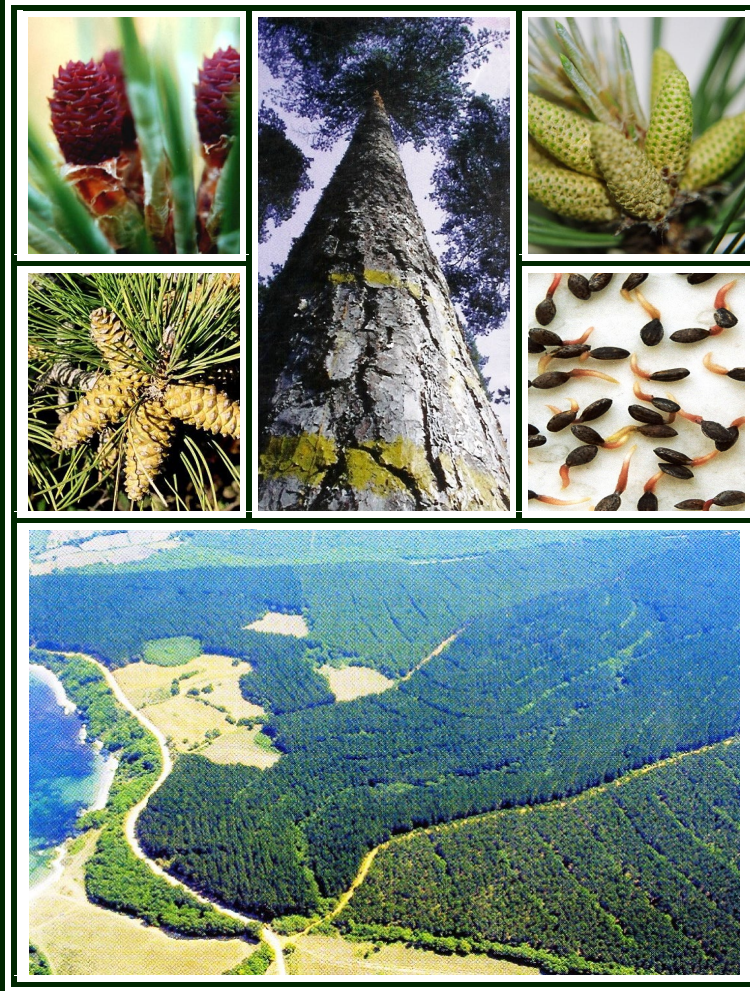


# ORMAN GENETİĞİ VE AĞAÇ ISLAHI



**Prof. Dr. Korhan TUNÇTANER**



## ÖNSÖZ

Dünyada ve ülkemizde artan nüfus ve gelişen sanayiye koşut olarak, insanların orman ürünlerine olan gereksinimlerinin gittikçe büyümesi, mevcut orman alanlarının verimliliğinin artırılması yönünde yoğun bir çabanın gösterilmesine neden olmaktadır. Günümüzde gelişen bilim ve teknoloji, tüm sektörlerde olduğu gibi ormancılık sektöründe de araştırma sonuçlarına dayalı yeni gelişmeleri ve değişimleri beraberinde getirmektedir. Ormancılık uygulamaları, klasik ıslah ve moleküler genetik çalışmalarının sonuçlarına dayalı olarak çeşitlenmektedir. Bu nedenle, orman fakültelerinde orman genetiği ve ağaç ıslahının temel prensiplerini içeren bir dersin okutulması çağdaş eğitimin bir gereği olmaktadır.

Birçok ülkede yürütülmekte olan geniş ağaçlandırma programları, yüksek kalitede tohum kaynaklarını oluşturmak üzere genetik ıslah araştırmalarını ve uygulamalarını da içine almaktadır. Bu nedenle, orman işletmelerinde görev yapacak olan orman mühendislerinin orman genetiği ve ağaç ıslahı konularında bazı temel bilgilere sahip olmaları son derece önem kazanmaktadır.

Orman fakültelerinin lisans ve yüksek lisans programlarında yararlanılabilecek olan bu kitapta, ülkemiz ormancılığı için önemli olan ıslah konuları üzerinde yoğunlaşmış ve bu amaçla çok sayıda yerli ve yabancı kaynak incelenmiştir. Yedi bölüm halinde hazırlanan kitabın 1. bölümünde “genetik ile ilgili temel kavramlar”, 2. bölümünde “populasyon genetiği”, 3. bölümünde “ıslah yöntemleri”, 4. bölümünde “vejetatif üretim ve tohum bahçeleri”, 5. bölümünde “biyoteknoloji”, 6. bölümünde “coğrafik varyasyon, tür ve orijin seleksiyonu”, 7. bölümünde “orman gen kaynaklarının korunması ve değerlendirilmesi” başlıkları altında genel bilgiler verilmiş ve konuların daha iyi anlaşılmasını sağlamak için şekil, tablo ve resimler kullanılmıştır. Ayrıca, ülkemizde son 30-40 yıl içinde gittikçe önem kazanan genetik ıslah ve seleksiyon konularına ilişkin araştırma çalışmalarından örnekler sunulmuş, orman ağaçlarının ıslahı konusundaki araştırmaların sonuçlarına dayalı olarak gerçekleştirilen ağaçlandırmalarda, genetik ıslah yoluyla sağlanan verimlilik üzerinde durulmuştur.

Meslek hayatımın büyük bir kısmında görev yapma şans ve onuruna eriştiğim, Çevre ve Orman Bakanlığı'na bağlı, İzmit Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne, bu kitabın hazırlanmasında bana sağladığı bilgi birikimi için teşekkür

borçluyum. Ayrıca, o yıllarda orman ağaçlarının ıslahı ile ilgili uygulamalı araştırma projelerinin yürütülmesinde birlikte görev yaptığımız, başta Orman Y. Mühendisi Mümtaz Tulukçu olmak üzere tüm mesai arkadaşlarımı sevgi ve saygı ile anmak isterim.

Kitabın sayfa düzeni ile şekil ve resimlerin hazırlanmasında yardımlarını gördüğüm, öğrencilerim Arş. Gör. Dr. Murat ERTEKİN ve Arş. Gör. Dr. H. Barış ÖZEL'e, yayın taslağını inceleyerek değerli görüşleri ile katkı sağlayan sayın hocam Prof. Dr. Melih BOYDAK'a ve Prof. Dr. Zeki YAHYAOĞLU'na içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, kitabın basımını sağlayan "Türkiye Ormancılar Derneği"ne ve basım aşamasındaki yardımları nedeniyle Yazı İşleri Müdürü sayın Erdoğan ÖZER'e teşekkürü bir borç bilirim.

Eserin ülkemiz ormancılığına, orman fakültesi öğrencilerine ve konuyla ilgilenenlere yararlı olmasını dilerim.

Bartın – 2007

Prof. Dr. Korhan TUNÇTANER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
GİRİŞ.....	1
1. TEMEL GENETİK KAVRAMLAR.....	8
1.1. VARYASYON (DEĞİŞİM VE KAYNAKLARI).....	11
1.1.1. Genotip ve Fenotip .....	11
1.1.2. Modifikasyon ve fenotipin değişimi.....	15
1.1.3. Ağaçlarda canlılık belirtileri ve üreme .....	19
1.1.3.1. Canlılık belirtileri .....	19
1.1.3.2. Üreme şekilleri .....	20
1.1.4. Kalıtım faktörleri.....	23
1.1.4.1. Kromozomların yapıları ve işlevleri.....	23
1.1.4.2. Bazı orman ağacı türlerinde kromozom sayıları. 27	
1.1.4.3. Kalıtım materyali (DNA, RNA).....	27
1.1.4.4. Genlerin yapıları ve fonksiyonları.....	30
1.1.4.4.1. Genlerin eklemeli etkileri.....	31
1.1.4.4.2. Dominant-resesif etkiler .....	31
1.1.4.4.3. Epistatik etki (Epistasi) .....	33
1.1.4.4.4. Dominans üstü etki.....	33
1.1.4.5. Diğer kalıtım etkenleri.....	33
1.1.5. Mendel kuralları .....	34
1.1.5.1. Kalitatif ve kantitatif karakterler .....	34
1.1.5.2. Üniformite kuralı.....	36
1.1.5.3. Açılma (segregasyon).....	38
1.2. GENEKOLOJİ .....	41
1.2.1. Genekolojik ayrımlar.....	42
1.2.2. Genekolojik farklılıklara neden olan etmenler .....	43
2. POPULASYON GENETİĞİ.....	50
2.1. POPULASYONUN GENETİK YAPISI.....	51
2.1.1. Hardy-Weinberg Kuralı.....	51
2.1.2. Gen frekanslarının değişimi .....	53
2.1.2.1. Seleksiyon .....	53
2.1.2.2. Mutasyon.....	56

2.1.2.3. Migrasyon.....	59
2.1.2.4. İzolasyon .....	62
2.1.2.5. Genetik kayma.....	66
3. ISLAH YÖNTEMLERİ .....	68
3.1. SELEKTİF ISLAH.....	69
3.1.1. Fenotipik seleksiyon üzerinde etkili olan faktörler .....	72
3.1.2. Kalıtım ve genetik kazanç .....	73
3.1.3. Ebeveyn-döl ilişkileri .....	75
3.1.4. Seleksiyon yöntemleri .....	78
3.1.4.1. Kitle seleksiyonu (Tohum Meşcereleri).....	78
3.1.4.1.1. Meşcerelerin seçim kriterleri.....	81
3.1.4.1.2. Tohum ağaçlarının seçimi .....	86
3.1.4.1.3. Tohum meşcerelerinin yönetimi.....	87
3.1.4.1.4. Üstün ağaç seçimi ile ilgili kurallar.....	88
3.1.4.1.5. Üstün ağaç seçim kriterleri.....	90
3.1.4.1.6. Üstün ağaç seçim yöntemleri.....	91
3.1.4.1.7. Üstün ağaçların kesin seçimleri.....	95
3.1.4.2. Aile seleksiyonu .....	98
3.1.4.3. Genetik test programları .....	99
3.1.4.4. Klonal seleksiyon .....	111
3.2. MELEZLEME ISLAHI.....	120
3.2.1. Melez gücü (heterosis) .....	123
3.2.2. Melez gücünün generasyonlardaki durumu .....	123
3.2.3. Kendileme (inbreeding).....	124
3.2.4. Kontrollü polenleme (çaprazlama).....	125
3.2.4.1. Ebeveyn ağaçların seçimi .....	126
3.2.4.2. Polenleme torbalarının yerleştirilmesi.....	126
3.2.4.3. Polenlerin toplanması .....	127
3.2.4.4. Polenleme işleminin uygulanması.....	127
3.2.4.5. Polenleme torbalarının kaldırılması .....	128
3.2.4.6. Kavaklarda kontrollü çaprazlama.....	129
3.3. MUTASYON ISLAHI .....	132
3.3.1. Doğal mutasyonlar.....	132
3.3.2. Yapay mutasyonlar .....	136
3.4. MUKAVEMET (REZİSTANT) ISLAHI .....	138
3.4.1. Entomolojik zararlılara karşı mukavemet ıslahı.....	140

3.4.2. Fitopatolojik zararlılara karşı mukavemet ıslahı .....	144
3.4.3. Klimatik zararlılara karşı mukavemet ıslahı.....	147
3.4.4. Hava kirliliğine karşı mukavemet ıslahı.....	155
4. VEJETATİF ÜRETİM VE TOHUM BAHÇELERİ.....	159
4.1. VEJETATİF ÜRETİM .....	159
4.1.1. Ormancılıkta vejetatif üretimin yararları.....	159
4.1.1.1. Araştırma amacına yönelik kullanım .....	161
4.1.1.2. Üretim amacına yönelik kullanım .....	161
4.1.2. Orman ağaçlarında vejetatif üretim uygulamaları .....	162
4.1.3. Vejetatif üretim teknikleri .....	170
4.1.3.1. Çelik ile üretim .....	170
4.1.3.1.1. Gövde çelikleri ile üretim.....	171
4.1.3.1.2. Kök çeliği .....	176
4.1.3.1.3. Yaprak çeliği .....	179
4.1.3.1.4. Köklenmeyi etkileyen faktörler.....	180
4.1.3.1.4.1. Çelik materyali .....	181
4.1.3.1.4.2. Çelikler ile ilgili işlemler.....	185
4.1.3.1.4.3. Ortam koşulları.....	186
4.1.3.2. Aşılı ile üretim .....	192
4.1.3.2.1. Aşılı teknikleri .....	194
4.1.3.2.1.1. Yarma aşılı.....	194
4.1.3.2.1.2. Kenar-yanaştırma aşılı ...	196
4.1.3.2.1.3. Kabuk-kakma aşılı.....	198
4.1.3.2.1.4. Şişe aşılı .....	198
4.1.3.2.1.5. Eklemeli-bindirme aşılı ....	200
4.1.3.2.1.6. Göz aşılı .....	200
4.1.3.2.2. Aşılıda başarıyı etkileyen faktörler.....	201
4.1.3.2.2.1. Aşılı uyumsuzluğu.....	201
4.1.3.2.2.2. Ağaç türü .....	203
4.1.3.3. Vejetatif üretimde topofizis etkileri .....	204
4.2. TOHUM BAHÇELERİ.....	206
4.2.1. Tohum bahçelerinin tipleri .....	209
4.2.2. Tohum bahçeleri için üstün ağaç seçimi .....	212
4.2.3. Tohum bahçelerinin kuruluşu ve yönetimi.....	213
4.2.4. Tohum bahçelerinin izolasyonu .....	216
4.2.5. Tohum bahçelerinin kuruluş planları.....	218
4.2.6. Tohum bahçesinde çiçeklenme ve tohum üretimi .....	221
4.2.7. Tohum bahçelerinde bakım, koruma ve işletme.....	225

4.2.8. Tohum bahçelerinin ağaç ıslahı stratejisindeki yeri .....	230
5. BİYOTEKNOLOJİ .....	235
5.1. DOKU KÜLTÜRÜ (MİKROÜRETİM) .....	236
5.1.1. Doku kültürü yöntemleri .....	237
5.1.2. Kültür ortamları .....	240
5.2. ORMANCILIKTA BİYOTEKNOLOJİ.....	242
5.2.1. Islah çalışmalarında moleküler belirteç teknolojisi.....	246
5.2.2. Gen transformasyonu .....	253
6. COĞRAFİK VARYASYON, TÜR VE ORJİN SEÇİMİ .....	256
6.1. COĞRAFİK VARYASYON .....	256
6.2. TÜR VE ORJİN SEÇİMİ .....	260
6.2.1. Tür denemeleri .....	261
6.2.1.1. Tür denemelerinin safhaları.....	262
6.2.1.1.1. Eliminasyon safhası.....	262
6.2.1.1.2. Mukayese safhası.....	263
6.2.1.1.3. Pilot plantasyonlar .....	263
6.2.2. Yabancı tür ithalleri.....	264
6.2.2.1. Tür ithalinde başarıyı etkileyen faktörler .....	265
6.2.2.2. Yabancı tür ithallerinde uygulanan yöntemler ...	268
6.2.2.3. Türlerin büyüme performansları.....	271
6.2.3. Orijin denemeleri.....	276
6.2.3.1. Orijin denemelerinin amacı .....	277
6.2.3.2. Orijin denemelerinin safhaları .....	279
6.2.3.3. Orijin denemelerinin planlanması .....	283
6.2.3.3.1. Fidanlık safhasında planlama .....	283
6.2.3.3.2. Arazi safhasında planlama.....	284
7. ORMAN GEN KAYNAKLARININ KORUNMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	287
7.1. GENETİK ÇEŞİTLİLİK .....	287
7.2. GEN KAYNAKLARININ KORUNMASI.....	289
7.2.1. Doğal çevre içinde ( <i>in situ</i> ) koruma .....	291
7.2.2. Doğal çevre dışında ( <i>ex situ</i> ) koruma.....	294



7.2.3. <i>In vitro</i> genetik materyal muhafazası .....	298
7.3. GEN KAYNAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	301
KAYNAKLAR.....	304
SÖZLÜK .....	338
İNDEKS .....	354

## GİRİŞ

Alman ormancısı Dr. Friedrich ZEDNİK, 1963 yılında, Dr. Hasan SELÇUK'un çevirisi ile yayımlanan eserinin önsözünde şöyle demektedir:

“Türkiye'ye ilk defa 1929 Haziranında, o zaman memlekette en büyük kereste işini yapan, Türk-Belçika Zingal şirketinin, Karadeniz sahilinde Ayancık'ta bulunan, kayın ve göknar bakır ormanlarının hakim olduğu, 53.000 hektar büyüklüğündeki mukaveleli ormanı işletmek üzere bir kısım Alman ormancısı ile birlikte angajeli olarak gelmişim. *Rhododendron ponticum*, *Prunus laurocerasus* ve *Ilex aquifolium*'dan müteşekkil çok sık vaziyetteki alt tabakasıyla, hektarında 1.250 m<sup>3</sup> kalın odun serveti ve 52 m'ye kadar boy yapan göknarları ve 50 metrelik gövde kısmı dalsız ve bir o kadar da taç yüksekliği bulunan gümüşi gri kabuklu sütunvari kayınlarıyla, Karadeniz ormanlarının derin etkisi, 5 yıllık ikametimden sonraki yıllarda da hatırımdan çıkmamıştır”.

Belirtilen bu üstün nitelikli ormanlar ve sahip oldukları biyolojik ve genetik zenginlik, günümüzde büyük oranda kaybedilmiş durumdadır. Uzun yıllar sürdürülen menfi seleksiyona dayalı seçme işletmesi uygulamaları ile ormanlarımızın değerli gen kaynakları azalmış, bazı bölgelerimizde tamamen yok olma tehlikesi ile karşı karşıya gelinmiştir. Bu nedenle, mevcut üstün nitelikli meşcerelerimizin kitle seleksiyonu yolu ile tohum meşçeresi olarak belirlenmesi ve bu meşcerelerden fenotipik seleksiyonla üstün nitelikli bireylerin seçimleri ve bunların tohum bahçelerinde ve klon bankalarında *exsitu* gen kaynakları olarak muhafaza edilmeleri hayati bir önem arz etmektedir. Bu konuya Ürgenç (1982) tarafından da dikkat çekilerek, optimal yayılışlarını ülkemizde yapan ağaç türlerinin selektif ıslah çalışmalarında büyük gelecek vadettikleri belirtilmekte, usulsüz kesimler ve yangın gibi faktörlerle gen havuzları gittikçe daralan bu popülasyonların tamamen yok olmadan seçilip tescil edilmeleri gerektiği bildirilmektedir. Bunu takiben, bu popülasyonlardan seçilecek üstün veya tipik özellikler taşıyan bireylerden alınacak vejetatif materyal (aşı, çelik v.s) ile yetiştirilen ve orijinal genetik yapıyı temsil eden fidanlarla klon bankaları (gen bankaları) tesis edilmesi önerilmektedir. Işık (1999), aynı konu

üzerinde önemle durarak; sedir, kayın, kızılçam, karaçam gibi bazı orman ağacı popülasyonlarında yüzyıllardır süregelen seçme kesimi sonucunda, pek çok değerli gen ve gen kombinasyonunun kaybedilmiş olduğunu belirterek, öncelikle yerli türlerimizin genetik kaynaklarına eğilmek, onları korumak, ıslah planlarını yaparak verimliliklerini arttırmak zorunda olduğumuzu vurgulamaktadır.

Genetik, oldukça genç bir bilim kolu olmasına rağmen, bitkiler ve hayvanlar alemine mensup bütün canlı organizmalarda, ana ve babadan yavrulara bazı karakterlerin geçtiği konusundaki bilgiler oldukça eskidir. Çocukların akrabalarına benzemesinin basit bir rastlantı ile açıklanamayacağı eski zamanlarda da insanları düşündürmüştür. Zararlı özelliklerin güçlenmemesi için çok eski çağlarda yakın akrabalar arasındaki evlenmeler (ana, baba, kardeş, dayı, teyze, hala, bazen kuzenler) yasaklanmıştır. Köpeklerin ıslahı çok eski çağlarda başlamıştır. Eski bir Babil yazıtı 5 jenerasyonluk bir at şeceresinde yele ve başın nasıl değiştiğini göstermektedir. Birkaç bin yıl önce yaşamış Babil ve Asurlular, bazı hayvanların yalnız belli çeşitlerini ehlileştirmişlerdir. Mısırlılar M.Ö. 4000 yıllarında, birçok bitkiyi kültive etmişler ve bazı bitkilerin kültürlerini yapmayı tercih etmişlerdir. 1500 yıl önce Çinliler, bazı pirinç çeşitlerinin diğer çeşitlere göre üstün özellikler gösterdiklerini belirlemişlerdir. O zamanlar dahi ekilen tohumların en iyi bitkilerden seçilmesine özen gösterilmiş ve yapay tozlaşmanın yararları öğrenilmiştir. Mısırlılar hurmadaki polenlerin oluşma ve tozlaşma tarihlerini not etmişlerdir. Eski Çinliler, daha iyi pirinç ırkları elde etmek için kontrollü döllemeler yapmışlardır. Ancak, kalıtım ile ilgili bilimsel açıklamalara 20'nci yüzyılın başlarında geçilmiş, genetik konusundaki düşünceler ve çalışmalar Avrupa'da çok daha sonraki yıllarda ortaya çıkmıştır. 20'nci yüzyıla gelinceye kadar, kalıtım konusundaki düşünce ve varsayımlar Yunan filozofları tarafından ortaya atılmıştır. M.Ö. 500 yıllarında yaşamış olan Pitagor ve Empedocles embriyonun oluşumunu ve çocukların ebeveynlerine benzemelerini kendilerine göre açıklamışlardır. M.Ö. 300 yıllarında yaşamış olan Aristo kalıtım konusunda bazı fikirler ileri sürmüş, kanın kalıtımda çok büyük etkisi olduğu fikri 2000 yıl kadar yaygın bir şekilde kabul edilmiştir. İsa'dan önce Hippocrates, insan karakterlerinden bazılarının bir nesilden diğerine intikal ettiğini belirtmiştir. 1620 yılında William Harvey, yaptığı denemelerle, Aristo'nun kalıtım konusunda yaptığı açıklamaların yanlış olduğunu kanıtlamıştır. 18'inci yüzyılda mikroskop bulununca üreme hücrelerinin erkekte sperma, dişide yumurta olduğu saptanmış ve bu iki hücrenin birleşmesinden yeni bir

yaşamın ve yeni bir kalıtsal birimin ortaya çıktığı açıklanmıştır. Alman botanikçi J. G. Kölreuter (1733-1806), bilimsel anlamda ilk döllenmeyi tütün bitkisinde gerçekleştirmiş ve elde ettiği döllere, ana ve baba arasında karşılaştırmalar yapmıştır. 1822 de Goss, melez bir bireyin dölllerinde daha çok büyükbaba veya büyükanneye benzeyen karakterlerin bulunabileceğini açıklamıştır. 1862'de Naudin, her melezin taşıdığı farklı karakterlerin etkisiyle, dölllerinde değişimlerin meydana gelebileceğini ifade ederek, genetik biliminin gelişmesi yolunda önemli bir adım atmıştır. Daha sonra Avusturyalı bir papaz olan Gregor Johann Mendel (1822-1884), kendi çaprazlamalarına ve istatistik hesaplarına dayanarak; karakterlerin melezlere geçişi, nesillerde devam edişi ve bireylerdeki dağılım oranlarını açıklama başarısına ulaşmıştır (Vardar 1961, Demirsoy 1991). Orman genetiği içinde yer alan prensiplerin çoğu, Mendel'in ve popülasyon genetiğinin temel kurallarından kaynaklanmaktadır. Ancak, orman ağacı türleri ile ilgili genetik çalışmalar oldukça yenidir. Özellikle 1950'li yıllardan itibaren orman ağaçlarının ıslahı ve orman genetiği uygulamalarında dikkate değer gelişmeler kaydedilmektedir. Orman ağaçlarının yetiştirilmesinde, ırk ve orijin konusunun önemi 19. yüzyılda fark edilmiş olmasına rağmen, özellikle Avrupa ülkelerinde bu konudaki araştırma çalışmalarına 20'nci yüzyılın başlarında geçilmiştir. Dünya'da ilk ağaç ıslahı enstitüsü (California Forest and Range Experiment Station) 1925 yılında Kaliforniya'da kurulmuştur. Danimarka'da Syrach Larsen 1924 yıllarında tür çaprazlama denemelerine başlamış, 1936 yılında Kopenhag yakınlarındaki Hørsholm Arboretumu araştırma çalışmaları için yeniden organize edilmiştir. İsveç'te Ekobo Araştırma Enstitüsü ve Stockholm Ormancılık Enstitüsü Genetik Bölümünde, 1936 yılından itibaren melezleme, seleksiyon ve döl denemelerine yönelik araştırma çalışmalarına başlanmıştır. Finlandiya'da Orman Araştırma Enstitüsü Genetik Bölümü ve Almanya'da Hamburg yakınlarındaki Orman Ağaçları Islah Enstitüsü tarafından çeşitli türlerde orijin denemeleri yapılmıştır. Almanya'da Göttingen, Münih ve Freiburg üniversitelerinde de genetik ıslah çalışmaları yürütülmektedir. İngiltere'de özellikle ABD'nin batısından getirilen egzotik türlerle ilgili ıslah çalışmaları üzerinde durulmuş, Forestry Commission'a bağlı Alice Holt ve Roslin Araştırma İstasyonları tarafından kitle seleksiyonu ve bireysel seleksiyon çalışmaları ile tür ve orijin denemeleri yürütülmüştür. İtalya'da Floransa, Roma ve Torino'da bulunan Ormancılık Araştırma Enstitü'lerinde genetik ıslah çalışmaları yürütülmüş, Casale Monferrato'da bulunan Kavakçılık

Araştırma Enstitüsünde ise seleksiyon ve melezleme konusunda büyük aşamalar yapılarak kavak kültüründe ekonomik değeri yüksek olan *Populus x euramericana* melezleri ortaya çıkarılmıştır. Fransa, Hollanda, Belçika ve Türkiye gibi ülkelerde de orman ağaçları ıslahına yönelik çalışmalar 2'nci Dünya savaşından sonra hızlanmış, özellikle hızlı gelişen türler ve başta Amerikan karakavağı (*Populus deltoides* Bartr.) olmak üzere çeşitli kavak seksiyonu ve türleri üzerindeki genetik ıslah ve seleksiyon çalışmaları önem kazanmıştır (Avanzo 1976, Viart 1976, Mohrdiek ve ark., 1979, Tunçtaner 1986, 1988, Vries 1989,).

Ülkemizde orman ağaçlarının ıslahına yönelik ilk çalışmalar, 1940'lı yılların sonlarında, İ.Ü. Orman Fakültesi tarafından başlatılmıştır. Prof. Dr. Fehim Fırat başkanlığında, 1948 yılından itibaren okalıptus, 1951 yılından itibaren sahilçamı ve duglas, 1958 yılından itibaren de melez türleri ile ülkemizin değişik yörelerinde deneme alanları kurulmuş ve bu denemelerin ilk sonuçları 1981 yılında yayımlanmıştır (Akalp 1982). Hızlı gelişen türlerin ülkemize ithali ve ıslahına yönelik araştırma ve uygulama çalışmalarına en büyük destek, İ.Ü. Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı öğretim üyeleri, Prof. Dr. Fikret Saatçioğlu ve Prof. Dr. Suad Ürgenç tarafından verilmiştir. Hızlı gelişen bazı iğne yapraklı egzotik türlerin Türkiye'ye ithaline yönelik teorik ve pratik esasları irdeleyen ilk kapsamlı yayın Prof. Dr. Suad Ürgenç tarafından yapılmıştır (Ürgenç 1972). Ülkemizde tohum ve ağaç ıslahına yönelik çalışmalar 1959 yılından itibaren Ormancılık Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülmeye çalışılmış, daha sonra bu görev, 1964 yılında kurulan Orman Tohumları Laboratuvarı Müdürlüğü'ne, 1969 yılında da yeni bir düzenleme sonucunda kurulan Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü'ne devredilmiştir. Bu kurum, tohum toplama ve kullanma yerlerinin belirlenmesi, kitle seleksiyonu ile tohum meşcerelerinin seçimi, plus ağaç seçimi ve tohum bahçelerinin tesisi gibi ıslah çalışmalarını yürütmüştür. 1992 yılında, görevleri arasına araştırma çalışmaları da eklenerek Orman Ağaçları Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü adını alan kurum, Milli Ağaç Islahı Programı kapsamında, ağaçlandırmalarda en çok kullanılan türlerimiz (kızılçam, karaçam, sarıçam, sedir ve kayın) ile ilgili ıslah çalışmalarını ülke genelinde yürütmektedir. 1962 yılında İzmit'te Birleşmiş Milletler FAO teşkilatının desteği ile Kavakçılık Araştırma Enstitüsü kurulmuştur. Bu enstitü, yerli ve yabancı kavak türlerinde, genetik ıslahı ve seleksiyon çalışmalarını ülke genelinde yürütmüş, farklı yetiştirme ortamlarında kurulacak plantasyonlar için yüksek verimlilikteki kavak

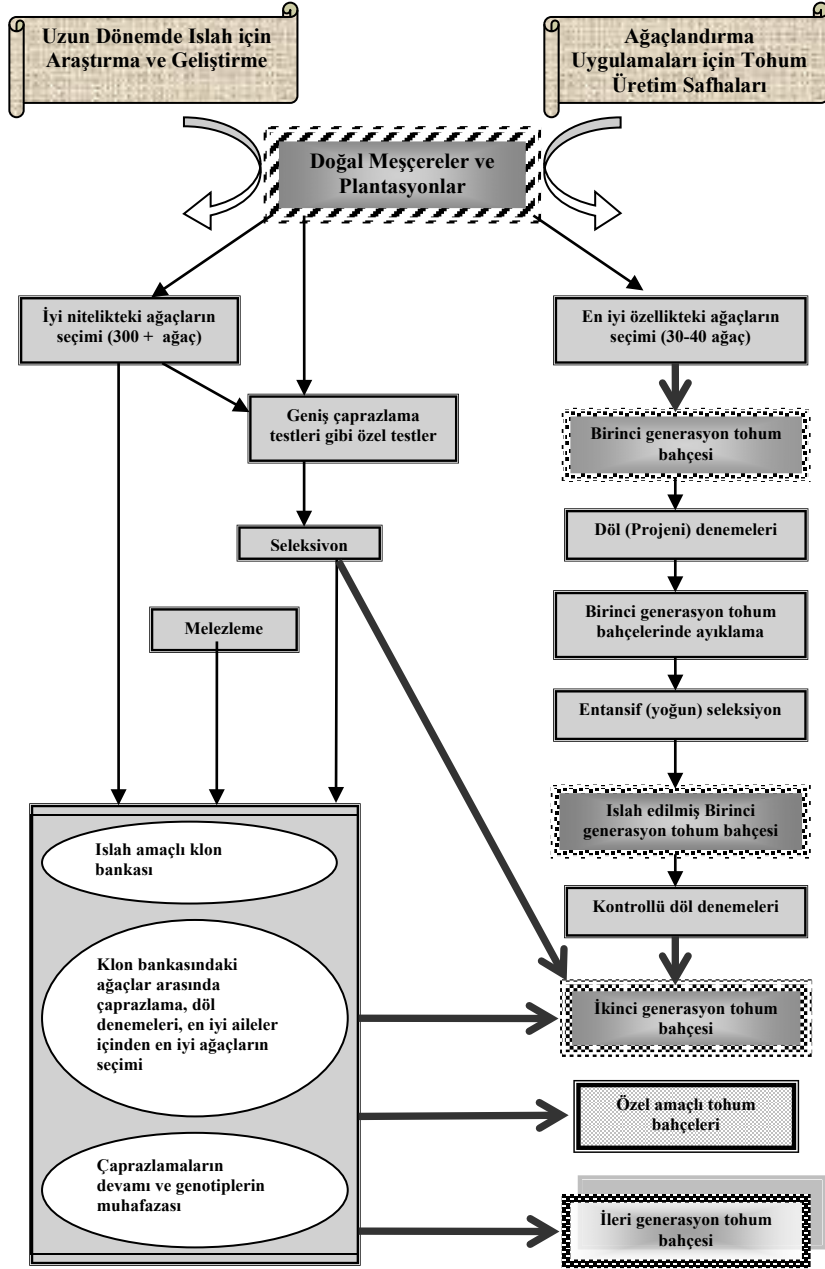
klonlarının seçimini yapmıştır (Tunçtaner ve ark., 1994, 2002, 2004). Bu Enstitüye 1968 yılında hızlı gelişen yabancı türlerin ithali ve ıslahı ile ilgili çalışmalar da verilerek adı “Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü” olarak değiştirilmiştir. Bu tarihten itibaren, çok sayıda tür ve orijin ile ülke genelinde deneme alanları kurulmuş (Tunçtaner 1998a) ve bu denemelerden elde edilen araştırma sonuçlarının bazıları yayımlanmıştır (Şimşek ve ark., 1974, 1978, 1985; Tunçtaner ve ark., 1985a, 1988; Tulukçu ve ark., 1991, Toplu ve ark., 1987). Ayrıca, bölgesel Ormancılık Araştırma Müdürlükleri tarafından yürütülen ıslah çalışmalarına yönelik bazı araştırma sonuçları da yayımlanmıştır (Eyüboğlu ve Atasoy 1986; Atasoy 1998, Avcioğlu ve Acar 1984, Avcioğlu ve Gürses 1988, Işık 1998, Gülbaba 1998, Şıklar 1998, Velioğlu ve ark., 1999). Ayrıca, Boydak ve ark. (1995) tarafından İ.Ü. Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalında, ABD orijinli iğne yapraklı hızlı gelişen türlerden hangilerinin ülkemizde denenebileceği konusunda bir çalışma yapılmıştır. Günümüzde, orman fakültelerinin orman mühendisliği bölümlerinde ve Çevre ve Orman Bakanlığı'na bağlı araştırma müdürlüklerinde, orman ağaçlarının ıslahına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir.

Orman işletmelerinde gerçekleştirilmekte olan silvikültürel işlemlerin ormanların genetik yapıları üzerinde önemli etkilerinin olduğu bilinmektedir. Tekniğine uygun ve dikkatli olarak yapılan silvikültürel uygulamalar, ormanların genetik yapılarının korunmasını sağladıkları gibi genetik kalitelerinin iyileşmesine de yardımcı olurlar. Bu bakımdan, orman işletmecilerinin orman genetiği konusunda bir uzman olmaları beklenmemelerine rağmen, ağaç ıslahı amaçları ve metodları konusunda genel bir bilgiye sahip olmaları ve gerektiği zaman, ıslahçıların öneri ve yardımlarına başvurmaları arzu edilir. Orman işletmecileri, gençleştirmeden hasıllata kadar ormandaki tüm silvikültürel uygulamalarla ilgilidirler. Ağaç ıslahı bu uygulamalar içinde önemli bir paya sahiptir ve uygulamacılar her zaman ağaç ıslahı tekniklerini kullanma ihtiyacını duyarlar. Ancak, bunların uygulanması, türlere ve ekonomik koşullara göre büyük farklılıklar gösterir. Bunun içindir ki her ülke, kendi orman kaynaklarına ve ekonomik koşullarına göre genetik ıslah programlarını planlamak durumundadır. Zobel ve Talbert (2003) tarafından verilen, ağaçlandırmalar için kaliteli tohum üretimine yönelik bir ıslah programı, kısa ve uzun dönemlerde gerçekleştirilen araştırma ve geliştirme çalışmalarını kapsamaktadır (Şekil 1). Ülkemizde de, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü tarafından

yürütölmekte olan Ulusal Islah Stratejisine esas teşkil eden ıslah programları, ana ağaç türlerimiz için ayrı ayrı planlanmıştır (Koski ve Antola 1993). Geniş ağaçlandırma programlarının yürütölmekte olduğu ve plantasyon ormancılığının ekonomik öneminin yüksek olduğu ölkelerde, ulusal ıslah programları büyük bir titizlikle uygulanmaktadır. Böyle ölkelerde ormancılık, plantasyon ormancılığı ile özdeşleşmiştir.

Ölkemizde devlet ormanlarından sağladığımız odun hammaddeyi üretimi, odun işleyen endüstrilerin taleplerini karşılamada yetersiz kalmaktadır. Ortaya çıkan bu açık, kaçak kesimlerden ve ithalattan karşılanmaktadır. Bu nedenle, ölkemizdeki odun üretimini artırma yönündeki en etkin çözüm, mevcut ormanlarımızı ıslah ederek verimliliklerini yükseltmek ve genetik yönden ıslah edilmiş fidan kullanmak suretiyle yeni ağaçlandırma alanları tesis etmektir. Plantasyon ormancılığından sağlanan odun üretiminin artması, doğal ormanlar üzerindeki baskıyı azaltmakta ve böylece doğal ormanların aşırı kesimlerle tahribini engellemektedir. Devlet Planlama Teşkilatı tarafından hazırlanan 5 yıllık (2001-2005) kalkınma planında, Türkiye'deki toplam ağaçlandırma alanının 1739000 hektar olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, yeni plantasyonların tesisine uygun 2 milyon hektar alanın mevcut olduğu da bildirilmektedir (Anon. 2001). Ölkemizde yerli ve yabancı hızlı gelişen türlerle tesis edilecek yüksek verimlilikteki ağaçlandırmalar, odun üretimine önemli katkılar sağlayabilir. Ancak, bu hedefe ulaşmak için, belirli türleri kapsayan genetik ıslah programlarının ölkede uygulanması gerekmektedir. Bu programlar ile türlerin genetik varyasyonları ve temel ıslah populasyonları belirlenmekte ve orijin seçiminden, genetik yönden ıslah edilmiş tohumların klonal tohum bahçelerinden toplanmasına kadar değışen aşamalarda önemli genetik kazançlar sağlanabilmektedir. Elde edilen bu genetik kazanç, odun hammaddeyi üretiminde kantite ve kalite olarak bir iyileşme (ıslah) ile sonuçlanarak ekonomik kazançta dönüşmektedir.

Genetik ıslahın daha ileri aşamalarında genetikçiler, melezleme ıslahı ve mutasyon ıslahı yöntemleri ile moleküler genetik uygulamaları sonucunda birçok özelliğı (yüksek hasılat, iyi kalite, biyotik ve abiyotik zararlılara dayanıklılık gibi) kombine etmeye yönelik çalışmaları planlamakta ve yürütmektedirler.



Şekil 1. Ağaç ıslahı programının safhaları (Zobel ve Talbert 2003).



## 1. TEMEL GENETİK KAVRAMLAR (VARYASYON VE KALITIM)

Orman ağaçları ve türleri arasındaki genetik ilişkilerin belirlenmesi, orman genetiğinin konusunu oluşturur. Örneğin, bir cinsin türleri arasındaki çaprazlanabilme olanaklarının saptanması orman genetiği ile ilgili bir uygulamadır. Wright'a göre orman genetiği, orman ağaçlarındaki kalıtım varyasyonları üzerindeki çalışmaları içerir (Wright 1976). Genetiğin genel tanımı ise; **Canlıların benzerlik ve farklılıklarını inceleyen ve bunlarla ilgili kalıtım yasalarını belirleyen bir bilim dalıdır**, şeklinde yapılabilir. Canlıların kalıtsal özelliklerini döllerine intikal ettirmelerine **kalıtım**, aynı ebeveynlere ait döller arasında meydana gelen farklılıklara da **varyasyon** (değişim) denir.

Ağaç ıslahı, ekonominin isteklerine en uygun kalitede orman ürünlerinin, mümkün olan en kısa zamanda ve en ucuz şekilde üretilebilmesi için silvikültürel uygulamalarla genetik prensiplerin kombine edilmesi demektir. Genetik özellikleri iyi olan fidanlar kullanılmadıkça, bir ağaçlandırma alanında istenildiği kadar entansif bakım işlemleri (toprak işleme, sulama, gübreleme v.b) uygulansın, yüksek düzeyde bir hasılat sağlanamaz. Bunun tersi de geçerlidir, yani silvikültürel uygulamalar gerektiği gibi yapılmazsa, yüksek genetik kalitede materyal bile kullanılsa istenilen üretim miktarına ulaşamaz. Ağaç ıslahı, orman genetiğinin uygulamaya aktarılmasıdır. Daha açık bir ifadeyle, ağaç ıslahını şöyle tanımlanabilir: **Ağaç ıslahı, ağaçların genetik yapılarındaki (genotip) ve doğal yayılışlarındaki farklılıklar (varyasyon)'dan yararlanılarak, kalıtım yoluyla, istenilen özelliklerde bireyler elde edilmesi ve bunların uygun yetiştirme ve bakım teknikleri kullanmak suretiyle uygulamada değerlendirilmesidir.** Ağaç ıslahında amaç, kalite (renk, biçim, dayanıklılık) ve kantite (boy, çap, hacim) yönlerinden ekonominin isteklerine uygun bireyler yetiştirilmesidir.

Tüm ağaç ıslahı programları aşağıdaki hususları kapsar (Zobel ve Talbert 2003) :

1. Belirli bir alanda kullanılmak üzere, türün veya tür içindeki coğrafik kaynağın belirlenmesi
2. Tür içindeki varyasyonun miktarı, çeşidi ve nedenlerinin belirlenmesi
3. İstenilen kalitede ıslah edilmiş bireylerin elde edilmesi için uygun özelliklerin belirlenmesi
4. Ağaçlandırma amaçları için ıslah edilmiş bireylerin kitle üretimi
5. Gelecek generasyonlar için temel genetik populasyonların geliştirilmesi ve korunması.

Ağaç ıslahı programlarında mutlaka bir uygulama (üretim), birde gelişim (araştırma) safhası bulunmaktadır. Bu iki safha birbiriyle yakından ilgilidir (Şekil 1). Islah amacına yönelik klon bankaları uzun dönemli başarıyı belirleyecek, tohum bahçelerinden sağlanacak kazanç ise kısa dönemdeki başarıyı etkileyecektir.

Orman ağacı türlerinde ticari yönden önemli olan birçok karakteristik, genler ve çevre tarafından kontrol edilir. Bu nedenle, fenotipin oluşmasında etkili olan bu komponentler üzerinde genetik ıslah çalışmaları ile değişiklikler yapmak suretiyle, arzu edilen özelliklere sahip bireylerin elde edilmesi mümkün olmaktadır. Orman ağaçlarının ıslahında da, genetik kuralların uygulamaya aktarılması ile, kalite ve kantite yönünden üstün nitelikli populasyonlar veya bireyler elde edilebilir. Bunun için, özel bir yetiştirme ortamında birçok tür, tip, orijin veya klon adaptasyon denemelerine tabi tutulur. Daha ileri aşamalarda genetik ıslah programlarında (döl denemeleri, yapay melezlemeler, mutasyon ıslah v.b) ise, istenilen özelliklere sahip yeni varyeteler elde edilebilir. Temel genetik prensipler tüm canlılar için aynıdır. Ancak, farklı gruplarda (insan, hayvan, bitki) uygulanan denemelerin kalıtım şekilleri ve metotları büyük farklılıklar gösterirler. Orman ağaçları ıslahında önemli güçlükler neden olan bu farklılıklar, Wright (1976) tarafından aşağıdaki şekilde belirtilmektedir :

**a) Orman genetiği indirekt belirtilerden yararlanır:**

Karakterler çevrenin ve genlerin kontrolü altındadır. Genler, bazen elektron mikroskobu ile bile teşhis edilemezler. Bu nedenle bir karakterin teşhisi, ancak o bireyin yetiştirilen dölleri üzerinde incelemeler yapmak suretiyle belirlenebilir. Bu amaçla, farklı tür ve

orijinlere ait döl denemeleri, benzer yetiştirme ortamı koşullarında replikasyonlu araştırmalar olarak yürütülürler. Örneğin, belirli bir projeni, diğerlerine göre daha hızlı gelişirse, büyüme hızının genetik kontrol altında olduğu anlaşılır. Veya, belirli bir orijinin iğne yaprakları, diğer orijinlerin iğne yapraklarına göre daha uzunsa, ibre uzunluğunun genetik kontrol altında olduğu sonucuna ulaşılmış olur.

**b) Orman genetiğinde devamlı araştırmalara ihtiyaç vardır:**

Orman genetiğinde bazı genel kurallar vardır; “yüksek boylu ağaçların dölleri daha iyi büyür” veya “güney enlemlerden gelen orijinler kuzeyden gelenlere göre daha hızlı büyürler” gibi. Bu tip genellemeler, üzerinde uzun süreli araştırmalar yapılmış bir tür için geçerli olabilir, ancak her tür için aynı sonuca varılamaz. Diğer taraftan, genel kurallar tam anlamıyla kesin değildir. Her zaman bir miktar beklenmeyen varyasyonla karşılaşmak mümkündür. Bu nedenle, türler için uygulanan teorik ve pratik ağaç ıslahı programları sürekli araştırmalarla desteklenmelidir.

**c) Zaman faktörü (çalışmalar uzun zaman alır):**

Ağaçlar uzun ömürlü organizmalardır. Tohum üretmeleri için birçok yılın geçmesi gerekir. Oysaki, mısır bitkisi üzerinde çalışan bir ıslahçı 4 yılda 8 generasyon üretebilir. Bu bakımdan, orman genetik çalışmaları, birbirini takip eden birkaç projeye bölünebilir ve aşılama gibi tohum üretimini çabuklaştırıcı metotlar uygulanabilir. Normal olarak 40 yılın üzerindeki rotasyonlarda yetiştirilen ağaç türlerine uygulanan kısa süreli denemelerden, güvenilir sonuçlar elde edebilmek için, birçok çalışma yürütülmektedir. Bu denemelerin birçoğundan elde edilen erken sonuçlar, orta derecede bir güven sağlamaktadır.

**d) Tohum üretimi gereklidir:**

Herhangi bir ıslah çalışmasının en gerekli kısımlarından biri tohum üretimidir. Çünkü, birçok bitki tohumları için yetiştirilir ve düzenli ve bol tohum üretiminin garanti edilmesi istenir. Bazı ağaçlar tohumları için yetiştirilmemelerine rağmen, ıslahçı çiçeklenme ve meyve verme konusuna, araştırmalarının bir kısmını yöneltmek mecburiyetindedir.

### e) Orman ağaçları hakkında temel genetik bilgiler azdır:

Orman genetik çalışmaları 150-200 yıldır sürdürülmektedir. Araştırma çalışmaları ise son 50 yıl içinde yoğunlaşmıştır. Bu nedenle bazı temel bilgiler sağlanamamıştır. Örneğin, bir çamda 1 generasyon kendileme yapılırsa sonucun ne olacağı bilinmemekte fakat 5 generasyon sonunda ne olacağı bilinmemektedir. Bir çam ağacında kaç kromozom olduğu bilinmemekte fakat hangi genlerin hangi kromozomlar üzerinde olduğu bilinmemektedir.

Orman ağaçları ıslahında ilk aşama, kitle ve bireysel seleksiyon yoluyla tohum kaynaklarının tespiti ve ayrımıdır. Bunu takiben selektif ıslah ve melezleme ıslahı çalışmalarına geçilir. Genetik ıslah yoluyla, değişik aşamalar sonucunda, % 40'a kadar varan bir genetik kazanç elde edilebilir.

## 1.1. VARYASYON ( DEĞİŞİM ) VE KAYNAKLARI

### 1.1.1. Genotip ve Fenotip

Ağaç ıslahındaki tüm kavramlar, genotip ve fenotip terimlerinin bilinmesiyle yakından ilişkilidir. Bir ağaçtaki her karakter genlerin ve çevrenin müşterek etkisi ile oluşur. **Fenotip**, ağacın dış görünümüdür. Ağacın genetik yapısı ile içinde bulunduğu yetişme ortamının karşılıklı etkileşimi sonucunda oluşur ve aşağıdaki formül ile ifade edilir.

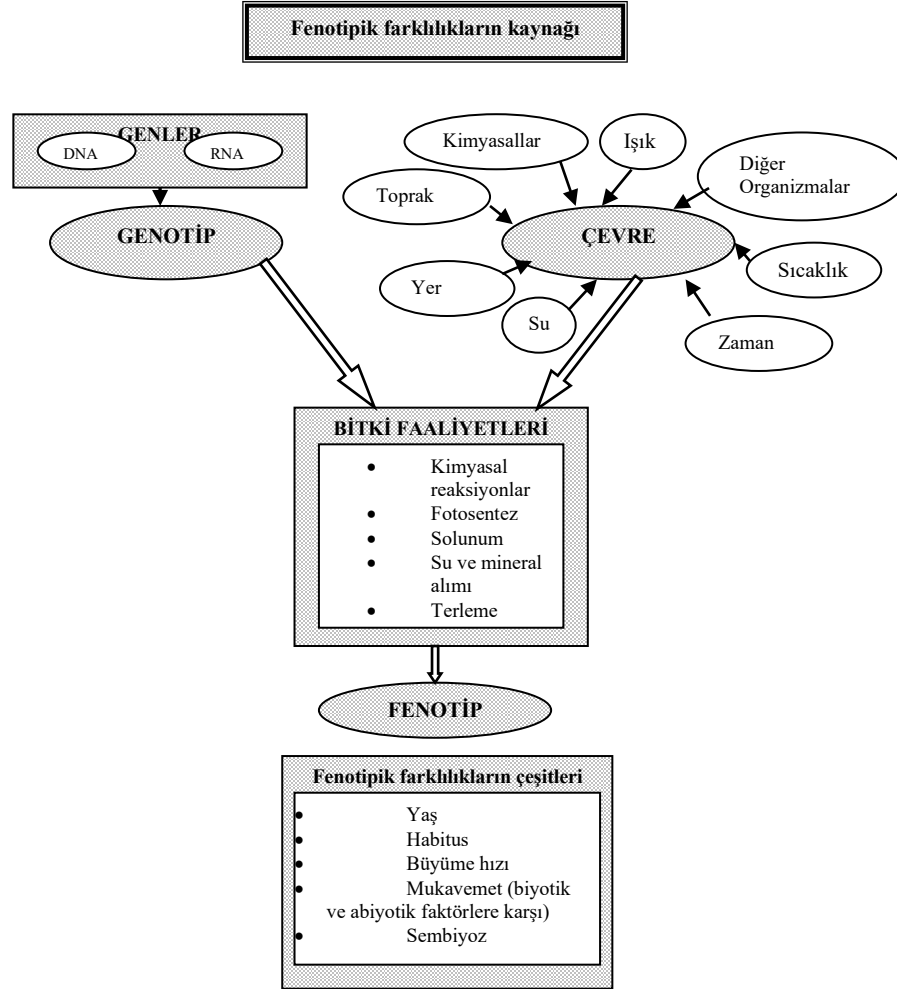
$$P = G + E$$

Fenotip (Phenotype) = Genotip (Genotype) + Çevre (Environment)

**Genotip**, bir canlının genetik yapısını ifade eder ve bu yapıyı genler oluşturur. Orman ağaçlarının genotipleri, belirli testlerin (denemelerin) sonuçlarına dayalı olarak açıklanabilir.

**Çevre**, ağaçların büyümeleri ve üremeleri ile ilgili genetik olmayan tüm faktörleri kapsamaktadır. Toprak, rutubet, iklim, çeşitli zararlıların etkileri, hatta insanların müdahaleleri bile çevre faktörü içinde yer alır. Bir özelliğin, öncelikle çevre tarafından mı yoksa genetik yapıdan mı etkilendiği konusu kesin olarak bilinemez. Bir özellik, örneğin ağacın gövde formu veya boyu, her iki faktörün yani genotip ve çevrenin karşılıklı etkileri (interaksiyonu) sonucunda oluşur. Genotip ve yetişme ortamının müşterek etkisiyle oluşan fenotip, bireylerin benzerliklerini ve farklılıklarını gösterir. Barnes ve

ark.(1998), genlerin fizyolojik fonksiyonları kontrol ettiklerini, ve bundan bitkilerin morfolojilerinin etkilendiğini belirterek, fenotipi oluşturan genotip, çevre ve bitki faaliyetlerinin ilişkilerini açıklamaktadırlar (Şekil 2).



Şekil 2. Bir bitki fenotipinin genotip ve çevre ile ilişkisi.

Bireylere ebeveynlerinden geçen karakterler (genler), fenotipik farklılıkları büyük ölçüde etkiler. Bir bireyin fenotipinin iyi olması, genotipinin de iyi olması ihtimalini artırır. Bu nedenle, ıslah programlarında, fenotipik özelliklerine göre seçilen üstün nitelikli plus ağaçlardan yararlanılmaktadır (Resim 1).



Resim 1. Fenotipik özelliklerine göre seçilen bir sarıçam plus (üstün) ağacı (Foto: Orman Ağaç. ve Toh. Is. Arş. Md.lüğü)

Genotip, çevre koşulları tarafından gizlenebilir. Örneğin, meyilli bir arazinin alt, orta ve üst kısımlarında bulunan ağaçların boy farklılıkları; toprak yapısı, toprak derinliği ve toprak rutubeti ile ilişkilidir. Genotipinde ince dallılık karakteri taşıyan bir ırka veya klona ait olan fidanlar, geniş aralıklarla dikilirlerse büyüdüklerinde kalın dallı, dar aralıklarla dikilirlerse ince dallı ağaçlar meydana getirirler.

Fenotip üzerinde çevrenin önemli bir etkisi vardır. Bir fidan hızlı büyüme özelliğinde birçok gene sahip olabilir, fakat fakir bir yetişme ortamına dikilirse büyümesi son derece yavaş ve sağlıklı olmaz. Hızlı büyüyen yerli ve yabancı tür orijinlerine ait fidanlar iyi yetişme ortamlarında hızlı, kötü yetişme ortamlarında ise yavaş büyürler. Bu nedenle, tür mukayese denemelerinin uygun yetişme ortamlarında kurulmaları gerekir.

Bir türün doğal yayılış alanı içindeki ekolojik koşullar, türün büyümesini önemli derecede etkiler. Örneğin, doğal kızılçam populasyonlarının iyi bonitetlerdeki yıllık ortalama hacim artımı, 40 – 45 yaşında, 11.4 m<sup>3</sup>/ ha iken, fakir yetiştirme ortamlarında aynı yaştaki yıllık ortalama hacim artımı 4.2 m<sup>3</sup>/ha düzeyine düşmektedir. 1 x 2 m dikim aralığı ile tesis edilmiş olan iyi yetiştirme ortamlarındaki kızılçam plantasyonlarında ise, 35 yaşında yıllık ortalama hacim artımı 14.3 m<sup>3</sup>/ha iken, fakir yetiştirme ortamlarında aynı yaştaki bu değer 4.3 m<sup>3</sup>/ha olmaktadır (Erkan 2002). Ülkemizde *Pinus pinaster* (sahilçamı) ve *P. radiata* (radiata çamı) gibi hızlı gelişen yabancı türlerin farklı yetiştirme ortamlarındaki büyüme performansları da, fenotip üzerinde çevrenin etkisini kanıtlamaktadır. Özcan (2003), tarafından sahilçamı için hazırlanan hasılat tablolarına göre; I. Bonitette 24 yaşındaki yıllık ortalama hacim artımı 22.3 m<sup>3</sup>/ha olurken, bu değer II. Bonitette 9.6 m<sup>3</sup>/ha düzeyine inmektedir. Hızlı gelişen yabancı türler ile yerli türlerimizin mukayese edildikleri farklı yetiştirme ortamlarındaki deneme alanlarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. İklim ve toprak gibi yetiştirme ortamı karakterlerinin gelişme üzerinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir (Tunçtaner 1998a).

Çevrenin ağaçların fenotipleri üzerinde, büyüme yönünden etkileri olduğu gibi, ağaç formu, gövde kalitesi, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanıklılık gibi faktörler yönünden de önemli etkileri bulunmaktadır. Örneğin, *P.radiata* genetik yapısındaki hızlı büyüme karakterine rağmen, uygun olmayan yetiştirme ortamlarında (sığ ve verimsiz toprak, düşük yağış ve rutubet, yüksek rakım, sıfırın altında düşük sıcaklıklar v.b) yeterli bir uyum yeteneğine sahip olamadığı gibi mantar, böcek ve don zararları nedeniyle önemli büyüme kayıplarına uğramakta ve bazı yetiştirme ortamlarında hayatiyetini devam ettirememektedir (Ürgeç 1972, Cooling 1977, Toplu ve ark., 1987). Sahilçamı da önemli bir hızlı gelişen tür olmasına rağmen , Marmara ve Karadeniz bölgelerimizde yoğun kar baskısı nedeniyle, kırılma ve devrilme gibi şiddetli derecede zararlara uğramaktadır (Tunçtaner ve ark., 1988). Soğuk koşullara dayanıklılık genleri taşıyan bir birey, eğer düşük sıcaklıkların meydana geldiği yerlere dikilmezse, dayanıklılık özelliği ortaya çıkamaz. Yetiştirme ortamı, mukavemet özelliğini saklayabilir. Ancak, sorunun olduğu yerde mukavemet faktörünün ortaya çıkması mümkün olur.

### 1.1.2. Modifikasyon ve fenotipin değişimi (elastikiyet)

Homojen koşullarda yan yana büyüyen kavak klonları arasındaki kalite ve kantiteye yönelik fenotipik farklılıklar doğrudan doğruya genotipten kaynaklanır. Burada çevrenin etkisi ihmal edilecek kadar azdır (Resim 2).

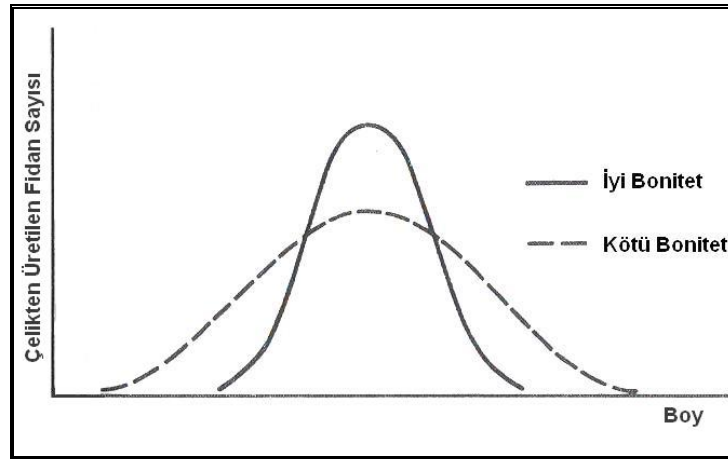


Resim 2. Aynı yetişme ortamında bulunan kavak klonlarında fenotipik farklılıklar (Foto: K. Tunçtaner)

Aynı klonun bireyleri arasındaki farklılıklar ise, genetik yapıları aynı olduğu için, yetişme ortamında (evrede) meydana gelen; toprak özellikleri, sulama, sürüm v.b faktörlerin etkisinden kaynaklanır. Hızlı büyüme özelliğine sahip bir kavak klonuna ait bireyler, vejetatif yoldan (elikle) retildiklerinden aynı genetik yapıyı muhafaza ederler ve homojen bir yetişme ortamında birbirlerine benzer büyüme özellikleri gösterirler. Ancak, genotipleri aynı olan bu bireyler farklı yetişme ortamlarına götürüldükleri zaman, iyi koşullara sahip ortamlarda hızlı büyüme, kötü koşullara sahip ortamlarda ise yavaş büyüme yaparlar. Bu durum, genetik yapıları aynı olan bireyler üzerinde evre koşullarının önemli etkiler yaptığını göstermektedir. Bu etkiler sonucunda oluşan değişiklikler modifikasyon olarak isimlendirilir. Diğer bir ifadeyle; **Aynı genotipe sahip bireylerde, dış**



**etkenlerden kaynaklanan ve döllere geçmeyen (kalıtsal olmayan) değişikliklere Modifikasyon denir.** Çeşitli kavak klonlarının farklı yetiştirme ortamlarındaki uyum yeteneklerinin ve büyüme performanslarının incelendiği araştırma çalışmalarında bu konuda önemli bilgiler üretilmiştir (Tunçtaner ve ark., 1994, 1998b, 2004). Bütün biyolojik yapılar, dış koşulların etkisiyle belirli sınırlar içinde kalmak şartıyla farklılaşmalar gösterirler (Demirsoy 1991). Bunun en belirgin örneği, kraliçe arı ile işçi arılar arasında görülmektedir. Her iki sınıfa ait bireyler benzer yumurtalardan (döllenen yumurtalardan) meydana geldiği halde, larva iken farklı şekilde beslendiklerinden, gerek vücut şekli gerekse davranışları bakımından tamamen farklı olurlar. Burada modifikasyona etki eden tek faktör besindir. Kalıtsal özellikleri aynı olan birçok bireyi, örneğin seçilen bir plus ağaçtan alınan çeliklerden yetiştirilen fidanları aynı yetiştirme ortamında büyütsek dahi yine boy gelişmesi yönünden farklılıklar gösterirler. Bu bireyleri boylarına göre sıralayacak olursak iki uç değer arasında çan şeklinde binominal bir eğri oluşur. Bu eğriye **Modifikasyon Eğrisi** denir (Şekil 3). Çevre koşullarının bireyler üzerine aynı derecede etki etmesi mümkün olmadığından, bireylerin tamamen birbirlerine benzeme olasılığı yok denecek kadar azdır. Böyle bir toplulukta bireylerin çoğu orta değere yakındır. Minimum ve maximum değerler gösteren bireyler toplulukta en az sayıda olanlardır.



Şekil 3. Genotipleri aynı olan bireylere ait modifikasyon eğrisi

Bazı bitkilerin modifikasyonları arasında bir geçiş formu, yani ara şekil bulunmaz. Buna “Alternatif Modifikasyon” denmektedir. Örneğin, Çuha çiçeğinin (*Primula sinensis*) rengi sıcaklığa bağlı

olarak değişir. Çiçeklerin rengi, 30<sup>0</sup>C'nin altında kırmızı olurken, tomurcuk açmadan serada 30-35<sup>0</sup>C de 5-8 gün tutulursa beyaz olur. Bitkilerin üreme yetenekleri, büyüme hızları ve büyüklükleri buldukları çevrenin ekolojik koşullarına göre farklılık gösterir. Bir klona ait bireylerin farklı yetiştirme ortamlarında farklı büyüme özellikleri göstermesi, çevrenin etkisini kanıtlamaktadır. Örneğin, yüksek rakımlarda ve fakir topraklarda küçük yapraklı, kısa boylu bitkiler meydana gelirken, alçak yükseltilerde ve zengin topraklarda büyük yapraklı ve büyük boylu bitkiler meydana gelir.

Belirli bir genotip, bir yetiştirme ortamında bazı karakteristik özelliklere sahip bir fenotip oluştururken, diğer bir yetiştirme ortamında farklı karakteristik özelliklere sahip başka bir fenotipi oluşturur. Bu değişim, belirli bir genotipe ait karakterin çevre koşulları tarafından modifiye edilmesinden kaynaklandığı için **fenotip değişimi** veya **fenotip elastikiyeti** olarak tanımlanır. Bitkilerde; vejetatif kısımların büyüklükleri, sürgünlerin, yaprakların ve çiçeklerin sayıları ile gövdenin uzaması elastiki karakterler, yaprak büyüklüğü, yaprak kenarlarının dişliliği ve çiçeklere ait özellikler ise elastiki olmayan karakterler olarak belirtilmektedir (Barnes ve ark., 1998). Elastikiyet, ağaçların yetiştirme ortamlarına uyumları yönünden de bir değere sahiptir, çünkü ağaçlar kendi yetiştirme ortamlarında köklenirler ve yıllık ve çok yıllık otsu bitkilere göre çok daha uzun bir yaşam dönemleri vardır. Adaptasyonun önemi ile ilgili elastikiyete örnek olarak, başta *Picea abies* ve *P. glauca* olmak üzere birçok ağaç türünün köklenme karakteristikleri gösterilebilir. Ağaçlar köklerini toprak derinliğine bağlı olarak sığ ve derin ortamlarda geliştirebilirler. Eğer bir türün bireyleri, tesis ve büyüme karakterleri yönünden yüksek elastikiyete sahip olurlarsa, değişik yetiştirme ortamlarında gençleşebilir ve devamlılıklarını sağlayabilirler. Böylece, uzun yıllar ve asırlar boyunca meydana gelen iklim değişikliklerine katlanabilirler. Fenotipteki farklılıklar, belirli bir türün bireylerini kapsayan aşağıdaki üç eşitlik ile açıklanabilir :

<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
$P_1 = G_1 + E_1$	$P_1 = G_1 + E_1$	$P_1 = G_1 + E_1$
$P_2 = G_2 + E_2$	$P_2 = G_1 + E_2$	$P_2 = G_2 + E_1$
$P_3 = G_3 + E_3$	$P_3 = G_1 + E_3$	$P_3 = G_3 + E_1$

A durumunda, genetik yapıları ve çevre koşulları birbirlerinden farklı 3 ayrı fenotip bulunmaktadır. B ve C durumlarında ise, genotipin sabit

tutularak çevrenin değiştirildiği ve çevrenin sabit tutularak genotipin değiştirildiği iki ayrı deneysel durum görülmektedir. B durumunda, fenotiplerdeki değişim genotipler aynı ( $G_1$ ) olduğu için sadece çevre koşullarındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Çevre büyümeyi ve gelişimi değiştirmektedir. Doğada her birey tipik olarak farklı bir genotipe sahip olduğu için (A), bir karakterin elastikiyeti (değişkenlik derecesi) kesin olarak ölçülemez. Çevresel modifikasyonun büyüklüğü sadece sonuca bağlı olarak anlaşılabilir. Örneğin, engebeli bir arazide aynı yaşlı meşcerede bulunan farklı genotiplerdeki bireyler, kurak koşullara sahip bir tepeden rutubetli ve verimli bir vadiye doğru uzanan eğimli bir yamaçta yer alırlarsa, ağaç boylarında tepeden vadiye doğru önemli bir artış görülür. Bu durumda fenotiplerde ağaç boyuna bağlı farklılığın çevre koşullarından kaynaklandığı anlaşılır. Diğer taraftan, temsil edilen genotiplere göre fenotiplerlerdeki elastikiyeti tam olarak ölçebilmek için C durumundaki gibi denemeleri gerçekleştirmek gerekir. C durumunda, tüm bireyler için çevre koşulları aynıdır, fenotipik farklılıklar sadece genotiplerdeki farklılıklardan kaynaklanır ve genetik varyansın miktarı fenotiplerden direkt olarak hesaplanabilir. Uygulamada çevre koşullarının sabit tutulması çok zordur. Bununla beraber, iklim odaları, seralar, nisbeten homojen olan deneme parselleri ve replikasyonlu deneme desenleri kullanmak suretiyle bu hedefe bir ölçüde yaklaşılmaya çalışılmaktadır. “Ortak Bahçe” denilen bu metot seçilen bireyler veya populasyonlar arasındaki genetik farklılıkları belirleyebilmek için yaygın şekilde kullanılmaktadır.

### **1.1.3. Ağaçlarda canlılık belirtileri ve üreme**

#### **1.1.3.1. Canlılık belirtileri**

Dünyanın ilk dönemlerinde, canlılar ve cansızlar arasında kesin olmayan sınırlar daha sonra bazı canlı özelliklerinin ortaya çıkmasıyla belirginleşmiştir. Büyük ve gelişmiş formlarda canlılık özelliklerinin belirgin olmasına rağmen, küçük bazı mikroskopik gruplarda bu özellikleri belirlemek oldukça zordur. Canlılığın başlıca özellikleri aşağıda verilmiştir (Demirsoy 1991).

- **Özel bir kimyasal dizilime sahip olmak**

Cansızlar bir kimyasal bileşime sahiptirler. Canlılarda ise bu bileşim özel bir dizilim gösterir. Tüm canlılar genleri oluşturan

çekirdek asitlerini – genellikle DNA (bazı virüslerde RNA) – içerirler. Bir canlıda mutlaka genler bulunur. Çünkü genler değişik yaşam formlarının sentez ve replikasyonundan (eşlemesinden) sorumludur. Tüm genler aynı birimlerden fakat ayrı dizilimlerden oluşmuştur. Canlıların yapısına giren protein, bu genlerin yapısal değişikliğine uygun olarak her hücrede farklı aminoasit dizilimine sahip olur ve ilave olarak karbonhidrat, yağ ve su içerir. Bu maddelerin özel karışımı ise protoplazmayı meydana getirir.

- **Hücresel dizilim**

Canlıların büyük bir kısmı (kural olarak çok hücreliler) hücre olarak bilinen birimlerden yapılmıştır. Her hücre çok ince bir zarla çevrilmiştir. Bu zar çözünmüş maddelerin ve suyun hücre içersine girip çıkmasına izin verir. Hücre birçok kimyasal değişimin yapılabilmesi için değişik enzimler üretir ve en önemlisi yalnız başına kendinin aynısını üretebilecek yeteneğe sahiptir.

- **Büyüme**

Canlının çevresindeki anorganik maddeleri kendi protoplazma yapısına çevirmesi büyüme olarak bilinir. Çok hücreli canlılarda genellikle bir büyüme evresi vardır. Daha sonraki evre olgunluk evresidir. Büyüme yoktur fakat protoplazmanın yenilenmesi için devamlı besin üretimi vardır. Bir hücrelilerde büyüme çoğalma ile sonuçlanmasına karşın, çok hücrelilerde vücudun gelişmesini ve irileşmesini sağlar. Yaşlılık evresinde, protoplazmanın yenilenmesi gittikçe azalır, hücreler ölür ve sonunda birey yaşamını yitirir. Bu durum, herhangi bir yaşta yeterince besin alınmadığında veya nitelik bakımından doyurucu olmadığında ortaya çıkabilir.

- **Enerji kullanımı**

Canlıların enerjiye gereksinimleri vardır. Bunu karbonhidrat, yağ ve proteinlerden karşılarlar. Oksijenli solunum yaparak enerji üretirler. İlkel canlılar ise oksijensiz solunum yaptıkları için enerjinin çok az kısmından yararlanırlar. Bitkiler enerji kaynağı olarak güneş ışınlarını kullanırlar.

- **Çevreye uyum**

Canlılar kural olarak yaşadıkları ortamın koşullarına uyum sağlarlar.

- **Üreme**

Canlılarda üreme ile kalıtsal materyal döllere aktarılır. Bazı canlılarda gen değişimi olmadan (eşeysiz) üreme görülürken, kural olarak eşeyli üreme çok daha sıktır. Canlılar bu şekilde değişik gen kombinasyonlarına sahip olarak daha başarılı döller meydana getirebilirler.

- **Evrimsel uyum ve varyasyonların kalıtımı**

Canlılar genlere sahiptir ve genlerin tümü mutasyonlarla değişebilir. Çevre koşullarının değişmesi ile türde de mutasyonlar yolu ile değişim olur. Bu kalıtsal uyumlar meydana gelmeseydi, türler yaşamlarını sürdüremezlerdi.

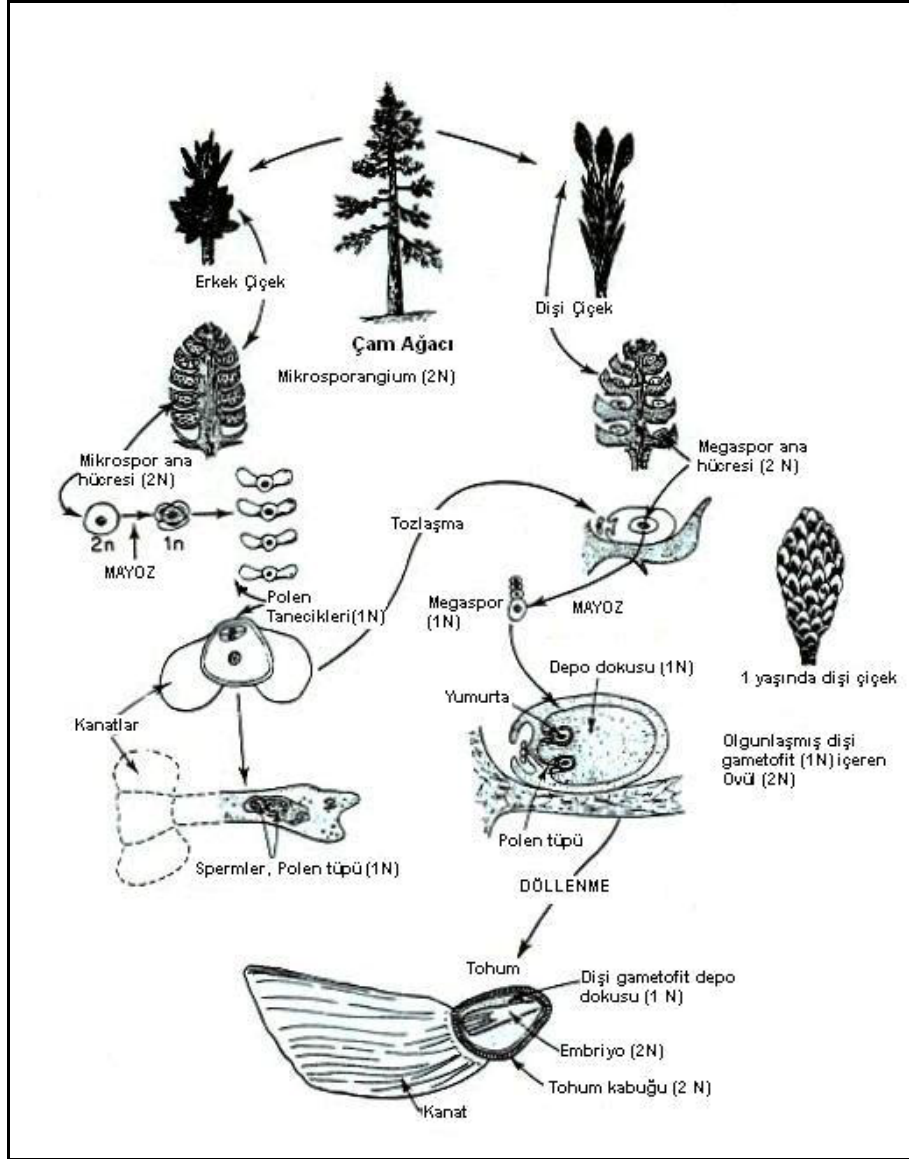
- **Hareket**

Her canlı kendisine en uygun yetişme ortamını arar. Bazı canlılar yaşamları boyunca bir yere bağlı kalmalarına rağmen, vücutlarının değişik kısımlarının çevre koşullarına göre değişimi de hareket olarak kabul edilir. Örneğin; bitkilerde ışığa (fototropizm), yerçekimine (geotropizm), neme (higrotropizm) yönelim bir hareket olarak değerlendirilir.

### 1.1.3.2. Üreme şekilleri

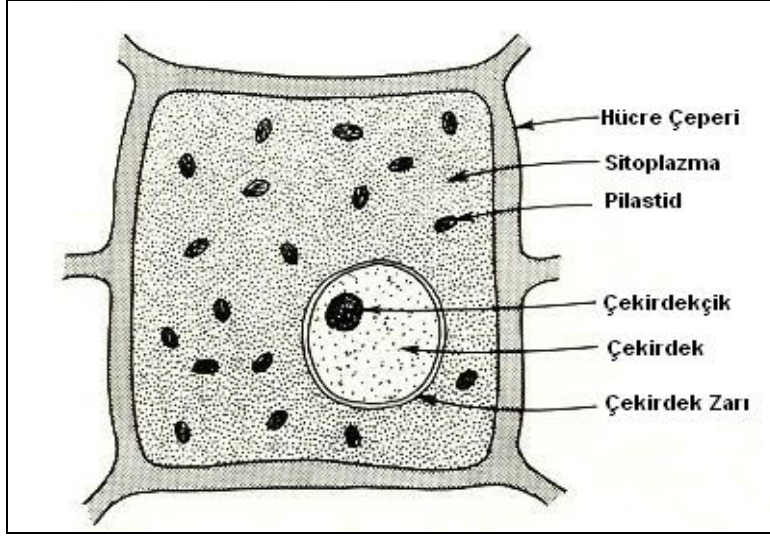
Ağaçlarda; **eşeyli (generatif)** ve **eşeysiz (vejetatif)** olmak üzere iki temel üreme şekli bulunmaktadır. Bir ağacın veya meşcerenin belirli karakteristiklerinin korunması, hücrelerdeki kromozomlarda bulunan özel gen kombinasyonlarının bir generasyondan diğerine nakil edilmesine bağlıdır. Eşeyli üreme, erkek ve dişi üreme hücrelerinin birleşmesi sonucunda yeni ve farklı genotiplerde tohumların oluşmasını sağlar. Eşeysiz üremede ise, bir birey genetik yapısı değişmeden vejetatif yoldan çoğaltılır. Bu iki üreme şeklinin, orman ağaçlarının üretiminde uygulanacak yöntemlerin seçiminde önemi büyüktür. Mitoz yoluyla hücre bölünmeleri her iki üreme şeklinde de söz konusudur. Mayoz hücre bölünmesi ise eşeyli üremenin bir safhasında meydana gelir. Her hücrede her kromozom çeşidinden ikişer tane ( $2n$ ) sayıda kromozom bulunur. Mayoz bölünme esnasında, erkek ve dişi çiçekler içindeki gametleri oluşturacak olan ana hücrelerde kromozom sayıları yarıya ( $n$ ) iner. Erkek ve dişi gametler haploid ( $n$ ) sayıda kromozom taşırlar. Döllenme sonucunda  $2n$  kromozomlu diploid “Zigot” oluşur. Zigot

her karakter yönünden iki adet kromozom taşıyıcı ve mitoz bölünme ile kendine benzer hücreler oluşturarak çoğalır (Hartmann ve Kester, 1983). Bir çam ağacındaki eşeyli üremenin safhaları Şekil 4’de gösterilmiştir.



Şekil 4. Bir çam ağacında eşeyli üreme döngüsü (Hartmann ve Kester 1983)

Ağaçlar, dünyada mevcut milyonlarca farklı yaşam formu içinde yer alan en geniş ve karmaşık organizmalardır. Bazı temel kalıtım kuralları tüm türlerde olduğu gibi orman ağaçlarında da geçerlidir. Ağaçlar, bir kısmı canlı bir kısmı ölü olmak üzere hücrelerden oluşur. Yaşayan tüm bitki hücreleri; bir hücre zarına, sitoplazmaya ve çekirdeğe sahiptir (Şekil 5).

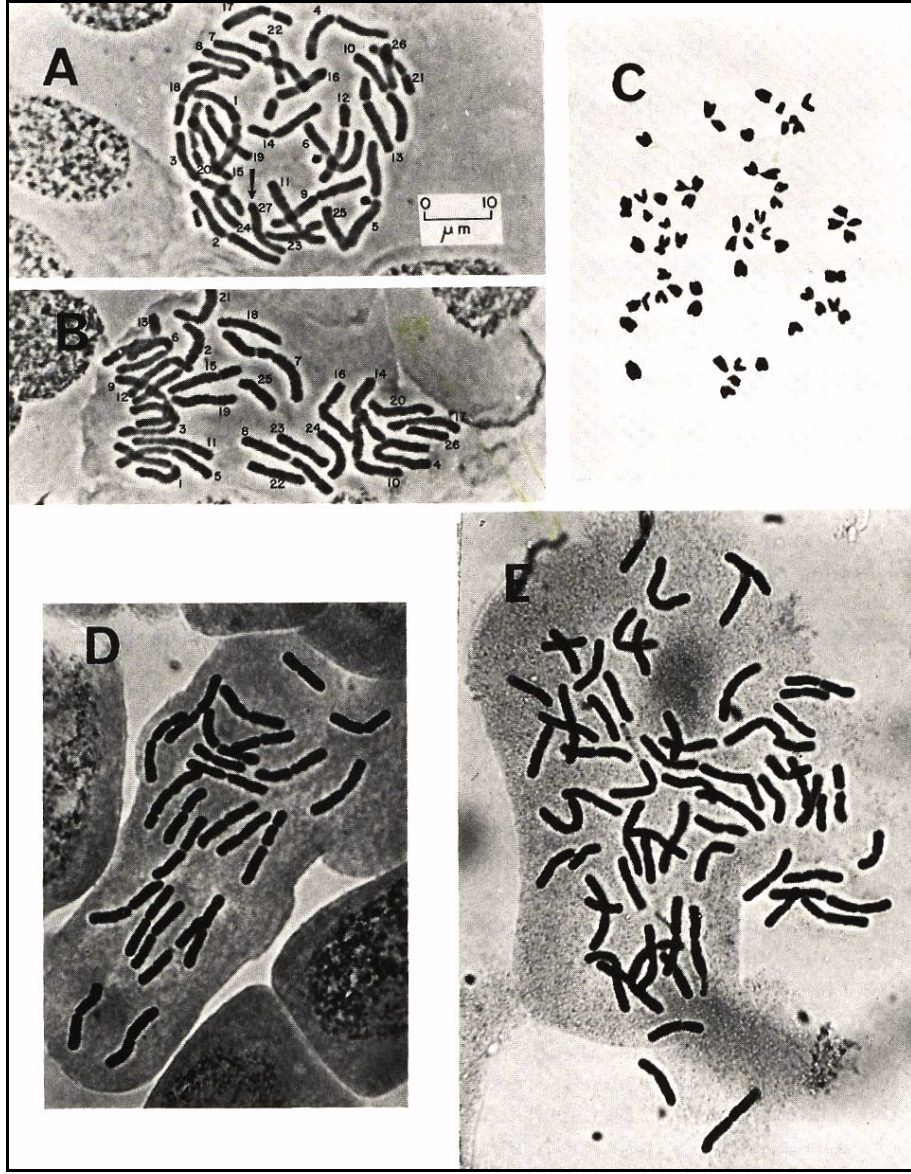


Şekil 5. Bir hücrenin şematik görünümü

#### 1.1.4. Kalıtım faktörleri

##### 1.1.4.1. Kromozomların yapıları ve işlevleri

Hücrede çekirdeğin genetik yönden özel bir önemi vardır. Çünkü, ağaçların büyümeleri için gerekli olan kalıtım şifrelerini içeren kromozomlar çekirdek üzerinde yer alırlar. Kromozomlardaki bu genetik bilgiler bir generasyondan diğerine aktarılırlar. Bir ağacın vejetatif hücrelerinde bulunan kromozomların sayıları genellikle sabittir ve bu bir türün bütün bireyleri için geçerlidir. Hücre bölünmesi sırasında, kromozomların görünümünde önemli değişiklikler olur. Genellikle birbiri içine girmiş iplikler şeklinde görünürler. Hücre bölünmesinden hemen önceki safhada (Metafaz safhası) daha çok kısalıp kalınlaştıkları için kolayca görülebilirler. Bu safhada kromozomların yapılarındaki bazı genel özellikleri saptanabilir ve sayımları yapılabilir (Şekil 6).

