşme, ABD'nin bir çok eyaletinde yaygınlaşmıştır. Kuzey Karolina'daki kooperatiflere benzer ağaç ıslahı kooperatifleri, örneğin, Florida Üniversitesi'nde, ABD'nin Kayalık Dağları (Rocky Mountain) bölgesini içine alan Montana ve çevresindeki iç bölgede, Oregon Üniversitesi'nde ve Kaliforniya Üniversitesi'nde de bulunmaktadır.

Kuzey Karolina Eyalet Üniversitesi'ndeki Ağaç Islahı Kooperatifine ek olarak, yine aynı üniversitede, ormancılığın diğer konuları üzerinde, dört ayrı kooperatif daha bulunmaktadır. Bunlar: 1) Yapraklı Ağaçlar Araştırma Programı Koop., 2) Gübreleme Koop., 3) Orman Alet ve Makineleri Koop., 4) CAMCORE Koop. (Orta Amerika ve Meksika Koni ferleri Genetik Kaynakları Koop.)

Ağaç Islahı Kooperatifine üye olan şirketlerin çoğu, orman yetiştirmekle ilgili olan diğer kooperatiflere de üye olup, ortak sorunlar üzerinde üyeler ve kooperatifler arasında etkin bir işbirliği bulunmaktadır. Koope-

ratifleşmenin oluşturduğu güçbirliği sayesinde ağaç ıslahı araştırmaları ve uygulamaları için gerekli olan mali destek üyelerin herbirinin sağladığı yıllık yardımdan, üyelerin bulunduğu eyaletlerin hükümetlerinden ve federal hükümet tarafından daha etkin ve daha çok miktarda sağlanabilmektedir. Örneğin, Kuzey Karolina Eyalet Üniversitesi'nde, herhangi bir zamanda, ağaç ıslahı ile ilgili olarak en az 15 master ve doktora öğrencisi araştırmalar yapmakta; bunların büyük bir bölümünün kişisel ve araştırma masrafları, koop. bütçesinden karşılanmaktadır. Koop. ayrıca, yıllık raporlarına ve yayınlarına ek olarak, her yıl belirli zamanlarda konferans ve seminerler düzenlenmekte; koop. üyeleri arasındaki bilgi alışverişini artırmakta, karşılaşılan yeni sorunları ve çözüm önerilerini ortaya koymaktadır. Ayrıca, her üye kuruluşun bir temsilcisinin yer aldığı ve koop. en yetkili kurumu olan Koop. Danışma Kurulu yılda bir kere toplanarak bütçeyi ve yapılacak faaliyetlerin genel hatlarını ortaya koymaktadır.

Bu genel bilgilerden sonra, ağaç ıslahı üzerinde yapılan teknik çalışmalara geçmek yerinde olur. Bu çalışmaların daha açık bir şekilde sunulabilmesi için, konu dağıtılmadan, belirli bir ağaç türünün ele alınması ve bu ağaç türü üzerinde örnekler sunulması daha yararlı olacaktır. Burada örnek olarak ele alınıp incelenecek olan ağaç türü, ABD'nin Güneydoğu Eyaletlerinde en yaygın olan ve ağaç ıslahı çalışmalarının en yoğun ve başarılı olduğu Loblolly çamıdır (*Pinus taeda* L.).

AĞAÇ ISLAHINDA *Pinus taeda* (LOBLOLLY ÇAMI) ÖRNEĞİ

Güneydoğu Eyaletlerinde Ağaç Islahı Kooperatifi'nin sahip olduğu ormanlık arazinin 6 milyon hektarı çam türleriyle kaplıdır. Bunun büyük bir bölümünü Loblolly çamı oluşturur. Son yıllarda her yıl yaklaşık 600 milyon adet, genetik yolla ıslah edilmiş Loblolly çamı fidanı üretilmektedir. Kooperatifin bir yılda diktiği Loblolly çamı fidanları, tüm ABD'de dikilen fidanların yüzde 40'ını meydana getirir. Bu haliyle Loblolly çamı, dünyada "yılda en çok dikilen" ağaç türü rekoruna sahiptir. Bundan sonraki ikinci sırada radiata çamı gelmektedir.

Loblolly çamı, ABD'nin Güneydoğu Eyaletlerini içine alan dikdörtgen şekilli bir araziye kapsar. Ancak, dikdörtgenin kuzeydoğu ucundan

kuzeye, güneydoğu ucundan da güneye doğru birer çıkıntı yaparak, daha kuzey ve daha güneyde de yayılış gösterir. Loblolly çamı üzerindeki ıslah çalışmalarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

a) Coğrafi Varyasyon Çalışmaları

Islah edilecek türün, ilk önce genetik çeşitliliğinin bilinmesi gerekir. Loblolly çamı üzerinde yapılan biyosistemik araştırmaları ve orijin denemeleri sonuçları, ilk önce 1950'li yıllarda alınmaya başlanmış; ve türün coğrafi varyasyonları hakkındaki bilgiler 1950'li yıllarda ortaya çıkarılmıştır. Buna göre, bu türde beş ayrı ana ırk bulunmaktadır. i) Kuzey ırkı, ii) Sahil ovaları ırkı, iii) Piedmont (dağlık bölgeler) ırkı, iv) Kurak alanlar (Teksas Lost Pine region) ırkı, v) Sulak alanlar (Kuzey ve Güney Karolina eyaletlerinin sahil kısımlarında turbalık bataklıkları) ırkı.



Şekil 1: Loblolly çamı, dünya üzerinde "yılda en çok dikilen ağaç" rekoruna sahiptir. Resimde bir loblolly çamı fidanlığı, tohum bahçesi ve orman içi dinlenme yeri, birbirine bitişik arazilerde yer almaktadır. Orman genetiği konusunda ABD'nin dört önde gelen ismi birarada (Soldan sağa: Prof. Taylor, Prof. McElvee, Prof. Libby ve Prof. Zobel. Foto Işık, yıl, 1969).

b) Üstün Ağaçların Seçimi

Başlangıçta, koop üyelerinin herbirinden, sahip oldukları orman işletme birimleri başına 30 adet üstün görünüşlü ağaç seçmeleri istenmiştir.

Kurulacak her tohum bahçesi için, başlangıçta 100 üstün ağaç ile işe başlanması planlanmıştır. Üstün (plus) ağaçların seçiminde büyüme hızı, gövde formu, hacim ve odun kalitesi gibi özellikler dikkate alınmıştır. Sonra bu üstün ağaçlardan alınan tohum ve/veya aşı kalemleri kullanılarak tohum bahçeleri kurulmuştur.

c) Tohum Bahçelerinin Kurulması ve İşletilmesi

Önce her üye, sahip olduğu araziye uyabilecek ırklara ait üstün ağaçları kullanarak, kendi tohum bahçesini kurmuştur. Tohum bahçeleri kurulurken, üyeler, uygun klonları, birbirinden değiş-tokuş yapmışlardır. Bir tohum bahçesinde başlangıçta yaklaşık 100 klon temsil edilmiş; daha sonra klon sayısı 25 ile 40'a kadar indirilmiştir.

Tohum bahçelerinin kuruluş aşamasında değişik sorunlarla karşılaşmıştır. Aşıların tutma oranı, aşı kalemi ile aşı dip kütüğünün uyumsuzluk sorunu, dişi ve erkek çiçek verebilme sorunu, kendi kendini dölleyerek genetik dejenerasyona uğrama (inbreeding) sorunu, yabancı polenlerin tohum bahçesinde genetik kirlenmeye yol açmaları gibi sorunlar, kop üyelerinin sağladığı destekle, üniversitenin araştırmacı ekibi tarafından ya ortadan kaldırılmış, ya da minimum düzeye indirilmişlerdir. Bahçedeki yabancı otlarla mücadele için herbisitler uygulanmış; ağaç tepelerindeki yaprak, çiçek, kozalak veya tohumlara arız olan ve önceden hiç önem verilmeyen çeşitli böcek ve mantar türlerinin özellikleri öğrenilmiş bu böcek ve mantarlara karşı yeni ve etkin mücadele yöntemleri geliştirilmiştir. Bu arada yerden ve uçaktan insektisit atabilen alet ve makineler icat edilmiştir. Ayrıca genç ağaçlara boynuzlarını sürterek zarar veren geyik ve benzeri yabani hayvanlara karşı mücadele edebilmek amacıyla, tohum bahçesinin değişik yerlerine güneş enerjisi depolayan kollektörler yerleştirilmiş ve bunlardan üretilen elektrik enerjisi, ağaçların çevresine yerleştirilen tellere akıtılarak, hayvanların ağaçlara dokunması önlenmiştir. Tohum bahçelerinin, maksimum düzeyde tohum verebilmesini sağlayan özel sulama, gübreleme ve hormanlama yöntemleri geliştirilmiştir. Ağaçlar büyüyüp tohum verince, tohum toplama sorunları ortaya çıkmış; araştırmalar sonunda ağaca zarar vermeden ağacı sallayarak, ya da bahçe tabanına bir ağ sistemi kurarak, kozalak ve tohum toplanmasını sağlayan makineler yapılmıştır.

Bu çalışmalar sonunda, tohum bahçelerinin kuruluş ve işletilmesine ait birçok temel bilgiler ortaya çıkarılmış; bu yönüyle ABD'nin Güneydoğu eyaletleri ve Loblolly çamı, ağaç ıslahı ve tohum bahçeleri konusunda dünyaya önderlik etmiştir (Şekil 1 ve Şekil 2).

