

RI
RIES
RIE
RIE

B

CILT
VOLUME
BAND
TOME

31



SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

2

1981

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



ENDÜSTRİYEL AĞAÇLANDIRMALARDA ÇELİKLE ÜRETİMİN YERİ VE ÖNEMİ ¹

Doç. Dr. Kâni IŞIK ²

Kısa Özet

Bu makalede, ağaçlandırma çalışmalarında tohumdan üretilen fidan yerine köklendirilmiş çelik kullanılmasının gerekçeleri belirtilmekte, yararları savunulmaktadır. Köklendirilmiş çelik kullanılmasının genetik ve ağaç ıslahı, ekoloji, orman idare ve işletmeciliği yönünden sağladığı yararlar ve bu konuda karşılaşılan güçlükler tartışılmaktadır. Klonların fizyolojik yaşlanmasını (kartlaşmasını) kontrol altına alma aracı olarak «çit tipi budama» ve başka bazı metotlar incelenmiştir. Çelikle üretimin yaygınlaştırılabilmesi için geleneksel orman fidanlıklarında uygulanan teknikler paralelinde yeni tekniklerin çelikle üretim için de geliştirilmesi; ve her türe göre yen çelikle üretme yöntemlerinin bulunması gerekmektedir.

1. ÇELİKLE ÜRETİM NE DEMEKTİR?

Bazı meyve ya da orman ağaçlarından kesilen ve yeni bireyler elde etmek için kullanılan uygun dal parçalarına dilimizde «çelik» adı verilmektedir. Çelikle üretim yeni bir yöntem değildir. Çeşitli süs bitkilerini, değişik meyve ağaçlarını, bazı söğüt ve kavak türlerini çok sayıda üretmek için çok eskiden beri kullanılan bir bitki üretme şeklidir. Bu konuda Anadolu'da, özellikle bir toprağın verimliliğini vurgulamak için «kuru sopa diksen yeşil ağaç olur» diye bir özdeyiş bile vardır.

Çeliğin köklenmesi ile ortaya çıkan bir bireye genetik bilim dilinde «ramet» denir. Kendilerinden çelik alınan anaç ağaçlara da «ortet» adı verilir. Genellikle Ortet olarak seçilen ağaçlar rasgele ağaçlar değil, öteki ağaçlardan daha farklı, üstün ve istenilen özellikler gösteren ağaçlardır.

Bir de sık sık kullanılan «klon» sözcüğü vardır. Nasıl ki aynı ana-babadan ortaya çıkan bireyler topluluğuna «aile» diyoruz; aynı ortetten ortaya çıkan bireyler topluluğuna da «klon» adı verilmektedir.

2. NEDEN ÇELİKLE ÜRETİM?

Ana ağaç üzerinde meydana gelen her tohum, sahip olduğu genetik materyalin yarısını ana ağaçtan, öteki yarısını da polen (çiçek tozu) veren baba ağaçtan alır.

¹ Bu derleme, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü tarafından 20 Mart 1980 tarihinde Ankara'da düzenlenen bir toplantıda Kaliforniya Üniversitesi (Berkeley) Orman Genetiği Profesörü William J. Libby tarafından verilen bir konferansa ve çelikle üretim üzerinde yayınlanmış -ve «Koyunlar» bölümünde belirtilen - başka çalışmalara dayanarak hazırlanmıştır.

² Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Biyolojik Bilimler Bölümü, Ankara.

Bir tohumun anadan (veya babadan) aldığı «yarı» ile başka bir tohumun aynı ebeveyninden aldığı «yarı» birbirlerinden tamamen farklıdır (Bkz. Ek 1: «İki kardeş birbirine tıpatıp neden benzemez?»). Bu nedenle hiç bir tohum genetik yapı bakımından ne anaya, ne babaya ve ne de başka bir tohuma benzemez. Üstelik her tohumun genetik materyali bir diğerinden farklı olan yeni bir genetik düzenlemeye tabi tutulmuştur. Her bir tohumun genetik yapısı birbirinden tamamen farklı olduğu için, kardeş bile olsalar, bunlardan ortaya çıkan fidanlar da birbirlerinden farklı olacaktır. Ana veya baba bireyden herhangi biri çok üstün özelliklere sahip olsa bile, kendisine bu özelliği kazandıran genlerin ancak bir kısmını - ama yeni düzenlenmiş şekliyle - yavru bireyeye verebilmektedir. Kendisine üstün özelliği veren bütün genlerin tıpatıp tamamını yavruya aktaramamaktadır. Öyleyse eşeyli (cinsel) üreme yoluyla ortaya çıkmış her birey (tek yumurta ikizleri hariç), ister bitki ister bitki ister hayvan olsun, genetik yapı (genotip) bakımından dünyada eşi benzeri olmayan yepyeni bir yapıya sahiptir.

Öte yandan, çelik yoluyla üretilen bir klondaki bireyler, genetik yapı bakımından, tek yumurta ikizlerinde olduğu gibi birbirlerinin ve ortet (anaç) ağacın aynısidir. Yani rametler, cinsel yolla üremede görülen yeni düzenlemeye uğramadıkları için, genetik yapı bakımından anaç bireyin ve birbirlerinin kopyasıdır. Ortet bireyde bulunan üstün (ya da kötü) kalıtsal özellikler, hiç değişmeden, hiç bir yeni düzenlemeye uğramadan tıpatıp gelige ve ondan ortaya çıkan fidana (ramete) geçmektedir. İşte çelik yoluyla üretmenin temel felsefesi buradan doğar: *Üstün genetik özellik gösteren bireyleri, bu genetik özelliklerini hiç bozmadan (genleri, gen kombinasyonlarını ve genlerin düzenlenme sırasını değiştirmeden) pek çok sayıda üretmek ve pek çok sayıda üstün genetik özellikte birey elde etmek.* Çelikle üretimin ana amacı budur. İstenilen üstün özellikleri gösteren ana biberleri, meyve ağaçları ve nihayet orman ağaçları, genetik yapıları hiç değişmeden çelik yoluyla üretilebilmektedir. Çeşitli kavak türleri bugün çelikle üretilen orman ağaçları arasında baş sırayı almaktadır.

3. KÖKLENDİRİLMİŞ ÇELİKLE ÜRETİMİN GENETİK YARARLARI

Bu yararları baş grup altında inceleyebiliriz.