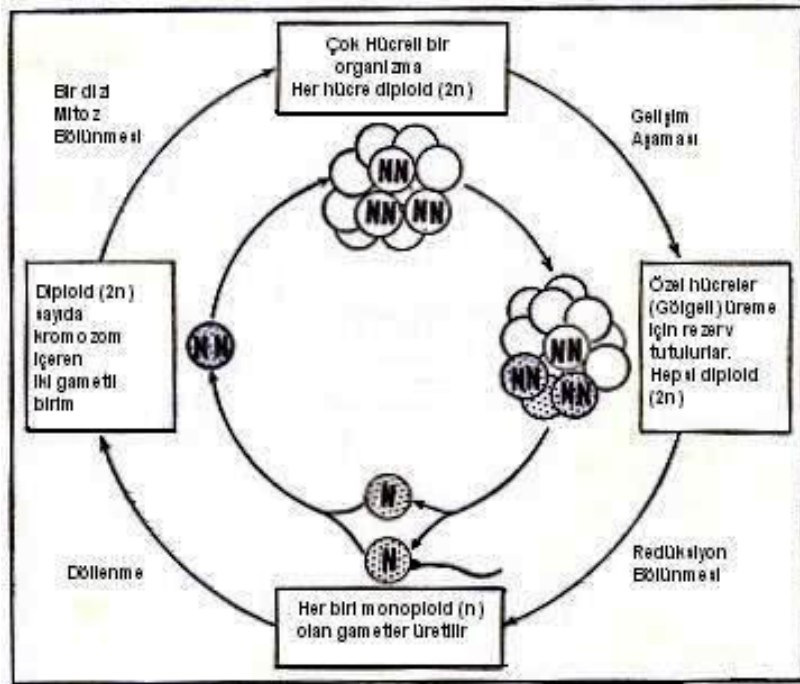


Şeki 6. Bazı orman ağaçlarında Metafaz safhasındaki kromozomların görünümleri (Wright 1976)

- A. Bodur formdaki bir duglaz'da farklı kromozom sayısı ( $2n = 27$ )
- B. Normal formdaki bir duglaz'da kromozom sayısı ( $2n = 26$ )
- C. Amerikan karaağacında kromozom sayısı ( $4n = 56$ , tetraploid)
- D. Normal formda bir çam türünde kromozom sayısı ( $2n = 24$ )
- E. Normal bir sekoyada kromozom sayısı ( $6n = 66$ )



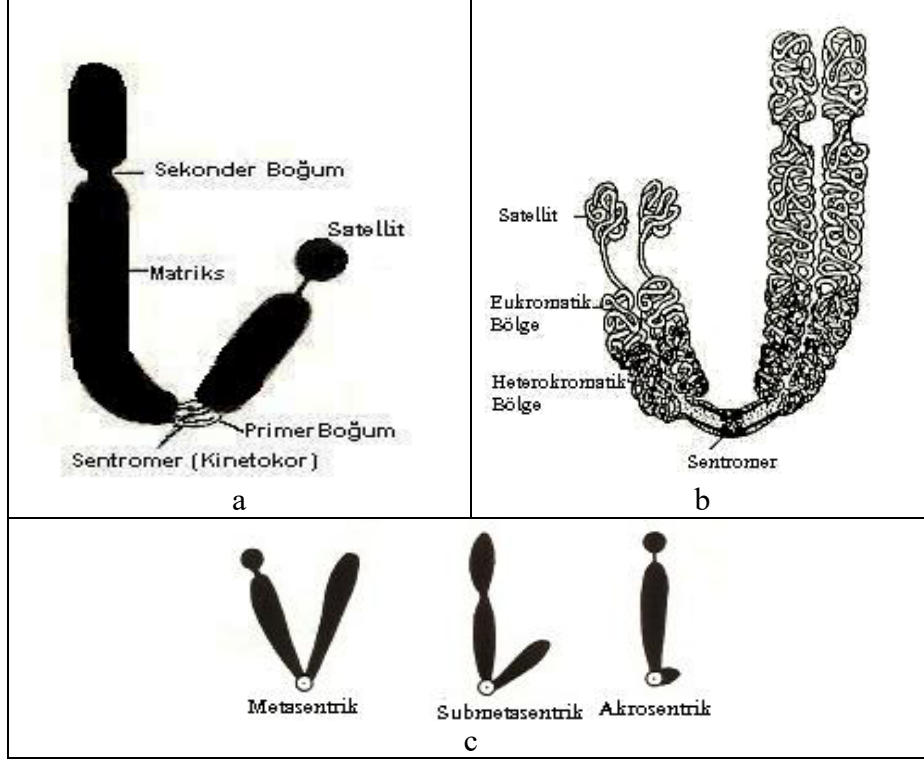
Kromozomların boyutları ağaç türlerine göre değişir. Kavak, söğüt, okaliptus ve birçok angiospermde kromozom boyu birkaç mikron civarındadır. Gimnosperm, kromozomları çok daha büyük oldukları için, daha detaylı çalışmalara konu olurlar. Bitkilerde ve hayvanlarda her tür, kendine özgü sabit sayıda kromozom içerir. Kromozomların sayısı mitoz bölünmedeki düzenli ve kesin olaylarla sabit tutulur. Eşeyli olarak üreme yapan çok hücreli bir organizmada kromozom sayısının nasıl sabit tutulduğunu gösteren bir diyagram Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Eşeyli üreme yapan bir organizmada kromozom sayısının sabit kalması (Goldstein 1961)

Birçok bitki ve hayvanda kromozom sayısı eşittir. Fakat, kromozomlardaki kalıtım faktörleri farklıdır. Kromozomlar ilk defa 1840 yılında botanikçi Hofmeister tarafından *Tradescantia* bitkisinin polen ana hücrelerinde görülmüş ve 1888 yılında Waldeyer tarafından “Kromozom” ismi verilmiştir (Demirsoy 1991). Yaşamın sürekliliği kromozomların devamlılığına dayanır. Her canlıda kromozomların şekli farklı olmasına rağmen, aynı türde aynı kromozomların şekilleri birbirine benzerdir. Kromozomlar genel olarak aralarında açı bulunan iki koldan oluşurlar. Kolların primer bir boğumla birbirinden ayrılmış

oldukları noktaya **Sentromer** denir. İki kolu birbirine eşit olan kromozomlara **Metasentrik**, eşit olmayanlara **Submetasentrik**, bir kollu gibi gözükene ise **Akrosentrik** denir (Şekil 8: a, b, c).



Şekil 8. Kromozomun dış görünüşü (a), iç yapısı (b), ve sentromerin yerine göre kromozom tipleri (c)

Kromozomların sayısı, şekli, büyüklüğü ve her bir kromozom yapısının detayları ve farklılıkları o türün “**Karyotip**” ini oluşturur. Her kromozomda asıl kalıtsal nitelikleri nakleden çok sayıda genler bulunur. Bunlar birbirinden farklıdır ve her biri bir veya daha fazla niteliğin kalıtımını kontrol eder.

#### 1.1.4.2. Bazı orman ağacı türlerinde diploid (2n) kromozom sayıları

<i>Pinus (nigra, silvestris, pinea, pinaster, contorta)</i> .....	24
<i>Picea (orientalis, abies, sitchensis, mariana)</i> .....	24
<i>Abies (nordmanniana, alba, grandis, cephalonica)</i> .....	24
<i>Cedrus (libani, deodora)</i> .....	24
<i>Cryptomeria</i> .....	22
<i>Cupressus</i> .....	22
<i>Juniperus (comminus, sabina, virginiana)</i> .....	22
<i>Larix</i> .....	24
<i>Quercus (robur, petraea, cerris, ilex)</i> .....	24
<i>Fagus silvatica</i> .....	24
<i>Eucalyptus (camaldulensis, globulus, cordata, viminalis)</i> .....	22
<i>Acer (campestris, negundo)</i> .....	26
<i>Acer (platanoides, psudoplatanus)</i> .....	26-39
<i>Alnus (incana, orientalis)</i> .....	28
<i>Populus (leuce, aigeiros, tacamahaca seksiyonları)</i> .....	38
<i>Platanus (orientalis, occidentalis)</i> .....	42
<i>Aesculus hippocastanum</i> .....	40
<i>Robinia pseudoacacia</i> .....	20
<i>Acacia</i> .....	26-52
<i>Betula</i> .....	28
<i>Castanea</i> .....	24

Eşeyli olarak üreyen bitkilerin, örneğin bir ağacın, hücrelerinde her kromozom çeşidinden iki tane bulunmaktadır. Ağaç bunların birini polen yoluyla baba tarafından, diğerini de yumurta hücresinden yani ana tarafından almaktadır. Şekil ve yapı bakımından birbirine benzeyen, biri ana ve diğeri babadan gelen “**homolog kromozomlardan**” mayoz bölünmede bazı parçalar kopabilir ve bu parçalar homolog kromozomlar arasında karşılıklı olarak yer değiştirebilir. Bu olaya **krossingover** (crossing-over) denir.

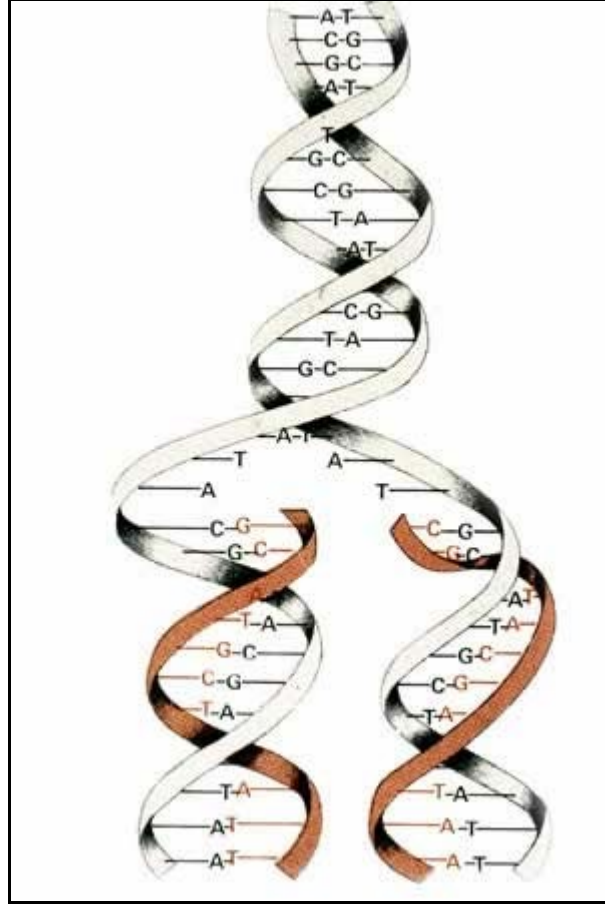
#### 1.1.4.3. Kalıtım materyali (DNA, RNA)

1869 yılında Friedrich Miescher cerahatte ve som balığında fosforca zengin yeni bir organik bileşik olan çekirdek asitlerini buldu. Biyologlar bu yeni maddenin kalıtsal şifrenin temeli olduğunu ancak bu buluştan 80 yıl sonra anlayabildiler. Genlerin yapı taşları

**Nukleotid** olarak adlandırıldı. Bugün bilindiği kadarıyla çekirdek asitleri, DNA ve RNA dan ibarettir. DNA, bütün hücrelerin çekirdeğinde bulunduğu ve kromozomların yapısının büyük bir kısmını oluşturduğu için, kalıtım materyali olarak kabul edilmiştir. Tüm vücut hücrelerinde (somatik hücrelerde) aynı miktarda bulunur, bu da aynı canlının tüm hücrelerinde DNA'nın aynı olduğu varsayımını kanıtlar. Gametlerde DNA miktarı somatik hücrelerdekinin yarısı kadardır.

Kalıtım, DNA vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Ayrıca. RNA içeren bazı virüslerde, RNA'nın kalıtsal madde olarak görev yaptığı bilinmektedir. Genler DNA'dan oluşmuştur ve kromozomların içinde bulunurlar. Her gen, DNA molekülünde belirli bir düzene (kod) göre dizilmiş nükleotitlerden yapılmıştır. DNA molekülü, iki zincirli helix (sarmal yay) şeklinde kıvrılmış bir moleküldür. DNA kendini oluşturan nükleotitlerin sayısına bağlı olarak büyüklüğü değişen uzun iplik şeklinde bir yapı gösterir. Katı olan yapısından dolayı kolayca kırılabilir. Bu bakımdan bir DNA zincirinin tam olarak elde edilmesi son derecede zordur. DNA zinciri şeker ve fosfat moleküllerinden meydana gelir. Bu iki zincirin arasında merdiven basamağı şeklinde organik bazlar (cytosine, C; guanine, G; adenine, A; thymine, T) yer alır. Bir organik baz ve buna bağlı şeker molekülü "nükleotit" olarak isimlendirilir. Tek bir zincirdeki nükleotitler fosfat molekülleri ile birbirlerine sıkıca bağlanmışlardır. Kromozomlardaki genetik bilgilerin bir generasyondan diğerine geçebilmesi için DNA'nın kendini kopyalama yeteneği vardır. Organik bazlar birbirlerine hidrojen bağları ile irtibatlanmıştır. Bazların dizilişinde, her zaman G – C ve A – T karşı karşıya gelir.

Kromozom bölünmesi sırasında, iki DNA zinciri çözülür ve her zincir karşısında kendinin bir kopyası yeni bir çift zincir oluşturur (Şekil 9).



Şekil 9. Kopyalanan iki zincirli bir DNA molekülü

Tüm canlılarda olduğu gibi, ağaçların ana kalıtım materyali de DNA (Deoksiribonukleik asit)'tir. Diğer bir nukleik asit olan RNA (Ribonukleikasit) da bütün canlı hücrelerde bulunur ve DNA'da bulunan kalıtsal bilginin kullanımı sırasında sentez görevi yapan enzimlerin oluşmasını sağlayarak onun görevine yardımcı olur. DNA moleküllerinden oluşan fibriller uzunlamasına bir yapı şeklinde kromozomları meydana getirirler. Bu durumu elektron mikroskobu ile görmek mümkündür. Her nukleik asit molekülü organik baz çeşidi bakımından 4 tip nukleotit'in oluşturduğu uzun bir zincirdir. Bir torbada bulunan renkli boncukların (4 ayrı renk) bir ipliğe dizilmesinde nasıl çok sayıda düzenleme olabiliyorsa, bu 4 tip nukleotit de farklı şekillerde dizilerek kalıtsal bilgilerin şifrelerini, yani genetik şifreyi oluşturur. Böylelikle farklı türler ve bireyler oluşur. Hücrelerde kalıtsal şifreler DNA moleküllerinde bulunur ve

kalıtım bilgilerini bir sonraki generasyona nakleden DNA, bu görevi devam ettirebilmek için her hücre bölünmesinde kendinin bir kopyasını yapar. Bu nedenle dölden döle sadece nukleik asitler geçer. Erkek cinsiyet hücrelerinin yapısının hemen hemen tamamı DNA'dır.

#### 1.1.4.4. Genlerin yapıları ve fonksiyonları

Yapısal olarak bir gen, Bir DNA molekülü boyunca birbirini takip eden bir üçlü sıra olarak tanımlanır. Şimdiye kadar tek bir genin izole edilmesi ve yapısı üzerinde çalışılması mümkün olmamıştır. Ancak, genlerin yapıları hakkındaki birçok bilgi, virüs ve virüslerin konukçu olduğu bakterilerden sağlanmıştır. Bir gen, işlevsel olarak, bir organizmanın belirli bir özelliğinin gelişiminden sorumlu bir kromozom parçası olarak tanımlanır. Bu nedenle, ağaç ıslahı çalışmalarında, genlerin yapısal ayrıntılarından çok işlevleri üzerinde durulmaktadır. Örneğin; genlerin hızlı büyüme, hastalıklara mukavemet, gövde düzgünlüğü gibi özellikler yönünden etkileri incelenmektedir. Bunlar yapılırken, genler bir hücreden diğerine ve bir ağaç generasyonundan diğerine nakledilen en son kalıtım üniteleri olarak kabul edilirler. Bir genin görülmesi ve teşhisi çok zor olduğu için, yapmış olduğu etkinin belirlenmesi ancak dolaylı yoldan mümkün olur. Bunu yapmak için, benzer koşullarda büyüyen ağaçların ve bunlara ait döllerin, genler tarafından kontrol altında olan karakteristikleri incelenir. Örneğin, A ağacının dölleri B ağacının dölleri göre daha hızlı büyürse, A ağacının B ağacında bulunmayan hızlı büyüme genlerini taşıdığı anlaşılır.

Orman ağaçlarında odunsu büyüme eskiden beri bilinmektedir. Ancak, türlerin gelişim evrelerinde, odunsu büyüme birçok kez kazanılmakta ve kaybedilmektedir. Son yıllarda, model bir tür olan *Populus* (kavak)'da gerçekleştirilen moleküler genetik çalışmaları, kambiyum fonksiyonlarını ve odunsu büyümeyi kontrol eden genleri belirlemekte, aynı zamanda bu genlerin sadece odunsu bitkilere mahsus olmadığını da açıklamaktadır (Groover 2005).

Bir bağımsız hücrede, genlerin tam sayıları ve büyüklükleri yeterince bilinmemektedir. Türler gen sayıları bakımından çok büyük farklılıklar gösterirler. *Pinus banksiana* türünün bir hücresinde 13 milyon civarında gen olduğu tahmin edilmektedir (Wright 1976). Kalıtsal özellikleri kontrol altında tutan genler, kromozomlardaki **Lokus** denilen belirli noktalarda yer alırlar. Lokuslar kromozomlar üzerinde lineer (doğrusal) olarak yer alırlar. Bir kromozom üzerinde

yerleşmiş olan tüm genler bir **Bağlantı** (Linkage) **Grubu** oluştururlar. Örneğin, çamlarda 12 çift kromozom olduğuna göre 12 bağlantı grubu var demektir. Bir bireyin sahip olduğu bağlantı gruplarının sayısı haploid kromozom sayısına (n) eşittir.

Homolog kromozomların karşılıklı lokuslarında aynı karakter üzerine farklı istikamette etki yapan genler bulunursa, böyle genlere **allel gen** ler denir. Bu durumda homolog kromozomların birinde bulunan gen “A” ise, diğer homolog kromozomdaki gen “a” dır. Bunlar da “Aa” şeklinde kodlandırılır. F1 generasyonunda kendini belli eden gene (A), **dominant** (baskın), F1 de etkisi gizli kalan gene (a), **resesif** (çekinik) denir. Eğer homolog kromozomların karşılıklı lokuslarında aynı karakter üzerine etki yapan genlerin bu etkileri aynı istikamette ise, bu genlere **identik genler** denir. Bunlar “AA” veya “aa” şeklinde kodlanırlar. İdentik genlere (AA, aa) sahip zigotlardan oluşan bireylere **homozigot**, allel genlere (Aa) sahip zigotlardan oluşan bireylere ise **heterozigot** denir.

Genler kontrol ettikleri karakteristiklere (büyüme hızı, dona mukavemet, yaprak büyüklüğü v.b), ıslah programlarındaki istek derecelerine (istenilen veya istenmeyen özelliklerde ağaçların üretilmesine neden olan “plus” ve “minus” genler), ve “allel” veya “allel olmayan” genler olarak sınıflandırılabilirler. Genler için yapılan diğer bir sınıflandırma şekli ise onların etkilerine göre yapılan aşağıdaki sınıflandırmadır (Wright 1976, Zobel ve Talbert 2003).

#### 1.1.4.4.1. Genlerin eklemeli (additive) etkileri

Eklemeli etkiye sahip genlerin kontrol ettikleri karakter üzerindeki münferit etkileri küçüktür, ancak bu küçük etkilerin kümülatif olarak birbirine eklenmesi sonucunda kuvvetli bir müşterek etki oluşur. Örneğin, ağaçlarda hızlı büyüme karakteri, birçok münferit genin eklemeli etkisinin kontrolü altındadır. Diğer önemli ağaç karakteristiklerinin de küçük eklemeli genlerin kontrolü altında oldukları bilinmektedir.

#### 1.1.4.4.2. Dominant – resesif etkiler

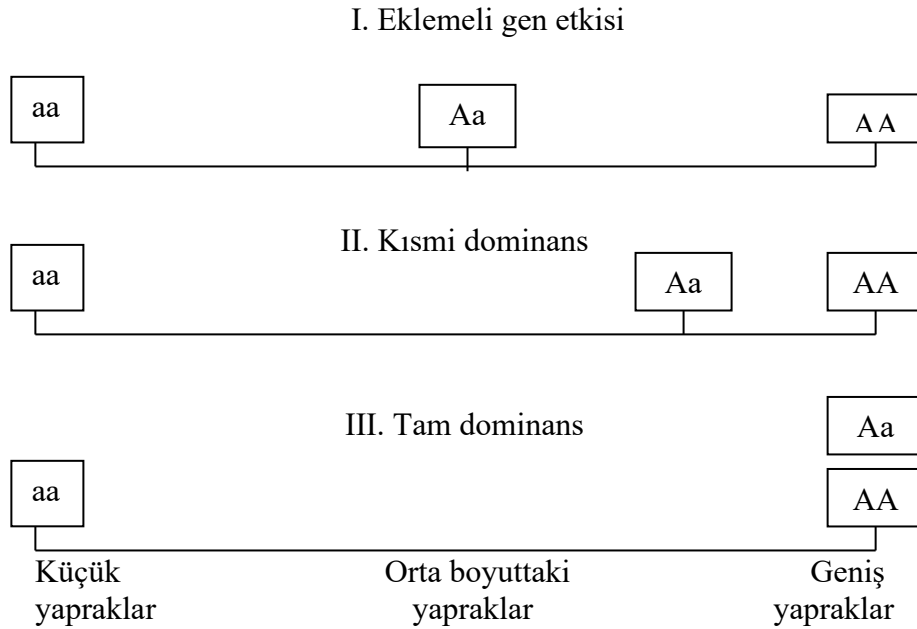
Dominant ve resesif genler birbirlerine alleldirler. Bir dominant gen, homozigot (AA) da olsa heterozigot (Aa) da olsa karakteri belirleyen gendir. Resesif gen ise, homozigot (aa) olduğu

zaman kendini belli eder. Dominantlık durumu kısmi veya tam olabilir. Yaprak boyu özelliğinin fenotipik olarak belirlenmesinde, karakter tek bir gen lokusu tarafından kontrol edildiği zaman, aşağıdaki durumlar ortaya çıkar (Şekil 10).

I. Eklemeli gen etkisi: Heterozigot (Aa) fenotip, iki homozigot (AA, aa) fenotipin tam ortasında yer alır.

II. Kısmi dominans: Heterozigot fenotip, bir allelden diğerine göre daha fazla etkilenir, fakat her iki allelin de fenotip üzerinde etkileri bulunur.

III. Tam dominans: Heterozigot fenotip, homozigot dominant allel ile aynı özelliği gösterir.



Şekil 10. Tek bir gen lokusu tarafından kontrol edilen yaprak büyüklüğü karakterinin fenotipik olarak belirlenmesinde allellerin karşılıklı etkileri (Zobel ve Talbert 2003)



#### 1.1.4.4.3. Epistatik etki (Epistasi)

Eğer allel olmayan genlerden biri diğerine göre dominant ise, bu genin etkisine epistatik etki denir. Birçok uygulamalı ıslah çalışmasında, dominantlık ve epistasi arasında bir açıklama yapılmaz.

#### 1.1.4.4.4. Dominans üstü (overdominance) etki

Heterozigotluk (Aa), bir karakterin belirlenmesinde, homozigot (AA, aa) ebeveynlere göre daha fazla etkili oluyorsa, dominans üstü etkinin mevcut olduğu söylenebilir. Eğer AA, Aa, ve aa yapısındaki ağaçlar sırasıyla 100, 105 ve 95 oranlarında büyüme yapıyorlarsa dominans üstü etki mevcuttur. Dominans üstü durum, en iyi melez gücü ile açıklanabilir. Bu da, bir melezin bir karakter yönünden ebeveynlerine göre daha üstün olması demektir.

#### 1.1.4.5. Diğer kalıtım etkenleri

Sitoplazmada bulunan diğer plastidler ve sitoplazmik elementler kalıtsal faktörleri intikal ettirmede etkili olabilirler. Sitoplazma yumurta hücresinde çok olmasına karşılık polende çok azdır. Bu nedenle bazı hallerde plazmanın etkisiyle dölün fenotipi anaya benzer. Bu olaya anaya ait kalıtım (**maternal kalıtım**) denir. Maternal kalıtım, ters çaprazlama (reciprocal crossing) ile ortaya çıkarılır :

$A (\text{♀}) \times B (\text{♂})$  ve  $B (\text{♀}) \times A (\text{♂})$  çaprazlamalarında, eğer birinci çaprazlamanın dölü A' ya, ikinci çaprazlamanın dölü de B'ye benzerse maternal kalıttan bahsedilir. Bu tip kalıtım nadir olmakla birlikte ıslah çalışmalarında önemlidir.

Babaya ait kalıtım (**paternal kalıtım**), Japonya'da *Cryptomeria* üzerinde kanıtlanmıştır. X ışınlarıyla mutasyona uğratılan iki bireyin sürgün uçları sarı renge dönüşmüştür. Bunlardan biri dişi ebeveyn olarak normal bir *Crptomeria* ile çaprazlanırsa, bütün dölleri yeşil uçlu sürgünler verir. Eğer çaprazlama ters yönlü yapılırsa, yani mutasyona uğramış birey erkek olarak kullanılırsa, bazı bireylerin sürgün uçları sarı olur. Son derece nadir gerçekleşen bu kalıtım şekli de ters çaprazlamayla kontrol edilir.

### 1.1.5. Mendel kuralları

Mendel 1857'de çalıştığı manastırın bahçesinde bulunan bezelyeler arasında, çeşitli boy, renk ve formda olanlarını görmüş ve bu karakterlerin mezezlere geçişlerini dikkatle takip etmiştir. Mendel, gözlem ve araştırmalarından elde ettiği sonuçları yayınlamış, ancak bu sonuçların değeri ölümünden sonra anlaşılmıştır. Karakterlerin dölden döle geçişleri ve dağılımlarındaki esaslar ile ilgili olarak Mendel'in ortaya koyduğu prensipler, bu konuda çalışan bazı araştırmacıların elde ettikleri sonuçlar ile örtüşmüştür. Böylelikle Mendel'in prensip ve kuralları, modern genetik biliminin temelini oluşturmuştur (Goldstein 1961).

Mendel, 34 bezelye varyetesine ait karakteristikleri incelemiş ve bunlar içersinden 7 tanesini seçerek çalışmalarına başlamıştır:

#### **Karakterler**

1. Tohum şekli
2. Kotiledon rengi
3. Tohum rengi
4. Kabuk şekli
5. Kabuk rengi
6. Kabuk(Çiçek) pozisyonu
7. Gövde uzunluğu

#### **Farklı özellikler**

- Düz ve yuvarlak veya buruşuk ve köşeli  
Sarı veya yeşil  
Beyaz veya gri  
Bölmeli veya bölmesiz  
Yeşil veya sarı  
Gövde üzerinde dağınık veya tepede  
Uzun (180-210 cm), kısa (22- 45 cm)

Mendel, araştırma yönteminde yukarıdaki karakterleri kullandığı ve aşağıdaki hususlara dikkat ettiği için başarılı sonuçlar elde etmiştir :

- Deney materyalini iyi seçmiştir (bezelye)
- Kantitatif metot kullanmıştır
- Her deneyde, tek bir özelliği esas almıştır
- Ebeveynlere ait kayıtlar tutmuştur
- Araştırmalarında kalitatif nitelikleri (form veya renk) seçmiştir

#### 1.1.5.1. Kalitatif ve kantitatif karakterler

Kalıtılal değişkenlikten kaynaklanan karakterler iki grupta toplanırlar.

- a. Kalitatif karakterler
- b. Kantitatif (metrik) karakterler

Kalitatif karakterler, Mendel kurallarına uygun olarak dölden döle geçen karakterlerdir. Bu karakterler F<sub>2</sub> generasyonunda aralarında kesin sınırlarla birbirinden ayrılan bir varyasyon gösterirler. Örneğin, kırmızı ve beyaz çiçekli bezelyelerde, F<sub>2</sub> generasyonunda 3:1 oranında kırmızı ve beyaz çiçekler oluşur. Burada ara tiplere rastlanmamakta, çiçekler ya kırmızı ya beyaz olmaktadır.

Kantitatif karakterler, ekonomik değer ifade eden hacim, ağırlık, boy gibi karakterlerdir. Bunlar belirli ölçü birimleriyle değerlendirilebilirler. Yapay seleksiyonun en önemli konusunu bu karakterler oluşturur. Bunların frekans dağılımı, çan eğrisi şeklinde olan normal dağılımdır. Devamlı varyasyon gösteren kantitatif karakterlerin önemli diğer bir özelliği de, bu karakterlerin bir genden kaynaklanmayıp etkisi birbirine eklenerek oluşan çok sayıda gen tarafından kontrol edilmeleridir. Bu nedenle genotip sayıları fazladır. Kantitatif karakterlerle ilgili genetik çalışmalarına “Kantitatif (Quantitative) Kalıtım” veya “Kantitatif Genetik” denir. Kantitatif genetik, bireyler arasındaki farklılıkların kalıtımı ile ilgilenir ancak, bu kalıtımın çeşidinden çok derecesi, kalitesinden çok miktarı önemlidir. Bireyler arasındaki farklılıkların kalıtımı, hayvan ve bitki ıslahına yönelik, evolüsyon (evrim) ve genetik uygulamaları üzerindeki çalışmalarda temel bir öneme sahiptir (Falconer ve Mackay 1996). Kantitatif kalıtımda genlerin etkileri çeşitli şekillerde ortaya çıkar. Bunların bir kısmı eklemeli (additive) etkiler şeklinde, diğer bir kısmı da dominant gen etkisi şeklinde olur. Bazı durumlarda da çok sayıda küçük gen, büyük genlerin etkilerini kuvvetlendirerek veya zayıflatarak değiştirebilir yani modifiye edebilir. Süs bitkilerinin ıslahında, çiçek renkleri ve şekilleri bu modifiye edici genlerin etkileriyle değiştirilebilir.

Bir kantitatif karakterde, görünen varyansın ne kadarının genotipten ne kadarının dış koşullardan kaynaklandığını “kalıtım derecesi” gösterir. Kalıtım derecesi, genetik varyansın toplam varyansdaki payına denir. Kalıtım derecesi,  $h^2 = 0 - 1$  arasındadır.

$$H = \frac{V_G}{V_P}$$

$V_G$  : Genotipten kaynaklanan varyans  
 $V_P$  : Toplam varyans

### 1.1.5.2. Üniformite kuralı

Karşılıklı genler arasında bir dominantlık ve resesiflik durumu yoksa ve onların fenotipte kendilerini belli etme kuvveti birbirine eşitse, bu karşılıklı genlere “ekivalent” denir. Bunların F<sub>1</sub> generasyonu bireyleri birbirine benzer ve iki ebeveyn arası üniform bir durum gösterir. Örneğin, gecese fasının bir varyetesi kırmızı diğer bir varyetesi beyaz çiçek vermektedir. Bunlar çaprazlanınca, F<sub>1</sub> generasyonunda oluşan bireylerin tümü pembe çiçekli olmaktadır. Ancak, ekivalent durum olmayıp kırmızı renk dominant karakterde olursa bireylerin tümü kırmızı çiçekli olmaktadır. Mendel’in esas aldığı karakterler için de dominantlık durumunda üniformite kuralı aynı şekilde gerçekleşmektedir (Şekil 11).

Karakter	Ebeveynler		F1 Generasyonu
Tohum Şekli	Düz	Buruşuk	Tüm bitkiler düz tohumlu
Kotiledon rengi	Yeşil	Sarı	Tüm tohumlar sarı kotiledonlu
Tohum zarı rengi	Gri	Beyaz	Tüm tohumların zarları gri
Kabuk şekli	Bölmesiz	Bölmeli	Tüm bitkilerin tohum kabukları bölmesiz
Kabuk rengi	Yeşil	Sarı	Tüm bitkilerin tohum kabukları yeşil
Kabuk pozisyonu	Dağınık	Tepede toplu	Tüm bitkilerin tohum kabukları dağınık
Gövde Uzunluğu	Uzun	Kısa	Tüm bitkiler uzun

Şekil 11. Dominantlık durumunda, karakterin F<sub>1</sub> generasyonundaki oluşumları






















### 1.1.5.3. Açılma (segregasyon)

F<sub>1</sub> generasyonundaki bir birey tekrar kendisi ile çaprazlandığında, elde edilen F<sub>2</sub> generasyonundaki bireyler, F<sub>1</sub> generasyonunda olduğu gibi üniform değildir. F<sub>2</sub> generasyonunda allel genler ayrılarak 1 : 2 : 1 oranında bir dağılım gösterirler. Buna **açılma** (segregasyon) denir. Örneğin gecese fası bitkisinde, F<sub>1</sub> generasyonunda ortaya çıkan pembe çiçekli bireyler birbirleriyle çaprazlandıklarında, F<sub>2</sub> generasyonunda 2/4 pembe, 1/4 kırmızı, 1/4 beyaz çiçekli bireyler oluşur. Bu genotipik bir açılmadır.

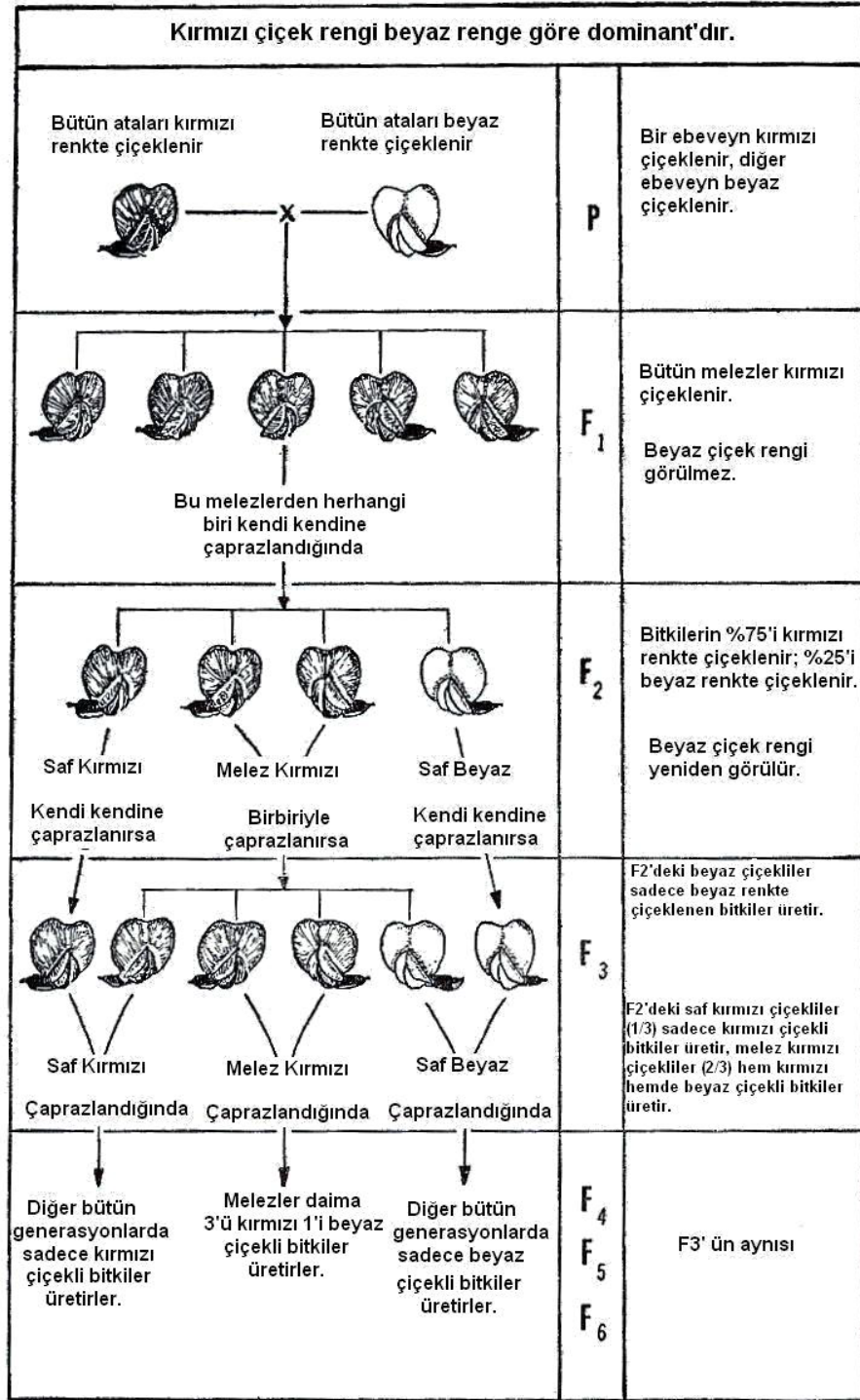
<u>Kırmızı</u>		<u>Beyaz</u>			
AA	X	aa		A	a
				A	a
F <sub>1</sub>	Aa			AA	Aa
F <sub>2</sub>	Aa X Aa	→		Aa	aa

AA + 2 Aa + aa ( 1 : 2 : 1 )

Dominantlık durumunda, F<sub>1</sub> generasyonu tamamen kırmızı çiçekli, F<sub>2</sub> generasyonu ise 3/4 kırmızı çiçekli, 1/4 beyaz çiçekli olmaktadır. Bu fenotipik bir açılmadır. Genotipik açılma ise; 1/4 homozigot kırmızı, 2/4 heterozigot kırmızı, 1/4 homozigot beyaz şeklindedir. Mendel'in esas aldığı karakterler için de aynı durum geçerlidir. F<sub>2</sub> generasyonundaki beyaz çiçekli bireyler birbirleriyle döllendikleri zaman, F<sub>3</sub> generasyonunda oluşan bireylerin tümü beyaz çiçekli olur. F<sub>2</sub> generasyonundaki homozigot kırmızı çiçekli bireyler birbirleriyle melezlendikleri zaman F<sub>3</sub> generasyonunda oluşan bireylerin tümü kırmızı çiçekli olur. F<sub>2</sub> generasyonunda heterozigot kırmızı çiçekli bireyler birbirleriyle melezlenirse, F<sub>3</sub> generasyonunda oluşan bireylerin bir kısmı kırmızı bir kısmı beyaz olur. Bundan sonraki generasyonlarda F<sub>3</sub> generasyonundaki durum aynen gerçekleşir (Şekil 12, 13).

Karakter	F1 Melezleri	F1 Melezleri kendi aralarında çaprazlanması ile oluşan F2 Generasyonu		Oran
		Dominant	Resesif	
Tohum Şekli	Düz 	Düz 	Buruşuk 	3 : 1
Kotiledon rengi	Sarı 	Sarı 	Yeşil 	3 : 1
Tohum zarı rengi	Gri 	Gri 	Beyaz 	3 : 1
Kabuk şekli	Bölmesiz 	Bölmesiz 	Bölmeli 	3 : 1
Kabuk rengi	Yeşil 	Yeşil 	Sarı 	3 : 1
Kabuk pozisyonu	Dağınık 	Dağınık 	Tepede toplu 	3 : 1
Gövde uzunluğu	Uzun 	Uzun 	Kısa 	3 : 1

Şekil 12. Karakterlerin F<sub>2</sub> generasyonundaki oluşumları



Şekil13. Çiçek rengine göre generasyonlardaki kalıtım oranları



## 1.2. GENEKOLOJİ

Genekoloji, genetik varyasyon ile çevresel varyasyon arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Bir populasyona (tür, alt tür, ırk v.b) ait genetik özellikler yetiştirme ortamı özellikleri ile etkileşim halindedir. Bu nedenle **genekoloji**, genetik çeşitlilik ile çevresel çeşitlilik arasındaki ilişkinin incelenmesi şeklinde de tanımlanmaktadır (Barnes ve ark., 1998). Tür içindeki varyasyon ve türün yetiştirme ortamı ile ilişkili genetik yapısı genekolojik çalışmalar ile açıklanmaktadır. Ekonomik yönden önemli olan orman ağacı türlerinin genekolojileri üzerinde yapılan çalışmalar; türlerin doğal populasyonları içindeki genetik farklılıklar ile, yetiştirme ortamları ile ilişkili değişkenlere bağlı olarak göstermiş oldukları farklılıkların açıklanmasına, türlerin tarihi gelişimlerine ve üretim sistemlerine yönelmiştir. Bu çalışmalarda, ortak bahçe (common garden) tesisi ile, belirlenen populasyonların morfolojik ve fenotipik varyasyonları incelenmektedir. Bu şekilde varyasyonun genotipik (kalıtsal) ve çevresel komponentleri ayrılmaktadır. Böyle çalışmalardan elde edilen sonuçlar, bir bölgede değişen çevre şartlarına göre populasyonların göstermiş oldukları özelliklerin belirginleşmesi açısından bir yargıya varılmasını sağlar. Bu yargılar; tohum transfer uygulamalarına rehberlik edebilir, ıslah programları için generasyon stratejileri geliştirebilir, gen kaynaklarının korunması yönünde yol gösterebilir ve orman toplulukları üzerindeki küresel iklim değişikliklerinin etkilerinin hafifletilmesi bakımından tahmin yürütülmesine katkı sağlayabilir. ABD de bu konuda birçok çalışma yapılmıştır. Ekonomik yönden önemli olan *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus ponderosa*, *Larix occidentalis* ve *Alnus rubra* türlerinde genekolojik çalışmalara devam edilmektedir. Özellikle peyzaj restorasyonu yönünden ekolojik önemi olan doğal ve hassas türler için, son zamanlarda başlatılan genekolojik çalışmalar, türlerin tohum transfer esasları ile ilgili büyüme istekleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Orman ağaçları üzerindeki genekolojik çalışmalar Avrupa'da da uzun zamanlardan beri yürütülmektedir. Örneğin, Alp dağlarında bulunan orman ağaçlarının, buldukları ortamlardaki iklim koşullarına genetik olarak adapte olma şekilleri bu çalışmalarla ortaya çıkarılmıştır. Diğer bir çalışmada, Avrupa ladini (*Picea abies*) nin, alçak rakımlardan yüksek rakımlara doğru değişen büyüme mevsimi koşullarına, genetik adaptasyonu incelenmek suretiyle, türün gençlik dönemindeki boy büyümesinin devamlı

eğilimi belirlenmiştir. Bu sonuç ile, alçak mıntıkalarındaki orijinlere ait fidanların yüksek mıntıklar için değersiz oldukları kanıtlanmıştır (Barnes ve ark., 1998).

Ayrı yetiştirme ortamlarındaki populasyonlar, büyüme şekilleri ve morfolojik özellikleri bakımından farklılık gösterirler. Bu populasyonlardan toplanan tohumlardan yetiştirilen bireyler, standart koşullara sahip bir ortamda yetiştirilirse (ortak bahçe), burada da genetik farklılıklarını devam ettirirler. Bu populasyonlarda doğal seleksiyon baskıları ile oluşan genetik farklılıklar, buldukları yetiştirme ortamlarında kuşaklar boyunca muhafaza edilirler, ve bu nedenle doğal ortamlarındaki günlük, mevsimlik, yıllık ve daha uzun süreli iklimik ve diğer çevresel etkilere uyum gösterebilirler.

### 1.2.1. Genekolojik ayrımlar

Coğrafik ve ekolojik değişimler boyunca, türün populasyonları arasında meydana gelen farklılıklar birçok çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkan farklılıkları gruplandırma ihtiyacı doğmuş ve bunun için bazı terimler kullanılmıştır. Bunlardan biri olan **ırk** terimi, ortak bahçe testlerinde bir veya birden fazla morfolojik ve fizyolojik karakter bakımından önemli derecede farklılık gösteren tür populasyonlarını belirtmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Irklar, bir veya daha fazla sayıda gen allelerinin frekanslarında farklılık gösteren türlerin populasyonları olarak da tanımlanabilirler. Irk çeşitleri, meydana gelen farklılıkların derecesine veya farklılığa neden olan faktörlere göre, “coğrafik veya lokal ırk”, “iklimatik ırk”, “edafik ırk”, “fotoperiyodik ırk” gibi isimler alır. Irklar evolüsyonun temel elementleridir; Eğer genetik farklılıklar büyükse, populasyonlar taksonomik olarak “varyete”, “alt tür”, “tür” olarak ayrımlara tabi tutulurlar. **Ekotip** terimi de, genetik yönden farklı populasyon birimlerini ifade etmede kullanılmaktadır. Örneğin kızılçamda silikat topraklar üzerinde oluşan populasyonlar ile kalker anataşından kaynaklanan topraklar üzerinde oluşan populasyonlar farklı ekotipler meydana getirmekte ve ikinciler daha kurak şartlara adapte olmuş bir ekotipi temsil etmektedir. İsveçli botanikçi Turesson, otsu bitkiler üzerine çalıştığı ortak bahçelerde belirlediği ekolojik temele dayalı farklılıkları “ekolojik ırk” (ekotip) olarak tanımlamış ve farklılığın, populasyonun genotipik reaksiyonundan kaynaklandığını söylemiştir. Turesson’un ekotip kavramı iki özelliğe göre belirlenebilir; Birincisinde, özel bir yetiştirme ortamında türün genotipik

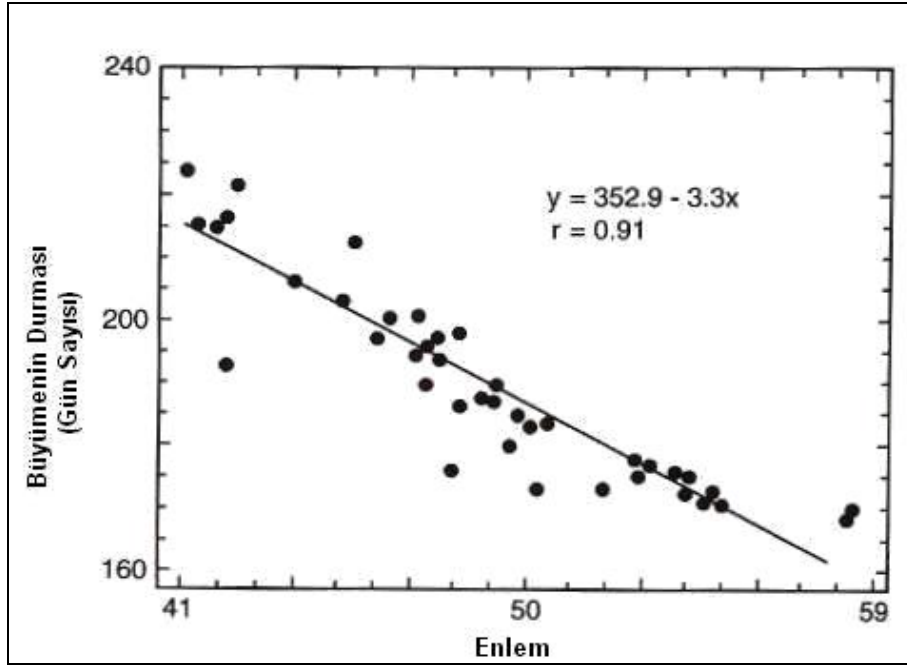
tepkisi olarak şekillenir. Örneğin, çayır, bataklık, kumul gibi özellikler gösteren yetişme ortamlarındaki lokal farklılıkları temsil eder. İkincisinde, lokal farklılıkları da içeren geniş bir coğrafik alanı temsil eder. Örneğin, *Pinus ponderosa*'nın Kaliforniya ekotipi gibi. Ekotip kavramı; alpin ekotipler ve sahil ekotipleri gibi çok daha geniş anlamlarda da kullanılmaktadır. Bu nedenle, ekotip terimi genel adaptasyon durumunu açıklamakla beraber özellik arzeden lokal bir ırkı tanımlamada yararlı bir kavram olarak görülmemektedir. Taksonomik sınıflandırmada, “varyete” nin altındaki farklılıkları tanımlamak için “ırk” teriminin kullanılması önerilmektedir (Barnes ve ark., 1998).

### 1.2.2. Genekolojik farklılıklara neden olan etmenler

Tür içinde genekolojik farklılıkların doğal değişim seyri, kesiksiz ve kesikli olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir. Eğer tür geniş bir yayılış alanı içersinde özellikle enlem ve yüksekliğe bağlı devamlı bir dağılış gösterirse, bu iklimik etmenlerin az fakat yavaş yavaş ve devamlı bir değişim gösterdiğini ve buna bağlı olarak da varyasyonun kesiksiz olmaya yöneldiğini belirtir. Buna karşılık türün yayılışında bazı etmenler (sıradağ veya bir çölün araya girmesi, don çukuru oluşumu v.b) nedeniyle kesiklilik meydana gelmişse bir kesikli varyasyon söz konusudur. Bir türün kuzey-güney doğrultusunda gösterdiği ve yavaş yavaş oluşan farklılıklar bir klinal varyasyon modeli oluşturabilir. Bu modeli belirli bir enlem içinde yükseklikle birleşen klinal bir varyasyon izleyebilir veya toprak özellikleri nedeniyle oluşan keskin bir değişiklikten kaynaklanan bir kesiklilik yavaş yavaş oluşan devamlı varyasyonu gizleyebilir. Orman ağaçlarında genetiğe dayanan varyasyonlar genellikle kesiksiz karakterdedirler.

Varyasyon, kalıtsal faktörler ile, fiziki ve biotik etmenlerden oluşan çevresel faktörlerin müsterek etkileri sonucunda oluşmaktadır. Eğer çevresel etmenlerin neden olduğu varyasyon tamamen ortadan kaldırılabilseydi, bir karakter için gözlenen fenotipik değer genotipik değerine eşit olurdu ( $P = G$ ). Populasyonlara ait karakterlerde belirlenen genetik farklılıklar, genellikle populasyonlar kendi doğal çevrelerinden farklı bölgelere ve yükseltilere götürüldükleri zaman açığa çıkmaktadır. Büyüme mevsiminin uzunluğuna ve şekline sınırlayıcı etki yapan faktörler (ortalama ve ekstrem sıcaklıklar, erken ve geç donların oluşumu, sıcaklık ve ışık süreleri ile yağış periyotları

gibi), bitki populasyonlarında hayatta kalma, büyüme, üreme ile ona bağlı olarak oluşan genetik farklılıklara etki eden en önemli selektif güçlerdir. Örneğin, *Picea sitchensis*' in 43 adet orijini için Kuzey Amerika'nın Pasifik sahillerinde yapılan bir çalışmada, büyümenin durması (uyku hali) ile enlem dereceleri arasında güçlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Şekil 14). Bu çalışmada, güney enlemlerinden kuzeye doğru gidildikçe büyümenin durma süresinin kısaldığı saptanmıştır (Barnes ve ark., 1998).



Şekil 14. *Picea sitchensis* orijinlerinde büyümenin durması ile enlem arasındaki ilişki

Benzer bir ilişki, Toros dağlarında kızılçam populasyonlarının genetik çeşitliliğini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada ortaya çıkarılmıştır (Işık ve Kaya, 1995). Populasyonların büyüme sürelerini tespit için iki önemli fenolojik karakter olan tomurcuk patlatma ve tomurcuk bağlama özellikleri ile yükselti ve enlem arasındaki ilişki incelenmiş ve populasyonlar arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Yükselti arttıkça ve güneyden kuzeye doğru gidildikçe populasyonların daha geç tomurcuk patlattıkları ve populasyonlar arasında boylanma ve fenolojik özellikler bakımından farklılıkların arttığı ve bunun kesintisiz bir varyasyon olduğu belirlenmiştir. Benzer

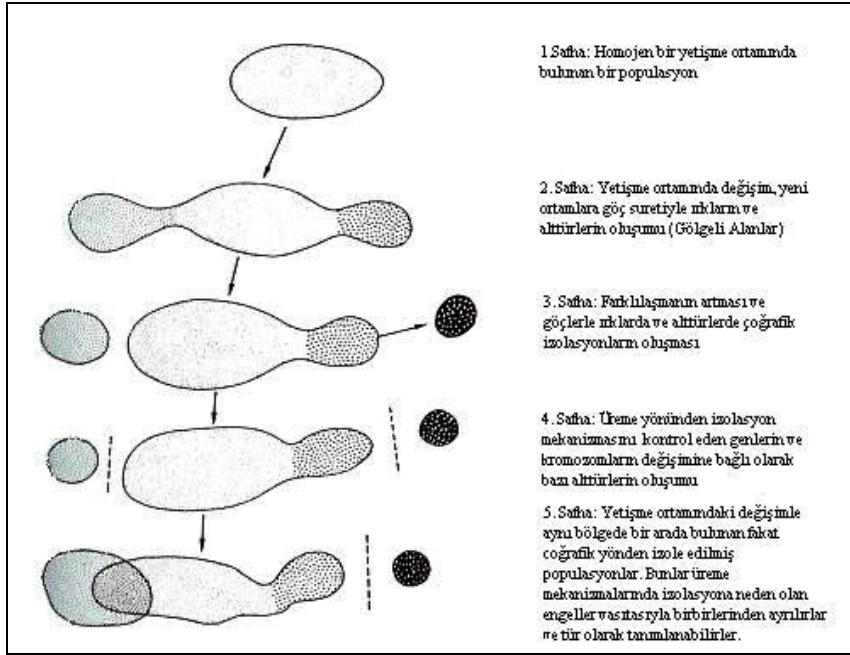
araştırma sonuçları, Kuzey Amerika'da geniş bir doğal yayılış alanına sahip olan ve kavak ıslah çalışmalarında önemli bir yeri olan *Populus deltoides* türünde de elde edilmiştir. Ülkemizde yapılan bir araştırmada, ABD'nin on ayrı eyaletine ait 26 adet *P. deltoides* orijininin vejetasyon süreleri ile çap ve boy büyümeleri arasında kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. İlişkilere ait korelasyon kat sayıları; çap için  $r = 0.798$ , boy için  $r = 0.747$  dir. Bu sonuçlara göre, uzun vejetasyon süresine sahip olan güney eyaletlerinin orijinleri daha hızlı büyüme yapmaktadırlar (Tunçtaner ve ark., 1985b). Buna paralel olarak, Avanzo (1969), orijin denemelerinde genellikle düşük enlem derecelerinden olan orijinlerin vejetasyon mevsiminin sonlarına kadar büyümelerine devam ettiklerini belirterek, İtalya'da fidanların ikinci yıldaki boy büyümeleri ile orijinlerin enlemleri arasında kuvvetli bir negatif korelasyonun ( $r = - 0.88$ ) bulunduğunu açıklamıştır. ABD' de yapılan bir araştırmada ise, kuzeydeki uzun gün ekotiplerinin büyümelerinin büyük kısmını erken tamamladıkları, güneydeki kısa gün ekotiplerinin ise vejetasyon mevsiminin sonuna kadar büyümelerine devam ettikleri bildirilmekte ve vejetasyon dönemi içindeki büyümenin dağılışı yönünden, orijinler arasındaki farklılık açıkça belirtilmesine rağmen, vejetasyon mevsimine başlangıç tarihi ile ilk büyüme arasındaki ilişkinin kesin olmadığı ifade edilmektedir (Jokela ve Mohn, 1976).

Çevre koşullarına ve türlerin genetik özelliklerine göre, populasyonlar içinde ve populasyonlar arasında oluşan genetik varyasyonun büyüklüğüne aşağıdaki faktörler etki yapmaktadır:

- Populasyonlar arası gen akışı fazla olan türlerde, az olan türlere göre, populasyon içinde daha yüksek düzeyde genetik varyasyon oluşur.
- Çok yıllık bitkiler daha yüksek düzeyde genetik varyasyona sahiptirler.
- Gimnospermler angiospermlere göre daha yüksek düzeyde genetik varyasyona sahiptir.
- Geniş alanda yayılış gösteren türler, dar alanda yayılış gösterenlere göre, daha yüksek düzeyde genetik varyasyona sahiptir.
- Yabancı dölleme yapan (akraba ilişkisi olmayan) türler, kendi kendine döllen türlere göre daha yüksek düzeyde genetik varyasyon gösterir.

Genetik farklılığın büyüklüğü, populasyonlar arasında polen, tohum ve diğer üretim materyalleri ile meydana gelen gen akışının miktarına ve seleksiyon entansitesine bağlıdır. Gen akışı populasyonların birbirlerinden ayrı kalmalarını sağlayan bağlatıcı bir güçtür. Populasyonlar arası mesafe gibi izolasyon faktörleri veya ekolojik izolasyonlar (bakı ve yükseklik farklılıkları) gen akışını engellemede rol oynar. Seleksiyon da genetik farklılıkların oluşmasında önemli bir etkidir. Benzer seleksiyon baskısına maruz kalan populasyonlar birbirlerine benzeme eğilimi gösterirler. Seleksiyon baskısı farklılaştıkça benzerlik de azalır. Gen akışı, sadece polen ve tohum saçımının büyüklüğüne bağlı değildir. Ağaç sayısının azlığı ve çiçeklenme zamanları arasındaki farklılıklar gibi faktörlerle zigot hayatiyetini ve fidan oluşumunu kontrol eden faktörlerin (genetik uyumsuzluk, don, kuraklık, gölge, hayvan zararı v.b) etkileri de gen akışını sınırlamaktadır.

Populasyonlar değişen genekolojik koşullara reaksiyon göstererek zaman içinde ve yeni alanlarda değişime uğrarlar. Coğrafik ayırım ve diğer izole edici mekanizmalar nedeniyle bazı populasyonların diğer populasyonlarla gen alışverişleri daha az olur, ve bu populasyonlar üreme fizyolojileri itibarıyla da diğerlerinden izole edilmiş olurlar (Şekil 15).



Şekil 15. Farklı ırk, alttür ve türlerin oluşum süreci (Barnes ve ark., 1998)

Bir türün belirli bir yöredeki popülasyonlarında genetik farklılıkların belirlenmesi, yöredeki yükselti kademelerine biyolojik ve ekonomik yönden uyum sağlayacak en uygun tohum kaynaklarının seçimi yönünden yararlı bilgiler sağlamaktadır. Ülkemizde de bu konuda yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Işık (1980) tarafından gerçekleştirilen “Kızılcımda Genetik İslah, Popülasyonlararası Farklılıklar ve Uygun Popülasyonların Seçimleri” isimli çalışmada, Antalya yöresinde deniz seviyesinden itibaren üç yükselti zonu belirlenmiş ve bu zonlarda bulunan 6 adet popülasyonda tohum ve fidan özellikleri ile ilgili 17 karakter üzerinde incelemeler yapılmış ve popülasyonlar gruplanmıştır. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, popülasyonlar arasındaki genetik farklılaşmalar genetik yönden şu şekilde açıklanmıştır: Popülasyonlar arasındaki genetik ilişkiler ve popülasyonların buldukları yerlerin ekolojik benzerlik ve farklılıkları popülasyonların gen havuzları üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır. Farklı yörelerde fakat aynı yükseltide yer alan popülasyonlar, başka popülasyonlara kıyasla, birbirlerine daha çok benzemektedirler. Bunun başlıca nedeni, popülasyonların evrimleştiği bölgede, deniz seviyesinden yükseklerle çıktıkça, bazı çevresel

etmenlerde özellikle iklimsel etmenlerde yüksekliğe bağlı değişimlerin olmasıdır. Örneğin, denizden yükseldikçe her 100 m'de 0.5°C sıcaklık azalması olur. Sıcaklığa bağlı olarak büyüme mevsimi süresi de deniz kıyısından yükseklerle çıkıldıkça kısalır. Yıllık yağış toplamı, yağışların aylara ve mevsimlere göre değişimi yükselti zonlarına göre farklılık gösterir. Bu nedenle, aynı yükselti zonunda yer alan ve benzer çevresel etmenler altında bulunan populasyonlar evrimsel açıdan da benzer etkiler altında kalırlar. Aynı zonda yer alan populasyonlar, benzer seleksiyon basıncı altında benzer genlere ve gen kombinasyonlarına sahip oldukları için, evrimsel süreç içinde birbirlerine daha çok benzerlik gösterirler. Aynı kesitten gelen ve coğrafik olarak birbirlerine yakın olan populasyonların birbirlerinden daha az farklı olmaları (birbirlerine daha çok benzemeleri) de gen göçü ile açıklanmaktadır. Kızılçamda tozlaşma rüzgarla olduğu için komşu populasyonlar arasında sürekli şekilde gen alışverişi vardır. Yakın populasyonlar arasında bu gen alışverişi sürdüğü için, bir yandan populasyonlar arasındaki belirli benzerlikler devam ederken diğer taraftan populasyonlardaki farklı seleksiyon basınçlarının etkisiyle populasyonlar arasındaki kesintisiz (klinal) çeşitlilik ve farklılaşmalar kuşaktan kuşağa devam etmektedir.

Bu konuda yapılan diğer bir çalışmada, kızılçamda ekonomik önemi olan karakterlerin genetik çeşitlilik yapısını ortaya koymak ve bazı genetik ve fenotipik parametreleri tahmin etmek amaçlanmıştır (Işık 1998). Çalışma için, Antalya bölgesinde üç farklı yükseltiden toplam altı doğal populasyon örneklenmiştir. Her bir populasyon, 10'ar adet yarım- kardeş aile ile temsil edilmiştir. Yetiştirilen fidanlar ile dört farklı yükseltide kızılçam orijin-döl denemeleri kurulmuştur. Bir deneme alanında 13. ve 17. yaşlarda, diğer üçünde 18. yaşta gözlem ve ölçmeler yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, orta zon populasyonları daha hızlı büyümekte, daha düzgün gövde ve daha dar konik tepe oluşturmaktadır. Kızılçamın optimal yayılış alanı olan orta kuşakta yer alan populasyonlar; kuraklık, ekstrem sıcaklıklar, erken ve geç donlar gibi doğal seleksiyon güçlerinden kenar populasyonlara göre nispeten daha uzaktırlar. Buradaki çevre faktörleri, türün fizyolojik kapasitesinin orta bölgesinde (normal sınırlar içinde) bulunmaktadır. Kızılçam türünde, sahile yakın populasyonlar büyüme mevsimi içinde, yaz aylarının kuraklık faktörünün etkisi altındadırlar. Yüksek zonlardaki populasyonlar ise, geç ilkbahar erken sonbahar döngüsü içinde, don faktörünün baskısı ile karşılaşmaktadır. Diğer bir deyişle, kenar bölgelerdeki çevre faktörleri kızılçam türünün normal fizyolojik kapasitesinin dışında, kapasiteyi zorlayıcı bölgelerde



bulunmaktadır. Bu durumda, kenar populasyonlarda zayıf bir gelişme, merkezi populasyonlarda ise iyi gelişme olmaktadır. Yani, merkez populasyonların bulunduğu yörede, fiziksel etmenler (nem, sıcaklık v.b) kızılçam için en uygun düzeyde olduğundan daha uzun süre ve daha hızlı büyüme meydana gelmektedir. Farklı coğrafik ve ekolojik bölgelerde bulunan doğal populasyonlar, evrimsel süreç içinde, çevreye adaptasyon sonucunda genetik olarak farklılaşırlar. Bu çalışmanın konusu olan populasyonlar üzerinde yürütülen moleküler düzeydeki çalışmalar, orta kuşakta yer alan populasyonlarda genetik çeşitliliğin daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Işık ve Kara 1997, Kara ve ark., 1997). Buna paralel olarak, çalışmada orta zonda bulunan populasyonlar, alt ve üst zonlardaki populasyonlara göre daha yüksek performans göstermişlerdir. Buna karşılık kenar populasyonları, kendi çevrelerinden uzaklaştıkça daha yavaş bir büyüme performansı göstermişlerdir. Bu durum, genetik çeşitliliğin orta zon populasyonlarında daha fazla olabileceğini belirlemektedir (Işık 1998).

Populasyon içi ve populasyonlar arası varyasyonun, ekolojik temele dayalı farklılıklarının tespitini yapan genekolojik çalışmalar, ortak bahçe ve orijin denemeleri ile, türlerin ve ırkların coğrafik kaynakla ilişkili olarak yetiştirme ortamı faktörlerini ortaya çıkarır. Tür içinde varyasyonun yapısı, devamlılığı ve varyasyonun yetiştirme ortamı faktörleri ile ilişkileri bu tür araştırmalarla incelenir (Campbell ve Sugano 1979, Tunçtaner ve ark., 1985b, Kraus ve Sluder 1990, Ürgenç ve ark., 1990, Velioglu ve ark., 1999b, Işık ve ark., 2002).

Ülkemizde coğrafik değişkenliğin büyük olması nedeniyle çok çeşitli bitki türü bulunmaktadır. Deniz seviyesinden 2800 metre yükseltelere kadar yayılış gösteren ormanlarımızda yapraklı ve iğne yapraklı olmak üzere birçok orman ağacı türü yaşamaktadır. Bunların bir kısmı ekonomik öneme sahiptir ve genetik ıslah çalışmaları yönünden büyük bir potansiyel gösterir. Ancak, ormanlarımız yapay gençleştirme çalışmaları, hatalı silvikültürel uygulamalar ve tahribatlar sonucunda doğal bünye ve kuruluşlarını kaybetmektedirler. Türlerin doğal varyasyonları hızla azalmaktadır. Bu bakımdan mevcut genetik kaynaklarımızın korunması ve kıymetlendirilmesi çok büyük bir önem taşımaktadır. Ülkemizdeki asli ağaç türlerinde tohum meşcerelerinin seçimleri yapılmış, önemli miktarda tohum bahçesi kurulmuş ve ağaç ıslahı çalışmaları başlatılmış olmasına rağmen, ormanlarımızdaki genetik çeşitliliğin yapısı ve boyutları konusundaki çalışmalar çok yenidir. Ekonomik değeri yüksek ağaç türlerimiz için, coğrafik varyasyon çalışmaları, orijin denemeleri ve genekolojik

Çalışmaların sonuçları yeterli düzeyde alınamamıştır. Bu nedenle, verimden düşmüş orman alanlarımızın verimli hale getirilebilmesi için, uygun tür ve orijinlerle aēalandırılması, ancak tohum hasat ve kullanma mıntıkalarını belirleyen tohum transfer rejyonlaması esaslarından yararlanılmak suretiyle yapılmaktadır.

## 2. POPULASYON GENETİĞİ

Aralarında polenler vasıtasıyla gen alışverişi bulunan, aynı türe ait fakat kalıtsal yapıları farklı olan bireyler topluluğuna **Populasyon** denir. Ekolojik açıdan populasyon, belirli bir yetiştirme ortamında yayılmış gösteren, aynı türe ait bireylerin oluşturduğu topluluktur. Ormancılıkta; bu topluluğa, belirli bir büyüklüğe sahip olması, kuruluş ve yapı bakımından homojen olması durumunda **meşcere** adı verilir. Bir orman populasyonunda, bireylerin belirli niteliklerini kontrol eden genler o bireylerin genotiplerini oluştururlar. Bir populasyondaki tüm bireylerin taşıdığı genlerin toplamına ise populasyonun **Gen Havuzu** denir. Gen havuzu içinde bulunan genlerin ve bunların oluşturduğu genotiplerin sıklığı (frekansı), populasyon genetiği konusunda yapılan çalışmalarla belirlenir. Gen havuzlarında yapılan sistemli seleksiyon ve melezleme çalışmaları ile, populasyonların genetik yapıları, insanlar tarafından istenilen ekonomik amaçlar doğrultusunda değiştirilebilir. Tarım ve hayvancılıkta bu konuda gerçekleştirilen evcilleştirme çalışmaları ile önemli gelişmeler sağlanmaktadır. Ormancılık sektöründe de seleksiyon ve melezleme çalışmalarından başarılı sonuçlar alınmaktadır.

Bir populasyondaki tüm bireylerin birbirleriyle eşleşme şansları aynı ise, yani populasyondaki genlerin bir araya gelmeleri tercihli olmayıp rasgele gerçekleşiyorsa, buna **Panmiksiz** denir. Bu rasgele eşleşme populasyonda bir denge yaratır. Bir genotipin populasyonda meydana gelme ihtimali, o genotipi oluşturan genlerin populasyondaki frekanslarına bağlıdır. Bir populasyonda genlerin frekanslarının belirlenmesi, o populasyonun genetik yapısının daha iyi anlaşılmasını ve çeşitli özelliklerin döllere geçme olasılıklarının daha iyi tahmin edilmesini sağlar. Bu nedenle, gen frekanslarının araştırılması, populasyon genetiğinin temelini oluşturmaktadır. Bu araştırmaların populasyonun tamamında yapılması çok zordur. Bu bakımdan çalışmalar bir örnekleme modeli içinde gerçekleştirilir. Doğal bir orman populasyonunda, dışarıdan belirli amaçlara yönelik teknik bir müdahale olmaması halinde, aşağıda belirtilen varsayımlar geçerlidir.

- Populasyondaki (örnekteki) bütün bireyler birbiriyle eşleşebilir
- Bütün bireyler aynı sayıda döl verebilir
- Populasyonda eşleşme rasgele olur

## 2.1. POPULASYONUN GENETİK YAPISI (GEN VE GENOTİP FREKANSLARI)

Bir bireyin genetik yapısına genotip, bir populasyonun genetik yapısına ise gen havuzu dendiğini daha önce belirtmiştik. Buna insanın gen havuzundaki kan gruplarını örnek gösterebiliriz (Demirsoy 1991). İnsanın gen havuzunda; A, B, AB ve O kan gruplarının bulunmasına karşın, bir bireyde ancak bu gruplardan birisi, genlerden de en çok ikisi bulunabilir. Her gen havuzundaki genlerin frekansı, o gen havuzuna geçmişte etki eden seleksiyon baskısına göre farklılık gösterir. Örneğin, Gana'daki insanların gen havuzları ile, İsveç'teki insanların gen havuzlarındaki genlerin frekansı birbirlerinden farklıdır. İngiliz G. H. Hardy ve Alman W. Weinberg 1908 yılında gen frekanslarını belirlemek üzere birbirlerinden bağımsız olarak bir formül geliştirmişlerdir. Gen ve genotip frekansları arasındaki ilişkiyi açıklayan bu eşitlik, daha sonraki yıllarda populasyon genetiğinin gelişmesinden sonra önem kazanmış ve Hardy – Weinberg kuralı veya kanunu olarak isimlendirilmiştir.

### 2.1.1. Hardy – Weinberg kuralı (kanunu)

Seleksiyon, mutasyon ve migrasyonun olmadığı ve eşleşmenin rasgele meydana geldiği büyük bir populasyonda, gen ve genotip frekansları generasyondan generasyona değişmez aynı kalır, ve bunun yanı sıra gen ve genotip frekansları arasında basit bir ilişki bulunur. Populasyonun bu özelliklerine Hardy–Weinberg kuralı denir. Gen ve genotip frekansları arasındaki ilişki, populasyon genetiği ve kantitatif genetik konusundaki birçok sonuca temel teşkil etmesi nedeniyle büyük bir öneme sahiptir. Panmiksisin olduğu, yani eşleşmenin eşit şans altında rasgele meydana geldiği, bir populasyona dışarıdan göçle gen akımı yoksa (Populasyona göçle yeni genlerin gelmesi veya populasyonun komşu populasyonla karışması), doğal seleksiyonla gen frekansları değişmiyorsa, mutasyon yolu ile gen ve kromozomlarda değişiklik meydana gelmiyorsa, kural olarak gen havuzundaki genlerin frekansı sabit kalır ve bu populasyonlara **kararlı populasyonlar** denir. Ancak, doğal seleksiyon herhangi bir şekilde populasyon üzerinde etki yaparak gen frekanslarını değiştireceğinden, kararlı populasyonun sürekli kalması mümkün değildir. Bir populasyonda gen ve genotip frekansları arasındaki ilişkileri, tüm bireyleri incelemek suretiyle belirlemek çok zor olduğu için, populasyonu temsil eden bir örnek üzerinde çalışılır. Bir orman populasyonunu temsil eden örnek alanda, incelenen nitelik bakımından resesif heterozigot olan bireylerin fenotiplerinden

belirlenmesi mümkün değildir. Bu bakımdan, öncelikle, araştırılan niteliğin örnek alanda kaç bireyde mevcut olduğu sayılır ve buna dayanarak örnek alandaki gen frekansı saptanabilir. Bu konuyu açıklamak üzere, bir fıstıkçamı populasyonunda tohum verimi yüksek olan yuvarlak kozalaklı bireyler ile tohum verimi zayıf olan sivri kozalaklı bireylerin gen frekanslarının belirlenmesi örnek olarak verilmiştir (Ürgenç 1982):

Populasyonu temsil etmek üzere alınan bir örnek alanda, 1000 bireyden 840 adedinin tohum verimi daha yüksek olan yuvarlak kozalaklılara, geri kalanın da tohum verimi daha düşük olan sivri kozalaklılara sahip oldukları kabul edilirse, örnekteki yuvarlak kozalaklı bireylerin örnekteki toplam birey sayısına oranları  $840/1000 = \%84$  olur. Ancak bu bireylerin yuvarlak kozalak verme yönünden, ne kadarının homozigot (AA), ne kadarının heterozigot (Aa) olduğu ve döllere göre bu oranın nasıl değiştiği bilinemez. Bunun için Aa allellerinin frekansının ne olduğunun belirlenmesi gerekir.

A allelinin populasyonda bilmediğimiz oranına p diyelim  
a allelinin populasyonda bilmediğimiz oranına q diyelim  
p (yuvarlak) + q (sivri) = 1 dir. Bunlardan birinin frekansı bilinirse, diğeri bulunabilir.  $p = 1 - q$  ,  $q = 1 - p$  dir.

Yuvarlak kozalaklı (AA) ve sivri kozalaklı (aa) bireylerin, erkek ve dişi gamet oluşturma ihtimalinin aynı olduğunu varsayalım. A ve a allel genlerinin olduğu bu populasyonda; AA, Aa, ve aa genotipli bireyler bulunur. A geninin populasyondaki frekansı p, a geninin q olursa, bunların meydana getireceği kombinasyonlar ve frekansları şematik olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir.

Gametler ♂	p (A)	q (a)
♀ p (A)	$p^2$ (AA)	pq (Aa)
q (a)	pq (Aa)	$q^2$ (aa)

Eğer populasyonda AA bireylerinin frekansı aa bireylerinin frekansına eşitse  $p + q$  denkleminde  $0.5 + 0.5 = 1$  dir.

Bu takdirde;  $p^2 + 2pq + q^2 = 0.25 + 0.50 + 0.25 = 1$  olur. Birbirlerini takip eden generasyonlarda, populasyon 0.25 AA, 0.50 Aa ve 0.25 aa genotipindeki bireylerden oluşur.

Yukardaki örnekte, yuvarlak kozalaklı bireyler 100 bireyden 84 ünü oluşturuyorsa, resesif homozigot sivri kozalaklılar  $16/100 = \%16 = 0.16$  bireyi oluşturur. 84 yuvarlak kozalağın ne miktarının homozigot (AA), ne miktarının heterozigot (Aa) olduğu Hardy–Weinberg kuralına göre saptanabilir:

$$AA (p^2) + 2Aa (2pq) + aa (q^2) = 1$$

$$Aa = q^2 = 0.16 \text{ ise, } q = 0.4 \text{ dür.}$$

$$P + q = 1 \text{ eşitliğinde } q \text{ yerine koyulursa } p = 0.6 \text{ bulunur.}$$

Buna göre ,  $p^2 + 2pq + q^2 = 1$  eşitliğinde p ve q değerleri yerlerine koyulursa,  $0.36 AA + 0.48 Aa + 0.16 aa = 1$  dengesi kanıtlanmış olur. Buna göre popülasyondaki genotiplerin frekansları aşağıda belirtildiği gibi oluşur:

AA homozigot yuvarlak kozalaklı bireylerin frekansı	= % 36
Aa heterozigot yuvarlak kozalaklı bireylerin frekansı	= % 48
Aa homozigot sivri kozalaklı bireylerin frekansı	= $\frac{\% 16}{\% 100}$

Popülasyonda rasgele eşleşmeler olduğu sürece ve gen frekanslarının değişimine yol açan migrasyon, seleksiyon ve mutasyon gibi olaylar gerçekleşmediği sürece popülasyondaki yuvarlak ve sivri kozalaklı bireylerin sayıları generasyondan generasyona aynı kalacaktır.

### 2.1.2. Gen frekanslarının değişimi

Eşleşmenin rasgele olduğu büyük popülasyonlarda, genetik yapıyı bozmaya yönelik bir etki olmadığı sürece, gen ve genotip frekansları değişmez. Genlerin ve buna bağlı olarak de genotiplerin frekanslarının değişimine yol açan gelişmeler, uzun bir süreç içinde bir popülasyonun veya popülasyon gruplarının fenotipik karakteristiklerinin değişmesine neden olurlar. İşte bu evrimsel değişime **Evolusyon** denir. Evolusyonun oluşmasına neden olan faktörler; *Seleksiyon, Mutasyon, Migrasyon. İzolasyon ve Genetik Kayma* 'dır .

#### 2.1.2.1. Seleksiyon

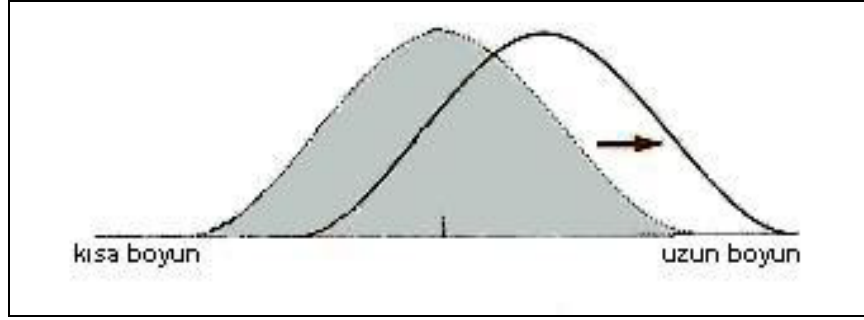
Seleksiyon, evolusyon ve ağaç ıslahının temel bir faktörüdür (Wright 1976). Doğada bitkilerin yaşamaları ve üremeleri doğal seleksiyona bağlı bir olaydır. Çevrelerine uyum sağlayan bir genetik yapıya sahip popülasyonlar daha çok yaşarlar ve daha çok ürerler.

Sürekli değişim halinde olan çevreye uyum için, populasyonlar da sürekli olarak doğal seleksiyona tabi olurlar. Bir populasyonda değişen çevre koşullarına uyum sağlayan bireyler kalırken, uyum sağlayamayan bireyler elimine olurlar. Populasyonda kalan bireylerin gen frekansları artar ve bunlar daha çok çoğalmaya başlarlar. Böylece eskisinden farklı yeni bir populasyon oluşur. Bir türün, yetişme ortamı istekleri bakımından optimumda bulunması halinde genetik çeşitlilik en yüksek seviyesine çıkar. Değişen çevre koşullarında doğal seleksiyona uğrayan populasyonlarda ise genetik zenginlik azalır. Örneğin bir yörede, iklim yavaş yavaş fakat devamlı olarak soğursa, düşük sıcaklıklar bir selektif baskı etkisi yapar ve yörede sadece bu koşullara uyum sağlayabilen genotipler yaşayabilir. Zamanla bu doğal seleksiyon, populasyonu soğuk koşullara dayanıklı bireylerden oluşan ve bunun gerektirdiği morfolojik ve fizyolojik farklılıklara sahip olan yeni bir populasyona dönüştürür. Doğal seleksiyon kalıtsal çeşitliliği azaltır fakat tamamen ortadan kaldırmaz. Bu nedenle populasyonlar, çeşitli etkilerle değişen çevre koşullarına uyabilirler. Bir populasyondaki bireylerin, değişen çevre koşullarına uyum sağlamak için morfolojik ve fizyolojik yönden değişime uğramalarına **adaptasyon** denir. Doğal seleksiyon, coğrafik varyasyonların ortaya çıkmasına neden olur. Örneğin, kuzey bölgelerindeki yüksek mıntikalarda, geniş tepeli ağaçlar yoğun kar baskısı sonucunda kırılarak elimine olurken sivri tepeli ağaçlar kar baskısına dayanıklı olmaları nedeniyle ayakta kalmaktadırlar. Bunun sonucunda, sivri tepeli ve kar baskısına dayanıklı bir dağ çamı tipinin karakterize ettiği yeni bir coğrafik varyasyon ortaya çıkmaktadır. Don etkisinin kuvvetli olduğu bir yetişme ortamında, erken çiçek açan bireylerin çiçekleri geç donlardan zarar gördüğu için bazı yıllar çok az tohum vermekte ve bunlara ait gen frekansları azalmakta ve zaman içinde elimine olmaktadır. Bunun sonucunda doğal seleksiyon yoluyla belirli genlerin, genotiplerin ve fenotiplerin oranlarında değişiklikler meydana gelmekte ve bu populasyonlar ayrı ırklar olarak tanımlanmaktadır.

Doğal seleksiyon, bir populasyona zaman içinde yaptığı etki bakımından üç ana gruba ayrılır. Bunlar “*yönlendirici seleksiyon*,” “*dengeleyici seleksiyon*” ve “*çeşitlendirici seleksiyon*”dur (Graham ve ark., 2004).