Kooperatif üyelerinin sahip olduğu 100'e yakın Loblolly çamı tohum bahçesinden elde edilen tohum miktarı, iklim şartları ve diğer faktörlere bağlı olarak yıldan yıla değişebilmektedir. Örneğin, koop üyeleri toplam olarak, 1978 yılında 23.5 ton, 1981 yılında 50.5 ton ve 1984 yılında da 80.1 ton tohum üretmişlerdir. Fidan olarak belirtmek gerekirse, 80.1 ton tohum, 1.281.000.000 fidan vermektedir.

d) Döl Denemeleri

Tohum bahçelerine getirilip büyütülen ve kendilerinden tohum elde edilen üstün görünüşlü ağaçların, genetik açıdan da gerçekten üstün olup olmadıklarını anlamak için döl denemeleri yapılır (Şekil 4). Bu işlemde, tohum bahçesindeki her klondan toplanan tohumlar, tohum bahçesinin hizmet edeceği bölgelerdeki belirli deneme alanlarında büyütülür. Her klondan ortaya çıkan onlarca birey, döl deneme alanlarında ayrı ayrı yıllarca gözlenir. Onların araziye uyum kabiliyeti, yaşama oranları, büyüme hızları, gövde ve dallanma şekilleri, odun özellikleri, çeşitli böcek ve mantar hastalıklarına dayanıklılık dereceleri veya hastalıklara yakalanma yatkınlıkları gibi özellikleri incelenir, gözlenir ve değerlendirilir (Şekil 5). Bu değerlendirmeler sunucunda, istenilen özellikleri göstermeyen klonlar tespit edilir ve bu klonlar tohum bahçelerinden çıkarılır. Döl denemeleri üzerine ek sonuçlar alındıkça, istenmeyen ağaçların (klonların) tohum bahçelerinden çıkarılmasına devam edilir. Böylece, tohum bahçesinde geri kalan ağaçların genetik bakımdan daha üstün olmaları ve yalnızca bu üstün ağaçların birbirlerini dölleyerek daha üstün tohum vermeleri sağlanmış olunur.

Güneydoğu eyaletlerinde 1985 yılı itibarıyla, Loblolly çamı üzerinde kurulmuş bulunan 1250'den fazla döl deneme alanı bulunmaktadır. Döl denemelerinde ağaçların çeşitli karakterleri üzerinde çalışılır. Bu karakterlerden en önemlileri hastalıklara dayanıklılık, büyüme hızı, dallanma özellikleri, gövde özellikleri ve odun özellikleridir. Bunlara ek olarak, ağacın çeşitli morfolojik, anatomik, fizyolojik ve kimyasal özellikleri

üzerinde de çalışılabilir. Bu özelliklerin her birinin kalıtsallık değeri hesaplanır. (Bir karakterin kalıtsallık değeri o karakterin genetik faktörler tarafından kontrol edilebilme gücüdür... Eğer bir karakterin kalıtsallık değeri yüksek ise, çevrenin o karakteri değiştirebilme yönündeki etkisi az demektir). Bu hesaplamalara dayanarak, daha sonra yapılacak seçim ve genetik işlemlerde, kalıtsallık değeri yüksek olan karakterlere önem verilir. Örneğin, Loblolly çamı üzerinde yapılan döl denemeleri sonuçlarına göre, ağaç boyunun kalıtsallık değeri yüzde 14-44, gövde düzgünlüğünün kalıtsallık değeri yüzde 14-21, odun özgül ağırlığının kalıtsallık değeri de yüzde 41-87 değerleri arasında bulunmuştur. Buna göre, bu karakterler arasında çevre faktörleri tarafından en az etkilenen karakter odun özgül ağırlığıdır. Başka bir deyişle, odun özgül ağırlığı yüksek olan ailelerin yavruları da diğer ağaçların yavrularına kıyasla, çevre faktörleri tarafından fazla etkilenmeden, daha yüksek özgül ağırlığına sahip olacaklardır.

Döl denemelerinin sonuçlarını almak için, sanıldığı gibi bir idare müddeti kadar süre beklemeye gerek yoktur. Daha önceden yapılan denemelerden alınan sonuçlara göre, Loblolly çamında, genç yaştaki ağaçların özellikleri ile idare müddetine ulaşmış ağaçların özellikleri arasında, istatistiksel önemde ilişkiler bulunmaktadır. Buna göre, Loblolly çamı bireyleri 6 veya 8 yaşında iken, onların idare müddetinde ne tip bir ağaç olabileceği üzerinde sağlıklı tahminler yapılabilmektedir. Bu yüzden, Loblolly çamında döl denemeleri sonuçları, ağaçlar daha 6 veya 8 yaşındayken sağlıklı olarak elde edilebilmektedir (Şekil 5).

Loblolly çamı üzerindeki ilk döl denemeleri sonuçları 1970'li yılların sonunda alınmaya başlanmıştır. Böylece, 1960'lı yıllarda kurulan tohum bahçelerinde, bugün yeterli eleme (istenmeyen klonların (ağaçların) çıkarılması) işlemleri tamamlanmıştır. Bu şekilde elde edilen tohum bahçelerine 1,5 (birbuçuk) kuşak tohum bahçeleri adı verilmektedir.



Şekil 2: ABD'nin Güneydoğu eyaletlerinde yılda yaklaşık 300 bin ha. araziye dikim yapılır. Bu fidanların % 82'si ıslah edilmiş tohum üreten tohum bahçelerinden elde edilir.



Şekil 3: Tohum bahçelerine intensif olarak bakılır, gübrelenir; ağaçlar tohum ve kozalak zararlısı böceklere karşı ilaçlanır



Şekil 4: DKL dönemleri için tohum bahçelerindeki veya klon bankalarındaki ağaçlar arasında kontrollü döllenmeler yapılır.



Şekil 5: Kontrollü döllenme sonucu elde edilen kıymetli tohumlar arazide deneme alanlarına dikilir. Bunlar üzerinde gözlemler yapılarak en iyi döl veren anne-babalar bulunur. Tohum bahçelerinde yalnızca bu anne-babalar bırakılır. Resimde sol sıradaki ağaçların anne ve babaları aynı. Sağ sıradaki ağaçların ise anneleri sol sıradakilerin annesi ile aynı, fakat babaları başka bir ağaç. Bu çeşit döl denemesinin amacı "en yüksek ÖZEL BİRLEŞME YETENEĞİ (ÖBY)" olan anne-babaları tespit etmek ve ağaçlandıрма çalışmalarından kullanılacak tohumları, o tip ağaçlardan elde etmektir.

e) Döl Denemelerinde Döllenme Desenleri

Döl denemeleri yapılırken, tohum bahçesindeki her klonun, geri kalan her klonla çaprazlanması ve döl denemelerinin bu temele dayanarak yapılması en ideal yoldur (Tam Dialel Deseni). Ancak, bu işlem gerek bizzat kontrollü döllenme yaparken, gerekse onlardan çıkacak fideciklerle döl deneme alanlarını kurarken çok büyük zaman ve yer kaybına yol açmaktadır. Bu nedenle, değişik döllenme desenleri geliştirilmiş; bu desenlerden hem üretebildiği bilgi, hem de uygulamada sağladığı kolaylıklar bakımından en uygun olanları kullanılmaya başlanmıştır. Bunlardan biri ve Kuzey Karolina'daki kooperatif tarafından en çok kullanılanı, "Tester Döllenme Deseni" adı verilen desendir. Bu desende, tohum bahçesinden 4 ile 6 klon seçilmekte; bu klonlar erkek (ya da dişi) birey olarak kullanılmak suretiyle, tohum bahçesindeki bütün diğer klonlarla çaprazlanmaktadır. Böyle bir kontrollü çaprazlama sonunda yapılan döl denemeleri sonuçlarına dayanılarak, tohum bahçesinde yer alan ve "en iyi genel birleşme yeteneğine" sahip olan bireyler tespit edilebilmektedir. "En iyi özel birleşme yeteneğine" sahip olan bireyler ise ancak "Tam Dialel" döllenme deseni kullanılarak bulunabilmektedir.