3.1. Genler arası etkileşim (epistasiz) olayından yararlanma

Ek 5'deki öbi deneyleri sonuçlarına bakarsak; en iyi olan iki birey seçilmek ve bunlardan çelikle üretim yapmak istemeye, en yüksek ÖBY (Özel Birleşme Yeteneği) gösteren BxD çaprazlamasından ortaya çıkan bireyler olacaktır. Ama BxD çaprazlamasından ortaya çıkan kardeşlerden hangisi? Hemen anlaşılacağı gibi BxD çaprazlaması sonucu ortaya çıkan kardeşler arasında 6.80 m. boy gösterenlerdir. Ama bunların arasında en az 5.70 m. boyunda bireyler olabileceği gibi, 7.70 m. boyunda bireyler de olabilecektir. Bunların en eğrisi gelinde normal bir dağılım gösterdiklerini (çok kısa ve çok uzun boylarda pek az sayıda, ortalamaya yaklaşıp daha çok sayıda bireyler bulunduğu) varsayarsak, kardeşlerin çoğu ortalamaya yakın boyda bulunacaktır. Aynı ana babadan gelen ve aynı koşullarda yetiştirilen bu kardeşler arasında bir bölümü kardeşlerin yetiştikleri ortamın mikrobiyolojik farklılıklarından, diğer bölümü de kardeşler arasındaki (daha önce açıkladığımız) genetik farklılıklardan oluşmaktadır. Kardeşler arasındaki genetik farklılığın bir bölümü, her kardeşteki genlerin farklı bir düzenlenme sırasında olmasından ileri gelir. Bazı genler belirli bir düzende bulununca birbirleriyle

daha olumlu etkileşimler (epistasıs) yapabilmektedir. Böyle nadir bir düzende bir araya gelen genler, herbirinin tek tek yapabileceği ya da başka bir düzende bir araya gelmeleriyle ortaya çıkarabilecekleri etkiden, çok daha olumlu etkileşimler yapabilmektedir. Sonuçta, bu nadir gen düzenine sahip olan bireyler üstün fenotipler olarak ortaya çıkabilmektedir.

Bu nadir düzeni futboldan bir örnek vererek şöyle açıklayabiliriz. Diyelim ki bir takımda sahanın her yerinde oynayabilen iki tane as futbolcu var. Bu iki as futbolcuya aynı takımda çok değişik yerlerde görev verilerek, çok değişik oyun düzeni kurulabilir. Örneğin, bir tanesi solbek iken öteki as futbolcu forvette oynatabilir. Böylece, takımın sahada oynayan 10 futbolcusu arasında, bu iki futbolcunun değişik pozisyonlara yerleştirilmesi :

$$P(N, r) = \frac{10!}{(10-2)!} = 90 \quad \text{ayrı şekilde olabilir.}$$

Bu şekilde, bu iki as futbolcunun takımda yerleştirilişine göre 90 ayrı şekilde yerleşme düzeni kurulabilir. Usta bir teknik direktör bu iki as futbolcuyu takımda öyle iki ayrı yere yerleştirir ve öyle bir kombinasyon yapar ki, adı geçen takım 90 ayrı düzen arasında en büyük başarısını yalnızca bu nadir düzen içinde yapar. Ve daha sonraki oyunlarında da takım nadir düzenini bozmadan oynatılır.

Bu iki as futbolcuyu birbirleriyle en iyi etkileşim yapan iki ayrı gene benzetirsek, bir önceki paragrafta bahsettiğimiz nadir genetik düzen, bu nadir takım düzenine benzer. Bu nadir genetik kombinasyon ÖBY'nin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. B ve D bireylerinin çaprazlanması sonucu ortaya çıkan kardeşlerin herbirinde farklı bir genetik düzenleme vardır. Bu kardeşler arasında 7,80 metre veya ona yakın boy yapabilen bireyler, büyük bir olasılıkla istenilen «nadir genetik düzene» sahip olan bireylerdir. Bu nadir kombinasyonu tohum yoluyla tekrar elde etmek, hiç bir zaman mümkün olmayabilir. Çünkü her çiçek açma ve dişi ve erkek üreme hücrelerinin oluşması sırasında ana ve babada mevcut gen düzeni ve gen çeşidi dağılmakta, yeni bir tohum oluşurken yepyeni bir gen düzeni ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, elde olunmuş bir «nadir genetik düzenin» tekrar dağılmasına izin verilmemeli, bu düzen başka sahalara (ve başka oyunlara) da hiç bozulmadan çıkarılmalıdır. Daha doğru bir deyişle bu nadir genetik düzen, gen düzenleri bozulmadan, köklendirilmiş çeliklerle kuşaktan kuşağa yüzbinlerce klon halinde üretilmeli, çoğaltılmalıdır.

Tohum yoluyla üretmede ise, bu nadir genetik kombinasyonlar dağılmakta, belki hiç bir zaman aynen tekrarlanamamaktadır (LIBBY, 1977).

3.2. Kendileşme deprasyonunun olumsuz etkilerinden kurtulma

Bir bitkinin kendi erkek üreme hücresinin yine kendi dişi üreme hücresini dölemesine, veya yakın akrabalar arasındaki çaprazlamalara genetikte «kendileme» olayı denir. Bu olay sonunda ortaya çıkan yavrular bazı istenmeyen özellikler gösterebilmektedir. Bu olaya da genetikte «kendileme deprasyonu» adı verilmektedir. Yakın akrabalar arasında yapılan kontrollü çaprazlamalar sonucunda orman ağaçları arasında da bu şekilde kendileme deprasyonunun görüldüğü saptanmıştır (FRANKLIN, 1969).

Kendileme olayı sonucu ortaya çıkan bireyler genellikle büyüme özellikleri ve genel görünüşleri bakımından, diğer bireylere oranla daha düşük ve istenilmeyen

değerler göstermişlerdir. Bir çok orman ağacı türünde, doğal alanlardan veya tohum meşcerelerinden toplanan ve ağaçlama çalışmalarında kullanılan tohumların önemli bir bölümü, yakın akrabaların çaprazlanmaları sonucu ortaya çıkmış olabilir. Bir doğal ormanda, birbirlerine yakın olarak yetişen ağaçların bir çoğunun birbirleriyle kardeş ya da kuzen olma olasılığı çok fazladır. Çünkü bunlar bir önceki kuşakta aynı yerde bulunan tek bir ağaçtan veya birbirlerine kardeş bir kaç ağaçtan meydana gelmiş olabilirler. Bu durumda doğal ormanda yer alan ağaçların hem kendi kendilerini ve hemde yakın akraba ağaçları dölemeleri sonucu ortaya çıkan bir çok tohum, kendileme olayı sonucu oluşmuş olabilirler. Bu doğal ormandan ağaçlama amaçları için tohum toplanırsa bazı tohumlardan meydana gelecek bireyler de kendileme deprecasyonu gösterecektir.

Kendileme deprecasyonu, yakın akrabaları içeren tohum bahçelerinden elde edilecek tohumlarda da görülebilir. Eğer bir tohum bahçesi, seçilmiş üstün ağaçların herbirinin birden fazla klonunu (yavrusunu) bulunduruyorsa, bu bahçede kendileme olayı olasılığı daha fazladır. Öte yandan eğer ağaçlandırma amaçları için tohum değil de köklendirilmiş çelikler kullanılırsa, kendileme deprecasyonundan ve bunun ortaya çıkaracağı ekonomik zararlardan kurtulunmuş olunacaktır (LIBBY, 1979).

3.3. Eklemeli hareket eden (Additive) genlerden sağlanan kazanç

Additive olarak hareket eden genlerin, köklendirilmiş çelikle üretimde sağladıkları genetik kazanç tohumla üretimde sağladıkları genetik kazançtan daha yüksektir. Ek 2 deki çaprazlama örneklerindeki sonuçlara dayanarak B ve D bireyleri, üstün ÖBY özellikleri nedeniyle *tohum üretmek için* seçilirse, bunların yavrularının ortalamaları 6,80 m. olacaktır. Gerçi bu değer denemede bulunan tüm öteki çaprazlamaların ortalama değerlerinden daha yüksek olduğu için bir kazanç söz konusudur. B ve D bireyleri devamlı kontrollü çaprazlanarak ve bu çaprazlardan devamlı tohum elde edilerek bu kazanç sürdürülebilir.