Yönlendirici seleksiyon: Kantitatif bitki karakterlerinin çoğu, iki veya daha çok gen tarafından kontrol edildiklerinden populasyon içinde büyük bir çeşitliliğe sahiptirler. Bir kantitatif karakter, iki uç değer arasında çan eğrisi şeklinde bir dağılım gösterir. Yönlendirici seleksiyonda, ilgili karakterin uç değerlerinden birisi daha avantajlı durumdadır ve bu karaktere sahip olan bireyler daha çok ürerler ve

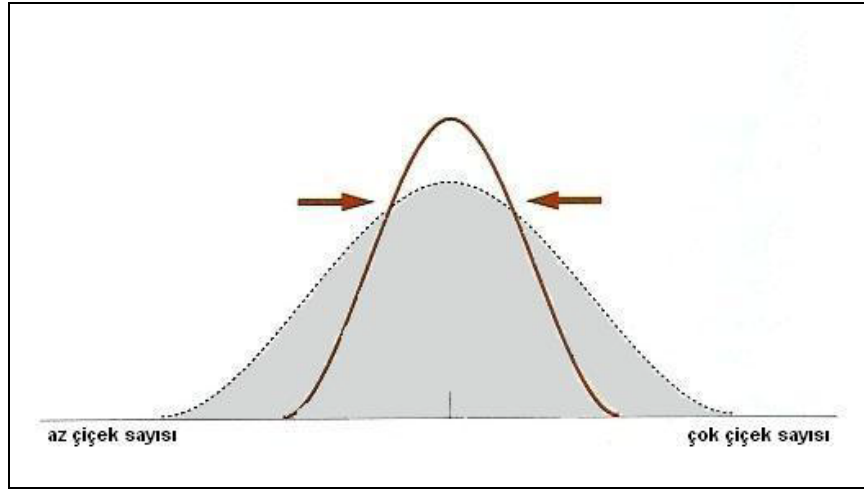
yaşarlar. Örneğin zürafaların uzun boyunlu olmaları, büyük bir olasılıkla yönlendirici seleksiyon sonucunda ortaya çıkmıştır. Zürafa popülasyonunda daha uzun boyunlu bireyler, yüksek ağaç dallarına uzanarak daha çok yiyecek elde etme avantajına sahip olduklarından, daha çok yaşamış ve daha çok yavru bırakmışlardır (Şekil 16).



Şekil 16. Yönlendirici seleksiyon (Graham ve ark., 2004)

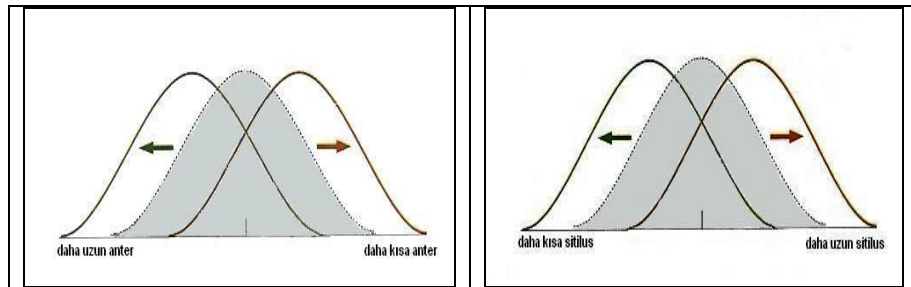
**Dengeleyici seleksiyon:** Dengeleyici seleksiyonda, ortalama değere yakın özellikteki bireyler avantajlı durumdadır. Doğal seleksiyon ekstrem uçlardaki bireyleri eleyip atar. Sonuçta dağılım aralığı küçülür ve çeşitlilik azalır. Bir bitki türünün sahip olduğu çiçek sayısı, dengeleyici seleksiyon yoluyla belirlenmiş olabilir. Çiçek üretimi, bir bitki için enerji kaybı demektir. Diğer taraftan bitki, neslini devam ettirmek için çiçek üretmek zorundadır. Az sayıda çiçek, üreme ve çoğalma şansını riske sokar. Çok sayıda çiçek de, bitki için çok fazla enerji harcamak ve bu yüzden bizzat kendi yaşamını riske sokmak demektir. İşte dengeleyici seleksiyon üreme başarısı ve enerji harcanması arasındaki dengeyi bulacak şekilde çiçek sayısını belirlemektedir. Aşırı uçlardaki bireylerin elenmesiyle, optimum çiçek sayısına sahip bireylerin popülasyondaki frekansları çoğalmaktadır (Şekil 17).





Şekil 17. Dengeleyici seleksiyon (Graham ve ark., 2004)

Çeşitlendirici seleksiyon: Ortalama değere sahip olan bireyler, uç değerlere sahip bireylere göre daha az avantajlı durumda olursa, çeşitlendirici seleksiyon görülür. Aynı tür içinde bulunan iğne çiçekli ve saçak çiçekli bitkiler, çeşitlendirici seleksiyon yoluyla, başlangıçta erkek ve dişi organları aşağı yukarı aynı uzunlukta olan bitkilerden evrimleşmişlerdir. Bu seleksiyon tipinin etkisiyle, iğne çiçekli bitkiler uzun situlusu (dişi organı) ve kısa anterleri (erkek organları), saçak çiçekli bitkiler de uzun anterleri ve kısa situlusu kazanmışlardır (Şekil 18).



Şekil 18. Çeşitlendirici seleksiyon (Graham ve ark., 2004)

### 2.1.2.2. Mutasyon

Bir canlının genotipinde meydana gelen ani değişikliklere mutasyon denir. Mutasyonlar, kalıtsal materyalin normal

kombinasyonunu değiştirmeyen, kalıtsal yapıdaki herhangi bir değişikliklidir. Ancak, bir sonraki kuşağa kalıtsal olarak aktarılabilen mutasyon, üreme hücrelerinde görölen mutasyondur. Mutasyon terimi; kromozom sayısının değişmesini, kromozomların yapılarının değişmesini ve genlerdeki değişiklikleri kapsar (Ürgenç 1982, Demirsoy 1991, Graham ve ark., 2004). Mayoz bölünmesi sırasında homolog kromozomların karşılıklı kısımları arasında, eşit uzunlukta parça değişimi meydana gelir. Krosing-over diye bilinen bu olay, mayoz bölünme sırasında yaygın olarak görölen bir olaydır. Bazen, krosing-over sırasında değişen parçalar eşit uzunlukta olmaz, ya da homolog kromozomların karşılıklı kısımları arasında değil, başka kısımları arasında olabilir. Böyle bir durumda, kromozomlardan birinin bir parçası eksilmiş olur. Başka bir durumda ise, kromozomlardan biri, aynı parçadan iki kopyaya sahip olabilir. Bu şekilde ortaya farklı mutasyon tipleri çıkmış olur. Bu mutasyonlar, bunlara sahip olan canlıların bir veya birçok özelliklerinde değişikliklere neden olurlar. Doğada kendiliğinden oluşan mutasyonlara “*spontane mutasyon*” veya “*doğal mutasyon*” denir. Mutasyon bir ağacın büyüklüğü, şekli veya iç yapısı üzerinde etkili olabilir. Genler, kromozom üzerinde belirli noktalarda (lokus) yer alırlar, ve nadiren kromozom üzerinde yer değiştirirler. Bir genin bir alleli mutasyonla bir değişime uğrarsa popülasyondaki denge bozulur, gen frekansında değişme olur. Mutasyonların etkileriyle meydana gelen gen frekanslarındaki değişim uzun bir dönem içinde yavaş yavaş gerçekteşir. Ancak her mutasyondan sonra, gen kaynağı zamanla tekrar stabil hale gelir. Mutasyona uğramış genler genellikle resesifler ve popülasyonda hayatiyetlerini devam ettiremezler. Bazı mutantlar selektif bir üstünlük göstererek gen frekanslarının değişimine ve buna bağlı olarak evolüsyona neden olan değişimlere yol açabilirler. Ancak bu mutasyonlar tesadüfen oluşurlar. Popülasyondaki bireylerin koşullara daha iyi uyum sağlamaları için meydana gelmezler. Örneğin albino mutasyonu klorofil oluşumuna engel olur ve çimlenmeden sonra intaş fidecikleri fotosentez yapamaz ve ölürler. Normal gelişimi engelleyen mutasyonlara, *öldürücü* (letal) mutasyonlar denmektedir. Bitkilerdeki albino geni, letal mutasyona bir örnektir.

Mutasyonlar ancak fenotipte bir değişiklik olduğu zaman kendilerini belli edebilirler. Ağaçların yaşam dönemleri içinde mutasyon meydana gelebilir. Farklı şekil ve formlar, farklı renkte çiçekler olarak görölebildikleri gibi, bitkinin sadece bir kısmında veya bir dalında oluşan somatik mutasyonlar olarak da görölebilirler. Bu şekilde, bazı yeni fizyolojik ve morfolojik özellikler ortaya çıkabilir. Örneğin, bir tomurcukta meydana gelen mutasyon, o tomurcuktan oluşan dölde hasıl olan çiçek ve sürgünlerde görölebilir (tomurcuk mutasyonu). Normal

yeşil bir bitki üzerinde, yaprakların bir kısmının alacalı olması, bu tip bir mutasyonun belirtisidir. Vejetatif üretme (aşı, çelik, v.b.) ile bitkilerin mutant özellikleri kolayca devam ettirilebilmektedir. Bu nedenle, park ve bahçe bitkileri ile peyzaj mimarlığı yönünden yapılan çalışmalarda mutasyonların özel bir önemi bulunmaktadır.

Gen mutasyonunda normal olarak bir DNA zinciri içinde, sadece bir veya birkaç adet nükleotidin değişimi söz konusudur. Böyle mutasyonlar doğada tesadüfen ortaya çıkabilir, veya bazı kimyasal maddeler ve radyasyon tarafından ortaya çıkarılabilir. Bir gen mutasyonu sonucunda, nükleotid dizisindeki normal dizilim sırası değişir. Bu sıra değişince, değişimin miktarına ve genin fonksiyonunda yol açtığı etkilere bağlı olarak, canlı için yararlı veya zararlı bir sonuç ortaya çıkar. Eğer nükleotid dizisindeki değişiklik, genin fonksiyonunu etkileyen bir değişiklik değilse, o zaman bu mutasyonun canlıya etkisi olmaz. Gen mutasyonları ileriye doğru veya geriye doğru meydana gelirler. Mutant bir gen, diğer mutant allellere doğru değişimler gösterir ise buna “*ileri doğru mutasyon*”, tekrar eski haline yani normal allele gene dönerse buna da “*geriye doğru mutasyon*” denir.

Populasyon genetiği çerçevesinde, tek bir mutasyonun meydana getirdiği sonuç, Wright (1976) tarafından aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

AA genlerine sahip ağaçların bulunduğu bir populasyonda, bir ağaçta “A” dan “a” ya doğru bir mutasyonun olduğunu düşünelim. O ağaç hiçbir döl bırakmadan ölebilir. Çevresindeki AA allelleri taşıyan bireyler ile döllendiği takdirde ise, döllerinin yarısı homozigot AA olabilir. Bundan sonra, kendi kendini dölleyebilir ve bu takdirde, döllerinin %25’i homozigot AA olabilir. Eğer populasyon dengede ise ve her ağaç ortalama bir döl bırakıyorsa, belirtilen ihtimallerin birinin gerçekleşme olasılığı ve mutant gen “a” nın orijininin bir generasyon içinde yok olma olasılığı 0.368’dir. Eğer mutant gen birinci generasyonda hayatiyetini devam ettirirse, ikinci, üçüncü veya daha sonraki generasyonlarda yok olma olasılığı vardır. Bu yok olma olasılıkları, mutasyon zararlı ise arttırılır, yararlı ise azaltılır. Ortaya çıkan yeni mutasyonların çoğu zararlıdır ve bu nedenle yeni mutantların büyük bir kısmının nesilleri sonunda yok olurlar. Hayatiyetlerini devam ettirebilenler, başka genler ile birleşme avantajını sağlayabilenlerdir.

Ağaç ıslahçıları, sabit tekrarlı mutasyon olan, tek mutasyonlarla fazla ilgilenmezler. Bu mutasyonların değişim hızları aşağıdaki formülle açıklanabilir:

$$\Delta q = up - vq ,$$

Burada; p, A geninin; q, a geninin frekansını,

$v$ , A dan a'ya;  $u$ , a'dan A'ya olan mutasyon hızını göstermektedir.

Mutasyon hızındaki farklılıkların sonucu olarak, gen frekanslarında değişimler meydana getirmede gerekli olan generasyon sayılarının hesaplamak üzere bazı formüller geliştirilmiştir. Bununla ilgili bazı örnekler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Mutasyon hızına göre değişen generasyon sayıları

q' nun 0.1 den 0.2 ye değişimi için gerekli generasyon sayısı	Mutasyon hızı	
	u	v
4463	0.00003	0.00002
44.6	0.003	0.002
59	0.002	0
12	0.01	0

Tablo 1'in son satırında görülebileceği gibi, ışınlamalar sonucunda oldukça yüksek mutasyon oranları beklenebilir. Bu durumda bile, normal bir seleksiyon entansitesi ( $s = 0.1$ ) ile 8 generasyonda elde edilebilecek bir değişim için 12 generasyon gerekmektedir. Bu nedenle evolusyona bağlı değişimlerin hesaplanmasında veya pratik ıslah çalışmalarında mutasyon hızları genellikle göz önüne alınmaz.

### 2.1.2.3. Migrasyon

Migrasyon (Göç), polenler ve tohumlar vasıtasıyla populasyonlar arasında meydana gelen gen akışına denir. Migrasyon ile bir populasyona yeni alleller gelir veya bu populasyondaki alleller başka populasyonlara gider. Birçok tür doğal yayılış alanları içinde, farklı yetişme ortamlarında büyüyen yerel populasyonlara sahiptir. Her populasyonda diğerlerinde bulunmayan farklı alleller olabilir. Bir populasyona dışarıdan gelen bireyler, yerel populasyonun bireyleri ile eşleşince, bunların genleri (allelleri) de, alıcı populasyonun gen havuzuna karışmış olur. Gen akışı yüksek oranda gerçekleşirse, alıcı populasyon ile verici populasyonun gen havuzları birbirine benzer hale gelir. Bunun tersine migrasyon ve gen akışı çok az düzeyde ise, o zaman doğal seleksiyon ve genetik kayma, söz konusu olan populasyonların gen havuzlarının birbirlerinden farklı olmasını sağlamaya devam edecektir. Migrasyon, populasyonlar arasındaki farklılığın azalmasına

yol açarken, doğal seleksiyon ve genetik kayma, populasyonlar arasındaki farklılığın artmasına neden olmaktadır (Graham ve ark., 2004).

Migrasyon ve mutasyon, birbirlerine göre farklı işlemlere sahip olmalarına rağmen, bir populasyona yeni genlerin ithal edilmesini sağlamaları yönünden benzerlik gösterirler. Ancak, mutasyonun hızı genellikle çok düşüktür, migrasyon hızı ise duruma göre değişir. Migrasyonda, biz bir populasyona olan gen akışını göz önünde tutarız; polen ve tohum genellikle o kadar çok üretilir ki, bunların başka bir populasyona hareketleri, meşcerenin genetik yapısını etkilemez. En basit durum, geniş bir verici populasyondan, küçük bir alıcı populasyona tohum ve polen akışıdır :

$q_D$  ve  $q_R$  nin sırasıyla bir verici ve bir alıcı populasyondaki,  $a$ 'nın frekansları olduklarını farzedelim.  $m$  ise, vericinin tohumlarının, “verici + alıcı” tohumlarına oranı olsun ( $m = \text{verici} / \text{verici} + \text{alıcı tohumları}$ ) Polen için bu değer; polen, bir ağaçta genlerin sadece yarısını sağladığı için,  $m = \text{verici} / 2$  (verici + alıcı polenleri) şeklinde olur.

Bu takdirde;

$$\Delta q_R = m (q_D - q_R) \text{ formülü elde edilir.}$$

Bu formül, bir tohum bahçesine dışarıdan gelen yabancı polenin miktarını değerlendirmede kullanılabilir. Aynı zamanda, büyük bir populasyondan küçük bir populasyona olan migrasyonun etkisini tahmin etmede kullanılabilir (Wright 1976).

Bir türün değişik ırklarına ait populasyonlar, gen frekansları bakımından büyük farklılıklar gösterirler. Örneğin, kızılçam birçok yörede (Fethiye, Alanya, Antalya, Manavgat) çok kısa mesafeler içinde, deniz seviyesinden itibaren 1200–1500 m. rakımlara kadar, çeşitli yükselti ırklarına sahiptir. Uşak gibi, sahil şeridi ile İç Anadolu arasındaki yayılış yörelerinde ise, hem yatay hem de düşey yayılışında büyük bir varyasyon göstermektedir. Bu nedenle kızılçam populasyonları, ekolojik farklılıklardan kaynaklanan çeşitli yetişme muhiti ırkları oluşturmakta ve genetik yönden birbirlerinden önemli farklılıklar göstermektedirler. Antalya bölgesinde yapılan bir çalışmada; üç farklı yükseltiden örneklenen altı adet doğal populasyon üzerinde gerçekleştirilen araştırmalarda, orta zon populasyonlarının daha hızlı büyümekte oldukları, daha düzgün gövde ve daha dar tepe oluşturdukları saptanmıştır. Populasyonlar arasında, boy, çap, gövde düzgünlüğü, bazı dal ve tepe karakterleri için önemli düzeyde genetik çeşitliliğin mevcut olduğu da belirlenmiştir (Işık 1998). Kızılçamın, özellikle Akdeniz bölgesinde, yükseltiye bağlı olarak göstermiş olduğu

genetik varyasyon, çeşitli araştırmaların sonuçlarına dayalı olarak kanıtlanmıştır (Işık 1986, Işık ve Kaya 1993, Kaya ve Işık 1997). Diğer orman ağaçlarında da farklı ırklar oluşmasına neden olan en önemli etmen, populasyonlar arasında polen ve tohum migrasyonu sonucunda gen frekanslarında farklılıkların ortaya çıkmasıdır.

Uçma yeteneğine sahip olan tohumlar ve polenler, çok uzak mesafeler kat ederek populasyonlar arasında migrasyonun gerçekleşmesini sağlarlar. İğne yapraklılardan başta sarıçam olmak üzere birçok çam türü, ladin ve duglaz türlerinin tohumları çok uzak mesafelere uçabilmektedir. Bu konuda ülkemizde yapılan araştırmalarda sarıçam tohumlarının 480 m, karaçam tohumlarının ise 400 m mesafelere kadar uçabildikleri saptanmıştır (Pamay 1962). Bu mesafe yapraklılarda, özellikle huş, kavak ve söğütlerde çok daha uzundur. Bazı türlerin (kızılağaç, söğüt, kavak) tohumları akarsular ile, bazı türlerin (ıhlamur, akçaağaç, okaliptus, manolya) tohumları böcekler ile taşınır. Ardiç ve kiraz gibi türlerin tohumları ise kuşlar tarafından meyveleri yenmek suretiyle taşınır. Ancak, migrasyonun oluşmasında en çok polenler etkili olur. Polenler birçok ağaç türünde, sahip oldukları hava baloncukları ile kilometrelerce uzaklara taşınabilmektedir. Sarıçam polenlerinin 10–12 saatte 600-700 km mesafeye ulaşabildikleri bildirilmektedir (Ürgeç 1982).

Populasyonlar arasında meydana gelen migrasyon sonucunda, gen frekanslarındaki değişim aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır (Falconer ve Mackay 1996) :

Büyük bir populasyona her generasyonda göçlerle gelen genlerin oranı  $m$  ile gösterilirse, populasyonda mevcut olan yerli bireylerin oranı  $1 - m$  olur. Göçle gelen genlerin frekansına  $q_m$ , yerli genlerin frekansına ise  $q_0$  denirse, populasyondaki tüm genlerin frekansı  $q_1$ , aşağıdaki gibi hesaplanacaktır ;

$$q_1 = mq_m + (1 - m)q_0$$

$$= m(q_m - q_0) + q_0$$

Bir generasyonda olan göçlerle meydana gelen gen frekansındaki değişim  $\Delta q$ , göçlerden önceki frekans ile göçlerden sonraki frekansın farkına eşittir. Bu da aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\Delta q = q_1 - q_0$$

$$\Delta q = m(q_m - q_0) + q_0 - q_0$$

$$\Delta q = m(q_m - q_0)$$

Formülden de görüleceği gibi, bir populasyonda migrasyonla oluşan gen frekansındaki değişim oranı, migrasyonla gelen genlerin oranı ile göçle gelen genlerin ve yerli genlerin frekanslarının farkına bağlıdır.

#### 2.1.2.4. İzolasyon

İzolasyon, migrasyonun tersine gelişen bir olaydır. Populasyonların, birbirlerine göre farklılık gösterebilmeleri için bazı izolasyonlara ihtiyaçları vardır. Seleksiyon, mutasyon, migrasyon gibi etkilerle, uzun bir süreç içinde gen frekanslarının değişimi sonucunda, populasyonlar gen kaynakları birbirinden farklı alt populasyonlara bölünürler. Böylece çeşitli bölgelerde ırklar oluşur ve bunlar coğrafik izolasyonlar sonucunda birbirlerine karışmazlar ve ırk özelliklerini muhafaza ederler. Bu bakımdan, izolasyon migrasyonun karıştırdığı populasyonları birbirinde ayırır, ırk ve daha sonra da alt tür ve türlerin oluşumuna yol açar. Türler ekolojik bir birim olarak, aynı yetişme ortamında gelişen ve kendi aralarında serbestçe eşleşebilen bireyler topluluğu olarak tanımlanırlar. Tür oluşumu için, önce bir coğrafik izolasyonun, daha sonra da genetik izolasyonun meydana gelmesi gerekmektedir. Yeni türler, bir üreme izolasyonunun gelişimiyle ortaya çıkarlar. Türün oluşması için üremede izolasyon zorunludur. Bu olmadan hiçbir tür diğerinden ayıramaz, eğer ayrılmışsa varlığını bağımsız olarak sürdüremez. Coğrafik izolasyon, populasyonlar arasındaki gen akışını önlemenin bir yoludur. Populasyonların coğrafik olarak ayrılmaları birçok şekilde ortaya çıkabilir. Örneğin, büyük bir ormanın, birbirinden ayrı küçük parçalara bölünmesi, buzulların dağlarda ilerlemesi ve sonra geri çekilmesi, bir deniz veya okyanusta volkanlarla yeni adaların oluşması, büyük ve derin bir gölün zamanla kuruyarak birbirinden ayrı küçük göllere bölünmesi gibi olayların her biri, bu ortamlarda yaşayan canlılar için coğrafik izolasyona yol açabilir. Dağlar ve okyanuslar, orman ağaçlarının coğrafik izolasyonunda önemli rol oynarlar. Örneğin, Kuzey Amerika'daki *Pinus strobus* ile Himalaya'da bulunan *P. excelsa* (*P. griffithii*), Avrupa'da *Pinus nigra* ile Japonya'da bulunan *P. thunbergii* böyle coğrafik izolasyonların sonucunda birbirlerinden ayrılmışlardır. Bu türler melezleme çalışmalarında, birbirleri ile çaprazlanabilmektedirler. Mesafe nedeniyle ortaya çıkan bir coğrafik izolasyon, yüzlerce kilometre uzaklıkta iki yer arasında ortaya çıktığı gibi, 600–700 m lik bir yükselti farkı da bu izolasyona neden olabilir. İsveç'te sarıçam için 200 m yükseklik farkının, yatay olarak 150–200 km uzaklığın yarattığı farka eşdeğer olduğu bildirilmektedir (Ürgeç 1982).

En yalın anlamıyla tür, belirgin olarak diğerlerinden morfolojik olarak farklılıklar gösteren bireyler topluluğu olarak tanımlanır. Ancak morfoloji türleri tanımlamak ve ayırt etmek için, tek başına yeterli değildir. Genetiğin bir dalı olan populasyon genetiği değiştikçe, tür kavramı da değişmiştir. Buna göre türün tanımı şu şekilde yapılabilir:

**Tür, bir veya daha çok sayıda populasyondan oluşan, populasyonların bireyleri arasında verimli döller verebilecek düzeyde eşleşme olabilen, başka herhangi bir gruba ait populasyonların bireyleri ile eşleşemeyen bireylerden oluşan bir gruptur.** Bu özellikleri gösteren bireyler, belirli bir türe dahil demektir. Bu kavram, **biyolojik tür** olarak tanımlanır ve bu kavramın temelinde üreme izolasyonu veya genetik izolasyon vardır. Farklı türler, aralarında üreme izolasyonlarının bulunması ile belirlenirler. Başka bir deyişle, bir türe ait olan bireyler, başka bir türe ait bireylerle eşleşip üreyemez ve genlerini başka bir türün gen havuzuna karıştıramazlar.

Biyolojik tür kavramı sadece eşeyli olarak üreyen bitkiler için geçerlidir. Orman ağaçlarının büyük bir çoğunluğu da bu grup içinde yer alırlar. Bu grubun dışında eşeysiz yolla üreyen bitki türleri bulunmaktadır. Bunların içinde, başka türün bireylerini değil, kendi kendini dölemek suretiyle üreyen (bezelye gibi) birçok tarım bitkisi bulunmaktadır. Biyolojik tür kapsamı içinde birçok tür doğal koşullarda başka bir tür ile eşleşip üremez. Ancak, sera veya laboratuvar koşullarında eşleşip yeni döller meydana getirebilirler. ABD'nin doğu eyaletlerinde kara meşe (*Quercus veluntina*) ve kızıl meşe (*Q. coccinea*) türleri, morfolojik olarak birbirlerinden belirgin bir şekilde farklıdırlar ve normal olarak doğada eşleşmezler. Her iki tür de rüzgarla tozlaşır, birbirinden farklı toprak tiplerinde yetişirler ve genel olarak bir arada bulunmazlar. Eğer yetiştikleri doğal çevre değiştirilirse, ya da iki türe ait bireyler bir arada yetiştirilirse, o zaman bu iki türün bireyleri eşleşebilmekte, tohum verebilmekte ve verimli melez döller üretebilmektedir. Bununla birlikte bu iki tür, hala iki ayrı tür olarak kabul edilmektedir. Çünkü, doğal koşullarda eşleşmez ve gen havuzlarını paylaşmazlar. Bitkilerde melezleme çalışmalarının sonucunda, bir türün sporu diğer bir türün yumurta hücrelerini döleyebilir. Genellikle değişik yapıda melezler ortaya çıkar. Bu melezlerin bir kısmından ekonomik olarak yararlanılmaktadır. Bunların bir kısmı eşeysel olarak üreyemedikleri için, çelik, aşı v.b. materyal ile vejetatif olarak çoğaltılırlar ve bu şekilde kalıtsal yapıları değişime uğramaz. Bir kısmı ise, ana ve babaya benzemeyen, verimli olan yeni melezler meydana getirir ki, çok defa bu melez yeni bir tür olarak tanımlanır.

Bir populasyon, aynı türün diğer populasyonlarından ayrı kalırsa, o zaman türün gen havuzu ikiye bölünmüş olur. Ayrı kalan gen havuzu, farklı çevresel güçlere maruz kalırsa, bu toplumdaki bireyler farklı bir evrim geçirerek farklılaşacak ve zamanla ayrı bir tür haline gelecektir. Yeni bir türün oluşumu için iki ana yol bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın olanı, önce coğrafik bir izolasyon olması ve bunu takiben farklı



evrimsel güçlerin işlemesiyle, yeni türün ortaya çıkmasıdır. Farklı alanlar (allopatric) üzerinde meydana gelen bu tür oluşumuna **allopatrik türleşme** adı verilir. Ayrıca, coğrafik izolasyon olmadan da, aynı coğrafik alan içinde (sympatric) tür oluşumu görülür ki, buna da **simpatrik türleşme** denir (Graham ve ark., 2004).

Coğrafik izolasyonun oluşumundan sonra, sıcaklık, toprak, rutubet v.b yönlerden, farklı ekolojik isteklere sahip populasyonlar oluşur ve bunlar ekolojik izolasyonları meydana getirir. Ancak, ırk adı altında tanımlanan bu populasyonları oluşturan izolasyonlar, üreme fizyolojilerinde bir farklılık yaratmadıkları için, izolasyon etkileri ortadan kaldırılabılır. Böylece, yan yana yetiştirmeler, yapay melezlemeler gibi yollarla bir türe ait ırklar birbirlerine karışabilir. İzolasyonlar, ırkların üreme fizyolojilerinde farklılıklar yaratacak boyutlara ulaştığı zaman, populasyonlar birbirlerini dölleyemezler ve bu ırklar ayrı bir tür olarak gelişirler. Özetlersek; homojen yetişme ortamındaki bir populasyonda, zamanla yetişme ortamındaki değişiklikler sonucunda farklı ırklar ortaya çıkar. Populasyonlar arasındaki bu farklılaşmalar, bazı ırk ve alt türlerin coğrafik izolasyonuna neden olmakta, gen ve kromozomlarda değişikliklere yol açarak, sonuçta başka populasyonlarla karışamayan, yani onlarla karşılıklı dölleme yapamayan yeni populasyonlar meydana getirmektedirler. İşte bu yeni populasyonlar artık tür olarak isimlendirilirler.

Bitkilerde simpatrik türleşme, poliploidi ortaya çıktığı zaman görülür. Normal olarak pek çok canlı türünde diploid sayıda kromozom bulunur. Bununla birlikte, çiçekli bitki türlerinin yaklaşık %47 ile %70'i arasında bir bölümü, poliploid kromozom sayısına sahiptir. Başka bir deyişle, poliploid bir bitkide her bir kromozom takımının, diploidlerde olduğu gibi iki değil, dört veya daha fazla sayıda takımı bulunur. Buğday ve patates dahil birçok önemli kültür bitkisi poliploittir. Poliploidi olayı, bitki türleri arasında kısa süre içinde yeni türlerin oluşmasına yol açabilir. Poliploidi, bitki türlerinde, **otopoliploidi** veya **allopoliploidi** şeklinde görülebilir. Otopoliploidide, aynı türün bireyleri arasında kromozom sayısı ikiye katlanır. Çoğu kez, otopoliploid bir bireyin ortaya çıkması için, önce mayoz bölünmesi sırasında kromozomların ayrılamaması, ve bunun sonucunda da diploid gametler oluşması gerekir. Sonra bu şekilde oluşan iki diploid gamet (çoğu kez kendi kendini dölleyen bitkilerde) birleşerek, kromozomların dört takımını taşıyan tetraploid bireyi meydana getirirler. Bu şekilde bireyler yeni bir tür özelliği taşırlar. Simpatrik türleşme daha yaygın olarak allopoliploidi şeklinde görülür. Bu türleşme şeklinde, iki farklı türün çaprazlanması ile ortaya çıkan melez bireyler, tamamen verimli döllere

verirler. Normal olarak bu şekilde ortaya çıkan melez bireylerin steril olması (döl vermemesi) beklenir. Çünkü, iki farklı türe ait ebeveynlerden gelen kromozomlar, homologları olmadığı için, mayoz bölünmesi sırasında eşleşemezler. Ancak, iki ebeveyninden gelen gametlerin döllenmesinden hemen sonra, zigotun ilk bölünmesi sırasında kromozomlar birbirlerinden ayrılmadan aynı nukleus içinde kalırsa ve böylece kromozom sayısı iki katına çıkarsa, işte o zaman ortaya çıkan birey fertil (verimli döl verebilir) halde olur. Bu şekilde ortaya çıkan allopoliploid bireyler, artık yeni bir türdür, ebeveynlerden hiçbiri ile eşleşemez, fakat kendileri gibi aynı durumda olan diğer allopoliploidlerle eşleşerek kendi türüne özgü gen havuzunu sürdürürler (Graham ve ark., 2004).

Irklar veya varyeteleri temsil eden populasyonlar, evolüsyon halinde olan, diğer bir deyimle türleşmekte olan populasyonlardır. Eğer bir populasyon coğrafik izolasyonları takiben, diğer populasyonlarla döllenme, yani gen değişimi yapamayacak duruma gelirse tür oluşumu gerçekleşmiştir demektir. Bu sahadaki izolasyon, tozlaşma mekanizmasında farklılaşma şeklinde olabilir. Her türün kendine has bir tozlaşma ve üreme mekanizması oluşur. Generatif organlar arasında bir uyum olmaz. Bazı türlerde erkek gametler diğer türlerin dişi çiçeklerinde yaşayamaz (Gametofitik uyumsuzluk). Bazı türler birbirleriyle döllenip tohum verirlerse de, bu tohumlardan gelişen bireyler generatif olgunluğa erişmeden önce yok olurlar (melez kısırlığı). Sistematikçiler bu durumu göz önünde tutarak, birbirlerini dölemeyen veya dölleri kısır olan populasyonları ayrı tür olarak kabul etmektedirler. Ancak, yukarıda belirtilen izolasyon mekanizmaları mutlak bir izolasyon sağlayamamaktadır. Bu izolasyonlar çeşitli şekillerde ortadan kaldırılarak melez döller elde edilebilmektedir. Sonuç olarak, sistematikçiler doğada kendiliğinden melezleri oluşmayan populasyonları ayrı bir tür olarak kabul etme durumundadırlar. Hatta, genetik farklılıkları ortadan kaldırmayacak miktarda melez meydana getiren populasyonlar dahi bugün bir tür olarak kabul edilmektedir. Örneğin, *Abies equi-trojani*; *A. bornmülleriana* ile *A. cephalonica* arasında bir doğal melez kabul edilmesine rağmen ayrı bir tür olarak benimsenmektedir (Ürgeç 1982).

Her populasyonun bir gen havuzu vardır. Bir populasyonun gen havuzu, o populasyondaki tüm genlerin bütün allelelerinin toplamını içeren, sanal bir havuzdur. Gen havuzunda bulunan genlerin allel frekansları, belirli güçler tarafından değiştirilirse, evrim ortaya çıkar. Bu evrimsel güçler arasında, mutasyon, rasgele olmayan eşleşme, genetik kayma, göç ve doğal seleksiyon bulunur. Yeni türler, populasyonlar arasında üreme izolasyonu olduğu zaman ortaya çıkar. Allopatrik

türleşmede, populasyonlar önce coğrafik olarak birbirlerinden ayrılırlar, ve zamanla genetik olarak farklılaşırlar. Simpatrik türleşmede, populasyonlar, poliploidi nedeniyle birbirlerine karşı üreme izolasyonu kazanırlar. Günümüzdeki moleküler tekniklerle, populasyonlardan yeni türlerin oluşmasına yol açan genler, geriye doğru izlenerek belirlenebilmektedir. Bu şekilde yapılan çalışmalara göre, canlıya büyük yararlar sağlayan birkaç önemli genin değişmesi, populasyonların üreme biyolojilerinde önemli değişikliklere yol açmakta ve sonuçta bu populasyonların farklı türler halinde ayrılmasını sağlamaktadır.

### 2.1.2.5. Genetik kayma

Küçük populasyonlarda, rasgele meydana gelen veya şans eseri gelişen bir olay sonucunda populasyondaki bazı allelerin yok olmasına genetik kayma denir. Diğer bir anlatım ile, genetik kayma; populasyonun küçüklüğü nedeniyle, generasyondan generasyona panmiksisin (eşleşmenin rasgele olması) tam olmayışından dolayı populasyonun devamlı olarak değişmesi halidir. Bunun sonucunda, allel frekansları birkaç kuşak içinde çabucak değişebilir ve bazıları da yok olabilir. Örneğin, bir bitki türünün bir yörede 100.000 bireyden oluşan bir populasyonu bulunduğunu, bu bitkinin belirli bir karakterini kontrol eden genin sadece iki alleli (A ve a) olduğunu ve toplumda a allelinin frekansının da sadece %1 olduğunu varsayalım. Buna göre gen havuzunda toplam 2000 adet a geni bulunacaktır (her bireyde iki allel olduğuna göre 100.000 bireyde toplam 200.000 allel olacak, bunun %1'i de 2000 edecektir). Bu büyük toplumda, a geni taşıyan birkaç bireyin şans eseri yok olması veya ölmesi, toplumdaki gen frekansını fazla etkilemeyecektir. Ancak, aynı populasyonun 100.000 değil de, sadece 100 bireyden oluştuğunu varsayarsak, toplumda sadece 2 adet a geni var demektir (Bu iki gen büyük bir olasılıkla toplumda iki ayrı heterozigot – Aa-bireyde yer alır). Şans eseri, yüz birey arasından herhangi bir nedenle, Aa genotipindeki bu iki bireyin seçilip yok edilmesi, a allelini toplumdan tamamen silecek, onun frekansını sıfır yapacaktır. İşte küçük populasyonlarda, bir allelin sadece şans eseri olarak azalması veya yok edilmesi olayı, genetik kayma olarak isimlendirilir. Nadir bulunan ve tehlike altında olan sayıca az türler, genetik kayma olayına daha çok maruz kalırlar, ve nadir genlerini kaybedebilirler.

Bu olay, Ürgenç (1982) tarafından, aşağıdaki şekilde açıklanmıştır :

12 bireyden oluşan küçük bir populasyonda; 3 adet AA, 6 adet Aa, 3 adet aa genotipleri olduğunu varsayalım. Burada A allelinin

frekansını a allelinin frekansına eşittir. Bu nedenle,  $p = q = 1 / 2$  dir. Gene varsayalım ki, bu popülasyonda 6 erkek ve 6 dişi birey eşleşerek 6 çift oluşturmuşlardır. Eğer her çift 4 döle sahip olursa, popülasyonun büyüklüğü 12 bireyden 24 bireye çıkarak iki kat artacaktır. Fakat gen frekansları aynı, yani  $p = q = 1 / 2$  kalacaktır. Orijinal popülasyonda mümkün olan tüm eşleşme kombinasyonları ve bu eşleşmelerden oluşacak gen frekansları aşağıdaki Tablo 2’de gösterilmiştir .

Tablo 2.Eşleşme kombinasyonlarına göre oluşan gen frekansları

Genotip	Gen Frekansları	
	p	q
AA x AA	1.0	0
AA x Aa	0.75	0.25
AA x aa	0.50	0.50
Aa x Aa	0.50	0.50
Aa x aa	0.25	0.75
aa x aa	0	1.0
Toplam	0.50	0.50

Tablodan da görüleceği gibi, yukarıdaki iki ve aşağıdaki iki eşleşme kombinasyonunun gerçekleşmemesi durumunda, p ve q frekanslarındaki eşitlik bozulacak ve müteakip generasyonlarda, popülasyonun gen havuzunun frekansları da değişmiş olacaktır.

### 3. ISLAH YÖNTEMLERİ

Orman ağaçlarında çeşitli nitelikler yönünden geniş bir varyasyon vardır ve bu varyasyon içinde çok sayıda kalıtsal karakter bulunur. Bu kalıtsal karakterler, ağaç türüne göre ve ekonomik değerlerine göre önem taşırlar. Örneğin, endüstrilerin istediği odun özelliklerinin ne olduğunu bilmek ve ıslah çalışmalarını bu yönde yoğunlaştırmak gerekir. Hızlı gelişme, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanıklılık, odunun teknolojik özellikleri gibi hususlar, en başta gelen ıslah amaçlarıdır.

Belirli bir amaca ulaşmak için en uygun ıslah yöntemini seçmek gerekir. Bu yöntem seçilirken, seçimde etkili çok sayıda faktörün olduğu unutulmamalıdır. Islah yönteminin seçiminde, ilgili karakterin kalıtımı konusunda ne derecede bilgi sahibi olduğu önemlidir. Kalıtsallıkla ilgili yeterli bilgi mevcutsa, kitle seleksiyonuna yönelip bundan genetik kazanç sağlanması mümkündür.

Orman ağaçlarının ıslahı ile, tarım bitkilerinin ıslahı konusunda yapılan çalışmalarda önemli farklar olduğu daha önce belirtilmişti. Orman ağaçlarının ıslahında tarım bitkilerine göre dezavantajlar yaratan bu farklılıklar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

1. Orman ağaçlarının ortagenileri, yani hayat devreleri, tarım bitkilerine göre çok uzundur. Orman ağaçlarında bir generasyon, bazen bir yüzyıldan daha fazla sürer, tarım bitkilerinde ise birkaç yıl içinde birçok generasyon geçebilir.
2. Orman ağaçlarının yetişmesinde, dış etkenleri kontrol altında tutmak mümkün değildir veya çok zordur.
3. Orman ağaçlarının boyutlarının büyüklüğü, ıslah çalışmalarında önemli güçlükler yaratır.

Orman ağaçları türleri arasında da, ıslah yöntemleri yönünden farklılıklar olabilir. Kavak ve söğüt gibi vejetatif yünden kolay üretilen türlerin, kısa rotasyonla yetiştirilmeleri de eklenince, generatif üremeye bağlı uzun rotasyonlu türlere göre önemli bir avantaja sahip oldukları görülmektedir. Orman ağaçlarının ıslah yöntemleri üç ana grupta toplanır. Bunlar; selektif ıslah, melezleme ıslahı ve mutasyon ıslahıdır. Biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanıklı tür, orijin, klon ve birey seçimlerine ilişkin konular bu üç temel ıslah yöntemi içine girmekle birlikte, bazı özel çalışmaları kapsadığından “mukavemet ıslahı” başlığı altında dördüncü bir alt bölüm içinde incelenmiştir.

### 3.1. SELEKTİF ISLAH

Bir populasyon içinden belirli kriterlere göre, bireylerin seçimi ve bunların birbirleriyle çaprazlanmaları, selektif ıslah yöntemidir. Bu yöntemin bir şekli, doğada kendiliğinden meydana gelen doğal seleksiyon yerine, seçimin insanlar tarafından yapıldığı *kitle seleksiyonu* (mass selection) dur. Diğer şekilleri; aile ve klonal seleksiyon, deneme plantasyonlarının tesisi ve ölçümleri gibi çalışmaları kapsar. Selektif ıslah programları, genellikle önemli bir masrafı gerektirdiğinden, geniş çapta ağaçlandırmaları yapılan ekonomik değeri yüksek türler için uygulanırlar. Teorik olarak, genetik ıslah, ağacın herhangi bir karakteristiği için beklenebilir. Ancak uygulamada, özel bir karakter için ıslahın elde edilme ihtimali, türlere göre büyük farklılıklar gösterir ve birçok araştırma çalışması tamamlanıncaya kadar ne ölçüde bir ıslahın elde edilebileceği bilinemez.

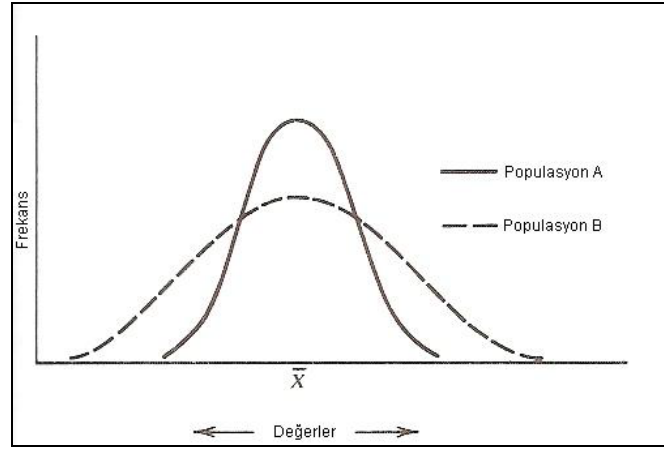
Bir seleksiyon programının amacı, mevcut genetik temeli devam ettirmek kaydıyla, en kısa zamanda ve en ekonomik şekilde, önemli bir genetik kazancı elde etmektir. Uygulamalı ağaç ıslahı programlarında, tüm seleksiyon yöntemleri aynı genel prensibe bağlıdır. Bu prensip, ıslah ve üretim programlarında ebeveyn olarak kullanmak üzere en uygun özelliklere sahip bireylerin seçimidir. Seleksiyon, genellikle bir ağaç ıslahı programının ilk basamağını teşkil eder ve ilk generasyonla ondan sonraki generasyonlarda ne kadar genetik kazanç sağlanabileceğini belirler. Bu nedenle, başlangıç masraflarını düşürmek için yapılacak zayıf bir seleksiyon çalışması kesinlikle uygun görülmez. Seleksiyonun büyüklüğünün ve entansitesinin yüksek tutulması, başlangıçta masrafların artmasına neden olur, ancak gelecekteki kazanç bu masrafı fazlasıyla karşılar. Bir ıslah programında, çeşitli seleksiyon yöntemleri uygulanabilir. Seçilen yöntem, populasyondaki varyansın tipine, kalıtım ile ilgili bilginin mevcut olup olmamasına ve tohum üretim bahçesinin tesisindeki aciliyet derecesine bağlıdır. Birçok türde, seleksiyonla; gövde düzgünlüğü, hastalıklara mukavemet, odun kalitesi, farklı ortamlara adaptasyon gibi hususlarda önemli bir ıslahın hızlı olarak elde edildiği bildirilmektedir.

Genetik ıslahı sağlamak üzere, arzu edilen niteliklere göre, populasyonların ve bireylerin fenotipik seçimine **seleksiyon** denir. Ancak, bir ağacın fenotipinin iyi olması, genotipinin de iyi olduğunu göstermez. İyi bir genotipi olsa bile, bu özelliğinin döllerine geçme olasılığı zayıftır.

Örneğin ;  $AaBb \times AaBb$  çaprazlaması 4 tip gamet oluşturur. Bunlar; AB, Ab, aB, ab dir. F1 generasyonu aşağıdaki gibi oluşur :

♂	♀	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb	
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb	
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaEb	
Ab	AaBb	Aabb	aaEb	aabb	

Meydana gelen 16 genotipten yalnız 4 tanesi ebeveynine (AaBb) benzer. Bir meşcerede iyi fenotiplerin kötü fenotiplere göre, daha iyi döller (genotipler) verdikleri bilinmektedir. Selektif ıslah, genellikle yetişme ortamı koşulları yeknesak olan doğal meşcerelerde beklenen iyi sonucu verir. Genetik farklılıklar gösteren doğal populasyonlardan, ıslah amacına uygun populasyon ve bireylerin seçilmesi, eskiden beri kullanılan bir ıslah yöntemidir. Tarımda, yabancı formlar içindeki seleksiyon çalışmaları, generasyonlar boyunca devam ettirilmiş ve atalarından çok farklı kültür bitkileri yetiştirilmiştir. Doğal ormanlarda kendiliğinden oluşan seleksiyon, bugün insanlar tarafından, tarımda olduğu gibi yapay yoldan gerçekleştirilmektedir. Yapay seleksiyon doğal seleksiyonla iç içedir. Diğer bir ifadeyle, bu seleksiyon çalışmaları doğada mevcut varyasyondan yararlanmayı ve kendi materyalini bunların içinden seçmeyi amaçlar. Selektif ıslahta, melezleme ve mutasyon ıslahında olduğu gibi yeni kombinasyonlar ve yeni özellikte bireyler elde etmek söz konusu değildir. Bir populasyonda varyasyon ne kadar büyük olursa, seleksiyon da o ölçüde fazla olur. Populasyonlarda çok değişik tiplerde biyolojik dağılım olabilir, fakat en fazla karşılaşılan “normal dağılım” dır. Farklı varyanslara sahip iki populasyonun (A, B), ortalamaları aynı olsa bile, varyansı büyük olan B populasyonunun dağılımı A populasyonuna göre daha geniştir (Şekil 19).



Şekil 19. Farklı varyanslara sahip iki populasyonun dağılımı

Bir tür içinde yapılan seleksiyon çalışmalarının, türün optimal yayılış gösterdiği populasyonlar içinden gerçekleştirilmesi önemlidir. Çünkü, bu populasyonlarda geniş bir genetik varyasyon vardır. Türün yayılışının sınırlarına gidildiği zaman genetik varyasyon azalır. Bu nedenle, ülkemizde kızılcım ve sedir gibi optimum yayılışını yapan türlerde selektif ıslah çalışmaları büyük önem taşır. Genetik varyasyonları gittikçe daralmakta olan bu türlerin ve ekonomik değerleri yüksek olan diğer türlerimizin tohum meşcereleri büyük ölçüde seçilmiş ve koruma altına alınmıştır (Anon.2000).

Populasyonların seçimini ele alan seleksiyona, kitle (mass) veya fenotipik seleksiyon denir. Tohum meşcereleri böyle bir seleksiyon sonucunda seçilirler. Kitle seleksiyonu ile, gelişme hızı ve form bakımından her generasyon için %3-10 civarında bir genetik kazanç sağlanabilir. Orijinal populasyon içinde yapılacak seleksiyon, daha sonra oluşturulacak populasyonun genetik kalitesini önemli derecede etkiler. Bir karakterin genetik komponentlerinin önemi, ya seçilen bireylerden alınan vejetatif materyalle tesis edilen arazi denemeleriyle, ya da projeni (döl) denemeleriyle saptanabilir. Her iki durumda da fenotipik seleksiyon, çalışmanın esasını teşkil eder. Seleksiyon kriterleri arttıkça elde edilecek genetik kazanç çoğalır. Ancak, bu durum türe ve seçim yapılacak populasyonun kalitesine bağlıdır. Doğal ormanların veya ağaçlandırma ormanlarının yayılış alanları içinde yapılacak bir ön inceleme, çeşitli karakterler yönünden seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi bakımından kolaylık sağlar. Bu husus, doğal ve egzotik türlerin ilk generasyonları için uygulanacak seleksiyon programlarında, populasyonların genetik kalitelerine zararlı etkileri engellemesi bakımından da özel bir öneme sahiptir.



### 3.1.1. Fenotipik seleksiyon üzerinde etkili olan faktörler

Fenotipik seleksiyona bağlı genetik kazancın başarısı, çeşitli faktörlere bağlıdır. Bunların içinde en önemlileri; seleksiyondaki karakterlerin tip ve sayıları, seleksiyon entansitesi ve üretim metodudur (Quijada 1985).

Karakterin yüksek veya düşük kalıtım değerine sahip olması, seleksiyondan elde edilecek başarı üzerinde kesin bir etki meydana getirir. Kalıtsallıkları yüksek olan karakterler daha kolay değerlendirilebilirler ve reaksiyonları daha kolay tahmin edilebilir. Böyle karakterler; gövde düzgünlüğü, çatalılık ve hastalıklara mukavemet gibi karakterlerdir. Düşük kalıtsallıktaki karakterler, çevre koşullarından daha fazla etkilendikleri için, seleksiyon sonuçları daha az tahmin edilebilir. Bunlar, odunun fiziksel ve kimyasal özellikleri gibi önemli ekonomik karakteristikleri içerirler.

Karakter sayısı da, seleksiyondan elde edilecek başarıyı etkilemektedir. Karakter sayısı arttıkça, tek bir özel karakterin seleksiyon sonucundaki gelişimini sağlamak güçleşmektedir. Bu durum, değişik karakterlerin farklı kalıtım şekillerine sahip olmaları nedeniyle farklı seleksiyon entansiteleri istemelerinden kaynaklanmaktadır. Belirli bir karaktere sahip olan bireylerin sayıları artırılırsa, bu takdirde bu karakterin istenilmeyen fenotiplerinin seleksiyona dahil edilmesi yönündeki tehlike de artacaktır. Diğer taraftan, farklı karakterler arasında ters bir korelasyon olabileceği için, seçiminde daha titiz davranılan özel bir karakter, diğer karakterler üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Bu nedenlerle, seleksiyon programlarında ilk aşamada birkaç karakter üzerinde yoğunlaşılmalıdır. Gövde düzgünlüğü, çatalılık, büyüme hızı gibi karakterler ilk aşamada belirlenmesi gereken önemli karakterlerdir, daha sonraki aşamada odun özellikleri yer alabilir.

Bir seleksiyon programı için ağaç seçiminde iki husus üzerinde önemle durulur. Bunlardan birincisi, seçilen ağaçlarda kendileme (inbreeding) etkisinin az olması, ikincisi ise, seleksiyon amacına göre seçilmesi gereken birey sayısının mümkün olduğu kadar az olmasıdır. Birinci husus ile ilgili olarak, doğal meşcerelerde ağaçlar arasındaki mesafe önemli bir göstergedir. Ağaçlar arasındaki mesafe azaldıkça kendileme tehlikesi çoğalır. Aynı alanda seçilen ağaçlar arasındaki mesafenin fazlalaşması, kendileme riskinin azalmasına neden olur.

Ağaçlandırma alanlarında, aynı yılda dikilmiş olan ağaçların birbirleriyle daha yakın ilişki içinde olmaları beklenir. Geniş alanlarda yapılan ağaçlandırmalarda, tohum ihtiyacı da büyük olacağı için, tohum kaynağı yıllara ve sahalara göre değişiklik gösterebilir. Bu durumda, plantasyonun her bir alanındaki seçilen toplam birey sayısının

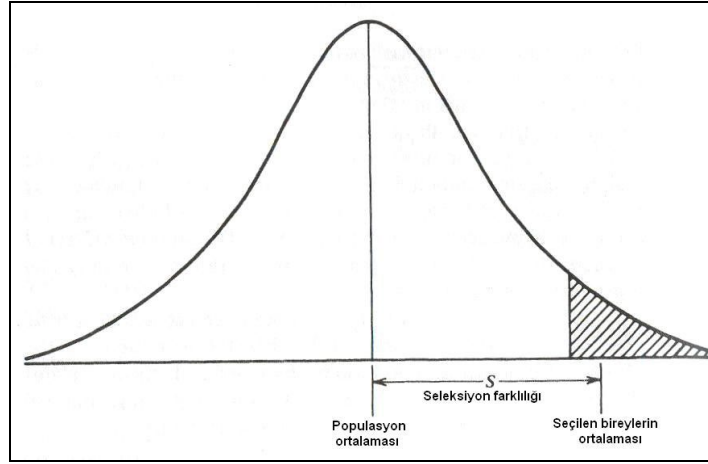
azaltılmasına çalışılır. Diğer taraftan, seçilen birey sayısı genetik temel değişimini etkiler. Sınırlı sayıdaki seçim, çok dar bir genetik temel oluşturacağı için, kısa zamanda kendileme dahil birçok problemin çıkmasına neden olur. Tohum meşcereleri seçiminde, çok sayıda kriter ele alınarak seleksiyon yapılır. Bu seleksiyonun etkinliğini büyük ölçüde azaltır. Her hangi bir karakter yönünden ıslah için, yüzlerce bazen binlerce ağacın ölçülmesi gerekebilir. Örneğin, boy, gövde düzgünlüğü ve ince dallanma karakterlerine göre seleksiyon yapıldığını kabul edelim; boy yönünden 100 ağaç içinden seçim yapılmışsa seleksiyonun oranı 1/100 dür, düzgün gövdeli bireyler 100 ağaç içinden seçilmişse, bunun da seleksiyon oranı 1/100 dür. Aynı şekilde ince dallanma için de seleksiyon oranının 1/100 olduğunu varsayalım. Bu durumda ; en uzun, en düzgün ve en ince dallı bir ağacın seleksiyon oranı:  $1/100 \times 1/100 \times 1/100 = 1/1.000.000$  dur. Yani istediğimiz üç karakter yönünden de uygun bir ağaç seçmek için 1.000.000 ağacı incelememiz gerekir. Bunu pratikte gerçekleştirmek çok zordur. Bu nedenle, üç karakter yönünden de 100 ağaç içinden seçim yapılır. En etkili seleksiyon, yalnız bir karakter yönünden yapılan seleksiyondur. Tohum bahçesi kuruluşunda, geniş bir genetik temel oluşturulması ve üretilen tohumun, ağaçlandırma alanlarındaki coğrafik değişkenliğe uyum sağlayabilmesi için en az 20-25 bireyin (klonun) seçilmesi öngörülmektedir (Faulkner 1975, Barrett 1985a, Zobel ve Talbert 2003).

### 3.1.2. Kalıtım ve genetik kazanç

Orman ağaçlarının ıslahı ile ilgili karakterin birçoğu, çok sayıdaki genin eklemeli (additive) etkileri ile kontrol edilirler. Kantitatif karakterlerden; boy, çap, gövde şekli ve hacim böyle karakterlerdir. Bu karakterlerin kalıtımına yönelik çalışmalar, bireyler üzerinde değil popülasyonlar üzerinde yapılır. Bir ıslah programında ilk amaç, önemli bir ağaç karakterini etkileyen allelerin frekanslarını değiştirmek, seleksiyon yoluyla arzu edilen özelliklere sahip bireylerin müteakip generasyondaki performanslarını diğer bireylere göre daha üstün duruma getirmektir. Bu nedenle seleksiyon, bir ıslah programında, ekonomik yönden önemli olan karakterlerin ıslahı için en önce kullanılan yöntemdir. Seleksiyonun etkili olması için, popülasyonda genetik varyasyonun olması gerekir. Islah programları sonucunda üretilen veya tohum bahçelerine aktarılan döllerin performanslarında, arzu edilen niteliklere sahip allelerin eklemeli etkileri açık olarak görülür. Seleksiyon, daha önce de belirtildiği gibi, bir popülasyonda belirli bir karakter yönünde seçilen bireylerin ortalama değerlerinin,

populasyondaki tüm bireylere ait ortalama değerden daha yüksek olacağı prensibine dayanmaktadır. Kantitatif karakterler için seleksiyon yoluyla elde edilen genetik kazanç, genellikle populasyon ortalamasında meydana gelen bir değişim olarak hesaplanır. Bir karakter için, seleksiyon yoluyla elde edilebilecek potansiyel ıslah, o karakterin kalıtım değeri ile karakterin populasyondaki varyasyonunun bir fonksiyonudur. Yüksek kalıtım değeri, belirli bir karakter yönünden populasyonda gözlenen varyasyonun büyük bir kısmının genetik orijinli olduğunu gösterir. Böylece, ıslahçının seçmiş olduğu istenilen özelliklerdeki fenotiplerin, genetik yönden de üstün ebeveynler olarak seçilmiş olma ihtimalleri yükselmiş olur.

Seleksiyon yoluyla belirli bir karakter yönünden sağlanacak kazanç için, bir populasyonda mevcut olan varyasyonun miktarı, o karakterin kalıtım değeri kadar önemlidir. Toplam varyasyon veya fenotipik varyasyon, “seleksiyon farklılığı” üzerindeki etkisi bakımından önemlidir. **Seleksiyon farklılığı (S)**, seçilmiş olan bireylerin ortalama fenotipik değerinin, populasyon ortalamasından farkı olarak tanımlanır. Belirli bir karakter için, fenotipik varyasyonun büyük olması durumunda, seleksiyon farklılığı da büyük olur (Şekil 20).



Şekil 20. Seleksiyon farklılığı: Seçilen alt populasyonun ortalaması ile tüm populasyonun ortalaması arasındaki fark (Zobel ve Talbert 2003)

Şekil 20'deki taralı alan, gelecek generasyondaki döllerin üretiminde kullanılacak olan ebeveynleri temsil etmektedir.

$$\text{Seleksiyon farklılığı (S)} = \bar{X}_s - \bar{X}$$

$\bar{X}_s$  : Seçilen bireylerin ortalaması

$\bar{X}$  : Populasyon ortalaması

Eğer bireyler dölleri ile ilgili bilgi olmadan sadece fenotipik değerlerine göre seçilmişlerse, seleksiyon sonucundaki genetik kazanç aşağıdaki formüle göre hesaplanabilir :

**Genetik kazanç (G) = Kalıtım değeri (h<sup>2</sup>) x Seleksiyon farklılığı (S)**

Bu formüle göre, seçilen ebeveynlerin döllerinde belirli bir karakter için elde edilen ortalama değer, her zaman ebeveynlerin ortalama değerinden daha iyi olmayabilir. Bunun nedeni, seçilen ebeveynlerdeki üstünlüğün sadece bir bölümünün genetik yapıdan kaynaklanmasıdır. Geri kalan bölümün üstünlüğü ise çevreden kaynaklanır. Çevrenin neden olduğu fenotipik üstünlük, ebeveynlerden döllerine aktarılamaz. Örneğin, çevresindeki komşularına göre daha üstün özellikler gösterdiği için seçilen bir ağaç, bu özelliklerini, çevresine göre daha iyi koşullara sahip olan, üzerinde büyüdüğü mikro yetiştirme ortamına borçlu olabilir. İslahçılar, homojen alanlar seçmek veya yetiştirme ortamını kontrol altında tutmak suretiyle kalıtım değerini artırmaya çalışabilirler. Ancak, belirli bir çevrede kurulmuş olan bir populasyonda, kalıtım değerini artırmak için çok az şey yapılabilir. Pratik olarak, seleksiyon yoluyla genetik kazanç sağlamada en büyük fırsat, seleksiyon farklılığını artırmak suretiyle elde edilebilir. Bu şekilde, doğal meşcerelerde, seleksiyon yoluyla genetik kazanç sağlanabilmektedir. Doğal meşcerelerde, son derece değişken çevre koşulları nedeniyle, özellikle büyüme nitelikleri yönünden kalıtım değeri düşük düzeydedir. Fakat, münferit ağaçlar birbirlerine göre büyük farklılıklar gösterirler ve bu yüzden seleksiyon farklılığı yüksek olabilir.

Kalıtım ve genetik kazanç iki ayrı yoldan hesaplanabilir : Birinci yol, ebeveynler ile döller arasındaki ilişkiye göre yapılan hesaplamadır. İkinci yol ise, yarım-kardeş ve tam-kardeş döl denemeleri tesis etmek suretiyle ortalama kareleri ve varyansları bulmak ve kalıtımı varyansın bir fonksiyonu olarak hesaplamaktır.

### 3.1.3. Ebeveyn – Döl ilişkileri

Kalıtım değerini ve genetik kazancı hesaplamak için, belirli bir karakter yönünden üstünlük gösteren ebeveyn ağaçların seçilmesi, aynı meşcere içinden ortalama ağaçların belirlenmesi ve bunlarla kurulacak

döl denemeleri sonucunda ebeveynler ile döllere arasındaki ilişkilerin istatistik yöntemlerle saptanması gerekmektedir. Bu konuda Ürgenç (1982), tarafından verilen örnek aşağıda belirtilmiştir :

Bir kızılçam populasyonundan tesadüfi olarak 5 ağaç seçilmiştir. Bu ağaçlardan açık tozlaşma mahsulü olarak elde edilen tohumlardan F<sub>1</sub> dölleri üretilmiştir. Ebeveyn ağaçların ve bunlardan elde edilen döllerin yıllık boy artımları ve ortalamaları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Bir kızılçam populasyonunda boya göre ebeveyn-döl ilişkileri

Ebeveyn ağaçlar	Yıllık ort. boy büyümesi (cm)		$X = X_i - \bar{X}$	$Y = Y_i - \bar{Y}$	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
	Ebeveyn(X <sub>i</sub> )	Döl(Y <sub>i</sub> )					
1	35	35	- 5	- 2	10	25	4
2	30	32	- 10	- 5	50	100	25
3	40	41	0	+ 4	0	0	16
4	50	39	+ 10	+ 2	20	100	4
5	45	38	+ 5	+ 1	5	25	1
Toplam	200	185			85	250	50
Ortalama	$\bar{X} = 40$	$\bar{Y} = 37$					

Tabloda da görüldüğü gibi, ebeveyn ağaçların boy artımı ortalaması,  $\bar{X} = 40$  cm, bunlardan elde edilen döllere boy artımı ortalaması  $\bar{Y} = 37$  cm dir.

$$\text{Regresyon katsayısı } b = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = \frac{85}{250} = 0.34 \text{ olarak bulunur.}$$

Döl – ebeveyn ilişkisi için bu değer, kalıtım değerinin 1 / 2 si olarak kabul edilmektedir. Buradan,  $b = 1 / 2 h^2$  ve  $h^2 = 2 b$  formülü çıkar.

Örnek için hesaplanan b değerine göre,  $h^2 = 2 \times 0.34 = 0.68 = \% 68$  olarak bulunur.

Bu populasyondan seçilen bireylerin döllere sağlanan genetik kazanç  $G = s \times h^2$  formülünden yararlanılarak hesaplanır :

Seçilen ebeveyn ağaçların ve normal ağaçların döllere oluşturduğu populasyonda, 1 yaşındaki normal ağaçlara ait fidanların ortalama boyu 12.5 cm, ve seçilen bireylerin 1 yaşındaki fidanlarının ortama boyu 18.4 cm ise, seleksiyon farklılığı (s) = 18.4 – 12.5 = 5.9 cm olur.

Genetik kazanç,  $G = 0.68 \times 5.9 = 4.01$  cm'dir. Seçilmiş ağaçlardan tohum toplanması durumunda, normal ağaçların tohumlarından yetiştirilen fidanlara göre 4.01 cm'lik bir genetik kazanç elde

edilmektedir. Bu takdirde, bir sonraki generasyona ait fidanların boyları,  $12.5 + 4.01 = 16.51$  cm olacaktır.

Seleksiyon farklılığı, ölçülmesi kolay olan ve genellikle standart sapma ( $\sigma$ ) olarak ifade edilen bir terimdir. Kalıtım ise, genetik varyansın toplam varyans içindeki kısmıdır. Sadece eklemeli genetik varyans tohum ile döllere intikal edebilir. Bu nedenle, tohumdan üretilen türlerde genetik kazanç hesap edilirken, kalıtım değeri, eklemeli etkili genlerden dolayı toplam varyansın bir bölümü olarak belirlenir. Kalıtımın hesaplanması için, yukarıda da belirtildiği gibi, döl denemelerinden sağlanan veriler gereklidir. Seleksiyon farklılığı, seçilen ağaçların sayısı ile populasyonda bulunan tüm ağaçların sayısının bir fonksiyonudur. Bir seleksiyon yapıldığı zaman, seleksiyon farklılığı ile gözlenen ağaçların sayısı arasındaki ilişki, Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Seleksiyon farklılığı-ağaç sayısı ilişkisi (Wright, 1976)

Seleksiyon farklılığı (standart sapma birimleri)	Gözlem yapılan ağaç sayısı
1.0	4
1.5	13
2.0	42
2.5	159
3.0	739
3.5	4 298
4.0	31 540
5.0	3 588 000
6.0	100 000 000

Gözlem yapılan ağaç sayısının seçilen ağaç sayısına oranı büyüdükçe, seleksiyon farklılığı da yükselir. Bununla birlikte ilişki tam doğru bir ilişki değildir. Örneğin ;  $2\sigma$  seleksiyon farklılığı için oranın  $1\sigma$  ye göre 10 kat,  $3\sigma$  seleksiyon farklılığı için  $2\sigma$  ye göre 15 kat,  $4\sigma$  seleksiyon farklılığı için  $3\sigma$  ye göre 40 kat artması gerekir. Seleksiyon farklılığının belirlenmesinde bazı pratik sınırlandırmalar vardır. Genellikle bir meşcerede aralarında 50 – 100 m mesafe bulunan ağaçlar birbirleriyle geçerli bir karşılaştırmaya tabi tutulur ve birkaç yüz ağaç içinden en iyisinin seçimi yapılır. Ancak, her seçilen ağaç için hektarlarca alanda gözlem yapılması çalışmanın maliyetini büyük oranda artırır. Bu nedenle, eğer bir fidanlıkta kitle seleksiyonu yapılıyorsa veya bir hastalığa karşı mukavemet ıslahı çalışması yapılıyorsa, seleksiyon farklılığının  $3\sigma$  ile  $4\sigma$  arasında olması uygundur. Eğer homojen bir doğal ormanda veya ıslah edilmemiş bir ağaçlandırma

alanında kitle seleksiyonu yapılıyorsa, seleksiyon farklılığının  $2\sigma$  ile  $3\sigma$  arasında tutulması uygun olur. Aile seleksiyonunda veya bir döl denemesinde ailelerin seçiminde, seleksiyon farklılığının  $1\sigma$  ile  $2.5\sigma$  arasında değişmesi uygun bulunmaktadır.

### **3.1.4. Seleksiyon yöntemleri**

Meşcere ile ilişkili mevcut bilgiye bağlı olarak ıslahçıların yararlanabileceği birçok seleksiyon metodu vardır. Seleksiyon sistemleri genellikle doğal meşcerelerde ve ıslah edilmemiş ağaçlandırma alanlarında kullanılırlar.

#### **3.1.4.1. Kitle seleksiyonu (T o h u m m e ş c e r e l e r i )**

Kitle seleksiyonu, bir meşcerede belirli nitelikler yönünden istenilen özelliklere sahip bazı ağaçların fenotipik olarak seçimine dayanmaktadır. Bu seçimde; ağaçların ebeveynleri, akrabaları, dölleri v.b konularda herhangi bir bilgi mevcut değildir. Örneğin, büyüme oranı yönünden bir seçim yapılacaksa, en uzun boylu ağaçlar seçilir. Kitle seleksiyonunun doğal seleksiyondan farkı, seçimin doğa yerine insanlar tarafından yapılmış olmasıdır. Kalıtım değeri yüksek karakterler için yapılan kitle seleksiyonunda başarı artar. Bu tip karakterlere ait genotiplerin fenotip üzerindeki reaksiyonları daha açık olarak görülür. Tohum meşcerelerinin seçimleri ve çeşitli amaçlara yönelik üstün (plus) ağaç seçimleri bu prensibe dayanarak yapılmaktadır (Resim 3).



Resim 3. Kitle seleksiyonu esaslarına göre Gördes-Güneşli’de seçilen bir karaçam tohum meşçeresi (Foto: Orman Ağ. ve Toh. Is. Arş.Md.lüğü)

Selektif ıslah programlarında, çalışmaların başlangıcını kitle seleksiyonu teşkil eder. Bu çalışmalarda tüm orman teşkilatının katkısının sağlanması gerekir. Bir ülkede ormanların doğal bünye ve kuruluşları bozulmadan (temel yapıdaki genetik varyasyon azalmadan), kitle seleksiyonu çalışmaları tamamlanmalıdır. Ülkemizde de, ağaç ıslahının başlangıcını oluşturan tohum meşçerelerinin seçimi ile, kaliteli ve orijini belli tohum üretimi amaçlanmaktadır. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü tarafından, ekonomik önemi yüksek olan ağaç türlerimizde, kitle seleksiyonu yoluyla 781 hektar tohum meşçeresinin seçimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, karaçam, kızılçam, sarıçam ve sedir türlerinden toplam 6557 adet üstün (plus) ağaç seçilmiştir (Öztürk ve Şıklar 2000).

Tohum meşçereleri, coğrafik orijini bilinen doğal meşçerelerden veya plantasyonlardan kaliteli tohum toplanmasını güvence altına almak için özel işlemlere tabi tutulan tohum kaynaklarıdır (Resim 4).





Resim 4. Sarıkamış sarıçam tohum meşceresi (Foto: Orman Ağ. ve Tohum Arş. Md.lüğü )

Tohum meşcereleri, genellikle plantasyon alanlarının içinde veya yakınlarında bulunan ve belirli ölçüde doğal seleksiyon aşamasından geçen lokal tohum kaynaklarını oluşturdukları için, çevrelerindeki diğer meşcerelere veya farklı yetiştirme ortamlarındaki meşcerelere göre genetik yönden daha kaliteli tohum verme avantajını taşırlar. Tohum meşcerelerinden sağlanan genetik ıslah, meşcerelerin yapısına ve seçimlerinde göz önünde tutulan karakteristiklere bağlıdır. Meşcere içindeki ağaçlar döl denemelerine tabi tutulmadıkları için gerçek genetik değerleri hakkında fikir yürütmek mümkün değildir. Tohum meşcerelerinde tohum , kötü nitelikli bireyler meşcereden çıkarıldıktan sonra kalan iyi nitelikli bireylerden toplanır. Tohum ağaçlarının sadece fenotipik kaliteleri bellidir. Bu nedenle, Zobel ve Talbert (2003), ABD'nin güneyinde, çam türlerine ait tohum meşcerelerinde yapılan araştırmalarda, hacim artımı yönünden çok sınırlı bir genetik ıslah sağlandığını bildirmektedir.

Tohum meşceresi, “*tohum kaynağı*”, “*seçilmiş meşcere*”, “*tohum üretim alanı*” gibi isimlerle de belirtilmektedir. Ancak, ağaçların genel kalitesine göre seçilen meşcereler ile seçimden sonra içinde entansif aralama işlemleri ile kötü nitelikli bireylerin ayıklandığı meşcerelerin birbirlerinden ayrılması gerekmektedir. Bu nedenle, meşcere ve tohum

meşçeresi (tohum üretim alanı) tanımları, Barrett (1985a) tarafından aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

*Meşçere* : Yapı ve kuruluş itibarıyla çevresindeki popülasyonlardan ayrılan ve kendi içinde yeterli bir homojineteye sahip olan ağaç topluluğudur.

*Tohum meşçeresi* : Erken, bol ve kaliteli tohum elde etmek için içinden arzu edilmeyen nitelikteki ağaçların çıkarıldığı üstün vasıflı bir meşçeredir.

Daha önce de belirtildiği gibi tohum meşçereleri veya tohum üretim alanları, genetik kalitesi daha yüksek olan tohumun tohum bahçelerinden sağlanmasına kadar geçen süreç içinde yararlanılan geçici tohum kaynaklarıdır. Ancak, tohum meşçerelerinin oluşturulmasında aşağıdaki hususlar son derece önemlidir:

1. Toplanan tohumun genetik kalitesinin özellikle adaptasyon, gövde düzgünlüğü, taç karakteristikleri, böcek ve hastalıklara karşı dayanıklılık gibi hususlarda, ticari koleksiyonlardan daha iyi olması gerekir. Bu da, meşçere içinde kötü nitelikli bireylerin çıkarılıp istenilen özellikteki bireylerin muhafaza edilmesi ile sağlanmaktadır.
2. Tohum meşçereleri doğal meşçereler içinden veya plantasyonlardan seçildikleri zaman ebeveyn ağaçların coğrafik orijinleri bilinmiş olur. Böylece tohum, belirlenmiş uygun bir kaynaktan toplanmış olur. Bu durum egzotik türler için her zaman geçerli değildir. Ancak, bir egzotik plantasyon içinde en iyi bireylerin seçilmesi, bir yetiştirme ortamı ırkının oluşmasını sağlayabilir.
3. Tohum meşçereleri, oldukça iyi kalitede tohumun güvenilir kaynaklardan ortalama bir maliyetle toplanmasını sağlar. Ağaçlandırma programları gittikçe genişleyen ülkelerde, artan tohum ihtiyacını karşılamada tohum meşçereleri sigorta görevini görürler. Ormanın özel işleme tabi tutulmuş belirli kısımlarından tohum toplanması, tohum toplama organizasyonu ve kontrolünü kolaylaştırır. Aynı zamanda, toplanan tohumun çimlenme enerjisi ve kapasitesi geliştirilmiş olur.

#### **3.1.4.1.1. Tohum meşçerelerinin seçim kriterleri**

Tohum meşçerelerinin seçimleri, türlerin doğal yayılış alanları içindeki en iyi meşçerelerinde fenotipik seleksiyon (kitle seleksiyonu) ile yapılır. Eğer bir türün coğrafik varyasyonuna bağlı olarak, değişik iklim ve toprak koşullarına uygun orijinlerinin belirlendiği denemelere

ait bilgiler mevcutsa, tohum meşcerelerinin seçimleri orijin denemelerinin sonuçlarına dayalı olarak gerçekleştirilir. Plantasyonlar içinden tohum meşcerelerinin seçimlerinde ise, tohum kaynağının değerini belirleyecek mevcut tüm bilgilerden ve meşcerenin üretim kalitesine ait bilgilerden yararlanılır. Tohum meşcerelerinin seçiminde homojenite ve hacim üretimi en önemli kriterlerdir. Ayrıca, ağaçların büyüme hızları, gövde formları, odun kaliteleri ve sağlık durumları da iyi olmalıdır. Avrupa ülkelerinde meşcereler; *üstün (plus)*, *normal* ve *zayıf (minus)* olmak üzere sınıflandırılmakta ve üstün meşcereler de kendi içlerinde derecelendirilmektedirler. İngiltere gibi diğer bazı ülkelerde ise meşcereler, münferit ağaçlar esas alınmak suretiyle sınıflandırılmaktadır. Sistematik olarak alınan tüm örnek ağaçlar ölçülmekte ve sınıflandırılmaktadır. Örnek ağaçlara verilen puanların toplamı meşcere puanını temsil etmektedir.

Ülkemizde de belirli kriterler göz önünde tutulmak kaydıyla tohum meşcerelerinin seçimleri yapılmaktadır. Bu seçimlerin, tohum hasat ve kullanma mntıkları ile yükseklik kademeleri ve gelecekteki ağaçlandırma gereksinimleri göz önünde tutularak çeşitli yöre ve yükseklik kademelerinden yapılmaları önerilmektedir. Ayrıca, meşcere içindeki yükseklik farklarının, dölllenme yönünden bir sorun olmaması bakımından, 100 metreyi aşmaması istenmektedir. Tohum meşcerelerinin aynı yaşlı, fazla müdahale görmemiş, çok sık olmayan ve tek türden müteşekkil saf meşcereler olmaları, tohum ağaçlarının seçimlerinde mukayeseleri kolaylaştırması ve silvikültürel uygulamaların daha düzenli yapılabilmesi açısından önem taşımaktadır. Meşcere alanının düz veya az meyilli olması, ayrıca önemli toprak nitelikleri ve diğer topoğrafik özellikler yönünde homojen olması, ıslah açısından önemli olan tohum ağaçlarının seçiminde, yöresel faktörlerin olumsuz etkilerini azaltmaktadır (Ürgeç 1982, 1998). Belirtilen tüm bu koşullar çerçevesinde, aday tohum meşcerelerinin seçiminde göz önünde tutulan nitelikler ve önem dereceleri aşağıda verilmektedir. Bu niteliklere verilen puanların toplam değerine göre aday meşcerenin seçilip seçilmeyeceğine karar verilir.

#### A. Önemli nitelikler

1. Artım yeteneği
2. Gövde düzgünlüğü
3. Sağlık
4. Lif kıvrıklığı
5. Çatallılık

#### B. Oldukça önemli nitelikler

6. Doğal budanma

7. Dal kalınlığı (iğne yapraklılarda)
8. Dal açısı (iğne yapraklılarda)
9. Tepe genişliği

C. Orta derecede nitelikler

10. Gövde dolgunluğu
11. Gövde yuvarlaklığı
12. Gövde olukluluğu
13. Sürgün devamlılığı ve tepe formu
14. İbre sıklığı
15. Kök çıkıntısı
16. Tepe simetriği

Türkiye genelinde, çeşitli türlerin tohum meşcerelerinin seçimleri, Çevre ve Orman Bakanlığı'na bağlı Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Ağaç ıslahının başlangıcını oluşturan tohum meşcerelerinin seçimleri ile, ağaçlandırmalar için kaliteli ve orijini belli tohum üretimi amaçlanmaktadır. Bu amaçla ülkemizde doğal olarak yetişen türlerin üstün populasyonları ve orijini bilinen ağaçlandırmaları ile yabancı tür ağaçlandırmaları taranarak tohum kaynakları belirlenmektedir. 2003 yılı sonu itibarıyla ülkemizde ağaç türlerine göre seçilen tohum meşcereleri Tablo 5'de verilmiştir (Anon. 2004). Birçok karakter göz önünde tutularak kitle seleksiyonu esaslarına göre belirlenen tohum meşcerelerinde genetik kazanç yüksek değildir. Ancak, genetik kalitesi daha yüksek tohum sağlamak üzere kurulan tohum bahçeleri, tohum ihtiyacının tamamını karşılayacak düzeye gelinceye kadar, seçilen bu tohum meşcerelerinden tohum kaynağı olarak yararlanılmaya devam edilecektir.

Tablo 5. Ağaç türlerine göre seçilen tohum meşcereleri (Orman Ağ. ve Toh. Is. Arş. Md.lüğü)

Ağaç türü	Adedi	Alan (Ha)	Nüve alanı (Ha)
Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> )	78	11762.00	4304.00
Karaçam ( <i>Pinus nigra</i> )	79	10329.30	4101.75
Sarıçam ( <i>Pinus silvestris</i> )	36	4813.00	3043.50
Pr. Karaçam ( <i>P. nigra</i> var. <i>pyramidalis</i> )	1	234.00	106.00
Dkdz.göknarı ( <i>Abies nordmanniana</i> )	12	2158.00	986.00
Doğu ladini ( <i>Picea orientalis</i> )	12	1437.80	756.40
Toros sediri ( <i>Cedrus libani</i> )	23	3540.70	1283.70
Fıstık çamı ( <i>Pinus pinea</i> )	11	2162.00	586.00
Adi Servi ( <i>Cupressus sempervirens</i> )	1	38.00	32.50
Halep çamı ( <i>Pinus halepensis</i> )	2	193.00	51.00
Sahil çamı ( <i>Pinus pinaster</i> )	4	299.64	96.64
Radiata çamı ( <i>Pinus radiata</i> )	1	81.00	2.00
Duglas ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> )	1	109.90	2.00
Kazdağı göknarı ( <i>Abies equitrojani</i> )	1	58.00	14.50
Toros göknarı ( <i>Abies cilicica</i> )	3	397.00	219.00
Uluğ göknarı ( <i>Abies bornmülleriana</i> )	10	1324.20	656.60
<b>İbreliler Toplamı</b>	<b>275</b>	<b>38937.54</b>	<b>16241.59</b>
Doğu kayını ( <i>Fagus orientalis</i> )	28	3681.60	1859.30
Meşe ( <i>Quercus</i> spp.)	16	1626.10	903.66
Kızılğaç ( <i>Alnus glutinosa</i> )	7	634.00	246.00
Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	1	266.50	115.00
Dişbudak ( <i>Fraxinus</i> spp.)	4	265.00	117.00
İhlamur ( <i>Tilia</i> spp.)	3	162.50	63.50
Akçaağaç ( <i>Acer</i> spp)	1	62.50	17.00
Doğu çınarı ( <i>Platanus orintalis</i> )	1	228.50	20.00
Okaliptus ( <i>Eucalyptus camaldulensis</i> )	1	91.00	1.50
Sığla ( <i>Liquidambar orientalis</i> )	2	200.80	43.80
Yalancı akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	1	156.00	18.00
<b>Yapraklılar toplamı</b>	<b>65</b>	<b>7374.50</b>	<b>3404.76</b>
<b>GENEL TOPLAM</b>	<b>340</b>	<b>46312.04</b>	<b>19646.35</b>

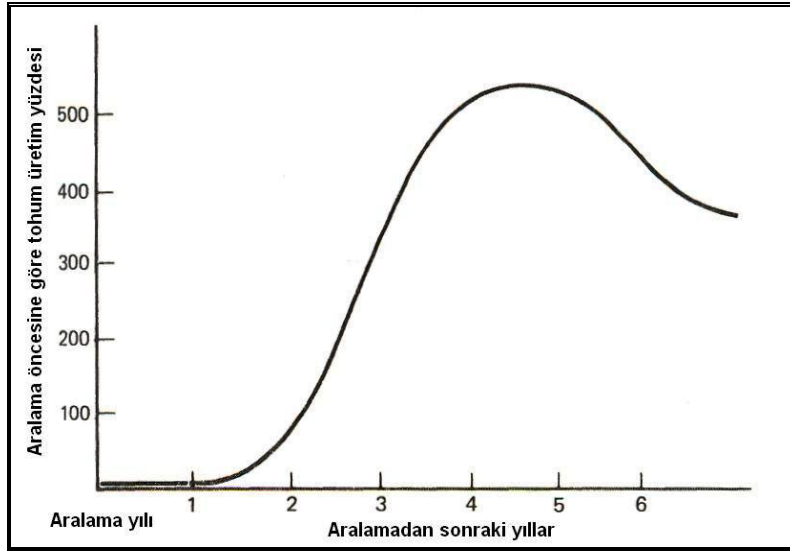
Tohum meşcerelerinin seçiminde yaş sınırlandırması yoktur. Genellikle meşcerenin tohum üretecek yaşta olması ve ağaçların bol miktarda tohum hasatı sağlayabilecek büyüklükte taç yapılarına sahip olmaları yeterli görülmektedir. ABD’de, *Pinus taeda* gibi güney çamlarında 20 ile 40 yaşları arasındaki meşcereler tohum üretim alanları olarak değerlendirilmektedir. Tohum meşcerelerinin genç meşcereler içinden seçilmesi halinde, birim alanda ağaç sayısının artması nedeniyle

tohum ağaçlarının seleksiyonu daha iyi yapılabilmekte ve uygulanacak işlemlerle ağaçların tepe gelişimleri sağlanmakta ve tohum verimleri yükseltilebilmektedir. Türkiye koşullarında, genç meşcerelerin tohum verimleri standartların altında olduğu için, doğal meşcerelerde en az 40-45 yaş, plantasyonlarda ise en az 30 yaş tohum meşceresi seçimlerinde uygun görülmektedir. Bu meşcereler daha çok gelecekteki tohum ihtiyacını karşılamak üzere seçilmektedir. Ülkemizde tohum ihtiyacı yaklaşık %90 oranında çam türleri için söz konusudur. Bu nedenle, yüksek verimlilikte ve çimlenme kabiliyetinde tohum verdikleri belirlenen üstün nitelikli yaşlı çam meşcerelerinden de tohum meşceresi olarak yararlanılmaktadır. Ancak, aynı yaşlı meşcerelerde ağaçların orta yaşlarda en yüksek tohum verimine ulaştıkları göz önünde tutularak, önemli çam türlerimizden karaçam ve sarıçamda en yüksek yaş sınırı 90 olarak belirlenmiştir. Zorunlu hallerde bu sınır 135 yaşına kadar çıkabilmektedir. Kızılçamda ise bu sınırlar 75 ve 110 olarak saptanmıştır. Diğer türlerde idare sürelerinin 3/4'ü tohum meşcerelerinde azami yaş sınırı olarak kabul edilmiştir (Ürgenç 1982).