En iyi genel birleşme yeteneği olan ağaçlar, tohum bahçesindeki hemen hemen her üstün ağaçla birleştiği zaman, herhangi genetik uyumsuzluğa yol açmadan, her zaman en iyi yavruları verebilen bireylerdir. Bu bakımdan, üstün ağaçların tespiti yanında, üstün genel birleşme yeteneğine de sahip olan ağaçların bulunması ve tohum bahçesine öncelikle bunların dahil edilmesi, ağaç ıslahında ek bir genetik kazanç sağlanmasında yardımcı olmaktadır. Kuzey Karolina'daki ağaç ıslahı kooperatifinde, sekiz ıslah zonunda, genel birleşme yeteneği yüksek olan, toplam 32 adet birey tespit edilmiştir. Kuzey Karolina sahil zonu için tespit edilmiş böyle ağaçlardan biri 7-56, diğeri de 8-01 diye kodlanmış olan klonlardır. Bu klonlar, sahil ıslah zonunda arazisi olan bir çok koop üyesinin tohum bahçesinde dublike edilmiş olarak yetiştirilmektedir.

f) Islah Zonlarının Tespiti

Bir tohum bahçesi kurulurken, her bir tohum bahçesinde hangi ırka ve/veya hangi meşçereye ait klonların yer alacağı ve bu tohum bahçesinin hangi yöre veya yörelere hizmet götüreceği gibi çok önemli sorulara

cevap vermek ve bu konuda karar vermek zorunluluğu vardır. İlk kuşak tohum bahçeleri kurulurken, tür üzerindeki coğrafik ve varyasyon çalışmalarının sonuçlarına ve ilgili bölgelerin iklimsel ve diğer çevresel verilerine bakılarak bu kararlar verilir. Ancak, ilk kuşak tohum bahçeleri kurulurken verilen bu karar geçici bir karar olup, bu konudaki en doğru karar ise döl denemeleri yapıldıktan sonra verilir. Başka bir deyişle, ıslahçı, a) hangi klonların hangi yörelerden en iyi başarı gösterdiğine, b) hangi klonların başka hangi klonlarla en iyi genel birleşme yeteneği gösterdiğine bakarak ikinci kuşak tohum bahçesine girebilecek klonları belirler ve ayrıca belirli bir tohum bahçesinin hizmet götürebileceği alanları tespit eder. İşte, belirli bir tohum bahçesinin hizmet götürebileceği alanların tümü birden bir "Islah Zonu"nu oluşturur.

Loblolly çamı için, döl denemeleri sonuçlarına dayanılarak, sekiz Islah Zonu belirlenmiş bulunmaktadır. Belirli bir klonal kompozisyonu olan bir tohum bahçesi, yalnızca bu zonlardan birine hizmet götürmektedir. Örneğin, Kuzey Karolina Sahil Zonu (zon no 2) için tohum üretimi yapan bir tohum bahçesinin tohumlarından çıkan fidanlar, bazı özel yöreler dışında, hiçbir zaman, onun hemen komşusu olan Güney Karolina Sahil Zonuna (zon no 3) götürülüp dikilmemektedir.

g) İkinci Kuşak Tohum Bahçelerinin Kurulması

Ağaç ıslahı süreklilik gerektiren bir işlemdir. Bir tohum bahçesi kurmakla, arzu edilen tohum elde edilmiş sayılamaz. Döl denemelerinden elde edilen bilgilere, arazide ıslah edilmiş tohumlarla kurulan birinci kuşak ağaçlandırma alanlarındaki gözlemlere, değişen teknolojik şartlara, değişen ihtiyaçlara ve doğal ormanlarda yapılan diğer araştırmalara dayanarak, ıslah programına devam edilir. Nitekim, Kuzey Karolina'daki Ağaç Islahı Kooperatifi, bu işlemi aynen uygulamaktadır. İlk kuşak tohum bahçelerine ait döl denemeleri sonuçları 1988 yılında tamamlanmıştır. İlk kuşak tohum bahçelerinde halen 3000'den fazla elit ağaç (genetik üstünlüğü döl denemeleri ile ispatlanmış ağaç) bulunmaktadır. İkinci kuşak tohum bahçelerine girecek klonların seçilmesi işlemine 1976'da başlanmış ve bu seçim işlemi 1988 yılında tamamlanmıştır. Buna göre çoğu birinci kuşak tohum bahçesinde yer alan 2500 adet elit ağaç, ikinci kuşak

tohum bahçelerine dahil edilmiştir. Bu elit ağaçlar arasında, üstün genel birleşme yeteneğine sahip olan ve çeşitli hastalıklara dayanıklı olan ağaçlar da yer almaktadır. Bugüne kadar yaklaşık 63.000 hektar (155.000 acre) arazi, ikinci kuşak tohum bahçelerinden elde edilen tohumlarla ağaçlandırılmıştır. 1985 yılında ikinci kuşak tohum bahçelerinden toplam 2864 kg (6321 pound) tohum üretilmiştir. Çoğu henüz genç olan ikinci kuşak tohum bahçeleri üretim yaşına girdikçe, bu miktar her yıl biraz daha artarak yükselecektir. İkinci kuşak tohum bahçelerinden elde edilen tohumlarla kurulan ağaçlandırma alanlarındaki büyüme hızı, ıslah edilmiş tohumlarla kurulan ağaçlandırma alanlarına kıyasla % 40 daha fazla olmaktadır.

İkinci kuşak ıslah programına alınan klonlar üzerinde döl denemelerine hızla devam edilmektedir. İkinci kuşak tohum bahçelerinin kurulmasından bu yana çok kısa bir zaman geçmesine rağmen, son yıllarda geliştirilen "Hızlandırılmış Islah Programı" (Accelerated Breeding) sayesinde, bu güne kadar ikinci kuşak için yapılması öngörülen döl denemelerinin % 20'sinin sonuçları alınmıştır. Döl deneme sonuçları alınan klonlar kullanılarak, üçüncü kuşak tohum bahçelerinin hazırlıklarına başlanılmıştır. Üçüncü kuşak tohum üretimine girilmesi 1996 yılında planlanmaktadır.

h) Hızlandırılmış Islah Programı

Bilindiği gibi ağaçlar, diğer bitkiler gibi kısa süre içinde çiçek açıp tohum verecek olgunluğa ulaşamazlar. Halbuki, genetik araştırmalarda ve bitki ıslahında, bitkinin erken yaşta çiçek açıp tohum vermesi, döllерinin erken yaşta denemelere alınması ve bu denemelerin ikinci, üçüncü... kuşaklarda da, zaman kaybetmeden hızla sürdürülmesi arzu edilir. Orman ağaçları ıslahında, bu durum bir özür olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu özürü ortadan kaldırmak için başta Kuyez Karolina'da ve Lobloly çamı üzerinde olmak üzere değişik teknikler geliştirilmiştir. Bu tekniklerin hepsi birden "Hızlandırılmış Islah" olarak adlandırılmaktadır. Bunların bazılarında kısaca bahsetmek yerinde olacaktır (Şekil 6).

- Dişi çiçek oluşumunu hızlandırma ve dişi çiçek sayısını artırma teknikleri (Klonların büyük bidon saksılarda açık alanda büyütülmesi; klonların yine büyük bidon saksılarda seralarda büyütülmesi -ki böyle se-

ralara üretim ve dölllenme seraları adı verilir; dişi çiçek üretimini artırmak için özel budama teknikleri; ağaçların Haziran ortası ile Eylül ayları arasında su stresi altında tutulması; su stresine paralel olarak, belirli aralıklarla ve belirli dozlarda, ağaçlara hormon (giberrelin) uygulanması).

- Erkek çiçek oluşumunu hızlandırma ve erkek çiçek sayısını artıran bazı teknikler (Loblolly çamının Japon kızıl çamı dip kütüğü (anacı) üzerine aşılması (Westveco Corp.); seçilen belirli dalların kambiyum tabakasının Şubat sonundan itibaren telle sıkıca sarılması vb. gibi.)

1) Doku Kültürü Çalışmaları

Kuzey Karolina'daki Ağaç Islahı Kooperatifi, ayrı bir proje birimi halinde, Loblolly çamı üzerinde doku kültürü araştırmaları da yürütmektedir. 1984-85 yıllarında Kuzey Karolina'da bulunduğum sırada ben de bu projede çalışma imkanına sahip oldum. Doku kültüründen amaç, moleküler biyoteknolojinin ormancılıkta uygulanmasını sağlayacak alt yapıyı oluşturmaktadır. Loblolly çamı doku kültürü için, 7-56 kodlu klon gibi elit ağaçların tohumları kullanılmaktadır (Şekil 7).

Böyle bir elit ağacın çimlenmekte olan bir tohumunun çenekleri birçok parçaya bölünmekte; sonra bunlar devirli olarak uygulanan belirli beslenme ortamlarında, önce tepe sürgünü, daha sonra da kök sürgünü vermeye teşvik edilmektedir. Böylece tek bir tohumdan potansiyel olarak yüzlerce yeni fidan elde edilebilmektedir. Sonra bu fidanlar önce seraya, sonra da araziye açık alana aktarılarak büyütülmektedir.

Bununla beraber, doku kültürü ile fidan üretiminde birçok sorun bulunmaktadır. Her şeyden evvel, her doku, doku kültürü tekniğine olumlu bir tepki gösterememektedir. Yalnızca, tohum çeneği gibi genç dokular, doku kültürü yoluyla yeni bitkiler üretebilmektedir. Ayrıca, bugünkü teknikler kullanılarak doku kültürü yoluyla elde edilen bir fidecik, tohumdan elde edilen bir fideciğe kıyasla, 17 kat daha pahalıya mal olmaktadır. Bundan başka, doku kültürü yoluyla ortaya çıkan fidanlar, olumlu bazı özellikleri olmasına rağmen (*Cronortium fusiform* mantarına dayanıklılık gibi), arazide, tohumdan meydana gelen fidanlara kıyasla yüzde 30 kadar daha ağır büyümektedir. Bu ve benzeri özürler, doku kültürü yo-

luyla üretilen fidanları, bugün için çekici kılmamaktadır. Ancak bu özürler, bu konuda araştırmalar yapıldıkça azaltılacak veya giderilebilecektir.