Öte yandan, seçilen anaçlar yine B ve D olur, bunların tohumlarından ortaya çıkan en yüksek boylu bireyler (örneğin: 7,60 m. ve buna yakın olanlar) seçilir ve bunlardan *çelikle* üretime geçilirse, additive genlerden sağlanan kazanç biraz daha artmış olacaktır. Çünkü 7,60 m. ve buna yakın boylanan bireylerden elde edilen çelikler de yine yaklaşık 7,60 m. boy yapacaklar, tohumla üretime kıyasla (7,60-6,80=80 cm.) 80 cm., yani % 12 dolayında ek bir kazanç sağlanmış olacaktır. Gerçi burada, ilk çeliklerin elde edilmesine kadar biraz zaman kaybı söz konusudur. Ancak bu zaman kaybı, en iyi ortet olabilecek bireylerin seçimine ait teknikler arttıkça kısılacaktır. Yani yeni tekniklerle en iyi ortetler daha kısa sürede saptanabilecektir.

Şu noktayı da gözden uzak tutmamalıdır. İlk aşamada seçilen klonlar her zaman gerçekten genetik bakımdan üstün klonlar olmayabilir. Bunlardan çelikle yetiştirilen bireylerin gelişimleri izlendikçe, ilk seçilen popülasyondaki istenmeyen ortetler çıkarılır, elenir. Üstünlüğü ispat edilen ortetler belirli bir sayıya inince, elde kalan popülasyonun genetik değeri daha yükselmiş olacaktır. Bunların çelik üretiminde kullanılmasıyla elde olunacak kazanç, aynı düzeyde elenmiş bir tohum bahçesinin sağlayacağı kazançtan çok daha fazla olacaktır (LIBBY, 1977).

3.4. Üretimin devamlılık özelliği ve bireylerin enerji tasarrufu

Klasik tohum bahçelerinin temel hareket noktası özetle şudur: Ormanda en iyi gelişme gösteren bireyler günlerce aranıp bulunmakta bu genotipler tohum bah-

çelerine getirilip büyütülmekte, büyüyünce bunların bol tohum vermeleri beklenmekte ve üretilen tohumlardan çıkacak fidanlar da ağaçlama alanlarına dikilmektedir. Bu fidanların da bir gün, tıpkı ormanda aranıp seçilen anaç ağaç gibi istenilen özelliği göstermeleri beklenerek...

Ancak bu yol her zaman biz insanların istediği yönde gelişmemektedir. Bir çok orman ağacı türünde, ormanda en iyi çap ve boy gelişimi gösteren bireyler, tohum bahçelerinde çoğu kez pek az tohum veya pek az polen üretmektedir. Bunun bir sonucu olarak tohum sıkıntısı çekilmektedir. Ayrıca, tohum bahçesinde bol tohum ve bol polen üreten genotipler de, bu özelliklerini ağaçlama alanlarında da göstermektedir. Yani ağaçlama alanında odun üretmesini beklediğimiz bitki, fotosentetik faaliyetlerini ve enerjisinin % 20'ye kadar varan bir kısmını polen ve tohum üretmek için harcamakta, sırf bu yüzden odun üretiminde % 20'ye kadar varan bir düşüş olmaktadır. Böyle bir düşüş de, özel tohum bahçeleri kurarak «ıslah edilmiş tohum» üretmenin hiç bir işe yaramaması demektir. Nitekim yapılan bir çok çalışmalar bitkilerdeki polen ve tohum üretme özelliğinin kalıtsalılık derecesinin çok yüksek olduğunu, az tohum veren bireylerin yavrularının da az, bol tohum veren bireylerin yavrularının da bol tohum verdiğini göstermiştir.

Öte yandan, çelikle üretme yolu ile, bireylerin tohum verme özelliğine ya da verimli tohum yıllarının gelmesine bağlı kalınmadan çelikten sürekli olarak fidan üretimi yapılabilir. Ayrıca bol odun ve az tohum vererek enerjisinin büyük bir bölümünü vejetatif büyümeye harcayan üstün genotipler, çelikle üretim yoluyla daha çok sayıda üretime sokulabilmektedir. Tohum bahçesindeki bir ağacın ancak belirli miktarda tohum verme kapasitesi vardır. Fakat istenilen özelliği gösteren bir klonun, uygun tekniklerle milyonlarca sayıda çelik üretilebilir.

3.5. Genetik kaynakların korunması

Eksiksiz bir bitki ıslahı programında bir yandan üstün genotipler ve popülasyonlar aranırken öte yandan da doğal popülasyonların genetik çeşitliliğinin korunması sağlanır. Çünkü ıslah yolu ile elde edilen üstün birey ya da popülasyonlar her yerde ve her devirde bu üstün özelliklerini göstermeyebilirler. O zaman tekrar başvurulacak bir kaynak olmalıdır. İşte o kaynak, genetik bütünlüğü ve çeşitliliği korunmuş olan doğal popülasyonlar olacaktır.

Doğal popülasyonların bizzat yetiştikleri ortamda korunmaları her zaman mümkün olmayabilir. Onun yerine, doğal popülasyonları en iyi şekilde temsil eden ve her çeşit fenotipten oluşan bireyler topluluğu belirli bir alanda bir araya getirilerek korunmaya ve kendi aralarında çaprazlamalara tabi tutulurlar. Böylece bir doğal popülasyonun zengin genetik özelliklerinin, bu genotipler aracılığıyla kuşaktan kuşağa devam etmesi sağlanır. Özel bir bakım ve koruma altında tutulan böyle alanlara gen bankası veya genetik rezerv alanı adı da verilir.

Genetik kaynakların korunması çelikle üretim yoluyla daha etken olmaktadır. Bir doğal popülasyondaki uygun sayıda bireylerden (her meşcereden 30 ilâ 50 adet) toplanan çelikler köklendirilerek, o popülasyonun genetik kompozisyonunu yansıtan gen bankaları kurulabilir (TODA, 1964). Bu bankadaki bireyler yaşlanmadan bunlardan alınan çeliklerle bir sonraki kuşak kurulabilir. Çelik yoluyla gen korunmasında başka bir kaynaktan yabancı polen gelmesi, bu nedenle de korunan popülasyonun genetik özelliğinin kontamine olması (kirlenmesi, bozulması) söz konusu değildir. Dolayısıyla çelikle üretim, genetik kaynakların korunmasında etkili ve önemli bir tekniktir (LIBBY, 1974).

4. KÖKLENDİRİLMİŞ ÇELİKLE ÜRETİMİN GENETİK SAKINCALARI

Çelikle üretim üzerinde yapılan çalışmalarda, klonların fizyolojik olarak yaşlandığı bulunmuştur. Bir ortet ağaçtan, bu ortet genç iken alınan çeliklerle, aynı ortet biraz yaşlanınca alınan çeliklerin birçok özellikleri arasında farklar olmaktadır. Genel olarak ortet yaşlandıkça çeliklerin köklenme, büyüme, gelişme özelliklerinde bir düşüş gözlenmektedir. Yani ortet ağaçların genç ya da yaşlı olması onlardan alınan çeliklerden ortaya çıkan fidanın özelliklerini etkilemektedir. Gelişimle ilgili genetik değişmelere bağlı olan bu özellik nedeniyle, genç yaşlarda üstün çelik veren bir genotip, ileri yaşlarda artık üstün çelik vermeyebilmektedir. Bu nedenle gerçekten üstün klonların tesbiti de güçleşmektedir (LIBBY ve HOOD, 1976).