Tohum meşcereleri, küçük meşcerelerin yönetim zorlukları ve dışarıdan gelen polenlerle döllenme tehlikesinin artması nedeniyle en az 4 ha büyüklüğünde olmalıdır. Karşılıklı döllenmenin gerçekleşmesi ve yeterli miktarda tohum toplanabilmesi için hektarda 125 tohum ağacının olması gerekir. Tohum toplanan asıl tohum meşceresi (nüve) etrafında en az 100-150 metre genişlikte bir izolasyon zonu bulunur. Ülkemizde tohum meşcerelerinin büyüklüğünün tecrit zonuyla birlikte 25-40 hektar, nüvenin de 5-10 hektar olması uygun görülmektedir. Sarıçamda yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre, akrabalık ilişkileri bakımından, tohum meşceresinde asıl tohum toplama alanının 25-40 hektarı geçmemesi, minimum büyüklüğünün ise yine izolasyon zonu dışında 2-3 hektardan küçük olmaması gerektiği bildirilmektedir (Boydak 1977b, 1981). Asıl tohum meşceresi çevresinde tesis edilen izolasyon şeridi, meşcereyi dışarıdan gelen istenmeyen polenlere karşı bir dereceye kadar korumaktadır. Bu şeridin aynı türden ve nitelikli ağaçlardan oluşması halinde, geniş meşcereler içinden seçilecek bir tohum meşceresinde izolasyon önemli bir sorun olarak görülmemektedir. Ancak ülkemizde uzun yıllar menfi seleksiyona uğramış bozuk vasıflı meşcereler ile iyi nitelikli meşcereler yan yana bulunabildiğinden, böyle yerlerde seçilecek tohum meşcerelerinin çevresinde izolasyon zonunun olması gerekmektedir.

### 3.1.4.1.2. Tohum ağaçlarının seçimi ve silvikültürel uygulamalar

Tohum meşçeresinde tohum ağaçlarının seçiminde göz önünde tutulan kriterler ile entansif bir ıslah programında seçilen ağaçlar için göz önünde tutulan kriterler arasında benzerlikler vardır. Büyüme ve tohum üretim potansiyeline göre sadece dominant ve kodominant taç sınıflarına giren ağaçlar meşçerede bırakılır. Asıl tohum meşçeresi çevresindeki izolasyon zonunda da kötü nitelikli ağaçlar meşçerden çıkarılır. Bir tohum ağacı yüksek seviyede bir büyüme gücüne sahip olmalı, düzgün bir gövdeye sahip olmalı, doğal budanması ve dal yapısı iyi olmalı ve sağlıklı olmalıdır. Aralarındaki mesafeye bakılmaksızın standart altında kalan tüm ağaçlar çıkarılmalıdır. Eğer ağaçlar kapalı bir meşçerede büyüyorlarsa, mevcut tohum üretimleri esas alınmadan, yüksek tohum üretim potansiyeli gösteren ağaçlar tercih edilmelidir. Aralamadan önce düşük seviyede tohum üreten ağaçlardan, aralamadan sonra yüksek miktarlarda tohum hasılatı elde edilmektedir. *Pinus taeda* tohum meşçeresinde aralamadan 3-4 yıl sonra tohum hasılatı en yüksek seviyeye çıkmakta, 6. yıldan sonra aralamanın etkisi kaybolduğundan tohum üretimi de normal düzeyine inmektedir (Şekil 21). Ancak, ağaçların yeterli büyüklükte taç yapılarına sahip olmaları ve yüksek miktarda tohum üretebilecek sağlıkta olabilmeleri için aralamaların genç yaşlarda yapılması gerekir. İyi bir tohum üretiminin sağlanması için tohum ağaçları en az üç taraflarından bol ışık almalıdır. Bir grup içinde çok sayıda iyi nitelikli fenotip olsa bile bunların bazıları kalan ağaçların yeterli ışık alabilmeleri için çıkarılmalıdır. Bir noktada bulunan ağaçların hepsi kötü nitelikli ise, meşçere içinde geniş açıklıklar olmasına bakılmadan kesilerek meşçere dışına çıkarılmalıdır. Meşçere içinde boşluk kalmaması için bırakılan kötü nitelikli ağaçlardan tohum toplanmasa bile, bunların polenleri tohumun genetik kalitesini olumsuz yönde etkileyecektir.



Şekil 21. *Pinus taeda* tohum meşçeresinde aralama sonrası tohum üretimi (Zobel ve Talbert 2003)

Seçilen tohum meşçeresinin izolasyon şeridi içinde kalan asıl tohum toplama alanında (nüve), tohum ağaçlarının belirlenerek işaretlenmesi zamanlama yönünden son derece önemlidir. Şekil 21’de görüldüğü gibi, çam türlerinde aralama yapıldıktan sonra ağaçların tepelerini geliştirerek bol kozalak vermelerine kadar 4-5 yıllık bir süre geçmektedir. Aralama sırasında çıkarılan ağaçların meşçerede bırakılan tohum ağaçları üzerinde bir zarara neden olmamaları bakımından kesim ve devirme aşamasında son derece dikkatli olunmalıdır. Tohum ağaçları, çevrelerindeki ağaçlarla, artım yetenekleri, gövde düzgünlükleri, sağlık durumları, lif kıvrıklığı ve çatallılık gibi önemli nitelikler başta olmak üzere birçok özellik bakımından karşılaştırıldıktan sonra seçilirler. Tohum ağaçlarının erkek ve dişi çiçek üretimleri de meşçere içindeki gen alışverişi bakımından önemlidir. Yapraklı türler genellikle bir cinsli iki evcikli olduklarından, bunların tohum meşçerelerinde tohum ağacı seçilirken erkek ve dişi ağaçlar arasında bir dengenin olmasına dikkat edilmelidir (Palmberg 1985).

### 3.1.4.1.3. Tohum meşçerelerinin yönetimi

Aralamalardan sonra kesilen ağaçlardan kalan artık materyal süratle meşçere dışına çıkarılmalı ve tohum meşçeresinin içi her türlü yönetim faaliyetinin gerçekleştirilebileceği şekilde temiz tutulmalıdır.



Yangınlara, böcek ve hastalıklara karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Barrett (1985a), tohum kaynağı olarak değerlendirilecek bir meşcerenin tohum meşçeresi haline dönüştürülmesi için aşağıda belirtilen hususların yerine getirilmesi gerektiğini belirtmektedir:

1. Tohumun genetik kalitesini iyileştirmek için kötü nitelikli ağaçların meşcereden çıkarılması
2. Çiçek ve meyve oluşumu ile tohum toplama işlemleri için tohum ağaçları arasında uygun mesafeler bırakmak üzere aralama yapılması
3. Tohum tespitini ve toplanmasını kolaylaştırmak için tohum meşçeresinin altındaki süceyratın temizlenmesi
4. Tohum meşçeresinin sınırlarının belirlenmesi ve yabancı polen girişine karşı önlem alınması
5. Tohum üretimini artırmak için budama, toprak işleme ve gübreleme gibi işlemlerin uygulanması
6. Tohumları böcek ve hastalıklara karşı korumak için ilaçlama yapılması

Tohum meşçerelerinin yönetimlerinin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için, meşçerede gerçekleştirilen tüm uygulamaların ve işlemlerin kayıtlarının tutulması gerekmektedir. Ayrıca, fenolojik bilgiler ve tohum hasadı ile ilgili bilgiler de toplanmalıdır.

#### **3.1.4.1.4. Üstün (plus) ağaç seçimi ile ilgili genel kurallar**

Orman ağaçlarının ıslah çalışmalarında; tohum bahçeleri, çelik bahçeleri ve tohum plantasyonlarının kuruluşları ile döl denemelerinin uygulanmasında kullanılacak üstün (plus) ağaçların seçiminde Türk Standardları Enstitüsü (1991) tarafından aşağıda belirtilen tanımların yapılması gerekli görülmüştür

*Üstün ağaç (plus ağaç):* Büyüme hızı, gövde, dallanma ve büyüme şekilleri, tali ürün verimi, hatalıklara dayanıklılık gibi, fenotipik karakterleri bakımından arzu edilen özellikler gösteren, bu özellikleri ile çevresindeki aynı yaşlı ağaçlardan kolaylıkla ayırt edilebilen, fakat genetik üstünlüğü denemelerle henüz ispatlanmamış olan ağaçtır.

*Aday ağaç:* Arzu edilen fenotipik özelliklere sahip olmasından dolayı puanlama ve inceleme için ayrılan, ancak puanlaması ve incelenmesi tamamlanmamış olduğu için, üstün ağaç olup olmadığı henüz tescil edilmemiş olan ağaçtır.

*Elit ağaç:* Döl denemeleri yapılarak, üstün ağaç özellikleri genetik olarak kanıtlanmış olan ağaçtır.

*Mukayese ağacı:* Aday ağaç veya üstün ağaç ile aynı meşcerede yer alan, hemen hemen aynı yaşta olan, aynı veya daha iyi yetiştirme yerinde büyüyen, seçime esas olan özellikler bakımından puanlamaya tabi tutularak, aday ağaç veya üstün ağaçla karşılaştırılan ağaçtır.

*Galip ağaç:* Bir meşcerede uzun boylu olan, tepe tacı ile meşcere tepe çatısının en üstünde yer alan ve bu yüzden taç büyüme çevresi büyük ölçüde serbest olan ağaçtır.

*Yarı galip ağaç (ko-dominant ağaç):* Bir meşcerede nisbeten uzun boylu olan, tepe tacı ile meşcere tepe çatısının üstünde yer alan ve bu yüzden taç büyüme çevresi, galip ağaçlar kadar olmamakla beraber, nisbeten serbest olan ağaçtır.

TSE'ye göre belirtilen üstün ağaç seçimi kuralları şunlardır:

1. Üstün görünüşlü aday ağaç arama işlemine öncelikle, seçime esas özellikleri bakımından üstün niteliklere sahip meşcerelerden başlanmalı ve böyle meşcerelerde devam edilmelidir. Ayrıca, üstün nitelikli olmamalarına rağmen buldukları yetiştirme muhiti özellikleri bakımından ender özellik gösteren ve bu özelliklerinden dolayı arzu edilen meşcerelerde de, üstün ağaç seçim işlemi yapılmalıdır.
2. Üstün ağaçları seçileceği meşcereler, ilerde ağaçlandırılacak sahaların yetiştirme muhiti özelliklerine benzer özellikler göstermeli ve o sahaları temsil etmelidir. Ağaçlandırılacak sahaların büyük bölümünün verim gücü nispeten düşük ise, üstün ağaç seçme işlemi hiçbir zaman verim gücü çok yüksek olan sahalardaki meşcereler üzerinde yoğunlaştırılmamalıdır.
3. Üstün ağaçların seçileceği meşcereler dikim veya ekim yoluyla meydana gelmiş ise, bu meşcerelerin orijinleri hakkında ve bu orijinlerin ağaçlandırma hizmeti götürülecek alanların çevre şartlarına uyum sağlayıp sağlamadıkları konusunda sağlıklı bilgiler elde edilmeli, bu bilgilerin güvenilirliği sağlandıktan sonra seçim işlemine devam edilmelidir.
4. Üstün ağaçların seçileceği meşcerelerin yaşı, ilerde bu ağaçlardan kurulması planlanan plantasyonların, amaç edinilen idare müddetine yakın olmalıdır. İdare müddeti uzun olan türlerde bu fark  $\pm 15$  yıl, hızlı gelişen ve idare müddeti uzun olmayan türlerde ise daha kısa olabilir.
5. Üstün ağaçları seçimi işlemine, meşcerelerde önemli silvikültürel işlemler yapılmadan önce başlanmalı ve bitirilmelidir. Kesim yapılmış olan ya da yüksek aralama yoluyla

dominant ve kodominant ağaçları çıkarılmış olan meşcerelerden üstün ağaç arama çalışmalarından kaçınılmalıdır.

6. Aynı yaşlı ve saf meşcerelerde üstün ağaç seçimi, mukayese ağaçları metodu ile yapılmalıdır. Üstün ağacın seçileceği meşcereler aday ağacın ve mukayese ağaçlarının bulunabileceği ölçüde büyük olmalıdır. Küçük meşcerelerde üstün ağaçların akraba olma ihtimalini azaltmak için, birden fazla üstün ağaç seçilmemelidir. Ancak bu kurala yapay yolla yetiştirilmiş meşcerelerde uyulmayabilir.

7. Değişik yaşlı karışık türlerden ibaret veya sürgün kökenli koruma ormanlarında, üstün ağaç seçiminde mümkün olan hallerde mukayese metodu uygulanmalıdır. Bu mümkün olmadığı takdirde bu meşcerelerde regresyon metodu tercih edilmelidir.

8. Tohumla üretilmesi söz konusu olan üstün ağaçların, seçime esas olan ağaç özelliklerine ek olarak, asgari düzeyde çiçeklenme ve tohum verme özelliğine sahip olmaları da dikkate alınmalıdır.

#### **3.1.4.1.5. Üstün ağaç seçim kriterleri**

TSE (1991)'e göre, üstün ağaç seçiminde göz önünde tutulan karakterlerin, ağacın ekonomik değerini yükseltici özellikte olmalarına ve genetik yönden de kalıtım değerlerinin yüksek olmasına dikkat edilmektedir. Odun verimi bakımından seçime esas olan karakterler üç grup altında toplanmaktadır.

##### **1. Tepeye ait karakterler**

- Tepe tacı simetrik olmalıdır
- Tepe sürgünü belirgin ve hakim durumda olmalıdır
- Ağaç tacındaki dallar mümkün olduğu kadar ince olmalıdır.
- Tepe tacı dar yapıda olmalı, iğne yapraklı ağaçlarda konik, geniş yapraklı ağaçlarda düşey ekseni uzun olan elipsoid yapıya yakın olmalıdır.
- Tepe tacı sağlıklı olmalı, her türlü böcek, mantar, hava kirliliği v.b olaylardan zarar görmemiş olmalıdır.

## 2. Gövdeye ait karakterler

- Gövde düz, doğru, dolgun ve yuvarlak yapıda olmalıdır. Gövdesi eğri, oluklu ve lif kıvrıklığı olan ağaçlar üstün ağaç olarak seçilmemelidir.
- Gövdede kesinlikle çatal bulunmamalıdır.
- Gövdedeki dalların doğal budanma yetenekleri iyi olmalı, dallar az sayıda, ince ve gövdeye dik olmalıdır.
- Gövde sağlıklı olmalı, her türlü böcek ve mantar zararları ile don çatlağı v.b kusurlar bulunmamalıdır.
- Seçilecek üstün ağaçların gövde artımları yüksek ve büyümeleri düzenli olmalıdır.
- Türün özelliğine göre, ağaç kabuğu ince ve düz olmalıdır.
- Seçilecek üstün ağaçların özgül ağırlıkları, ağaç sanayinin istekleri doğrultusunda ve belirli yoğunluk sınırları içinde olmalıdır.

## 3. Köke ait karakterler

- Kök boğazı ve çevresindeki payandalama, şişkinlik, kıvrıklık ve benzeri görüntüler değerlendirilerek, ağaçların köklerinin her istikamette simetrik dağılmış olmasına dikkat edilmelidir.

### 3.1.4.1.6. Üstün ağaç seçim yöntemleri

Üstün ağaç seçim yöntemleri; türün özelliklerine, seçim yapılacak meşcerenin özelliklerine (saf, karışık, aynı veya değişik yaşlı), seçime konu olan karakterlerin özelliklerine ve çeşitlilik derecesine ve uygulanan ağaç ıslahı programının amacına bağlı olarak değişebilir (TSE 1991):

1. Mukayese ağaçları yöntemi: Bu yöntem daha çok aynı yaşlı ve saf meşcerelerde uygulanır. Önce genel kurallara ve seçim kriterlerine göre meşcere içinde üstün görünüşlü ağaçlar tespit edilir. Bunların arasından en iyi beş tanesi mukayese ağacı, bir tanesi de aday üstün ağaç olmak üzere belirlenir. Bu ağaçlar geçici olarak renkli şeritlerle işaretlenir ve numaralanır. Mukayese ağaçları, aday üstün ağacın çevresinde tercihen bir daire teşkil edecek şekilde yer almalı, aday üstün ağaç ile mukayese ağaçları benzer mikro çevre şartlarına (toprak, bakı, meyil v.b) sahip olmalıdır. Aday

üstün ağaç ile mukayese ağaçları arasındaki yaş farkı 10 yılı geçmemeli, mukayese ağaçlarının yaşı aday üstün ağacın yaşına dönüştürülerek puanlama ve değerlendirme yapılmalıdır. Hastalık, böcek ve çeşitli zararlara maruz kalmış ağaçlar kesinlikle üstün ağaç olarak seçilmemelidir. Mukayese ağaçlarına ve aday üstün ağaca ait bilgiler ablo 6'da verilen forma kaydedilir. Aday üstün ağaca verilen puanlar aşağıda belirtilen kurallara göre gerçekleştirilir:

#### **Boy üstünlüğü**

% 10'dan az	0 puan
% 10 – 11 arası	1 puan
% 12 – 13 arası	2 puan
% 14 – 15 arası	3 puan
% 16 – 17 arası	4 puan
% 18 – 19 arası	5 puan
% 20	6 puan
% 21 ve yukarı	7 puan

#### **Hacim**

Mukayese ağaçlarının ortalama hacmi ( $V_m$ ) ve aday üstün ağacın hacmi ( $V_a$ ) bulunur.  $V_a / V_m$  oranı hesaplanır. Bu oranın 1.0 kat sayısından her %10 fazlalığı için, aday üstün ağaca bir fazla puan verilir.

#### **Tepe tacı**

Tepe tacı değerlendirmesi, aday üstün ağacın mukayese ağaçları ile gözle (oküler) karşılaştırılması suretiyle yapılır. Değerlendirmede, tepe tacının genel durumu, ibre veya yaprak sıklığı, tepenin dominant veya kodominantlık durumu, tepe çapı, canlı dallı tepe uzunluğu gibi özelliklere dayanarak 0-5 arasında puan verilir.

#### **Gövde düzgünlüğü**

Aday üstün ağacın gövde düzgünlüğü, mukayese ağaçları ile karşılaştırmaya gerek kalmadan subjektif olarak yapılır. İki yönlü eğri, oluklu ve gövdesinde lif kıvrıklığı olan ağaçlar kesinlikle üstün ağaç olarak seçilmez. Gövdesi tamamen kusursuz olanlara 5, dallılık v.b nedenlerle kusurlu gövdeli ağaçlara 0 puan verilir.

#### **Doğal budanma yeteneği**

Aday üstün ağacın doğal budanma yeteneği, mukayese ağaçları ile ayrı ayrı karşılaştırılır. Aday ağacı doğal budanma yeteneği mukayese ağaçlarına eşitse 0 puan, onlardan üstün ise en çok 3 puan verilir.

### Dal kalınlığı

Aday üstün ağacın ortalama dal kalınlığı, mukayese ağaçlarının dal kalınlığına eşit ise 0 puan, daha az ise en çok 2 puan verilir.

### Dal açısı

Aday üstün ağacın dal açısı mukayese ağaçları ile aynı ise 0 puan, mukayese ağaçlarına göre daha dik ise en çok 2 puan verilir.

Tablo 6. Mukayese ağaçları metodunda üstün ağaç puanlama formu.

İşletmesi : .....					Aday Üstün Ağaç No : .....		
Şefliği : .....					Türü : .....		
Serisi : .....					Yaşı : .....		
Seçim ekibi : .....					Meşcere Yapısı : .....		
Tarih : .....					(Sunî, tabîi, karışık, v.b.)		
MUKAYESE AĞAÇLARININ					ADAY ÜSTÜN AĞACIN PUANLAMASI		
Sıra No.	Boy	1.30 Çapı	Hacim	Yaş	Sıra No.	Karakterler	
MA 1					1	Boy	
MA 2					2	Hacim	
MA 3					3	Tepe tacı	
MA 4					4	Gövde Düzgünlüğü	
MA 5					5	Tabii budanma kabiliyeti	
Toplam Ortalama					6	Dal çapı	
Aday Ağaç					7	Dal açısı	
Toplam Puan							
		Aday Üstün Ağaç	Mukayese Ağaçları Ortalaması	TOPLAM PUAN			
Hacim							
Boy							
Çap							
Odunun özgül kütlesi							

2. Regresyon yöntemi: Bu yöntem, değişik yaşlı meşcereler ile, karışık türlerden meydana gelen ve özellikle geniş yapraklı ağaç türlerinden meydana gelen meşcerelerde, çap, boy, hacim gibi büyüme karakterlerinin seçimi esas olduğu zaman uygulanır. Önce meşcere içinde değişik yaş gruplarını temsil edecek şekilde yaklaşık 50 adet aday ağaç belirlenir. Bu yöntemde çok genç ve çok yaşlı ağaçlar aday ağaç olarak alınmaz. Aday ağaçlar seçilirken ele alınacak yaş sınırları, idare müddeti içinde ağaçların normal olarak gösterdikleri üstün özelliklerinin belirgin hale geldiği devreleri içine almalıdır. Seçilen ağaçlar geçici olarak

renkli şeritlerle işaretlenir ve numaralanır. Bu ağaçların özellikleri Tablo 7’de verilen forma kayıt edilir. Tablodaki verilere dayanarak, yaş–boy, yaş–çap, yaş–hacim ilişkileri, istatistiki regresyon yöntemleri uygulanarak ayrı ayrı hesaplanır ve en uygun regresyon modelleri bulunur. Regresyon hattının üstünde kalan aday ağaçlardan, regresyon hattına en uzak olan 2 veya 3 ağaç, aday üstün ağaç olarak tespit edilir. Bu tespit yapılırken, yaş–hacim eğrisine öncelik verilerek, yaş–boy, yaş–çap eğrilerine ve Tablo 7’deki ağaç özelliklerine ait diğer bilgilere de başvurulmalı ve seçim, bu bilgiler topluca değerlendirilerek yapılmalıdır.

Tablo 7. Regresyon metodu ile üstün ağaç seçiminde kullanılacak bilgi formu

İşletmesi:.....		Şefliği:.....		Serisi:.....			
Türü:.....		Seçimi Yapan:.....		Tarihi:.....			
Sıra No	Yaş	Boy	Çap	Hacim	Özellikler		
					Tepe Tacı	Gövde	Diğer
1							
.							
.							
.							
50							

3. Gözle (oküler) seçim yöntemi: Bu yöntemde ağacın seçime esas özellikleri gözle incelenip değerlendirilmek suretiyle uygulanır. Bunun için, seçim yapılacak türün özelliklerinin seçici tarafından çok iyi bilinmesi gerekir. Özellikle iyi gövde formuna ve şekline sahip olan hızlı büyüyen ve sağlıklı yapıda olan ağaçlar ile, kalıtım derecesinin çok yüksek olduğu bilinen karakterleri taşıyan ağaçlar bu yolla seçilmelidir. Seçimin sadece birkaç karakteri gerektirdiği hallerde de bu yöntem uygulanır. Biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanıklılık yönünden seçim yapılacağı zaman da bu yöntem kullanılır.

4. Dolaylı (indirek) seçim yöntemi: Bu yöntem, ağacın idare müddeti içinde sahip olacağı karakterler ile genç yaşta sahip olduğu karakterler arasında önemli genetik ilişkiler bulunduğu zaman uygulanır. Belirli karakterlere göre üstün bireyler, ağaçlar daha genç yaşlarda iken seçilirler. Bu yöntemin uygulanabilmesi için, türün genetik

özelliklerinin iyi bilinmesi ve genç yaşlardaki karakterleri ile ileri yaşlardaki karakterleri arasındaki ilişkilerin, araştırma çalışmaları ile önceden tespit edilmiş olması gerekir.

#### **3.1.4.1.7. Üstün ağaçların kesin seçimleri**

Üstün ağaçların kesin seçimleri, yukarıda belirtilen yöntemlerden biri kullanılmak suretiyle belirlenen aday üstün ağaçlar arasından yapılır. Bunun için aday üstün ağaç seçimi yapan ekibin bir temsilcisinin de katıldığı, en az üç kişilik bir üstün ağaç tespit ekibi kurulur. Bu ekip tarafından büroda ve arazide gerekli çalışmalar ve toplu değerlendirmeler yapılmak suretiyle üstün ağaçların kesin seçimleri yapılır. Seçilen üstün ağaçlar, göğüs boyu hizasında kırmızı renkli yağlı boya ile yaklaşık 5 cm genişliğinde tek bir kuşakla çepeçevre boyanır. Çekilen kuşağın üst tarafına, üstün (plus) ağaç anlamında “P” harfi, altına da üstün ağacın numarası yazılır. Seçilen üstün ağaçların (Resim 5) özelliklerine ait bilgiler Tablo 8’deki forma uygun olarak kayıt altına alınır.



Tablo 8. Üstün ağaç kayıt formu.

İşletmesi : .....	Üstün Ağaç No : .....
Şefliği : .....	Türü : .....
Serisi : .....	Yaşı : .....
Enlemi : .....	Meşcere Yapısı : .....
Boyları : .....	(Yapay, doğal,
Denizden	karişik v.b.)
Yükseklığı (m) : .....	Bakı : .....
	Anakaya : .....
<b>BÜYÜME ÖZELLİKLERİ</b>	
Göğüs yüksekliği yaşı .....	
Boyu .....	
Çift kabuk kalınlığı	
(Göğüs yüksekliği çapı .....	
(Kabuklu)	
Dalsız gövde uzunluğu .....	
Hacim (Kabuklu) .....	
Hacim (Kabuksuz) .....	
<b>KALİTE ÖZELLİKLERİ</b>	
Tepe tacı genel durumu .....	
Gövde düzgünlüğü .....	
Tabii budanma kabiliyeti .....	
Dal kalınlığı .....	
Dal açısı .....	
Tepe şekli .....	
Tepe izdüşümü çapı .....	
Tohum verimi .....	
Odun özgül ağırlığı .....	
Çatallılık (Yalnız yayvan yapraklı ağaçlar için	
geçerlidir) .....	
Diğer .....	
Ağacı en son yerinde gözleyen	<b>KESİN SEÇİM TARİHİ : .....</b>
üstün ağaç belirleme ekibi	
1)	
2)	
3)	



Resim 5. Dursunbey-Condere bölgesinde seçilen bir *Populus tremula* üstün ağacı (Foto: M. Tulukçu).

Doğal bir meşcerede yapılan kitle seleksiyonunda, ne kadar dikkat edilirse edilsin ağaçların homojen koşullar altında seçilmesi mümkün değildir. Seçilen bir ağaç üstün özelliğini genetik yapısından çok üzerinde büyüdüğü alanın koşullarına borçlu olabilir. Bununla beraber, eğer seçimde esas alınan karakter kuvvetli bir genetik kontrol altında ise, bu ağacın dölleri, normal bir ağacın döllerine göre daha üstün özellikler gösterir.

Kitle seleksiyonunun en basit ve ucuz şekli, alçak aralamada olduğu gibi, az gelişmiş ve bozuk formlu bireylerin meşcereden çıkarılmasıdır. Diğer taraftan, ıslahçı çok yüksek bir seleksiyon entansitesi ile çalışmak ister ve yüzlerce ağacın seçimini yaparsa, kitle seleksiyonu masraflı olur. Bu durumda, geniş bir alanda yüzlerce meşcere incelenerek her meşcerede en iyi 1-2 ağacın seçimi yapılır. *Pinus radiata* için yapılan kitle seleksiyonu çalışmalarında, Yeni Zelanda'da 700 hektarda 1 ağaç, Avustralya'da ise 1.2 hektarda 1 ağaç seçilmiştir. Venezuela'da *Pinus caribaea* için kullanılan seleksiyon

entansitesi 0.65 hektarda 1 ağaç şeklinde gerçekleştirilmiştir (Quijada 1985).

### 3.1.4.2. Aile seleksiyonu

Bir meşcerede yapılan kitle seleksiyonu sonucunda seçilen bireyler serbest tozlaşmaya maruz kalırlar. Bu durum, tohumun bir aile ilişkisi gözetilmeden karışık olarak kullanıldığı tohum meşcerelerinde ve tohum bahçelerinde gerçekleştirilen genel bir uygulamadır. Meşcere seçiminin (kitle seleksiyonunun) etkinliğini kontrol etmek için, popülasyonda seçilen üstün ağaçların ve normal ağaçların döllerinin bir arada yetiştirildiği replikasyonlu denemelerin kurulması gerekir. Bu şekilde uygulanan aile seleksiyonu yolu ile, ebeveyn ağaçlar ile döller arasındaki ilişkiler saptanarak seçilen plus ağaçların değerlendirilmesi yapılabilir. Kitle seleksiyonunun etkinliği saptandığı zaman ıslahçı; (1) kitle seleksiyonunun hiç uygulanmamasına, (2) kitle seleksiyonunun aile veya klonal seleksiyon ile birlikte uygulanmasına, (3) kitle seleksiyonunun ıslah metodu olarak kullanılmasına karar verebilir. Araştırma çalışmalarının sonuçlarına göre, kitle seleksiyonunun büyüme hızı yönünden, *Pinus taeda* ve *P. elliottii* de etkili olduğu, *Pinus palustris*, *P. banksiana*, *P. resinosa* ve *P. strobus* türlerinde ise etkisiz olduğu kanıtlanmıştır (Wright 1976).

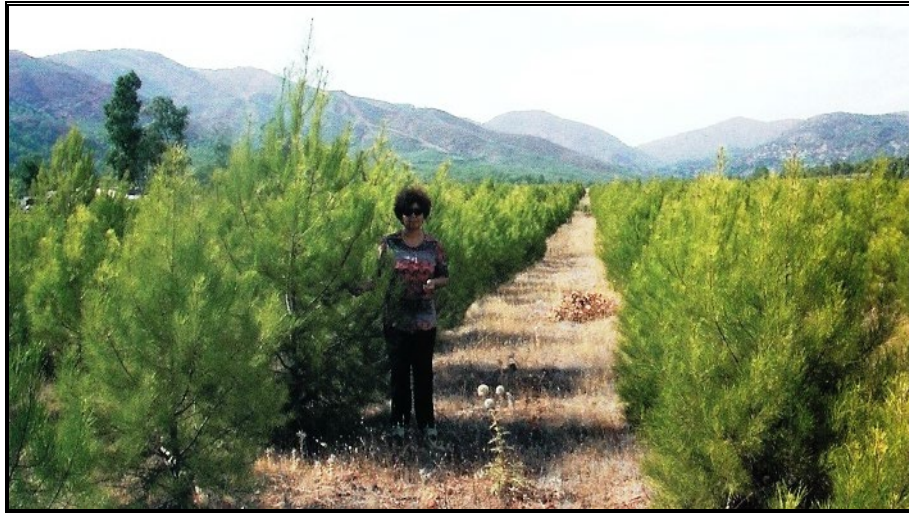
Birçok ıslah programında kitle seleksiyonu, aile seleksiyonuna başlangıç olarak veya en iyi aileler içinden en iyi bireylerin seçimi için kullanılır. Aile seleksiyonu, ebeveynler ile döller arasındaki ilişkileri inceleyerek, seçilen ebeveyn ağaçların genetik karakteristiklerinin ortaya çıkarılmasını sağlar. En yaygın aile ilişkileri, yarı-kardeş (half-sib) ve tam-kardeş (full-sib) ilişkilerdir. Bu konuda kullanılan farklı değerlendirme süreç ve yöntemleri tekrarlı seleksiyon (recurrent selection) çalışmaları içinde gruplanırlar. Bu çalışmaların sonucunda, başlangıçta seçilmiş olan ağaçlar elimine edilirler veya yeni seleksiyonlarla birleştirilirler. Döl denemeleri yardımıyla yapılan bu uygulama özellikle tohum bahçelerinde üretim ve gelişmenin kontrolü açısından önemlidir.

### 3.1.4.3. Genetik test programları (döl denemeleri)

Döl (projeni) denemelerinin amacı; seçilmiş bir bireyin belirli bir karaktere ait genetik değerini, döllерinin performanslarına göre tayin etmek ve yarım-kardeş veya tam-kardeş döllerin genetik değerlerini saptamaktır. Fenotipik seleksiyona bağlı programlarda, çevre etkilerinin bilinmemesi ve bunun sonucunda seleksiyonun çok güvenilir olmaması durumunda, döl denemelerinin mutlaka yapılması gerekir. Bu nedenle, ağaç ıslahı çalışmaları içinde döl denemelerinin özel bir yeri vardır. Ülkemizde kızılçam, yayılış alanının büyüklüğü, odununun kullanım alanlarının çeşitliliği, ağaçlandırma potansiyeli, tesis değeri, erken çiçeklenme yaşı ve genetik çeşitliliğinin yüksek oluşu gibi özellikleriyle genetik ıslah çalışmalarına çok uygun bir türdür. Bu nedenle, Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı çerçevesinde yürütülen ıslah çalışmalarında kızılçama öncelik verilmiştir (Koski ve Antola 1993, Öztürk ve Şıklar 2001).

Başarılı bir seleksiyon için, seçilen bireylerin genotipik değerlerinin bilinmesi gerekir. Bir populasyonda yapılan plus ağaç seçimlerinde, ağaçlar fenotipik değerlerine göre seçilmekte, genotipik değerleri hakkında hüküm verilememektedir. Bu nedenle, üstün görülen özelliklerin çevre etkisiyle mi oluştuğu, yoksa sahip oldukları genlerden mi kaynaklandığı bilinmemektedir. Yapılan fenotipik seleksiyonun başarısı fenotipik değer ile genotipik değer arasındaki ilişkiye bağlıdır. Bunu kalıtım derecesi belirler. Kalıtım derecesi ne kadar yüksekse, yapılan plus ağaç seçimlerinde iyi genotiplerin bulunma olasılığı o kadar yüksek olur. Bu nedenle fenotipik seleksiyon, kalıtım derecesi yüksek olan karakterler için etkili olabilir. Kalıtım derecesinin düşük olduğu karakterlerde etkin bir seleksiyon yapılabilmesi için, seçilen bireylerin genotipik değerlerinin bilinmesi gerekir. Genotipik değer, bir bireyin taşıdığı genlerin eklemeli, dominans ve epistatik etkilerinin tümünü kapsamaktadır. Genotipik değer ölçülmesi, vejetatif üretimin dışında çok zordur. Kızılçam gibi vejetatif yoldan üretilmeleri sorun olan türlerde, aday genotiplerin seleksiyonunda kullanılan ölçüt, **ıslah değeri** (breeding value) dir. Bu nedenle çoğu ıslah programı, seleksiyonun etkinliğinin artırılması için genotiplerin ıslah değerlerinin güvenilir olarak tahmin edilmesine dayanır. Islah değerinin en az hata ile gerçek değere en yakın tahmini için de, genetik ıslah çalışmalarında kullanılan test tipi, döl denemeleridir. Döl denemeleri, hem aday genotiplerin ıslah değerlerinin hem de genetik varyansın önemli bileşenlerinin (eklemeli genetik varyans, dominans varyans) elde edilmesini sağlayan bir genetik test şekli olduğundan, ıslah programlarının ayrılmaz bir parçasıdır. Bu bakımdan Türkiye'de farklı coğrafik bölgeler ve yükseltilerde yayılış

yapan kızılçam için, ıslah zonları bazında döl denemelerini kapsayan genetik ıslah programları planlanmıştır (Öztürk ve ark., 2004). Bu program çerçevesinde seçilen plus ağaçlar, seçildikleri bölge ve rakımlarına bağlı olarak, belirlenen ıslah zonlarına dağıtılmışlardır. Bu şekilde hangi çevre koşulları için genetik olarak ıslah edilmiş materyal üretileceği belirlenmiştir. Programa göre kızılçamda döl denemelerinin tesis edilmesi planlanan altı ıslah zonu bulunmaktadır. Bu ıslah zonlarından bir tanesi Akdeniz Bölgesi alçak yükselti kuşağı (0-400 m) kızılçam ıslah zonedur. Entansif ıslah çalışmalarının yürütüleceği ıslah zonlarında kısa süreli ıslah çalışmaları için; seçilen plus ağaçların ıslah değerlerinin bulunması, ıslah değerlerine göre yapılacak seleksiyonla birinci kuşak genotipik tohum bahçelerinin kurulması ve mevcut klonal tohum bahçelerinde genetik ayıklamaların yapılması öngörülmüştür. Islah değerlerinin ve eklemeli genetik varyansın iyi tahmin edilebilmesi, daha kısa sürede sonuç alınabilmesi ve maliyetinin düşük olması nedeniyle açık tozlaşma döl denemelerinin kurulması önerilmiştir. Bu kapsamda 1998 ve 1999 yıllarında Akdeniz Bölgesi alçak yükselti ıslah zonunda, kızılçam açık tozlaşma döl denemeleri kurulmuştur (Resim 6). Akdeniz bölgesi orta yükselti kuşağında (401-800 m) ve Ege bölgesi alçak yükselti kuşağında (0-400 m) da iki seri halinde döl denemeleri kuruluşları gerçekleştirilmiştir.



Resim 6. Akdeniz Bölgesi alçak yükselti kuşağı ıslah zonunda kurulmuş olan kızılçam döl denemesi, Fethiye (Foto : H. Öztürk)

Döl denemeleri genel olarak aşağıda belirtilen amaçlara yönelik olarak tesis edilirler (Quijada 1985, Zobel ve Talbert 2003).

1. Seçilen ebeveyn ağaçların kombinasyon yeteneklerini (ıslah değerlerini) ortaya çıkarmak ve buna bağlı olarak mevcut tohum bahçelerinde selektif aralama yapmak.
2. Genetik parametreleri (varyans komponentleri, kalıtım derecesi) tahmin etmek
3. Gelecek generasyonların seçimleri ve ıslahı için temel popülasyonu oluşturmak
4. Islah çalışmalarından sağlanacak genetik kazancı tahmin etmek ve uygulamaya aktarmak

Tek bir deneme ile döl denemesinin yukarıda belirtilen amaçlarına ulaşmak mümkün değildir. İdeal olan, özellikle bir amaca yönelik testlerin programlanmasıdır. Ancak, ekonomik maliyet ve insan gücü bakımından ortaya çıkan sınırlamalar, birçok amacın aynı test programı içinde gerçekleştirilmesini zorunlu hale getirmektedir. Döl denemeleri ile sağlanacak bilginin miktarı, etkili birçok faktörün içinde, döl tipine önemli derecede bağlıdır. Döl denemelerinin başlıca iki tipi bulunmaktadır: Açık tozlaşma (serbest döllenme) ürünü tohumlarla kurulan döl denemelerinde, sadece tohum toplanan ana ağaç bilinmektedir ve bu nedenle elde edilen döllere yarı- kardeş (half sib) dölleri denir. Bu dölleri ile kurulan denemeler “açık tozlaşma döl denemeleri” veya “yarı-kardeş döl denemeleri” olarak isimlendirilir. Kontrollü döllenme (kontrollü çaprazlama) ürünü dölleri ile kurulan döl denemelerinde her iki ebeveyn ağaç (ana ve baba) da bilinmektedir ve elde edilen dölleri tam-kardeş (full sib) dölleri denir. Bu dölleri ile kurulan denemeler “kontrollü çaprazlama döl denemeleri” veya “tam-kardeş döl denemeleri” olarak isimlendirilir. Seçilen ana ve baba ebeveynleri arasındaki kontrollü çaprazlamalara dayalı olarak kurulan tam-kardeş döl denemelerinde daha çok bilgi üretilir. Ancak, bu denemelerin kuruluşu büyük bir iş gücünü ve masrafı gerekli kıldığından, yarı-kardeş döl denemeleri daha yaygın olarak tesis edilmektedir.

Genetik ıslah programlarında, alınması gereken en önemli kararlardan biri, bir çaprazlama yönteminin seçimidir. Ağaç seçiminin dışında, bir ıslahçının genetik değişkenliğe sahip bir popülasyonu ıslah edebilmesi için çaprazlama sistemini iyi belirlemesi gerekir. Bir çaprazlama yönteminin seçiminde göz önünde bulundurulması gereken birçok husus vardır. Ancak, uygulamada genellikle birbiri ile yarışan birçok farklı istek olduğundan ve bunların tek bir sistem tarafından

başarı ile karşılanması mümkün olmadığından en iyi sistemin seçimi de güç olmaktadır. Bu nedenle pratik ve ekonomik hususlar göz önünde tutularak uzlaştırıcı bir çözüm yolu bulmaya çalışılır. Orman ağaçlarının ıslahında, kontrollü çaprazlamalar ve bunlara dayalı denemelerin tesisleri uzun zaman gerektiren pahalı işlemlerdir. Bu nedenle, aynı zamanda birçok amacın gerçekleşmesini sağlayan çaprazlama desenleri tercih edilir.

Orman ağaçlarının ıslahında çeşitli eşleşme desenleri kullanılmaktadır. Bunların içinde ana ağaçlarla ilgili bilgi sağlayan, açık tozlaşma eşleşme deseni (open-pollinated mating design) ile çoklu çaprazlama eşleşme deseni (polycross mating design) en çok tercih edilenlerdir (Ditlevsen 1985). Bu iki eşleşme deseni, eksik ebeveynli eşleşme deseni (incomplete pedigree design) olarak ifade edilmekte, her iki ebeveynin (ana ve baba) kontrolünü sağlayan desenler ise tam ebeveynli eşleşme deseni (complete pedigree design) olarak isimlendirilmektedir (Zobel and Talbert 2003). Döl denemelerinin tesislerinde en fazla kullanılan eşleşme desenleri aşağıda verilmiştir.

#### **a) Açık tozlaşma eşleşme deseni**

Bir populasyonda seçilen bireylerden elde edilen serbest tozlaşma ürünü döllere yeni bir popülasyonun oluşturulması en kolay ve en az masraflı şekilde açık tozlaşma eşleşme deseni ile gerçekleştirilebilir. Açık tozlaşma döl denemeleri, birçok ıslah amacını birden gerçekleştirmek yönünden çok yararlıdır. Ebeveyn ağaçların genel birleşme yeteneklerinin (GBY) ortaya çıkarılarak, tohum bahçelerindeki genetik yönden zayıf ebeveynlerin ayıklanmalarına imkan sağlar. Ancak, erkek ebeveynler bilinmediğinden özel birleşme yeteneğinin (ÖBY) tahmini mümkün değildir. Açık tozlaşma döl denemeleriyle eklemeli genetik varyansın ve gerçekleşecek olan genetik kazancın tahmini kolaylıkla yapılabilir. Diğer taraftan, yarım kardeş (half-sib) dölleri, ileri generasyon ıslah popülasyonlarını oluşturmak için kullanılan tam kardeş (full-sib) dölleri kadar etkin değildir. Ancak, ekonomik açıdan incelendiğinde, açık tozlaşma döl denemeleri diğer tüm eşleşme desenlerine göre en düşük maliyetli ve en az iş gücü gereksinimi olan yöntemdir (Ditlevsen 1985, Öztürk 2000, Zobel and Talbert 2003).

Açık tozlaşma döl denemeleri, gelecek generasyonların seçiminde kullanılmaları yönünde çok sınırlı imkanlar sağlarlar. Eğer dölleri tohum bahçesinden toplanmış tohumlardan yetiştirilmişlerse, ıslahçı seçilen bireylerin müşterek bir erkek ebeveyn ile ilişkisi olup olmadığını bilemez. Böyle denemelerden yapılan seleksiyonlar gelişmiş tohum bahçelerinde kullanıldığı zaman, kendileme (inbreeding) riski

açık- tozlaşma deseninin kullanılmasına ciddi bir sınırlama getirir. Örneğin, tohum bahçesinde tüm polen miktarı sadece bir klon tarafından üretiliyorsa test edilen ebeveynlerin genel birleşme yetenekleri, o dışı ebeveynlerin tek bir erkek ebeveyn tarafından döllenmeleri sonucunda ortaya çıkan özel birleşme yetenekleri ile karışmış olacaktır. Açık tozlaşma döl denemelerinden gelişmiş generasyon seçimlerinin yapılabilmesi, ancak doğal meşcerelerde veya ıslah edilmemiş ağaçlandırma alanlarında seçilen ebeveyn ağaçlar arasında çok büyük mesafeler olması durumunda mümkün olabilir. Bu takdirde de, seçilmemiş bir erkek bireyle döllenmiş olan böyle açık tozlaşma ürünü bireylerde genetik kazanç düşük olacağından gelişmiş generasyon seçimi sakıncalı görülmektedir.

Açık tozlaşma döl denemeleri, genel birleşme yeteneğini ve genetik kazancın tahminini oldukça etkili bir şekilde sağladıklarından ve denemelerden daha kısa bir sürede sonuç alınmasını sağladıklarından, genetik ıslah programlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar (Resim 7, 8).



Resim 7. *Picea sitchensis* açık tozlaşma döl denemesi, İskoçya (Foto: K.Tunçtaner)

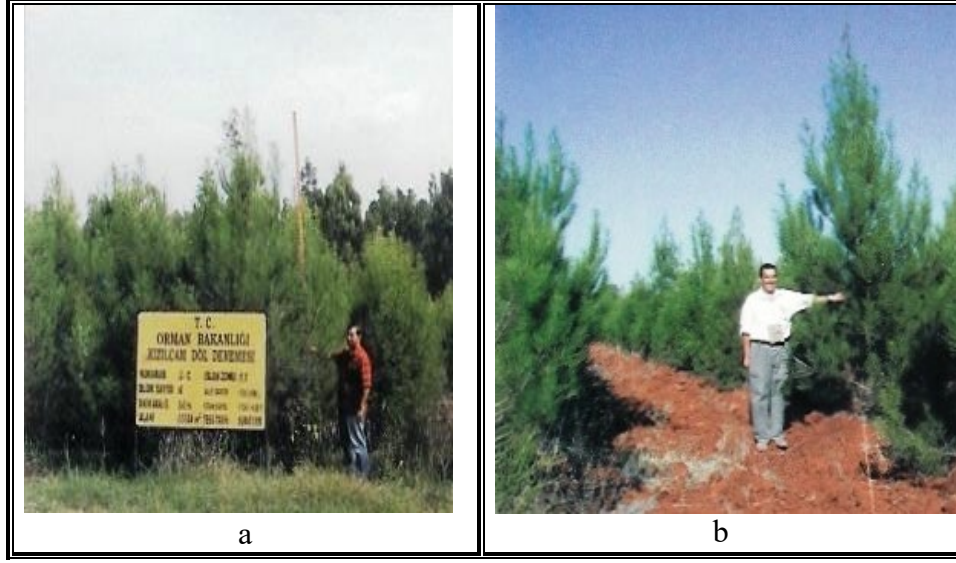




Resim 8. Döl denemeleri kuruluşu için fidanlıkta hazırlanmış olan *Pinus contorta* ve *Picea sitchensis* fidanları, İskoçya (Foto: K.Tunçtaner)

Ülkemizde Akdeniz Bölgesi alçak yükselti kuşağı (0-400m) ıslah zonunda tesis edilmiş altı adet klonal tohum bahçesinde yer alan 168 klon ve 140 adet seçilmiş plus ağaçtan toplanan açık tozlaşma ürünü tohumlarla, Fethiye, Antalya ve Ceyhan'da iki seri döl denemesi tesis edilmiştir (Resim 9). Orta yükselti kuşağında (401-800 m) ise, 13 adet tohum meşçeresi ile 3 adet gen koruma ormanından seçilmiş olan 270 üstün ağaçtan ve mevcut 4 adet klonal tohum bahçesinde yer alan 75 klondan toplanan tohumlarla iki seri halinde döl denemeleri tesis edilmiştir. Denemelerde 4. yaşta boy karakteri ölçülmüş ve bu karaktere ilişkin genetik parametreler hesaplanarak ailelerin ıslah değerleri bulunmuştur. Değerlendirme sonuçlarına göre, Akdeniz bölgesi alçak yükselti kuşağında, kontrol materyaline göre fenotipik tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazanç %8.1 olarak hesaplanmıştır. Her bir tohum bahçesinde 20 klon bırakılacak şekilde bir genetik ayıklama yapılması sonucunda tohum bahçelerinde elde edilecek genetik kazanç %13.2 olmaktadır. Genotipik tohum bahçelerindeki genetik kazanç ise, birinci seri denemelerde %24.9 ve ikinci seri denemelerde %14.6 olarak hesaplanmıştır. Orta yükselti kuşağında, en yüksek ıslah değerine sahip 30 klonla kurulacak 1.5 generasyon tohum bahçelerinin tesisi ile 4.yaş ağaç boyu için tahmin edilen genetik kazanç her iki seride de %13 olarak hesaplanmıştır (Öztürk ve ark., 2004, 2006). Ege bölgesi alçak yükselti kuşağı (0-400 m) ıslah zonunda, 168 adet üstün ağaç ve bir tohum bahçesindeki 25 klondan toplanan tohumlarla iki seri halinde

6 adet kızılçam döl denemesi tesis edilmiştir. 4. yıl sonunda yapılan boy değerlendirmesi sonucunda üstün ağaçlar, ıslah değerleri bakımından kontrol ağaçlarına göre % 2.57 daha fazla boy gelişimi yapmışlardır. Islah değeri en yüksek 30 üstün ağacın seçimi sonucunda ise boyda % 16.92 oranında genetik kazanç elde edileceği tahmin edilmiştir (Alan ve ark., 2005).



Resim 9. Kızılçam döl denemeleri a) Ceyhan, b) Antalya. (Foto: Orman Ağ. ve Toh. Is. Arş. Md.lüğü)

### **b) Çoklu çaprazlama(polycross) eşleşme deseni**

Açık tozlaşma döl denemesindeki, kendileme ve farklı ana ağaçların farklı polenler tarafından döllenişi gibi sakıncalar çoklu çaprazlama yöntemi ile giderilmiştir. Bu yöntemde, çok sayıdaki ebeveynden alınan polen karışımı ile ana ağaçlar yapay yoldan dölleniştir. Bu şekilde kendilemeden kaçınılmakta ve tüm ana ağaçların aynı polen karışımı ile döllenişi sağlanmaktadır. Bu eşleşme deseninde; dişi ebeveynlerin genel birleşme yetenekleri, genetik varyans ve kalıtım derecesi yeterli bir şekilde tahmin edilebilir.

Çoklu çaprazlama yönteminde, açık döllenişte olduğu gibi dölleri babaları bilinmemektedir, bu da gelecek generasyon için bu dölleri arasından yeni ebeveynlerin seçilmesini önemli derecede sınırlandırmaktadır. Erkek ebeveynlerin bilinmediği eşleşme desenlerinde, kombinasyonların olası özel etkilerini değerlendirmek mümkün değildir. Bununla beraber bu sistemlerin uygulamaları az

masraflı denemelerin kuruluşları ve istatistik analizleri kolaydır. Rastlantı blokları deneme desenine göre kurulmuş olan bir çoklu çaprazlama döl denemesinin varyans analiz tablosu aşağıda verilmiştir.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Beklenen Kareler Ort.
Bloklar	$b - 1$		
Aileler	$a - 1$	$K_1$	$\sigma_w^2 + w\sigma_e^2 + bw\sigma_a^2$
Hata	$(a - 1)(b - 1)$	$K_2$	$\sigma_w^2 + w\sigma_e^2$
Parseller içi	$a.b.(w - 1)$	$K_3$	$\sigma_w^2$

$\sigma_a^2$  : Ailelerden kaynaklanan varyans

$\sigma_e^2$  : Parseller arası çevresel varyans

$\sigma_w^2$  : Parsellerde bulunan ağaçlar arasındaki çevresel varyans

### c) Tam diallel çaprazlama

Bu eşleşme deseninde, döllerin erkek ve dişi ebeveynleri belli olduğu için genel bir kural olarak, babası belli olmayan eşleşme sistemlerine göre daha fazla bilgi elde edilir. Bu eşleşme deseni, tüm çaprazlama olasılıklarını içermesi, yani her ebeveynin diğerleri ile hem erkek hem de dişi olarak çaprazlanması esasına dayanması ve ebeveynlerin genetik karakterleri ile ilgili tüm bilgileri sağlaması nedeniyle, en iyi eşleşme desenlerinden biridir (Şekil 22). Bu yöntem ile genel ve özel birleşme yetenekleri, genetik varyanslar ve genetik kazanç tahmin edilebilir. Ayrıca, tüm kombinasyonlar ortaya çıkarıldığından, bir sonraki generasyon için yapılacak seleksiyona yönelik ayrıntılı bilgi sağlanır. Pratik yönden ise uygulanması son derece güç olan bir eşleşme desenidir. Büyük populasyonlarda çok sayıda kontrollü çaprazlamayı gerektirdiğinden ekonomik değildir. Örneğin, ebeveyn sayısının 30 olması durumunda  $n^2 = 900$  adet kontrollü dölleme yapılması gerekmektedir, kendileme durumundan kaçınılırsa, bu takdirde kombinasyon sayısı 870 olmaktadır.

♀ \ ♂	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Şekil 22. Tam diallel çaprazlama deseni

**d) Değiştirilmiş diallel çaprazlama**

Bu eşleşme deseninde, ters çaprazlama (reciprocal crossing) ve kendileme yapılmayarak kombinasyon sayısı önemli derecede azaltılmıştır (Şekil 23). Elde edilen bilgiler, tam diallel eşleşme deseninden elde edilenlere oldukça yakındır. Ancak, denemelerde ve parametrelerin tespitinde aynı güvenilirliği garanti etmek mümkün değildir.

♀ \ ♂	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2	X									
3	X	X								
4	X	X	X							
5	X	X	X	X						
6	X	X	X	X	X					
7	X	X	X	X	X	X				
8	X	X	X	X	X	X	X			
9	X	X	X	X	X	X	X	X		
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Şekil 23. Değiştirilmiş diallel çaprazlama deseni

**e) Kısmi diallel çaprazlama**

Bu çaprazlama deseni, tam diallel ve değiştirilmiş diallel desenlerden, her klonun diğer tüm klonlarla çaprazlanmaması nedeniyle ayrılabilir. Bu şekilde, yüksek işgücü ve maliyet gibi olumsuzluklar ortadan kaldırılmış olur. Kısmi diallel çaprazlama deseninin değişik tipleri vardır. Çaprazlamalar oluşturulan setlerde yapılmaktadır (Şekil 24).

♂ \ ♀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		x	x	x	x					
2			x	x	x					
3				x	x					
4					x					
5										
6							x	x	x	x
7								x	x	x
8									x	x
9										x
10										

♂ \ ♀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1					x	x				
2						x	x			
3							x	x		
4								x	x	
5	x								x	x
6	x	x								
7		x	x							
8			x	x						
9				x	x					
10					x					

Şekil 24. Kısmi diallel çaprazlama desenleri

Bu çaprazlama deseninde, her bir ebeveyn için yeterli sayıda çaprazlama yapılırsa GBY, ÖBY ve genetik kazanç tahmininde etkili sonuç alınabilir. Aynı zamanda, ileri generasyon ıslah popülasyonu oluşturulabilir.

#### f) Faktoriyel çaprazlama

Bu desende belirli sayıda dişi ebeveyn az sayıda erkek ebeveynin tümü ile çaprazlanır (Şekil 25). Ormancılıkta genellikle 4-6 adet erkek ebeveyn kullanılır. Erkek ebeveynlerin (tester ebeveynler) seçiminde, biliniyorsa ıslah değerleri kriter olarak alınabildiği gibi en erken çiçeklenen bireylerin seçilmesi de kriter olabilir. Çaprazlamalarda az sayıda erkek ebeveynin tester olarak kullanılması nedeniyle bu desene “tester çaprazlama deseni” de denmektedir.

♀ \ ♂	1	2	3	4	5	6
7	x	x	x	x	x	x
8	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x
10	x	x	x	x	x	x
11	x	x	x	x	x	x
12	x	x	x	x	x	x
13	x	x	x	x	x	x
14	x	x	x	x	x	x
15	x	x	x	x	x	x
16	x	x	x	x	x	x

Şekil 25. Faktoriyel çaprazlama (tester) eşleşme deseni

Bu çaprazlama deseni ile GBY ve ÖBY'nin sağlıklı olarak bulunabilmesi için tester ebeveynlerin sayısının yeterli olması gerekmektedir. Çok az tester ebeveyn kullanıldığı zaman, aynı ebeveyn çaprazlamalarda hem erkek hem de dişi olarak yer almadığı için, her ebeveynin GBY değerini diğerleri ile karşılaştırmak mümkün değildir. Tester ebeveynler popülasyondaki diğer tüm ebeveynler ile çaprazlandıkları için, bunların GBY ve ÖBY değerleri daha güvenli olarak tahmin edilebilir. Bu çaprazlama yöntemi ile, ileri generasyon tohum bahçeleri için döl seçimi yapmak zordur. Bu desenin avantajı, uygulamasının basit ve maliyetinin ucuz olmasıdır.

#### g) Tek eşli çaprazlama

Bu sistemde her ebeveyn eşleşmeye sadece ana veya sadece baba olarak bir defa katılır. Böylece ebeveynlerin yarısı ana, diğer yarısı baba olarak kullanılmakta ve her ana ebeveyn tek bir baba ebeveynin polenleri ile döllenmektedir (Şekil 26). Bu desen, devamlı ıslah çalışmaları için etkili popülasyon büyüklüğünü en yüksek seviyede

tutma olanağını sağlar. Ayrıca, yeni bir tohum bahçesi için bireylerin seçileceği ıslah popülasyonunun oluşturulması yönünden de avantaj sağlar. Bu yöntem ile, tam kardeş ailenin performansını ve buna bağlı olarak yapılacak seleksiyondan elde edilecek genetik kazancı güvenilir olarak tahmin etmek mümkündür. Ancak, her ebeveyn sadece tek bir eş ile çaprazlandığından ebeveyn ağaçların GBY ve ÖBY'leri tahmin edilememektedir. Bu eşleşme deseni, kontrollü çaprazlamaların az sayıda yapılması nedeniyle pratikte uygulaması kolay ve ekonomik bir yöntem olarak nitelendirilmektedir.

♂ \ ♀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		X								
2										
3				X						
4										
5						X				
6										
7								X		
8										
9										X
10										

Şekil 26. Tek eşli çaprazlama deseni

Yukarıda belirtilen eşleşme desenleri dışında daha birçok modifiye edilmiş eşleşme deseni çeşitli kaynaklarda belirtilmiştir (Wright 1976, Ürgenç 1982, Ditlevsen 1985, Bridgewalter 1992, Öztürk 2000, Zobel ve Talbert 2003). Bu sistemler içinden birinin seçimi, uygulanacak kontrollü çaprazlamanın amacına bağlıdır. Pratikte en çok kullanılmakta olan çaprazlama sistemlerinin avantaj ve dezavantajları Tablo 9'da belirtilmiştir.

Tablo 9. Çaprazlama desenlerinin karşılaştırılması

Çaprazlama Sistemleri	GBY'nin Belirlenmesi	Plus ağaç Seçimi	Maliyet	GBY ve ÖBY varyanslarının tespiti
Açık tozlaşma	Orta	Mümkün fakat yetersiz	Düşük	Güç
Çoklu çaprazlama	Çok iyi	Çok az	Çok düşük	GCA'nın tespiti iyi
Tam diallel	Mükemmel	Mükemmel	Çok yüksek	Mükemmel
Değiştirilmiş diallel	Mükemmel	Mükemmel	Çok yüksek	Çok iyi
Kısmi diallel	İyi	Çok iyi	Orta	GCA'nın tespiti iyi, SCA'nın zor
Faktoriyel (tester)	İyi	Özel durumlarda	Orta	İyi
Tek eşli	Kötü	İyi	Çok düşük	Kötü

GBY : Genel birleşme yeteneği , ÖBY : Özel birleşme yeteneği

#### 3.1.4.4. Klonal seleksiyon

Bir bitkinin genetik yapısının çelik, aşı kalemi, yaprak, tomurcuk gibi vejetatif materyelle eşeysiz yoldan üretilerek devam ettirilmesi mümkündür. Böyle gerçekleştirilen çoğalmaya **klonlama**, orijinal bireyle birlikte genetik özellikleri aynı olan döllerin tamamına da **klon** denmektedir. Diğer bir ifade ile, bir ana bireyden (ortet) vejetatif olarak üretilen ve genetik özellikleri aynı olan döllerin (ramet) toplamına **klon** denir. Klon ile tek bir bitkinin belirli karakteristikleri üretim aşamasında sürekli olarak devam ettirilebilir. Klonlama, özellikle meyve ve süs bitkilerine ait kültürler için önemlidir. Çünkü, bu kültürler tohumla üretilmeleri halinde, genotiplerinde heterozigotluğun yüksek olması nedeniyle belirli karakteristik özelliklerini kaybedebilirler. Ormancılıkta vejetatif yoldan önemli bir genetik kazancın elde edilmesi durumunda, klonal üretimle bu kazanç pratiğe süratle aktarılabilir. Ancak bu, vejetatif yoldan üretilen, spesifik ve epistatik varyansın kolayca değerlendirilebildiği türler için geçerlidir. Geniş yapraklı ağaçların (Angiosperm) klonları süs bitkisi ve meyve ağacı varyeteleri olarak yüzyıllardır kullanılmaktadır. Bu türlerin bir kısmı aşı yolu ile bir kısmı da çeliklerinin köklendirilmesi suretiyle üretilmektedir.



Klonal seleksiyon, yeterli koşulların oluşması halinde ormancılıkta uygulama yeri bulabilir. Bunun için, çelikten üretilen fidanların maliyeti tohumdan üretilen fidanlara göre çok fazla olmamalı, üretilen klonal materyalin değeri yüksek ve idare süresi kısa olmalıdır. Kırsal ormancılıkta, seçilmiş ağaçların klonal üretimleri hızlı bir şekilde benimsenmiştir. Tarımsal ormancılıkta ağaçlar geniş dikim aralıkları ile dikildiklerinden, bazı klonlar çelikten üretim maliyetleri yüksek olsa bile tohumdan üretilen fidanlara tercih edilmektedirler. Libby (1985), üstün özelliklere sahip olan ağaçların klonal denemeler kurmak üzere seçilmelerinin ve daha sonra orman plantasyonlarının kuruluşlarında değerlendirilmelerinin, klonal ormancılığa birçok avantajlar sağladığını belirtmektedir. Çeliklerinin köklendirilmek suretiyle kolayca üretilmelerini nedeniyle yapraklı tür klonları daha fazla kullanım yeri bulmuş ve yaygınlaşmıştır. Aşı yolu ile üretilen varyeteler ise, süs bitkisi ve meyve üretimi amacına yönelik yüksek değerli münferit ağaçlar için sınırlı kalmıştır. Çelikle kolay ve ucuz olarak kitle halinde üretilen türler, odun üretimi için çok klonlu orman plantasyonlarının tesisinde değerlendirilmektedirler. Bu türlerin yaygınlaşmasında rol oynayan faktörler; çelikle kolay üretilmelerinin yanı sıra odunlarının kullanım değerleri, plantasyon tesislerinde sağladıkları kolaylık ve değişik yetiştirme ortamlarına uyum yetenekleridir.

Kavak ve söğütler, vejetatif yoldan çelikle kolayca üretilmelerini, hızlı büyümeleri ve odunlarının çeşitli sanayi kollarında kullanılabilmesi gibi nedenlerle, dünyada en yaygın olarak kültürü yapılan türlerdir. Kavak ve söğüt klonları, özellikle ılıman bölgelerde kereste, selüloz, enerji, kimyasal ve gıda maddesi üretimi yönünden değerlendirilmektedir (Zuffa 1985, Tunçtaner 1990, Bisoffi 1992, Bradshaw ve ark. 1994, Tunçtaner ve ark., 2004). Bu amaçlara uygun klonlar, araştırma çalışmalarına dayalı olarak seçilmektedir (Resim 10).



Resim 10. Kavaklarda klonal seleksiyon. a) Klonal üretim için seçilen bir *Populus trichocarpa* bireyi - Washington, USA. b) Çeşitli kavak klonlarının yer aldığı bir populetum - İspanya. (Foto : K.Tunçtaner).

Ülkemizde İzmit Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü tarafından kavak ve söğüt türleri ile çeşitli amaçlara yönelik olarak klonal üretim çalışmaları İzmit fidanlığında sürdürülmekte ve farklı yetiştirme ortamlarına uygun klonların seçimlerini yapmak üzere fidan yetiştirilmektedir (Resim 11).



Resim 11. Kavak ve söğüt klonlarına ait 2-0 yaşındaki fidanlar, İzmit  
(Foto : K.Tunçtaner)

Dünyada ve ülkemizde kavak odunu kullanan endüstri kolları süratli bir şekilde gelişmektedir. Bu gelişme, özellikle tür içi ve türler arası çaprazlamalardan elde edilen melez klonlara dayanan lif-yonga levhaları, kontrplak, kibrit, ambalaj ve selüloz sanayiinde olmaktadır. Birçok Avrupa ülkesinde melez klon seleksiyonuna yönelik olarak *Populus nigra*, *P. deltoides* ve *P. trichocarpa* türlerinde yapay melezleme çalışmaları sürdürülmekte, bunun yanı sıra saf *P. deltoides* klonlarının seçimi çalışmaları da yapılmaktadır. Birim alanda yüksek hacim üretimi sağlayan *P. deltoides* klonları ve bunların *P.nigra* ile yapmış oldukları melezlerden selekte edilen klonlardan elde edilen başarı, Kuzey Amerika'da geniş bir yayılış alanına sahip olan bu tür üzerinde araştırma çalışmalarının yoğunlaşmasına neden olmuştur. Ülkemizde de bu amaçla yapılan araştırma çalışmalarının sonuçlarına göre, bazı *P. deltoides* klonlarının, *P.x euramericana* "I-214" melez klonundan daha başarılı oldukları belirlenmiştir (Tunçtaner 1991, Tunçtaner ve ark., 1994).

Marmara bölgesinde üç ayrı yetiştirme ortamında, *P.x euramericana* ve *P. deltoides* klonları ile tesis edilmiş olan deneme alanlarından elde edilen araştırma sonuçlarına göre, büyüme yönünden klonlar arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Klonların 6 x 6 m. dikim aralığı ile yer aldıkları deneme alanlarında, hektardaki hacim üretimleri yönünden yapılan değerlendirmelerde, klonlar 12 yıllık rotasyon süresi sonunda 120 m<sup>3</sup> /ha ile 401 m<sup>3</sup>/ ha arasında hacim üretimi yapmışlardır (Tunçtaner ve ark., 1998, Tunçtaner 2000). İzmit

deneme alanında S.307-26 numaralı *P. deltoides* klonu 33.5 m<sup>3</sup> / ha ile 27 klon içinde en yüksek yıllık ortalama artıma sahip olmuştur. Kontrol klonu *P.x euramericana* “I-214” ise 19.5 m<sup>3</sup>/ha ortalama artım yapmıştır. S.307-26 klonu göstermiş olduğu bu yüksek büyüme performansı, gövde düzgünlüğü, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanıklılık, odun özellikleri gibi kriterler nedeniyle selekte edilmiş ve “İzmit” adı altında ulusal tescilinin yapılması için “Ulusal Kavak Komisyonu” na önerilmiştir.

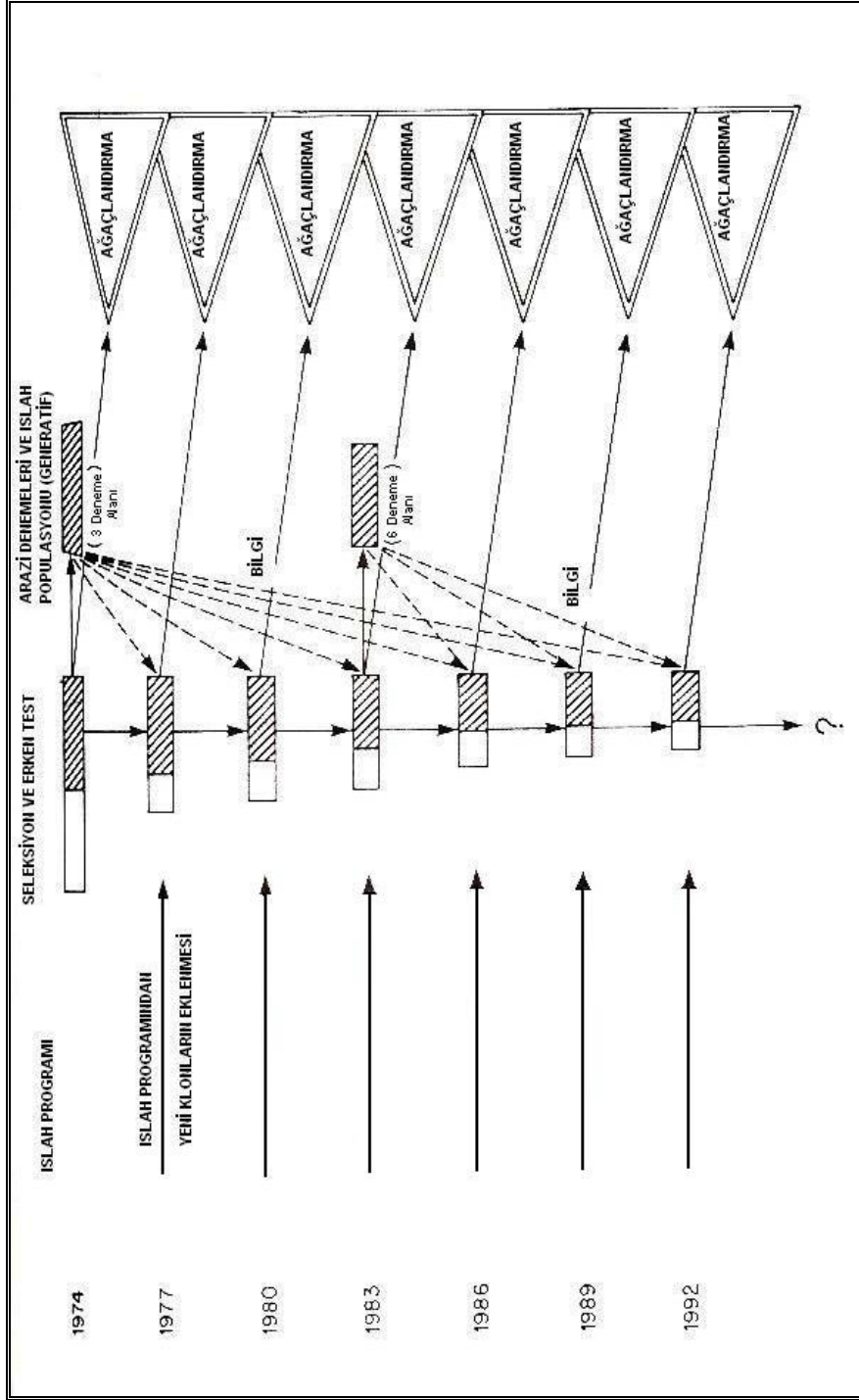
Kavak ve söğüt klonları kitle (biomas) üretimi yönünden de seleksiyon çalışmalarına konu olmaktadır. Köksüz çeliklerin çok sık dikim aralıkları (0.5 m–1.5 m) ile dikildikleri bu plantasyonlar kısa süreli rotasyonlarla (1–5 yıl) hasat edilmekte ve daha sonra baltalık olarak işletilmektedirler. Ağaçların toprak üstü kısımları lif, enerji ve besin kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Söğüt plantasyonları geleneksel olarak sepet yapımına uygun kitle halinde çubuk üretmek amacıyla da işletilmektedir. Ülkemizde ağaç formundaki söğüt türlerine ait 55 klon üzerinde yapılan araştırma çalışmaları sonucunda; Klonların biokitle üretimine yönelik plantasyonlarda kullanılmaları açısından, hektardaki hacim ve kuru madde verimleri, enerji değerleri besin değerleri yönlerinden çok amaçlı klon seçimleri yapılmıştır (Tunçtaner 1990, 1993, 2002). Klonal seleksiyon çalışmalarını kapsayan söğüt ıslah programlarının, kavaklarda olduğu gibi ülke çapında yaygınlaştırılması gerekmektedir (Resim 12).



Resim 12. Selekte edilen çeşitli söğüt klonları, İzmit  
(Foto : K.Tunçtaner)

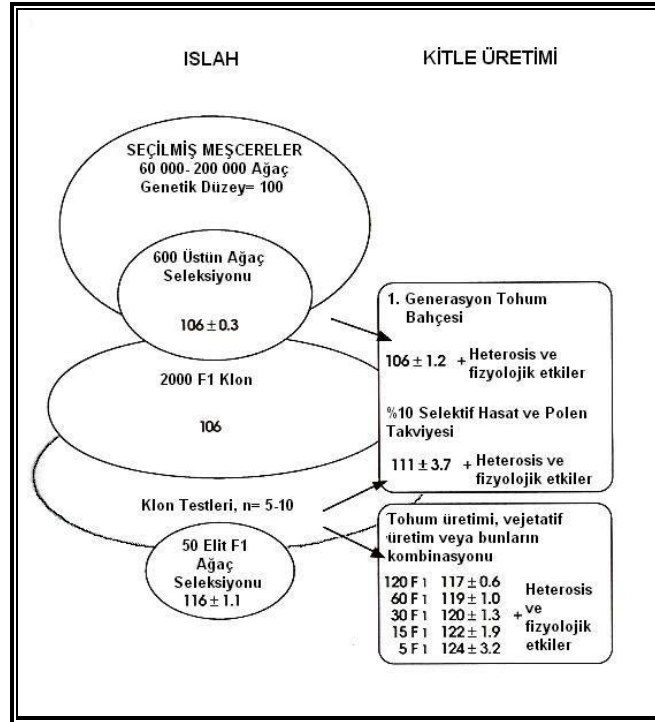
İğne yapraklı türlerin klonal plantasyonları yapraklı türlere göre daha sınırlıdır. Bunun en büyük nedeni iğne yapraklı türlerin çeliklerindeki köklenme güçlüğüdür. Japonya'da *Cryptomeria japonica* ve *Chamaecyparis obtusa* gibi türlerin kolay köklenmesi, bunların klonal ağaçlandırmalarının gerçekleşmesini sağlamıştır. İlk klonal seleksiyon programları Yeni Zelanda'da *Pinus radiata*, Kaliforniya'da *P. radiata* ve *Sequoia sempervirens*, Kanada'da ladin türlerinde başlatılmıştır. Bunun dışında, ABD ve Kanada'da duglaz türünde birçok araştırma yürütülmektedir (Kleinschmit 1985). Almanya ve İsveç gibi ülkelerde her yıl milyonlarca *Picea abies* çeliği üretilmektedir.

Uzun süreli ıslahta generatif üretim, programın ana çizgisini oluşturmakta, vejetatif üretim ise tamamlayıcı olarak kullanılmaktadır. Üretim populasyonlarında klonal üretim; yararlanma, ıslah ve genetik kazanç yönlerinden çok güçlü bir vasıta olmaktadır. Klonal seleksiyon ve testler sonucunda belirlenen klonlar, tohum bahçelerine ve kontrollü döllemelere ait ıslah edilmiş projenilerin tohumlarına göre daha yüksek bir gelişme sağlamaktadır. Bu klonlar aynı zamanda gelecekteki ıslah çalışmalarında da kullanılabilir. Kleinschmit (1985), Almanya'da *Picea abies* için uygulanan bir ıslah programının genel çerçevesini ve buna bağlı olarak 1974–1992 yılları arasında yürütülen klonal seleksiyon ve test programlarını şematik olarak açıklamıştır (Şekil 27).



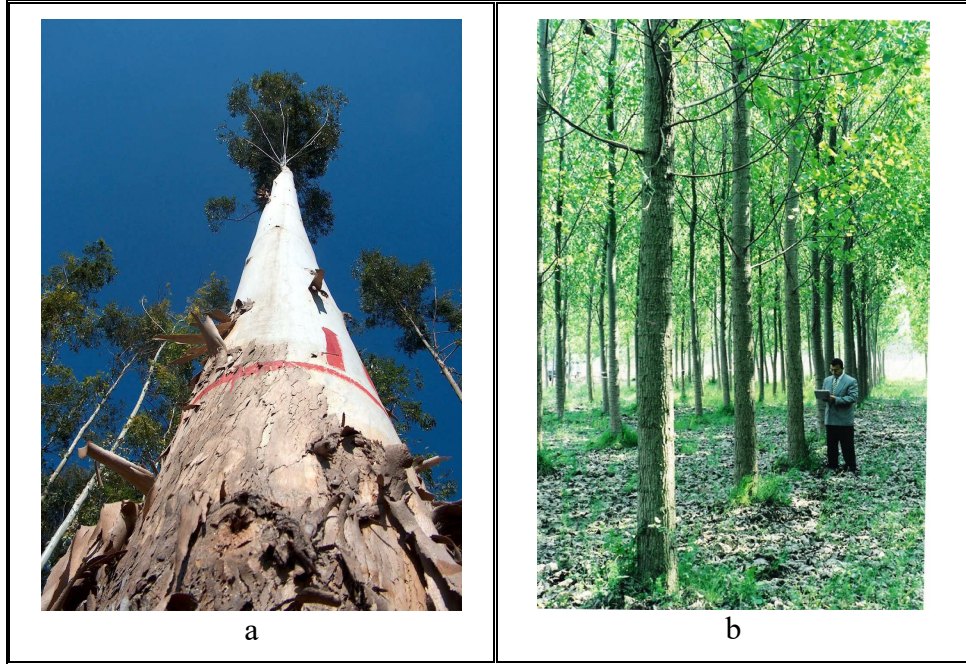
Şekil 27. *Picea abies* için uygulanan klonal seleksiyon ve test programları (Kleinschmit 1985).

Birçok ülkede çeşitli orman ağacı türleri ile uzun ve kısa süreli ıslah programları yürütülmektedir. Bu programların başlangıcında genellikle orijin seçimini takiben klonal tohum bahçelerinin kuruluşları için plus ağaç seçimleri yer almaktadır. Daha sonraki aşamalarda döl denemelerinin sonuçları alınarak ikinci generasyon tohum bahçeleri kurulmakta ve bazı türlerde çelik üretimine dayalı klonal testler yapılarak klonal ormancılık uygulamalarına geçilebilmektedir. Yeni Zelanda'da *Pinus radiata* için genetik ıslah programı uygulanırken 1952-1985 yılları arasında 2000 adet plus ağaç seçimi yapılmıştır. Birinci generasyon ve ikinci generasyon tohum bahçelerinin kuruluşları gerçekleştirilmiş, kontrollü döllemelerin yapıldığı tohum bahçelerinde en iyi aileler belirlenmiş ve bunlar çelikle vejetatif yoldan çoğaltılarak klonal plantasyonların tesislerinde kullanılmışlardır (Wilcox 1994a). İsveç'te ıslah popülasyonlarında birbirini takip eden uzun süreli ıslah programları sonucunda kitle üretimine dayalı önemli bir genetik kazanç sağlanabilmektedir (Danell 1990). Islah programında seleksiyon ve testler sonucunda elde edilen genetik kazanç ve bunu takiben modern vejetatif üretim teknikleri ile kitle üretiminin sağlanması klonal ormancılık modeli çerçevesinde yürütülmektedir (Şekil 28).



Şekil 28. İsveç'te ıslah programı içinde yer alan klonal ormancılık modeli (Danell 1990).