Şekil 6: Açık alanda yapılan kontrollü döllenmeler, çok zaman alır. Bu yüzden "Hızlandırılmış İslah Programı" adı altında ve sera şartlarında kontrollü döllenmeler yapılır. Sera içinde aşılama klonları, daha kısa süre içinde ve daha çok sayıda çiçek açmakta, her ağaç özel saksı içinde ve özenle büyütülmektedir. Her saksıya özel miktarda, su, gübre ve belirli hormonlar ilave edilerek, çiçeklenme, tohum gelişmesi ve olgunlaşma kontrol altında tutulmaktadır. Böyle bir sera içinde binlerce kontrollü döllenme yapılabilir; elde edilen tohumlar, Resim 7'deki gibi arazideki döl deneme alanlarına dikilmektedir. Sonuçta, kendilerinden genetik kalitesi en üstün tohumların üretebileceği anne, baba ağaçlar belirlenmektedir.

Tahminlere göre bundan 40-50 yıl sonra, bazı faydalı genleri, orman ağacı hücrelerinin içine aktarmak mümkün olabilecektir. O zaman, istenilen özellikleri gösteren ağaçlar, doku kültürü yoluyla üretilmektedir. Örneğin, çam kese böceğine zehir etkisi yapan bir enzimi üreten bir gen, bu geni taşıyan canlıdan alınıp, elit yapıdaki bir kızılçamın hücrelerindeki genlerin arasına sokulacaktır. Ve o andan itibaren bu gen, bir kızılçam geni gibi hareket edecektir. Bu yeni geni taşıyan kızılçam hücreleri doku kültürü yoluyla büyütülecek, bağımsız bir ağaç haline gelecek ve bu ağaca artık çam kese böceği arız olamayacaktır. Üstelik, bu tek bir

ağaç, doku kültürü yoluyla, genetik özelliği hiç bozulmadan yüzbinlerce kere duplike edilebilecek ve üretilebilecektir.

Biyoteknoloji ve doku kültürüne ait değişik, daha birçok spekülasyon yapılabilir (düşünce üretilebilir). Ancak, bunlarla ilgili tekniklerin uygulanmasında, beklenen veya beklenmeyen birçok sorun ortaya çıkmaktadır. Her durumda, önce konuya girmek, amaçları adım adım saptamak, sorunlar ortaya çıktıkça bu sorunları çözecek teknikleri geliştirmek, sonra tekrar asıl konuya dönerek amaca doğru yine adım adım ilerlemek gerekmektedir. İşte, Kuzey Karolina'daki Doku Kültürü ve Ağaç Biyoteknolojisi Programı, yarım asır veya bir asır sonra "Süper ağaçlar" elde etmek için yürürlüğe girme potansiyeli olan bir üretim şekline, daha şimdiden hazırlanmak için yürütülmektedir. Değilse, ilgili ağaç türü üzerindeki temel genetik bilgiler ortaya konulmadan, "doku kültürü" ve "biyoteknoloji", kendi başlarına "süper ağaçlar" yaratacak konumda değildir. Meslektaşlarımda, biyoteknoloji üzerinde her türlü sansasyondan uzak olarak, bunu böyle bilmesinde yarar görüyorum.



Şekil 7: Üstün ağaçların fidecikleri üzerinde doku kültürü çalışmaları yapılır. Üstün ağaçların döllenmesiyle meydana gelen bir tohumdan bir fidecik, bu tek bir fidecikten de doku kültürü yoluyla yüzlerce sayıda başka fidecikler üretilir. Doku kültürü kendi haline üstün ağaç vermez; ama genetik denemeler sonunda bulunan bir üstün ağaç, doku kültürü yoluyla binlerce sayıda üretilebilir.

SONUÇ

Loblolly çamı üzerinde, yukarıda belirtilen işlemlerin yapılabilmesi ve yürütülebilmesi için, önce yoğun araştırmaların yapılması ve sağlam tecrübe birikiminin bulunması gerektiğini takdir edersiniz. Bu ise ancak çeşitli disiplinlerdeki araştırmacıların yoğun çalışmaları ve sürekli işbirliği ile mümkün olabilmektedir. Loblolly çamı ile ilgili araştırma projelerinde ormancı ve genetikçilere ek olarak, biyologlar, bitki fizyologları, biyokimyacılar, istatistikçiler ve daha birçok farklı disiplinden bilim adamları ve uygulayıcılar birlikte çalışmaktadır. Koop üyeleri tarafından sağlanan maddi ve manevi destek ve araştırmacılar arasında mevcut azim ve işbirliği sayesinde bugün Loblolly çamı dünyada en çok dikilen ve ağaç ıslahının en ileri düzeyde bulunduğu bir ağaç türü konumuna gelmiştir. İnanıyorum ki, ülkemizdeki kızılçam da, genetik ıslah programına, en olumlu ve hızlı bir şekilde tepki gösterebilecek bir ağaç türüdür. Bu tür, yalnız Türkiye'de geniş alanları kaplamakla kalmamakta; tüm Akdeniz Çanağı içinde yer alan (ve hatta bazı deniz aşırı bölgelerde bulunup Akdeniz iklim özelliği gösteren) ülkelerde de en çok ekilip dikilmeye aday bir tür olma özelliğine sahip bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

Anon. 1990. Thirty-fourth Annual Report. North Carolina State Univ., Industry-Coop. Tree Improvement Program N.C. State Universty, College of Forest Resources, N.C., 20 pp.

Ve 1984-86 yıllarında Fulbright bilim adamı olarak Kuzey Karolina'da bulunduğum sırada tuttuğum notlar (Makaledeki fotoğrafların hepsi de yazar tarafından çekilmiştir).

ORMAN GEN KAYNAKLARI KORUMA STRATEJİLERİ VE *Cedrus libani* ÜZERİNDE BAZI ÖNERİLER(*)

Kâni IŞIK, Tolga YILDIRIM
Bitki Genetiği Profesörü ve Araştırma Görevlisi
Biyoloji Bölümü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya-Türkiye

ÖZET

İnsanlığın çok çeşitli etik, estetik ve ekonomik ihtiyaçları vardır. Bu ihtiyaçların karşılanabilmesi için canlı türlerinin ve bu türleri meydana getiren populasyonların genetik çeşitliliği korunmalı ve sürdürülmelidir. *Cedrus libani* doğal olarak özellikle Toros Dağları'nda ve Anadolu'nun birkaç başka yöresinde yetişir. Geçmiş bin yıllardaki geniş kullanıma ve istismara rağmen, *C. libani*, halâ, hem doğal populasyonları içinde hem de kültür tipleri arasında nisbeten geniş genetik çeşitlilik gösteren bir türdür. Zaman geçirilmeden, türün bütün doğal yayılış alanını kaplayacak şekilde biyosistematik araştırmalar yapılması ve sedir genetik kaynaklarının koruma önlemlerinin alınması gerekmektedir. Bugüne kadar yalnızca bir bölge (7250 ha.) intensif silvikültür ve amenajman ilkelerinin uygu-

(*) Bu makale, Uluslararası Sedir Sempozyumu'nda (22-27 Ekim 1990, Antalya-Türkiye) İngilizce olarak sunulan bildirinin Türkçe tercümesidir.

landığı bir araştırma ormanı olarak ayrılmıştır. Buna ek olarak, türün doğal yayılış alanı içinde farklı ekosistemleri temsil edecek şekilde, *in situ* koruma alanları ya da Genetik Kaynak İşletim Birimleri (GKİB) ayrılmıştır. *C. libani* üzerindeki genetik ıslah çalışmaları henüz başlangıç halindedir. 1990 yılına kadar 21 adet tohum meşceresi ayrılmış, 228 plus ağaç seçilmiş ve altı adet klonal tohum bahçesi kurulmuştur. Gittikçe artan insan etkisi, türün genetik yapısı üzerinde daha fazla olumsuz etkiler yapmadan önce, genetik ıslah çalışmaları ve mikro ve makro-vejetatif üretim teknikleri üzerinde araştırmalar hızlandırılmalıdır.

A- GİRİŞ

1) Dört E Kuralı

Genetik çeşitliliğin ve gen kaynaklarının korunmasının başlıca dört nedeni vardır: Bunlar **Ekonomik, Ekolojik, Estetik ve Etik** nedenlerdir. Buna, gen kaynaklarını koruma biyolojisinde "dört E kuralı" denir. Dört E kuralında belirtilen ihtiyaçların karşılanabilmesi için, çevremizdeki biyolojik çeşitliliğin ve genetik kaynakların korunması ve sürdürülmesi, vazgeçilmez bir ön koşuldur.

Çeşitlilik, insanların kültürel ve ekonomik yaşantılarında yaratıcılığı teşvik eden bir etmendir. Çeşitlilik aynı zamanda yok olmaya karşı güçlü bir tampondur. Daha fazla biyolojik çeşitliliğe sahip sistemler, ister canlı isterse cansız olsun, dışardan gelecek bozucu etmenlere ve bunlardan ortaya çıkabilecek sorunlara karşı daha dayanıklıdır.

Genler, sadece yukarıda belirtilen nedenlerle değil, bir türün sürekli olarak değişen çevre koşullarına daha iyi uyabilmesinde gerekli olan evrimsel kapasiteyi sağladıkları için de korunmalıdır. Daha çok çeşitliliğe sahip olan türler, zaman ve yer içerisinde değişen çevre koşullarına uyum sağlayabilme konusunda, daha yüksek evrimsel potansiyele sahiptir.