Fizyolojik yaşlanmadan ileri gelen bu sakıncanın önlenmesi için makalenin sonuna doğru değineceğimiz bazı teknikler geliştirilmiştir.

5. KÖKLENDİRİLMİŞ ÇELİKLE ÜRETİMİN EKOLOJİK YARARLARI

Çelikle üretim yoluyla bir ağaçlama alanında çok yüksek düzeyde bir genetik çeşitlilik temsil edilebilir. Her klon ayrı bir genotipik yapıya sahiptir. Klon üretme bahçesinde her klonun soy ve akrabalık ilişkilerinin ayrı ayrı kayıtları tutularak aynı ağaçlama alanına birbirlerine yakın akraba klonların dikilmemesi sağlanır.

Bir klon ile başka bir klon arasında genetik bir boşluk vardır. Bu nedenle, eğer çelikle ortaya çıkmış bir ağaçlama alanında, klonlardan herhangi birine en iyi uyum yapan bir böcek, mantar vb. bir hastalık ortaya çıkarsa, bunlar ancak belirli klonlarda etkili olabilecek, büyük bir olasılıkla öteki klonlara sıçrayamayacaklardır. Öte yandan, bir tohum bahçesindeki tohumlardan elde edilen fidanlar arasında, yine herbiri ayrı ayrı genotip olmakla birlikte, yakın genetik ilişkiler vardır. Tohumdan üreyen bir çok fidan, başka fidanlarla çok sayıda ortak geni paylaşmaktadır. Bu yüzden genotipler arasında bir biyotipik süreklilik vardır. Tohumdan üretilen fidanlarla kurulan ağaçlama alanlarında genotiplerden birinde görülen bir böcek veya mantar hastalığı, genotipler arası genetik boşluk olmadığı için, alanda bulunan bütün genotipleri sarabilir. Sonuçta bütün sahadaki yatırımlar kaybolabilir (LIBBY, 1977).

Bir sahadaki genetik çeşitlilik, aynı sahada farklı türler kullanarak da artırılabilir. Farklı ağaç türlerinin, aynı idare ve işletme birimi altında çelikle üretimi, bunların herbirinin tohumla üretiminden daha ekonomik olmaktadır. Eğer karışık türlerden oluşan ağaçlama alanları kurulmak istenirse böyle karışık plantasyonlar çelikle üretim yoluyla daha ucuza mal olmaktadır. Çünkü her tür için ayrı ayrı tohum bahçeleri kurmaya gerek yoktur ve türlerin hepsi için belirli bir alanda kurulan tek bir idare altındaki çelik üretme bahçesi yeterli olur.

Çelikle üretim yoluyla, bir bölgedeki komşu ağaçlama alanları arasında da yüksek düzeyde genetik çeşitlilik sağlanabilir. Bir bölgenin iki komşu yöresindeki iki ağaçlama alanı farklı klonlardan oluşabilir. Örneğin, bilgisayarlarla A bölgesinde en iyi gelişme gösterecek 2000 klon tesbit edilmiş ve bu klonlara ait bilgiler bilgisayarda depo edilmiş bulunsun. Diyelim ki bir ormancı, A bölgesindeki 5 no'lu bölmeye dikim yapacaktır. Bu bölmenin enlemi, boylamı, denizden yüksekliği bakışı, toprak özellikleri, bölmedeki böcek, mantar vb. olaylarının tarihçesi gibi bilgiler bilgisayara verilecek, ve bilgisayar da 2000 klon arasından bölmenin özelliklerine en iyi uyum sağlayacak olan (diyelim ki) 50 tanesini seçecektir.

Ormancı aynı bilgileri, 5 no'lu bölmeye komşu olan 6 no'lu bölme için de bilgisayara verecek, bu kez bilgisayar 6 no'lu bölmeye uyan başka 50 klon seçecektir. Diyelim ki 6. nci bölmedeki 50 klondan 15 tanesi, 5. nci bölmede de yer almaktadır. Geri kalan 35 klon ise birbirlerine komşu iki bölme arasında birbirlerinden farklı olmaktadır. Böylece aynı bölgede yer alan birbirlerine yakın yöreler arasında da genetik çeşitlilik sağlanmış olacaktır.

Eğer bu her iki bölmeye de tohumdan üreyen fidanlar dikilmiş olsaydı, büyük bir olasılıkla her iki sahaya da aynı tohum bahçesinden ortaya çıkan ve genel anlamda benzer genotipik özellikleri ve genetik devamlılıkları olan tohumların fidanları dikilmiş olacaktı. Bu da bölgede daha az genetik çeşitlilik gösteren ve dolayısıyla ekolojik bakımdan daha riskli olan ormanların kurulmasına yol açmış olacaktı.

Elde mevcut olan veya mevcutlara yeni eklenecek klonlar hakkında bilgiler çoğaldıkça, ağaçlama çalışmalarında, yalnız hangi klonun hangi sahaya dikileceği değil, hangi klonların birbirleriyle en iyi komşuluk ilişkileri göstereceği, dolayısıyla bunların dikim sırasının ne olacağı gibi konular da dikkate alınabilecektir.

6. KÖKLENDİRİLMİŞ ÇELİKLE ÜRETİMİN EKOLOJİK SAKINCALARI

Bir ağaçlama alanı içinde çok az sayıda klon kullanılmasının ve bütün sahanın bu birkaç çeşit klonla ağaçlandırılmasının çok büyük ekolojik sakıncaları vardır. Özellikle, monokültür yapılması (geniş sahada tek bir çeşit klon kullanılması) halinde ekolojik tehlike daha da artar. Çünkü don olayı, böcek salgını, mantar hastalıkları gibi afetler, sahada aynı genotipte olan veya çok az genetik çeşitlilik gösteren bireylerin hepsini birden etkisi altına alacak, bütün sahada kabul edilebilecek düzeyin çok üstünde zarara yol açacaktır.

Ancak bu ekolojik sakınca, köklendirilmiş çelikle üretimin karakterinde var olan bir sakınca değildir. İşletmecinin hatasından doğabilecek bir salıncadır. Uygun sayıda ve çeşitlilikte klon kullanılmasıyla bu sakıncanın önüne geçilebilir.