Türkiye’de Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan “Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı” başta kızılçam olmak üzere karaçam, sedir, sarıçam ve kayın türleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Programda temel ıslah popülasyonlarını oluşturmak üzere kızılçamda 3006, karaçamda 2093, sarıçamda 1040 ve sedirde 318 plus ağaç seçimi yapılmıştır (Öztürk ve Şıklar 2000). Ayrıca, ıslah materyalinin *exsitu* olarak korunması ve diğer bilimsel amaçlar için kızılçamda 6, karaçamda 1, sarıçamda 2, fıstıkçamında 3 ve ladinde 1 olmak üzere 28.3 ha büyüklüğünde 13 adet klon bankası kurulmuştur (Anon. 2004). Önemli orman ağacı türlerimiz için uygulanmakta olan bu ıslah programlarının dışında, ülkemize ithal edilmiş olan bazı yabancı türlerin ıslahına yönelik çalışmalar da çeşitli araştırma kurumlarımız tarafından sürdürülmektedir. Akdeniz bölgesinde oldukça yüksek bir ağaçlandırma potansiyeline sahip olan *Eucalyptus camaldulensis* ve *E. grandis* ile Marmara ve Karadeniz bölgelerinde; *Populus deltoides*, *Pinus pinaster*, *P. radiata* ve *Pseudotsuga menziesii* türlerinin uygun orijinleri belirlenmiş ve bundan sonraki aşamalardaki ıslah çalışmaları için klon seleksiyonları veya plus ağaç seçimleri yapılmıştır (Resim 13 ve 14 )



Resim 13. *Eucalyptus grandis* ve *Populus deltoides* türlerinde klonal seleksiyon çalışmaları. a) *Eucalyptus grandis* plus ağacı (Foto: Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü), b) *Populus deltoides* klonlarına ait bireyler, İzmit (Foto: K. Tunçtaner).





Resim 14. *Pinus pinaster* ve *P. radiata* türlerinde klonal seleksiyon çalışmaları. a) *Pinus pinaster* üstün ağaçları-İstanbul, Taşdelen, b) *Pinus radiata* üstün ağacı, Adapazarı-Kaynarca (Foto: K. Tunçtaner).

### 3.2. MELEZLEME ISLAHI

Aynı genotipe sahip olmayan iki bireyin çaprazlanmasına **Melezleme**, elde edilen bireylere de **Melez** denilmektedir. Heterozigot olan bu bireyler, taşıdıkları farklı gen çiftlerinin sayılarına göre isimlendirilirler :

Monohibrid : Tek bir gen çifti için heterozigot olan bireyler

Dihibrid : İki gen çifti için heterozigot olan bireyler

Trihibrid : Üç gen çifti için heterozigot olan bireyler

Tetrahibrid : Dört gen çifti için heterozigot olan bireyler



Polihibrid : Çok gen çifti için heterozigot olan bireyler

Melezleme ıslahında, ana ve baba ebeveynlerde bulunan bazı karakterlerin bunların çaprazlanması sonucunda döllerinde kombine edilmesi durumuna **Kombinasyon Islahı** denir. Kombinasyon ıslahı, bir türün ırkları (orijinleri) arasında **ırk melezlemesi** şeklinde yapılabildiği gibi tür içi ve türler arası düzeyde de gerçekleştirilebilir. Burada amaç, her iki ebeveyndeki üstün özelliklerin döllerinde birleştirilmesidir. Örneğin, ülkemizde karakavak (*Populus nigra*) türüne ait iki ayrı kavak klonu melezlenerek yeni bir kavak klonu elde edilmiştir. Çaprazlama şekli aşağıdaki gibidir :

*P. nigra* “Hipodrom”(♀) X *P. nigra* “Gazi” (♂) = *P. x nigra* “Kocabey”

Çaprazlama sonucunda elde edilen bu melez karakavak klonu, fidanlık ve plantasyon aşamasında yürütülen araştırma çalışmalarının sonuçlarına göre, Orta Anadolu bölgemizde, ebeveynlerine göre daha hızlı büyüme yapmakta, don zararlarına karşı daha dayanıklı olmakta ve odununun teknolojik özellikleri yönünden de başarılı bulunmaktadır. Bu nedenle, Orta Anadolu bölgesindeki fidanlıklarda ticari olarak üretilmesi ve aynı bölgede tesis edilecek kavak plantasyonlarında kullanılması önerilmiştir (Tunçtaner ve ark., 1998). Kavakçılıkta, iki ayrı türe ait bireylerin melezlenmesinden çok başarılı melez kavak klonları elde edilmektedir. Dünyanın birçok ülkesinde kültürü yapılmakta olan *P. x euramericana* kavak klonları, *Populus deltoides* ile *P. nigra* türlerinin melezlenmesi sonucunda elde edilen bireylerden selekte edilmişlerdir.

Çam türleri arasında başarılı melezleme çalışmaları yapılmaktadır. Örneğin, Güney Kore’de, zayıf büyüme yapan, gövdesi düzgün olmayan fakat soğuk şartlara dayanıklı olan *Pinus rigida* ile hızlı büyüyen ve gövdesi düzgün olan *Pinus taeda* arasında yapılan melezlemelerden F<sub>2</sub> generasyonu tohumlar elde edilmekte ve bunlarla geniş ağaçlandırmalar kurulmaktadır. *Pinus nigra* var. *austriaca* ile *P. densiflora* arasında da kolayca melezleme kombinasyonları gerçekleştirilebilmektedir. *Larix leptolepis* x *L. gmelini* ve *Ulmus rubra* x *U. pumila* çaprazlamaları da türler arası melezlemelere örnek gösterilebilir (Wright 1976).

İki ayrı cins arasındaki melezlemeler, cinsler arası melezleme (intergeneric hybridization) adını alır. Çin’de kavak (*Populus*) ile söğüt (*Salix*) cinsleri arasında yapılan melezlemelerden selekte edilen bir klona “Popularis” ismi verilmiştir.

Farklı kavak seksiyonlarındaki türler arasında yapılan melezlemelerden başarılı sonuçlar alınmaktadır. Kuzey Amerika’da geniş yayılışa sahip olan ve “*Aigeiros*” seksiyonu içinde yer alan *Populus deltoides* ile yine Kuzey Amerika’da doğal olarak bulunan ve

“*Tacamahaca*” seksiyonu içinde yer alan *P. trichocarpa* türlerinin melezlemelerinden, ekonomik değeri yüksek melez klonlar selekte edilmekte ve bunlara **interamerican** klonları denmektedir (Meiden 1980, Teissier du Cros 1984, Bisoffi 1989, Huang ve ark., 1992).

Bir bireyin sahip olduğu üstün bir özelliğini, başka bir bireyle çaprazlanma sonucunda, kalıtım yoluyla döllerine geçirebilme yeteneğine **Birleşme Yeteneği** denir. Bu nedenle, orman ağaçlarında ekonomik değeri yüksek olan özelliklerin (çap, boy, gövde düzgünlüğü v.b) birleşme yeteneklerinin de yeterli düzeyde olması önem taşır. Birleşme yeteneği, genel ve özel olmak üzere iki şekilde tanımlanmaktadır (Wright 1976):

Bir ebeveynin üstün bir özelliğini, diğer tüm ebeveynlerle çaprazlanma durumunda, döllerine intikal ettirebilmesine **genel birleşme yeteneği** (GBY) denir. Bir ebeveynin yarım kardeş döl denemeleri ile belirlenen genetik kalitesi onun genel birleşme yeteneğini tanımlar. Örneğin, A bireyinin A, B, C, D, E bireyleri ile ayrı ayrı çaprazlanması sonucunda elde edilen döllerin ortalama boyları, B bireyinin A, B, C, D, E bireyleri ile çaprazlanması durumunda elde edilen döllerin ortama boyundan daha yüksekse, A bireyinin genel birleşme yeteneğinin, B bireyinin genel birleşme yeteneğinden daha yüksek olduğu ortaya çıkar.

Bir ebeveynin diğer ebeveynlerden belirli biri ile çaprazlanması durumunda, üstün bir özelliğini en yüksek düzeyde döllerine aktarabilmesine **özel birleşme yeteneği** (ÖBY) denir. Özel birleşme yeteneği tam kardeş döl denemeleri ile belirlenir. Örneğin, A bireyinin A, B, C, D, E bireyleri ile çaprazlanması durumunda, bunların içinden A x D çaprazlaması, A bireyinin diğer bireylerle yaptığı çaprazlamalardan elde edilen döllere göre en yüksek boylu dölleri veriyorsa, A bireyinin D bireyine karşı özel birleşme yeteneğinin yüksek olduğu anlaşılır.

Bir melezde ana ve baba ebeveynlerden gelen aynı karakterin daha kuvvetli veya daha zayıf olması durumuna **transgresyon** denir. F<sub>2</sub> ve daha sonraki generasyonlarda bahis konusu karakteri kontrol eden bütün dominant genlerin homozigot halde bir araya gelmesi **pozitif transgresyon**, bütün resesif genlerin homozigot olarak bir araya gelmesi ise **negatif transgresyon** olarak tanımlanır. Bir karakterin melezde ana ve babaya göre daha kuvvetli olarak ortaya çıkması için yapılan çaprazlamaya **transgresif melezleme** denir. Transgresyonla melezleme ıslahında melezin ebeveynlerinden üstün olabilmesi için aynı karakteri kontrol eden tüm dominant genlerin bir araya getirilmesi gerekmektedir.

### 3.2.1. Melez gücü (Heterosis)

Genotipleri farklı organizmalara ait melezlerin, ebeveynlerine göre daha üstün özellikler göstermelerine **melez gücü** veya **heterosis** denir. Melezin ebeveynlerine göre daha zayıf karakterler göstermesi durumunda ise negatif heterosisten bahsedilir. Ancak, pratikte heterosis melezin üstünlüğü olarak benimsenmiştir (Wright 1976). Bu güç melezin heterozigot olmasından kaynaklanır. Tarımsal ürünlerde melez gücü ile önemli üretim artışları sağlanmaktadır. Orman ağaçlarında melezlerin %20–30 oranında daha hızlı bir büyümeye sahip oldukları saptanmıştır. Özellikle, vejetatif yoldan kolayca üretilebilen ve klonal ağaçlandırmalara konu olan kavak ve okalıptus gibi türlerde, F<sub>1</sub> generasyonunda elde edilen heterosisten önemli ölçüde yararlanılmaktadır.

### 3.2.2. Melez gücünün birbirini takip eden generasyonlardaki durumu

AA ve aa genotiplerindeki iki birey birbirleriyle çaprazlanırsa ve dört generasyon boyunca ortaya çıkan melezler de kendi aralarında çaprazlanırsa Tablo 10’da belirtilen sonuçlar elde edilir.

Tablo 10. Melez gücünün generasyonlara göre heterozigotluk oranları

Generasyonlar	Elde edilen genotipler	Heterozigotluk oranı
F <sub>1</sub>	Aa	1 / 1 % 100
F <sub>2</sub>	1 AA : 2 Aa : 1 aa	2 / 4 % 50
F <sub>3</sub>	3 AA : 2 Aa : 3 aa	2 / 8 % 25
F <sub>4</sub>	7 AA : 2 Aa : 7 aa	2 / 16 % 12.5

Eğer melez gücü genlerin dominans üstü (eşit değerde) etkilerinden kaynaklanıyorsa, diğer bir ifadeyle direkt olarak heterozigotluktan meydana geliyorsa, bu takdirde kendini en çok F<sub>1</sub> generasyonunda gösterecek ve diğer generasyonlarda gittikçe azalacaktır. Melez gücü, genlerin eklemeli (additive) etkileri sonucunda meydana gelirse, bu takdirde her karakteri kontrol eden en iyi genlerin seçimini uygulamaya aktarmak mümkün olur. Örneğin; bir kozalakta tohum hasılatının, bir tohumun ağırlığı ve kozalakta tohum sayısı olarak iki komponent ile belirtildiğini farzedelim. 1 no.lu ağaç her kozalakta 20 mg’lık 30 tohum üretir, 2 no.lu ağaç ise bir kozalakta 10 mg lık 60 tohum üretirse, her iki ağaçta da hasılat bir kozalak için 600

mg dır. Genlerin eklemeli etkileri sonucunda, 1 ve 2 no.lu ağaçların melezinde 15 mg'lık 45 adet tohum üretilir ve böylece melezdeki hasılat 675 mg ile ebeveynlerinden daha fazla miktarda gerçekleşmiş olur. Eğer melez gücü dominantlıktan kaynaklanıyorsa, homozigot ressesif genlerin miktarı ve etkisi azdır. Bu şekilde melez gücü sabitlenebilir.

### 3.2.3. Kendileme (inbreeding)

Yakın akrabalar arasındaki döllenmeye **kendileme** denir. Bunun ekstrem halinde bir bitki veya bir ağaç kendi kendisiyle döllenir (selfing). Orman ağaçları doğada zengin gen kaynakları oluştururlar ve birçok resesif gen taşırlar. Bu resesif genlerin bir kısmı ekonomik önem taşıyabilir. Kendileme sonucunda resesif genler açığa çıkabilir. İki kendileme mahsulü bireyin çaprazlanmasından da heterosis elde edilebilir. Ancak, orman ağaçlarında genellikle yabancı döllenme olduğundan, ormancılık pratiğinde bunun uygulanması çok zordur. Ormancılıkta, kendileme mahsulü ortaya çıkan bireyler genellikle belirli nitelikler yönünden ebeveynlerinden daha zayıf görünürler. Buna **kendileme depresyonu** denir. Generasyonlar ilerledikçe heterozigot bireylerin sayısı azalır. F<sub>4</sub> de %12.5 olur, F<sub>15</sub> generasyonunda %1.56 ya, sonunda 0 a kadar düşer. Böylece heterosisin değeri kaybolur.

Tarım ürünlerinde kendileme ile yararlı sonuçlar alınabilir. Örneğin; domates, buğday ve birçok otsu bitkide kendileme iyi sonuç verir. Bu bitkilerde bulunan resesif genler, kendileme generasyonları boyunca elimine olurlar. Domates ve buğday da kendileme ile çaprazlama yapılmış kadar kuvvetli döller oluşturabilir.

Orman ağacı türleri ile yapılan denemelerde, kendileme mahsulü fidanların diğer normal fidanlardan %50 oranında yavaş büyüdükleri ortaya çıkarılmıştır. Kendileme, *Alnus glutinosa*, *Larix decidua*, *Larix leptolepis*, *Picea sitchensis*, *Pinus silvestris*, *Pinus strobus*, *Pseudotsuga menziesii* gibi orman ağacı türlerinde, tohum hasılatında önemli azalmalara ve döllerde zayıflamalara neden olmuştur.

Orman ağaçlarında kendilemeyi önlemeye yönelik bazı mekanizmalar oluşmuştur: Erkek ve dişi çiçeklerin ayrı ayrı ağaçların üzerinde yer aldığı bir cinsli iki evcikli (dioik), kavak, söğüt, ardıç, şimşir, dişbudak gibi orman ağaçlarında, kendilemeye karşı engelleme bu şekilde oluşmuştur. Erkek ve dişi çiçeklerin aynı ağacın üzerinde olduğu bir cinsli bir evcikli (monoik) çam, ladin, göknar ve duglas gibi orman ağaçlarında, dişi çiçeklerin ağacın üst kısmında, erkek çiçeklerin ise tacın alt kısmında yer alması kendilemeyi bir ölçüde engellemektedir. Meşe, kestane, huş, kızılbaş gibi monoik ağaç

cinslerinde, dişi ve erkek çiçekler ayrı ayrı fakat tepenin her yerine dağılmış olmalarına rağmen, bunlarda da kendilemeyi engelleyen bazı mekanizmalar gelişmiştir.

#### 3.2.4. Kontrollü polenleme (çaprazlama)

Genetik ıslah programlarında alınacak en önemli kararlardan biri çaprazlama programının belirlenmesidir. Ağaç seleksiyonu dışında, ıslahçının genetik değişkenliğe sahip bir populasyonu geliştirebilmesinin tek yolu bir kontrollü polenleme sisteminin seçimidir. Erkek ve dişi ebeveynlerin bilinmesi durumunda, erkek çiçeklerin ürettikleri polenlerin yapay yoldan dişi çiçekler üzerine nakledilmesi, kontrollü polenleme veya dölleme olarak bilinmektedir. Başlangıçta, tam kardeş aile seleksiyonlarında, ırk veya tür melezlemelerinde bir deneme tekniği olarak kullanılmış, daha sonraları, bazı melez çam tohumlarının ticari miktarlarda üretilmesi amacıyla değerlendirilmiştir. Kontrollü polenleme en çok yapay melezleme çalışmalarında, ve özellikle de kavak, söğüt ve okaliptus gibi türlerin melez klonlarının elde edilmesinde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu türlerde elde edilen ve kantite ve kalite olarak üstün büyüme özellikleri gösteren melez klonlar daha sonra çelikle kolayca çoğaltılabilmektedirler. Kavak ıslahında büyük öneme sahip olan kontrollü çaprazlama çalışmaları birçok ülkede sürdürülmektedir. Çalışmalarda seksiyonlar arası (intersectional) ve türler arası (interspecific) çaprazlamalar yoğunluk kazanmaktadır. *Aigeiros*, *Tacamahaca* ve *Leuce* seksiyonu kavakları bu çalışmalarda yer almaktadır (Michel ve ark., 1989, Rajora ve Zsuffa 1984, Weisgerber 1989, Nielsen 1989). Yapay melezlemeler ile sürekli olarak yeni klonlar selekte edilmekte ve bunlardan bazıları verimlilik ve çeşitli zararlılara mukavemet yönlerinden daha üstün özelliklere sahip olduklarından eski kültür varlıklarının yerlerini almaktadırlar. Ülkemizde de *Populus nigra* ve *P. deltoides* Kavak türleri arasında kontrollü polenleme çalışmaları yapılarak üstün büyüme özellikleri gösteren melez klonlar selekte edilmiştir (Tunçtaner ve ark., 1992, Tunçtaner 2002). Bu konudaki araştırma çalışmaları, İzmit Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü tarafından sürdürülmektedir.

Kontrollü polenleme çalışmaları önceleri doğal ormanlarda seçilen üstün nitelikli ağaçlar üzerinde yapılmıştır. Ancak daha sonraları, ağaçlar üzerindeki çalışmaların güçlüğü nedeniyle, seçilen ağaçların genotiplerini temsil eden vejetatif materyal ile tohum bahçeleri ve klon bankaları kurulmuş ve kontrollü polenleme çalışmaları daha kolay bir şekilde bu tesislerde yürütülmeye başlanmıştır. Kontrollü

çaprazlama çalışmaları aşağıda belirtilen aşamalar halinde yürütülmektedir;

#### 3.2.4.1. Ebeveyn ağaçların seçimi

Belirlenen kriterlere göre dişi ve erkek ebeveyn ağaçlar seçilerek işaretlenir ve numaralanır. Yapılan gözlemler sonucunda yeterli oranlarda dişi ve erkek çiçek taşıyan ağaçlar belirlenir. Dişi ebeveynlerin en az 15-20 polenleme torbasını gerektirecek miktarda dişi çiçek üretmeleri arzu edilir.

#### 3.2.4.2. Polenleme torbalarının yerleştirilmesi

Polenlemeden 1-2 hafta önce dişi çiçek tomucuklarını taşıyan dallar üzerine polenleme torbalarının yerleştirilmesi gerekmektedir. Bazı türlerde (ladin, göknar) dişi çiçekler ağaçların tepelerinin en üst kısımlarında yer aldıklarından, tohum bahçesi veya klon bankası gibi tesislerde dahi ağaçların tepelerine tırmanılması zarureti vardır. Bu bakımdan özel ekipmanlara ve iyi yetiştirilmiş ekiplere ihtiyaç duyulur. İzolasyon torbaları, yeterli sayıda dişi çiçeği içine alabilecek şekilde ve boyutlarda olmalıdır (Resim 15) .



Resim 15. *Picea abies* tohum bahçesinde kontrollü çaprazlama çalışmaları. Horsholm, Danimarka (Foto : K.Tunçtaner)

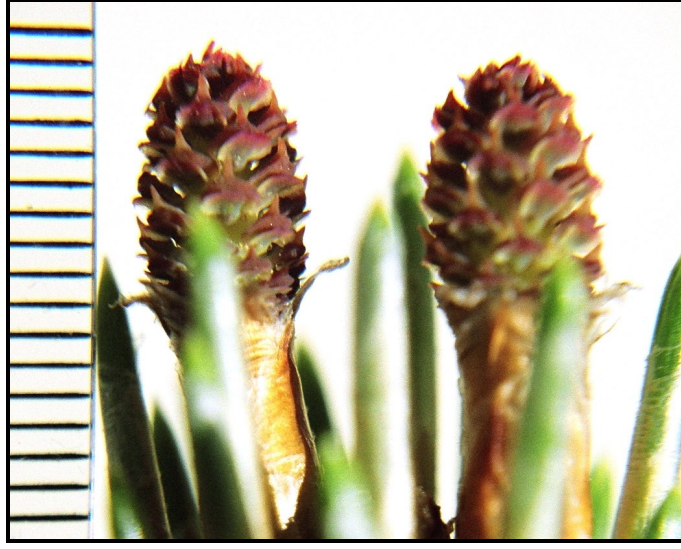
### 3.2.4.3. Polenlerin toplanması, depolanması ve hayatiyet testlerinin yapılması

Kontrollü polenleme çalışmaları genellikle aile seleksiyonu programlarının bir parçası olarak yapılır. Bu programlar çerçevesinde birçok dişi ve erkek bireyin döllerini test edilir. Test tiplerine göre kullanılacak erkek bireylerden yeteri kadar polen toplanması gerekir. Eğer çaprazlanacak iki ağacın çiçeklenme zamanları farklı ise, erken çiçeklenen bireyden polen toplanması ve diğer ağacın dişi çiçekleri olgunlaştığı zaman bu polenlerle döllenmesi en kolay yol olarak belirtilmektedir. Diğer ağacın polenlerinin kullanılmak istenmesi durumunda ise, bir yıl önceden polenin toplanarak depolanması gerekmektedir. Polenler hava kurusu haline getirilip temizlendikten sonra şişe veya tüpler içinde, rutubetsiz ortamlarda ve soğuk koşullarda uzun süre saklanabilirler. Uzun süre saklanan polenlerin kullanılmadan önce hayatiyet testlerinin yapılması gerekmektedir. Bu testler, polenlerin direkt olarak çimlendirilmelerine dayanan veya çimlendirilmeden polenlerin canlılığını ortaya çıkaran bioşimik yöntemleri kapsamaktadır. Ülkemizde yapılan bir araştırmada, sarıçam (*Pinus silvestris*) polenlerinin hayatiyet testleri her iki yöntem de kullanılmak suretiyle saptanmıştır (Boydak 1977).

### 3.2.4.4. Polenleme işleminin uygulanması

Dişi çiçeklerin polen kabul etme dönemlerinde polenleme yapılır. Angiospermlerde bu dönem stigmaların belirginleştiği ve aynı ağaçta polenlerin saçıldığı dönemdir. Polen dağılımı başladıktan sonraki 3-5 gün dişi çiçeklerin en fazla polen kabul ettikleri zamandır. Gymnospermlerde, özellikle çamlarda, dişi çiçek pulları arasındaki açıklığın görülebilir hale geldiği zaman (Resim 16) polen kabul döneminin başladığı sonucuna varılır. Ertekin (2006), tarafından karaçam tohum bahçesinde 3 yıl süre ile 30 adet klon üzerinde yapılan fenolojik tespitlerde, erkek çiçeklerin polen saçım dönemlerinin 6-9 gün arasında değiştiği, dişi çiçeklerin polen kabul dönemlerinin ise 6-8 gün olduğu saptanmıştır.





Resim 16. Karaçamda dişi çiçeklerin polen kabul etme aşamasındaki görünümü (Foto : M.Ertekin)

Polenlemede çeşitli tiplerde polen püskürtücüler, enjeksiyonlar ve fırçalar kullanılır. Torba içindeki dişi çiçeklerin pulları arasına her yönden polen püskürtülür. Bunun sonucunda torba üzerinde açılan delikler bantlarla kapatılır. Polenleme işleminde, bir bireyin dişi çiçekleri üzerinde farklı ağaçlardan alınan polenler kullanılmışsa, her torbanın alt kısmına erkek ve dişi ebeveynlerin kot numaralarını belirten etiketler bağlanır.

#### **3.2.4.5. Polenleme torbalarının kaldırılması**

Torbalarda polen uygulamasının tamamlanması ve dışarıdaki tozlaşmanın da bitmesinden sonra torbalar dalların üzerinden alınır. Bundan sonra kontrollü polenleme mahsulü meyve ve tohumların olgunlaşmasına kadar; böcek, kuş ve kemiricilere karşı önlemlerin alınması gerekir. Böcekler, özellikle çam ve meşelerin gelişen meyveleri üzerinde önemli zararlara neden olabilirler. Kemiriciler ve kuşlar birçok ağacın tohumlarını yerler. Bu nedenle meyveler olgunlaşmadan birkaç hafta önce kuvvetli kanaviçe veya tel torbalarla koruma altına alınırlar. Böylece, birçok orman ağacı tohumu olgunlaşıp dağılmalarından bir süre önce sağlıklı olarak toplanabilir. Elde edilen tohumlar temizlenir ve içindeki boş taneler ayıklanır.

### 3.2.4.6. Kavaklarda kontrollü çaprazlama

Kontrollü melezleme çalışmaları kavak, söğüt ve diğer bazı yapraklı ağaç türlerinde kapalı mekanlarda veya seralarda da yapılabilir. İzmit Kavakçılık Araştırma Enstitüsü'nde *Populus nigra* ve *P. deltoides* türleri ile yapılan tür içi ve türler arası melezleme çalışmaları serada farklı polenleme uygulamalarına göre izole edilen bölmelerde yapılmaktadır (Tunçtaner ve ark. 1992). Çalışmalar aşağıda belirtilen aşamaları kapsamaktadır:

- Erkek ebeveyn olarak kullanılan klon veya bireylerin çiçekli dalları genellikle Ocak ayı içinde su dolu kaplar içine yerleştirilerek laboratuarda ortalama 16-18<sup>0</sup>C sıcaklıkta tutulmaktadır. 20-25 gün içinde olgunlaşan çiçeklerden toplanan polen tozları klon veya fertlere göre ayrı ayrı tüplere koyulup etiketlendikten sonra desikatör içinde buzdolabında muhafaza edilmektedir (Resim 17).



Resim 17. Kurutulup temizlendikten sonra tüpler içinde saklamaya hazır hale getirilmiş karakavak polenleri (Foto : K.Tunçtaner)

- *P.x euramericana* "I-214" klonuna ait bir yaşındaki kavak fidanları saksılara dikilerek dişi çiçek dallarının aşılacağı altlıklar olarak hazırlanmaktadır. Bu altlıklar gerçekleştirilecek çaprazlama kombinasyonlarına ve aşı sayılarına göre serada ayrı bölmelere alınmaktadır.
- Genellikle şubat ayı sonları ile mart ayı başlarında dişi ebeveyn olarak kullanılacak ağaçlardan alınan dallar ayrı

ayrı etiketlendikten sonra seraya getirilmekte ve yeterli sayıda dişi çiçek tomurcuğu ihtiva eden dallar altlıklar üzerine aşılandıktan sonra planlanan kontrollü dölleme kombinasyonlarına göre sera bölmelerine yerleştirilmektedir (Resim 18).



Resim 18. Altlıklar üzerine aşılanan dişi ebeveynlere ait dallar (Foto : K.Tunçtaner)

- Sera bölmelerindeki aşılı dişi dallar üzerindeki çiçek tomurcukları olgunlaşarak polen kabul edebilir hale geldiği zaman, her bölmede tek bir ebeveyne ait olan polen kullanılmak suretiyle kontrollü polenleme işlemi gerçekleştirilmektedir (Resim 19). Polenleme işlemi her çiçek tomurcuğunda 2-3 gün süre ile yapılmaktadır. Döllemenin yapıldığı dişi çiçekli dalın üzerine klon veya fert numarası ile tatbik edilen polenin kod numarasını belirten bir etiket bağlanmaktadır.



Resim 19. Dişi çiçeklere kontrollü polenleme uygulaması (Foto : K.Tunçtaner)

- Dölleme işlemi tamamlandıktan sonra farklı zamanlarda olgunlaşan dişi çiçek salkımlarından tohum kapsülleri toplanarak pamukçuklar içinden tohumlar çıkarılmakta ve kasalara ekilmektedir ( Resim 20).



Resim 20.Kavaklarda kontrollü çaprazlama çalışmaları sonucunda olgunlaşarak açılan tohum kapsülleri ve kasalara ekilen tohumlardan çıkan ilk fidecikler (Foto : K.Tunçtaner)

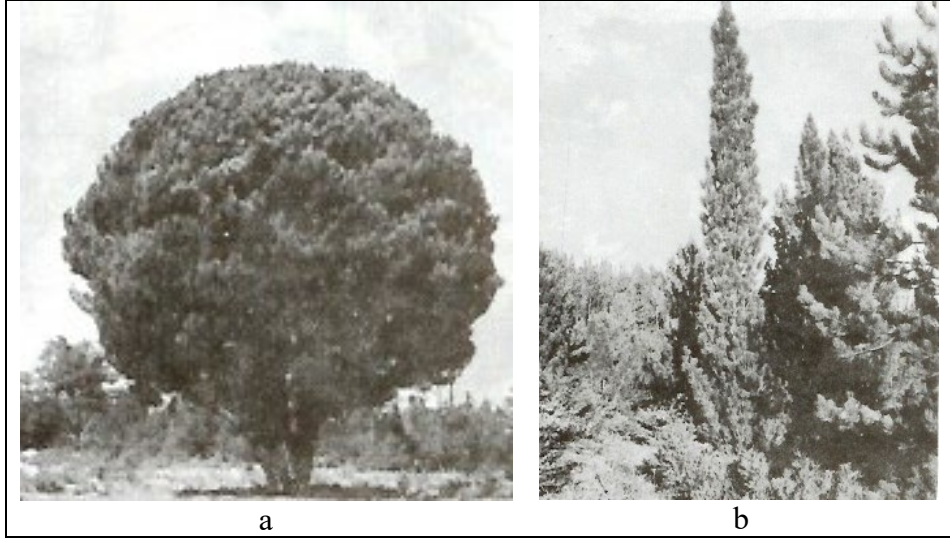
### 3.3. MUTASYON ISLAHI

Bildiğimiz gibi, fenotipteki varyasyon kısmen genotipten kısmen de çevreden kaynaklanmaktadır. Genetik varyasyonun önemli kaynakları, mutasyon ve genlerin rekombinasyonudur. Gen mutasyonları, her lokustaki gen birleşimleri için mevcut allelerin sayılarını arttırmak suretiyle genetik değişkenliğe katkı sağlarlar. Bir populasyonun genetik varyasyonu üzerinde mutasyonun etkisi iki şekilde olur. Birinci tip mutasyon, çok nadir tekrarlanan mutasyondur (non-recurrent mutation): Tüm populasyon içinde mutasyona uğramış gen veya kromozomun tek bir temsilcide ortaya çıkması durumudur. Bu tip mutasyon, populasyondaki gen frekansının değişiminde çok az öneme sahip olur. Çünkü, tek bir mutasyonun ortaya çıkardığı bireyin geniş bir populasyon içinde hayatiyetini devam ettirmede çok az şansı vardır. Mutasyona uğramış orijinal gen heterozigot durumdadır ve gelecek generasyonda kaybolma oranı % 50'dir. Eğer canlı kalırsa, bir veya daha fazla bireyle temsil edilebilir, fakat her bireyin 3. generasyonda yaşama şansı %50'dir. Bu nedenle bu tip mutasyonların devamlılığı mümkün değildir, birkaç generasyon sonunda yok olurlar. İkinci tip mutasyon, populasyon içinde sık tekrarlanan bir mutasyondur (recurrent mutation): Bu tip mutasyonlar, populasyonlarda gen frekanslarının önemli ölçüde değişmesine neden olur ve mutasyona uğrayan genler daha sonraki generasyonlarda kaybolmaz.

#### 3.3.1. Doğal Mutasyonlar

Bitkilerin birçok özellikleri için, devamlı veya poligenik varyasyon söz konusudur. Bu durum, karakteri etkileyen birçok genin aynı zamandaki açılımı ve interaksiyonu ile genetik olmayan nedenlerin ortaya çıkardığı devamlı varyasyondan kaynaklanır. Sadece birkaç karakter tek bir gen çifti tarafından kontrol edilmektedir. *Pinaceae* türlerinin fidanlarında görülen klorofil eksikliği buna örnek olarak gösterilebilir. Orman ağacı türlerinde, orijinal durumlarına göre, gövde formu, dal yapısı, yaprak formu ve rengi gibi özellikler bakımından morfolojik farklılıklar gösteren birçok tipe rastlanmaktadır. Form veya varyete olarak isimlendirilen bu tiplerin birçoğu doğada tesadüfen meydana gelen mutasyona uğramış bireylerdir. Ülkemizde Tavşanlı yöresinde bulunan, küresel ve piramidal formda karaçam varyeteleri (*P. nigra* Arnold.subsp.*pallasiana* var.*şeneriana* ve var.*pyramidata*) ile Kastamonu çevresinde tespit edilen piramidal formda karaçam ağaçları (Yaltırık 1988, Karadağ 1999) ve Tosun (1999) tarafından, Bolu

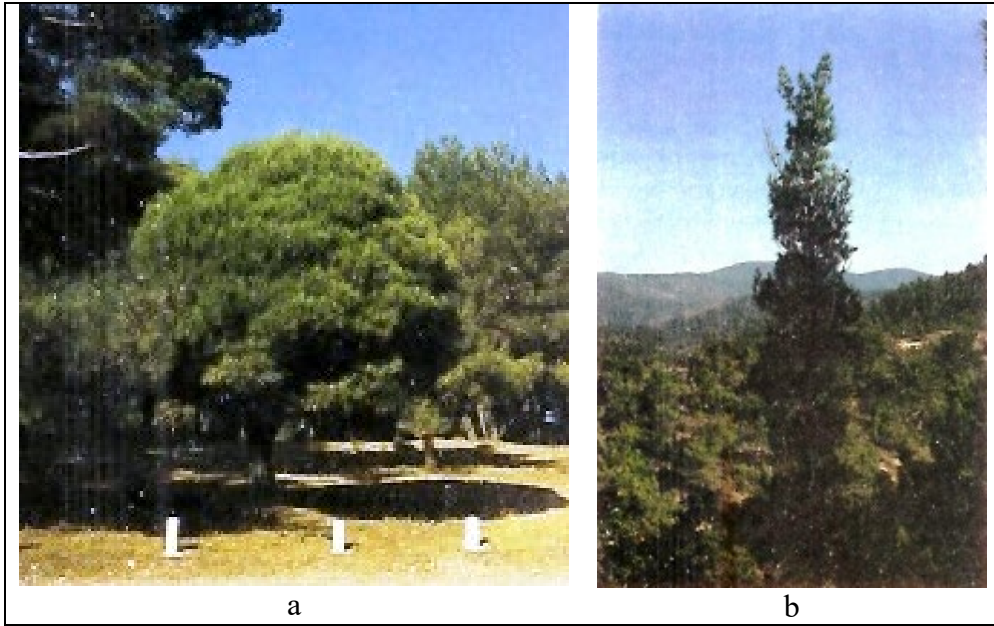
çevresinde doğal yayılışı tespit edilen küremsi, yarı küremsi ve şemsiye formundaki Ebe sarıçamı (*Pinus sylvestris* L. subsp. *hamata* (Steven) Fomin var.*compacta* Tosun) buna örnek gösterilebilir (Resim 21,22). Kızılçamın küresel formu (*Pinus brutia* Ten.var.*agrophotii*) ve piramidal formu (*P.brutia* Ten.var. *pyramidalis*) Kütahya ve İzmir çevresinde tespit edilmiş (Selik 1964). Ayrıca, küresel formun Çanakkale- Ayvacık'ta (Resim 23 a), piramidal formun (Resim 23 b) da Edremit-Şapdağ'da münferit örnekleri saptanmıştır (Tulukçu ve ark.1987).



Resim 21 a: *P.nigra* subsp.*pallasiana* var. *seneriana*, Tavşanlı  
b: *P.nigra* subsp.*pallasiana* var. *pyramidata*, Tavşanlı  
(Foto: F. Yaltırık)



Resim 22. *P.sylvestris* var. *compacta* Bolu-Tekke (Foto: S. Tosun)



Resim 23. a: *P. brutia* var. *agrophotii*, Çanakkale-Ayvacicık, b: *P.brutia* var. *pyramidalis* ,Edremit-Şapdağ (Foto: M.Tulukçu)

Mutasyonlar, genlerde oluşan değişiklikler sonucunda ortaya çıkan **gen mutasyonları** veya kromozomların yapı ve sayılarında meydana gelen değişiklikler sonucunda ortaya çıkan **kromozom mutasyonları** olarak tanımlanırlar. Kromozom sayılarında meydana gelen mutasyonlara **genom mutasyonları-poliploidi** de denmektedir. Gen mutasyonlarının daha çok süs bitkileri yetiştiriciliğinde önemi olmasına karşın kromozom mutasyonları, özellikle genom mutasyonları ormancılıkta önemlidir. Daha önce de belirtildiği gibi, generatif üremeden önce erkek ve dişi gametlerin taşıdıkları “n” sayıda kromozomlar (genom), döllenme sonucunda birleşerek “2n” sayıda kromozom içeren zigotu oluştururlar. Böylelikle normal bir bitki 2n yani 2 genom (takım) kromozom taşır. Buna **diploid** denir. Üç veya daha fazla sayıda genom ihtiva eden ağaçlara da **poliploid** denmektedir.

Tam takım kromozom sayısından, (2n-1) veya (3n+2) gibi, eksik veya fazla kromozom ihtiva eden ağaçlar **aneuploid** olarak isimlendirilirler. Bu çeşit genom mutasyonlarında artış ve eksilmeler genomlar halinde olmadığından kromozom takımları tam değildir. Aneuploid durumu meyotik bölünmedeki anormalliklerden kaynaklanmaktadır. Poliploidler, aynı türe ait ebeveynlerden oluşan kromozom takımlarından veya farklı türlere ait ebeveynlerden oluşan kromozom takımlarından meydana gelmelerine göre **autopoliploid** ve **allopoliploid** isimleri altında alt bölümlere ayrılabilir.

Gimnospermler oldukça büyük kromozomlara sahiptirler, karyotipleri benzerdir ve temel kromozom sayıları bakımından çok az farklılık gösterirler. En yaygın kromozom sayıları; n = 11 ve n = 12 dir. Önemli gimnosperm cinslerinin kromozom sayıları aşağıdaki gibi belirtilmiştir (Wright 1976) :

- n = 11 *Chamaecyparis, Cryptomeria, Cunninghamia, Cupressus, Juniperus, Libocedrus, Metasequoia, Sequoia, Thuja*
- n = 12 *Abies, Cedrus, Cephalotaxus, Ginko, Larix, Picea, Pinus, Taxus, Tsuga*
- n = 13 *Agathis, Araucaria*
- n = 11, 12, veya 19 *Podocarpus*
- n = 12 veya 13 *Pseudotsuga*
- n = 22 *Pseudolarix*

Doğada genom mutasyonlarından kaynaklanan poliploid bireylere rastlanmış, bunlar hızlı büyüme, güzel form, vejetatif üretim kolaylığı gibi ekonomik nedenlerle daha sonra yapay yoldan üretilmişlerdir. İsveç'te yaprak, tomucuk, çiçek gibi organları normal titrekkavaklara göre daha büyük olan ve daha hızlı gelişme yapan bir titrekkavak meşçeresi bulunmuş, bu meşçeredeki bireylerde yapılan



incelemeler sonucunda da hepsinin triploid yani  $3n = 3 \times 19$  kromozom içerdikleri saptanmıştır. Bunlara dev titrekkavak (*Populus tremula* form *gigas*) ismi verilmiştir. Triploid titrekkavağın ortaya çıkması, ağaç ıslahçıları doğal meşcerelerde yeni poliploid bireyler bulmaya ve yapay yoldan oluşturmaya yöneltmiştir (Ürgenç 1982).

Gimnospermlerde doğal poliploid olarak bilinen sadece üç tür bulunmaktadır. Bunlar; *Sequoia sempervirens* (6n), *Juniperus chinensis* var. *pfitzeriana* (4n) ve *Pseudolarix amabilis* (4n)dir. Bu poliploidler büyüme hızı, form, soğuk koşullara dayanıklılık, vejetatif üretim yeteneği ve kullanım değeri bakımından önemli farklılıklar gösterirler. Birçok çam, ladin ve melez türünde yapay yoldan tetraploidler elde edilmektedir. Bunlar genellikle çok yavaş büyüyen ve süs bitkisi olarak değerlendirilen bodur bitkilerdir.

Angiospermlerde poliploidi çok daha fazla gerçekleşmektedir. Yapraklı türlerin yaklaşık üçte biri poliploiddir. Birkaç durumda poliploid, geçirmiş olduğu evolüsyon süreci sonunda tam bir cinsi veya familyayı temsil eder duruma gelebilir. Örneğin, Akrabalarının  $n = 7$  kromozomu olmalarına karşın, *Tilia* cinsi  $n = 41$  kromozoma sahiptir. Bu büyük bir olasılıkla,  $n = 7$  kromozoma sahip olan atalarının mutasyona uğrayarak bir hexaploid ( $6n = 42$ ) oluşturması ve daha sonra bir kromozom kaybederek  $n = 41$  kromozomlu bir bitki oluşması şeklinde gerçekleşmiştir. *Salix* ve *Betula*, soğuk bölge ormanlarında birçok sayıda poliploide sahip olan iki büyük cinstir. *Eucalyptus* ve *Quercus* da geniş cinsler olmalarına karşın çok az poliploide sahiptirler ve ılıman bölgelerle yarı kurak bölgelerde yaygındırlar. Poliploidler sahip oldukları fazla genom sayıları nedeniyle gen yönünden daha zengindirler ve buna bağlı olarak değişik yetişme ortamı koşullarına uyum yetenekleri daha yüksektir. Bu nedenle yüksek dağlık bölgelerde ve soğuk kuzey bölgelerde poliploidlere daha çok raslanır.

### 3.3.2. Yapay mutasyonlar

Doğada kendiliğinden oluşan mutasyonlar sonucunda, bitkiler üzerinde, belirli özellikler yönünden ekonomik ve estetik üstünlüklerin ortaya çıkması, mutasyonun ıslah çalışmalarındaki önemini de belirlemiştir. Yapay mutasyonlarla istenilen özelliklerde poliploid bireyler elde edilmesi, özellikle tarım bitkilerinde mutasyon ıslahı çalışmalarının hızlanmasına neden olmuş ve tütün, pamuk, buğday, muz, çilek gibi bitkilerde yeni tiplerin geliştirilmesini sağlamıştır. Bu ürünlerin en iyi varyeteleri, eski türlerin melezlerinden türetilmiş olan **allopoliploid** bireylerdir. Poliploidi, orman ağaçlarında da yeni

varyetelerin geliştirilmesine yol açmıştır. Bazı süs ağaçlarının ve birçok Manolya kültivarının yüksek kromozom sayıları ile **alloploid** veya **aneuploid** oldukları belirtilmektedir (Wright 1976). Ancak, ağacı kıymetli yapan bir özellik ile kromozom sayısı arasında kesin bir ilişki olduğu söylenemez. Bu nedenle, ıslahçının diploid bireylerden türettiği bir poliploid, diploid bireylere göre kötü bir farklılık da gösterebilir. Autotetraploidler; kavak, huş, karaağaç, kızılbaş ve yalancı akasya türlerinde yapay olarak elde edilebilirler. Bunlar diploidlere göre genellikle daha yavaş büyürler.

Triploidler, meyvecilikte ve ormancılıkta çok daha fazla öneme sahiptirler. Elma ve armutların ticari öneme sahip  $3n$  klonları bulunmaktadır. Avrupa ve Amerika'da hızlı büyüyen triploid titrekavaklar bulunmuş ve bunların doku kültürü ile kitlesel olarak çoğaltılmaları için yöntemler geliştirilmiştir. İsveç ve Almanya'da hızlı büyüyen triploid kızılbaş ve karaağaç fidanları üretilmektedir. Genellikle, türlerin diploid  $F_1$  melezleri tohumla üretilemezler. Bunlardan yararlanmak için, kitle halinde üretilmelerini veya vejetatif yoldan çoğaltılabilmeleri gerekmektedir. Ancak, böyle melezlerin kromozom sayıları iki katına çıktığı zaman tohumla üretilmelerini mümkün olur. *Acer platanoides*, istenilen yaprak ve büyüme özelliklerine sahip melezler elde edilebilmesi amacıyla, Asya'ya ait bazı akrabaları ile çaprazlanmaktadır. Ancak bu melezlerden, çelikle üretimlerinin zor olması ve ebeveynlerinin çiçeklenme zamanlarının farklı olması yüzünden tohumla kitlesel olarak üretilmemeleri nedenleriyle yeterli oranda yararlanılamamaktadır. Kromozom sayılarının ikiye katlanması halinde, yeni varyetelerinden yararlanmak mümkün olabilecektir. Günümüze kadar, poliploidi çalışmalarında uygulamaya yönelik en yüksek ıslah, içinde hiçbir poliploid olmayan kavak cinsinde elde edilmiştir. Yapay yoldan oluşturulan mutantlar ve poliploidler arasında kombinasyon ıslahı çalışmaları sürdürülmektedir.

Mutasyonlara neden olan fiziksel ve kimyasal etmenlere **Mutagen** denmektedir. Fiziksel mutagenler; *x ışınları*, *gama ve beta ışınları*, *kuvvetli nötron ışınları*, *ültraviyole ışınları*, *yüksek sıcaklık (+40°C ve üstü)*, *düşük sıcaklık (-40°C ve üstü)*, *basınç ve nem değişimleri* olarak belirtilebilir. Kimyasal mutagenlerin çeşitleri daha fazladır. En yaygın olanı *kolhisin (colchicine)* dir. Bunun dışında; *asetik asit*, *bakır sülfat*, *podophyllin peltatum*, *chloralhydrate*, *acenaphtere*, *sulfanilamide*, *ethyl-mercury chloride*, *hexa chlorocyclohexane* gibi kimyasallar poliploidi çalışmalarında kullanılmaktadır (Ürgenç 1982). Poliploidi çalışmalarında en çok kullanılan kimyasallar kolhisin ve podophyllin'dir. Bu kimyasallar hücrelerde kromozom bölünmelerine etki yapmazlar fakat bölünen kromozomların kutuplara çekilmesini

engelleyerek 2n hücrenin 4n olmasını sağlarlar. Bu iki kimyasaldan en çok kullanılanı kolhisin'dir. Mutasyon ıslahı çalışmalarında tetraploid bireyler elde etmede etkili olmaktadır. Triploid bireylerin büyüme hızı yönünden üstün özellikler göstermesi, tetraploid bireyler elde etmeye yönelik mutasyon çalışmalarını teşvik etmiştir. Kuzey Avrupa'da tek bir 4n dişi klonun bir veya birkaç 2n erkek klon ile çaprazlanmasından elde edilen 3n titrekkavaklar kitle halinde üretilmektedir. Bu çalışmalar seralarda gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, tek bir 4n dişi klonun 2n bireyler ihtiva eden bir meşcerenin ortasına dikilmesi sonucunda dişi klondan toplanan tohumların 3n kromozom taşıdıkları görülmüştür. İsveç'te kolhisin ile elde edilen tetraploid kızılâğaçlar daha sonra normal diploid kızılâğaçlar ile çaprazlanmak suretiyle triploid bireyler elde edilmektedir. Bu triploid kızılâğaçlar diploidlere göre çok daha hızlı büyüme yapmaktadırlar. Kolhisin kavakçılıkta yapılan poliploidi çalışmalarında da başarı ile kullanılmaktadır. İzmit Kavakçılık Araştırma Enstitüsünde *Populus nigra* ile *P. deltoides* arasındaki melezlerden elde edilen tohum ve fidanlar üzerine % 0.1 ve % 0.2 lik kolhisin eriyiği tatbik etmek suretiyle tetraploid bireyler elde edilmiş, daha sonra fidanlıkta üretilen bu bireyler normal diploid bireylerle çaprazlanarak triploidler elde edilmiştir (Semizoğlu 1966). Poliploidi çalışmalarında kavak ve kızılâğaç dışındaki türlerde önemli bir başarı sağlanamamıştır.

### 3.4. MUKAVEMET (REZİSTANT) ISLAHI

Doğal ormanlarda ve plantasyon alanlarında ağaçlar, çeşitli biyotik (böcek, mantar, bakteri, v.b) ve abiyotik (kar, don, kuraklık, rüzgar v.b) etmenlerden zarar görmektedirler. Ağaç ıslahının en önemli amaçlarından biri, özellikle böcek ve hastalıkların neden olduğu zararları azaltmak ve olumsuz çevre koşullarına karşı dayanıklı ırk, varyete ve melezleri ortaya çıkarmaktır. Orman ağacı türlerinin doğal populasyonları arasında veya populasyonları temsil eden orijinler (ırklar) arasında, patolojik ve entomolojik zararlılara mukavemet bakımından farklılıklar olduğu gibi, bir populasyon içindeki bireyler arasında da farklılıklar olmaktadır. Bu durum, diğer zararlı etkenler için de söz konusudur. Ormanlarda ve plantasyon alanlarında ağaçlar böceklerden, mantarlardan ve ekstrem çevre koşullarından zarar görmeden gelişmelerini tamamlayabilirlerse, ekonomik yönden karlı bir ormancılıktan bahsedilebilir. Entomoloji ve patolojide, *tolerans*, *mukavemet* ve *bağışıklık* terimlerinin kullanılışı konusunda çeşitli tartışmalar yapılmaktadır. Bu terimler birbirlerinin yerine de

kullanılmaktadır. Ancak, mukavemet kelimesi genellikle ağaçların bir böcek tasallutuna uğradıkları veya olumsuz çevre koşullarına maruz kaldıkları zamanlarda, normal büyüme ve gelişmelerini yapabilmeleri halinde kullanılmaktadır. Tolerans, kısmi mukavemeti, bağışıklık ise, bir hastalıktan hiç etkilenmemeyi ifade etmektedir. Çeşitli hastalık, böcek ve diğer zararlılara karşı mukavim ırkların ortaya çıkarılması seleksiyon ve melezleme çalışmaları ile gerçekleştirilebilmektedir. Kavak, söğüt, okaliptüs gibi vejetatif yoldan kolay üretilebilen türlerde, mukavemet ıslahının sonuçlarını daha da çabuk almak mümkün olmakta ve klonal yoldan çeşitli zararlılara dayanıklı bireyler hızlı bir şekilde üretilebilmektedir. Generatif yoldan üretilen türlerde, mukavemet ıslahı uzun zaman alıcı, masraflı ve zor çalışmalardır. Orman ağaçlarında rezistant ıslahı çalışmaları, populasyonlar içinde herhangi bir zararlıya karşı mukavim bireylerin bulunarak seçilmesi, ağaçlarının büyük boyutları ve idare sürelerinin uzunluğu nedeniyle, tarım bitkilerine göre çok daha zordur.

Mukavemet ıslahı çalışmalarında öncelikli hedef, entomolojik ve patolojik etmenlerin yaptığı zararlar ile ekstrem çevre koşullarından kaynaklanan zararların tespit edilmesi ve bu zararlara dayanıklı tür, orijin ve bireylerin bulunarak yetiştirme çalışmalarında değerlendirilmesidir. Orman ağaçlarında, entomolojik zararların veya olumsuz çevre koşullarından kaynaklanan kayıpların daha büyük olmaması için genetik üniformiteden ne kadar tolerans gösterilebileceği konusunda bir serbestlik vardır. Bu genetikçilere, ekonomik karakteristiklerin ıslahı için genetik tabanı daraltırken, aynı zamanda adaptasyon ve entomolojik zararlara mukavemet ıslahı için genetik tabanı genişletme fırsatını sağlar. Bu karakteristikleri kontrol eden genetik sistemler genellikle bağımsız oldukları için bunu gerçekleştirmek mümkündür. Örneğin, dona, kuraklığa veya aşırı rutubete toleranslı, aynı zamanda düzgün gövdeli olan ağaçlar geliştirilebilir. İki tip karakteristiği bağımsız olarak kombine etme fırsatı bir ıslahçı için büyük şanstır. Bazı sorunların ıslahı, diğerlerine göre daha kolay olmasına rağmen, genellikle orman ağaçlarında birçok entomolojik zararlıya ve olumsuz çevre koşullarından kaynaklanan zararlara karşı önemli bir genetik mukavemet vardır. Ancak, zararlılara mukavemet ve olumsuz çevre koşullarına adaptasyon konuları oldukça büyük ve kompleks bir yapı gösterir.

### 3.4.1. Entomolojik zararlılara karşı mukavemet ıslahı

Orman alanlarında böcekler ağaçların yapraklarında, kök ve gövdelerinde zararlar yaparak, büyüme kayıplarına, deformasyonlara ve ölümlere neden olabilmektedirler. Doğal ormanlarda ve ağaçlandırma alanlarında önemli zararlara neden olan birçok böcek bulunmaktadır. Bu böceklerin bir kısmı ülkemizde de belirli türler üzerinde etkili olmaktadır. Örneğin, kabuk böceklerinden *Ips sexdentatus*, *Ips typographus* ve *Ips acuminatus* çam türlerini ve ladin türlerini tercih etmektedir. *Cryphalus piceae* en çok göknar türünde görülmektedir. *Dendroctonus micans* ladin, göknar ve çam türlerinde zarar yapmaktadır. *Rhyacionia buoliana* genellikle tüm çam türlerinde zarar yapmakta, *Thaumetopoea pityocampa* çam ve sedir türlerini etkilemektedir. Yaprak arıları, *Diprion pini* ve *Neodiprion sertifer* en çok çam türlerinde zarar yapmaktadır (Çanakçıoğlu ve Mol 1998). Bu böcek türlerine ve bunların biyotiplerine dayanıklı genleri taşıyan ağaç tür, ırk ve bireyleri bulunabilir. Mukavemet ıslahında amaç bu mukavim genlerin seleksiyon çalışmaları ve kombinasyon ıslahı yoluyla değerlendirilmeleridir. Mukavim orijin veya bireylerin yapay olarak infekte edilmeleri veya zararın yoğun olduğu yerlerde yetiştirilmeleri sonucunda mukavemet özellikleri ortaya çıkarılır. Daha sonra belirli bir böcek zararına karşı dayanıklı olduğu belirlenen genotipler kitle olarak üretilebilir. Ancak, zarar yapan çeşitli böcek türlerine ve bunların biyotiplerine karşı dayanıklı genotipleri bulmak son derece zordur. Böceklerin tasallut edecekleri tür, orijin veya bireyleri seçimlerinde tercih nedenlerinin ne olduğu konusunda da kesin bir açıklık yoktur. Artvin'de Murgul yöresi doğu ladini (*Picea orientalis*) meşcerelerinde yapılan bir çalışmada, *Ips typographus* böceğinin, kızıl renkte kabuğa sahip ladin bireylerinde, kül renkli kabuğa sahip olanlara göre daha fazla zarar yaptıkları belirlenmiştir. Bireylerin kabuk renklerine bağlı bu farklılığın genetik bir özellik olduğunun kanıtlanması durumunda, mukavemet ıslahı ile ilgili programların gerçekleştirilebileceği bildirilmektedir (Temel ve ark., 2005). Böcek zararlarına karşı yürütülecek mukavemet ıslahı çalışmalarının oldukça karmaşık konuları kapsadığı görülmektedir. Bu nedenle, böcek zararlarına karşı uygulanması daha kolay farklı mücadele yöntemleri geliştirilmiştir. Ağaçlandırma alanlarını tesis ederken, yetiştirme ortamı koşullarına uygun türlerin seçimlerine önem verilmelidir. Tür seçiminde, tesis yerinin ekolojik koşulları ile türün doğal olarak bulunduğu çevrenin ekolojik koşullarının uyumlu olmasına (tesis yeteneğine) dikkat edilmelidir. Tohumlar, transfer rejyonlamalarına göre seçilmiş orijinlerden ve ıslah edilmiş tohum kaynaklarından sağlanmalıdır. Kaliteli tohumlardan

yetiştirilen ve iyi gelişme gösteren ağaçların böcek zararlarına karşı daha dayanıklı oldukları bilinmektedir. Ayrıca karışık meşcereler kurarak, böcek tasallutlarına karşı monokültürün sakıncalarından kaçınmak gerekir. Böcek zararlarının neden olduğu kayıpları önleyebilmek veya en az seviyede tutabilmek için silvikültürel yönden alınması gereken önlemler, Çanakçıoğlu ve Mol (1998) tarafından aşağıdaki şekilde belirtilmiştir :

1. Bir meşcerenin direnci, mümkün olduğu ölçüde devam ettirilmelidir.
2. Çeşitli ağaç türlerinin karışımı plana uygun olarak gerçekleştirilmelidir.
3. Silvikültür uygulamaları, ormanda veya meşcerelerde yaş sınıfları karışımının oluşturulmasında kullanılabilir.
4. Plantasyonlar, seçilen türlere uygun yörelerde ve uygun iklim zonlarında kurulmalıdır.
5. Entansif işletme uygulanan meşcereler, aşırı yaşlanma ve artımdan kalmayı önleyecek şekilde idare edilmelidir.
6. Egzotik ağaç türlerinin yetiştirilmesinde, büyüme hızı ve ürün kalitesinden çok, o yetiştirme ortamına uygunluğu dikkate alınmalıdır.
7. Mümkün olduğu takdirde, bölge veya yöredeki klimaks ormanlarda bulunan meşcere karışımının devam ettirilmesi amaçlanmalıdır.

Ülkemizde ve birçok Akdeniz ülkesinde kızılçam alanlarında ciddi zararlara neden olan çam keseböceği (*Thaumetopoea pityocampa*) ile mücadele konusunda kesin bir çözüme ulaşılamamıştır. Mekanik, kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemlerinden hiç biri sorunu tek başına çözecek yeterlilikte değildir. Bunun için, çam keseböceğine karşı savaşta tek bir yöntemin yoğun olarak kullanılmasından çok, doğal dengeler göz önünde tutularak, yöntemlerin kombine edilmesi veya en ekonomik ve etkin olanının seçilmesi önerilmektedir (Özçankaya ve Can 2004).

Böcek zararları ağaçların tohumlarından başlayarak ölümlerine kadar devam eder. En etkili mukavemet ıslahı çalışmaları, böcek zararlarının yoğun olduğu gençlik çağında yapılır. Dünya’da böceklere karşı yapılan mukavemet ıslahı çalışmaları çıkardığı güçlükler nedeniyle fazla yaygın değildir. Bu konuda yapılacak bir çalışma için yöntem seçiminde, aşağıda belirtilen hususların bilinmesi gerekmektedir (Zobel ve Talbert 2003) :

1. Ağaç türünün ekonomik değeri
2. Böcek zararından kaynaklanan potansiyel ekonomik kayıp
3. Ağaç türleri içindeki biyolojik ve genetik varyasyon

4. Böceğin biyolojisi ve genetik varyasyonu
5. Böcek ve tür arasındaki interaksiyonlar

Böcek zararlarına karşı mukavim tür ve orijin seçimi, değişik yetiştirme ortamlarında tesis edilen deneme alanlarında uygulanmaktadır. Böcek zararları, özellikle egzotik türlerin ithal çalışmalarında, üzerinde önemle durulması gereken kriterler arasındadır. Ülkemizde tesis edilen tür ve orijin denemelerinde de, bazı böcek türlerinin yaptığı zararların ekolojik koşullara, ağaç türlerine ve orijinlere göre önemli farklılıklar gösterdiği saptanmıştır. Örneğin *Pinus radiata*, Ege ve Akdeniz bölgelerindeki deneme alanlarında çam sürgün bükücüsü (*Rhyacionia buoliana*) ve çam keseböceği tahribatı nedeniyle elimine olmuştur. Marmara ve Karadeniz bölgelerinde ise, çam sürgün bükücüsü böceğinin zararlarından dolayı bazı deformasyonlara uğramasına rağmen büyümesine devam etmiş ve ekolojik koşulların isteklerine uygun olduğu yerlerde oldukça yüksek hacim artımları yapmıştır. Bu artımların diğer yabancı türlere ve yerli türlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tunçtaner 1998a). Yapılan bir çalışmada, *P. radiata*'nın Kaliforniya'daki 5 doğal popülasyonundan 15 orijin ile Kocaeli yarım adasını temsilen Kerpe-Sarısu'da kurulan denemede, orijinlerin çam sürgün bükücüsüne mukavemet özellikleri araştırılmıştır. Değerlendirme sonuçlarına göre, böcek zararları yönünden popülasyonlar ve orijinler arasında farklılıklar saptanmıştır. Cedros popülasyonu ve bu popülasyonu örnekleyen 12785 numaralı orijin, en az böcek zararına uğrayan popülasyon ve orijin olarak belirlenmiştir (Toplu ve ark., 1987). Bazı yabancı tür ve orijinlerinin böcek zararlarına karşı olan mukavemet özellikleri, ekolojik koşullarla ilişkili olarak önemli değişiklikler göstermektedir. Örneğin, 34 adet *Pinus contorta* orijini ile 4 ayrı yetiştirme ortamında tesis edilen orijin denemelerinde, alçak yükseltilerde bulunan denemelerde (Gemlik-Narlı 455 m, İzmit-Çenedağ 475 m, Sinop-Bektaşğa 175 m) şiddetli derecede böcek zararı (*Evetria buoliana* ve *Limantria dispar*) görülürken (Resim 24), yüksek rakımda (Giresun-Erimez, 1340 m) hiçbir böcek zararına raslanmamıştır. Alçak yükselti kademelerindeki deneme alanlarında çam sürgün bükücüsü zararı yönünden orijinler arasında bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Daha önce de belirtildiği gibi, bir yetiştirme ortamında böcek zararlarının etkili bir şekilde ortaya çıkması için, böceğin biyolojisine uygun ekolojik koşulların mevcut olması gerekmektedir. Bu durum *Pinus Contorta*'nın sadece Karadeniz bölgesinin sahil kesimlerinde 1000 metrenin üzerindeki yükseltilerde yetiştirilebileceğini göstermektedir (Şimşek ve ark., 1978).



Resim 24. *Pinus contorta* orijin denemesinde böcek (*Limantria dispar*) zararı, İzmit-Çenedağ (Foto : K.Tunçtaner)

Ülkemizde kavak fidanlık ve ağaçlandırmalarında zarar yapan böcekler, ekonomik yönden önemli kayıplara neden olabilmektedir. Çeşitli kavak tür ve klonlarının bilinçsiz kullanımı, yetersiz bakım uygulamaları ve kavak plantasyonlarının genellikle tek klonlu ve aynı yaşlı monokültürler halinde tesis edilmesi zararın etkinliğini daha da artırmaktadır. Kavak klonları, böceklere karşı farklı mukavemet özellikleri gösterebilmektedir. Ancak, kavak zararlılarından korunmak için, uygun klonun seçiminden budamaya kadar her türlü teknik uygulama yapılsa dahi, çeşitli nedenlerle zararlılara uygun ortamların oluşması halinde, o güne kadar varlığı bilinmeyen bir zararlının da büyük sorunlar yaratması mümkündür. Nitekim ülkemizde yakın tarihlere kadar zararlı etkileri görülmeyen *Pygaera anastomosis* isimli yaprak zararlısı son yıllarda çeşitli kavak tür ve klonlarında önemli zararlara neden olmaktadır. Bu böceğin konukçu olarak en çok *P. x euramericana* klonlarını, en az da *P. alba*'yı tercih ettiği bildirilmektedir (Can 1988, Özay ve ark., 2000). Orta ve Güneydoğu Anadolu'da yapılan incelemelerde, *Capnodis miliaris*, *Melanophila picta* ve *Sciapteron tabaniformis* gibi böceklerin kavak ağaçlandırmalarında önemli derecede zararlara neden oldukları saptanmıştır. Bu zararlılara karşı alınacak ilk önlemin, ekolojik koşullara göre uygun kavak klonlarının seçimi olduğu, bunun için de, tasallutun yoğunluğu ile klon, yetiştirme



ortamı ve kültür işlemleri arasındaki etkileşimlerin iyi değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir (Güler ve Can 1994). Marmara bölgesinde söğüt türlerine arız olan böceklerin tespiti üzerine yapılan bir araştırmada ise, bölgede tespit edilen 66 adet böcek türünden bazılarının etkin zararlara neden olduğu, bunların içinde *Chrptorrhynchus lapathi* isimli böceğin ise, sadece Sakarya çevresindeki söğütlerde şiddetli zararlar yaptığı bildirilmektedir (Özay 1997).

### 3.4.2. Fitopatolojik zararlara karşı mukavemet ıslahı

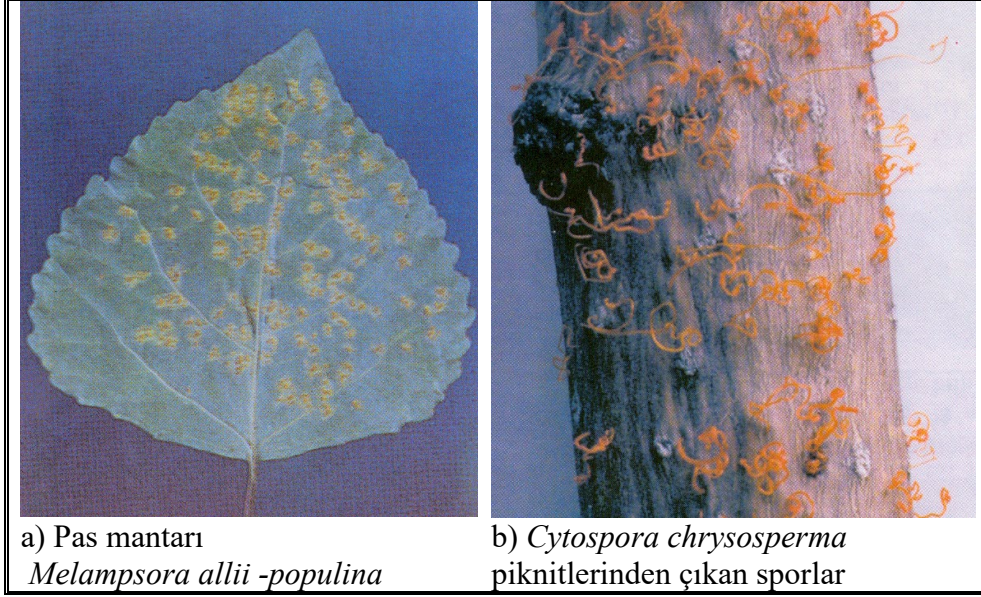
Doğal ormanlar ile fidanlık ve ağaçlandırmalarda, çeşitli zararlara neden olan mantar, bakteri ve virüs hastalıkları görülmektedir. Bu hastalıklara karşı gerekli koruyucu önlemlerin alınmaması durumunda, telafisi imkansız zararlar meydana gelebilmektedir. Tüm canlılar gibi bir ekosistem içinde yaşamakta olan orman ağaçları, doğal yetişme ortamlarındaki bir değişim sonucunda veya bu ortamın dışında başka bir yere götürüldükleri zaman, değişik belirtilerle kendini gösteren hastalıklara maruz kalabilirler. Orman ağaçlarında bu hastalıklara karşı mukavemet ıslahı çalışmaları, genetik yönden oldukça zor olmasına rağmen birçok ülkede sürdürülmekte ve özellikle pas mantarlarının neden olduğu hastalıklara dayanıklı tür, orijin ve klon seçimi üzerinde önemle durulmaktadır. Ülkemizde de pas mantarları iğne yapraklı tür ve kavak plantasyonlarında önemli zararlar yapmaktadır. Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yer alan, *Pinus brutia*, *P. nigra*, *P. silvestris*, *P. halepensis* ve *P. eldarica* ağaçlandırmalarında, *Peridermium* sp. olarak belirlenen pas mantarı dikkat çekmiş, Marmara bölgesinde *P. brutia* ve *P. pinaster* türlerinde mantar, *Teleuto* formu ile *Coleosporium inulae* Rabh., *Ecidium* formu ile de *Peridermium klebahnii*, E.Fisch olarak tanımlanmıştır. Bu mantara karşı en hassas türün *P. brutia* en dayanıklı türün ise *P. radiata* olduğu saptanmıştır (Vural ve ark., 1986). Diğer bir pas mantarı, *Melampsora pinitorqua*, ülkemizde titrekavak ile kaplı alanlarda, kültürleri yapılan çam türleri üzerinde oldukça büyük zararlar yapmaktadır. Özellikle 2-5 yaşlarındaki *P. pinaster*, *P. brutia*, *P. halepensis* ve *P. silvestris* fidanlarının sürgünlerinde çeşitli deformasyonlar meydana getirmektedir. *P. nigra* ve *P. radiata* türleri bu mantara karşı diğer türlere göre daha fazla mukavemet göstermektedir (Vural ve Tunçtaner 1971).

Orman ağaçlarında hastalıklara dayanıklılık yönünden, tür seviyesinden aile içindeki bireysel seleksiyonlara kadar değişen mukavemet çeşitleri bulunmaktadır. Türler arasındaki farklılıklar iyi bir şekilde belirlenebilmektedir. Fakat, tür içindeki orijinler arasında da

mukavemetin yoğunlaşması bakımından büyük farklılıklar meydana gelmektedir. Örneğin, *Pseudotsuga menziesii* orijinleri, *Rhabdocline pseudotsugae* mantarına karşı farklı mukavemet özellikleri göstermektedir. Güney orijinleri bu mantara karşı daha fazla hassasiyet göstermektedir. Hastalıklara mukavemet ile soğuk zararlarına mukavemet arasında da önemli ilişkiler bulunmuştur. Donlara karşı daha fazla mukavemet gösteren ağaçlar, yapraklarındaki yüksek miktardaki kuru madde içeriği, büyümelerini erken durdurmaları ve başlangıçta hızlı sürgün büyümesi yapmaları nedeniyle, hastalıklara karşı da daha az hassasiyet gösterirler. Hastalıklara karşı yürütülen mukavemet ıslahı çalışmalarının çoğu, aileler ve aileler içindeki bireyler için yapılmaktadır. Birçok hastalığa mukavemet yönünden, orman ağaçlarının genel birleşme yeteneklerinin yüksek olduğu belirtilmektedir. Pas ve kanser hastalıklarına karşı yapılan mukavemet ıslahı çalışmalarında, doğal populasyonlar içinden yapılan seleksiyonlar genellikle başarılı olmaktadır. Bazı hastalıklara dayanıklı varyeteler elde etmek için yapılan melezleme ıslahı çalışmalarından da başarılı sonuçlar alınmaktadır.

Kavaklarda yapılan genetik ıslah çalışmalarında, fidanlık aşamasından başlamak üzere, çeşitli hastalıklara mukavim klonların seleksiyonu üzerinde önemle durulmaktadır. Çünkü bazen bir mantar, yörenin ekolojik koşullarına uygun bir klonun kullanımını tamamen engelleyebilmektedir. Mantarlar kavak ağaçlandırmalarında ağaçların kök, gövde ve yapraklarına zarar vermektedirler. Pas mantarları, *Melampsora* sp. kavak yapraklarına arız olan ve hayat dönemlerini iki ayrı konukçu üzerinde geçiren önemli mantarlarlardandır (Resim 25). Ülkemizde de, *P. x euramericana* klonları ile *P. alba* ve *P. tremula* türlerinde tespit edilmişlerdir. Dünya kavakçılığının en önemli parazit mantarlarından biri olan *Marssonina brunea*, kavaklarda ekonomik yönden büyük zararlara neden olabilmekte ve bazı önemli kavak klonlarını kültür alanlarından tamamen uzaklaştırabilmektedir (Anon. 1994). Kavak gövde ve dallarına arız olan mantarlardan, *Cytospora chrysosperma* ve *Dothichiza populea* genellikle zayıflık paraziti olmalarına rağmen, bunlara karşı en etkili ve kesin korunma önlemi, hastalığa dirençli klonların seçimidir. *Cytospora chrysosperma*, Kavak plantasyonlarında kabuk nekrozları yaparak ekonomik yönden önemli kayıplara neden olmaktadır (Resim 25). Ülkemizde yapılan bir araştırmada, çeşitli kavak klonları hastalığa mukavemet yönünde karşılaştırmalara tabi tutulmuştur. Değerlendirme sonuçlarına göre, en hassas klonlar sırası ile “77/10”, “Samsun” ve “67/1”; en dayanıklı klonlar ise “I-214”, “Anadolu” ve “64/13” olarak belirlenmiştir (Uluer ve ark., 1998). Kavak köklerinde zarar yapan, *Corticium* ve *Rosellinia*

türleri ile *Armillaria mellea* mantarlarına karşı en önemli koruma önlemi de, hastalıklara dayanıklı kùltivarların kullanılmasıdır.



Resim 25. Kavaklarda yaprak ve gövdelerde zarar yapan mantarlar (Foto: Kavak ve H.G.Or.Ağ.Arş.Md.lüğü)

Orman ağaçlarında bakteri ve virüs hastalıkları da görülmektedir. Bunlara karşı yürütölen rezistant ıslahı programları ile hastalıklara dayanıklı varyetelerin bulunmasına çalışılmaktadır. Kavaklarda bakteri hastalıkları çürüklük, nekroz, ur ve kanser oluşumları ile kendini gösterir. Ülkemizdeki kavaklarda en fazla görölen bakteri, *Agrobacterium tumefaciens*'dir. Virüs hastalıkları, genellikle yaprak renginde değişmeler (klorotik lekeler), yaprak, gövde ve dallarda anormal gelişme, kabuk nekrozu gibi belirtilerle ortaya çıkar. Kavakçılıkta en önemli virüs, kavak mozaik virüsüdür. Bu virüsün kavakların gelişiminde %50 oranına varan bir azalmaya neden olabildiği ve etkinliğinin coğrafik bölge, kavakların yaşı ve genetik yapısıyla yakın bir ilişki içinde bulunduğu belirlenmiştir. Büyümede azalmanın en fazla olduğu kavaklar; *P. x euramericana* klonları, *P. deltoides* türleri, "Angulata" grubu kavakları ve bunların melezleridir. Kavak üretim ve genetik ıslah materyallerinin gerek kıtalar arası, gerek ölkeler içi değişimi, bu hastalığın yayılmasında başlıca etmendir. Hastalığın kontrolünde en etkili önlem, virüse hassas kavak tür ve kùltivarlarının ağaçlandırmalarda kullanılmaması ve fidanlıklarda virüs

enfeksiyonundan şüphe edilen kavak materyal ve fidanlarının yakılarak ortadan kaldırılmasıdır.

### 3.4.3. Klimatik koşulların yaptığı zararlara karşı mukavemet ıslahı

Ekstrem iklimatik koşullar orman ağaçları üzerinde zararlı etkiler yapabilmektedir. Kar, don, rüzgar ve kuraklık gibi olaylar, türlerin optimal yayılışlarının dışındaki alanlarda büyük sorunlar yaratmaktadır. Türlerin özellikle kar, don ve rüzgar zararlarına karşı mukavemetleri yayılışlarının kuzey ve yüksek kısımlarında daha da artmaktadır. Ekstrem yetişme ortamı koşullarının bulunduğu yüksek mıntikalardaki ormanlarda, ormanların yayılış ve yapısını belirleyen en önemli faktörlerden biri iklimdir. Bu bölgelerdeki soğuk koşullar nedeniyle meydana gelen erken ve geç donlar, don atması, don çatlağı, don çökmesi, kar ve fırtına kırık ve devrikleri gibi olaylar, ormanlarda önemli zararlara neden olmakta ve bunun sonucunda da erozyon ve sel felaketleri ortaya çıkmaktadır. Bu olaylar içinde, ormanlara ekonomik yönden en çok zarar veren etmenler kar ve fırtınadır. Kar zararları özellikle ılıman kuşakta, dağlık alanlarda gerçekleşir. Yoğun kar yağışlarının neden olduğu kırık ve devrikler, ıslak kar yağışında ve hava sıcaklığının 0°C civarında olması durumunda, ağaç tepelerinde daha çok kar biriktiği için fazlaşır (Çolak ve Pitterle 1999). İğne yapraklı ağaçlar, kışın yaprağını döken ağaçlara göre kardan daha fazla zarar görürler. Çanakçioğlu (1993), iğne yapraklı türleri kara mukavemet bakımından, en fazla dayanıklı olanından başlamak üzere şöyle sıralamıştır: dağ çamı (*Pinus cembra*), veymut çamı (*P. strobus*), göknar (*Abies spp.*), sedir (*Cedrus spp.*), ladin (*Picea spp.*), sarıçam (*P. silvestris*), servi (*Cupressus spp.*), kızılçam (*P. brutia*), fıstıkçamı (*P. pinea*), karaçam (*P. nigra*).

Kar ve fırtına zararları batı ülkelerinde önemli zararlara neden olmaktadır. 26 Aralık 1999'da Fransa ve Almanya'da meydana gelen kar ve fırtına tahribatı nedeniyle, sadece Güney Almanya'da (Baden-Württemberg) 30 milyon m<sup>3</sup> lük zarar meydana gelmiştir. 1980-1994 döneminde, kar ve rüzgar zararından "Kara Ormanlar" bölgesinin %44'ü etkilenmiştir. Bunun üzerine, iklimatik zararların ve diğer etmenlerin, ormanların devamlılığına etkisi ekonomik analizlerle incelenmiş, risk kontrol sistemlerinin geliştirilmesi üzerine alternatif yaklaşımlar sunulmuştur (Hanewinkel 2001). 1998 yılında Kanada ve A.B.D'de meydana gelen kar fırtınasında toplam 10.000.000 hektar orman alanında çeşitli zararların olduğu tespit edilmiştir (İrland 1998). A.B.D'de 2002 yılında meydana gelen kar fırtınasında, Kuzey Carolina

eyaletinde, 803 522 hektar alanda 481.373.189 dolarlık, 2004 yılında ise 99 822 hektar alanda 97.838.997 dolarlık zarar oluşmuştur (Trickel 2002, 2004). Kanada ve A.B.D’de kar tahribatı geniş yapraklı türlerin çoğunlukta olduğu ormanlarda yoğun olarak görülürken, ülkemizde bu tahribat şekli daha çok iğne yapraklı türlerin hakim olduğu ormanlarda meydana gelmektedir (Resim 26 ).



Resim 26. Bolu-Şerif Yüksel Araştırma Ormanında kar tahribatı  
(Foto : Batı Karadeniz Ormancılık Arş. Md.lüğü)

Kar ve fırtına ülkemiz ormanlarında önemli zararlara neden olan en tehlikeli etmenlerdendir. 1955-1964 yılları arasında Türkiye genelinde kar ve fırtına zararı hacim olarak 2 823 582 m<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir. Bunun %43’ü Bolu Orman Bölge Müdürlüğü’nde meydana gelmiştir. Bolu’da meydana gelen zararın 912 064 m<sup>3</sup>’ü, 447 004 m<sup>3</sup> çam ve 465 060 m<sup>3</sup> göknar olmak üzere iğne yapraklı ormanlarda; 295 311 m<sup>3</sup>’ü ise, 294 633 m<sup>3</sup> kayın ve 678 m<sup>3</sup> meşe olmak üzere yapraklı ormanlarda gerçekleşmiştir. Aladağ Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Şerif Yüksel Araştırma Ormanında yapılan bir araştırmada, kar ve rüzgar etkisi ile, 1992-1996 yılları arasında, sarıçam’da 9 598 m<sup>3</sup> ve göknar’da 25 521 m<sup>3</sup> devrik meydana geldiği saptanmıştır. Seçme işletmesi uygulanan göknar meşcerelerinde zararın en çok 4. bonitet sınıfında, yaş sınıfları metodu uygulanan sarıçam meşcerelerinde ise 2.

bonitet sınıfında gerçekleştiği sonucuna varılmıştır (Erdem 2000). OGM tarafından yapılan tespitlere göre, 2001-2002 döneminde meydana gelen kar ve fırtına zararları sonucunda oluşan olağanüstü hasılat miktarının 365 219 m<sup>3</sup>'ü Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü'nde, 14 470 m<sup>3</sup>'ü ise Bolu İşletme Müdürlüğü'nde meydana gelmiştir. Uygulamacılar, sadece tepe kırılması zararına uğrayan Uludağ göknarı, sarıçam ve karaçam ağaçlarında, üretimin birkaç yıla yayılması, çap artımının sağlanması, tepenin yeniden sürgün vermesinin sağlanması ve şiddetli aralamalarla meşcerenin fırtınaya hassas hale getirilmemesi gibi düşüncelerle olağanüstü hasılat damgası yapmamışlardır. Bu nedenle, 2001-2002 kış döneminde, kar nedeniyle ağaçlarda meydana gelen değişik şiddet derecelerindeki tepe kırılmalarının sarıçam, karaçam ve Uludağ göknarı türlerinin çap artımları üzerindeki etkilerini incelemek üzere bir araştırma çalışması yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, tepe kırılmaları ile türlerin çap artımları arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır. Ancak türlerin kar tahribatından sonra yaptıkları çap artımları ile tür, bakı ve yükselti kademeleri arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır (Aktaş 2006).

Orman ağaçlarının bünyelerindeki şeker miktarlarına ve osmatik basınç değerlerine göre soğuk zararlarına karşı mukavemetleri değişmektedir. Bir türün kuzey ve yüksek yayılış alanlarında bulunan orijinlerindeki şeker konsantrasyonu, güneyde veya alçak yükseltilerde bulunan orijinlerindeki şeker miktarına göre daha azdır. Fidanlardaki osmotik basınç değerleri de soğuk koşullara dayanıklılık yönünden benzer özellikler gösterirler. Soğuk mntikalardan gelen sarıçam orijinlerinin ılıman bölgelerden gelenlere göre daha fazla kuru madde içerdikleri saptanmıştır. Yukarıda belirtilen bu özellikler, soğuk zararlarına karşı mukavim orijin veya birey seçimi için fidanlıklarda erken teşhis çalışmalarında kullanılmakta ve rezistant ıslahı programlarında değerlendirilmektedir. Orman ağaçlarında geç ve erken don zararlarına karşı alınacak önlemlerden biri de, tür içindeki varyasyonun fenolojik tespitlerle belirlenerek orijinlerin büyümeye başlama ve bitirme tarihlerinin tespit edilmesidir. Kuzey orijinleri daha ılık güney bölgelerinde ilkbahar donlarından zarar görmektedirler. Bu nedenle geç donların söz konusu olduğu yerlerde, vejetasyon dönemine geç başlayan orijinlerin kullanılması gerekmektedir. Sonbahar donlarına mukavim orijinlerin seçiminde ise, vejetasyon dönemini erken kapatanlar tercih edilmelidir. Ülkemizde yapılan bir çalışmada, ABD'nin 10 eyaletini temsil eden 26 *Populus deltoides* orijininin büyüme farklılıkları araştırılmış ve 3 yıl süre ile gerçekleştirilen fenolojik tespitler sonucunda, orijinlerin vejetasyona başlama ve bitirme tarihlerine göre belirlenen büyüme süreleri ile artımlar arasındaki

ilişkiler saptanmıştır. Güney orijinlerinin büyümeye erken başlayıp geç bitirmelerine rağmen erken ve geç donlardan zarar görmedikleri, buna karşılık daha çok çap ve boy artımı yaptıkları belirlenmiştir (Tunçtaner ve ark.1985b).