2) Genetik Islah ve Tekdüzelik

Daha fazla ekonomik fayda sağlayabilmek için, canlı türlerinin genetik ıslahı bugün sık sık başvurulan bir yöntemdir. Bununla birlikte, bir

türün ıslah çalışmaları silvikültürel ve tarımsal uygulamalarda, monokültürü de beraberinde getirmektedir. Monokültür ise türün genetik tabanının daralmasına ve tekdüzeliğe (homojenliğe) yol açar. Tekdüzelik, çeşitliliğin panzehiridir, tersidir. Çeşitlilik, türün yok olmasına karşı güvenli bir sigorta iken, genetik tekdüzelik çoğu kez felaket için gizli bir yuva olmaktadır.

3) Yeni Genler İçin "Altın Madeni Ocağı"

Bu durumda, gen kaynaklarının korunması yakın hedefler için üretimi artırmayı, uzun vadede de mevcut populasyonlardaki çeşitliliğin geliştirilmesi (en azından bu çeşitliliğin aynı seviyede tutulması) amacını taşır. Bu şekilde geliştirilen ve korunan biyolojik çeşitliliğe, gelecekte yeni ekonomik ve ekolojik değişiklikler ortaya çıktığı zaman ihtiyaç duyulacaktır. Korunan genetik kaynaklar, bir bakıma ihtiyaç duyulduğu an, gidip yeni gen elde edilecek bir altın madeni yatağı gibi düşünülebilir. Bu yüzden genetik kaynakların korunması üzerindeki yoğun çalışmalar ile diğer ekosistem koruma programları birlikte yürütülmelidir. Bu çeşit çalışmalar birçok ülkede, nesli azalan ve tehlikede olan orman ağaç türleri ve populasyonları üzerinde devam etmektedir. (Roche 1971, FAO 1975, Libby et al 1975, Maini et al 1975, National Council on Gene Resources 1982, Kurtzsch 1982, Dvorak 1983, Vidokovic and Jelaska 1983, Melchior et al 1986).

B- *Cedrus libani* GEN KAYNAKLARININ BUGÜNKÜ DURUMU

1) Anadolu'daki Dağılımı

Cedrus libani, doğal olarak Güney Anadolu'da Akdeniz kıyıları boyunca, Toros dağları üzerinde yaklaşık 1000-2000 m arasındaki yükseltilerde yetişir (Şekil 1). Ayrıca, izole olmuş bir populasyon Afyon yakınlarındaki Sultandağ'da, diğer bir populasyon da Karadeniz kıyılarında Niksar ve Erbaa yakınlarında 700-1400 m arasında bulunur (Evcimen 1962, Kayacık 1980). Akdeniz'in en doğu bucağında Amanos dağlarının bazı yörelerinde sedir meşcerelerinin 650 m yükseltiye kadar indiği bildirilmektedir (Boydak 1986).

Türkiye'de sedirin ekolojik yayılış alanı (yani bu türün yetişebileceği çevresel koşullara sahip alan) yaklaşık olarak 602.000 hektardır (Evcimen 1962). Bu yayılış alanı içerisinde sedir ormanları ile kaplı gerçek alan ise 162.000 hektar dolayındadır. Sedir, yayılış alanının alt zonunda nadiren *Pinus brutia* ile karışık olarak yetişir. Üst zonda ise çoğunlukla *Pinus nigra*, *Abies cilicica*, *Juniperus feotidissima*, *J. excelsa*, *J. oxycedrus*, *Quercus* spp., *Ostrya carpinifolia*, *Acer* spp. ve diğer bitkiler ile birlikte yetişir. Genel olarak saf sedir meşcereleri çok nadir bulunur (Boydak 1986, Kantarcı 1982, Atalay 1987).

Sedirin yayılış alanı içerisindeki iklim, genel olarak yaz aylarında sıcak ve kurak, kış aylarında da yağışlı ve karlı geçer. Kar, yüksek yerlerde ilkbahar sonralarına kadar yerde kalır. Genel olarak toprak anakayacı kireçtaşıdır. Bu yüzden birçok yerde toprak kalker orijinli olup hafif alkali karakter gösterir (Güven 1975).

2) Sedirin Biyolojik Çeşitliliği

Cedrus libani Anadolu'daki doğal yayılış alanı içinde değişik morfolojik ve anatomik karakterler açısından büyük çeşitlilik göstermektedir. *Cedrus libani*'nin taksonomisi üzerinde mevcut olan bilgiler, bu türün gövde formu, büyüme şekli ve ibrelerinin rengine göre birçok doğal varyeteleri olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda *Cedrus libani*'nin Avrupa ve Kuzey Amerika'nın nisbeten ılıman bölgelerinde yetiştirilebilen kültür formları da vardır. Sedir Avrupa peyzajında, kısmen, değerli bir park ve bahçe bitkisi olması ve kısmen de tarihsel ve kutsal özelliklerinden dolayı çok popüler bir ağaç türüdür.

Cedrus libani'nin, değişik literatür kaynaklarında bildirilen varyeteleri ve bunların bazı özellikleri şunlardır (Kayacık 1980, Kantarcı 1982):

- *C. libani* var. *glauca* Beissner (Carr) (mavimsi ve grimsi yeşil ibreler)
- *C. libani* var. *viridis* Carr. (Parlak Yeşil ibreler)
- *C. libani* var. *stricta* Carr. (grimsi yeşil ibreler, dar açılı yoğun dallanma, düzgün gövde ve dar tepe çatısı)



Şekil 1: Toros dağları - Çıtlıkara Sedir Ormanı (Elmalı - Antalya), Foto Işık, 1990

- **C. libani** var. **aurea** Den Ouden (ibreler altın sarısı, altın sarısı yeşilimsi)
- **C. libani** var. **nana** Loud (bodur ağaçlar, sık ve basık dallar)
- **C. libani** var. **pendula** Sargentii (sarkık dallanma, nispeten uzun ibreler)
- **C. libani** var. **stenocoma** Davis (dar ve piramit taç yapısı, ana gövde ile dik açı yapan, uçta sarkık dallar, *Cedrus libani*'den uzun, *C. atlantica*'dan kısa ibreler)
- **C. libani** var. **denudata** Carr. (ibreler nispeten kısa ve koyu yeşil, gövde düzgün, seyrek tepe çatısı, dalların gövdede gayrimuntazam yerleşimi)

Yukarıdaki bilgiler, **C. libani**'nin genetik tabanının çok zengin olduğunu göstermektedir. Ancak yukarıdaki sınıflandırma, 1930 ve

1950'lerin başlarındaki (daha çok morfolojik özellikleri kullanan) bilgilere dayanmaktadır. Bu eski bilgilerle bağlantılı olarak, tür üzerinde yeni bilgileri, özellikle de biyosistematiikteki modern ve ileri metodları kullanarak yeni bir sınıflandırma yapılmasına ihtiyaç vardır. Şurası açıktır ki, coğrafik, iklimsel ve toprak özelliklerinin çok kısa mesafeler içerisinde bile büyük değişiklik gösterdiği Akdeniz bölgesinde, *C. libani*'nin birçok farklı formu evrimleşmiştir.

3) Sedirin Geçmişteki Kullanımı ve Genetik Bakımdan Bozulması

Sedir, değerli odunu nedeni ile eski zamanlardan beri büyük miktarlarda kesilmektedir. Mısır'lular, Asur'lular, Fenike'liler ve Roma'lular, sedir odununu gemi yapımında, tapınakların, sarayların, anıtların inşaatında kullanmışlardır (Mayer ve Sevim 1959, Aytuğ 1970, Asan 1986). Optimum yetişme bölgesi olan Elmalı (Antalya) yakınlarındaki en son verimli sedir ormanı da, 1935'lerde on yıllık bir süre için kereste ticareti yapanlara kiralanmıştır (Parlakdağ 1975). Bu süre boyunca keresteciler, değerli olmaları nedeni ile en düzgün ve hatasız ağaçları kesmişler; hastalıklı, eğri ve çelimsiz ağaçları kesmeden bırakmışlardır. En iyi ağaçların bu şekilde selektif olarak kesilmesi ormanın fiziki yapısının ve buna paralel olarak genetik kalitesinin bozulmasına yol açmıştır. Düzensiz kesimler ve işletim yetersizliği, birçok meşcereyi kötü şartlar altında bırakmış; bunu izleyen yıllarda da orman yangınları, böcek ve mantar hastalıkları ortaya çıkmıştır. Bu yüzden uygun silvikültürel müdahaleler, orman ağaçlarının genetik kaynaklarının korunmasında ve sürdürülmesinde her zaman izlenmesi gereken ilk ve temel basamaktır.

Bunlardan başka son yüzyıl içerisinde, Toros dağlarındaki geleneksel göçebe yaşamı ve hayvancılık uygulamaları, sedirin yetişebileceği doğal ekosistemlerin bozulmasına yol açmıştır. Evcil hayvanlar arasında özellikle keçinin *Cedrus libani*'nin doğal gençleştirmesinin başarısız olmasında önemli etkileri olmuştur.

Geçmişteki bütün bu olumsuz gelişmeler, sedirde genetik erozyona, genetik çeşitliliğin azalmasına ve sonuç olarak da türün genetik kalitesinin bozulmasına yol açacak nitelikteki olaylardır.