7. KÖKLENDİRİLMİŞ ÇELİKLE ÜRETİMİN İDARE VE İŞLETME YÖNÜNDEN OLAN YARARLARI

i) Tohumla üretim amacıyla kurulan tohum bahçelerinin bir çok sorunları vardır. Bu sorunların başında aşı uyumsuzluğu, genetik kirlenme (istenilmeyen meşce ve ağaçlardan tohum bahçesi ağaçlarına polen gelip döllenme olması), kozalak ve tohumlara arız olan böcek ve hastalıklar, kozalak ya da tohum toplama mevsiminin kısa bir zamanla sınırlı olması gibi sorunlar bulunmaktadır. Köklendirilmiş çelikle üretimde ise bu sorunların hiçbirine rastlanmaz.

ii) İstenilmeyen polen akımından ve bunun yol açtığı genetik kirlenmeden kaçınmak için, tohum bahçelerinin, aynı türün ormanlarının bulunduğu sahalardan çok uzaklarda kurulması gerekir. Öte yandan köklendirilmiş çelik üretiminde kullanılacak ağaçlar (ortetler) için böyle bir zorunluluk yoktur. Çelik üretme bahçeleri aynı türün herhangi bir ormanı ile yanyana kurulabilir.

iii) Aynı işletme içinde yer alan, diyelim ki 5 ve 35 no'lu bölmelerin ağaçlandırılmaları için iki ayrı kökenli iki ayrı tohum bahçesi gerekirse, yabancı polen karışımını önlemek amacıyla bu iki tohum bahçesinin birbirinden ve başka ormanlardan yeterli kadar uzakta bulunmaları, birbirlerinden iyi izole olmaları gerekir. Öte

yandan çelik üretme bahçelerinde yabancı polen karışımı söz konusu olmadığından, 5 ve 35 no'lu bölmelere çelik verecek çelik üretme bahçeleri, yanyana sahalarda, hatta aynı sahada yanyana sıralarda yetiştirilebilirler. Bunun, idare ve işletme yönünden sağlayacağı ekonomik yararlar ortadadır.

„iv) Ağaçlama çalışmalarında çok az kullanılan bir tür söz konusu ise, (meşere kenarlarının, yol kenarlarının, özel karakter gösteren sahalanın ağaçlandırılmasında kullanılan türler gibi), bu tür için tohum tedarik etmek ve ayrı bir tohum bahçesi kurmak çok büyük harcamalara, dolayısıyla tohumun birim fiyatının artmasına neden olur. Öte yandan böyle küçük sahalanın herbiri için en iyi uyum yapabilecek özellikleri olan ayrı ayrı klonlar, bir küçük çelik üretme bahçesinde bir arada ve ekonomik bir şekilde yetiştirilebilirler. Bunlardan üretilen köklendirilmiş çeliklerle istenilen küçük sahalanın ağaçlandırılması sağlanır.

v) Bir klonun bütün özellikleri (büyüme özellikleri, iklim, toprak istekleri, hastalıklara dayanıklılık vb.) araştırmalar yapılarak belirli bir süre sonunda öğrenilip kayıtlara alınır. Bu şekilde çalışılmış bir ortetten üreyen klonlar aynı genetik yapıda oldukları için, işletmecisi, özellikleri bilinen bireylerle dikim yapmaktadır. Halbuki tohumdan üreyen bir fidan, ötekilerden tamamen farklı yepyeni bir genetik kombinasyona sahiptir, ve bu genetik kombinasyon yeryüzüne bir ağaç olarak ilk defa gelmektedir. Yani, tohumdan üreyen bir fidanın özellikleri ve geleceği, çelikten üreyen bir fidanın özelliklerine oranla hiç bilinmemektedir. Uğraştığı bireylerin geleceğinin bilinmesi ise, bilgili bir işletmeciye daha bir çok kolaylıklar ve olanaklar sağlar.

8. KÖKLENDİRİLMİŞ ÇELİKLERİN İDARE VE İŞLETME YÖNÜNDEN OLAN SAKINCALARI

Uzun yıllardan beri yapılan araştırmaların bir sonucu olarak tohumdan fidan üretimi için birçok teknik geliştirilmiş, deneyim ve bilgi birikimi sağlanmıştır. Bu nedenle, teknik standartlara uygun olarak kurulan ve iyi işletilen fidanlıklarda kısa sürede, tohumdan milyonlarca fidan üretilebilmektedir. Öte yandan bir çok orman ağacı türünden alınan çelikler kolaylıkla köklenememekte ya da köklenme yüzdesi çok düşük olmaktadır. Sonuç olarak, çok sayıda köklendirilmiş çelik elde etmek çok güç ve pahalı olmaktadır.

Ancak eğer, tohum ve fidanlık araştırmaları için şimdiye kadar harcanan zaman ve paranın tümü değil ama belirli bir oranı çeliklerin köklendirilmesini konu alan araştırmalar için harcanırsa, kısa sürede sonra her bir orman ağacı türünün en iyi şekilde köklenmesini sağlayan reçeteler bulunacaktır (LIBBY, 1977).

9. KÖKLENDİRİLMİŞ ÇELİK ÜRETİMİNDE BAZI SORUNLAR, TEKNİKLER VE YÖNTEMLER

9.1. Yaşlanma sorunu

Çalışılan ağaç türlerinin çoğunda şu olay gözlenmiştir: Gençlik çağının sonlarına, olgunluk yaşına veya daha ileri yaşlara gelmiş ağaçlardan üretilen köklendirilmiş çelikler, aynı ağaçlardan toplanan tohumlardan üretilen fidanlara oranla daha yavaş büyümekte, erken yaşlardaki yaşama yüzdeleri daha düşük olmaktadır. Bununla beraber çok genç fidanlardan üretilen köklendirilmiş çelikler ile to-

humdan üretilen fidanlar arasında gerek yaşama yüzdesi ve gerekse gelişme ve büyüme özellikleri bakımından çok yakın benzerlikler vardır. Başka bir deyişle, köklendirilmiş çeliklerin büyüme ve gelişme özellikleri, çelik alınan ortet ağacın yaşı ve olgunlaşma devresi ile çok yakından ilişkilidir (FIELDING, 1970; SWEET, 1973; TUFUOR, 1973; LIBBY ve HOOD, 1976). Ortet yaşlandıkça, köklenebilen çelik verme gücü düşmektedir.

Genç ortetlerden üretilen köklendirilmiş çeliklerin yaşı ortetlerden üretilen çeliklerden daha üstün nitelikli oldukları kanıtlandığına göre, yaşlanan ortetlerin çelik verme özelliği bakımından gençlik çağındaymış gibi kalmasını sağlayacak ve fizyolojik yaşlanmayı (kartlaşmayı) önleyecek yöntemlerin bulunması gerekir. Bugün bunun bir kaç yolu bulunmuştur. En son benimsenen yöntem «çit tipi budama» yöntemidir (LIBBY ve ARK. 1972). Bu yöntemde, tohumdan veya çelikten ortaya çıkan bir fidan dört - beş yaşlarına geldikten sonra, belirli bir yükseklikten her yıl devamlı olacak şekilde çit tipi budamaya tabi tutulur. Birey, boylanması engellenmediği için, zamanla canlı çit şeklinde bir görünüş kazanır. Bu şekilde devamlı olarak budanmış bireylerden her yıl hem daha çok sayıda çelik üretilmekte, hem de bu çelikler, genç bireylerden elde olunan çeliklere benzeyen büyüme özellikleri göstermektedir. Başka bir deyişle, devamlı çit tipi budamaya tabi tutulan bir ortetin tarihsel yaşı ilerli bir yaş olmasına rağmen, böyle bir ortetten alınan çelikler tıpkı genç bir ortetten alınan çelikler gibi juvenil (gençliğe ait) özellikler göstermektedir.