Türkiye'ye ithal edilmiş olan çok sayıda yabancı tür, soğuk ve kar zararlarından önemli ölçüde etkilenmiştir. Örneğin, *Pinus radiata* Trakya bölgesindeki deneme ağaçlandırmalarında – 8<sup>0</sup>C nin altındaki sıcaklıklardan zarar görerek bu bölgeye adapte olamamıştır. Bazı yabancı türler de, kar yağışlarının yoğun olduğu deneme alanlarında önemli ölçüde kar zararlarına uğramışlardır. Ülkemizde endüstriyel plantasyonlar için en ümit verici tür olan *Pinus pinaster*, bazı yetiştirme ortamlarında şiddetli derecede kar zararına maruz kalmıştır. Karadeniz ve Marmara bölgelerinde çok sayıda orijin ile tesis edilen deneme alanlarında genellikle Atlantik orijinleri kardan olumsuz olarak etkilenmişlerdir. Karadeniz bölgesindeki deneme alanlarında, hektardaki en yüksek hacim hasılatını Korsika ve Fas orijinleri vermiştir. Yoğun kar baskısı ile meydana gelen devrik ve kırıklar orijinlerin başarı şanslarını büyük ölçüde etkilemiştir. Korsika orijinleri, düzgün gövde yapıları, düzenli dal halkaları, nisbeten ince iğne yaprakları ve gövdeden dik çıkan dalları ile diğer ırklardan ayrılmıştır. Yapılan bir döl denemesinin sonuçlarına göre de sahilçamının gövde karakteristiklerinin güçlü bir genetik kontrol altında olduğu ve Korsika orijinlerinin en iyi gövde formuna sahip oldukları belirtilmiştir. Marmara bölgesindeki deneme alanlarında, orijinlerin büyüme hızları yetiştirme ortamı iyileştikçe artmıştır. Ancak, Korsika orijinlerine göre daha fazla hacim artımı yapan Land orijinleri, kar baskısından Korsika orijinlerine göre çok daha fazla zarar görmüşlerdir (Resim 27). Batı Karadeniz bölgesinde de, Land orijinli plantasyon alanlarında şiddetli derecede kar zararı görülürken, Korsika orijinli ağaçlandırmalar kardan daha az etkilenmiştir (Resim 28).



Resim 27. Land orijinli sahilçamında kar zararları (Foto: K.Tunçtaner)

Fransa'da yürütülen orijin denemelerinin sonuçlarına göre yapılan bir değerlendirmede, Land orijinlerinin artımlarının fazla fakat gövde formlarının kötü olduğu, Korsika orijinlerinin ise artımlarının daha az olmasına rağmen gövde formlarının çok iyi olduğu belirtilmiştir. Gövde düzgünlüğünün ıslah çalışmalarında tüm amaçlar için arzulanır bir karakter olduğu ve düzgünlükten sapmalar (eğik, kıvrık, kavisli gibi) halinde, gövdenin ticari olarak yararlı parçalarının hacimlerinin küçülmesi nedeniyle ağacın değerinin azalacağı bilinmektedir. Bu duruma bağlı olarak, odun üretimi ve nakliyesi sırasındaki maliyetler de yükselmektedir. Bu nedenlerle, ülkemizde hızlı gelişen yabancı türlerle endüstriyel plantasyonlar tesisi için sahilçamının Korsika orijinlerinin kullanılması önerilmiştir (Tunçtaner ve ark., 1985a). Marmara ve Batı Karadeniz bölgelerinde sahilçamı ile tesis edilmiş olan üç deneme alanında (İstanbul-Fatih Ormanı, İzmit-Kerpe, Zonguldak-Ereğli) yapılan bir araştırmada ise, orijinlerin bazı morfolojik özellikleri (ibre boyu, ibre eni, ibre kalınlığı, ibre sayısı, dal açısı, dal kalınlığı, dal sayısı, dal uzunluğu) tespit edilmiştir. Morfolojik özellikler kar zararları ile ilişkili olarak, her deneme alanında ayrı ayrı ele alınarak orijinlere ve ırklara göre değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerin sonucunda dallara ilişkin morfolojik özellikler açısından ırklar için bir tanımlama yapmak mümkün olmamıştır. Ancak, orijinlerin ibre özellikleri yönünden



ayrımları, üç deneme alanındaki ortalama değerlere göre yapılmıştır (Tablo 11).

Tablo 11. Sahil çamı orijinlerinin ibre özellikleri

Orijinler	İbre boyu (cm)	İbre eni (mm)	İbre kalınlığı (mm)	İbre sayısı (adet)
E.99 İspanya	15.4	2.00	1.27	130
I.100 İtalya	13.7	1.78	1.02	133
I.228 İtalya	13.5	1.81	0.98	163
FC.233 Korsika	13.8	1.83	1.04	165
F.234 Landes	15.3	1.79	1.10	142
GR.236 Yunanistan	14.3	1.81	1.02	152
E.237 İspanya	13.0	1.75	1.00	155
MA.238 Fas	12.9	1.59	0.98	218
MA.239 Fas	12.0	1.56	0.92	212
MA.240 Fas	11.3	1.53	0.90	199
FC.333 Korsika	14.5	1.79	0.98	180
USA.378	13.5	1.85	1.02	142
E.439 İspanya	13.6	1.89	1.06	153
I.441 İtalya	13.0	1.80	1.02	185

Orijinlerde kar zararı ile ibre özellikleri arasında çoğul ve tekil ilişkiler bulunmuştur. Fas orijinleri ibre sayıları fazla olmakla birlikte, ibre boyu, ibre eni ve ibre kalınlığı bakımından diğer orijinlere göre daha küçük değerler göstermişler ve kar zararlarından da daha az etkilenmişlerdir. Atlantik orijinleri nisbeten büyük ibre boyutları ile kar zararlarından en fazla etkilenen orijinlerdir. Korsika orijinleri, Fas orijinlerinden sonra kara en dayanıklı orijinler olarak belirlenmiştir. Ancak bu ayrımların yapılmasında orijinlerin dal özellikleri ile ibre özelliklerinin müşterek etkileri de göz önüne alınmıştır. Deneme alanlarında hacim artımı yönünden de genellikle Korsika ve Fas orijinleri başarılı bulunmuşlardır (Tunçtaner ve ark., 1988).



Resim 28 . Bartın-Karaçaydere serisinde kar baskısına dayanıklı Korsika orijini ile tesis edilmiş bir sahilçamı plantasyonu (Foto: H.B.Özel)

Marmara ve Karadeniz bölgelerimizde yerli ve yabancı türlerle tesis edilmiş olan deneme ve ağaçlandırmalarda yapılan tespitlerde, yerli türlerimizden *Pinus nigra*, *P. silvestris*, *Abies nordmanniana* ile yabancı türlerden *Pinus strobus*, *P. banksiana*, *P. monticola*, *P. contorta*, *P. ponderosa* ve *P. muricata*'da kar zararları görülmemiş veya çok az görülmüştür. Egzotik türlerde *Pinus taeda* ve *P. elliottii* ise, yoğun kar yağışlarından oldukça fazla etkilenmişlerdir (Toplu ve Bozkuş 1988).

Orman ağacı türleri, ekstrem iklimik koşullardan olumsuz yönde etkilenmektedirler. Bu etki, doğal yetişme ortamları dışında egzotik tür olarak kullanılmaları halinde çok daha fazla zararlı sonuçlar doğurmaktadır. Örneğin, kızılçamın hızlı büyüyen bir ağaç türü olarak rüzgara dayanıklılığı azdır. Rüzgar bu türün gelişmesinde, gövde ve tepe şekillenmesinde büyük rol oynar ve adeta bonitet ölçüsü olarak düşünülebilir. Gerçekten rüzgar etkisi altındaki yerlerde ve sığ topraklar üzerinde yayvan tepeler, çeşitli fena gövde şekilleri, gevşek ve aralıklı kapalılık tipik belirtilerdir. Rüzgardan az veya çok derecede koruntulu, uygun toprak şartları gösteren mıntikalardaki ormanlarda ince dallı, küçük ve dar tepeli fertlerden meydana gelen ve geniş alanlar kaplayan kızılçam meşcereleri bulunmaktadır. Kızılçamın doğal yayılış alanında

populasyonlar arasında ve populasyonlar içinde oldukça büyük bir genetik çeşitliliğe sahip olması, mukavemet ıslahı çalışmaları için de bir avantaj yaratmaktadır. İklim özellikleri itibarıyla geniş sınırlar arasında yayılmış gösteren türün, en düşük sıcaklık değerlerinin 4°C ile – 11°C arasında değiştiği ve –15°C'nin altına düşmediği belirtilmektedir. Bu nedenlerle, kızılçamın doğal yetişme ortamı içindeki ve dışındaki ağaçlandırma alanlarında kullanılabilmesi için, tohum üretim ve kullanım sınırlarının belirlenmesi gerektiği bildirilmektedir (Boydak ve ark. 2006). Bunun için, orijin denemelerinin sonuçları alınıncaya kadar, ekolojik benzerlikler dikkate alınmak suretiyle kısa vadeli yöntemlerden (tohum transfer rejyonlamaları) yararlanılmaktadır. Ancak bu prensiplere uyulmadığı zaman, özellikle türün doğal ortamı dışında ve düşük sıcaklıkların gerçekleştiği alanlarda kullanılması halinde, başta don olmak üzere çeşitli biyotik ve abiyotik etmenlerin meydana getirdiği zararlar ortaya çıkmaktadır. Nitekim, kızılçamın egzotik tür olarak kullanıldığı Trakya Bölgesi'nin bazı kesimlerinde kış soğuklarından etkilendiği görülmektedir. 1985 yılı kışında yapılan tespitlere göre, özellikle Lüleburgaz, Babaeski ve Çorlu'da askeri birlikler ve belediyeler tarafından tesis edilmiş olan plantasyon alanlarında, kızılçam ağaçlarının tamamı donarak ölmüştür (Resim 29). Lüleburgaz Orman Fidanlığı'nda bulunan 40 yaşındaki kızılçam ağaçları da 1985 yılı Şubat ayında –27.8°C ye kadar düşen sıcaklıklar nedeniyle donmuştur (Tulukçu ve ark., 1987).



Resim 29. 1985 kışında donarak ölen kızılçam ağaçları-Babaeski  
(Foto : M.Tulukçu)

Karasal iklim bölgelerimizde çeşitli yerli ve yabancı kavak klonları ile tesis edilmiş olan deneme alanlarında (populetumlarda), ağaçların gövdelerinde çatlaklara neden olan don zararları tespit edilmiş, ve don çatlaklarına dayanıklılık yönünden klonlar arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Kavaklarda don çatlaklarının oluşumu oldukça karmaşık bir konudur. Bu olayın meydana gelmesinde; düşük sıcaklıklar, ani sıcaklık değişimleri, dikim materyalinin yaşı ve tipi, dikim derinliği, toprak tipi, uygulanan kültür teknikleri ve kullanılan kültivar gibi faktörlerin etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle, don çatlaklarına karşı çeşitli önlemler düşünülse de, bunların içinde en önemlileri, kavak kültürüne uygun koşullara sahip alanların seçimi ve genetik ıslah çalışmaları ile don zararlarına mukavim klonların belirlenmesidir (Tunçtaner ve Zengingönül 1988).

#### **3.4.4. Hava kirliliğinin yaptığı zararlara karşı mukavemet ıslahı**

Birçok ülkede ağaçlar üzerinde hava kirliliğinden kaynaklanan zararlar meydana gelmekte ve bazen bu zararlar kitle halinde orman ölümlerine neden olabilmektedir. Havaya karışan kirleticiler, esas olarak toz ve gazdan oluşan maddeler olarak iki grupta toplanmaktadır. Kükürtdioksit, azotoksitler, karbonmonoksit ve hidrojen sülfür gaz halindeki kirleticilerdir. Havaya karışan kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) ve azotoksit (NO<sub>x</sub>) gazlarının yüksek oranda bulunması yağışların asitleşmesine neden olmaktadır. Özellikle kükürtdioksit verdiği zarar derecesi, miktarı ve yayılış alanının büyüklüğü bakımından daha fazla önem taşımaktadır. Almanya'da orman ölümlerine neden olan asit yağmurlarında kükürtdioksitin payı %70 oranındadır (Çepel ve Dündar 1983, Eruz 1984, Çepel 1994). Kazdağlarında yapılan bir araştırmada, alınan yaprak örneklerinde yüksek kükürt konsantrasyon değerleri bulunmuş ve ormanlarda bulunan ağaç türlerinin hava kirliliği etkisi altında olduğu belirlenmiştir. Bu yörede kuzey ve kuzeydoğudan esen hakim rüzgarlar doğu ve orta Avrupa üzerindeki kirli hava kütlelerine İstanbul üzerindeki kirli havayı da ekleyerek Kazdağlarına kadar taşımaktadır. Aynı rüzgarlar Çan ilçesindeki kömür ocaklarından çıkan kükürtdioksit gazını da Kazdağları kütlesine yaslamaktadır. Yükseklerde görülen sis ve çığ oluşumu SO<sub>2</sub> gazının etkisini şiddetlendirerek asit sis ve asit çığ'e neden olmaktadır. Bunun sonucunda da, kızılçam ve karaçamların yapraklarında sarı asit yanıkları oluşmakta ve göknar ağaçlarında kurumalar meydana gelmektedir (Kantarcı 1997, Karaöz 1997). Kükürtdioksit gazının bitkilere verdiği zarar, bazı enzimlerin bileşimini

bozmak, klorofil hücrelerini zarara uğratmak, oksidasyon ve redüksiyon ile protoplazmayı tahrip etmek, metabolizma olaylarını engellemek şeklinde çeşitli yollarla olmaktadır. Böylece bitkinin önce asimilasyon organları ölüp dökülmekte, daha sonra da tüm bitki ölmektedir. Hava kirliliği ölçüsü olarak genellikle SO<sub>2</sub> gazının yoğunluğu ve etki süresi kriter olarak alınmakta ve çeşitli canlılara göre sınır değerleri tespit edilmektedir. Orman ağaçlarında zararlar meydana getirmeye başlayan SO<sub>2</sub> yoğunluğu sınır değerleri; uzun süreli etkiler için 60 mikrogram SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, kısa süreli etkiler için 300 mikrogram SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> olarak kabul edilmektedir. Ormanlar, havadaki katı parçacıkların bir kısmını süzerek, yani asimilasyon organlarında, dal ve gövdelerinde absorbe ederek, bu zararları bir dereceye kadar azaltabilmekte, fakat baca dumanları içindeki zehirli gazlardan önemli derecede zarar görmektedir. Sanayi kuruluşlarının az olduğu dönemlerde, orman içinde bazı ağaçların öldüğü görülmüş ve bunlar tesadüfen ölmüş (dikili kuru) olarak kabul edilerek ormandan çıkarılmıştır. Fakat özellikle son 10-20 yıl içinde Orta Avrupa ülkelerinde aynı zamanda başlayan, hızlı ve sürekli olarak gelişen, aynı ağaç türlerinde aşağı yukarı aynı görünümler yaratan, hepsinden önemlisi, kitle halinde hastalıklar ve ölümler meydana getiren zararlar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle günümüzde, orman ekosistemlerinde meydana gelen bu zararlara “yeni tür orman zararları” veya “orman ölümleri” ismi verilmektedir (Çepel 1994, Kantarcı 2001). Bunun ülkemizdeki örnekleri Muğla-Yatağan kızılçam ormanlarında ve Artvin-Murgul yöresindeki doğu ladini ormanlarında görülmektedir. Muğla yöresinde tesis edilmiş olan Yatağan, Yeniköy ve Kemerköy termoelektrik santrallerinden çıkan gazlar nedeniyle kızılçam ormanlarında 1988 yılından itibaren gruplar halinde kurumalar başlamıştır. Artan baca gazları, özellikle kükürtdioksit etkisiyle 1650 hektar orman alanında ağaçların kurummasına neden olmuştur. Yatağan santrali, aynı zamanda 1984-1985 yılında zararların meydana geldiği alanların güneyinde bulunan, Bencik dağında da ormanlara zararlı etkilerde bulunmaktadır. Aynı durumla 1999-2000 yıllarında Denizova-Yerkesik ormanlarında da karşılaşmıştır. Bu bölgede 2000 yılında kızılçam ağaçlarından alınan ibre örneklerinde sülfür miktarının 4218 ppm ile 6676 ppm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sülfür içerikleri, ibrelerin yaşına (1-2 yaşında), yapraklardaki sarı noktaların yoğunluğuna ve kuruyan ibrelerin miktarına göre farklılık göstermektedir. Özellikle 1996-2000 döneminde, iğne yapraklarda SO<sub>2</sub> etkisi ile meydana gelen klorofil tahribatı, ağaçların yıllık halkalarında daralmalara neden olmuştur. Son beş yıl içinde kızılçamda yıllık halkalarda meydana gelen daralma oranları, yaşlı ağaçlarda (95 yaşında) %180- %300 arasında, daha genç (60 yaşında) ağaçlarda ise %180-344

arasında değişmektedir. Bu durum, gaz zararlarının ağaçların yapraklarındaki klorofil miktarını olumsuz olarak etkileyerek, büyümelerde azalmalara ve bunun sonucunda da odun ham maddesi üretiminde ekonomik kayıplara neden olduğunu göstermektedir (Kantarıcı 2001). Bazı ülkelerde ormanlarda meydana gelen bu zararlara karşı dayanıklı bireylerin bulunduğu saptanmış ve bu konuda mukavemet ıslahı çalışmalarına başlanmıştır. Gaz zararlarının yoğun olduğu *Picea abies* ormanlarında, kükürtdioksit ve hidrojen sülfüre karşı fenotipik yönden dayanıklı gözükten bireylerden alınan vejetatif materyal ile fidanlar yetiştirilmiş ve bu yeni bireylerin de zararlı gazlara maruz bırakıldıklarında, aynı mukavemeti gösterdikleri belirlenmiştir. Ülkemizde Artvin-Murgul yöresinde de mukavemet ıslahı çalışmalarına konu olabilecek böyle dayanıklı bireylerin mevcut olduğu bildirilmektedir (Ürgeç 1982).

Ormanlarda meydana gelen kitle halindeki ölümlerde en etkili olan gaz kükürtdioksittir. Kükürtdioksit, gaz olarak veya suda çözülmüş çeşitli formlardaki çözeltiler halinde bitkileri doğrudan doğruya ve dolaylı olarak tahrip edip zarara uğratmaktadır. Bitkilerin duyarlı olduğu hava kirliliğinin bulunduğu bölgelerde, en önde gelen amaç, ormanların olduğu gibi kalmasını sağlamaktır. Önemli olan başka bir husus da, hava kirliliğine karşı nisbeten dayanıklı ağaç türlerinin, orijinlerin, klon veya bireylerin seçilmesidir. Ağaç türlerinin bazı gaz zararlarına karşı duyarlılık dereceleri aşağıda belirtilmiştir (Çepel 1994):

Ağaç türlerinin kükürt dioksite karşı duyarlılık dereceleri

Çok duyarlı türler : Göknar, ladin, duglaz, sarıçam, Avrupa melezi, erguvani söğüt

Duyarlı türler : İhlamur, dişbudak, kayın, karayemiş, çam, melez, kadın tuzluğu, gevrek söğüt, küçük yapraklı ihlamur

Nisbeten duyarsız türler : Meşe, kızılğaç, kavak, akçaağaç, armut, şimşir, kurtbağrı, sapsız meşe, kurşun kalem ardıcı

Ağaç türlerinin azotoksit'e karşı duyarlılık dereceleri

Çok duyarlı türler : *Betula papyrifera* , *Larix europea*, *Larix leptolepis*

Duyarlı türler : *Acer platanoides*, *Acer palmatum*, *Tilia grandifolia*, *Tilia parvifolia*, *Abies pectinata*, *Chamecyparis lawsoniana*, *Picea alba*, *Picea homopolis*

Nisbeten duyarsız türler : *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Ginkgo biloba*, *Robinia pseudoacacia*, *Sambucus*

*nigra, Quercus robur, Ulmus montana, Pinus austriaca, Taxus baccata*

Ağaç türlerinin azottrioksite karşı duyarlılık dereceleri

Çok duyarlı türler : *Alnus glutinosa, Alnus incana, Carpinus betulus, Tilia cordata, Tilia tomentosa*

Duyarlı türler : *Acer pseudoplatanus, Betula pendula, Fagus sylvatica, Fraxinus exelsior, Larix species, Picea abies, Pinus sylvestris*

Nisbeten duyarsız türler : *Acer campastre, Acer negundo, Quercus borealis, Quercus robur, Robinia pseudoacacia, Chamecyparis species*

Ağaç türlerinin ozona karşı duyarlılık dereceleri

Duyarlı türler : *Fraxinus pensylvanica, Fraxinus americana, Liquidambar styraciflua, Quercus palustris, Quercus coccinea, Quercus alba, Platanus species*

Nisbeten duyarsız türler : *Cornus mas, Cornus Florida, Acer platanoides, Acer saccharum, Quercus robur, Betula papyrifera*

Almanyada yoğun gaz zararlarının olduğu bölgelerde yeni türlerle orman kurmak için aşağıda belirtilen türler önerilmektedir:

Geniş yapraklı türler : *Quercus robur, Quercus patrea, Fraxinus sp., Fagus sp., Acer pseudoplatanus, Acer platanoides, Ulmus montana, Ulmus campestris, Alnus glutinosa, Prunus avium*

İğne yapraklı türler : *Pinus nigra, Larix japonica, Larix leptolepis*

Ürgeç (1998c), kentlerde egzoz ve bacalardan en fazla çıkan ve en önemli gaz zararını oluşturan kükürtdioksite karşı en hassas türlerin; söğüt (*S. purpurea*), göknar, ladin, sedir, duğlaz ve sarıçam, hassas türlerin; dişbudak, kayın, gürge, kiraz, söğüt (*S. fragilis*), ıhlamur (*T. cordata*), çamlar (karaçam ve veymut çamı), kadıntuzluğu (*B. vulgaris*) ve nisbeten duyarsız (dayanıklı) türlerin ise; meşe, kızılbaş, kavak, Akçağaç, şimşir (*B. sempervirens*) Ligustrum (*L. vulgare*), çınar (*P. acerifolia*) ve ardıç (*J. sabina*) olduğunu bildirmektedir.

## 4. VEJETATİF ÜRETİM VE TOHUM BAHÇELERİ

### 4.1. VEJETATİF ÜRETİM

Bitkiler eşeyli veya eşeysiz olarak üretilebilirler. İki arasındaki en önemli fark, birincide eşleşme (döllenme) olayının gerçekleşmesi ikincide ise buna gerek olmamasıdır. Eşeysiz üremede, orijinal bir bitkinin vejetatif kısımlarından o bitki ile aynı genetik özelliklere sahip bireyleri çoğaltmak mümkündür. Çünkü, bitkilerin her hücresi, kendileri gibi bir bitkinin oluşmasını sağlayacak genetik bilgileri içermektedir. Eşeysiz üretimin; **Apomixis** ve **vejetatif üretim** olmak üzere iki şekli mevcuttur. Apomixis, gametlerden bir tanesinin döllenme olayı olmadan gelişmesi veya bir hücrede redüksiyon bölünmesi olmadan tohum veya tohum benzeri organların gelişmesidir. Bu tip üremeye orman ağaçlarında pek fazla rastlanmamaktadır. Vejetatif üremede, bitkiler generatif olmayan kısımlarından yani somatik veya vejetatif hücrelerinden kendileriyle aynı genetik özelliklere sahip yeni bireyler oluşturabilirler. Bitkilerin bu vejetatif kısımları; kök, yumru, rizom, gövde, dal ve yaprakları olabilir. Orman ağaçları vejetatif yoldan genellikle çelik ve aşılı ile üretilirler. Çelik ile yapılan üretimde, bir ağacın dal, gövde veya kök kısımlarından alınan parçalardan o ağacın tüm özelliklerine sahip yeni bireyler elde edilir. Bu şekilde çelikle gerçekleştirilen vejetatif üretmeye **autovejetatif üretim** denir. Bir ana ağaçtan alınan aşılı kaleminin bir altlık üzerine aşılması suretiyle yapılan vejetatif üretmeye ise, **heterovejetatif üretim** denir. Bu üretimde elde edilen bireylerde kök kısmı altlığın genotipini, gövde kısmı ise aşılı kaleminin alındığı ağacın genotipini temsil eder. Vejetatif üretimde, çeliklerin veya aşılı kalemlerinin alındığı orijinal ağaca **Ortet**, ortetden alınan çelik veya aşılı kalemleri ile üretilen bireylere **Ramet** ve bir ortetden vejetatif olarak üretilen ve aynı genetik özelliklere sahip olan bireyler topluluğuna da **Klon** denmektedir.

#### 4.1.1. Ormancılıkta vejetatif üretimin yararları

Orman ağacı türlerinin vejetatif üretimi, son yıllarda klasik genetik ve moleküler genetik çalışmalarına yönelik olarak büyük önem kazanmıştır. Bunun temel nedenlerinden biri, önemli orman ağacı



türlerinden çok sayıda köklü çelik elde edilebilmesi yollarının araştırılmasıdır. Vejetatif üretim ile, genetik yoldan ıslah edilmiş bir bitki veya doğada selekte edilmiş bir birey tüm genetik özellikleri aynı kalmak kaydıyla birbirini takip eden generasyonlar halinde istenilen sayıda çoğaltılabilir. Vejetatif üretim ıslah çalışmalarında sürat ve kolaylık sağlar. Bu nedenle vejetatif üretimden ormancılıkta 100 yılı aşkın bir süreden beri yararlanılmaktadır. *Cryptomeria japonica*'nın köklendirilmiş çeliklerinin 19. ve 20. yüzyıllarda dikimlerde kullanıldıklarına dair kayıtlar bulunmaktadır (Zobel ve Talbert 2003). Vejetatif üretimden pratik olarak yararlanılması iki biyolojik görüşe dayanmaktadır (Quijada 1985):

1. Ebeveyn ağacın fizyolojik koşullarının devamlılığını sağlamak
2. Ebeveyn ağacın genetik yapısının devamlılığını sağlamak

Vejetatif üretimden orman ağaçlarının ıslahı amaçlarına yönelik olarak yararlanılması aşağıda belirtilen hususları kapsamaktadır:

- Klonal tohum bahçelerinin tesisleri
- Klon bankalarının tesisleri
- Özel ıslah materyalinin çoğaltılması
- Seçilen bireylerin kitlesel olarak çoğaltılması

Orman ağacı türlerinin bir kısmının vejetatif olarak kolay, bir kısmının ise zor üretilmesi vejetatif üretimden yararlanılma olanaklarını sınırlamaktadır. Tohum bahçelerinin kuruluş masrafları ve plantasyonlar için dikim materyalinin üretim maliyetleri bu durumdan olumlu veya olumsuz yönde etkilenmektedir. Çeliklerde topofizis etkisi ile oluşan **plagiotropik** büyüme ve aşılı fidan üretiminde ortaya çıkabilen aşılı kalemi, altlık uyumsuzluğu da bu konuda başarıyı etkileyen faktörlerdir. Lindgren (1977), vejetatif üretim ile üstün bir genetik kazanç elde edilebileceğini ve bu kazancın ormancılık pratiğinde hızlı bir şekilde değerlendirilebileceğini belirtmiştir. Ancak, vejetatif yoldan üretilen materyalin generatif yoldan üretilen materyale göre farklılıklar gösterebilmesi nedeniyle bu yöntemin bazı riskleri olabileceğini de ifade etmektedir. Örneğin, çeliklerinin köklenme yetenekleri, yavaş olgunlaşma ve çok dal üretme gibi özellikler yönünden seçilen klonların bu karakteristikleri ile, ekonomik üretim ile ilişkili karakteristikler arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır. Böylece, yoğun dal üreten klonların çeliklerinin kullanılması halinde geniş taçlı, çok ve kalın dallı ve yavaş büyüyen ağaçlar elde edilebilir.

Vejetatif üretimin ormancılıktaki yararları Zobel ve Talbert (2003), tarafından aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:

- Farklı genotiplerin klon bankalarında koruma altına alınması
- Tohum bahçelerinin tesisi veya başka ıslah çalışmaları için istenilen genotiplerin çoğaltılması
- Genotiplerin değerlendirilmesi ve çevre ile olan etkileşimlerinin klon denemeleri ile incelenmesi
- Plantasyon programlarının uygulanmasına yönelik dikim materyalinin üretiminde en yüksek genetik kazancın sağlanması

Vejetatif üretimin kullanımı, araştırma ve uygulama amaçları yönünden de aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır

#### **4.1.1.1. Araştırma amacına yönelik kullanım**

- Genotip x çevre etkileşimi çalışmalarını da kapsamak suretiyle bitki materyalinin genetik değerlendirilmesi ve aynı materyalin gençlik ve olgunluk dönemleri arasındaki korelasyonların genetik ve çevre yönünden tahmin edilmesi
- Bazı türlerde müşterek çevre içindeki genetik varyasyonun büyüklüğünün tespiti ve kontrolü
- Bilimsel amaçlar ve plantasyon programlarındaki muhtemel kullanımlar için genotipler ve gen komplekslerinin klon bankalarında ve arboretumlarda muhafaza edilmeleri
- Entansif ıslah çalışmaları için, değerli bitkilerin laboratuvar ve sera gibi merkezi alanlarda toplanması
- Hızlandırılmış ıslah çalışmaları ve testler için üretim sürecinin kısaltılması
- Denemelerde genetik değişkenliği azaltmaya yönelik çalışmaların yapılması

#### **4.1.1.2. Üretim amacına yönelik kullanım**

- Plantasyon uygulamalarına yönelik tohum üretimi için tohum bahçelerinin tesisi
- Dikim programlarında direkt olarak kullanılmak üzere materyal üretimi

#### 4.1.2. Orman ağaçlarında vejetatif üretim uygulamaları

Yapraklı ağaç türlerinin klonları süs ve meyve ağacı varyeteleri olarak yüzyıllardır kullanılmaktadır. Bu varyetelerin bir kısmı aşılı yoluyla bir kısmı da çelik ile üretilmektedir. İkinci grup içinde yer alan kavak ve söğütler çelikle çok kolay üretildikleri için, dünyada vejetatif üretimin en fazla uygulandığı türlerin başında gelmektedirler. Yapraklı tür çeliklerinin kolay köklenmesi bunların klonlarının da yaygın bir şekilde kullanılmasına neden olmuş ve kavak, söğüt, okaliptus gibi hızlı gelişen türlerle odun üretimine yönelik klonal plantasyonlar kurulmuştur. Yapraklı orman ağacı türlerinden; *Platanus*, *Acer*, *Alnus*, *Robinia*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Ulmus* gibi türler üzerinde de çelikle vejetatif üretim çalışmaları yapılmaktadır (Koster 1977, Zsuffa 1985). Aşılı ile üretilen varyeteler ise daha çok süs bitkisi ve meyve üretimi yönlerinden değerlendirilmektedir.

Çeşitli kavak ve söğüt klonları ile tesis edilen endüstriyel plantasyonların özellikle ılıman iklim bölgelerinde odun üretimine yaptığı önemli katkılar, bu türlerle ilgili ıslah çalışmalarının yoğunlaşmasına neden olmuştur. Selekte edilen üstün nitelikli klonlardan vejetatif yoldan (çelikle) çoğaltılan materyal kültür alanlarına aktarılmakta ve değişik amaçlara (kereste, selüloz, enerji, gıda v.b) yönelik plantasyonlar kurulmaktadır (Jokela 1984, Gaget ve ark. 1984, Noh ve ark. 1984, Weisgerber 1989). Bazı kavak türlerinin (*P. tremula*, *P. alba*, *P. deltoides*) çeliklerinde görülen köklenme güçlükleri bunların kültür alanlarına aktarılmasını sınırlandırmıştır. Ancak, uygulanan yeni ıslah teknikleri ve doku kültürü gibi teknolojiler sayesinde köklenme oranlarında önemli artışlar sağlanmıştır. *Populus deltoides*'in Kuzey Amerika'dan Avrupa'ya ithalinden sonra gerçekleştirilen *P. deltoides* x *P. nigra* çaprazlamalarından elde edilen *P. x euramericana* (Dode) Guinier melezleri, çeliklerinin yüksek oranda köklenmeleri ve Bunun yanı sıra hızlı büyüme özellikleri ile kavak kültüründe bir devrim yaratmıştır.

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de gerçekleştirilen genetik ıslah ve seleksiyon çalışmalarında vejetatif üretimin sağladığı avantajlar değerlendirilmiştir. Ülkemizde geniş bir doğal yayılışa sahip olan karakavak taksonları içinden seleksiyonlar yapılmış (Tunçtaner 1998b) ve bunlar vejetatif yoldan çoğaltılarak deneme alanlarına aktarılmıştır. Türüçi ve türlerarası çaprazlamalardan elde edilen melezler, yurt dışından ithal edilen *P. deltoides* ve *P. x euramericana* klonlarına ait setler çelik olarak çoğaltılarak araştırma fidanlıklarına aktarılmış (Resim 30), çeşitli kriterlere (Köklenme yüzdeleri, büyüme performansları, kalitatif özellikler v.b) göre yapılan değerlendirmelerden sonra seçilen

klonlar değişik yetişme ortamlarındaki deneme alanlarında karşılaştırmalara tabi tutulmuşlardır. Selekte edilen kavak ve söğüt klonlarından üretilen materyal ile araştırma ve uygulama çalışmaları sürdürülmektedir (Tunçtaner 1988, Tunçtaner 1990, Tunçtaner ve ark.1994, Tunçtaner ve ark., 2002, Tunçtaner 2002, Toplu ve ark., 2006).



Resim 30. İzmit Araştırma Fidanlığı'nda vejetatif olarak çoğaltılan kavak klonları (Foto: K. Tunçtaner)

Ülkemizde doğal ormanlarımız içinde münferit olarak veya kkk populasyonlar halinde bulunan titrekkavak (*Populus tremula*) da ıslah çalışmalarında yer almıştır. Bu amaçla, populasyonlar içinden seçilen üstün nitelikli bireylerin (Resim 31) vejetatif üretimleri kök çelikleri ve yeşil çelikler ile gerçekleştirilmiştir (Toplu ve ark., 1991).



Resim 31. Vejetatif üretim için Türkeli-Zindan serisinden seçilmiş bir titrekavak bireyi (Foto: F.Toplu)

Kavak ve söğütlerin dışında ağaçlandırma amacıyla kitle halinde çelikle vejetatif üretimi yapılan en önemli yapraklı türlerden biri de okaliptüs türüdür. Brezilya'da "Aracruz Florestal" şirketi tarafından *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla* türleri ile bunların melezlerinden (*E. grandis* x *E. urophylla*) her yıl 12.500.000 adet fidan üretilmektedir. *E. grandis*'in klonal plantasyonlarından 6 yıllık rotasyon sonunda elde edilen odun hasılatı 36 m<sup>3</sup>/ha/yıl ile 64 m<sup>3</sup>/ha/yıl arasında değişmektedir (Zobel ve Ikemori 1985).

*Eucalyptus camaldulensis* ve *E. grandis* türlerinde çelikle vejetatif üretim çalışmaları ülkemizde de yürütülmektedir. Okaliptüs'ün çelikle üretim koşullarının belirlenebilmesi amacıyla; çelik bahçelerinin kurulması ve yönetimi, çelik materyalinin özellikleri, köklendirme ortamları konularında çalışmalar yapılmıştır (Gülbaba 1990,1997).

Ülkemizde, kavak, söğüt ve okaliptüs dışında çelikle vejetatif üretim çalışmalarına en çok konu olan yapraklı türlerden biri de kızılbaş (*Alnus glutinosa*) tır. Bu türün genetik yönden ıslah edilmiş klonları ile ağaçlandırma çalışmaları yapabilmek için, çeşitli araştırmalar yürütülmüş ve türe ait çeliklerin köklendirilmesi üzerinde etkili olan faktörlerden; köklendirme ortamı, hormon dozu, çelik tipi, ortet yaşı gibi özellikler incelenmiştir (Atasoy ve Küçük 1989, Yahyaoğlu ve ark., 2002).

Vejetatif üretim ile, orman ağaçlarının ıslahında önemli ilerlemeler kaydedilmektedir. Üstün özelliklere sahip genotipler vejetatif yoldan istenilen miktarlarda çoğaltılabilmekte ve bunlar bozuk orman alanlarının ıslahında kullanılmaktadır. Seleksiyon çalışmaları sonucunda ortaya çıkarılan önemli ekotiplerin gen kaynaklarının emniyet altına alınması ve daha sonra bunlardan ağaçlandırmalar için kitle halinde üretim yapılması, vejetatif üretim tekniğiyle gerçekleştirilebilmektedir. Orman popülasyonlarında seçilen yaşlı ve büyük boyutlardaki ağaçların gen kaynaklarından ancak bunlardan vejetatif materyal almak suretiyle yararlanılabilmektedir. Çeşitli zararlara (Böcek, mantar, kar, rüzgar, gaz v.b) dayanıklı bireylerin vejetatif yolla üretilerek zarar alanlarında başarı ile yetiştirilmeleri, ayrıca melezleme ve mutasyon ıslahı yöntemleri ile elde edilen üstün özelliklere sahip bireylerin kitle halinde üretimleri yine vejetatif üretim teknikleriyle mümkün olabilmektedir (Wright 1976, Lepistö 1977, Ürgenç 1982, Rauter 1985, Zobel ve Talbert 2003).

Vejetatif üretim ile seçilen ağaçların genetik kalitelerinin süratle döllerine aktarılabilmesi, çeşitli ülkelerin ağaçlandırma programlarında kullanılan önemli orman ağacı türleri üzerindeki makro ve mikro vejetatif üretim çalışmalarının hızlanmasına neden olmuştur. Avrupa ülkelerinde, özellikle *Picea abies* ve *P. sitchensis* in çelikle vejetatif olarak üretilmesi konusundaki çalışmalara ağırlık verilmiş (Resim 32, 33), genetik ıslah programları çerçevesinde orijin ve klon seleksiyonları ve testleri yapılmış, genotip x çevre etkileşimleri incelenmiştir (Kleinschmit ve Schmit 1977, Werner 1977, Roulund 1977, Kleinschmit 1985, Rauter 1985, Roulund 1990).



Resim 32. Serada köklendirilen *Picea abies* çelikleri, Hørsholm, Denmark (Foto: K. Tunçtaner).



Resim 33. Fidanlığa şaşırtilan köklü *Picea sitchensis* çelikleri, Hørsholm, Denmark (Foto: K. Tunçtaner).

*Picea abies* Almanya'da ve orta Avrupa'da toplam ormanlık alanın %40'ını kaplayan en önemli ağaç türüdür. Bu türün ıslahında karşılaşılan sorun, ağaçların aşılı tohum bahçelerinde bile 20-25 yaşından önce çiçeklenmeye başlamamalarıdır. Bu nedenle, hızlı bir üretim arzulanmakta ve tohum bahçesi tesisinden çok, ağaçlandırmaya yönelik vejetatif üretim ile sonuçlanan klonal seleksiyonla kombine edilmiş orijin seçimi çalışmaları üzerinde durulmaktadır (Kleinschmit 1985). Bu amaçla yürütülen bir ıslah programının ana hatları Şekil 29'da verilmiştir.





İğne yapraklı türlerin klonal plantasyonları, çeliklerindeki köklenme güçlükleri nedeniyle, yapraklı türlere göre daha sınırlıdır. Çelikleri kolay köklenebilen türlerden olan *Cryptomeria japonica* ve *Chamaecyparis obtusa* Japonya'da uzun zamandan beri plantasyonlarda kullanılmaktadır. 9.9 milyon hektarlık plantasyon alanının 4.4 milyon hektarı *Cryptomeria* kültivarları ile kaplıdır. Toplam dikim stokunun %25'ini çelikten üretilen fidanlar oluşturmaktadır (Ohba 1985). İğne yapraklı türlerde çelikle vejetatif üretim çalışmaları, genellikle klonal ağaçlandırma çalışmalarına geçildikten sonra hızlı bir şekilde gelişmeye başlamıştır. İlk klonal seleksiyon programları; Yeni Zelanda'da *Pinus radiata*, Kaliforniya'da *P. radiata* ve *Sequoia sempervirens*, Kanada ve Avrupa'da ladin türleri üzerinde başlatılmıştır (Thorpe 1977a, Rauter 1985, Kleinschmit1985, Mikola 1990). *P. radiata* dışındaki diğer çam türleri ile *Abies*, *Larix*, *Pseudotsuga* gibi türlerde çeliklerin köklenme güçlükleri ve toföfizis etkileri klonal üretim çalışmalarını sınırlandırmıştır.

Dünyada vejetatif üretimin ıslah çalışmalarındaki öneminin ortaya çıkması, ülkemizde de iğne yapraklı yerli ve yabancı türlerin çelikle üretilmeleri konusunda çeşitli araştırma çalışmalarının yürütülmesine yol açmıştır. Yahyaoğlu (1980), doğu ladini (*Picea orientalis*) ile yaptığı çalışmalarda, 5 yaş grubundan seçilen ortetlerin çeliklerinde köklenmeye etki yapan faktörleri incelemiş ve çeliklerin genç bireylerden alınması durumunda başarının arttığını belirtmiştir. Ayrıca köklenme başarısı üzerinde; çelik alma zamanı, köklenme ortamı koşulları, hormon uygulamaları gibi faktörlerin etkilerini araştırmıştır. Yerli çam türlerimizden *Pinus nigra*, *P. silvestris* ve *P. brutia* ile egzotik tür *Pinus contorta* çeliklerinin köklenme başarıları üzerinde yapılan çalışmalarda ancak 2 yaşındaki ortetlerde çeliklerin köklendirilebildiği, daha yaşlı ortetlerden alınan çeliklerde yaş büyüdükçe köklenme başarısının hızla düştüğü belirtilmiştir (İktüeren 1973). İ.Ü. Orman Fakültesinin önderliğinde, Bahçeköy Orman Fidanlığı'nda yapılan çalışmalarda ise, *Thuja*, *Chamaecyparis*, *Juniperus*, *Taxus*, *Cryptomeria*, *Thujopsis*, *Cephalataxus* ve *Cupressus* türlerinde yumuşak veya yeşil çelikle, serada ve açık alan koşullarında başarılı sonuçlar alındığı bildirilmektedir (Ürgenç 1982). Egzotik türlerden *Pinus radiata* nın vejetatif yoldan çelikle üretimi konusunda yapılan bir çalışmada ise, 13 ayrı ortetten alınan çeliklerin köklenmelerine etki eden faktörler araştırılmıştır (Tulukçu ve ark., 1991). Sahil sekoyası (*Sequoia sempervirens*) üzerinde yapılan bir çalışmada da, çeliklerin köklenme başarılarına etki eden faktörler incelenmiştir (Eyüboğlu ve ark., 1997). Bazı okalıptus türlerinde, çelikle fidan üretim tekniklerinin geliştirilmesi sonucunda, Kongo ve Brezilya gibi tropik ülkelerde okalıptus klonal

ağaçlandırmaları gittikçe yaygınlaşmaya başlamıştır. Fransa, İspanya, Fas gibi Akdeniz ülkelerinde çelikten üretilen fidanlarla ağaçlandırmalar tesis edilmektedir. Ülkemizde de, hızlı gelişen bir egzotik tür olarak ekonomik değere sahip olduğu için, özellikle Akdeniz bölgesinde okaliptus plantasyonları tesis edilmektedir. Son yıllarda, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü tarafından, *Eucalyptus camaldulensis* ve *E. grandis* türlerinde çelikten fidan üretim çalışmalarına başlanmıştır (Resim 34,35).



Resim 34. Klonal üretim için seçilen *E.grandis* ağaçları, Tarsus-Karabucak (Foto: Doğu Akdeniz Or. Arş. Md.lüğü)



Resim 35. Serada çelikten üretilen *E.camaldulensis* fidanları (Foto: Doğu Akdeniz Or. Arş. Md.lüğü)

### **4.1.3. Vejetatif üretim teknikleri**

Birçok vejetatif üretim tekniği olmakla birlikte, ormancılıkta en çok çelik ve aşu ile üretim yöntemleri kullanılmaktadır. Klonal ağaçlandırma programlarında çelikten fidan üretimi ağırlık kazanmıştır. Aşu ile üretim ise, ağaçlandırmalar için büyük miktarlarda kaliteli tohum temin etmeye yönelik tohum bahçeleri tesis etmek ve seçilen genotipleri klon bankalarında muhafaza etmek amacıyla yapılmaktadır.

#### **4.1.3.1. Çelik ile üretim (autovejetatif üretim)**

Çelikle üretim, birçok süs bitkisinin üretiminde en çok kullanılan yöntem olmasının yanı sıra, meyve ağaçlarının ve bazı orman ağaçlarının üretimlerinde de kullanılmaktadır. Özellikle, daimi yeşil ve yarı daimi yeşil yapraklı türlerin büyük bir kısmında, tohumla üretimin uzun zaman alması ve çoğunlukla istenilen niteliklerin sağlanamaması nedeniyle çelikle üretim yapılmaktadır (Ürgenç 1998b). Çelikleri kolay köklenen türler için bu üretim şekli birçok avantajlar sağlar. Kavak ve söğütlerde olduğu gibi bir anaçtan elde edilen birkaç çelik kısa zamanda klonal olarak çoğaltılabilir. Üretim; ucuz, hızlı ve basit bir şekilde olur ve aşulamada olduğu gibi özel teknikleri gerektirmez. Aşu kalemi, altlık uyumsuzluğu diye bir sorun yoktur ve ebeveyn bitkinin genetik yapısı hiç bir değişikliğe uğramadan tam olarak döllerine aktarılabilir.

Çelikler bir bitkinin gövde, dal, kök, yaprak gibi vejetatif kısımlarından elde edilir. Çeliklik materyalin alınacağı bitkiler, sağlıklı, güçlü ve kimliği bilinen bitkiler arasından seçilir. Birçok bitki farklı çelik tipleri kullanılmak suretiyle başarılı olarak üretilebilir. Kolay köklenen çok yıllık odunsu bitkiler için, açık alan koşullarında (fidanlıklarda) basit ve düşük maliyetle köklendirilebilen gövde çelikleri kullanılır (Resim 36).



Resim 36. İzmit Orman Fidanlığında kavak çeliklerinin dikimi (Foto: Kavak ve H.G.O.Ağ. Arş. Müd.lüğü)

Çelikle üretim; gövde çelikleri ile, kök çelikleri ile ve yaprak çelikleri ile üretim olmak üzere üç şekilde yapılmaktadır.

#### **4.1.3.1.1. Gövde çelikleri ile üretim**

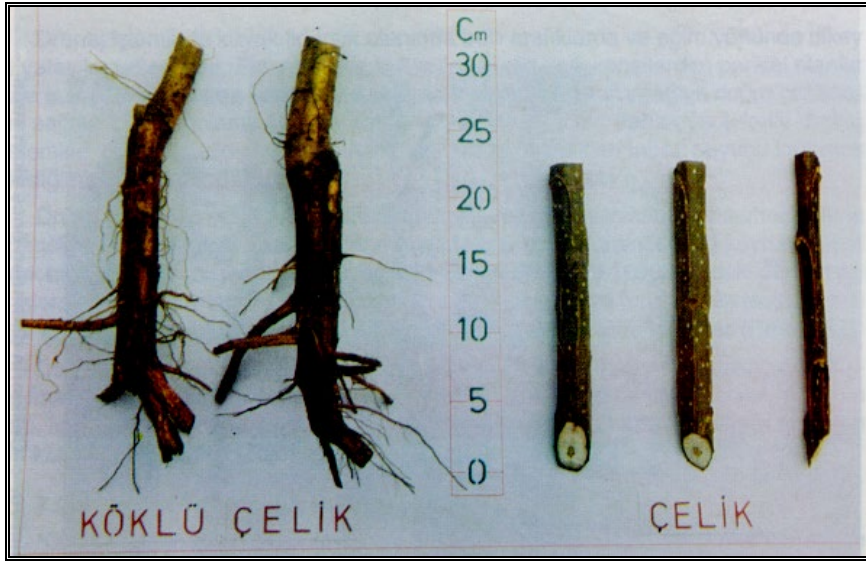
Gövde çeliği, çelik ile üretimde en çok kullanılan çelik tipidir ve bitkiden alındığı yere ve bitkinin yapısına göre; sert, yarı sert ve yumuşak üzere 3 çeşidi vardır. Ayrıca, Begonya, Kauçuk, Definbahya gibi otsu bitkilerden alınan ve “otsu çelik” olarak isimlendirilen bir gövde çeliği tipi de bulunmaktadır. Gövde çelikleri ile üretimde, lateral veya terminal tomurcuklar ihtiva eden sürgün parçaları uygun koşullarda köklenir ve üzerlerindeki gözlerden oluşan sürgünlerle birlikte alındığı bireyin (ortetin) genetik özelliklerini taşıyan fidanlar meydana gelir.

##### **a. Sert çelikler**

Sert çelikler, vejetasyon mevsimi dışında, bitkiler dormant haldeyken, 1 yaşındaki sürgünlerden alınır. Vejetatif üretimde, en az masraflı ve kolay üretim sert çeliklerle gerçekleştirilir. Bu çeliklerin

hazırlanması basittir, kolay bozulmazlar, uzun mesafelere güvenle taşınabilirler ve köklenme aşamasında özel ekipman gerektirmezler. Sert çeliklerin boyları, türe göre 10-75 cm arasında, çapları ise 0.6-2.5 cm arasında değişir. Kök ve sürgünü besleyecek besin maddelerini içermesi için çeliklerin dalların güneş gören düz kısımlarından alınması gerekir. Bunun için dalların depo maddelerince zengin olmayan uçtaki ince kısımları ile dipteki kalın kısımları kullanılmaz (Hartmann ve Kester 1983).

Kavak çelikleri 1 yaşlı fidanların gövdelerinden alınır. Fidanın dipten itibaren %60'lık kısmından kaliteli çelik elde edilebilmektedir. İnce ve tam odunlaşmamış uç kısımları atılır. Çeliklerin kalınlığı melez kavaklarda 1.5-3.0 cm, karakavaklarda 1.0-2.5 cm arasında, uzunlukları ise melez kavaklarda 22-35 cm, karakavaklarda 20-30 cm arasında değişir (Anon. 1994). Kavak fidanı üretiminde 1 yaşındaki fidanların kökleri de "köklü çelik" adı altında kullanılmaktadır. Ancak, köklü çelikle fidan üretim maliyetinin yüksek olması nedeniyle gövde çeliği tercih edilmektedir (Resim 37).



Resim 37. *P. x euramericana* köklü çelik ve gövde çelikleri (Foto: Kavak ve H.G.O.Ağ. Arş.Md.lüğü)

Yumuşak çeliklerde, daha çok sürgünlerin uç tomurcuklarını taşıyan baş çelikleri tercih edildiği halde, sert çeliklerde uç tomurcuğu taşımayan ayak çelikleri tercih edilir. Sert çeliklerin genel olarak üst kısımları (proximal uç) düz, alt kısımları (distal uç) ise meyilli olarak kesilir. Çeliğin proximal ucu en üstteki tomurcuğun biraz üstünden,

distal ucu ise en alttaki tomurcuğun biraz altından kesilir, bu suretle kökçük oluşumu artar ve çeliğin ortam içine sokulması kolaylaşır.

Sert çelikler rutubetli kum içinde ve kesilmeden demetler halinde saklanabilirler. Kavaklarda çeliklik materyal, saklanmak (gömüye alınmak) üzere 110 cm boyunda kesilir, 50 veya 100 adetlik demetler halinde bağlanır. Gömü için, güneş almayan, serin ve korunaklı bir yer seçilir ve zemine önce bir tabaka rutubetli kum serilir. Demetler kum içinde yatay olarak ve üst üste gelmeyecek şekilde istiflenir ve üzerleri 20-25 cm kalınlıkta nemli kumla kapatılır. İstif kapatıldıktan sonra üstü ağaç dalları veya branda ile örtülür. Sert çelikler, soğuk hava depolarında nemli bir ortamda +3 - 5<sup>0</sup>C de aynı şekilde saklanabilirler. Gömüden veya soğuk hava deposundan alınan uzun çeliklerin, suyunu kaybetmiş olan alt ve üst uçları kesildikten sonra geriye kalan kısımdan çelikler hazırlanır.

Sert çelikler, bazen yalnız bir tomurcuk ihtiva edecek şekilde gene 1 yaşındaki dallardan 2-3 cm boyunda alınabilir. Buna **göz çeliği** denir. Bu çelik ortasından uzunlamasına yarıldıktan sonra, gözün ucu görülecek şekilde yatay olarak toprağa gömülür. Çelik materyalinin az olması halinde, bir daldan fazla sayıda çelik alabilmek için bu yöntem kullanılmaktadır.

Gövde çeliklerinin hazırlanması sırasında gösterilen özen, dikim aşamasında da aynen devam ettirilmelidir. Bu nedenle, dikim mevsimi, dikim tekniği ve dikim aralıkları türlerin özelliklerine göre belirlenmelidir. Gövde çeliklerinin dikimi don tehlikesinin geçtiği aylarda yapılmalıdır. Ilıman iklim bölgelerinde vejetasyon mevsiminin dışında olmak koşuluyla her zaman yapılabilir. Dikilen çeliklerde köklerin oluşabilmesi ve gelişebilmesi için toprak sıcaklığının yeterli olması gerekmektedir. Bu nedenle, çalışma koşulları ile iklim ve toprak koşulları bakımından ilkbahar en uygun dikim mevsimidir. Gövde çelikleri fidanlıklarda gelişigüzel değil, düzenli bir biçimde ve türlere göre belirlenen dikim aralıkları ile dikilirler. Dikim aralıkları sert çeliklerde genellikle 7.6 – 10 cm arasında değişir. Kavak çeliklerinde bu aralık 50 – 60 cm ye kadar çıkabilmektedir. Çelikler 3/4'lük kısımları toprak içinde kalacak ve en üstteki tomurcuk toprak üstünde olacak şekilde dikilirler. Kavak ve söğütler ise, çeliğin proximal ucu toprak seviyesinden 0.5 – 1.0 cm aşağıda olacak şekilde dikilirler.

İğne yapraklı türlerin sert çeliklerinin köklendirilmesi oldukça güçtür. Bu türler çok yavaş köklendikleri için, aşırı kurumayı önleyecek rutubetli ortamları gerekli kılarlar. Bu nedenle çelikler, yağmurlama veya sisleme ile yüksek rutubetin elde edildiği, nisbeten yüksek ışık entansitesinde ve 24<sup>0</sup>C ile 26.5<sup>0</sup>C arasında sıcaklığa sahip seralarda köklendirilirler. Bazı türler diğerlerine göre daha kolay köklenirler.

Genel olarak *Chamaecyparis*, *Thuja*, *Juniperus* türleri kolay köklenir, *Taxus* türlerinin köklenmesi de oldukça iyidir. Ancak, *Picea*, *Tsuga*, *Abies*, ve *Pinus* türlerinin köklenmeleri daha zordur (Hartmann and Kester 1983).

#### b. Yarı-sert çelik

Odunsu, daimi yeşil geniş yapraklı bitkiler ile kışın yaprağını döken yapraklı ağaçların tam odunlaşmamış kısımlarından alınan çelikler yarı sert çelik olarak isimlendirilir. Geniş yapraklı daimi yeşil türlerin çelikleri genellikle yazın yeni büyümeye başlayan kısmen odunlaşmış sürgünlerden alınır. Kamelya, pitosporum, orman gülü, taflan, açelya gibi birçok süs bitkisi yarı-sert çelik ile üretilir (Resim 38). Limon ve zeytin gibi meyve ağaçları da yarı-sert çelik ile üretilebilir.



Resim 38. Köksüz ve köklendirilmiş yarı- sert taflan çelikleri (Hartmann ve Kester 1983).

Çelikler, uç kısımları yapraklı olacak şekilde 7.5–15 cm uzunluğunda alınırlar. Sürgünlerin uç kısımları genellikle çelik yapımında kullanılır. Ancak, odunsu dip kısımları da köklenebilir. Çeliklerin alt uçları bir tomurcuğun hemen altından kesilir. Çelikler, havanın serin olduğu, sabahın erken saatlerinde, sürgünler şişmiş halde iken alınır, temiz ve nemli çuvallar içinde veya polietilen torbalarda muhafaza edilir. Çeliklerin, yaprakları vasıtasıyla fazla rutubet kaybetmeden köklendirilmeleri gerekir. Ticari olarak, genellikle

periyodik sisleme yapılan ortamlarda veya serin ve rutubetli polietilen seralarda köklendirilirler. Köklendirme ortamının ısıtılması ve hormonal maddeler çeliklerin köklenme oranlarını arttırır. “Perlit + turba” veya “perlit + vermiculit” karışımı köklenme ortamlarından iyi sonuç alınmaktadır (Hartmann ve Kester 1983).

### c. Yumuşak çelik

Yumuşak çelikler, kışın yaprağını döken veya daimi yeşil bitkilerin ilkbaharda sukkulent haldeki yeni sürgünlerinden alınırlar. Leylak, forsydia, manolya, gelin tacı gibi birçok çalı formundaki odunsu süs bitkisinin üretimleri, bu tip çeliklerin köklendirilmesi ile başlar (Resim 39). Elma, armut, şeftali, kayısı, kiraz gibi meyve ağaçlarının yumuşak çelikleri de sisleme altında köklendirilebilir.



Resim 39. Bazı süs bitkilerinin (mersin, ateş dikeni, zakkum, hebe) köksüz ve köklendirilmiş yumuşak çelikleri (Hartmann ve Kester 1983).

Yumuşak çelikler, gerekli özen gösterildiği takdirde, diğer çelik tiplerine göre daha kolay ve daha çabuk (2 – 4 hafta) köklenirler. Bu tip çelikler daima yapraklı olarak hazırlandıkları için, köklenme aşamasında, yaprakları vasıtasıyla su kaybetmelerini önleyecek tedbirler



mutlaka alınmalıdır. Köklenme sırasında, köklenme ortamındaki sıcaklık 23–27°C, yaprakların çevresindeki sıcaklık ise 21°C olmalıdır. Çelikler, 7.5–12.5 cm uzunluğunda ve en az 2 boğum ihtiva edecek şekilde ve en alt boğumun hemen altından kesilirler.

#### 4.1.3.1.2. Kök çeliği

Kök sürgünleri ile doğal olarak yayılış yapan bazı türler, kök çeliklerinden, gövde çeliklerine göre daha kolay üretilebilirler. Ancak, iyi sonuç alabilmek için, kök parçaları genç bitkilerden, kış sonu veya ilkbahar başında, kökler besin maddeleri bakımından zengin olduğu zaman alınmalıdır. Kök çelikleri dikilirken polariteleri bozulmamalı, yani ters istikamette dikilmemelidir. Bunun için, çeliğin proximal ucu düz, distal ucu eğimli olarak kesilir. Dikim sırasında çelik ortama dik olarak sokulur, böylece çeliğin üst ucu ortam seviyesinde kalır. Ancak, birçok türde, çeliklerin ortam içine 2.5–5.0 cm derinlikte horizontal olarak dikilmeleri başarılı sonuç vermekte ve böylece çeliklerin ters dikilmeleri de önlenmiş olmaktadır.

Titrekkavak çeliklerinin köklendirilmesi konusunda yapılan bir çalışmada, Türkiye'nin değişik ekolojik ortamlarında seçilen üstün nitelikli bireylerden kök çelikleri alınmış ve çelik kalınlığı, dikim derinliği ve ortam çeşidi gibi faktörlerin, çeliklerin köklenme başarıları üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Toplu ve ark., 1991). Araştırmada, seçilen bireylerin son yıla ait kök sürgünlerinden alınan 5 cm uzunluğundaki çelikler kullanılmıştır (Resim 40).



Resim 40. Bir titrekkavak ağacının çelik alınacak son yıla ait kök sürgünü (Foto : F.Toplu)

Kök çelikleri ile, bunlardan elde edilen fidanlardan alınan yeşil çelikler, sera koşullarında köklendirme denemelerine tabi tutulmuşlardır. Serada %90 civarında rutubet sağlanmış, köklenmelerin başlamasından itibaren %50–55 seviyesine indirilmiştir. Sera sıcaklığı, gündüz 20<sup>0</sup>C de, gece ise 12-15<sup>0</sup>C civarında tutulmuştur. Titrekkavağın vejetatif üretim pratiğini geliştirmek için yapılan bu araştırmanın sonucunda; Kök çeliğinin ortam ile aynı seviyede dikimi, 7-10 mm çelik kalınlığı ve saf perlit ortamı, köklenme için en uygun özellikler olarak saptanmıştır (Resim 41, 42).



Resim 41. Perlit ortamındaki titrekkavak kök çeliklerinde ilk sürgünler  
(Foto : F.Toplu)

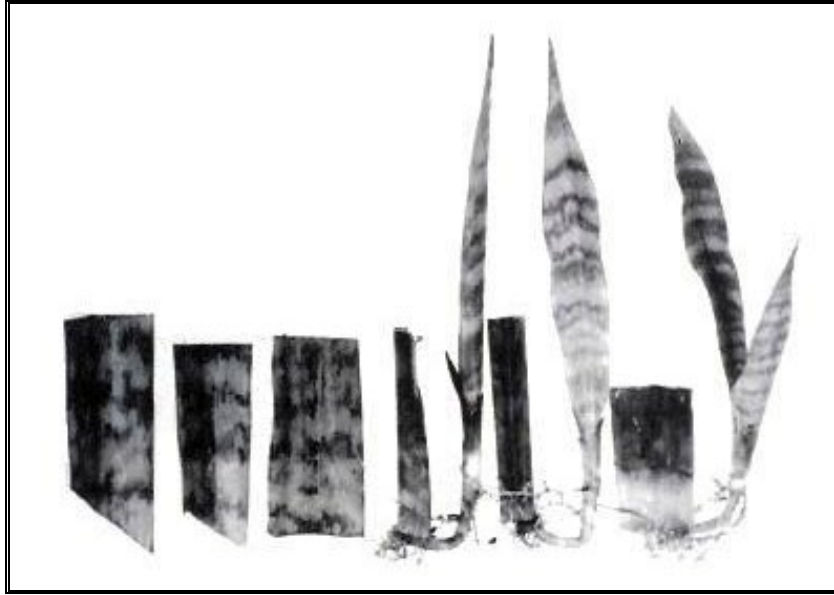


Resim 42. Titrekkavakların yeşil çelikle üretilmeleri (Foto: F.Toplu)

#### 4.1.3.1.3. Yaprak çeliği

Yaprak çeliği ile bitki üretiminde, yaprak yüzü veya yaprak sapı ile birlikte yaprak yüzeyi kullanılabilir. Adventif kökler ve bir yaprağın altındaki adventif sürgün formu yeni bir bitki olarak gelişir. Orijinal yaprak yeni bitkinin bir parçası olmaz. Paşa kılıcının yaprak çelikleri ile üretiminde; uzun sivri yapraklar 7.5-10 cm uzunluğunda parçalara ayrılır. Bu yaprak parçalarının boylarının 3/4'lük kısımları kum içine batırılır. Ters dikimi önlemek için, yaprak parçasının üstü düz, altı eğri olarak kesilir. Bir süre sonra yaprak parçasının alt kısmından orijinal yaprak parçası ayrı kalmak üzere yeni bir bitki oluşur (Resim 43).

Orman gülü gibi bazı süs bitkileri ve birçok saksı çiçeği, çeşitli yöntemler kullanılmak suretiyle yaprak çeliklerinden üretilebilir. Bazı çam türlerinde, tek bir iğne yaprak, aynı ağaçtan alınan gövde çeliklerine göre daha kolay köklenebilir. Ancak, köklenen iğne yaprağın yeni bir fidan oluşumunu sağlayacak tomurcuğu üretmesi genellikle mümkün olmaz.



Resim 43. Paşa kılıcı bitkisinin yaprak çeliği ile üretimi (Hartmann ve Kester 1983)

#### 4.1.3.1.4. Çeliklerin köklenme başarılarını etkileyen faktörler

Çeşitli tür ve kültivarların çeliklerinin köklenme yetenekleri arasında büyük farklılıklar mevcuttur. Dormling ve ark. (1976), bu etkileri; dış etmenler (ortam, gıda, rutubet, sıcaklık, ışık, hormonlar, fungusitler) ve iç etmenler (fizyolojik durum, hormonlar, topofizis) olarak ayırmışlardır. Bazı türlerin çelikleri hiçbir özel işleme tabi tutulmadan kolayca köklenirken, bazıları da ancak çok özel koşullarda ve büyük bir özen gösterilmesi halinde köklendirilebilir. Orman ağaçları köklenme yeteneklerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır (Wright 1976):

Çok kolay köklenen türler : Titrekkavak haricindeki kavak (*Populus*) türleri ve söğüt (*Salix*) türlerinin çoğu vejetasyon dönemi dışında sert gövde çelikleri ile çok kolay şekilde köklendirilebilirler. Bu nedenle, kavakçılıkta çelikle vejetatif üretim ticari bir üretim şeklidir.

Kolay köklenen türler : Radiata çamı (*Pinus radiata*), Japon kadife çamı (*Cryptomeria japonica*), porsuk (*Taxus*) ve ardıç (*Juniperus*) türleri sera ve örtülü fidanlık yastıklarında, uygun koşullarda köklendirilebilir.

Oldukça güç köklenen türler : Titrekkavak (*P. tremula*), kırmızı akçaağaç (*Acer rubrum*), bazı huş (*Betula*) ve mazı türleri, çok uygun koşullarda düşük oranlarda köklendirilebilir.

Güç köklenen türler : Bazı okaliptus (*Eucalyptus*) türleri, *P. radiata* dışındaki çam türleri (*Pinus* sp.), ladin (*Picea* sp.), melez (*Larix* sp.) huş (*Betula* sp.), akçaağaç (*Acer* sp.) türleri ve yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*). Çeliklerin genç fidanlardan alınması halinde köklenme olabilmektedir.

Çok güç köklenen türler : Meşe (*Quercus* sp.), ceviz (*Juglans* sp.), kestane (*Castanea* sp.), kayın (*Fagus* sp.), dişbudak (*Fraxinus* sp.) türleri. Bunlar ancak aşı ile vejetatif olarak üretilebilirler.

Yukarıdaki sınıflamada güç köklendikleri belirtilen, ladin ve okaliptusun bazı türleri, yüksek genetik kazanç sağlayacak olan klonlardan kitlesel olarak çoğaltılmaktadır. Örneğin, 1976 yılında Almanya'da bir milyon Avrupa ladini (*Picea abies*) çeliği köklendirilmiştir. Bu ülkede farklı klon karışımlarının kullanıldığı yıllık ağaçlandırma programı 400 hektardır (Kleinschmit ve Schmit 1977, Kleinschmit 1985). Finlandiya ve İsveç'te de, genetik testlerin sonuçlarına göre seçilen Avrupa ladini klonları, vejetatif üretim programlarında kullanılmaktadır (Lepisto 1977, Werner 1977). Okaliptus çeliklerinin köklendirilmesinde; çelik alınacak anaçların ve çeliklik materyalin fizyolojik olarak genç olması, sıcaklık, rutubet ve

ışığın optimumunda tutulması durumunda başarı sağlandığı belirtilmektedir (Gülbaba 1997). Son yıllarda, bazı ülkelerin ileri teknoloji ile donatılmış seralarında, plantasyon programlarına yönelik vejetatif üretim çalışmaları hızlanmıştır. Örneğin, Şili’de fidanlık ve seralarda üretilen yıllık orman ağacı fidanı, başta *Pinus radiata* ve *Eucalyptus globulus* olmak üzere 312 milyon civarındadır. Ülkede mevcut şirketler, ihtiyaçları olan fidan miktarının %40’ını vejetatif üretim yoluyla karşılamaktadırlar. Gelecekteki hedef bu üretimin %100’e çıkarılmasıdır (Ruben Penaloza 2003).

Çeliklerin köklendirilmesinde, çevresel faktörler son derece önemlidir. Bu faktörler, aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır (Hartmann ve Kester 1983):

- A. Çelik materyalinin seçimi
  - 1. Çelik alınacak bitkinin fizyolojik durumu
  - 2. Çelik alınacak bitkinin yaşı
  - 3. Seçilen odun tipi
  - 4. Virüs mevcudiyeti
  - 5. Çelik alma zamanı
- B. Çeliklerle ilgili işlemler
  - 1. Büyüme düzenleyicileri (Hormonlar)
  - 2. Mineral besinler
  - 3. Fungisitler
  - 4. Yaralamalar
- C. Köklenme sırasındaki çevresel koşullar
  - 1. Su ilişkileri
  - 2. Işık entansitesi
  - 3. Gün uzunluğu
  - 4. Işık kalitesi
  - 5. Köklenme ortamı

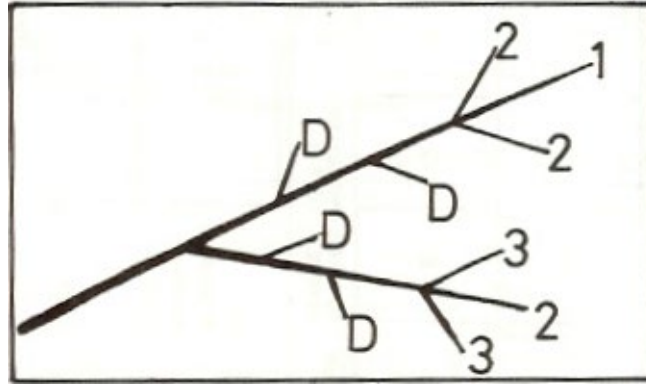
#### 4.1.3.1.4.1. Çelik materyalinin seçimi

Çelik alınan ağacın (ortet) fizyolojik durumu köklenme başarısını etkilemektedir. Çelikler genellikle erken saatlerde, su ile doymuş oldukları zamanlarda alınırlar. Ortetin besin durumu, alınan çeliklerin kök ve sürgün gelişimlerinde önemli etkiler yapar. Özellikle karbonhidrat/azot oranı üzerinde durulmaktadır. Karbon miktarının fazla, azot miktarının az olması durumunda çeliklerin köklenmesi iyi fakat sürgün vermesi zayıf olmaktadır. Azotun fazla karbonhidratın az olması durumunda ise köklenme zayıf, sürgün oluşumu güçlü

olmaktadır. Bu bakımdan, karbonhidrat miktarı yönünden çeliklik materyal seçerken gövdelerin yeteri kadar sertleşmiş olmasına dikkat edilmelidir. Karbon miktarında olduğu gibi, dokulardaki orta seviyede bir azot miktarı optimum köklenme için gereklidir. Yüksek nitrojen miktarı çeliklere aşırı bir güç verirken, düşük nitrojen miktarı çeliklerin gücünü azaltmaktadır. Her iki durum da köklenme için uygun değildir. Yüksek nitrojen ihtiva eden dokular, düşük seviyede karbon hidrat depolayan yumuşak veya odunlaşmamış durumda bir gelişme sağlar. Bu şekilde büyüyen sürgünlerde, köklenme için gerekli olan diğer elementler de düşük seviyede olabilir. Ortetlerde birçok durumda, yüksek karbonhidrat ve düşük azot dengesi köklenme için uygun şartları oluşturur.

Çeliklerin köklenme başarıları üzerinde ortet yaşının önemli bir etkisi bulunmaktadır. Yerli ve yabancı iğne yapraklı türlerin çeliklerinin köklendirilmesi çalışmalarında ortet yaşının önemi birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (İktiüren 1973, Thorpe 1977, Işık 1981, Yahyaoğlu 1983, West 1984, Kleinschmit 1985, Högberg 1990, Tulukçu ve ark.1991). Genç bireylerden alınan gövde veya kök çelikleri yaşlı bireylerden alınanlara göre çok daha kolay köklenirler. Yapılan bir araştırmada, doğal çam türlerimiz; sarıçam, karaçam, kızılçam ve fıstıkçamının çeşitli yaşlardaki fidanlarından alınan çeliklerde köklenme yüzdeleri belirlenmiştir. En yüksek köklenme başarıları, 1+0 ve 2+0 yaşlı fidanlardan alınan çeliklerde elde edilmiş, yaşlı fidanlardan alınan çeliklerin ise hiç köklenmedikleri saptanmıştır (İktiüren 1976). Yahyaoğlu (1980), tarafından yapılan bir çalışmada ise, doğu ladini (*Picea orientalis*) türünün yaşlı ağaçlarından alınan çeliklerin köklendirilmesinde, hormon kullanımının etkili olduğu ve ortet yaşı arttıkça köklenme başarısının azaldığı saptanmıştır. Yine doğu ladininin 5 ve 10 yaşındaki gençliklerinden alınan çeliklerle yapılan bir araştırmada, genç bireylerden alınan çeliklerde köklenme oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Erkuloğlu ve Eron 1985). *P. radiata* gibi bazı türlerde, çelik alınan stok fidanlar tepelerinden budanmak suretiyle çok sayıda genç sürgün vermeye teşvik edilmektedir. Bu sürgünlerden alınan çelikler daha yüksek köklenme yüzdesine, kök kalitesine ve büyüme potansiyeline sahip olmaktadırlar. Ülkemizde, okalıptus türlerinin çelikle üretimi konusunda yapılan çalışmalarda, öncelikle ağaçlandırma alanlarından seçilen üstün nitelikli bireylerden alınan çeliklerden fidan yetiştirilmiş ve bu fidanlarla çelik bahçeleri kurulmuştur. Çelik bahçelerine dikilen ortetler devamlı budanarak sürgün vermeleri sağlanmakta ve böylece fizyolojik olarak genç tutulan sürgünlerden çelik alınmaktadır (Gülbaba 1997).

Çeliklerin ortet üzerinden alındığı yerin, alınma zamanının ve çelik tipi ile boyutlarının, çeliklerin köklenme başarısı ile ilişkisi bulunmaktadır. Çelik alınan dalların veya sürgünlerin değişik kısımlarında besin maddeleri bakımından farklılıklar olabilmektedir. En iyi köklenme sürgünlerin dip kısımlarından alınan çeliklerde görülmektedir. Çeliklerin, ortetin yan sürgünlerinden veya terminal sürgünlerinden alınması durumu da köklenmeyi etkilemektedir. Çamlarda ve Avrupa ladininde yan dallardan alınan çelikler tepe sürgünlerinden alınanlara göre daha iyi köklenme yapmaktadırlar. Köklendirme çalışmalarında kullanılan çeliklik materyal, bitkinin türüne göre değişir. Bazı bitkilerde sert gövde çelikleri kullanılırken, bazılarında yarı sert sürgün ucu çelikleri veya yumuşak yeşil çelikler kullanılabilir. Çam türlerinde yapılan köklendirme çalışmalarında, genellikle yan dallardaki bir yaşlı son yıl sürgünleri kullanılmaktadır. Tulukçu ve ark. (1991) tarafından yapılan araştırmada, *P. radiata* ağaçlandırmaları için seçilen 10-12 yaşlarındaki ağaçlardan alınan çelikler, ağaçların 2/5'lik kısımlarındaki 2,3 ve D konumundaki sürgünlerden alınmıştır (Şekil 30). Ayrıca, çeliklerin alınmasında bol güneş ışığı alan, koyu yeşil renkli sağlıklı yaprakları olan, 10-15 cm uzunluğunda, 5-7 mm çapındaki son yıl sürgünleri tercih edilmiştir. Köklenmeyi olumlu yönde etkilemeleri nedeniyle, çeliklerin mutlaka uç tomurcuğuna sahip olmalarına dikkat edilmiştir.

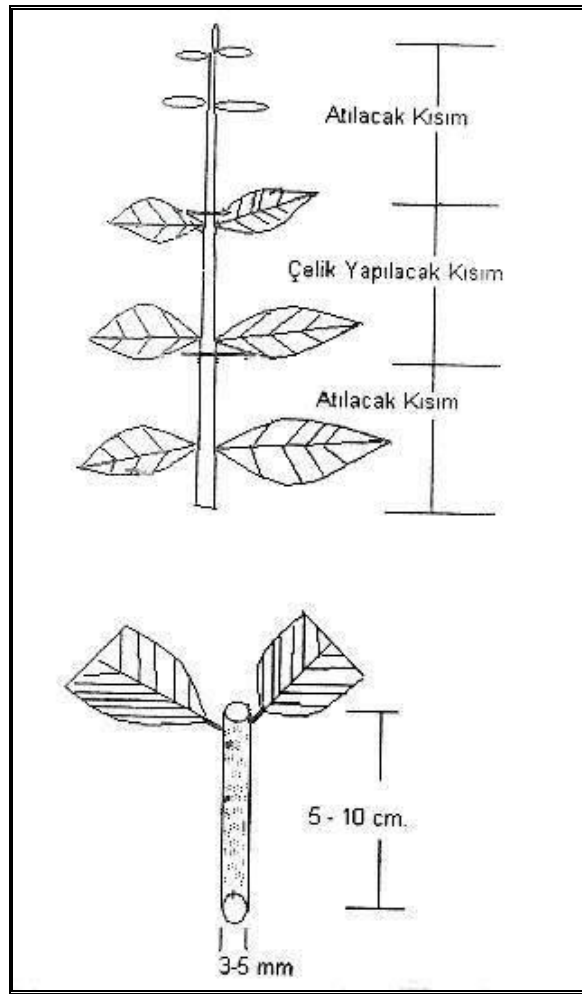


Şekil 30. *P. radiata* çeliklerinin sürgünler üzerindeki konumları (Tulukçu ve ark., 1991)

Köklenme başarısı üzerindeki etkileri nedeniyle, çeliklerin tip, şekil ve boyutlarında türlere göre farklılıklar görülmektedir. Örneğin, kavak ve söğüt türlerinde, genellikle 15-30 cm uzunluğunda sert gövde çelikleri, iğne yapraklı türlerde 10-15 cm uzunluğunda son yıl sürgünleri



kullanılmaktadır. Titrekkavak gibi gövde çelikleri ile üretilmeleri zor olan türlerde ise 5-10 cm uzunluğunda kök çelikleri kullanılmaktadır. Gülbaba (1997), tarafından yapılan çalışmalarda, okaliptus çelikleri, çelik bahçelerindeki ortetlerin son yıl sürgünlerinden alınmaktadır. Sürgünlerde yaprakların tam gelişmediği tepe kısımları ve tam odunlaşmış dip kısımları kesilerek atılır. Çelikler sürgünlerin yarı odunlaşmış kısımlarından gelişimini tamamlamış 4 yaprağı ihtiva eden 3-5 mm çapında, 5-10 cm boyunda olacak şekilde hazırlanırlar. Çeliklerin dip yaprakları dikimi kolaylaştırmak için tamamen, uç yaprakları da su kaybını azaltmak için ortalarından kesilirler (Şekil 31).



Şekil 31. Okaliptus çeliğinin sürgün üzerindeki konumu ve boyutları (Gülbaba 1997)

Kızılağaç çeliklerinin köklendirilmesi konusunda yapılan bir araştırmada, yaşlı ağaçların son yıla ait dal sürgünlerinden ve budamalardan sonra gövde üzerinde oluşan adventif sürgünlerden sert çelikler alınmıştır. Çeliklerin en az üç tomurcuk içerecek şekilde 15-20 cm uzunluğunda olmalarına dikkat edilmiştir. Ayrıca, son yıla ait sürgünlerin uçlarından ve kütüklerden oluşan sürgünlerden yumuşak çelikler alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek köklenme yüzdesinin yumuşak çeliklerden elde edildiği, sert çeliklerden oluşan fidanların ise daha kaliteli oldukları belirlenmiştir (Atasoy ve Küçük 1989).

Türlere ve çelik tiplerine göre değişen, yıl içindeki çelik alma zamanları çeliklerin köklenme başarılarını etkilemektedir. Yaprığını döken türlerin sert çelikleri, vejetasyon mevsiminin dışında bitkiler dormant haldeyken alınır. Yarı sert çelikler ve yumuşak yeşil çelikler büyüme mevsimi içinde de alınabilir. Doğu ladininde en iyi köklenmenin Mart başında alınan çeliklerde olduğu belirtilmektedir (Yahyaoglu 1980). Ardıç türleri ile ilgili bir çalışmada, çeliklerin toplanma zamanı mart ayı sonu olarak belirlenmiştir (Keskin 1989). Diğer bir çalışmada *P. radiata* çelikleri, 1 Ocak-15 Şubat ve 5 Şubat 15 Mart olmak üzere iki ayrı dönemde alınmış ve ilk dönemde alınan çeliklerde daha iyi sonuç elde edilmiştir (Tulukçu ve ark., 1991). *Sequoia sempervirens* üzerinde yapılan araştırmalarda, ağaçların dip sürgünlerinin uçlarından alınan sert çeliklerin, Mart ayı ortasında alınmaları halinde en iyi köklenmeyi yaptıkları, yeşil çeliklerin ise Haziran ayının ikinci yarısından Temmuz ayı ortalarına kadar geçen süre içinde alınmaları gerektiği belirlenmiştir (Eyüboğlu ve ark., 1997). Kızılağacın ocak ve şubat aylarında alınan sert çeliklerinin köklenme yüzdeleri arasında bir farklılık bulunamamıştır (Atasoy ve Küçük 1989). Gün içinde çeliklerin alınış zamanları da özellikle yumuşak çelikler için önemlidir. Örneğin, okalıptus çelikleri sabahın erken saatlerinde veya akşam güneş battıktan sonra, hücrelerin su ile doymuş olduğu zamanlarda alınmalıdır.

#### 4.1.3.1.4.2. Çeliklerle ilgili işlemler

Çeliklerin büyüme düzenleyicileri (Hormonlar) ile işleme tabi tutulmaları, onların köklenme yüzdelerini arttırdığı gibi, köklenmenin başlamasını hızlandırmakta, çeliklerdeki kök sayısını ve kalitesini arttırmakta ve köklenmedeki homojeniteye olumlu etkiler yapmaktadır.