4) Koruma ve Üretim Yöntemleri

Düzenli amenajman ve silvikültürel çalışmaları, Türkiye'deki orman alanlarının çoğunda, ancak 1960'lardan bu yana uygulanmaktadır. Bu çeşit planlı çalışmalar, sedir ormanları üzerinde de aynı devrelerde başlamıştır. Örneğin, 1961'den beri Toros dağları üzerinde Çıglıkara mevkiinde (Elmalı-Antalya) bulunan yaklaşık 7250 hektar sedir ormanı, intensif bir işletime tabi tutulmaktadır. Bu bölgenin yaklaşık üçte biri değişik uygulamaların test edildiği araştırma ormanı olarak kullanılmaktadır (Akan 1975, Parlakdağ 1975). Bu bölge içerisinde bir meşcere (beş hektar) benzersiz özelliklere sahip olması nedeniyle doğal rezerv alanı olarak ayrılmıştır. Bu bölgede, en yaşlısı 650 yılı geçen, 500 yıldan daha yaşlı ağaçlar bulunmaktadır. Bu abide ağaçların ortalama yüksekliği 34 m'ye ortalama çapı da (dbh) 116 cm'ye ulaşır (Evcimen 1961, Asan 1986). Türkiye'de bilinen en yaşlı sedir ağacı Mersin yakınlarında olup, boyu 40 m., çapı (dbh) 204 cm, çevresi 640 cm ve yaşı da 1000 yıl civarındadır (Evcimen 1961).

Çıgliklara Sedir Araştırma Ormanının çevresi, 1960'lardan beri çevrilmiş ve orman sıkı bir koruma altına alınmıştır. Bu bölgede 1960'lardan önce 10.000'den fazla keçi otlatılmaktaydı. Bugün ise orman içinde bir tek keçiye bile izin verilmemektedir. Genç sedirleri ve fidanları yok eden tavşan popülasyonu, çevredeki çiftçiler tarafından organize edilen avlanmalarla çok düşük bir seviyede tutulmuştur. Ormandaki değişik araştırma ve uygulamaları gerçekleştirmek için 1961'den beri orman yolları şebekesi sistematik bir şekilde yapılmıştır. Ağaç artıkları, hastalıklı ve deforme olmuş ağaçlar ormandan çıkarılmıştır. Doğal gençleştirme, yapay tohumlama ve lokal orijinlerin dikilmesi ile desteklenmiştir. Elmalı yakınlarında, yılda en az 4.000.000 fidan üretebilen fidanlıkta lokal popülasyonların tohumları yetiştirilmekte ve 2-0 stok olarak dikilmektedir (Güven 1975).

Elmalı fidanlığına ek olarak, sedir fidanları aynı zamanda ülkedeki diğer (Kahramanmaraş, Elazığ, Adana, Mersin, Antalya, Eğirdir, Denizli, Eskişehir ve Niksar'da bulunan) fidanlıklarda da yetiştirilmektedir. Türkiye'de yıllık sedir fidanı üretimi tohum hasadına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, üretilen sedir fidanı sayısı 1989'da 5.600.000 iken, 1990'da bunun yaklaşık on katı (53.800.000) olmuştur. Bu fidanlar özel ve kamu-

ya ait arazilerde hem üretim hem de dekoratif amaçlı olarak dikilmektedir. Her yıl sedir tohumlarının bir kısmı yurt dışına ihraç edilmektedir. Örneğin, 1988'de 225 kg sedir tohumu özellikle Alman, Fransa, İtalya, USA, Bulgaristan, Danimarka, Avusturya ve Avustralya'ya ihraç edilmiştir (Sedirde 1000 tohum ağırlığı ortalama 70 gramdır).

5) Genetik İslah Çalışmaları

Cedrus libani üzerinde yapılan genetik ıslah çalışmalarının çoğunluğu Orman Ağaçları Tohumları ve İslah Enstitüsü tarafından yürütülmektedir (Anonymous 1990). 1990 yılına kadar 3810 hektarı kaplayan 21 sedir meşceresi, tohum meşceresi olarak belirlenmiş; bu alanlarda gerekli arama ve bakım işlemleri yapılmıştır. Fidanlıklarda ihtiyaç duyulan tohumlar çoğunlukla bu meşcerelerden toplanmaktadır. Bu tohum meşcereleri türün doğal yayılış alanı içerisinde sistematik olarak dağılmıştır (Kahramanmaraş, Adana, Muğla, Afyon ve Amasya Bölge Müdürlükleri sınırlarında birer tane, Isparta ve Mersin'de beş, Antalya'da altı). Tohum meşcerelerinin bulunduğu yükseltiler 1100 m (Niksar-Çatalan, Amasya) ile 1850 m (Elmalı-Çiğlıklara, Antalya) arasında değişmektedir.

Sedirde, 1990'a kadar sekiz orijinden 228 üstün ağaç seçilmiştir. Bu ağaçların bazılarından alınan çelikler klonal tohum bahçelerinin kurulmasında kullanılmışlardır. Örneğin, 2.2 hektar büyüklüğündeki ilk klonal sedir tohum bahçesi 1988 yılında Çağırğandere-Kahramanmaraş orijinli çelikler kullanılarak Bahadırılı-Kadirli'de (Adana) kurulmuştur. Beş tane daha klonal tohum bahçesinin kurulması için de, fidanlıkta aşılama ve saha hazırlanması gibi gerekli ön çalışmalar, 1990 yılı çalışma döneminde tamamlanmıştır (Anonymous 1990).

Cedrus libani'de ilk kapsamlı orijin denemeleri Türkiye Ormanlık Araştırma Enstitüsü tarafından 1984 yılında başlatılmıştır. Bu denemede 35 farklı orijinden toplanmış olan tohumlar, altı değişik fidanlıkta tüplü fidan halinde yetiştirilmişlerdir. Bu fidanlar ilerde sedir türü ile ağaçlandırmaların uygun olacağı alanlarda seçilen deneme alanlarına dikilmiş olup deneme sonuçları zaman içinde izlenmektedir.

Son yıllarda, daha çok iklim, toprak, jeolojik ve ekolojik verilere dayanan tohum transfer zonlarının haritaları da hazırlanmıştır (Atalay 1987). Bu haritalardan elde edilen bilgiler, orijin denemeleri sonuçları el-

de edilinceye kadar, hangi ağaçlama alanına nereden tohum transferi yapılabileceği konusunda bazı temel bilgileri sağlamaktadır.

C- Cedrus libani GEN KAYNAKLARININ KORUNMASI STRATEJİLERİ

1) Coğrafik Çeşitlilik Araştırmaları ve Orijin Denemeleri

Herhangi bir ıslah ve gen kaynağı koruma çalışmasında, coğrafik ve orijin denemeleri en gerekli temel çalışmalardır. Onun için *Cedrus libani* meşcereleri arasındaki ve meşcere içindeki çeşitlilik derecesinin anlaşılabilmesi için ayrıntılı bir coğrafik çeşitlilik çalışması yapılmalıdır. Böyle çalışmalardan bir tanesi halen Ormancılık Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülmektedir (For. Res. Ins. 1989). Fakat türün yayılış alanındaki alt bölgeleri de içine alan daha intensif orijin denemelerine ve biyosistematik çalışmalara acilen ihtiyaç vardır. Gen kaynağı koruma programının ve genetik ıslahın hızlandırılması için, geleneksel orijin denemeleri ve biyosistematik çalışmaları, bu yönde geliştirilmiş son metodlar ile (örneğin allozyme çeşitlilik çalışmaları) birlikte entegre edilmeli ve yürütülmelidir (Cheliak et al. 1987, Millar 1989).

2) Gen Kaynağı Koruma Metodları

Sedirin gen kaynaklarının korunması üzerinde ilk uluslararası ilgi, 1971 yılında FOA'nun Gen Kaynakları Uzmanlarının toplandığı bir panneden gelmiştir (FAO 1971). Mart 1971'de Macon, Ga., USA'daki bu toplantıda *Cedrus libani*, gen kaynağı koruma programına alınması gereken türlerden biri olarak listeye alınmıştır. Aynı grubun 1977 yılında Canberra, Avustralya'daki toplantısında ise, sedir, doğal yetişme alanında (*in situ*) öncelikle korunması gereken türler arasına girmiştir (FAO 1977).

Genler ve gen kaynakları ya *in situ* (doğal yetişme ortamında) veya *ex situ* (doğal yetişme alanı dışında) olarak korunabilirler (Ledig 1988).

a) In situ koruma

In situ alanlar, Doğal Araştırma Alanları, Biogenetik Rezerv Alanları, Özel Çevre Koruma Alanları ve/veya Genetik Kaynak İşletim Birim-

leri olarak ayrılabilirler. Milli parklar da bu görevi yaparlar. Bu tip alanların büyüklüğü, lokal populasyonların genetik bütünlüğünü ve genetik soyluluğunu, dışardan gelebilecek istenmeyen genlere (genetik kirlenmeye) karşı koruyabilecek derecede olmalıdır. Bu alanlar aynı zamanda populasyonlar arası ve populasyonlar içi çeşitliliği koruyacak, hedef türün bulunduğu ortamdaki diğer canlı birlikleri ile olan dinamik ilişkiler dengesini sürdürecektir kadar büyük olmalıdır.