Pinus radiata (Monterey çamı) üzerinde yapılan çalışmalarda, çit tipi budamaya başlamak için en uygun yaşların dört ilâ sekiz yaşları arası ve budama yüksekliğinin de yaklaşık 1 metre olduğu bulunmuştur (LIBBY, 1977). Bu yaşlardan itibaren devamlı budamaya tabi tutulan ortetlerden daha sonraki yıllarda elde edilen çeliklerin fizyolojik yaşı da dört ilâ sekiz yaşmış gibi kalmakta, ve bu çelikler büyüme ve gelişme özellikleri bakımından gençliğe ait özellikler göstermektedir (LIBBY ve HOOD, 1976). Buna benzer özellikler birçok meyve ağacı türü üzerinde de gözlenmiştir (HATCHER, 1960).

Pinus radiata türünden ayrı olarak başka orman ağacı türleri üzerinde de çelikle üretim konusunda çalışmalar sürdürülmektedir. İlk sonuçlar *radiata* çamındaki özelliklere genel bir benzerlik göstermektedir (LIBBY, 1977). Ancak, devamlı olarak çit tipi budamaya tabi tutulan bir ortetin, istenilen özellikteki çelikleri kaç yaşına (tarihsel anlamda kaç yaşına) kadar verebileceği sorusu henüz cevaplanmış değildir. Halen çalışılan klonlar tarihsel olarak yaşlandıkça ve bunlar üzerinde gözlemler sürdükçe bu sorunun cevabı verilebilecektir.

Fizyolojik yaşlanmayı önlemenin başka bir yolu «seri üretim» yöntemidir. Bu yolla bir çelik önce, tercihen genç yaştaki bir ortetten alınır ve köklendirilir (bu köklü çelikle no. 1 diyelim). Bir kaç yıl sonra bu 1 no'lu çelikten yeni çelikler (2. no) alınır ve kökleri dirilir. Daha sonraki çelikler (3 no'lar), 2 no'lu çeliklerden, bir sonrakilerde 3 no'lu çeliklerden alınır ve bu işlem kuşaklar boyu sürer. Böylece bir klonun yaşlanması önlenmekte, fizyolojik yaşının kuşaktan kuşağı genç kalması sağlanmaktadır. *Picea abies* (KLEINSCHMIT, 1972) ve bazı meyve ağaçları (HATCHER, 1960) üzerinde yapılan çalışmalar da bu yöntemin geçerliliğini ortaya koymuştur.

Dünyadaki bir çok araştırmacı, ağaçlardaki fizyolojik yaşlanmayı durdurmanın ya da tarihsel yaşı juvenil (gençlik) çağına geri çevirmenin yollarını bulmak için

çalışmaktadır. Eğer etkin bir yol bulunabilirse, olgun yaşta üstün bir genotipe sahip olduğu bilinen bir bireyden alınan çelikler, önce juvenil çağına gerl getirilecek ve daha sonra bu juvenil çeliklerden de çelik üretimine yaygın bir şekilde geçilebilecektir (LIBBY, 1977).

9.2. Üretim sorunu

Bir kaç orman ağacı türü dışında, bugünkü koşullarda çelikten fidan elde edilmesi, tohumdan fidan elde edilmesinden çok daha pahalıya mal olmaktadır. Bazı türler için bu durum her zaman geçerli olabilir, fakat öteki bir çok türler için yeni köklendirme yöntemlerinin gelişmesi ve yeni çelik köklendirme fidanlıklarının kurulmasıyla aradaki fiyat farkı kapanabilir. Çelikle köklendirme üzerindeki araştırmalar ve deneyimler, tohum fidanlıkları üzerinde bugüne kadar yapılmış olan araştırma ve deneyimler düzeyine geldikçe, aradaki fiyat farkları da azalacaktır.

Eğer çelikle üretimin sağlayacağı yararlar yeterli ise, köklendirilmiş çelik fidanı elde etme çabalarından vazgeçmemek gerekir. Çünkü fidan giderleri için yapılan fazla yatırım, çelikle üretim sonucu elde edilecek olan ek yararlarla kolayca kapanabilecektir. Örneğin, bir çok meyve ağacı türünün üretimi çelikle yapılmakta, çelikle üretimin yol açtığı ek gider farkları, sonunda elde edilen ek kârlarla ekonomik bir şekilde kapanmaktadır. Tohumdan fidan üretimi meyvecilikte daha çok çaprazlama ve islah çalışmaları için kullanılmakta; bu çalışmalar sonucu elde olunan üstün genotipler çelikle çoğaltılarak, bu çeliklerden meyve üretimine geçilmektedir. Ormancılıktaki çelikle üretimde de benzer yol izlenmekte, üstün genotiplerden meyve üretimi değil de odun üretimi amaçlanmaktadır.

9.3. Köklendirme çalışmalarında araştırmaların sürekliliği

Çeliklerin köklendirilmesinde şu etmenler olumlu ya da olumsuz yönde etkilerini gösterirler: Çeliğin ağaçtan alındığı mevsim; çelik veren ağacın yaşı; çelik ağaçtan alındıktan sonra köklendirme ortamına dikinceye kadar geçen zaman; çeliğin tipi (ağacın tepe dallarından mı, alt dallarından mı, baş çeliğini, ayak çeliğini, ne kadar uzun olması gerektiği gibi özellikler); köklendirmeyi hızlandırıcı olarak kullanılan kimyasal maddelerin çeşidi ve dozu; yetiştirme ortamındaki toprak ve öteki karışım maddelerinin çeşidi ve oranları; çeliğin su oranı; yetiştirme ortamının toprak ve hava nemi; yetiştirme ortamının toprak ve hava sıcaklığı; mantarlara karşı kullanılan patojenlerin çeşidi ve dozu (NIENSTAEDT ve ARK, 1958; LIBBY ve CONKLE, 1966; IVANOVIC, 1970; İKTÜEREN, 1973; HARE, 1974).

Bu etmenler, çeliklerin köklendirilmesinde bugün için etkili olduğu bilinen etmenlerdir. Belirli bir bitki türü için en iyi sonuç, bu değişik etmenlerin belirli bir kombinasyonu ile elde edilebilir. Köklendirme çalışmalarında «bu türün çelikleri köklenmez» şeklinde kesin bir sonuca varmadan önce (İKTÜEREN, 1976), yukardaki etmenlerin değişik kombinasyonlarını değişik yıllarda, pek çok sayıda çelik üzerinde denemek gerekir. Örneğin Finlandiya'da *Picea abies* (Avrupa ladin) üzerindeki köklendirme çalışmaları 1962 yılında başlamış, 1969 yılına kadar en iyi yöntemin ve kombinasyonun bulunması üzerinde çalışmalar yapılmıştır. 1969'da 1200 farklı ortetenden alınan 15, 013 çelikten % 70'i köklenmiştir. 1972'de bağlanıçta 1200 olan klon sayısı yapay seçim yolu ile 60 klona indirilmiş, dikilen 149, 081 çelikten 141, 363'ü (ki % 95 eder) köklenmiştir (LEPISTÖ, 1974). Böylece Finlandiya'da *Picea abies* çeliklerinin köklendirilmesinde karşılaşılan biyolojik problemler çözüme

ulaşmıştır. Artık geri kalan sorun, köklü çelikle birim flatını düğürmek için gerekli fidanlık ve sera tekniklerinin geliştirilmesidir.