Çeliklerin köklendirilmesinde kullanılan İndol Butrik Asit (IBA) ve İndol Asetik Asit (IAA) gibi hormonların; kallus oluşumu,

köklenmenin başlayışı ve kök sayısı üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir (İktiüren 1973, Cameron ve Rook 1974, Hartmann ve Kester 1983, Yahyaoğlu 1983, Tulukçu ve ark., 1991). Ülkemizde Doğu ladininin köklendirilmesinde en yüksek başarının, %0.3'lük IAA kullanılması halinde elde edildiği bildirilmektedir (Yahyaoğlu 1980). Kokulu ardıç ve boylu ardıç türlerinde en yüksek köklenme yüzdesi %0.6'luk IBA uygulanan çeliklerde elde edilmiştir (Keskin 1992). *Sequoia sempervirens* çeliklerinde %0.3 IBA konsantrasyonu köklenmeyi %29 oranında artırmıştır (Eyüboğlu ve ark., 1997).

Gövde çelikleri, dip kısımları yaralanmak suretiyle kök üretimi için tahrik edilebilir. Ardıç, mazi, akçaağaç ve manolya gibi türlerde bu işlemin yararları belirlenmiştir. Ayrıca, çeliklerin yapılmasından önce veya sonra, çelik materyalinin mantar enfeksiyonuna karşı bir önlem olmak üzere "benomyl" gibi bir fungusit ile işlem görmesi önerilmektedir. Çeliklerin dip kısımlarının fungusit ile IBA karışımı içine batırılması, sadece IBA ile işleme tabi tutulmasına göre çok daha iyi sonuç vermektedir. Fungisit, özellikle steril olmayan ortamlarda, çeliklerin dip kısımlarında kök çürüklüğü yapan mantarların gelişmesini önlemekte ve aynı zamanda kök oluşumunu hızlandırmaktadır (Dormling ve ark., 1976, Hartmann ve Kester 1983).

#### 4.1.3.1.4.3. Köklenme ortamının koşulları

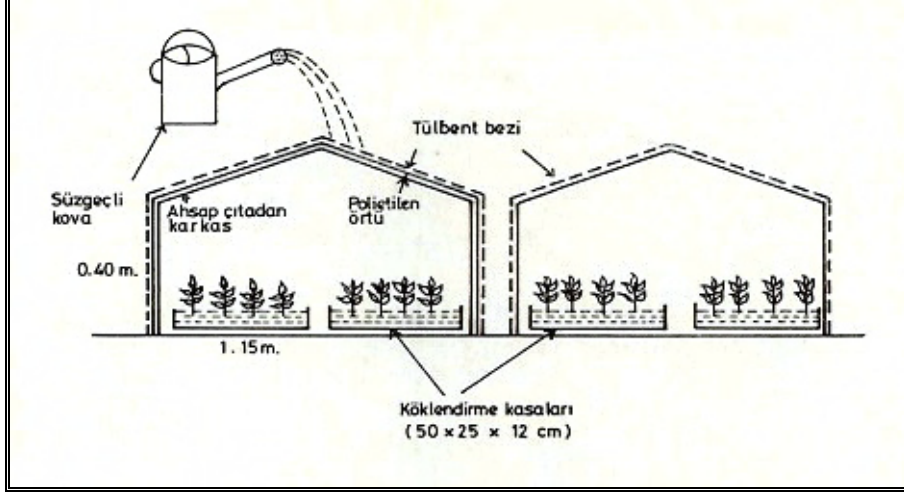
Çeliklerin dikildikleri yerlerdeki sıcaklık, rutubet, ışık ve köklenme ortamı gibi çevre koşulları köklenme başarısını önemli ölçüde etkilemektedir.

Çeliklerde kök gelişmesinin başlamasından önceki süreç içinde yüksek hava rutubeti gerekir. Çelik yastıklarında veya tablalarındaki ortam içinde de yeterli miktarda rutubet olmalıdır. Köklenme ortamı, çelikler dikilmeden önce sulanır. Seralarda çeliklerin köklendirilmesinde gerekli nisbi rutubeti sağlamak için periyodik olarak çalışan yağmurlama veya sisleme sistemleri kurulmaktadır. Çeliklerin köklenmeleri ile rutubet stresleri arasında bir ilişki olduğu ve çeliklerin dikiminden sonra en az bir hafta yüksek rutubetin gerekli olduğu bildirilmektedir (Cameron ve Rook 1974, Faulds 1981). Yüksek rutubet su stresini azaltmakta ve böylece daha iyi köklenme olmaktadır. Ancak, yüksek sıcaklıkla birlikte yüksek rutubet, mantar gelişimini de hızlandırmaktadır. Bu nedenle, köklenme ortamında doyumluk olmadan yüksek rutubetin korunması önem taşımaktadır. Birçok türe ait çeliklerin köklendirilmesi sırasında, gündüz sıcaklığının 21<sup>0</sup>-27<sup>0</sup>C arasında olması, gece sıcaklığının ise 15<sup>0</sup>C civarında olması uygun görülmektedir. Aşırı

yüksek hava sıcaklığı, kök oluşumundan önce tomurcukların gelişmesine ve yapraklardan çok miktarda su kaybına neden olur. Çeliklerde sürgün gelişiminden önce köklerin gelişmesi önemlidir. Bu nedenle, çelik yastıklarında, kök ortamı içindeki sıcaklığın tomurcukların çevresindeki sıcaklıktan daha yüksek tutulması amacıyla termostatlı ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Tulukçu ve ark.(1991) tarafından, Radiata çamı çeliklerinin serada köklendirilmesi konusunda yapılan çalışmalarda, sera sıcaklığı  $+20^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , nisbi rutubet  $\%70 \pm 10$ , köklendirme ortamının sıcaklığı  $+25^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$  olarak ayarlanmıştır. Çeliklerin dikimlerinden sonra, özellikle ilk 15 gün yapraklarının nemli tutulabilmesi için sisleme yapılmıştır. Diğer bir araştırmada, boylu ardıç ve kokulu ardıç türlerinin çelikleri köklenme aşamasında sislemeye tabi tutulmuştur. Seradaki nisbi rutubet ilk iki hafta boyunca  $\%85-90$  arasında tutulmuş daha sonra düşürülmüştür (Keskin 1989). Titrekkavak çelikleri üzerinde yapılan araştırmalarda, gerek kök çeliklerinin gerekse yeşil çeliklerin köklendirilmeleri sırasında başlangıçta  $\%90$  rutubet sağlanmış, köklenmenin başlamasından itibaren de nisbi rutubet  $\%50-55$  seviyesinde tutulmuştur. Sera içi sıcaklığının gündüz  $+20^{\circ}\text{C}$ , gece ise  $+12^{\circ}\text{C}-15^{\circ}\text{C}$  arasında olması sağlanmıştır (Toplu ve ark., 1991).

Okaliptus yumuşak çeliklerinin köklenmesinde, çeliklerin bulunduğu ortamın nisbi rutubetinin yüksek olması ( $\%90-100$ ), sıcaklığın da ortalama  $20^{\circ}\text{C}-25^{\circ}\text{C}$  arasında olması ve  $30^{\circ}\text{C}$  yi aşmaması uygun görülmektedir. Bu koşulların sağlanması, bilgisayar kontrollü modern seralarda mümkün olabilmektedir. Bu seralarda, kış aylarında sera içini ve yastıkları ısıtmada kullanılan ısıtıcılar, yaz aylarında sera içinin soğutulmasında ve sıcaklığın belirli bir seviyede tutulmasında kullanılan ısı yansıtıcıları (Thermal screen), paneller, gölgelikler ve aspiratörler ile sera içinin rutubetlendirilmesinde kullanılan sistemler bulunmaktadır. Rutubet oranını yüksek seviyede tutmak için *Mist (Kaba sis)* ve *Fog (ince sis)* sistemleri kullanılmaktadır. *Mist* sistemi, suyun ince zerrecikler halinde sera içine belirli aralıklar ve sürelerle püskürtülmesi işlemidir. *Fog* sisteminde suyun yüksek basınç (1000 psi) altında 5 mikron çapa parçalanması ile oluşan çok ince zerreciklerin sera içine yine belirli aralıklarla ve sürelerle püskürtülmesidir. Bu sistem doğadaki sisin taklididir ve çelikle üretimde en başarılı sistem sayılmaktadır (Francllet 1988). Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğünde bulunan yarı otomatik fog sistemli serada okaliptus çeliklerinin köklendirme çalışmaları başarı ile yürütülmektedir. Ayrıca, küçük ve orta ölçekli fidan üretiminde, yukarıda belirtilen seralardaki yüksek işletme masraflarından kaçınmak için, bazı basit sistemler de kullanılmaktadır. Gülbaba (1990, 1997), Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü tarafından Tarsus-Karabucak'ta kullanılmakta

olan “Islak Çadır Sistemi” (Şekil 32) ile *Eucalyptus camaldulensis*'in yumuşak çeliklerinde başarılı köklendirme çalışmaları yapıldığını bildirmektedir.



Şekil 32. Tarsus-Karabucak'ta kullanılan ıslak çadır sistemi

Tüm bitkiler, büyüme ve gelişmeleri için fotosentez yapmak üzere enerji kaynağı olan ışığa ihtiyaç duyarlar. Çeliklerin köklenmeleri ve gelişmeleri için de ışığa ihtiyaç vardır. Köklenmede etkili olan ışık ile ilgili faktörler; ışık entansitesi, fotoperiyod ve ışık kalitesidir. Bu etkiler, ya çelik materyalinin alındığı ortetler üzerinde yada köklenme sırasında çeliklerin üzerinde kendini gösterir. Birçok bitkide, nisbeten düşük ışık entansitesindeki ortetlerden alınan çelikler, yüksek ışık entansitesindeki ortetlerden alınan çeliklere göre daha iyi köklenmektedir. Bazı türlerde ise bu durum tersine dönmektedir. Zor köklenen türlerde, çeliklerin gölgede büyüyen ortetlerden alınması ve çeliklerin düşük entansiteli ışık altında köklendirilmesi durumunda, daha iyi sonuç alındığı belirtilmektedir. Ortetlerin yetiştirilmeleri sırasında maruz kaldıkları fotoperiyodun da, çeliklerin köklenmesi üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir. Köklenme aşamasında, fotoperiyod süresinin uzaması veya devamlı ışık verilmesi, bazı bitkilerde olumlu etki yaratmaktadır (Hartmann ve Kester 1983).

Çeliklerinin köklenmesinde etkili olan diğer bir önemli faktör, köklendirme ortamıdır. Köklendirme ortamlarını oluşturan maddeler; iyi drenaj özellikleri gösteren, orta tanelilikte bir yapıya sahip olan, iyi havalandırılan, yeterli miktarda su tutabilen, organik madde içeriği az olan, böcek, mantar, bakteri, virüs gibi zararlıları ve başka yabancı maddeleri

barındırmayan elementler olmalıdır. Toprak, kum, çakıl, perlit, vermiculit, turba, talaş gibi maddelerin belirli oranlardaki karışımları köklendirme çalışmalarında kullanılmaktadır. Bunların içinde en çok kullanılanı perlittir. Perlitin; havalandırma ve su tutma kapasitesinin yüksek olması, su moleküllerini ve mineral besin elementlerini bitkinin her zaman alabileceği şekilde tutması, nötral olduğu için, ortamın daha asidik veya daha bazik olmasına yol açmaması, steril olduğu için mantar ve benzeri hastalıkları taşımaması, iyi bir geçirgenliğe sahip olması gibi özellikleri nedeniyle üstün bir köklendirme ortamı oluşturduğu bildirilmektedir (Işık 1983). Yeni Zelanda’da Radiata çamının çelikle üretiminde, perlite yakın özellikte bir volkanik kaya olan “Pumice” nin de başarı ile kullanıldığı bildirilmektedir (Faulds 1981).

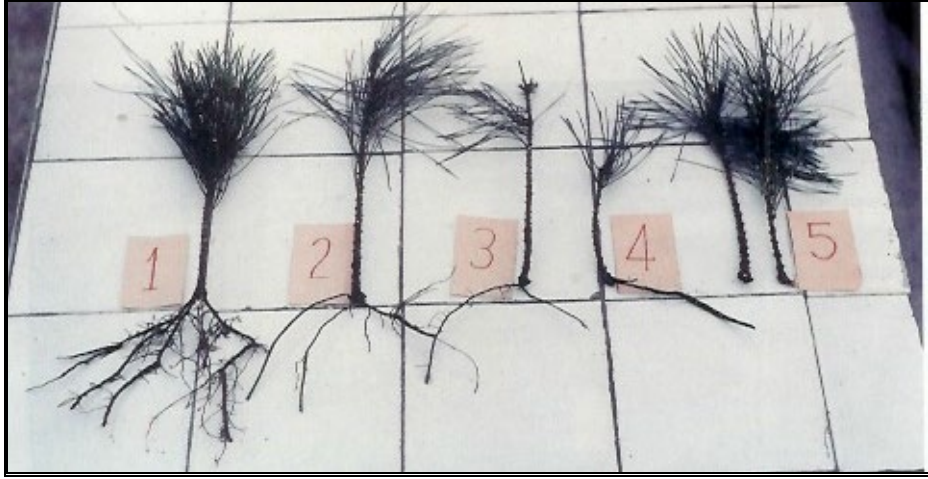
Diğer taraftan, iyi bir köklenme ortamının, aşağıda belirtilen özelliklerin bir araya gelmesi ile sağlanabileceği belirtilmektedir (Roulund 1981).

- Çeliğin dik olarak dikili durumda tutulabilmesi
- İyi bir geçirgenliğin olması
- Yeterli oranda su ihtiva etmesi

Tulukçu ve ark. (1991) tarafından, İzmit Kavakçılık Araştırma Enstitüsünde, *Pinus radiata* çelikleri ile yapılan bir çalışmada; perlit, kum + perlit, kum + turba, kum + talaş olmak üzere 4 köklenme ortamı kullanılmış ve en yüksek köklenme yüzdesi (%48), kum + perlit ortamında elde edilmiştir. Köklendirilen çelikler, kök tiplerine göre sınıflandırılmış ve seçilen köklü çelikler tüplere şaşırtılmıştır (Resim 44,45).



Resim 44. Farklı köklenme ortamlarına dikilmiş olan *P.radiata* çelikleri (Foto: M.Tulukçu)



Resim 45. *P.radiata* çeliklerinde oluşan kök tipleri (Foto: M. Tulukçu)

Dünyada ve ülkemizde, çeşitli türlerle yapılan köklendirme çalışmalarında perlit, farklı maddelerle karıştırılarak kullanılmaktadır. Kolay, bol ve ucuz olarak temin edilebilen maddeler karışımlarda tercih edilmektedir. Doğu ladini çeliklerinin köklendirilmesi konusunda yapılan bir araştırmada; perlit + linyit tozu, perlit +orman toprağı + hızar talaşı, perlit + orman toprağı ve çakıl ortamları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, perlit + linyit tozu ortamında köklenme başarısız olmuş, diğer ortamlarda ise %75 civarında bir köklenme yüzdesi elde edilmiş, ortamlar arasında önemli bir farklılık çıkmamıştır (Erkuloğlu ve Eron 1985). Sahil sekoyası çeliklerinin köklendirilmesinde, perlit + orman toprağı ve çakıl olmak üzere iki ortam denenmiş, çakıl ortamında çok düşük köklenme yüzdesi elde edilirken, diğer ortamda ortalama % 42.5 oranında köklenme sağlanmıştır (Eyüboğlu ve ark., 1997). Titrekkavağın kök çelikleri üzerinde yapılan araştırmalarda; kum + kompost toprak, perlit, kum + turba, perlit + turba olmak üzere 4 ortam kullanılmış ve en yüksek köklenme oranı %36.9 ile saf perlit ortamında elde edilmiştir (Toplu ve ark. 1991). Okalıptus yumuşak çeliklerinin ıslak çadır sistemi ile köklendirilmesinde volkanik tuf (biriket toprağı) kullanılmaktadır (Resim 46).



Resim 46. Islak Çadır Sistemi ile saf volkanik tuf ortamında köklendirilmiş olan *E. camaldulensis* yumuşak çelikleri (Gülbaba 1990)



#### 4.1.3.2. Aşı ile üretim

Ormancılıkta en önemli vejetatif üretim metotlarından biri de aşı ile üretilmektedir. Başta çamlar olmak üzere, çelikle üretilmeleri zor olan birçok orman ağacı aşı ile üretilmektedir. Aşılama, özellikle tohum bahçelerinin ve klon bankalarının tesislerinde yaygın şekilde kullanılan bir tekniktir. “Aşılama, canlı iki ayrı bitki parçasının bir araya getirilerek kaynaştırılması ve tek bir bitki halinde büyütülüp geliştirilmesidir” şeklinde tanımlanmaktadır (Hartmann ve Kester 1983, Ürgenç 1998b). Burada söz konusu olan bitki parçalarından biri, seçilen bir bireyden (*ortet*) alınan ve üzerinde birkaç tomurcuk taşıyan kısa bir sürgün parçası (*Aşı kalemi*) dır. Diğeri ise, aşı kaleminin üzerine aşılacağı köklü bir fidan (*Altlık*) dır. Aşı kalemi, aşılı fidanın üst kısmını oluşturur, yani gövde ve dallar aşı kaleminin büyüyüp gelişmesi ile meydana gelir ve bu kısım aşı kaleminin alındığı bireyin genetik özelliklerini taşır. Altlık ise aşılı fidanın kök kısmını oluşturur. Aşı kalemi, sadece bir tomurcuktan ve küçük bir kabuk parçasından oluşursa, yapılan aşıya göz aşısı (*budding*) denir. Gül gibi birçok süs bitkisi ve meyve ağaçları göz aşısı ile çoğaltılabilirler.

Aşının başarılı olabilmesi için, aşı kaleminin ve altlığın kambiyum tabakalarının birbirleriyle kaynaşmaları gerekir. Böylece kabuk ile odun arasında bulunan kambiyum, meristem hücreleri vasıtasıyla yeni hücreler meydana getirerek gelişebilir. Aşı yerinde, aşı kaleminin ve altlığın canlı hücrelerinden oluşan **kallus** dokusu bulunur. Kallus hücrelerinin çoğalarak kaynaşması, aşı çalışmalarında başarı sağlanmasının önemli aşamalarından biridir.

Bazı süs bitkilerinin ve meyve ağaçlarının kültüvalleri, çelikleri yeterli düzeyde köklenme oranına sahip olmadığı için ticari olarak çelikle üretilemezler. Bu nedenle, bu tip bitkilerin kitlesel olarak çoğaltılmaları, göz aşısı veya normal aşı yöntemleriyle gerçekleştirilir. Birçok orman ağacı türü de, köklenme güçlükleri nedeniyle çelikten üretilemez. Bu türler, daha öncede belirtildiği gibi, ıslah çalışmaları sonucunda belirlenen ağaçların genotiplerini muhafaza etmek veya kaliteli tohum üretimine yönelik tohum bahçesi tesis etmek amacıyla, aşılama yöntemiyle üretilirler.

Aşılama sırasında, aşı kaleminin ve altlığın durumu, aşıda başarıyı etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Genellikle, aşı sırasında aşı kaleminin dormant durumda, altlığın ise aktif büyüme durumunda olması istenir. Ancak, birçok çam türünde, hem aşı kaleminin hem de altlığın dormant durumda olması halinde yapılan aşıardan başarılı sonuçlar alınmaktadır. Kalemlerin 10-15 cm uzunluğunda ve kurşun kalem kalınlığında olmaları, üzerlerinde 2-4

tomurcuk bulunan baş tomurcuğu iyi gelişmiş sürgünlerden olması gerekir. Kalemler, genellikle ortetlerde tacın üst kısımlarındaki ışık alan dalların iyi gelişmiş son yıl sürgünlerinden alınır. İğne yapraklı türlerde dişi çiçekler tacın üst kısımlarında bulunduğu için, buradan alınan kalemlerin de dişi çiçek tomurcuğu taşıma olasılığı yüksektir. Aşı kalemleri alınır alınmaz bekletilmeden yapılan aşılardan en yüksek başarı elde edilmektedir. Bu mümkün olmadığı takdirde, önceden alınan kalemler, aşı zamanına kadar polietilen torbalar içinde ve 1<sup>0</sup>C-2<sup>0</sup>C sıcaklıkta bekletilirler.

Altlıklar, boyları 30-60 cm arasında değişen, 2-3 yaşlarında sağlıklı ve iyi gelişmiş fidanlar arasından seçilirler. 1+1, 1+1+1, 1+2 yaşındaki repikajlı fidanlar ve 2+0 yaşındaki fidanlar altlık olarak kullanılabilir. Altlıkların yaşları ve boyutları, türe, istenilen altlık tipine ve aşının serada veya açık alanda yapılmasına göre belirlenir. Açık alandaki aşı çalışmalarında, 1+2 yaşındaki repikajlı 25-30 cm boyundaki karaçam altlıkları ile 25-35 cm boyundaki sarıçam altlıklarından çok iyi sonuçlar alınmaktadır. Kızılçamda, 1+1 ve 1+0 yaşındaki altlıklar da kullanılabilir. Aşılama çalışmalarının seralarda yapılması durumunda, altlıklar 6 ay önceden kaplara alınır. Altlık olacak fidanlar tohumdan veya çelikten yetiştirilebilirler. Ancak, orman ağacı türlerinde tohumdan yetiştirilen fidanlar altlık olarak kullanılır. Altlıkların aşı kalemleri ile aynı türden olmaları, hatta mümkün olursa aynı orijinden olmaları tercih edilir.

Aşı çalışmaları için yıl içindeki en uygun periyot, aşı metoduna, türe ve aşı yapılan yerdeki çevresel faktörlere bağlıdır. Seralarda yapılan aşılarda, altlığın büyümesi ayarlanabileceği için, mevsime karşı bağımlılık açık alan koşullarına göre daha az olmaktadır. Her iki durumda da, aşı programlarının başarısı, büyük ölçüde aşılama işlemi ile bitki faaliyetinin optimal safhası arasındaki koordinasyonun iyi yapılmasına bağlıdır. Açık alanda kışın aşı yapılmasından, sürekli düşük sıcaklıkların aşılı fidanların hayatiyetini olumsuz olarak etkilemesi nedeniyle kaçınılmalıdır. Sıfırın altındaki sıcaklıklar, aşı kalemi ile altlığın temas yerindeki kambiyum hücrelerinin kaynaşması sırasında aşı hayatiyeti üzerinde zararlı etkiler yapar, kaynaşma tamamlandıktan sonra ise bu etki azalır. Normal olarak aşılama çalışmaları için en iyi periyot, aşı kaleminin dormant durumda olduğu ve açık alanda altlıkların tomurcuklarını şişerek aktif hale geçtiği zamanda başlar ve ilkbahar sonuna kadar sürer. Dormant aşı kalemi ve dormant durumda altlık kullanılacaksa, aşılama periyodu tomurcuk patlamasından bir ay önce sonuçlanır. Yumuşak odun aşılıları genellikle ilkbahar sonu ile yaz başı arasındaki dönemde uygulanır. Göz aşılıları ise yaz ortasında yapılır.

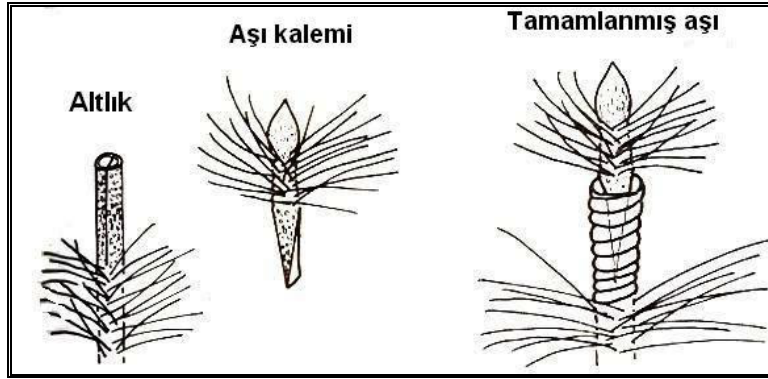
#### 4.1.3.2.1. Aşı teknikleri

Ormancılıkta ıslah çalışmaları ve özellikle de klonal tohum bahçeleri kuruluşları için çeşitli aşı yöntemleri kullanılmaktadır. Bunların içinde en yaygın olarak kullanılanları; yarma aşı, kenar ve yanaştırma aşıları, kabuk altı veya kakma aşı, şişe aşısı, eklemeli veya bindirme aşısı ve göz aşısıdır (Faulkner 1975, Wright 1976, Quijada 1985).

##### 4.1.3.2.1.1. Yarma aşı

Bu aşı çeşidinin değişik tipleri olmakla birlikte, dünyada ve ülkemizde, vejetatif üretim çalışmaları için en çok kullanılan aşı yöntemlerinden biri “tepeden yarma aşı”dır. Bu aşı, fidanlık parsellerinde veya kaplar içinde yetiştirilmiş olan altlıklar üzerinde uygulanabilir. Ülkemizde kızılçam türünde en çok uygulanan aşı yöntemlerinden biridir. Bu aşı tipindeki safhalar (Şekil 33, Resim 47) aşağıda belirtilmiştir;

- Altlığın tepe sürgününün ucu düz bir şekilde kesilir ve bu kısımdaki yapraklar temizlenir. Bundan sonra sürgünün orta kısmında aşı kaleminin gireceği derinlikte bir yarık oluşturulur.
- Altlıkla aynı kalınlıkta olan dormant durumdaki bir aşı kalemi iki yüzü kama şeklinde kesilerek hazırlanır.
- Aşı kalemi, altlık üzerindeki yarığın içine kambiyum tabakaları tamamen çakışacak şekilde sokulur. Aşı yeri lastik bir bant veya rafya ile hava girmeyecek şekilde sıkıca sarılır. Daha sonra aşı macunu ile kaplanır.
- Açık alan koşullarında, özellikle sıcak ve güneşli yerlerde aşılar, rutubetlerini muhafaza etmeleri için, polietilen örtüler altında gölge bir yerde muhafaza edilebilirler. Aşı yerleri bazen polietilenden veya özel kağıtlardan yapılmış torbalar içine alınabilir.
- Çamlarda polietilen torbalar, aşılamadan 2-3 hafta sonra, aşısındaki yeni sürgünün ibreleri yaklaşık 6 mm boya ulaştığı zaman, çıkarılır ve gölgeleme yavaş yavaş azaltılır.



Şekil 33. Tepeden yarma aşısı (Faulkner 1975)



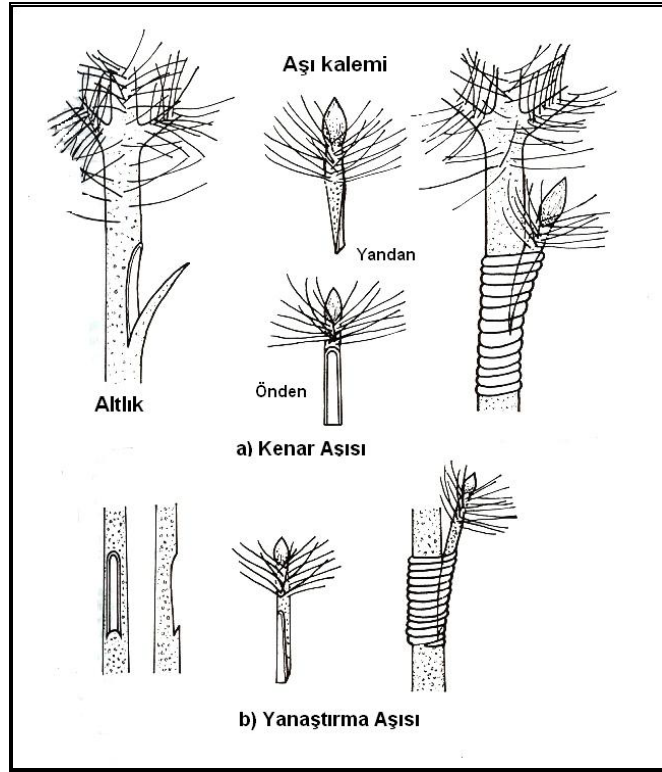
Resim 47. Kızıldağda tepeden yarma aşısının safhaları (Foto: Orman Ağ. ve Toh. Is. Arş. Md.lüğü)

Yarma aşısı ülkemizdeki çam türlerinde özellikle kızılçamda başarı ile kullanılmaktadır. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü tarafından, 2003 yılı aşısı programında; çoğunluğu kızılçam olmak üzere karaçam ve sarıçam türlerinde toplam 26527 adet aşısı yapıldığı, bunun 9991 adedinde başarı sağlandığı bildirilmektedir (Anon 2004).

#### 4.1.3.2.1.2. Kenar – Yanaştırma aşısı

Kenar aşısı, yanaştırma aşısının değişik bir şeklidir (Şekil 34). Özellikle, kalem ve altlığın farklı kalınlıklarda olduğu zamanlarda uygulanır. Çam türlerinin ve birçok iğne yapraklı ve yapraklı türün tohum bahçelerinin tesisinde bu aşısı metodu kullanılır. Ülkemizde de çam türlerinde başarı ile uygulanan bir aşısı yöntemidir (Resim 48). Kenar aşısının safhaları aşağıda belirtilmiştir:

- Altlığın üzerinde kalemin kalınlığına yakın bir noktada kabuktan öze doğru kalemin gireceği şekilde bir yarık açılır. Bu kesim ortalama 5 cm uzunluğunda olur. Yanaştırma aşısında, altlığın üzerinde düz bir sath meydana getirilir ve sathın altında kabukta bir dil bırakılır.
- Dormant durumdaki kalem 5-6 cm boyunda kesilir. Uç tomurcuğun altında bir miktar ibre bırakıldıktan sonra , kalemin her iki tarafında gittikçe derinleşen kesimler yapılarak kama şekline getirilir. Yanaştırma aşısında ise kalemin bir tarafında kesim yapılarak düşey bir sath meydana getirilir.
- Kalem altlıktaki yarık içine en azından bir kenardaki kambiyumlar çakışacak şekilde sokulur. Yanaştırma aşısında, kalem üzerindeki kesit yüzeyi, altlıktaki kesik sath üzerine gelecek şekilde yerleştirilir ve kalemin alt ucu dilin içine sokulur. Daha sonra aşılar lastik bantla bağlanarak macunlanır.



Şekil 34. Kenar ve yanaştırma aşılıarı (Faulkner 1975)

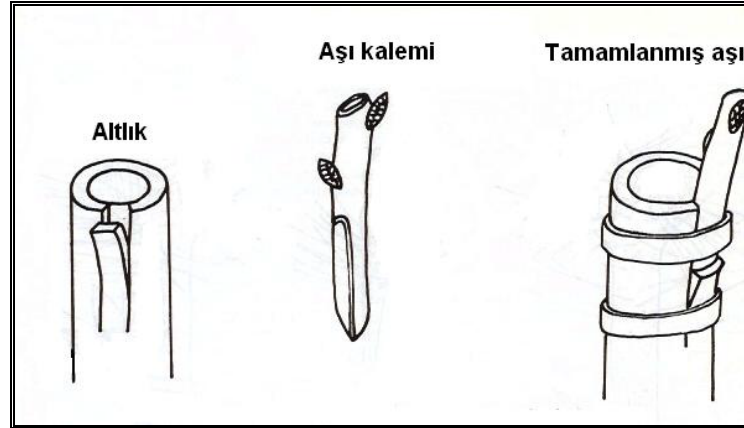


Resim 48. Sahilçamında kenar aşısı (Foto: M.Tulukçu)

#### 4.1.3.2.1.3. Kabuk - Kakma aşısı

Uygulaması hızlı ve kolay olan bir aşısı yöntemidir (Şekil 35). Kestane ve ceviz gibi yapraklı türlerde başarısı yüksektir. Kakma aşısının safhaları aşağıda belirtilmiştir.

- Altlığın üst kısmı aşının yapılmasından bir süre önce kesilir. Aşısı yapılacağı zaman canlı odun kısmının ortaya çıkması için bir kesim daha yapılır.
- Altlığın üzerinde 2.5 – 5.0 cm uzunluğunda ve kabuk içine giren birbirine paralel iki kesim yapılır. Bu kesimler arasındaki mesafe kalemin genişliği kadar olmalıdır.
- Altlık üzerindeki kesimler arasında kalan kabuk dikkatlice kaldırılır ve üstten üçte ikilik kısmı çıkarılır.
- Aşısı kaleminin bir yüzünde 2.5 – 5.0 cm uzunluğunda bir kesit oluşturulur. Karşı yüzünün dip tarafında da daha kısa bir kesim yapılır.
- Aşısı kalemi, çıkarılan kabuk kısmının oluşturduğu oyuk içine, uzun kesit yüzeyi iç kısımda kalacak şekilde sokulur. Kalemin dip kısmı kalan kabuk yüzeyinin içine yerleştirilir.
- Aşısı, kalemin pozisyonu korunacak şekilde lastik bantla bağlanır ve macunla kaplanır.



Şekil 35. Kakma aşısı (Faulkner 1975)

#### 4.1.3.2.1.4. Şişe aşısı

Kavak, söğüt ve okaliptus gibi türlerde kontrollü melezleme çalışmalarını yürütmek için bu aşısı yöntemi kullanılır. İzmit Kavakçılık

Araştırma Enstitüsünde çeşitli kavak tür ve klonları ile yürütülen yapay melezleme çalışmalarında bu aşu tekniği kullanılmaktadır (Resim 49). Aşu safhaları aşağıda belirtilmiştir :

- Saksılara dikilmiş olan 1/0 yaşındaki kavak fidanları altlık olarak kullanılır. Altlık üzerinde yanaştırma metodunda olduğu gibi bir yarık aılır.
- Aşu kalemi olarak, üzerinde dişi çiçek tomurcukları bulunduran ince bir dal kullanılır. Dalın üzerinde, altlıktaki kesimin tersi yapılarak oluşturulan dil, altlıktaki yarık iine sokulur. Kalem ve altlıktaki kesit yüzeylerinin birbirleriyle çakışmaları sağlanır. Dalın dip kısmı saksıdaki su dolu bir kabın iine yerleştirilir.
- Aşu yeri lastik bantla sarılarak macunlanır. Kabın iindeki dal ucunda su alımını kolaylaştırmak iin zaman zaman ince kesitler alınır. Tamamlanmış aşılar kontrollü dölleme çalışmaları iin izole edilmiş olan sera bölmelerine alınır.

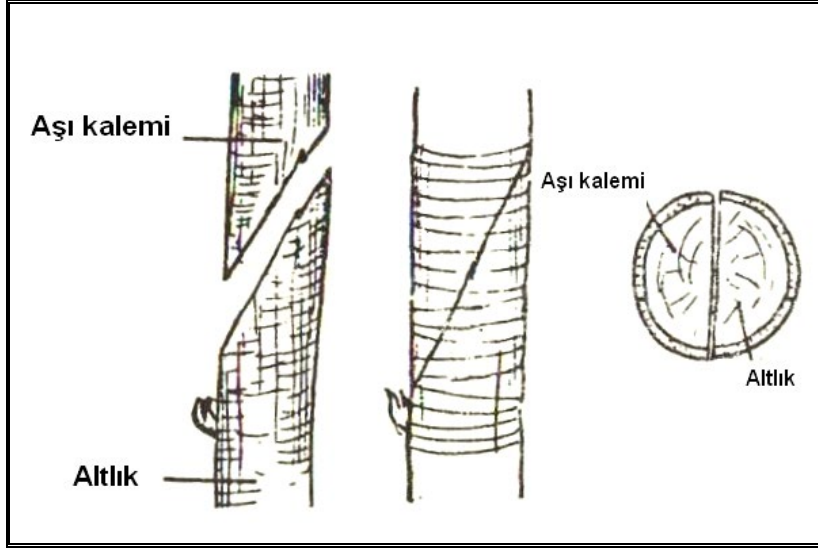


Resim 49. Kavaklarda uygulanan şişe aşısı yöntemi (Foto: K.Tunçtaner)



#### 4.1.3.2.1.5. Eklemeli – Bindirme aşısı

Bu aşısı tipinde altlığın ve kalemin aynı kalınlıkta olması gerekir. Altlık ve kalem üzerinde diyagonal şekilde oluşturulan uzun kesitler birbirleriyle çakıştırılır (Şekil 36).

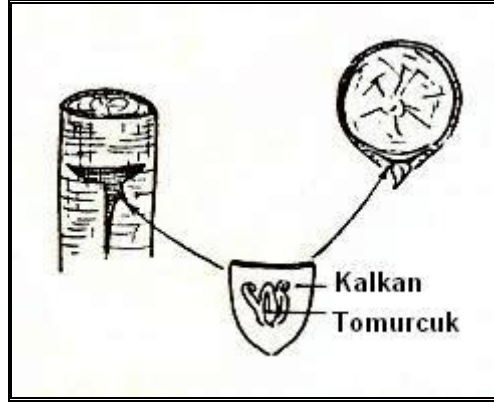


Şekil 36. Eklemeli veya bindirme aşısı (Quijada 1985)

#### 4.1.3.2.1.6. Göz aşısı

Genellikle meyve ağaçlarının ve süs bitkilerinin, özellikle de güllerin üretiminde çok kullanılır. Ayrıca az sayıda bulunan kıymetli bireylerin çoğaltılmasında bu metottan yararlanılır. Küçük bir kabuk parçası ile üzerinde bulunan bir göz, aşısı kalemi olarak kullanılır. Bu şekilde tek bir bireyden çok sayıda aşısı materyali almak mümkün olur. Göz aşısı, diğer aşısı metotlarına göre daha kolay ve hızlı bir şekilde yapılabilir. Tutma oranı uygun koşullarda %80'in üzerindedir.

En çok kullanılan göz aşısı tipi T (Kalkan) aşısıdır. Bu yöntemde, anaç üzerinden alınan ve üzerinde tomurcuk bulunan T şeklindeki kabuk, altlıkta oluşturulan T şeklindeki boşluğa yerleştirilir (Şekil 37).



Şekil 37. T (Kalkan) tipinde göz aşısı (Quijada 1985)

#### 4.1.3.2.2. Aşılarda başarıyı etkileyen faktörler

Aşının tutmasını ve gelişmesini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Altlık kalem uyumsuzluğu, ağaç türü, çevresel etkiler, aşı teknikleri bu faktörler içinde sayılabilir.

##### 4.1.3.2.2.1. Aşı uyumsuzluğu

Hartmann ve Kester (1983), aşı kombinasyonunda meydana gelen uyumsuzluğun dış göstergelerini aşağıdaki şekilde belirtmektedir:

- Yapılan aşılarda çok düşük başarı sağlanması
- Vejetasyon dönemi içinde yapraklarda erken sararma ve dökülme. Vejetatif büyümede zayıflama ve ağacın genel sağlığında bozulma.
- Ağaçların olgunlaşmadan ölmeleri
- Kalem ve altlığın büyüme hızlarındaki belirgin farklılıklar
- Kalem ve altlığın vejetatif büyümelerinde, vejetasyona başlama ve bitirme zamanları arasındaki farklılıklar
- Aşı yerinde ve üzerinde meydana gelen aşırı büyümeler
- Kalem ve altlığın aşı yerinden kırılması

Uyumsuzluğun en yaygın göstergelerinden biri, aşı yerinde ve kalem üzerinde meydana gelen aşırı şişmedir (Resim 50). Bu şişkinlik

çamlarda bazen aşılardan sonra birinci veya ikinci yıl içinde görülür, fakat genellikle dördüncü veya beşinci hatta daha sonraki yıllara kadar belirgin hale gelmez. Şişkinliğin ortaya çıkmasından önce yapraklarda anormal oluşumlar görülmeye başlanır. İğne yapraklı türlerin çoğunda yapraklı bölgelerde bol miktarda reçine sızıntısı olur. Yapraklanmada ve aşılı fidanın görünümünde anormallikler belirir (Zobel ve Talbert 2003).



Resim 50. Bir duglaz aşılı ağacında görülen kalem – altlık uyumsuzluğu (Wright 1976)

Aşı kombinasyonunda elde edilen düşük başarı yüzdesi, kalem ile altlık arasındaki uyumsuzluğun sonucudur. Uyumsuzluk sorunu olan türlerde yapılan aşılar, başlangıçta iyi bir aşı kombinasyonu gibi gözükse de, ileri aşamalarda bu kombinasyon başarısızlıkla sonuçlanır. Klonal tohum bahçelerinin tesisinde; *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus radiata*, *P. contorta* gibi türlerde aşı uyumsuzlukları sık sık görülmektedir. Aşı uyumsuzluğunun klonal olduğu belirtilmektedir. Ancak, duglaz tohum bahçelerinde, kalem ve altlıklar benzer genotiplerde olsa bile uyumsuzluk önemli sorunlar çıkartmaktadır. Aşılı

fidanlar birçok yıl hayatiyetlerini muhafaza etmekte fakat tam çiçeklenme başladığı zaman ölmektedirler. Bu durumun belirli klon, altlık veya aşı kombinasyonlarından kaynaklanması konusunda da bir tespit yapılamamaktadır. Ancak, aşı kombinasyonlarının aşılama 12-18 ay sonra mikroskopik incelemelere tabi tutulması halinde, ileride ölmesi muhtemel olan aşıların tahmin edilebileceği bildirilmektedir (Wright 1976). Aşılarıdaki uyumsuzluğun büyük ölçüde kalem ve altlık arasındaki genetik farklılıklardan kaynaklandığı bilinmekle beraber, farklı genetik yapıya sahip birçok bitki materyalinin aşılama yolu ile, değişiklik gösteren fizyolojik, biyokimyasal ve anatomik sistemlerinin bir araya getirilmesini açıklamak mümkün olmamaktadır. Aşı kalemi ile altlık arasındaki fizyolojik ve biyokimyasal farklılıkların, uyumsuzluğu etkileyen en önemli neden olduğu tahmin edilmektedir. Uyumsuzluk, aşı gelişiminin farklı safhalarında ortaya çıkmaktadır. Birincisi aşılama hemen sonra ortaya çıkar ve çok az aşının tutmasıyla kendini gösterir. İkincisi ise, bir veya daha fazla yıl sonra ortaya çıkar, aşılar sonunda sararır ve ölürlür. Kalem ve altlığın birbirlerine tam uyum sağlamaları halinde, aşı fidan güçlü olur, gövdeden köke ve kökten gövdeye olan iletişim kolaylıkla sağlanır. Kalem ve altlık arasında uyumsuzluk olması halinde, her iki ünitenin hücreleri birbirleriyle bağdaşamaz ve sonunda besin iletimindeki güçlükler nedeniyle aşı fidan ölür. Aşı çalışmalarında kalem ile altlığın aynı türden ve türün aynı orijinlerinden alınması, hatta altlıkların aşı kalemlerinin alındığı ağaçların tohumlarından yetiştirilmesinin başarıyı arttırmada etkili olduğu bildirilmektedir (Ürgenç 1982).

#### 4.1.3.2.2. Ağaç türü

Bazı ağaç türlerinin aşı çalışmalarında başarı sağlamak, aşı – kalem uyumsuzluğu olmasa bile, güçtür. Meşe ve kayın bu türlerdendir. Ancak, aşıda başarı sağlanabilirse ondan sonraki gelişme sağlıklı olur. Meyve ağaçlarında bazen farklı türlerden kalem ve altlık kullanılması halinde aşılar başarı şansı yükselmekte ve ağaçlarda meyve üretimi çoğalmaktadır. Orman ağaçlarında ise başarı ancak kalem ve altlığın benzer genotiplerde olması halinde sağlanmaktadır. Çeşitli aşı teknikleri ile her türde aşı yapmak mümkün olsa da, aşıların tutma yüzdeleri türlere göre büyük farklılıklar gösterir.

#### 4.1.3.3. Vejetatif üretimde topofizis etkileri

Orman ağaçlarının ıslahına yönelik çalışmalarda, bir tür için seçilen üstün nitelikli ağaçlar (plus ağaçlar), genellikle iki amaç için değerlendirilirler. Bunlardan birincisi, bu ağaçlardan alınacak aşı kalemleri ile tohum üretimine yönelik tohum bahçelerinin tesis edilmesi, ikincisi ise, bu ağaçların çelikle geniş çapta üretilmesidir. Her iki durumda da, seçilen ağaçlardan alınan materyallerden oluşturulan fidanlar, alındıkları yaşlı ağaçların özelliklerini uzun süre devam ettirirler. Vejetatif materyalin (ramet), alındığı ağacın (ortet) yaşına ve ağaç üzerinde alındığı yere bağlı olarak fidan üzerinde meydana getirdiği etkilere **topofizis** (Topophysis) denir. Vejetatif üretimde yaşa bağlı olan farklılıklar oldukça önemlidir. Fizyolojik olarak olgunlaşmış materyal, genç materyale göre daha düşük köklenme yüzdesi gösterir, köklenme daha geç zamanda başlar ve daha az kök gelişmesi olur. Yaşa bağlı olarak meydana gelen bu etkilere **siklofizis** (Cyclophysis) denmektedir. Vejetatif materyalin ortet üzerinden alındığı yere bağlı olan etkiler de topofizis veya **perifizis** (Periphysis) olarak isimlendirilmekte ve birbirleriyle ilişkili oldukları belirtilmektedir (Wright 1976, Lindgren 1977). Diğer taraftan, ortetin yaşından kaynaklanan etki (siklofizis) ile rametin ortetden alındığı yerden kaynaklanan etki (topofizis) arasında bir bağlantı olmadığı ifade edilerek siklofizisin apikal meristemin olgunlaşması ile ilişkili bir süreç olduğu belirtilmektedir. Topofizis, ortet üzerindeki dallardan alınan aşı kalemi veya çeliklerin dallar üzerindeki sürgünlerin büyümelerine benzer bir büyüme (plagiotropic growth) yapmalarına neden olan etkidir. Perifizis ise, aşı kalemi veya çeliklerin bir ağaç üzerindeki gölgeli ve güneşli bakılardan alınmasına bağlı olarak oluşan etkilerdir (Zobel ve Talbert 2003). Siklofizis ve topofizis sadece büyümede farklılıklar meydana getirmez, görülmeyen fizyolojik ve morfolojik değişikliklere de neden olur. Çelik olarak kullanılan materyalin fizyolojik durumu köklenme yönünden önemlidir. Yüksek miktarda besin içeren güçlü ve sağlıklı materyalin köklenme başarısı da daha yüksek olur. Materyal gençleştikçe köklenme başarısı yükselir. Büyümede en önemli topofizis etkisi plagiotropik büyümedir. Birçok türün çelik ve aşılarında bu etki kısa veya uzun süre devam eder. Genç ortetlerden alınan çelikler kısa zamanda dik büyüme (orthotropic growth) durumuna geçebilirler. Yaşlı ortetlerden alınan çelikler ise uzun yıllar dallarda olduğu gibi yatay büyümelerine devam ederler. Alt dallardan alınan çelikler, terminal sürgünden alınan çeliklere göre plagiotropik büyümeye daha uzun süre devam ederler. Bununla beraber, yatay sürgünlerden alınan çelikler daha kolay köklenirler. Yapılan bir araştırmada, yaşlı ladin ağaçlarının alt

dallarından alınan çeliklerin üst dallardan alınanlara göre daha kolay köklendikleri saptanmıştır. Ayrıca, aynı klonlar üzerinde yapılan fidanlık araştırmasında, 6-13 yaşındaki ortetlerden alınan tüm çeliklerin 4. yıldan sonra ortotropik büyümeye geçtikleri halde, 16-20 yaşındaki ortetlerden alınan çeliklerin plagiotropik büyümeye devam ettikleri belirlenmiştir (Roulund 1975). Aşılarda ise, alt dallardan alınan rametler üst dallardan alınanlara göre daha az çiçek oluştururlar. Tüm bu belirtiler, yaşlı bir ağacın alt dallarında daha genç bir gelişim safhasının devam etmekte olduğunu kanıtlamaktadır. Bu durum, topofizis etkilerinin aynı zamanda bir siklofizis etkisi olabileceğini de göstermektedir.

Plus ağaçlardan tohum bahçesi kuruluşu için alınan aşı kalemleri, özellikle iğne yapraklı türlerde, kozalakların bulunduğu tepenin üst kısımlarındaki sürgünlerden alındıkları için, bu sürgünlerin fizyolojik özelliklerini aşılandıkları fidanlar üzerinde de gösterirler. Böylece tohum bahçesinde erken yaşlarda ve bol miktarda kozalak üretimi sağlanmış olur. Ancak, bu yaşlı ağaçlardan alınan çeliklerin köklendirilmesi söz konusu olduğu zaman birçok zorlukla karşılaşmaktadır. Köklenme, vejetatif gelişme ve çiçeklenme üzerindeki siklofizis ve topofizis etkilerinin sonucunda, çelikle tesis edilen bir tohum bahçesinde tohum üretimi, aşılı fidanlarla tesis edilen tohum bahçesine göre daha geç ve daha zayıf olmaktadır. Köklenme ile çiçeklenme arasında negatif bir korelasyon bulunmakta, yani iyi köklenen klonlarda çiçeklenme düşük seviyede olmaktadır. Bu nedenlerle, iğne yapraklı türlerle klonal tohum bahçelerinin kuruluşunda, seçilen ağaçların dişi çiçek taşıyan tepe dallarından alınan aşı kalemlerinde topofizis etkisinin pratik sonuçlarından yararlanılmaktadır. Böylece, dişi çiçek üretim yeteneği, aşılı genç fidanlarda muhafaza edilmiş olmaktadır.

## 4.2. TOHUM BAHÇELERİ

Büyük ölçekli ağaçlandırma programlarının uygulandığı ülkelerde tohum gereksinimi de büyük olmaktadır. Yeterli miktarda tohum sağlanamaması durumunda ağaçlandırma projelerinin yürütülmesi aksamaktadır. Diğer taraftan, tohumun orijini yani toplandığı yer ağaçlandırmanın geleceği açısından son derece önemlidir. Tohumun kaynağı; ağaçlandırma alanına adaptasyon, büyüme hızı, zararlılara karşı mukavemet, hacim üretimi ve odun kalitesi gibi hususlarda etkili olmaktadır. Ağaçlandırma çalışmalarına yönelik olarak yürütülen tüm ıslah programlarında, eğer devamlı bir genetik kazanç hedeflenmişse, tohum üretimi yapılır. Ancak, ağaçlandırmalar için acil tohum ihtiyacı söz konusu olduğu zaman, ıslah programlarının sonuçları alınıncaya kadar tohum talebini karşılayacak kaynakların ayrılması veya tesis edilmesi gerekir. Bir ağaçlandırma programı için tohum sağlanmasına yönelik en güç sorun ihtiyaç duyulan tohumun miktarını saptamaktır. Her yıl bol tohum mahsulü elde edilemeyeceği için, en azından üç yıllık tohum ihtiyacının depolanması gerekir. Bu konuda en isabetli yaklaşım, halihazırda ihtiyaç duyulan tohumun %30 fazlasını üretmektir.

Acil dikim programlarında, genetik yönden ıslah edilmiş tohum sağlayabilmek amacıyla yararlanılacak çeşitli metotlar vardır. Bunlar, devamlı olarak tohum ihtiyacını sağlayacak tohum bahçelerinin kuruluşlarına kadar, geçici olarak yararlanılacak tohum kaynaklarıdır. Bu kaynaklardan sağlanan tohum, hacim yönünden önemli bir kazanç sağlamasa bile, bazen ağaç kalitesinin ıslahı ve zararlılara mukavemet yönünden iyi bir adaptasyon güvencesi sağlayabilir. Bu amaçla en çok uygulanan yöntem, doğal meşcereler veya plantasyonlar içinden üstün nitelikli fenotiplerin seçilmesi ve bunlardan tohum toplanmasıdır. Bu fenotiplerden toplanan tohum, birçok türde büyüme yönünden kalıtsallık derecesinin düşük olması nedeniyle, çok sınırlı düzeyde bir hacim ıslahı sağlar. Doğal meşcerelerdeki en iyi bireylerden sağlanan tohum, aynı yetişme ortamındaki plantasyon alanlarına iyi adapte olur. Eğer ağaçlar doğal veya egzotik bir plantasyon içinden seçilmişlerse, temsil ettikleri orijin yeni plantasyon alanına orijinal plantasyonundan daha iyi adapte olabilir. Ülkemizde *Pinus pinaster*, *Eucalyptus camaldulensis* ve *Eucalyptus grandis* gibi egzotik türler üzerinde yapılan araştırmalarda, Türkiye'deki plantasyonlardan toplanan tohumların yeni plantasyon alanlarında diğer tohum kaynaklarına göre daha iyi performans gösterdikleri saptanmıştır. Örneğin, toplam 12 orijin ile Tarsus-Karabucak'ta tesis edilen *Eucalyptus grandis* orijin denemesinde, Karabucak orijini 5. yıl sonunda hektarda 50.5 m<sup>3</sup> hacim artımı yaparak

yurt dışından gelen diğer 11 orijinden daha başarılı bulunmuştur (Avcıoğlu ve Gürses 1988). Bu şekilde adaptasyon yönünden elde edilen ıslah, seçilen münferit ağaçlardan tohum toplanmasını değerli kılabılır. Birçok türde, gövde düzgünlüğü ve dal yapısı gibi bazı kalitatif karakteristikler de bu şekilde ıslah edilebilir. Doğru ebeveynleri seçmek suretiyle odun özgül ağırlığında ıslah sağlanabilir. Ciddi derecede böcek veya hastalık zararlarının söz konusu olduğu meşcerelerde sağlıklı bireylerden tohum toplamak suretiyle bu alanlarda kurulacak plantasyonlarda önemli bir mukavemet ıslahı elde edilebilir. Belirli bir alanda tohum koleksiyonu için seçilecek ağaçların sayısı; türe, meşcerenin genişliğine, meşcerenin kalitesine ve seleksiyon entansitesine göre değişir. Tohum koleksiyonunun kullanımı için genellikle hektarda 12-15 ağaç yeterli görülmektedir (Zobel ve Talbert 2003). Seçilecek münferit ağaçlardan tohum toplanmasının mümkün olmaması halinde, en iyi meşcerelerden kitlesel tohum toplanması yoluna gidilir. Bu şekilde bir veya birkaç meşcereden tohum toplanması daha ucuza mal olmaktadır. Orman ağaçlarının ıslahında, tohum bahçelerinin kuruluşuna kadar en yaygın olarak kullanılan geçici tohum kaynakları *tohum meşcereleri* veya diğer adıyla *tohum üretim alanları* dır. Tohum meşcereleri ile ilgili ayrıntılı bilgi “Kitle seleksiyonu” bölümünde verilmiştir. Bu bölümde, genetik yönden ıslah edilmiş tohum ihtiyacını devamlı olarak karşılamak üzere tesis edilen tohum bahçeleri konusunda bilgi verilecektir.

Tohum bahçeleri, ağaçlandırmalar için yeterli miktarlarda kaliteli tohum toplanmasını güvence altına alan kaynaklardır (Resim 51). Tohum bahçesinin tanımı, birçok bilim adamı ve orman ıslahçısı tarafından yapılmakla beraber en yaygın olarak kullanılanı Zobel ve ark. (1958) tarafından yapılan tanımdır. Bu tanım, “tohum bahçesi, genetik yönden üstün ağaçlardan oluşan, çevresindeki istenmeyen polen kaynaklarından döllenme ihtimalini azaltmak üzere izole edilmiş, sık, bol, ve kolay olarak tohum üretmek üzere entansif olarak yönetilen bir plantasyondur. Bu plantasyon, istenilen özelliklere göre seçilen ağaçların klonları (aşı veya çelik olarak) veya tohumlarından üretilen fidanları (projenileri) ile tesis edilir” şeklindedir. Daha sonra, tohum bahçelerinin, yüksek genetik kazanç sağlamasalar bile, tohum kaynağı olarak ormancılıkta büyük bir öneme sahip oldukları düşüncesiyle ve Zobel’in tanımı da göz önünde tutulmak kaydıyla, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (O.E.C.D) tarafından yeni bir tanım şu şekilde yapılmıştır: **Tohum bahçesi, çevresindeki istenmeyen polen kaynaklarından izole edilen, sık, bol ve kolay tohum üretmek üzere seçilmiş klon veya projeniler ile tesis edilen ve yönetilen bir plantasyondur.**





Resim 51.Kızılçam ile tesis edilmiş bir klonal tohum bahçesi, Muğla-Gökova (Foto: K.Tunçtaner)

Orman ağacı türleri içinde ilk tohum bahçesi 1931 yılında seçilen *Larix eurolepis* fidanları ile İskoçya'da, ilk çam tohum bahçesi ise 1949 yılında sarıçam ile İsveç'te kurulmuştur. Avrupa'da İkinci Dünya Savaşı'nın bitiminden sonra, 1955-1970 yılları arasında, *Pinus silvestris*, ve *Picea abies* başta olmak üzere, *Pseudotsuga menziesii* ve *Pinus contorta* gibi yabancı türleri de kapsamak suretiyle çeşitli türler ile tohum bahçesi kuruluşları hızlanmıştır. ABD'de tohum bahçelerinin tesisleri, odun işleyen sanayi kuruluşlarının destekleri ile 1956 yılında başlamış ve özellikle güney eyaletlerinde hızla yaygınlaşmıştır. 1972 yılına kadar *Pinus taeda* ve *P. elliotii* türleri ile 3000 hektar tohum bahçesi tesis edilmiştir. Bu bahçelerden her yıl 300 000 hektar ağaçlandırma alanına yetecek miktarda tohum üretimi yapılabilmektedir (Feilberg ve Søgaard 1975, Wright 1976, Barrett 1985b). Ülkemizde ise ilk tohum bahçeleri, İ.Ü Orman Fakültesi Silvikültür ve Ağaçlandırma Ana Bilim Dalı tarafından 1964 yılında İstanbul-Belgrad Ormanında karaçam ve sarıçam türleri ile kurulmuştur. Tohum bahçelerinin tesisleri 1969 yılından itibaren Çevre ve Orman Bakanlığına bağlı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir.

#### 4.2.1. Tohum bahçelerinin tipleri

Tohum bahçelerinin kuruluş şekline ve amaçlarına göre; Tür veya orijin koruma bahçeleri, plus ağaç tohum bahçeleri, elit tohum bahçeleri ve melez (hibrit) tohum bahçeleri olarak gruplanmaları mümkün olsa da (Boydak 1979), genellikle iki kategoride sınıflandırılırlar (Zobel ve Talbert 2003). Bunlardan birincisi; aşı kalemi, çelik ve doku kültürü gibi vejetatif materyal ile tesis edilen **vejetatif bahçe** veya **klonal tohum bahçesi**'dir. Diğer ise, tohumdan yetiştirilen fidanlarla tesis edilen **tohum plantasyonu** veya **aşısız tohum bahçesi**'dir. Klonal tohum bahçelerinde, seçilen üstün nitelikli ağaçlar (plus ağaçlar) ve bunlardan alınan vejetatif materyal klonları temsil ederler. Plus ağaçlar, döl denemeleri ve klonal testlere tabi tutularak genotipleri saptanır ve buna göre ikinci bir seçime tabi tutulurlarsa **elit ağaç** adını alırlar ve bu elit ağaçlardan alınan vejetatif materyalle tesis edilen tohum bahçeleri de, **elit tohum bahçeleri** veya **gelişmiş generasyon tohum bahçeleri** (*advanced generation seed orchard*) adını alırlar. Plus ağaçlardan alınan tohumlardan yetiştirilen fidanlarla tesis edilen aşısız tohum bahçelerinde; kontrollü tozlaşma ürünü tohumlarla tesis edilen bahçeler, açık tozlaşma ürünü tohumlarla tesis edilen bahçelere göre daha gelişmiş yani genetik kazancı daha yüksek tohum bahçeleri olarak değerlendirilirler. Tohum plantasyonları, klonal tohum bahçelerine bir alternatif teşkil ederler. Bu tip bahçelerde, seçilmiş ağaçlardan toplanan tohumlardan elde edilen fidanlar bir desen dahilinde dikilirler. Dikim aralıkları, klonal bahçelere göre daha düşüktür. Bu bahçeler sonradan tohum üretimi için en iyi fenotiplerin kalacağı şekilde bir aralamaya tabi tutulurlar. Tohum plantasyonlarından elde edilecek genetik kazancın klonal bahçelere göre az olacağı bilinmesine rağmen, bu plantasyonlar erken çiçeklenen veya aşılama yönünden güçlükleri olan türler için, klonal bahçelerin önemli bir alternatifidirler. Aileler içi ve aileler arası seleksiyon kombinasyonlarına göre, kontrollü döllemeler sonucunda tesis edilen bir tohum plantasyonundan sağlanacak genetik kazanç, klonal tohum bahçelerinden elde edilecek genetik kazancı aşabilir (Goddard 1973, Giertych 1975).

Klonal tohum bahçeleri, birinci ve ikinci generasyon tohum bahçeleri ve gelişmiş generasyon tohum bahçeleri olmak üzere generasyonlara göre de sınıflandırılmaktadır. Birinci generasyon tohum bahçeleri, genellikle doğal meşcerelerden veya ıslah edilmemiş plantasyonlardan seçilen bireylerle tesis edilir. Bu bahçelerde arzu edilmeyen genotipler, döl denemelerinin sonuçlarına bağlı olarak ayıklanırlar. Kötü genotiplerin çıkarılmasından sonra bahçede tohum

ihtiyacını yeterli düzeyde sağlayacak ağacın kalabilmesi için, başlangıçta dar dikim aralıkları kullanılır. Bu şekilde klon sayısı %50 veya daha fazla oranda azaltılmış olur. Zobel ve Talbert (2003), benzer orijinli birinci generasyon tohum bahçelerinden seçilen en iyi genotiplerin bir araya getirilerek yeniden tesis edilen tohum bahçelerine *1.5-generasyon tohum bahçesi* dendiğini, ancak, bu bahçelerden elde edilen tohumun genetik kalitesinin oldukça yüksek olmasına rağmen, bunlara 1.5 generasyon tohum bahçesi demenin hatalı olacağını belirtmekte ve bu bahçelerin gerçekte büyük ölçüde ıslah edilmiş birinci generasyon tohum bahçeleri olduğunu bildirmektedirler.

Ülkemizde, kaliteli, bol ve kolay tohum üretmek amacıyla, tohum meşcereleri veya gen koruma ormanlarından seçilen plus ağaçlardan alınan aşı kalemleri ile üretilen fidanlarla klonal tohum bahçesi kuruluşları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, tohum meşcerelerine göre daha gelişmiş ve genetik kazancın daha yüksek olduğu aşısız tohum bahçeleri (tohum plantasyonları) kurulmuştur.

Tohum plantasyonları, plus ağaçlardan toplanan açık tozlaşma ürünü tohumlardan veya kontrollü döllemeler sonucunda üretilen tohumlardan yetiştirilen fidanlarla uygun ekolojik koşullara sahip yerlerde tesis edilmişlerdir. 2003 yılı sonuna kadar Türkiye’de tesis edilmiş olan klonal tohum bahçeleri ve tohum plantasyonları ağaç türleri itibarıyla Tablo12’de verilmiştir (Anon. 2004).

Tablo 12. Türkiye’de tesis edilen tohum bahçelerinin türlere göre dağılımı (Orman Ağ. ve Toh. Is. Arş. Md.lüğü)

Tohum bahçesinin Tipi	Ağaç türü	Adet	Alan (Ha.)
<b>KLONAL TOHUM BAHÇESİ</b>	Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> )	63	450.3
	Pr.Kızılçam ( <i>P.brutia</i> var. <i>pyramidalis</i> )	1	1.2
	Karaçam ( <i>Pinus nigra</i> )	51	425.5
	Pr.karaçam ( <i>P.nigra</i> var. <i>pyramidata</i> )	2	4.3
	Ebe karaçamı ( <i>P.nigra</i> var. <i>şeneriana</i> )	1	1.8
	Sarkık dallı kç. ( <i>P.nigra</i> var. <i>pendula</i> )	1	1.2
	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> )	19	105.6
	Ebe sarıçamı ( <i>P.sylvestris</i> vr. <i>compacta</i> )	1	2.6
	Halep çamı ( <i>Pinus halepensis</i> )	2	8.2
	Fıstık çamı ( <i>Pinus pinea</i> )	4	47.2
	Toros sediri ( <i>Cedrus libani</i> )	9	51.4
	Doğu ladini ( <i>Picea orientalis</i> )	9	30.5
	Uludağ göknarı ( <i>Abies bornmülleriana</i> )	1	5.0
	Sığıla ( <i>Liquidambar orientalis</i> )	1	2.2
	<b>TOPLAM</b>		<b>165</b>
<b>TOHUM PLANTASYONU</b>	Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> )	6	99.8
	Fıstıkçamı ( <i>Pinus pinea</i> )	1	5.1
	Eldarçamı ( <i>Pinus eldarica</i> )	1	5.7
	Servi ( <i>Cupressus</i> spp.)	2	5.3
	Mahlep ( <i>Prunus mahaleb</i> )	1	1.5
	Kokarağaç ( <i>Ailanthus altissima</i> )	2	7.4
	Y.Akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	6	30.0
	Okaliptüs ( <i>Eucalyptus camaldulensis</i> )	3	5.1
	Kızılağaç ( <i>Alnus glutinosa</i> )	1	9.0
	Sığıla ( <i>Liquidambar orientalis</i> )	1	0.2
	Ceviz ( <i>Juglans regia</i> )	1	2.0
	Gladiçya ( <i>Gladitschia triacanthos</i> )	1	4.3
	Dişbudak ( <i>Fraxinus</i> spp.)	1	0.3
	Akçaağaç ( <i>Acer</i> spp.)	1	0.2
	Tesbih ( <i>Melia azedarach</i> )	1	1.0
	Sofora ( <i>Sophora japonica</i> )	2	1.2
	Badem ( <i>Prunus amygdalus</i> )	1	0.4
	Bitim ( <i>Pistacia khinjuk</i> )	2	1.2
	İğde ( <i>Elaeagnus orientalis</i> )	1	5.2
	<b>TOPLAM</b>		<b>35</b>

#### 4.2.2. Tohum bahçeleri için üstün (plus) ağaç seçimi

Ormanlıkta en yaygın ıslah metotları, özel amaçlara yönelik olarak belirli karakteristikleri taşıyan bireylerin seçimi ile başlar. Islahçıya çalışmalarında yol gösteren ilk rehber münferit bir ağacın fenotipidir. Fenotip her ne kadar genotip ve çevrenin müşterek etkisi ile oluşursa da, iyi bir fenotip farklı yetiştirme ortamlarında farklı reaksiyonlar gösterecek bir genetik temele sahiptir. Birçok karakteristik ya büyük oranda ya da kısmen genetik kontrol altındadır. Bu nedenle, dış görünüm büyük ölçüde kalıtım potansiyelini aksettirir. Üstün ağaç seçiminde, fenotipe dayalı olarak yapılan seleksiyonun başarısı genetik kazanç olarak ifade edilmektedir. Genetik kazanç, seleksiyonda göz önünde tutulan karakteristiklerin tipleri ve sayıları, seleksiyon entansitesi, vejetatif üretim yöntemi gibi faktörlere bağlıdır. Yüksek veya düşük kalıtsallık değerlerine göre karakter tipleri, elde edilmek istenen ıslah üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yüksek kalıtsallık derecesine sahip karakterlerin tahminleri ve değerlendirilmeleri daha kolaydır. Gövde düzgünlüğü, çatallılık ve hastalıklara mukavemet gibi karakterler bu sınıfa girerler. Fiziksel ve kimyasal odun özellikleri gibi ekonomik yönden önemli olan ve düşük kalıtsallık derecesine sahip olan karakteristiklerin tahmini ise, çeşitli çevre koşullarında denemeleri gerektiğinden daha zordur.

Üstün ağaç seçimlerinde en basit yol; iyi büyüme yapan, sağlıklı ve iyi formlu bireylerin göz taksasyonuna dayalı olarak belirlenmeleridir. Daha objektif seçim kriterleri kullanmak için, bazı önemli nitelikler (boy, çap, gövde ve dal karakteristikleri, taç hacmi v.b) ölçülmektedir. İsveç'te üstün ağaç seçiminde, üstün ağaç adayına 25-50 metre mesafe dahilinde bulunan üst tabakadan en büyük dört ağacın mukayese ağacı olarak kullanılması öngörülmektedir. Üstün ağaç ve mukayese ağaçları arasında yaş farklarının 10 yılı geçmemesi istenir. Üstün ağaçlar, yaş ve yetiştirme yerine göre çap, boy ve buna bağlı olarak hacim artımının normalden büyük olması halinde seçilirler. Türkiye'de ilk üstün ağaç seçimlerinde, mukayese ağaçları ile karşılaştırmalar daha çok çap ve boy üzerinde yapılmıştır. Seçilen üstün ağaç adaylarının kalite nitelikleri bakımından civardaki ağaçlardan daha üstün olmalarına özen gösterilmiş olduğu için, kalite yönünden tekrar karşılaştırma yapılmasına gerek görülmemiştir. Kalitatif niteliklerin en önemlilerini; gövde düzgünlüğü, gövde formu ve taç formu özellikleri ile doğal budanma, dal kalınlığı, dal açısı, çatallılık, olukluluk gibi gövde özellikleri oluşturur. Bu özelliklerin önem dereceleri, yetiştirme amacına ve ülkelere göre büyük değişiklikler göstermektedir. Türkiye'de yapılan uygulamalarda; üstün ağaçların özellikle boy artımı başta olmak üzere

yüksek artımlı, gövde kalitesi iyi (gövdelerin düzgün, yuvarlak ve dolgun olması, kabuklarının ince olması, ve lif kıvrıklığı, olukluluk, çatallılık v.b gibi gövde kusurlarının olmaması), tepe formu iyi (ince dallı dar taç yapısı ve dike yakın dal açısı), doğal budanması iyi (ağaç boyunun en az 1/3 ünün temiz bir gövdeye sahip olması) ve boğumlarında az sayıda dal olan ağaçlar içinden seçilmesine dikkat edilmektedir. Genetik kazancın artırılması için, seçimde aranan niteliklerin sayısını azaltarak seleksiyon entansitesinin yükseltilmesine çalışılmaktadır. Diğer taraftan, ekonomik değeri önemli olan nitelikler arasından kalıtım dereceleri yüksek olanlarına öncelik verilmesine özen gösterilmektedir (Ürgeç 1982). Üstün ağaçların seçimlerine ilişkin ayrıntılı bilgi “Kitle seleksiyonu” bölümünde verilmiştir.

Türkiye’de üstün ağaç seçimi çalışmaları, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. “Milli Ağaç Islahı Programı” çerçevesinde yoğun ıslah çalışmalarına konu olan kızılçam, karaçam, sarıçam, sedir ve kayın türlerinde 15 500 adet üstün ağaç seçimi yapılacaktır. Programda temel ıslah popülasyonlarını oluşturmak için geçmişte yapılan seçimler yetersiz kalmış ve bu nedenle ilave seçimlerin yapılması gerekli görülmüştür. Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim Programı’nın uygulamaya girdiği 1994 yılına kadar, karaçam, kızılçam, sarıçam ve sedir türlerinde sırasıyla 1418, 1230, 581 ve 318 adet üstün ağaç seçimi yapılmıştır. Program sonrasında seçilen üstün ağaçlar ise, karaçam için 675, kızılçam için 1776 ve sarıçam için 559 adettir (Anon. 2000, Öztürk ve Şıklar 2000).

#### **4.2.3. Tohum bahçelerinin kuruluşu ve yönetimi**

Tohum bahçelerinden genetik ve fizyolojik kalitesi yüksek tohumun kısa zamanda, bol ve ucuz olarak sağlanabilmesi, bahçenin kuruluş yeri ve şekli ile yönetimine bağlıdır. Bir tohum bahçesinin yeri, önce bölgesel sonra lokal olarak belirlenir. İklim, kuruluş alanının lokal yetiştirme ortamı özellikleri ve istenmeyen polen kaynaklarından izolasyon gibi hususların tümü çiçek ve tohum üretimini, tohum kalitesini ve bahçenin yönetimi ile ilgili uygulamaları önemli ölçüde etkiler. Yüksek miktarlarda tohum üretimini devamlı ve düzenli bir şekilde sağlamak için tohum bahçesinin en iyi koşullarda tesis edilmesi gerekir. Bu nedenle, geniş ağaçlandırma programlarına sahip olan ülkeler türlere göre, tohum bahçelerinin kuruluş yerlerini ve tohum kullanma bölgelerini yükseklik kademeleri itibarıyla planlamaktadırlar.

Tohum bahçelerinin kuruluş yerlerini belirlemede en çok kullanılan yöntem, tohum bahçesinin yerinin, o türün yayılışının en güney sınırının dışında veya en alçak yayılışının daha aşağı kısımlarında olmasıdır. Ancak, 4-5 enlem derecesinden daha güneye veya buna eşdeğer ölçüde aşağı yükselti kademelerine inilmemesi gerekir. Bu konuda Werner (1975), Sarvas'a atfen, tohum bahçesinin yerinin türün normal kullanım alanı içinde olması gerektiğini bildirmektedir. Ancak, bu alanın dışındaki daha güney ve sıcak bölgelerde tohum bahçesinin kurulması ile erken çiçeklenme, tohumun olgunlaşması ve istenmeyen polen kaynaklarından izolasyon gibi hususlarda avantaj sağlanabileceği belirtilmektedir. Ürgenç (1982) in bildirdiğine göre, Finlandiya'da tohum bahçesi kuruluş yerinin seçiminde "*d.d- derece gün(degree day)*" değeri kullanılmaktadır. Sarvas'ın verdiği esaslara göre 5°C'lik başlangıç sıcaklığı esas alınıp günlük ortalama sıcaklığın bunun üstündeki miktarı gün be gün toplanarak bu toplam değer d.d yani derece gün olarak ifade edilmektedir. Belirli fizyolojik olayların sıcaklığın belirli miktarda d.d değerleri toplamına ulaştığı zaman meydana geldiği çeşitli tespitlerle saptanmıştır. Buna göre, Finlandiya'da üstün ağaçların bulunduğu yerin toplam d.d değerinin %170 fazla olduğu yer, o üstün ağaçlarla tohum bahçesi tesis edilecek en uygun yer olarak kabul edilmektedir. Örneğin üstün ağaçların bulunduğu yerin d.d toplam değeri 1500 d.d ise yıllık  $1500 \times 1.7 = 2550$  d.d değerine sahip bir yer bu üstün ağaçlar için en optimal tohum bahçesi yeri olarak belirlenmektedir. Ürgenç (1982), Türkiye'de her mıntıka ve yükseklik kademesinden fenotipik olarak üstün nitelikli ağaçların seçilmesini ve bunlardan alınacak vejetatif materyal ile tohum bahçelerinin kurulmasını önermektedir. Bu şekilde tohum bahçelerinin büyüklüklerini ve buna bağlı olarak da tohum verimlerini ihtiyaçlara göre ayarlamak mümkün olabilecektir. Böylece her mıntıka ve yükseklik kademesinden 35-40 veya her bir bioklimatik zon için aynı türden 50-100 üstün ağaç seçip bunlardan alınan aşı kalemleriyle tesis edilen tohum bahçeleri, bu mıntıkaları iyi bir şekilde temsil edebilecektir. Ürgenç (1982), farklı orijinleri temsil eden tohum bahçelerinin, birbirinden tecrit edilmek şartıyla, ülkenin güney kısımlarında en uygun iklimli ve deniz seviyesinden fazla yüksek olmayan yerlerde bir araya getirilebileceğini de belirtmektedir. Bu görüşe paralel olarak, Orman Ağaçları Islah ve Araştırma Müdürlüğü tarafından, yerli türlerimizde 1993 yılı sonuna kadar orijinler öncelik yönünden bir sıralamaya tabi tutulmuş ve yıllık programlara göre tohum bahçesi tesis edilecek orijinlerin seçimleri yapılmıştır. 1994 yılında kızılçam, karaçam, sarıçam, sedir ve kayın türleri için Milli Ağaç Islahı Programı hazırlanmış ve belirlenen ıslah zonlarına göre mevcut kurulu tohum

bahçeleri göz önüne alınarak, öncelik tohum açığı olan zonlara verilmek suretiyle yeni üstün ağaçların seçimleri ve buna bağlı olarak tohum bahçesi kuruluşları planlanmıştır. Tohum bahçelerinin kuruluşlarının alçak yükselti kademelerinde ve orijinlerine göre daha sıcak mıntikalarda kurulmasına dikkat edilmektedir. Böyle yerlerde daha uygun iklim koşulları olduğu için çiçeklenme daha erken ve bol olmakta, tohum verimi de buna paralel olarak artmaktadır. Ağaçların, yıllık yaşam dönemleri içindeki fizyolojik olayların sıcaklık faktörü ile çok yakından kontrol edildiği çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Aytuğ 1974, Keskin 1999, Nikkanen 2001, Ertekin 2006). Nitekim Werner (1975), Sarvas'a atfen, sarıçam türü ile doğal yetiştirme yerine göre 200-230 günlük sıcaklık toplamı farkı olan daha güneydeki yerlerde tohum bahçesi kurulması halinde, çiçeklenmenin doğal yetiştirme yerine göre %160 arttığını bildirmektedir. Boydak (1979), bu yaklaşımın ülkemizde tohum bahçelerinin kuruluş yerlerinin seçimi yönünde iki önemli konuda yararlı olacağını belirtmektedir. Bunlardan birincisi; tohum bahçelerini türlere göre sıcaklık toplamından hareketle güneye ve alçak yükseltilere kaydırmadaki sınırın belirlenmesidir. İkinci önemli nokta ise, tohum bahçelerini güneye ve alçak yükseltilere kaydırırken, tohum bahçesi kurulan yörede bulunan aynı türün doğal meşcerelerinin çiçeklenme zamanı ve tohum bahçesindeki bireylerin çiçeklenme zamanının kalıtsallığı nedeniyle ortaya çıkan fizyolojik izolasyon hakkında başlangıçta bilgi sahibi olabilmektir.

Tohum bahçelerinin kuruluş yerlerinin seçiminde, bahçe yerinin lokal iklimi ve diğer yetiştirme ortamı özellikleri büyük önem taşımaktadır. Ağaçların gelişimi ve düzenli tohum üretimi için, tohum bahçesinin iyi bonitete sahip topraklar üzerinde kurulması gerekir. Tohum bahçeleri, kuvvetli rüzgarlara karşı muhafazalı fakat yeterli hava akımı olan ve drenaj şartları iyi olan yerlerde kurulmalıdır. Ayrıca, sahanın mümkün olduğu kadar düz veya güneye az meyilli ve tam alan toprak işlemesine uygun olması gerekir. Türkiye'de sağladığı çeşitli kolaylıklar nedeniyle tohum bahçeleri genellikle orman fidanlıklarında kurulmaktadır. Örneğin; Eskişehir orman fidanlığında sarıçam, sedir, karaçam ve piramidal karaçam türlerine ait klonal tohum bahçeleri yer almaktadır (Resim 51). Türlerle göre değişmekle beraber fazla ağır olmayan kumlu topraklar tohum verimi bakımından daha avantajlıdır. İğne yapraklı türlerle tohum bahçesinin kurulacağı alanda önceden yapraklı türler mevcutsa, kök zararlısı patojenlere karşı dikkatli olmalı, kök sökümü ve derin toprak işleme mutlaka yapılmalıdır. Buna benzer olarak, yaşlı ibrelili türlerin bulunduğu alanlarda ise, eğer toprağın pH değeri yüksekse, *Fomes annosus* gibi mantar zararlılarına karşı dikkatli olunmalıdır. Tohum bahçesi yeri seçimi için yeterli bilgi mevcut değilse,



lokal meşcerelerdeki çiçeklenme ve tohum üretimi ile ilgili gözlemler iyi özellikteki potansiyel alanların belirlenmesinde yardımcı olabilir. Tohum bahçesinde uygulanan işlemleri etkileyen toprağın fiziksel özellikleri ile tohum üretimi arasında direkt bir ilişki bulunmaktadır. Terkedilmiş tarım alanları genellikle tohum bahçelerinin kuruluşlarına uygun topraklara sahiptir. Tohum bahçelerinin fidanlıkların içinde veya yakın yerlerde kurulması, aşılı fidan yetiştirme, tesis, koruma, bakım ve tohum toplama çalışmalarında kolaylıklar sağlamaktadır.



Resim 52. Eskişehir orman fidanlığında kurulmuş olan sarıçam ve sedir türlerine ait klonal tohum bahçeleri (Foto: T. Karakaya)

#### **4.2.4. Tohum bahçelerinin izolasyonu**

Tohum bahçeleri genellikle çevrelerinde bulunan aynı türün istenmeyen polenleri ile döllenmelerini engelleyecek şekilde izole edilirler. Özellikle rüzgar vasıtasıyla döllen çam türlerinde bu husus çok daha büyük önem taşımaktadır. Polenler hava hareketleri ile çok uzun mesafelere taşınabilirler. Sarıçam polenleri 10-12 saatte 600-700 km mesafeye ulaşabilmektedir. Bu nedenle, tohum bahçelerine yabancı polen girişini engelleyecek kesin bir izolasyonu sağlamak mümkün

değildir. Ancak bahçede polen kirliliğini en az düzeyde tutmaya yönelik önlemler alınmaktadır. Polen kirliliği, tohum bahçesi dışındaki kötü nitelikli meşcerelerden gelen genetik değeri düşük polenlerin tohum bahçesindeki dişi çiçekleri döllemesi sonucunda meydana gelmektedir. Böyle bahçelerden toplanan tohumlarla tesis edilen plantasyonların genetik kalitesi de düşük olmaktadır. Islahçılar, tohum bahçesine yabancı polen girişini önlemek amacıyla tesis edilen izolasyon zonu genişliğinin çam türleri için en az 122 metre ve tercihen 152 metre olarak önermekte, ancak bu genişliğin de yabancı polen girişini tam olarak önleyemeyeceğini bildirmektedirler (Zobel ve Talbert 2003). Çeşitli araştırmaların sonuçlarına dayalı olarak belirtildiğine göre, orman ağacı türlerinin tohum bahçelerinde genetik kirlenme düzeyi, genellikle %21 ile %90 arasında değişmektedir (Kaya ve Işık 2001). Ülkemizde sürdürülmekte olan ağaçlandırma çalışmalarında tohum ihtiyacının bir kısmı, serbest tozlaşmanın söz konusu olduğu birinci generasyon tohum bahçelerinden sağlanmaktadır. Bu bahçelerde, genetik kazancın en üst düzeyde gerçekleşebilmesi için gerekli koşullar, Tulukçu ve ark. (2001) tarafından, Matziris'e dayanarak aşağıdaki şekilde belirtilmiştir :

1. Tohum bahçesi, çevresindeki polen etkilerinden tamamen izole olmalıdır
2. Klonlar dişi ve erkek çiçek bakımından eşit üretim yapmalıdır
3. Polenlerin saçılma dönemi ile dişi çiçeklerin polen kabul dönemleri çakışmalıdır
4. Klonlar arası çaprazlamalarda eşit eşleşme olmalıdır
5. Kendi kendine dölleme veya yakın akrabalar arası eşleşme çok az olmalıdır

Tohum bahçelerinin kuruluşlarında, dışarıdan giren polen miktarının mümkün olan en düşük düzeyde tutulmasına çalışılmaktadır. Ürgenç (1982), Wang ve arkadaşlarına atfen, *Pinus elliottii* de polen kaynağından 130-165 metre mesafede polen kesafetinin %2-5'e düştüğünü bildirmektedir. Ülkemizde Eskişehir-Çatacık sarıçamları üzerinde yapılan bir araştırmada, 100 metre mesafenin dışında, polen karışım oranının yaklaşık %5 civarında kaldığı saptanmıştır (Boydak 1979). Yine ülkemizde yapılan bir çalışmada, henüz polen üretiminin başlamadığı genç bir karaçam tohum bahçesinde dışarıdan gelen yabancı polenlerin mevcudiyeti araştırılmış ve bahçedeki polen kirliliğinin %38'e kadar çıkabileceği saptanmıştır (Tulukçu ve ark., 2001). Tohum bahçelerindeki ağaçların, yabancı polen ile döllemelerini engellemede en etkili izolasyon, etraflarındaki aynı türe ait meşcereler ile erkek çiçeklerin polen saçımı ve dişi çiçeklerin polen kabul dönemleri

arasındaki farklılıklardır. Bu nedenle, tohum bahçelerinin orijinlerine göre daha güneyde veya daha alçak yükseltilerde tesis edilmeleri, bu fizyolojik izolasyonun sağlanması açısından önemli görülmektedir.