In situ korumanın, genetik kaynakların korunmasında en etkin yol olduğu düşünülmektedir. Bu metod aracılığı ile yalnızca hedef türün genleri değil, aynı zamanda onların yetişme ortamındaki tüm canlıların ve canlı birliklerinin genleri ve gen kompleksleri de, tüm ekosistem ile birlikte korunmuş olur. *In situ* korumada ilk basamak olarak, korunacak populasyonların sayısı, genetik yapısı, sahip oldukları çeşitliliğin derecesi, büyüklüğü, yerleri ve dağılımı bilinmeli ve tanımlanmalıdır.

Genetik yapısı bakımından her orman meşçeresinin eşsiz ve benzersiz olduğu kabul edilir. Çünkü bu meşçerelerden her biri, buldukları yörede etkili olan farklı çevre koşullarına göre uyum sağlamışlar, herbiri kendi yöresindeki şartlara göre ayarlanmışlardır. Bu durum, özellikle, çok kısa mesafeler içinde çok büyük iklim ve toprak çeşitliliğinin, derin vadilerin, dik yamaçların ve verimli toprakların görülebildiği sedir yetişme alanları içinde daha etkili ve geçerli bir olaydır. Aslında gen kaynağı koruma stratejisi içinde izlenecek en ideal yol, her orman meşçeresinin içinde bulunduğu farklı ekosistemlerle birlikte korunmasıdır. Fakat bunun gerçekleşebilmesini engelleyen birçok ekonomik ve sosyal nedenler vardır. Bu yüzden gerçekçi olan genel strateji "temsili habitatlar üzerinde yetişen temsili populasyonların korunması" olmalıdır (Ledig 1986). Bu alanlar Genetik Kaynaklar İşletim Birimi olarak ayrılıp işletilebilirler. Türün genetik yapısı ve biyosistematiği üzerinde yeterli bilgi yoksa, gen kaynağı korunmasında aşağıdaki yollar izlenmelidir.

- Genetik kaynak olarak korunacak populasyonlar, önemli çevresel değişkenler boyunca yer almalıdır (örneğin, nisbeten yağışlı bölgelerden kurak bölgelere doğru değişen habitatlar boyunca, alçak zondan yüksek zona giden yükseltiler boyunca, güney ve kuzey yamaçlar boyunca temsili populasyonlar seçilmeli ve korumaya alınmalıdır).

-Tipik özellikler gösteren bölgelerdeki populasyonlar korunmaya alınmalıdır (tipik anaç kayalar üzerinde, don çukurlarında vb. alanlarda olduğu gibi).

- Mümkün olan yerlerde marjinal ve uç bölgelerde bulunan populasyonlar da korunmaya alınmalıdır.

- Ayrıca ender ekonomik ve estetik özelliklere sahip bireylerin de mümkün olduğu ölçüde korunması ve çoğaltılması gerekir. Bu genotipler, hastalıklara ve böceklere direnci sağlayan, tarımda ve ormancılıkta ekonomik değere sahip olan ve nadir olarak bulunan genleri (alelleri) içerebilir.

Bu şekilde ayrılan orman alanlarının amenajman planları, nisbeten uzun bir rotasyon süresine bağlanmalı, yalnızca doğal gençleştirmeye izin veren kesim teknikleri uygulanmalı, takviye nitelikli yeni ağaçlamalar için ancak ve ancak çok lokal bireylerden tohum toplanmalıdır (Melchior et al. 1986).

Genetik Kaynak İşletim Birimleri, doğal gençleştirmenin mecburi olduğu yerlerde uygulanmalı ve buralarda doğal seleksiyonun genetik değişimi minimum düzeyde tutan kesim teknikleri uygulanmalıdır (Ledig 1986). Bu bölgelerde doğal populasyonlara lokal olmayan genlerin karıştırılması veya onlarla değiştirilmesi kesin olarak engellenmelidir.

Populasyonların ve bireylerin bu şekilde sistematik olarak korunması, büyük bir olasılıkla o türün sahip olduğu genetik çeşitliliğin en yüksek düzeyde temsil edilmesini sağlayacaktır. Böylece, korunmaya alınan gen (alel) çeşitliliği arttıkça, gelecekte yeni doğacak ihtiyaçlara cevap verebilen ve uyum değeri yüksek olan populasyonların geliştirilebilme şansı da yüksek olacaktır. *In situ* rezervlerde korunan genler, bir bakıma, gerektiği zaman gidip kullanılacak bir hammadde kaynağı olarak düşünülür. Bu şekilde korunan genler, ya geleneksel hibridlemelerle ya da hızla gelişmekte olan genetik mühendisliği teknolojisi ile yeni gen komplekslerine ve eldeki yeni bireylere dahil edilebilirler.

b) Ex situ koruma

Genetik kaynakların *ex situ* korunması, türün doğal ortamından ayrı bir ortamda yapılır. Arboretumlarda, botanik bahçelerinde, döl ve orijin

deneme alanlarında, tohum bahçelerinde, klon bankalarında, doku kültürü laboratuvarları ve tohum bankalarında gerçekleştirilir.

Gen kaynaklarının *ex situ* yollarla korunmasında çok geniş olanaklar ve farklı yöntemler bulunmasına rağmen bazı büyük sorunlar da vardır. *Ex situ* korumada en büyük sorun, genetik kaynakların nesiller boyu korunabilmesi için gerekli olan mali desteğin devamlı ve istikrarlı olarak sağlanamamasıdır. Bundan başka, henüz sınırlı bilgi, yetersiz zaman ve çok dar alan gibi nedenlerle, ilgi duyulan türün tüm genetik çeşitliliğinin hepsi, *ex situ* medotlarla istenilen düzeyde korunamamaktadır. Üstelik, yapay bir ortamda korunan genetik materyal, doğal koşullar altında korunan ve orada evrimleşmiş orijinal popülasyonlara kıyasla, çok daha farklı etkenler altında, farklı bir seleksiyona maruz kalırlar (Ledig, 1986). Bu ise, korunan genlerin ve gen komplekslerinin, birkaç kuşak sonra, ihtiyaç duyulunca, onların doğal ortamlara uyumunda sorunlara yol açabilir.

Bu koşullar altında, genetik kaynakların *in situ* olarak korunması *ex situ* korumadan daha güvenilir ve ucuz görünmektedir. Bununla birlikte, imkanlar elverdiği ölçüde, *in situ* korumaya ek olarak *ex situ* koruma da uygulanmalı; böylece *in situ* alanlardaki olası tehlikelere karşı, yetiştirme ortamı dışındaki bazı alanlarda ek bir sigorta ortamı yaratılmalıdır.

3) Üretim Metodları

Orman gen kaynaklarını korumak için değişik üretim metodları uygulanmalıdır. Bunlar arasında en geleneksel olanı doğal gençleştirmedir. Doğal gençleştirme yerli popülasyonların doğal genetik yapısının ve genetik soyluluğunun korunması için en iyi yoldur. Bu şekilde, yöreye en iyi uyum yapmış gen kompleksleri ve bunun sonucunda en fonksiyonel popülasyonlar, kuşaklar boyu o yöre şartlarında korunmuş olur. Bu yüzden mümkün olan her yerde doğal gençleştirmenin tercih edilmesi tavsiye edilir. Bozuk görünüşlü bile olsa, yerli doğal popülasyonların tohumları, "üstün" diye bilinen fakat o yörede denenmemiş popülasyonlara tercih edilmelidir. Doğal gençleştirmenin başarılı olmadığı yerlerde, yedek stok olarak, sadece lokal orijinlerin fidanları veya tohumları kullanılmalıdır.

Orijin denemeleri ile desteklenmemiş yabancı orijinler, aynı türün doğal bireylerinin bulunduğu alanlarda gençleştirme için kesinlikle kullanılmamalıdır. Bu tip uygulamalar, sonuçta türün doğal gen havuzunun kontaminasyonuna ve yerli populasyonların genetik kirlenmesine yol açar. Çünkü dışardan yerli gen havuzuna gelen genler çoğu kez o yöre koşullarına henüz adapte olmamış genlerdir. Yabancı genler bir yerli populasyonu bir kere kontamine ettikten sonra, doğal seleksiyon bunları yerli populasyondan yok etmek için yeterince hızlı ve güçlü olmayabilir. Sonuçta, mal-adapte olmuş (iyice uyum sağlayamamış) o yabancı genler yüzünden kuşaklar boyunca uyumsuz, cılız bireyler ortaya çıkar.

Tohum bahçeleri kurmak, belirli ekolojik bölgelere dikilmek üzere genetik ve ekonomik açıdan arzu edilen tohumların üretimi için başvuru yollarından biridir. Şimdiye kadar sadece bir adet *C. libani* tohum bahçesi kurulmuştur. Birkaç tanesinin daha gelecek birkaç yıl içinde kurulması planlanmaktadır (Anonymous 1990). Ancak, mevcut tohum bahçelerinde üretilecek tohumların nerelerde kullanılabileceği üzerinde çok titizlikle durulmalı, bu konuda ancak sağlıklı döl denemesi sonuçlarına dayanarak karar verilmelidir. Bilindiği gibi yanlış sahaya götürülen tohumlar, hem o sahaya uyumsuzluk göstermekte, hem de çiçek açma çağına geldiği zaman, oradaki yerli populasyonun gen havuzunda genetik kirlenmeye yol açmaktadır.