Picea abies için Finlandiya'da başlangıçtaki 1200 klondan seçilen 60 klon, rastgele seçilmiş 60 klon değildir. Bunlar, çeşitli özellikleri bakımından genetik üstünlükleri döl denemeleri ile ispatlanmış olan bireylerdir. Bu 60 üstün klondan üretilen köklü çelikler, Finlandiya'daki Ladin ağaçlamalarında yakın bir gelecekte önemli bir yer tutacaktır (LEPISTÖ, 1974).

Yukarıda belirtilen *Picea abies* örneği, köklendirme çalışmalarında başarıya ulaşabilmek için uzun süreli ve ısrarlı araştırmalar yapmak gerektiğini ve sonunda köklendirmeyi ekonomik olarak sağlayan en iyi kombinasyon bulunabileceğini göstermektedir.

10. YAKIN GELECEKTE DURUM

Önümüzdeki 10 - 15 yıl içinde, bugün tohumla üretilen bir çok orman ağacı türünde, seçilen üstün genotipler çelikle üretim yoluyla çoğaltılacak, çelikle üretim ağaçlama çalışmalarında önemli bir yer alacaktır (LIBBY, 1977).

Çelikle üretim üzerinde son yıllarda bir çok yerel, bölgesel ve uluslararası toplantılar düzenlenmekte, son gelişmeler bu kongrelerde tartışılmaktadır. Bu toplantılardan iki tanesi ve bunlarla ilgili yayınlar aşağıda verilmiştir.

1974. Special Issue on Vegetative Propagation. *New Zealand Journal of Forest Science*. (4 (2): 119 - 458.

1976. Symposium on Juvenility in Woody Perennials. *Acta Horticulturae* 56 (May): 1 - 317.

KAYNAKLAR

- FALCONER, D. S., 1967. *Introduction to Quantitative Genetics*. The Ronald Press Co. New York, 365 pp.
- FIELDING, J. M., 1970. *Trees grown from cuttings compared with trees grown from seed (Pinus radiata)*. *Silvae Genetica*, 19: 54 - 63.
- FRANKLIN, E. C., 1969. *Inbreeding depression in metrical traits of loblolly pine (Pinus taeda L.) as a result of self pollination*. *North Carolina State Univ. Sch. Forest Resour. Tech. Rep. No: 40*, pp. 1 - 19.
- HARE, R. C., 1974. *Chemical and environmental treatments promoting rooting of Pine cuttings*. *Canadian J. For. Res.* 4: 101 - 106.
- HATCHER, E. S. J., 1960. *The propagation of rootstocks from stem cuttings*. *Ann Appl. Biol.* 47: 635 - 638.
- IVANOVIC, M., 1970. *Effects of phytohormones on the rooting of cuttings of forest and ornamental trees and shrubs*. Translated (from Serbo-Croatian) and publ. for U.S.D.A. and NSF, Washington D.C., by the NOLIT publ., Terazije 27/11, Belgrade, Yugoslavia 8 pp.
- İKTÜEREN, Ş., 1973. *Pinus contorta Dougl. gövde çelikleriyle üretimi üzerinde çalışmalar*. *Orman Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muht. Yay. Serisi No: 32, 242 ss.*
- İKTÜEREN, Ş., 1976. *Yerli çam türlerimizin bazılarının çelikle üretimi*. *Orman Araştırma Enstitüsü Yayınları Tek. Bül. Serisi No: 78, 20 ss.*

- KLEINSCHMIT, J., 1972. Einfluss der Ausgangsphase und des Jahres auf die Bewurzelung von Fichtenstecklingen. *Allg. Forst. u. Jagdztg.* 143: 261-263.
- LEPISTO, M., 1974. Successful propagation by cuttings of *Picea abies* in Finland. *New Zealand Journal of Forest Science* 4 (2): 367-370.
- LIBBY, W.J., 1974. The use of vegetative propagulas in forest Genetics and tree improvement. *New Zealand Journal of Forest Science* 4 (2): 440-447.
- LIBBY, W.J., 1977. Rooted Cuttings in Production Forests. *Proc. XIV. Southern Forest Tree Imp. Conf. Gainesville, Flo., U.S.A. June 14-16, 1977, pp. 13-17.*
- LIBBY, W.J., 1979. Clonal selection of Forest trees. *California Agriculture, May, 8-9. Berkeley, Ca., U.S.A.*
- LIBBY, W.J. and M.T. CONKLE, 1966. Effects of auxin treatment, tree age, tree vigor, and cold storage on rooting of young monterey pine. *Forest Science* 12 (4): 484-502.
- LIBBY, W.J. and J.V. HOOD, 1976. Juvenility in hedged radiata pine. *Acta Horticulturae, Technical Communications of ISHS (International Society for Horticultural Science). 56 (May): 91-98.*
- LIBBY, W.J., A.G. BROWN, and J.M. FIELDING, 1972. Effects of hedging radiata pine on production, rooting and early growth of cuttings. *New Zealand Journal of Forest Science* 2: 263-283.
- NIENSTAEDT, H., C.C. FRANKLIN, F. MERGEN, C. WANG, B. ZAKI, 1958. Vegetative propagation in forest genetics research and practice. *Journal of Forestry* 56: 826-839.
- SWEET, G.B., 1973. The effect of maturation on the growth and form of vegetative propagulas of radiata pine. *New Zealand Journal of Forest Science.* 3: 191-210.
- TODA, R., 1974. A brief review and conclusions of the discussion on seed orchards. *Silvae Genetica* 13 (1/2): 1-4.
- TUFUOR, K., 1973. Comparative Growth Performance of Seedlings and Vegetative Propagules of *Pinus radiata* and *Sequoia Sempervirens*. Ph. D. Thesis, Univ. of California, Berkeley. 207 pp.
- WRIGHT, J.W., 1976. *Introduction to Forest Genetics.* Academic Press New York, London 463 pp.

EKLER

- Ek. 1) İki kardeş birbirine tıpatıp neden benzemez?
Eşeyli (cinsel) üreyen canlılarda durum :

İster insan, ister hayvan isterse bitki olsun, aynı aileden olan bireyler başka bireylere kıyasla birbirlerine daha yakındır. Aynı aileye ait olan bireyler dış görünüşleri (fenotipleri) bakımından başka bireylere kıyasla, birbirlerine daha çok benzerler. Çünkü bu bireyler, ortak atalarından gelen bazı genleri ortaklaşa taşımaktadır. Bazı genler hepsinde de bulunduğu için bu bireylerin birbirlerine benzeyen tarafları vardır. Fakat aynı aileye ait bu bireyler arasında dış görünüşleri bakımından birçok farklılıklar da vardır. Bu farklılıklar benzerliklerden daha çok bile olabilir. Bunun nedeni, aynı aileye mensup her bireyde alledeki bir başka bireydeki genlere benzeyen genler yanında, birbirlerinden farklı olan genlerin de bulunmasındandır. Ayrıca, gerek benzer genlerin ve gerekse farklı genlerin her bireydeki sıralanış düzeni de birbirinden farklıdır. Genlerin sıralanış düzenindeki ve komşuluk ilişkilerindeki bu farklılıklar da, aynı genleri taşıyabilir, bireylerin bir-

birlerinden farklı görünüşte olmalarına neden olmaktadır. Bunu bir benzetme ile açıklayalım.