Sedir ağaçlarının selektif olarak kesimi, bu türün genetik değerini daha fazla azaltmadan, türün bütün yayılış sahası içinde üstün ağaçların seçimi ve tohum bahçelerinin sayısının artırılması işlemleri hızlandırılmalıdır.

Makrovejetatif üretimin yanı sıra mikrovegetatif üretim (doku kültürü ile) teknikleri de, sedir türü için daha ileri düzeyde geliştirilmelidir. Bu teknikler, ağaç ıslahının ve genetik kaynakların korunmasının değişik safhalarında sık sık kullanılan çok etkili araçlardır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Akan, İ. 1975. General description of *Cedrus libani* and Cedar Research Forest. in: Field Guide, IUFRO Congress for Silviculture, Excursion group A, Sept. 24-28, pp:75-83.
- Anonymous 1990. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü Müdürlüğü 1989 Yılı Çalışma Programı Gerçekleşme Durumu ve 1990 Yılı Çalışma Programı (1989 Annual Report of the Institute of Forest Tree Seeds and Improvement). Ankara, 123 pp.
- Asan, Ü. 1986. Anıt ormanlarımız (Our monumental forests). *Çevre ve Ormancılık Dergisi* 2(6): 27-36.
- Atalay, İ. 1987. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Ormanlarının Yayılış Gösterdiği Alanlar ve Yakın Çevresinin Genel Ekolojik Özellikleri ile Sedir Tohum Transfer Rejijyonlaması (General Ecological properties of Natural Occurence Areas of Cedar Forests and Regioning of Seed Transfer of Cedar in Turkey). Orman Genel Müdürlüğü Yayın no 663, seri 61, Ankara, 167 ss.
- Aytuğ, B. 1970. Arkeolojik araştırmaların ışığında İç Anadolu Stebi (Central Anatolian Steppe under the lights of archeological studies). *İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 20(1): 127-143.
- Boydak, M. 1986. Lübnan sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich.) yayılışı, ekolojik ve silvikültürel istekleri, doğal ve yapay gençleştirme sorunları (Occurence, ecological and silvicultural characteristics of *Cedrus libani* A. Rich. and its natural and artificial regenera-

- tion). *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 64: 7-56.
- Cheliak, W.M., F.C.H. Yeh and J.A. Pitel 1987. Use of electrophoresis in tree improvement programs. *The Forestry Chronicle*, April, pp: 89-96.
- Dvorak, W.S. 1983. Strategy for the development of conservation banks and breeding programs for coniferous species from central America and Mexico. J. Series of the North Carolina Agricultural Research Service, paper no 8943, Raleigh. NC., pp: 22-29.
- Evcimen, B. S. 1961. The old cedars of Turkey. *İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 11(1): 64-73.
- Evcimen, B.S. 1962. The economical importance and management principles of cedar forests in Turkey. *İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A12(1): 27-65.
- FAO. 1971. Report of the second session of the FAO Panel of Experts on Forest Gene Resources. Macon, Ga. USA, March 1971, FAO Publ. 52 pp.
- FAO. 1975. Report on a Pilot Study on the Methodology of Conservation of Forest Genetic Resources. FAO/MISC/75/8, 127 PP.
- FAO. 1977. Report of the fourth session of the FAO Panel of Experts on Forest Gene Resources, Canberra, Australia, March 1971. FAO Publ. 75 pp.
- Forest Research Institute. 1989. Annual Report (1988) and Work Programme (1989) of the Turkish Forest Research Institute. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Muhtelif Yayınlar no. 57, 154 pp.
- Güven, E. 1975. Studies on the lifting time from the nursery and planting of *Cedrus libani*. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Tech. Bull. No 76, 46 pp.
- Kantarıcı, D. 1982. Türkiye sedirleri ve doğal yayılış alanında bazı ekolojik ilişkiler (Cedars of Turkey and some ecological relations in their natural distribution range). *İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 32(2): 113-198.

- Kayacık, H. 1980. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği. I. Gymnospermae (Systematics of Forest and Park Trees. II. Gymnosperms). İstanbul Üniv. Orman Fakültesi, Yayın no. 281, İstanbul.
- Krutzsch, P. 1982. Forest gene resources in Sweden. *Silva Fennica* 16: 215-218.
- Ledig, F. T. 1986. Conservation strategies for forest gene resources. *Forest Ecology and Management* 14: 77-90.
- Ledig, F. T. 1988. The conservation of diversity in forest trees. *BioScience* 38(7): 417-479.
- Libby, W.W., D. Kafton and L. Fins. 1975. California conifers (Conservation of gene resources). in: FAO Report on a Pilot Study on the Methodology of Conservation of Forest Genetic Resources. FAO/MISC/75/8: 41-55.
- Maini, J.S. C.W. Yeatman and A.H. Teich 1975. *In situ* and *ex situ* conservation of gene resources of *Pinus banksiana* and *Picea glauca*. in: FAO Report on a Pilot Study on the Methodology of Conservation of Forest Genetic Resources. FAO/MISC/75/8: 27-40.
- Mayer, H. and M. Sevim. 1959. Lübnan sediri, Lübnan'daki 5000 yıllık tahribatı, Anadolu'daki bugünkü yayılışı ve bu ağaç türünün Alplere tekrar getirilmesi hakkında düşünceler (Lebanon cedar, its exploitation within the last 5000 years in Lebanon, its distribution in Anatolia, and possibilities of its reintroduction on the Alps). (Çevirici: (Translation by): N. Çepel). *İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 9(2): 111-142.
- Melchior, G.H., H.J.Muhs and B.R.Stephan 1986. Tactics for the conservation of forest gene resources in the Federal Republic of Germany. *Forest Ecology and Management* 17: 73-81.
- Millar, C. I. 1989. Allozyme variation of bishop pine associated with pygmy-forest in northern California. *Canadian Journal of Forest Research* 19:870-879.

National Council on Gene Resources. 1982. Douglas-Fir Genetic Resources: An Assessment and Plan for California. California Gene Resources Program, National Council on Gene Resources, Berkeley, Ca., 274 pp.

Parlakdağ, S. 1975. Description and brief history of Çığlıkara Forest. in: Field Guide, IUFRO Congress for Sylviculture, Excursion group A, Sept. 24-28, pp: 84-91.

Roche, L. 1971. The conservation of forest gene resources in Canada. *The Forestry Chronicle*, August 1971, pp: 215-217.

Saatçioğlu, F. 1961. Orman Ağacı Tohumları (Forest Tree Seeds). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın no. 66, Kutulmuş Matb., İstanbul, pp: 158-161.

Vidakovic, M. and S. Jelaska. 1983. Preservation of the gene pool of forest tree species. *Genetika* 15:369-375.

YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ

Kâni Işık, Antalya (Manavgat) Toroslar'da bir orman köyü olan Beytigin'de dünyaya geldi (1946). İlkokulu köyünde, ortaokulu Serik'te, liseyi Antalya'da okudu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi'ni bitirdi (1966). Devlet bursu kazandı ve doktorasını Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley, ABD'de, Doğal Kaynaklar Fakültesi'nde yaptı (1974). Aynı üniversitede araştırma ve öğretim görevliliğinde bulundu. Yurda dönünce Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nde göreve başladı (1975). Orta Doğu teknik Üniversitesi'ne geçti ve genetik doçenti oldu (1980). ABD Fulbright Bilim Adamı seçildi (1984) ve bir yıl Kuzey Karolina (Raleigh) bir yıl da Kaliforniya Üniversitesi'nde (Berkeley) bitki genetiği üzerinde araştırmalar yaptı. TÜBİTAK'ın seçkin genç bilim adamlarına verdiği teşvik ödülünü aldı (1986). Almanya Humboldt araştırma bursunu kazandı (1986) ve onbeş ay Almanya'da çalıştı. ODTÜ'de 1988 sonunda profesör oldu. Kendi sahasındaki bilim dalı, Akdeniz Üniversitesi'nde de açılınca, 1990'da memleketi olan Antalya'ya geldi. Bu Üniversitenin Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde iki dönem Bölüm Başkanlığı yaptı. Aralık 1998'de aynı Fakülte'ye Dekan olarak atandı. Norveç, ABD, Almanya, Bulgaristan, Avustralya ve Mısır'da araştırma ve eğitim çalışmaları yaptı. Yurtiçi ve yurtdışında çeşitli yayınları bulunmakta. Evli, bir çocuğu var.



Erozyon, oraklaşma ve ölleşme ile kaybettiğimiz yalnız topraklarımız değil, geleceğimizdir. Toprak yok olursa bunun üzerinde yaşayan canlılar da yok olmaktadır. TEMA Vakfı olarak erozyonun getirdiği zararları anlatırken yiyeceğimizi, suyumuzu ve havamızı sağlayan bu canlıların toprak üzerinde olduğunu, topraksız yaşam koşullarımızın sürdürülemeyeceğini anlatmaya gayret ediyoruz. Ancak, o canlı toprağın oluşmasında da, verimliliğin sürdürülmesinde de sayılamayacak kadar çeşitli bitkilere ve hayvanlara gereksinim vardır. O halde, topraklarımızla birlikte bu canlıların varlığını da sürdürmemiz gerekir.

Çayır Çimen Sk. Emlak Kredi Blokları A/2 Blok D:10 Levent 80620 İstanbul
Tel: (0212) 2837816 (5 Hat) Faks:(0212) 2811132

ISBN 975-7169-18-8