Futbol takımıyla bir benzetme : İki ayrı zamanda iki ayrı milli maçta oynayacak 10 futbolcu (kaleci hariç) düşünelim. Bunun yarısının Trabzonspor'dan (T), öteki yarısının da Fenerbahçe'den (F) seçileceğini ve F ve T takımlarındaki her oyuncunun milli takıma seçilmek için eşit şansa sahip olduğunu varsayalım. T takımından herhangi beş oyuncuyu seçerek milli takıma gidecek beş kişiyi belirlemenin, 252 farklı yolu vardır :

$$C(N, r) = \frac{N!}{r!(N-r)!} = \frac{10!}{5! \cdot 5!} = 252$$

Yani, 10 kişi içinden herhangi beş kişiyi seçmek, 252 farklı şekilde olabilir. Başka bir deyişle, T takımından birinci seferde seçilip milli takıma gönderilen beş kişilik grubun ikinci seferde de aynı kişiler olma olasılığı ancak 1/252'dir.

Aynı durum, F takımından gelecek beş kişi için de söz konusudur. F takımından birinci seferde seçilip milli takıma gönderilen beş kişilik grubun ikinci seferde de aynı kişiler olma olasılığı yine 1/252'dir.

Bu durumda, birinci milli maç için düzenlenen milli takıma seçilen oyuncular ile ikinci milli maç için düzenlenen milli takıma seçilen oyuncuların birbirinin aynı olma olasılığı :

$$\frac{1}{252} \cdot \frac{1}{252} = \frac{1}{63504} \quad \text{olur.}$$

Bu örnekteki T ve F takımlarını ana ve babaya, iki ayrı zamanda düzenlenen iki milli takımı iki ayrı zamanda doğan yavruya (veya iki ayrı çiçekte oluşan tohumu), takımlardaki her bir oyuncuyu da yavrudaki bir gene benzetirsek, her bir yavrunun (kardeşin) birbirine benzeme olasılığı da aynı şekilde 1/63504'dür.

Eğer yukardaki milli takım 10 sporcu değil de 10.000 sporcudan oluşsaydı, ilk milli takımda yer alan sporcuların aynılarının ikinci milli takımda da bulunması olasılığı rakamlarla ifade edilemeyecek kadar küçük olacaktı. Bir canlının ortalama 10.000 gen bulundurduğu düşünülürse, iki kardeş bireyin birbirine tıpatıp benzemesi olasılığı da, tıpkı 10.000 oyuncudan oluşan iki milli takımın birbirine benzeme olasılığı kadar küçüktür. Bu nedenle iki kardeş hiç bir zaman tıpatıp birbirine benzemezler.

Ancak tek yumurta ikizlerinde durum farklıdır. Tek yumurta ikizlerinde hem bütün genler hem de bunların sıralanış düzeni ve komşuluk ilişkileri birbirinin tıpatıp aynıdır. Bu nedenle bunlar dış görünüşleri bakımından birbirlerinin kopyası gibidirler ve birbirlerine tıpatıp benzerler, (Eğer tek yumurta ikizleri birbirlerinden boy, ağırlık vb. karakterleri bakımından farklı iseler, bunun başlıca nedeni beslenme, hastalık vb. gibi çevresel etmenlerdir).

Ek. 2) Genel ve özel birleşme yetenekleri ne demektir?

Çelikle üretimi şimdilik bir kenara koyup, bir popülasyondaki A bireyinin kendisiyle ve bir çok sayıda başka bireylerle (örneğin: B, C, D, E ...) çaprazlandığını, her çaprazlama sonucunda çok sayıda yavru bireyler ortaya çıktığını düşünelim. Bu yavru bireyleri aynı çevre koşulları altında yetiştirip belirli bir karakterini, örne-

ğın, 5 yaşına gelince yaptığı boyları ölçelim. Her çaprazlamanın ortalaması ile tüm çaprazlamaların genel ortalamasını bulalım. Bu değerler aşağıdaki gibi olsun.

Çaprazda kullanılan bireyler	Her çaprazdan elde olunan çok sayıda (örneğin: 50 adet) bireyin 5 yaşındaki ortalama boyu (m)
A×A	3,10
A×B	5,90
A×C	6,30
A×D	4,70
A×E	5,40
.	.
.	.
.	.
Genel ortalama	5,90

Aynı şekilde, aynı populasyondaki B bireyinin, kendisi ve A, C, D, E ... bireyleri ile çaprazlama yaptığını ve yavruların 5 yaşındaki ortalama boylarının aşağıdaki gibi olduğunu düşünelim.

Çaprazda kullanılan bireyler	Her çaprazdan elde olunan çok sayıda (örneğin: 50 adet) bireyin 5 yaşındaki ortalama boyu (m)
B×B	3,30
B×A	5,90
B×C	4,50
B×D	6,80
B×E	4,30
.	.
.	.
.	.
Genel ortalama	4,70

Bu çeşit denemelere ağaç ıslahı çalışmalarında «döl denemeleri» denir. Yukarıdaki döl denemeleri sonuçlarına göre, A bireyinin ebeveynlerden biri olarak kullanılmasıyla ortaya çıkan yavrular, B bireyinin ebeveynlerden biri olarak kullanılmasıyla ortaya çıkan yavrulardan % 20 kadar daha büyük bir boy büyümesi yapmışlardır. (5,90 metreye karşı 4,70 metre). Bu durumda biz, A bireyinin *genel birleşme yeteneğinin* (GBY), B bireyinin genel birleşme yeteneğinden daha yüksek olduğunu söyleriz. O halde GBY, belirli bir birey, aynı türün başka bireyleriyle çaprazlandığı zaman kendi genetik üstünlüğünü yavrularına aktarabilme yeteneği olarak tanımlanabilir (WRICHT, 1976).

Yukarıdaki çaprazlamalarda başka bir durum daha göze çarpmaktadır: A bireyi en uzun boylu yavruları C bireyi ile, B bireyi de en uzun boylu yavruları D bireyi ile çaprazlandığı zaman vermektedir. Buna dayanarak biz A bireyinin C ile olan *özel birleşme yeteneğinin* (ÖBY), A'nın öteki bireylerle olan ÖBY'nden yük-

sek olduğunu söyleriz. Aynı şekilde B bireyinin D ile olan ÖBY'i, B'nin öteki bireylerle olan ÖBY'nden yüksektir. Ayrıca B×D çaprazının ÖBY değeri, A×C çaprazının ÖBY değerinden daha yüksektir. O halde ÖBY, belirli bir birey, belirli başka bir birey ile çaprazlandığı zaman kendi genetik üstünlüğünü yavrularına aktarabilme yeteneği olarak tanımlanabilir (WRIGHT, 1976).

Yukarıdaki örneklerden şu sonuçlar çıkarılabilir.

- a) GBY değeri yüksek olan bir birey her zaman yüksek ÖBY değeri olan bir birey olmayabilir.
- b) GBY değeri düşük olan bir birey, popülasyondaki başka bir bireyle çok yüksek ÖBY değeri gösterilebilir.
- c) Belirli bir birey ile birleşince düşük ÖBY gösteren bir birey, başka bir bireyle birleşince çok yüksek ÖBY değeri gösterebilir.

Yüksek GBY'nin bulunması çoğu kez, ilgili bireylerde (genotiplerde) eklemeli (additive) olarak hareket eden genlerin varlığını belirtir. ÖBY değeri ise, eklemeli hareket etmeyen (non-additive) genlere bağlıdır (FALCONER, 1967).