#### **4.2.5. Tohum bahçelerinin kuruluş planları**

Tohum bahçelerinin büyüklükleri; türe, bahçenin yerine, tohum ihtiyacına ve maliyete göre değişir. Ayrıca, bir tohum bahçesinin kuruluş planında; klon sayısı, dikim aralığı, dikim şekli, dikim materyali ve dikim deseni etkili olur. Tohum bahçelerinin kuruluşunda, 2-16 m arasında farklı dikim aralıkları kullanılmaktadır. Ancak, birçok ülkede uygulanan başlangıçtaki dikim aralığı 5-6 m'dir. Ağaç tepelerinin bol ışık alması için bu aralıkların biraz daha genişletilmesi önerilmektedir. Bu aralıkların belirlenmesinde, bahçedeki tozlaşma durumu ve buna bağlı olarak tohumlarda elde edilecek dolu tane oranı ve döl denemesi sonuçlarına göre istenmeyen genotiplerin çıkarılması halinde bahçede oluşacak yeni desen de etkili olmaktadır.

Tohum bahçesinde dikimler genellikle kare veya dikdörtgen şeklinde yapılmaktadır. Dikdörtgen dikimler, bakım işlemleri ve tohum hasadında, makine ve ekipmanlarının geniş aralıklı sıralar arasına girmesini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, dar dikim aralıklı sıraların doğu-batı istikametinde olması durumunda ağaçların güneş ışınlarından daha fazla yararlanmaları sağlanmaktadır.

Tohum bahçelerinde genellikle 20 ile 50 klon yer almaktadır. Zobel ve Talbert (2003), ilk tesiste kullanılan klon sayısının, istenmeyen genotiplerin çıkarılmasından sonra, bahçede uygun genişlikte bir genetik tabanın oluşmasını güvence altına alacak düzeyde olması gerektiğini belirtmektedir. İlk generasyon tohum bahçelerinin büyük bir kısmı 25-40 adet klonla tesis edilmektedir. Seçimlerin doğru yapılması halinde, bu sayının uygun bir genetik tabanı oluşturabileceği belirtilmektedir. Döl denemeleri ve aralamalardan sonra klon sayısı 20 veya daha az olabilir. Türkiye'deki mevcut tohum bahçeleri, orijinleri temsilen tohum meşcereleri içinden seçilen 30 ar adet klon ile tesis edilmiştir. Bu nedenle, Koski ve Antola (1993), mevcut bahçelerdeki genetik varyasyonun oldukça dar olduğunu ve döl denemelerine göre yapılacak genetik aralama sonucunda bahçelerde yeterli sayıda klon kalmayabileceğini vurgulayarak, yeni bahçelerin 100-200 adet klon ile kurulması gerektiğini belirtmektedirler. Buna göre, Türkiye Milli Ağaç Islahı Programında belirtilen ıslah zonlarına da uygun olarak, tohum bahçelerinden üretilen tohumların genetik çeşitliliğinin zenginleştirilmesi ve böylelikle plantasyonların olası risklere karşı

güven altına alınması için tohum bahçelerinde yer alan populasyon ve klon sayılarının artırılması önerilmiştir (Öztürk ve Şıklar 2000).

Tohum bahçeleri genellikle bol miktarda ve genetik kalitesi yüksek tohum üretimi amacıyla kurulsalar da, bazen çeşitli zararlılara karşı dayanıklı bireyler elde edilmesi veya özel form veya odun niteliklerine sahip bireyler elde edilmesi amacıyla da tesis edilirler (Resim 53). Tohum bahçelerinin planlanmasında ve deneme desenlerinin belirlenmesinde bu amaçlar göz önünde bulundurulur.



Resim 53. Piramidal karaçam ile tesis edilmiş bir klonal tohum bahçesi (Foto: Orman Ağ. Toh. Is. Arş. Md.lüğü)

Tohum bahçelerinin kuruluşlarında, bir klona ait bireylerin diğer klonlara ait bireylerle eşit tozlaşma şansına sahip olmaları amacıyla çeşitli desenleme modelleri kullanılmaktadır (Giertych 1975, Burczyk 1991, Xie ve Knowles 1994, Kaya 2001). Bu desenlerin, tesis kolaylığı, kendilemeyi önleme, klon performanslarının karşılaştırılması, aralamaya uygunluk, kuruluş maliyeti gibi hususlar bakımından birbirlerine göre çeşitli avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır (Tablo 13).

Tablo 13. Çeşitli amaçlar için tohum bahçesi desenlerinin uygunluklarının karşılaştırılması (Giertych 1975)

	Desenler													
	Sıra	Karelaç	Tam rastlantı	Rastlantısal tam blok	Sabit blok	Dönüşümlü blok	Ters blok	Dengelenmemiş eksik blok	Dengeli eksik blok	Dönüşlü dengeli eksik blok	Yön dönüşlü dengeli eksik blok	Dengede latis	Permutasyonlu komşuluk	Sistematik
Kendilemeyi engelleme	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Panmiksise uygunluk	-	-	+	+	-	-	-	+	+	++	++	+	++	-
Klonal yapıyı değiştirmeden sistematik aralamaya uygunluk	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Diğer araştırmalar için bahçe kısımlarının replikasyon olarak kullanılabilirliği	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+
Klon performanslarının karşılaştırılabilirliği	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-
Özel tohum koleksiyonları için klonların yeniden yerleştirilmesi kolaylığı	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+
Genişleme kolaylığı	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
Herhangi bir bahçe şekline uygunluk	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Herhangi bir klon ve ramet sayısına uygunluk	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Klon uyuşması, çiçeklenme ve kombinasyon yeteneği konusunda bilgi sağlama	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Deneme deseninin anlaşılabilirliği	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+
Düşük desen maliyeti	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+

++ : Çok uygun + : uygun - : uygun değil

Bu desenler içinde en yaygın olarak kullanılanı, sistematik desenlemedir (Şekil 38). Bu desen ile kendileme en az seviyede tutulabilmekte ve rametlerin bahçe içersindeki dağılımları kolaylaşmaktadır. Ayrıca bu desen, tohum bahçesinin büyüklüğü ve şekli konusunda bir esneklik sağlayarak, bahçenin tüm yönlerde genişletilmesi imkanını sağlamaktadır.

1	2	3	4	5	6	<u>7</u>	8	9	10	11	12	13	1	2	3
6	<u>7</u>	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	<u>7</u>	8
11	12	13	1	2	3	4	5	6	<u>7</u>	8	9	10	11	12	13
3	4	5	6	<u>7</u>	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5
8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	<u>7</u>	8	9	10
13	1	2	3	4	5	6	<u>7</u>	8	9	10	11	12	13	1	2
5	6	<u>7</u>	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	<u>7</u>

Şekil 38. Sistematik desene göre 13 klonla kurulan bir tohum bahçesi.

#### 4.2.6. Tohum bahçesinde çiçeklenme ve tohum üretimi

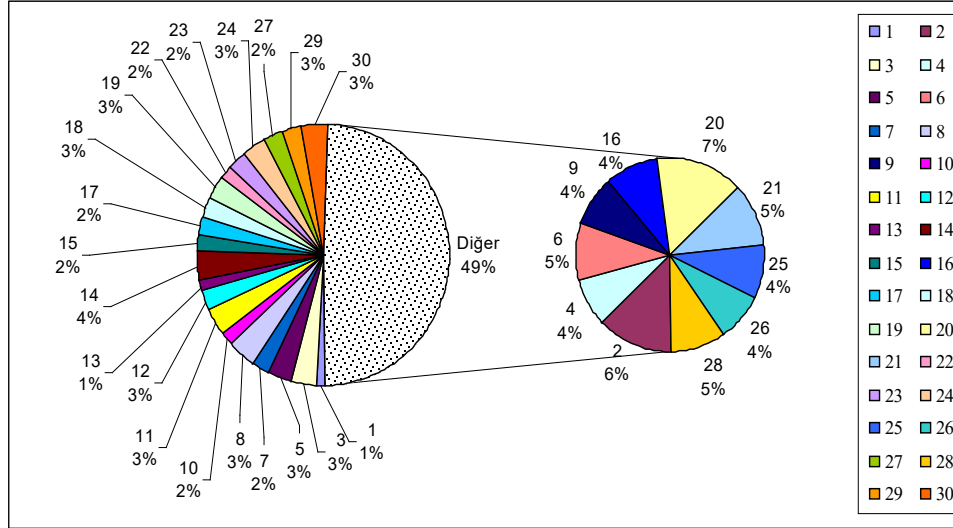
Tohum bahçelerinin kuruluşundaki ana amaç, bol miktarda ve düzenli olarak genetik kalitesi yüksek tohum üretmektir. Orman ağaçlarında, özellikle çiçek oluşumları belirli periyotlarda gerçekleşen türlerde, çiçeklenmenin geç başlaması tohum üretiminde önemli bir sınırlama getirmektedir. Çiçeklenmenin başlangıcı ile tohumun olgunlaşması arasındaki tüm safhalar potansiyel tohum üretimini etkiler. Bu nedenle bir tohum bahçesinde, sadece çiçeklenmenin başlaması için uygun koşulları sağlamak yeterli değildir, aynı zamanda belirli bir dönem içinde ağaçların çiçekli durumda olmalarını sağlamak gerekir. Birçok ağaç türünde, çiçeklenmenin başlangıç zamanı oldukça kesin olarak belirlenebilir. Ancak, çam türlerinde çiçeklenmenin başlaması

geniş bir zaman dilimi içinde meydana gelir. Tohum bahçeleri belirli bir yaşa ulaştıkları zaman, her yıl bol miktarda çiçek üretimi gerçekleşse de, çiçeklenme açısından iyi, orta ve zayıf yılların olduğu bilinmektedir (Boydak 1984, Adams ve Kunze 1996, Matziris 1998, Barnett 1999). Nitekim, ülkemizde bir karaçam tohum bahçesindeki klonların çiçeklenme fenolojileri üzerinde 3 yıl süre ile yapılan incelemelerde, erkek ve dişi çiçek gelişim zamanları açısından, klonlar ve yıllar arasında farklılıkların olduğu, hatta bu farklılıkların aynı klonun rametlerinde bile gerçekleştiği saptanmıştır. Araştırmada, 2003 yılında dişi çiçek sayısı artarken, 2004 yılında azalmış, fakat erkek çiçek üretimi artmaya devam etmiştir. Dişi çiçek sayısı ile erkek çiçek sayısı arasında sadece 2004 yılında %95 güven düzeyinde bir korelasyon tespit edilmiştir (Ertekin 2006). Başka bir araştırmada, tohum bahçesinin kuruluşunu takip eden ilk yıllarda, az sayıda klonun çiçek ürettiği, buna karşın ileriki yaşlarda tüm bireylerde çiçeklenmenin görüldüğü belirtilmiştir (Matziris 1997). Kızılcım tohum bahçesinde yapılan araştırmalarda da benzer bulgular elde edilmiştir (Keskin 1999).

Çiçeklenmenin başlaması üzerinde, bazı iç ve dış faktörlerin etkilerinin olduğu belirtilmektedir (Sweet 1975): Çiçeklenmenin başlaması ve olgunlaşmanın tamamlanması bakımından, türler, orijinler ve klonlar arasında büyük genetik farklılıkların meydana gelmesi, vejetatif büyüme ile çiçeklenme arasındaki ilişkiler, bol çiçek üretimi ve zengin tohum yıllarının periyodik olarak meydana gelmesi ve azot, fosfor, potasyum gibi mineral besin maddelerinin seviyelerinin çiçek üretimini türlere göre farklı şekillerde etkilemeleri, çiçeklenmenin gelişiminde rol oynayan iç faktörlerdir. Çiçeklenmeyi ve tohum üretimini etkileyen dış faktörler ise, tohum bahçelerinin uygun iklim ve toprak koşullarına sahip yerlerde kurulmuş olmaları ve ağaçların taç kısımlarının bol ışık alarak fotosentez yapma olanaklarını ve buna bağlı olarak da karbonhidrat seviyelerini yükseltmeleridir.

Bir tohum bahçesinde göz önünde bulundurulması gereken iki önemli husus vardır. Bunlardan birincisi, bahçede mümkün olduğu kadar yüksek miktarda çiçek sayısını elde etmektir. İkincisi ise, bu çiçeklerden meydana gelen potansiyel tohum kaybını en düşük seviyede tutmaktır. Tohum hasılatını yükseltmek için, çiçeklenme yeteneği yüksek olan ve büyük miktarlarda dolu tohum sağlayabilen klonların tohum bahçesinde bulundurulması gerekir. Belirli bir süreç içinde, yeterli miktarda tohum veya polen üretemeyen klonlar mümkün olduğu kadar erken bir zamanda tohum bahçesinden çıkarılmalıdır. Ertekin (2006) tarafından yapılan araştırmada, karaçam tohum bahçesindeki 30 klonun üç yıllık ortalama erkek çiçek ve dişi çiçek sayılarına göre, toplam erkek çiçek üretiminin %62 sinin ve toplam dişi çiçek sayısının

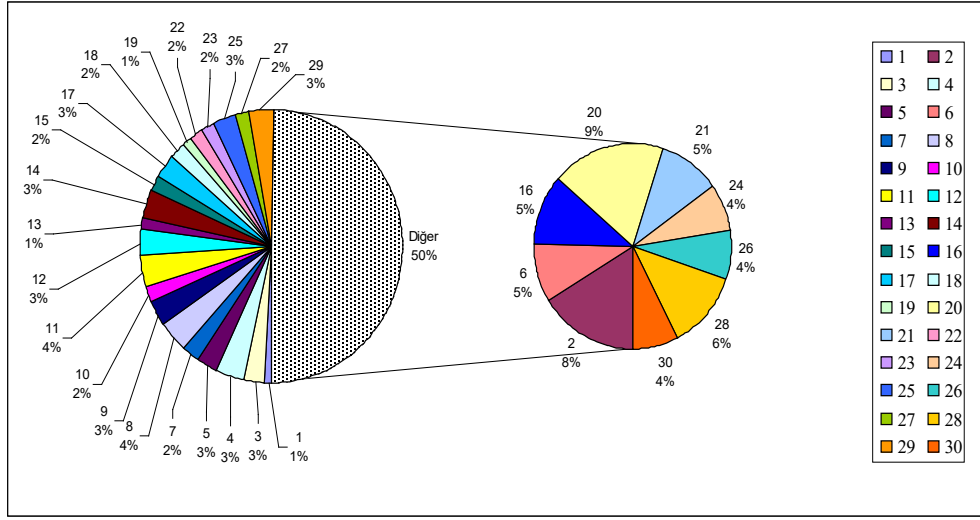
%49'unun bahçede bulunan 10 adet klon tarafından gerçekleştirildiği saptanmıştır (Şekil 39). Antalya-Söğütlü' de bulunan karaçam tohum bahçesinde yapılan bir araştırmada ise, bahçedeki klonların %25'inin toplam erkek çiçek üretiminin %36.7'sini, toplam dişi çiçek üretiminin de %33.9'unu ürettikleri tespit edilmiştir (Bilir ve ark., 2002).



Şekil 39. Klonların 3 yıllık dişi çiçek üretimindeki katkı payları (Ertekin 2006)

Tohum bahçelerinde kozalak üretimi yönünden klonlar arasında önemli farklılıklar olduğu birçok araştırmacı tarafından belirlenmiştir. Matziris (1993), Yunanistan'da 52 klon ile kurulmuş olan karaçam klonal tohum bahçesinde, kozalak üretimi açısından klonlar arasında farklılıklar olduğunu belirterek, kozalak sayısının 11. yaşta 23–1454, 12. yaşta 15–431, 13. yaşta 114–2189 arasında değiştiğini bildirmektedir. Ertekin (2006) tarafından yapılan araştırmada da, karaçam klonları arasında kozalak üretimi açısından önemli farklılıklar tespit edilmiştir: İki yıllık ortalama değerlere göre, bir yaşındaki kozalak sayısı 17 ile 177 arasında, iki yaşındaki kozalak sayısı ise 14 ile 163 arasında değişmektedir. Tohum bahçesindeki 30 klon içinde en çok iki yaşında kozalak üreten ilk 10 klon, toplam kozalak miktarının 2003 yılında %48'ini, 2004 yılında ise %58'ini üretmiştir. Klonların iki yaşındaki kozalak sayıları bakımından yapılan tespitlerde, toplam kozalak üretiminin %50'sinin 10 adet klon tarafından gerçekleştirildiği belirlenmiştir (Şekil 40).





Şekil 40. Klonların iki yıllık toplam kozalak üretimindeki katkı payları (Ertekin, 2006)

Araştırmacılar tohum bahçelerinden elde edilen tohumların genetik yapılarının, kozalak üretim yılları ile ilişkili olduklarını bildirmekte ve klon x yıl etkileşiminden dolayı, tek bir yılın tohumlarından elde edilecek fidanlarda genetik çeşitliliğin düşük olacağını vurgulayarak farklı yıllara ait tohumların karıştırılarak kullanılması gerektiğini belirtmektedirler (El-Kassaby ve ark., 1989, Jin ve ark., 1998).

Birçok orman ağacı türünde ve özellikle çamlarda, dişi çiçek ve kozalakların gelişmelerindeki azalmalar potansiyel tohum üretiminde önemli kayıplara neden olmaktadır. Çamlarda tozlaşmadan sonra dişi çiçek miktarlarındaki azalmanın ortalama %40 olduğu bildirilmektedir (Sweet 1975). Tohum bahçesindeki klonların ürettikleri dişi çiçeklerin bir kısmı, çeşitli nedenlerden dolayı kozalağa dönüşmemektedir. Schmidtling (1983), bu durumu, bahçedeki ağaçların yeterli miktarda polen üretememelerine ve dişi çiçeklerin polen kabul dönemleri ile erkek çiçeklerin polen saçım dönemleri arasındaki uyumsuzluğa, çeşitli böcek zararlarına ve fizyolojik streslere bağlamaktadır. Owens ve ark. (2005) ise, bu durumun daha çok dölleme (polenleme) başarısı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ertekin (2006) tarafından karaçam tohum bahçesinde yapılan araştırmada, dişi çiçeklerin kozalağa dönüşüm oranları 2003 yılında %54.2, 2004 yılında ise %57.8 olarak saptanmıştır. Keskin (1999), kızılçam tohum bahçesinde, dişi çiçeklerin kozalağa dönüşüm oranının %49.3 olduğunu bildirmiştir. Tohum bahçelerinde

çiçeklenme ile başlayan ve kozalakların toplanmasına kadar devam eden süreç içinde, tozlaşma sonrasında meydana gelen dişi çiçek ve kozalak kayıpları ve döllenenmiş embriyo (boş tohum) oluşumu üzerinde, bahçede uygulanan bakım işlemleri de olumlu bir etki yapmamaktadır.

#### 4.2.7. Tohum bahçelerinde bakım, koruma ve işletme

Tohum bahçeleri, bol miktarlarda kaliteli tohumun devamlı ve kolay bir şekilde elde edilmesini sağlayan yüksek maliyetli tesisler oldukları için, entansif bir bakımı gerektirmektedirler. Özellikle ilk yıllarda aşılı fidanlar arasındaki diri örtünün tamamen kaldırılarak toprağın işlenmesi önerilmektedir. Daha sonraki yıllarda, doğal veya yapay olarak fazla boylandırmamak şartıyla çayır yetiştirilebileceği belirtilmektedir. Bu uygulama, toprak erozyonunu önlemekte veya azaltmakta, yangına karşı koruyucu olmakta, toprağa ilave organik madde sağlamakta ve bahçede çok iyi çalışma koşulları oluşturmaktadır. Periyodik olarak kurak olan alanlarda veya yağışın az olduğu yıllarda toprak rutubetini sağlamak üzere sulama yapılabilmektedir.

Tohum bahçelerinde gübreleme özellikle zayıf topraklar için önerilmektedir. Gübrenin tipi, miktarı ve uygulama zamanı türe ve sahaya göre değişmektedir. Genellikle azot, fosfor ve potasyumlu gübre karışımlarının çok kullanıldığı ve uygulamanın tohum verimi üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir. ABD’de, *Pinus elliottii* tohum bahçelerinde, her ağaç için yılda 1 kg azot (3 kg amonyum nitrat) kullanmak suretiyle ilkbahar sonunda veya yaz başında gübreleme yapılmaktadır. Fosfor ve potasyum eksikliği olan topraklarda her ağaca 2.5 kg süper fosfat ve 1-1.5 kg potasyum klorat verilmektedir. Asiditenin yüksek olduğu veya kalsiyum ve magnezyum eksikliğinin olduğu topraklara da kireç verilmektedir. Kuzey Karolina’da *Pinus taeda* tohum bahçelerinde, normal yağışlı yıllarda NPK gübrelemesinin ve kurak periyotlarda sulamanın tohum üretimini artırdığı bildirilmektedir (Barrett 1985). Birçok ülkede, çiçeklenmeyi teşvik eden azot, yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ürgenç (1982), Matthews’e dayanarak, tohum olgunlaşmasının iki yıl sürdüğü çam türlerinde, bir yılın ilkbaharında uygulanan gübrelemenin etkilerinin ertesi yılın ilkbaharındaki çiçeklenmede ve bir sonraki yılın sonbaharında da tohum veriminde gösterdiğini bildirmektedir. Tohumları bir yılda olgunlaşan iğne yapraklı ve geniş yapraklı türlerde ise, bir yılın ilkbaharında verilen gübrenin etkisi, ertesi yılın ilkbaharında çiçeklenme ve sonbaharında tohum veriminde görülmektedir.

Klonal tohum bahçelerinde aralamalar, döl denemelerinin sonuçlarına dayalı olarak, genel birleşme yetenekleri zayıf olan klonların bahçeden çıkarılması şeklinde yapılır. Klonların ayıklanmasında her klonun tohum üretim miktarı göz önünde tutulmalıdır. Eğer çamlarda olduğu gibi bir klon tohum üretmeyip bol miktarda erkek çiçek üretiyorsa ve iyi bir birleşme yeteneğine sahipse bahçeden çıkarılmamalıdır. Klonların seçiminde, uyumsuzluk dereceleri ve düşük hasılat veren rametlerin üretimine neden olan diğer faktörler de göz önünde tutulmalıdır.

Çam türlerinde yapılan aşılı çalışmalarının sonucunda, aşılı fidanlar, ilk bir iki yıl normal fidanlara göre zayıf gelişmekte fakat, daha sonraki yıllarda aşılı fidanlardan daha iyi gelişme yapmaktadırlar. Fidanlar arasındaki mesafenin başlangıçta geniş tutulması, boş tane oranının artmasında etkili olmaktadır. Bu durum, aralıkları çok geniş tutmayı sınırlamakta ve ağaçların yan dallarının ışık alımını engelleyecek şekilde birbirlerine yaklaşmalarından önce aralama yapılması gerekli kılmaktadır. Aralamanın şekli ve şiddeti ağaç türüne, gelişme durumuna ve bahçedeki klon dağılım desenine göre belirlenir. Aralamalarda, altlık – kalem uyumsuzluğu gösteren klonlarla, düşük kombinasyon yeteneği gösteren klonların çıkarılması öngörülmektedir. Ancak bazı durumlarda, aralamalardan sonra bahçede yeterli miktarda tohum üretimi sağlayacak sayıda birey kalmamaktadır. Bu nedenle, bazı yörelerde orijinal tohum bahçesine müdahale edilmeden bırakılması ve döl denemelerine dayalı olarak seçilen klonlarla ikinci generasyon tohum bahçelerinin kurulması tercih edilmektedir. Nitekim, ülkemizde bugüne kadar kızılçam türü ile toplam 63 adet olmak üzere 454 hektar klonal tohum bahçesi kurulduğu ve bu bahçelerden elde edilen tohumlarla ağaçlandırma yapılması halinde, boy yönünden %8 oranında genetik kazanç sağlanacağı belirtilerek, döl denemeleri sonuçlarına dayalı olarak kuruluşlarına başlanan genotipik tohum bahçelerinde bu kazancın %24 olacağı vurgulanmaktadır (Öztürk ve ark., 2004).

Tohum bahçelerinde çiçeklenme ve tohum verimini artırmak için, bakım çalışmalarının dışında, kök kesimi, budama, boğma ve hormon verme gibi çeşitli uygulamalar yapılmış, fakat çok başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Tepe budamalarının, tohum bahçelerinde zamanla boyları büyüyen bireylerden kozalak toplanmasını kolaylaştırdığı belirtilirken, çiçek ve tohum üretimi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu açıklanmamıştır. Ladin türlerinde kuvvetli budamaların tohum verimini azalttığı, ABD'deki güney çamlarında da budamalardan beklenen sonuçların alınmadığı belirtilmektedir (Werner 1975). Klonal tohum bahçelerinde 5-6 yaşından sonra tepe budamalarının yapılması tohum üretiminde zararlı etkiler

yaratabilmektedir. Antalya-Düzlerçamı'ndaki bir kızılçam klon parkında, tepe budamasının çiçek ve kozalak verimi üzerine etkileri konusunda yapılan bir araştırmada, tepe budamasının ilk iki yıl dışı çiçek verimini artırdığı, üçüncü yılda ise etkinin kaybolduğu saptanmıştır. Erkek çiçek üretiminde, kontrol parseli ile budananlar arasında anlamlı farklılık olmamakla beraber, çok fazla erkek çiçek üreten klonlar, budamadan sonraki çiçeklenme döneminde erkek çiçek üretimlerini azaltmışlardır. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, kozalak üretiminde sağladığı kolaylıklar da dikkate alınarak, kızılçam tohum bahçelerinde, boy gelişmesine bağlı tepe budamalarının en erken 3 yılda bir tekrarlanması önerilmiştir (Şengün ve Semerci 2002).

İğne yapraklı türlerle kurulan klonal tohum bahçelerinde, tepenin üst kısımlarından alınan aşı kalemlerinden gelişen bireylerde bol miktarda dışı çiçek oluştuğu, alt dallardan alınan kalemlerden gelişen bireylerde ise çok miktarda erkek çiçek meydana geldiği bilinmektedir. Bu nedenle, tacın üst kısmından alınan aşı kalemleri ile tesis edilen bahçelerde, ilk yıllarda yeterli polen üretimi olmadığından döllenme de gerçekleşmemekte ve tohum üretimi buna bağlı olarak gecikmektedir. Ürgenç (1982), sarıçam tohum bahçelerinde yeterli miktarda erkek çiçek üretiminin 10 yaşından sonra olduğunu belirtmektedir.

Tohum bahçelerinde çiçeklenmeyi artırmak için, gübreleme ve budama gibi çeşitli kültürel işlemlerin yanı sıra boğma, bitki büyüme maddelerinin kullanılması ve hormonal uygulamalar gibi yöntemlerden de yararlanılmaktadır. Hormon uygulamalarının çiçeklenme üzerindeki etkileri; Çevre koşullarına, ortet yaşına, hormon uygulama yeri, zamanı ve dozuna bağlıdır. Kısmi boğma gibi stres yaratan uygulamalardan ise başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Antalya'da bulunan bir kızılçam tohum bahçesinde, Giberellin enjeksiyonu, kısmi boğma, Giberellin enjeksiyonu + kısmi boğma işlemlerinin ve içsel hormon seviyesinin çiçeklenme üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçları, uygulanan işlemlerin ağaçlarda herhangi bir zarara neden olmadığını, ağaç boyunu ve çap artımını engellemediğini göstermiştir. Uygulamaların hiçbirisi dışı çiçek sayısında istatistiksel bir farklılık yaratmamıştır. Buna karşılık, giberellin uygulaması ve giberellin uygulaması ile kısmi boğma işleminin birlikte kullanılması, erkek çiçek sayısında, işlem yapılmamış ağaçlara oranla, 2-3.5 kat artışa neden olmuştur (Öztürk ve ark., 2005).

Tohum bahçeleri, ağaçlandırma programları için büyük önem taşıyan ve kuruluşları oldukça masraflı olan özel plantasyonlardır. Bu nedenle, çeşitli zararlılara karşı normal plantasyonlara göre çok daha fazla bir özenle korunmaları gerekir. Mantarların sebep olduğu hastalıklara, böcek zararlarına, kemirici hayvanların ve kuşların neden

olduğu zararlara karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Tohum bahçesi içinde uygulanan bakımla ilgili kültürel işlemler ve tohum hasat uygulamaları sırasında, ağaçların gövdelerinin ve dallarının kullanılan makine ve ekipmanlardan yaralanmamaları için azami dikkat sarf edilmelidir. Ağaçlar üzerinde meydana gelebilecek rüzgar ve don zararlarına karşı da önlem alınmalıdır. Yangınlara karşı, yangın şeritleri devamlı olarak temiz tutulmalı, bahçe içinde fazla boylu ot veya çayır yetiştirilmesine izin verilmemelidir.

Tohum bahçelerinden meyve veya kozalak toplanması, bahçenin kuruluş yerine, türe, bahçenin büyüklüğüne ve türün lokal veya ülke düzeyindeki ihtiyaçları karşılmasına göre değişir. İşçi ücretlerinin pahalı olması halinde veya büyük tohum bahçelerinde tohumların dökülmeden önce süratli bir şekilde toplanabilmeleri için özel makine ve ekipmanlarının kullanılması gerekir. Tohum bahçelerinde, tohum hasadında kullanılan ekipmanlar, meşcerelerden tohum toplamada kullanılan ekipmanlardan farklıdır. Tohum bahçelerinde tırmanma demirleri, ağaç bisikletleri gibi ağaçlarda zarar yapacak ekipmanlar kullanılmaz. Tohum bahçelerindeki fidanlar, geniş aralıklarla dikildiklerinden yerden itibaren dallanma olmakta ve bol güneşlenme sonucu ağacın alt dalları da kozalak vermektedir. Alt dallar üst dallara göre daha uzun olduklarından gövde üzerinden dallara basarak kozalıklara ulaşmak isterken veya dalları çekerken zarar verilebilir. Bu nedenle, alt dallardaki kozalaklar yerden ayaklı merdivenlerle toplanılır. Bu merdivenlerle 4 m yüksekliğe kadar kozalak toplamak mümkündür. Tohum bahçelerinde kozalak toplanmasında bir diğer yöntem ise, yerden veya merdiven üzerinden dal kesme makası ile kozalakların kesilmesidir. Bu şekilde 6 m kadar olan kozalakları almak mümkündür. Tohum bahçelerindeki kozalakların, doğal meşcerelerdekilere göre, daha büyük olması ve sapsularının da daha kalın olması nedeniyle, el ile koparılmaları zordur. Bu sırada dallara da zarar verilebileceğinden kozalaklar mutlaka bağ makası ile sapsuları dibinden kesilerek alınmalıdır. Tohum bahçelerinde, boyları 8 m az olan ağaçlardan tohum toplamak ve ağaçların taç kısımlarında bakım çalışmaları yapmak için yüksekliği ayarlanabilen yapı iskeleleri veya kendinden hareketli yükselen platformlar da kullanılmaktadır (Kellison 1975). Daha boylu ağaçlar için özel olarak hazırlanmış araçlara monte edilebilen ve 8 ile 20 metre arasındaki yüksekliklere ulaşabilen vinç tertibatlı hidrolikli platformlardan yararlanılmaktadır. Eskişehir orman fidanlığında yer alan sarıçam, sedir ve piramidal karaçam tohum bahçelerinde de tohum toplama uygulamalarında bu tip platformlardan yararlanılabilmektedir (Resim 54).



Resim 54. Eskişehir orman fidanlığında bulunan sarıçam tohum bahçesinde kozalak toplama işlemi (Foto: T. Karakaya)

Bazı çam türlerinin kozalakları kolaylıkla düşebilir. Bu nedenle bunların kozalakları elle toplanır veya mekanik ağaç sarsıcılar ile düşürülür. Kozalakları ağaçtan kolay ayrılmadığı türlerde hidrolik platformlar kullanılır. Avustralya'da *Pinus radiata* tohum bahçelerinde bir işçi günde 1.8 kg tohum toplarken, hidrolik platform ile günde 6 kg tohum toplanabilmektedir (Barrett 1985). Tohum üretimi; ağaç türü, ağaç yaşı, bahçenin kuruluş yeri ve yönetimi gibi hususlara bağlı olarak değişiklik gösterir. Bir tohum bahçesini, potansiyel tohum üretimine karar vermek üzere ağaçlandırma programlarına uygun olarak yönetmek önemlidir. ABD'de yüksek hasılat veren bir *Pinus elliottii* tohum bahçesinde, hektarda 160 kg tohum üretilirken, Avustralya'da bu türden elde edilen normal tohum hasılatı hektarda 83 kg dır. 10 yaşındaki *Pinus radiata* tohum bahçesinde ortalama tohum hasılatı hektarda 22 kg dır (Barrett 1985). Ülkemizde, kızılçamda 7, karaçam ve sarıçamda 10 yaşını doldurmuş bahçelerden üretim programları verilmektedir. Ancak bu bahçeler de daha optimal üretim yaşına ulaşmamışlardır. Optimal verim yaşında tohum bahçelerinden beklenen hektardaki tohum verimi; kızılçam için 100 kg, karaçam için 50 kg, sarıçam için 25 kg, fıstıkçamı için 300 kg, sedir için 200 kg ve ladin için 75 kg olarak tahmin edilmiştir (Topak 1990). Tohum bahçelerinden toplanan tohumlar, doğal

meşcerelerden veya plantasyonlardan toplanan tohumlara göre genellikle daha büyüktürler ve daha iyi çimlenme yeteneği gösterirler.

#### **4.2.8. Türkiye’de tohum bahçelerinin ağaç ıslahı stratejisindeki yeri**

Türkiye’de tohum kaynaklarının seçimi ve üstün nitelikli bireylerle tohum bahçelerinin kuruluşu çalışmaları 1969 yılından beri Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. 1993 yılında Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü ile Finlandiya-ENSO Developmet OY. firmasının iş birliği ile gerçekleştirilen “Tüplü Fidan Üretimi ve Ağaç Islahı Tekniklerinin Geliştirilmesi Projesi” kapsamında, “Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı (1994-2003)” hazırlanmıştır (Koski ve Antola 1993). 1994 yılından itibaren orman ağaçlarının ıslahı ile ilişkili çalışmalar bu program çerçevesinde yürütülmektedir. Daha sonra, Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi (TARP) kapsamında, Ormancılık Araştırma Master Planı (1995-1998) hazırlanmış, ve bu plan içinde yerli ve yabancı hızlı gelişen türlerle endüstriyel plantasyonlar kurulmasına yönelik ağaç ıslahı araştırmaları öncelikli olarak yer almıştır (Anon. 1995). Kızılcım, Milli Ağaç Stratejisi ve TARP Projesi kapsamında önerilen programlar arasında farklılıklar olmasına rağmen, doğal çam türlerimiz içinde, genetik ıslah çalışmalarına en uygun tür olarak benimsenmiştir. Nitekim, bu türün ıslah çalışmalarındaki önemi ve endüstriyel plantasyonlar vasıtasıyla, ülkemizin odun hammaddesi üretimine yapacağı katkılar çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Birler 1995, Şıklar 1998, Boydak ve Çalıköğlü 2000, Erkan 2002, Boydak 2003, Tunçtaner 2003). Kızılcımın ülkemizde çok geniş bir doğal yayılışa sahip olması (4.2 ha) ve hızlı gelişme özelliği nedeniyle ağaçlandırmalarda en çok kullanılan türlerin başında gelmesi onun önemini bir kat daha arttırmaktadır. Boydak ve ark. (2006), kızılcım odununun çeşitli endüstri kollarında kullanılmasının yanı sıra, lif boyutlarının uygun olması nedeniyle kağıt endüstrisinde de kullanıldığını belirterek, bu durumun kızılcımda hacim, dolayısıyla büyüme yönünden bir ıslahı ön plana çıkardığını vurgulamaktadır. Ayrıca, türün hızlı gelişme yanında kalite özelliklerinin de ıslah edilmesi gerektiğini, bunun için kızılcımın orta ve üst kuşakta, az da olsa alt kuşakta genetik ıslah çalışmalarında yararlanılabilecek kaliteli popülasyonlarının bulunduğunu ifade etmektedir.

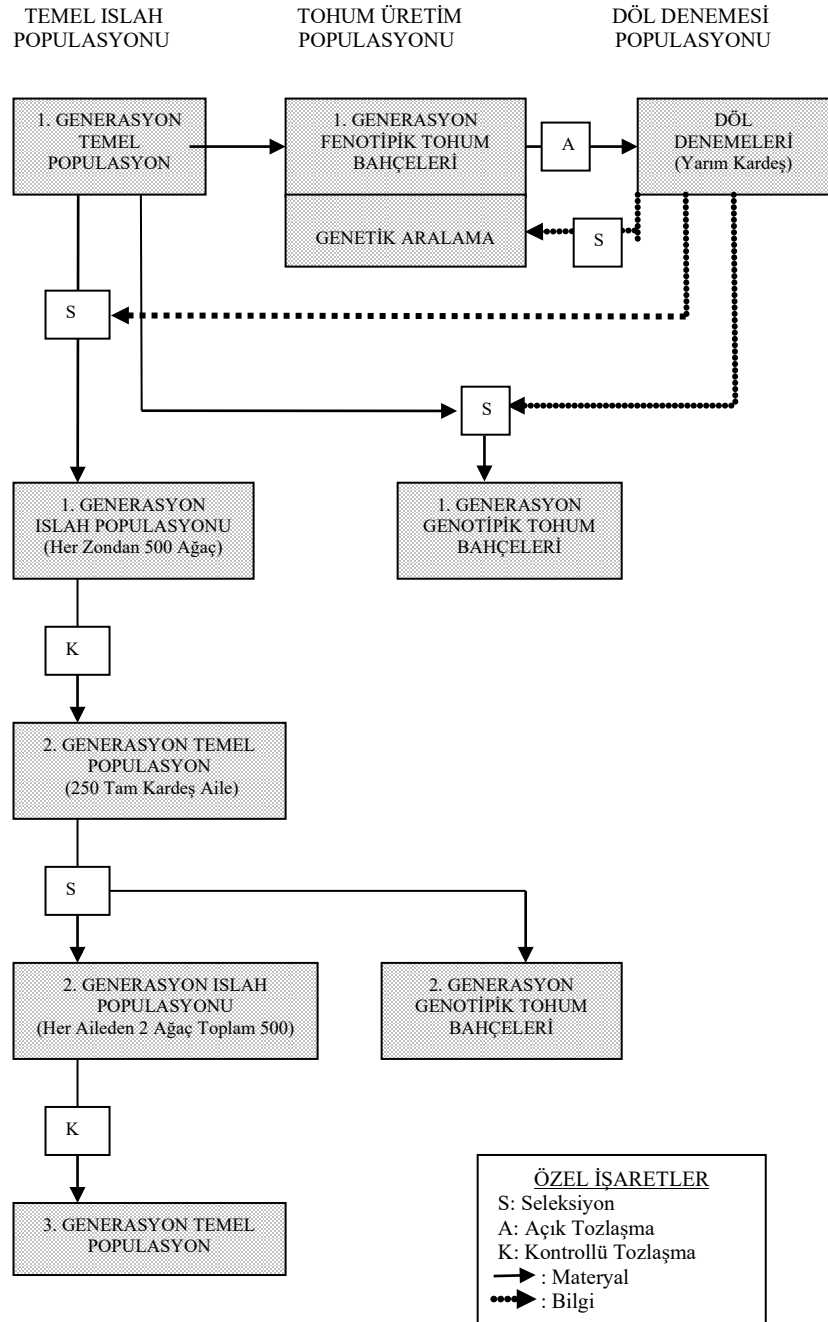
Türkiye Milli Ağaç Islahı Ve Tohum Üretim Programı’nda ıslah çalışmalarına konu olacak türler belirlenirken, türlerin yayılış alanları,

orman işletmeciliğindeki önemleri, türlere ait tohum ihtiyaçları ve plantasyon ormancılığındaki yerleri ön planda ele alınmıştır. Ayrıca, ağaçlandırma potansiyelinin belirlenmesinde, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü (AGM) ve Orman Genel Müdürlüğü (OGM) nün ağaçlandırma ve yapay gençleştirme çalışmalarında kullandığı türlerin mevcut eğilimleri ile AGM'nin hazırladığı master planlar ve OGM'nin amenajman planları da göz önünde tutulmuştur. Türlerin bugünkü ekonomik değerlerinin gelecekte de devam edeceği varsayılarak, entansif ıslah çalışmalarına konu olacak türler olarak, kızılçam, karaçam, sarıçam, sedir ve kayın türleri belirlenmiştir. İdare süreleri ve çiçeklenme yaşları dikkate alındığında, bu türler içinde ıslah çalışmalarına en uygun tür olarak kızılçam seçilmiştir. Türlerin gen kaynaklarının çeşitli nedenlerle yok olma tehlikesi karşısında, Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim Programı, öncelikle gen kaynaklarının korunmasını hedefleyen ve gerektiğinde ıslah çalışmalarının ihtiyaç duyduğu seleksiyonların yapılmasını sağlayacak bir master plan olarak hazırlanmıştır (Koski ve Antola 1993). Programın kısa ve uzun vadeli ıslah çalışmalarına ayrılması ve mümkün olduğu kadar esnek olması temel prensipler arasında yer almış, ayrıca uzun dönem çalışmaları için, ıslah popülasyonlarının tüm genetik çeşitliliği kapsayacak şekilde belirlenmesi planlanmıştır. Ülkemizde çok kısa mesafelerde ekolojik koşulların değişmesi nedeniyle, başlangıçta popülasyonlar arasında farklılaşmalar olacağı varsayımından hareket edilmiş, bölgesel ve rakımsal olarak ayrı ayrı alanların bir araya getirildiği ıslah zonlarında, kızılçam ve karaçamda en az 300, diğerlerinde en az 500 bireyin bulunması öngörülmüştür. Uygulamada birinci önceliğin verildiği kızılçamda geçmişte seçilen ve tohum bahçelerine aktarılmış olan üstün ağaçlarla birlikte, yapılan ilave seçimler sonucunda ıslah popülasyonlarına dahil edilen birey sayısı yaklaşık 2200 olmuştur. Böylece gerek bölgesel gerekse rakımsal olarak popülasyonlar arasında meydana gelebilecek farklılaşmalar, öngörülen popülasyon büyüklüğüne ulaştırılmış olarak ıslah zonlarında gruplandırılmıştır.

Tarımsal Araştırma Projesi orman genetiği danışmanı, M.D.Wilcox, kızılçamın mevcut tohum bahçelerindeki klonları için, açık tozlaşma döl denemelerine öncelik verilmesi gerektiğini belirterek, kızılçam için bir ıslah stratejisi ve çalışma programı önermiştir (Wilcox 1994). Bu programda, mevcut 21 adet kızılçam tohum bahçesindeki 525 klon ile açık tozlaşma döl denemelerinin kurulması önerilmiştir. Üç ayrı yerde kurulacak denemelerin amacı, klonların genel birleşme yeteneklerini karşılaştırmak ve orijinlerine bakmadan geniş uyum yeteneğine sahip 35-50 klon ile 1.5 generasyon tohum bahçelerini



kurmak şeklinde açıklanmıştır. Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim programında ise, ülkenin farklı bölgelerinde ve yükseltelerinde yayılış gösteren kızılçam populasyonlarının tek bir ıslah populasyonu altında toplanmasının yaratacağı sakıncaları ortadan kaldırmak ve genetik çeşitliliği daha iyi örneklemek için, çalışmalar ıslah zonları bazında planlanmıştır. Seçilen üstün ağaçlar bölge ve yükseltelerine bağlı olarak, belirlenen ıslah zonlarına dağıtılmışlardır. Islah zonları ile genotiplerin test edileceği çevre koşulları belirlenmiştir. Programa göre kızılçamda döl denemelerinin tesis edilmesi planlanan altı ıslah zonu bulunmaktadır. Türkiye Ağaç Islahı Stratejisi (Şekil 41) çerçevesi içinde, ıslah çalışmalarının yürütüleceği ıslah zonlarında, kısa süreli ıslah çalışmaları için seçilen üstün ağaçların ıslah değerlerinin bulunması, ıslah değerlerine göre yapılacak seleksiyonla birinci kuşak genotipik tohum bahçelerinin (1.5 generasyon tohum bahçeleri) kurulması ve mevcut tohum bahçelerinde genetik ayıklamaların yapılması öngörülmüştür. Klonların ıslah değerlerinin iyi tahmin edilebilmesi, daha kısa sürede sonuç alınabilmesi ve maliyetinin düşük olması nedeniyle açık tozlaşma döl denemelerinin kurulması uygun görülmüştür (Öztürk ve Şıklar 2000, Öztürk ve ark., 2004).



Şekil 41. Türkiye milli ağaç ıslahı stratejisi (Orman Ağ. ve Toh. Is. Arş. Md.lüğü)

Döl denemelerinin kuruluşları ile ilgili ilk çalışmalar kızılçam türünde başlatılmıştır. Akdeniz bölgesi alçak yükselti kuşağı (0-400 m) ıslah zonunda mevcut, altı adet klonal tohum bahçesinde yer alan 168 klondan ve 140 adet seçilmiş üstün ağaçtan toplanan açık tozlaşma ürünü tohumlarla, Fethiye, Antalya ve Ceyhan'da iki seri döl denemesi tesis edilmiştir. Bu deneme alanlarında 4. yıl sonunda yapılan değerlendirmelerin sonuçlarına göre; tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazanç %8.1 olarak hesaplanmıştır. Her bir tohum bahçesinde 20 klon bırakılacak şekilde bir genetik ayıklama yapılması sonucunda, tohum bahçelerinden elde edilecek genetik kazanç %13.2 olmaktadır. Islah değerlerine göre birinci ve ikinci seri denemelerde en yüksek ıslah değerine sahip 30 klonla kurulacak genotipik tohum bahçelerinden elde edilecek genetik kazanç, birinci seri denemelerde %24.9 ve ikinci seri denemelerde %14.6 olarak hesaplanmıştır (Öztürk ve ark., 2004). Daha önce de belirtildiği gibi, Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim Programı çerçevesinde yürütülecek ağaç ıslahı çalışmaları için, kızılçam, karaçam, sarıçam, sedir ve kayın türleri öncelikli olarak seçilmişlerdir. Bu türler için belirlenen ıslah zonlarında, döl denemeleri, klonal tohum bahçesi kuruluşları ve tohum üretim programları, türler için ayrı ayrı hazırlanan çalışma programlarında açıklanmıştır.

## 5. BİYOTEKNOLOJİ

Biyoloji ve teknoloji terimlerinden türetilmiş olan **Biyoteknoloji**, dar anlamda teknolojinin biyolojiye uygulanması şeklinde tanımlanabilir. Kaya ve Işık (1988), bu tanımı, **Biyoteknoloji, biyolojik bilimlerdeki gelişmenin teknolojik gelişmelerin yardımıyla uygulamaya aktarılması ve ticari amaçlara yönelik olarak kullanılmasıdır** şeklinde genişletmiştir. Son yıllarda geliştirilen yeni yöntemlerle kurulan *biyoteknolojik metodoloji*, biyolojik organizmaların genomlarında, genlerinde ve nukleotid sıralarında önemli değişiklikler yapılabilmesini sağlamıştır. Biyoteknolojinin konusu içine giren çalışmaların çoğu, genetik materyaller ve özellikle, genler üzerindeki düzenlemeleri kapsadığından, bu tarzdaki yöntemler, *DNA manipulasyonları*, *genetik manipulasyonlar* veya *gen mühendisliği* olarak da tanımlanmaktadır (Arda 1990).

Biyoteknoloji konusundaki son gelişmeler, orman ağaçlarının genetik ıslahında da, yeni bir alanın ortaya çıkmasına yol açmıştır. Biyoteknoloji, ağaçların uzun hayat dönemleri nedeni ile, genetik ıslah çalışmalarında ortaya çıkan bazı sorunların giderilmesinde ve genetik uygulamaların hızlandırılmasında önemli katkılar sağlamaktadır. Otsu bitkilerde uygulanan; doku kültürü, genetik mühendisliği ve moleküler biyoloji çalışmalarında kullanılan teknikler orman ağaçlarında da uygulanmaya başlanmıştır. Mikro vejetatif üretim (doku kültürü) olarak isimlendirilen klonal üretim, organ kültürü (organogenesis) ve embriyo kültürü (somatic embryogenesis) gibi *in vitro* teknikler ile birçok odunsu bitkide gerçekleştirilmiştir. Bu durum, biyoteknolojinin temel tekniklerinin, ticari yönden önemi olan orman ağaçları için de geliştirilerek uygulanabileceğini göstermektedir. Aynı zamanda biyoteknoloji ile ilgili birçok uygulama, orman ağaçlarının genetik ıslahı için ümit vermektedir. Bunlar; mikro üretim ile hızlı çoğaltma, klonal seleksiyonlar, genetik materyal (germplasm) muhafazası, moleküler markırlar, genom haritalaması, izolasyon, klonlama ve gen nakli çalışmalarıdır.

## 5.1. DOKU KÜLTÜRÜ ( MİKRO ÜRETİM )

Doku kültürü, geleneksel generatif ve vejetatif üretim şekillerine göre önemli farklılıklar gösteren bir mikro üretim yöntemidir. Ortamın ve gıdanın kesinlikle kontrol edilebildiği test tüplerinde veya diğer özel kaplar içinde, steril şartlarda, çok küçük bitki parçalarından (meristem, polen, anter, protoplast, kök veya yaprak parçaları gibi), dokularından veya hücrelerinden yeni bitkilerin üretimini kapsar. Doku kültüründe üretim, *in vitro* sistem ile olur, bu da laboratuvar imkanlarını ve mantar bakteri ve diğer mikroorganizmaların kültürlerinde kullanıldığı gibi aseptik tekniği gerekli kılar. Gelişmiş ülkelerde bu teknik, bir yandan değişik bitki türlerini üretme, ıslah etme, mantar, bakteri ve virüs hastalıklarından koruma yönlerinde yeni araştırma bulgularıyla bilimsel olarak geliştirilirken, diğer yandan da, ticari yarar sağlayıcı uygulamalarda kullanılmaktadır. Doku kültüründen aşağıda belirtilen amaçlara yönelik olarak yararlanılmaktadır:

- Geleneksel generatif ve vejetatif üretim yöntemleriyle çoğaltılması zor olan bitkilerin üretilmesi
- Seçilen genotiplerden kısa sürede klonal saflıkta çok sayıda bitki üretilmesi
- Mantar, bakteri ve virüs hastalıklarının bulunmadığı bitkiler üretilmesi
- Bitki ıslahı ve reziztant ıslahı çalışmalarının yürütülmesi
- Kıymetli germplazm materyalinin uzun süreli muhafazası
- Çeşitli kimyasal maddelerin üretimi

Doku kültürü konusundaki biyolojik prensipler, ilk olarak 1902 yılında Alman bitki fizyolojisti Haberlandt tarafından ortaya atılmıştır. 1939 yılında Fransa'da Nobercourt ve Gautheret ile ABD'de White birbirlerinden bağımsız olarak sentetik bir ortamda bitki kallus dokularının kültürünü elde ettiklerini açıklamışlardır. 1948 yılında Wisconsin Üniversitesinde Skoog ve arkadaşları, sitokin ve hormonlar vasıtasıyla tütün bitkisinin kallusundan sürgün ve kök gelişimini sağlamışlardır. Organ oluşumunun başlangıcı olan bu uygulama, mikro üretimin bağımlı olduğu prensipleri belirlemiştir. Diğer önemli bir gelişme kallus hücre suspensiyonlarından somatik embriyo regenerasyonunun sağlanması olmuştur (Hartmann ve Kester 1983).

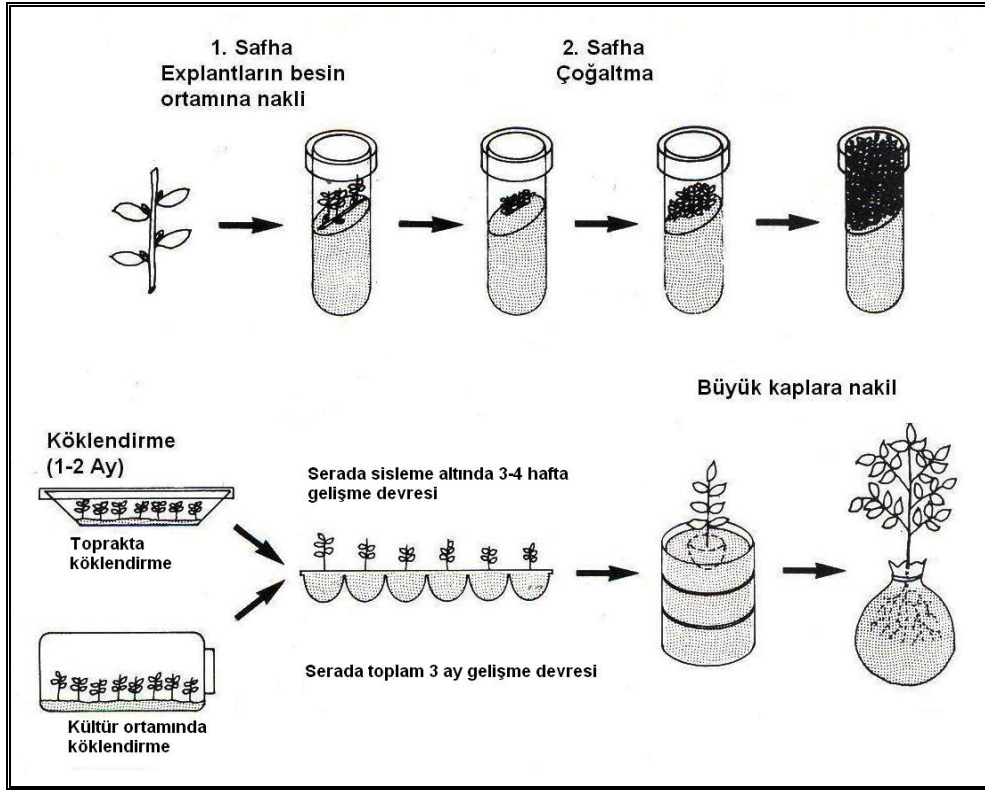
Bitkilerin doku kültürü teknikleri ile rejenerasyonları ve ticari üretimleri son yıllarda gittikçe gelişmekte olan bir konudur. Doku kültürü birçok bitkide, geleneksel üretim yöntemlerine karşı önemli bir

alternatif olmaktadır. Üretim yönünden bu tekniğin en büyük avantajı, sayısı sınırlı olan ana bitkiden klonal saflıkta çok sayıda yeni bitkiler elde edilebilmesidir. Örneğin, krizantemin 0.5 mm lik sürgün uçlarını kullanarak yapılan mikro üretim çalışmaları sonucunda bir yılda  $9 \times 10^{14}$  adet bitki elde edilebileceği bildirilmektedir (Gönülşen ve Özcan 1983a).

Ülkemizde, bitkilerde mikro üretim çalışmaları ilk defa 1978 yılında Ege Bölge Ziraat Araştırma Enstitüsü'nde bazı tarım bitkilerinde başlatılmıştır. Klasik yöntemlerle çoğaltılmasında güçlük çekilen bitkilerin kısa zamanda çok sayıda üretilmeleri, çeşitli enfeksiyon hastalıklarından korunmuş damızlık bitkilerin elde edilmesi ve kıymetli gen kaynaklarının kontrollü ortamlarda uzun süreli muhafazaya alınması için doku kültürü tekniklerinden yararlanılmıştır. Üretim çalışmalarında zambak, kayısı çiçeği, hıyar, asma, erik ve salep gibi bitkiler ele alınmıştır. Bitkilerin kalite ve verimleri üzerinde çok olumsuz etkiler yapan virüs hastalıklarından uzak damızlıkların elde edilmesi birçok bitki türünde başarılıdır. Başta üzüm çeşitleri olmak üzere meyvelere ait gen kaynaklarının arazide muhafazalarının yanı sıra doku kültürü teknikleri ile muhafaza edilmeleri konusundaki araştırmalara başlanmıştır (Gönülşen 1983). Bu amaçla, çeşitli bitkilerde yapılmış kültürler sonucunda elde edilen kallus hücreleri veya bitkiciklerin muhafazası için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Uzun süreli muhafaza çalışmalarına esas olmak üzere, asmanın organ kültürü ile çoğaltılabilme potansiyeli araştırılmıştır.

### **5.1.1. Doku kültürü yöntemleri**

Doku kültürü, genel anlamda bitki parçalarının, dokularının veya hücrelerinin aseptik ortamlarda büyütülmesini ve geliştirilmesini kapsar. Bitki türlerine göre bazı değişikliklere uğrayan bu prosedür, birbirini takip eden aşamalar şeklinde yürütülür. Bu safhalar; kültürün tesisi, çoğaltma, transplantasyon öncesi işlemler ve transplantasyondur. Steril koşullarda ve yapay ortamda bulunan kültürün, sera veya fidanlık gibi daha zor koşullara sahip yerlere transfer edilerek fidan halinde geliştirilmesi en uygun yöntemlerin kullanılmasını gerekli kılmaktadır (Şekil 42).



Şekil 42. Orman gülü (*Rhododendron* sp.) nün mikroüretim aşamaları (Hartmann ve Kester 1983)

Doku kültüründe beş temel vejetatif üretim yöntemi vardır :

1. Meristem uçlarının uzaması
2. Apikal meristemden oluşan yardımcı sürgünlerin büyümesi
3. Arızı sürgünlerin oluşması
4. Embriyo kültürü (Embryogenesis), sürgün ve köklerin aynı zamanda meydana gelmesi
5. Organ kültürü (Organogenesis), sürgün ve köklerin farklı zamanlarda meydana gelmesi

Suspensiyon kültürleri çok sayıda münferit hücre ihtiva ettikleri için, suspensiyon metotları (embryogenesis ve organogenesis), çok küçük bir ortamda ve en düşük maliyetle binlerce klonlanmış bitkicik (plantlet) üretilmesi yönünde en iyi potansiyele sahiptir.

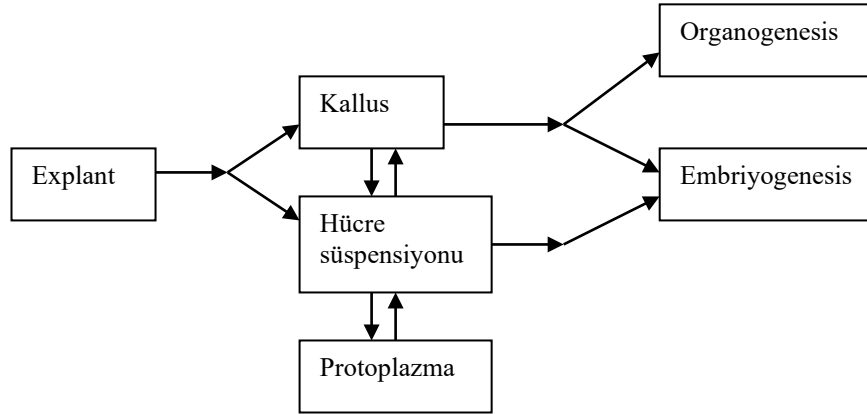
Tüm doku kültürü sistemleri, çok küçük bitki parçalarının mikroorganizma enfeksiyonlarından etkilenmeden bir kültür ortamı

içine aktarılmasıyla başlar. Bitki parçacığı (**Explant**), doku kültürü sisteminin temelini oluşturur. Bitki parçacığının gelişmesinden elde edilen yeni sürgünler veya kallus, yeni kültürlerle daha çok çoğaltılmak üzere tekrar küçük parçalara (**propagule**) bölünür. Sonunda, yeni kökler veya yeni sürgün ve kökler geliştirilmek suretiyle klonal **bitkicikler** (Plantlet) üretilir.

Aseptik *in vitro* kültürün uygulandığı doku kültürü sistemleri, genel olarak iki ana sınıfa ayrılır (Hartmann ve Kester 1983):

- I. Sınıf : Yeni bitkilerin üretimi vejetatif parçalardan veya dokulardan sağlanır
1. Meristem uç kültürü
  2. Mikro aşılama
  3. Sürgün ucu kültürü
  4. Arızı sürgün kültürü
  5. Doku ve hücre kültürü
    - a. Kallus kültürü
    - b. Hücre suspensiyonları
    - c. Protoplazma kültürü

Kallus, hücre ve protoplazmanın tüm bir bitkiyi oluşturmaya yönelik ilişkileri Şekil 43'te gösterilmiştir :



Şekil 43. Bitki oluşumunda kallus, hücre ve protoplazma ilişkileri

- II. Sınıf : Yeni bitkilerin üretimi mevcut üretim materyalinden sağlanır
1. Anter ve polen kültürü



2. Ovül kültürü
3. Embriyo kültürü
4. Tohum kültürü
5. Spor kültürü

Yukarıda belirtilen doku kültürü sistemlerinde kullanılan materyal (explant), birçok türde; tesis, çoğalma, şaşırtma öncesi işlemler (kök oluşumu, dış koşullara alıştırma gibi) ve şaşırtma şeklinde birbirini takip eden dört safha içinde gelişimini tamamlamaktadır. Ancak, üreticiye ve türe bağlı olarak bu safhalarda değişiklikler yapılabilir. Doku kültürü ile üretilen bitkiciklerin (plantlet), steril koşullardaki yapay ortamlardan sera ve fidanlık gibi açık alan koşullarına başarı ile transfer edilebilmeleri, türlere uygun prosedürlerin uygulanmasına bağlıdır.

### 5.1.2. Kültür ortamları

Mikro üretimde kültür ortamlarının içerikleri, bitki çeşidine ve üretim safhasına göre değişmektedir. Bu ortamların iki önemli fonksiyonları vardır. Birincisi, izole edilen materyalin (explant) ve daha sonra bundan çoğaltılan parçaların (propagule) gelişmeleri için temel besin maddelerini sağlamak, ikincisi ise hormon kontrolü ile büyüme ve gelişmeyi yönlendirmektir. Kullanılan başlıca hormonlar *auxins* ve *cytokinin* dir, fakat bazı özel durumlarda *gibberellin* ve *abscisic acid* de kullanılmaktadır. Hormon kontrolü; hormon veya büyüme düzenleyicisinin çeşidi, konsantrasyonu ve kullanılma sırasına göre yürütülür. Kültür ortamları genellikle standart karışımlar olarak kullanılır, ve içerikleri; inorganik tuzlar, organik bileşimler, kompleks doğal maddeler ve diğer destekleyici maddelerden oluşur (Tablo 14).

Tablo 14. Doku kültüründe kullanılan çeşitli besin ortamları (Hartmann ve Kester 1983)

Bileşim	Murashige and Skoog (MS)	Woody Plant Medium (WPM)	Anderson (AND)	Gamborg B5
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	165.00 g/l	40.00 g/l	40.00 g/l	-
KNO <sub>3</sub>	190.00 g/l	-	48.00 g/l	250.00 g/l
Ca(NO <sub>3</sub> .4H <sub>2</sub> O)	-	55.6 g/l	-	-
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	99.00 g/l	-	-
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	37.00 g/l	37.00 g/l	37.00 g/l	25.00 g/l
MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	1.69 g/l	2.23 g/l	1.69 g/l	1.00 g/l
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.86 g/l	0.86 g/l	0.86 g/l	0.2 g/l
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.0025 g/l	0.0025 g/l	-	0.0025 g/l
NH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	-	13.4 g/l
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	44.00 g/l	9.6 g/l	44.00 g/l	15.00 g/l
KI	0.083 g/l	-	0.083 g/l	0.075 g/l
CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.0025 g/l	-	0.083 g/l	0.0025 g/l
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	17.00 g/l	17.00 g/l	-	-
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0.62 g/l	0.62 g/l	0.62 g/l	0.30 g/l
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.025 g/l	0.025	0.025 g/l	0.025 g/l
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	-	-	38.00 g/l	15.00 g/l
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	2.784 g/l	2.78 g/l	5.57 g/l	2.78 g/l
Na <sub>2</sub> EDTA	3.724 g/l	3.73 g/l	7.45 g/l	3.725 g/l
Thiamin.HCL	0.10 g/l	0.10 g/l	0.04 g/l	1.00 g/l
Nicotonic acid	0.05 g/l	0.05 g/l	-	0.10 g/l
Pyridoxine.HCl	0.05 g/l	0.05 g/l	-	0.10 g/l
Glycine	0.20 g/l	0.20 g/l	-	-
Myo-inositol	10.00 g/l	10.00 g/l	10.00 g/l	10.00 g/l

Organ kültürü ile üretilen birçok türde, *in vitro* sürgün oluşumu öncelikle cytokinin katkısı ile hormonal olarak teşvik edilir. Kök oluşumu ise tipik olarak auxins ile sağlanır. Kültürde kökleri ile büyüyen bir sürgün elde edildiği zaman, bu bitkicikler toprak içine transfer edilebilir ve daha sonra klonal üniformite ve diğer özellikler yönünden testlere tabi tutulabilirler.

## 5.2. ORMANCILIKTA BİYOTEKNOLOJİ

Biyoteknolojideki son gelişmeler, orman ağaçlarının genetik ıslahı konusuna da yeni bir alan kazandırmıştır. Otsu bitkilerde uygulanan, doku kültürü, genetik mühendisliği ve moleküler biyoloji çalışmaları ile ilgili temel teknikler, değişik başarı dereceleri ile orman ağaçlarında da uygulanmaya başlanmıştır. Bu durum, biyoteknolojide kullanılan temel tekniklerin, ticari önemi olan orman ağaçlarında daha yaygın bir şekilde uygulanabilmesi için geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bununla beraber, orman ağaçlarının genetik ıslahı konusunda ümit veren birçok biyoteknolojik uygulama mevcuttur. Bu uygulamalar; mikroüretim ile hızlı çoğaltma, somaklonal seleksiyonlar, genetik materyal (germplasm) muhafazası, gen transferi, moleküler belirteçler, ve genom haritalaması gibi konuları kapsamaktadır.

Orman ağaçlarında, doku kültürü çalışmaları 1950'li yıllardan beri sürdürülmektedir. Gimnospermlerde *in vitro* organ oluşumu ilk defa 1950 yılında Ball tarafından saptanmıştır ve daha sonra, *in vitro* kültür teknikleri, araştırma ve geliştirme alanlarında büyük bir değişim gösteren temel konulara ve uygulamalara ait sorunları izleme yönünden vazgeçilmez bir öneme sahip olmuştur (Thorpe 1977b).

Orman ağaçlarında mikroüretim genellikle organ kültürü (organogenesis) ve somatik embriyo kültürü (embriyogenesis) olmak üzere iki yoldan yapılmaktadır. Somatik embriyolar birçok yapraklı ve iğne yapraklı orman ağacı türünde üretilebilmekte, ancak, somatik embriyoların olgunlaşmaları ve çimlenmeleri ile somatik fidanların gelişmeleri konularında önemli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Organ kültürü ise, birçok odunsu bitkide, embriyo, kotiledon, sürgün gibi genç bitkilerden alınan eksplantlar ile gerçekleştirilmektedir. Yaşlı ağaçların doku kültürü ile üretilmeleri oldukça zordur. Son zamanlarda, karakavak, titrekkavak, huş, sekoya gibi türlerde yaşlı ağaçların doku kültürü ile üretilmelerinde önemli başarılar sağlanmıştır. Doku kültürü ile ilişkili olarak ortaya çıkan çeşitli sorunların çözülmesine çalışılırken hücre-suspensiyon kültürü üzerinde yoğunlaşmış ve bu amaçla yeni birçok tür araştırmalara dahil edilmiştir. *Pinus palustris*, *P. taeda*, *P. caribaea*, *Pseodotsuga menziesii* ve *Tsuga heterophylla* gibi türlerde embriyo kültürü uygulanmış, daha sonraları bazı kavak ve okaliptus türleri ile *Pinus contorta*, *P. radiata*, *P. banksiana* ve *Picea sitchensis* gibi türlerde kallus ve hücre-suspensiyon kültürü gerçekleştirilmiştir

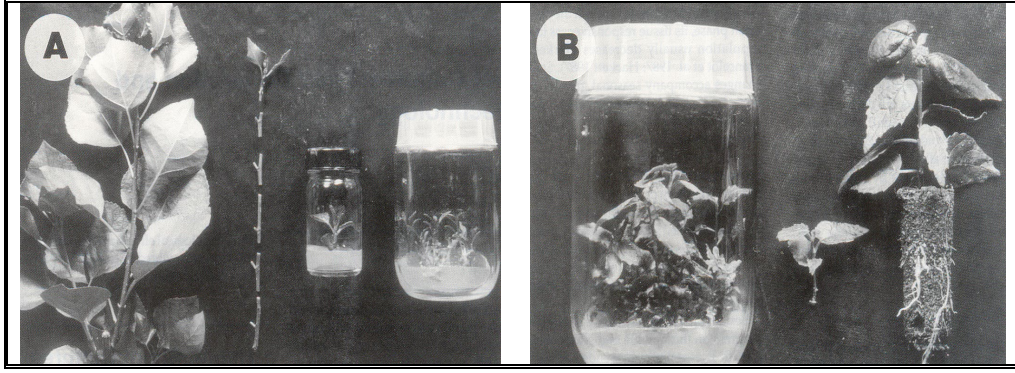
(Dormling ve ark., 1976, Eriksson ve ark., 1977, McKeand ve Weir 1984, McCown 1997). Ancak, bu üretim tekniği ile üretilen fidanların ticari plantasyonlara aktarılması, fidan maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle ekonomik yönden sakıncalı bulunmuş ve birkaç türün dışında, bu konuda başarı sağlanamamıştır. ABD’de *Pinus taeda* türünde yapılan doku kültürü çalışmaları ile üretilen bir klonal fidanın maliyeti tohumdan üretilen bir fidana göre oldukça yüksek bulunmuştur. Doku kültürü ile üretilen bin adet fidan için yapılan masraf 50- 400 \$ arasında değişirken, tohumdan üretilen çıplak köklü bin adet fidanın maliyeti 20\$’dır. Doku kültürü ile üretilen fidanların bin adedinin, 50- 100 \$ maliyetle üretilmesi halinde, güney-doğu ABD’de bu tekniğin ekonomik olarak kabul edilebileceği belirtilmektedir (McKeand ve Weir 1984). Yeni Zelanda’da Tasman Ormancılık Şirketi, doku kültürü tekniği ile her yıl 33 klondan 3 milyon *Pinus radiata* fidanı üretmektedir (Wilcox 1994a).

Ülkemizde kavak dışındaki orman ağaçlarının doku kültürü ile üretimleri konusunda yapılan çalışmalar yeterli düzeyde değildir. Sadece mikroüretim teknolojisinin uygulanmasına yönelik bazı araştırmalar gerçekleştirilmiştir: Önemli orman ağacı türlerimizden kızılçamda, farklı BAP ve sakkaroz konsantrasyonlarının *in vitro* koşullarda embriyo gelişimine etkisi konusunda bir araştırma sonuçlandırılmıştır. Çalışmada kullanılan WPM besin ortamına sakkaroz eklenmesi durumunda embriyo gelişmesinin daha iyi olduğu belirlenmiştir (Yahyaoğlu ve Üçler 1993). Ayrıca, “Kafkas İhlamuru (*Tilia rubra*) Embriyolarında *In Vitro* Koşullarda Fidan Elde Edilmesi” (Yahyaoğlu 1995), “*Picea abies* ve *Betula pendula*’nın Doku Kültürü Tekniği ile Vejetatif Yolla Üretilmesi İmkanları” (Yahyaoğlu 1986), “*Betula medvediewii*’nin Doku Kültürü Teknikleri ile Üretilmesi” (Yahyaoğlu ve ark., 2000) ve “Sahil Sekoyası (*Sequoia sempervirens*)’nda Farklı Hormon Konsantrasyonlarının *In Vitro* Koşullardaki Plantlet Gelişimi Üzerine Etkileri” (Gerçek ve ark., 1998) isimli araştırma çalışmaları yapılmıştır. Ülkemizde endemik bir tür olan sığla (*Liquidambar orientalis*)’nin doku kültürü ile üretilmesi konusunda da çalışmalar yürütülmüştür. Çalışmada, sürgün uçları ve tomurcuklar eksplant olarak kullanılmıştır. Kallus ve sürgün oluşumu ile bitkiciklerde köklenmenin sağlanabilmesi için uygun besin ortamlarının belirlenmesine çalışılmış, ancak seraya aktarılan çok az sayıda bitkinin yaşatılması mümkün olmamıştır (Genç 1999).

Kavak türlerinde yapılan biyoteknolojik araştırmalar, diğer ağaç türleri için model olarak kabul edilmektedir. Birçok ülkede, çaprazlamalar ve seleksiyon çalışmaları ile ekonomik değeri yüksek kavak klonları elde edilmekte ve bu klonlar çelik ile vejetatif yoldan

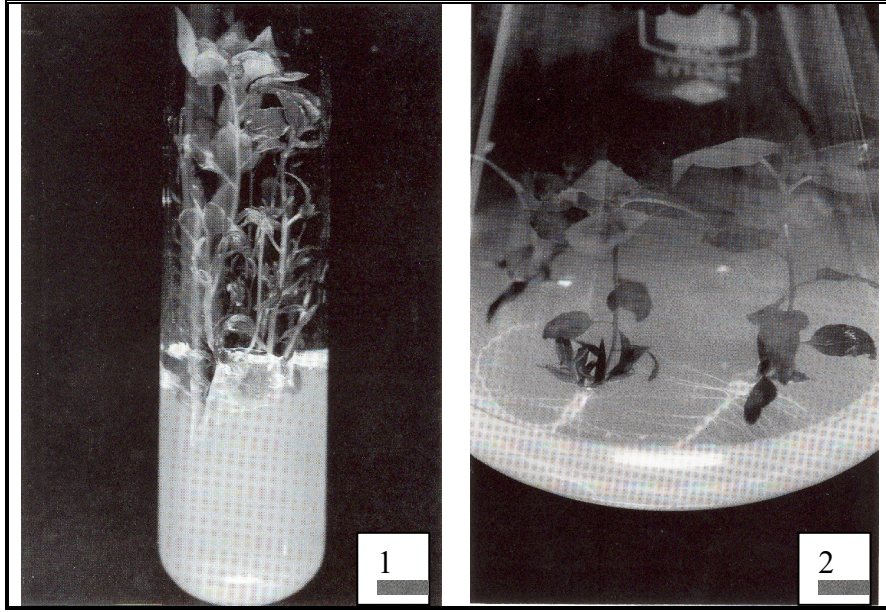
kolayca üretilmektedir. Ancak, *Leuce* seksiyonu içindeki *Populus tremula* ve *P. tremuloides* türlerinin çelikle üretilmeleri son derece zor olmaktadır. Bu nedenle, doku kültürü teknikleri klasik üretim yöntemlerine karşı önemli bir alternatif teşkil etmektedir. Kavaklara uygulanan *in vitro* üretim teknikleri, dikim materyali için üretim maliyetlerinin yüksekliği ve dikimler için özel genotiplerin mevcudiyeti gibi sınırlamaları ortadan kaldırmaktadır.

Kavaklar; yaprak dokularından somatik embriyo kültürü ile ve yaprak, sürgün, anter, ovül, embriyo, protoplazma gibi genetik materyal kullanmak suretiyle organ kültürü ile regenerere edilebilirler (Kang ve Chun 1997, Kikkert 1997). McCown (1997), *Leuce* seksiyonundaki birçok kavak klonunun, *cytokinin benzyladenine* ile takviye edilen MS ortamında sürgün kültürü olarak başarı ile çoğaltıldığını bildirmektedir (Resim 55).



Resim 55. Bir akkavak melez klonunda sürgün kültürü ile sürgün ve kök oluşumu. a) Sürgün kültürü, b) Mikro çeliklerin köklendirilmesi (McCown 1997)

Ülkemizde yapılan bir araştırmada, 9 adet titrekkavak klonunun 3 yaşındaki fidanlarından alınan sürgün parçaları, uygun büyüme düzenleyiciler ile takviye edilen, Murashige ve Skoog (MS), Aspen Culture Medium (ACM) ve Woody Plant Medium (WPM) besin ortamlarında sürgün regenerasyonları ve kök oluşum oranları bakımından karşılaştırmalara tabi tutulmuş ve genotipler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur (Gözükırmızı ve ark., 1998). Sürgün rejenerasyonu, çeliklerin ortama naklinden iki hafta sonra, kök oluşumu ise sürgünlerin ortama nakillerinden üç hafta sonra gerçekleşmiştir (Resim 56).

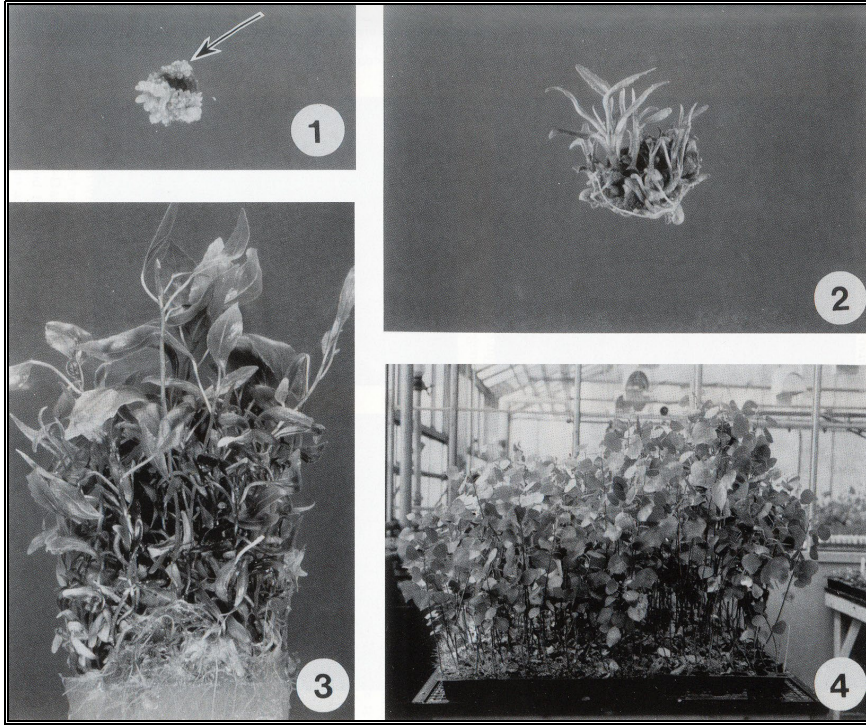


Resim 56. Bir titrekkavak klonunda sürgün rejenerasyonu (1) ve kök oluşumu (2)

Klonal üretimde *in vitro* teknolojinin yaygınlaştırılması, aşağıdaki koşulları gerçekleştirebilecek bir mikroüretim yönteminin geliştirilmesine bağlıdır:

- Yöntemin uygulanması kolay olmalıdır
- Sürgün çoğalması yüksek oranda olmalıdır
- Yeniden üretim derecesi yüksek olmalıdır
- Genç ve olgun dokular kullanılabilir
- Minimum derecede kallus oluşumu ile doğrudan sürgün veya somatik embriyo gelişimi sağlanmalıdır
- Bir agar (besin) ortamında veya *ex situ* ortamda (turba – perlit) mikrosürgünlerin köklenmesi sağlanabilir
- Üretilen bitkiciklerin kaplara ve seraya şaşırtılmasında başarı oranı yüksek olmalıdır
- Klonal fidanların üretim maliyeti yüksek olmamalıdır
- Fidanlık uygulamalarına uyum sağlamalıdır
- Üretilen klonal fidanların *in vitro* ve *ex vitro* (sera ve fidanlık) koşullarında ve arazideki projeni denemelerinde genetik stabiliteyi emniyet altına alınabilir.

Yukarıda belirtilen koşulların tümünü içeren bir mikroüretim yöntemi herhangi bir orman ağacı türü için geliştirilememiştir. Ancak, kavak türlerinde bu konuda önemli ilerlemeler kaydedilmekte ve kavaklar organ, doku, hücre ve protoplazmadan mikroüretim yapılması, genetik materyal (germplazm) muhafazası ve gen transferi çalışmalarının geliştirilmesi yönünden öncü tür ve model bir sistem olarak gösterilmektedir. Kavak türlerinde, ovül (tohum taslağı) veya embriyo ile doku kültürü çalışmaları sürdürülmektedir. Kang ve Chun (1997), vitamin ile takviye edilen ve cytokinin olarak BA ve Zeatin içeren VPM ortamında kültüre alınan tohum taslaklarından çok sayıda sürgün elde edildiğini bildirilmektedir (Resim 57).



Resim 57. *Populus deltoides*'in olgunlaşmamış ovüllerinden sürgün oluşumu. 1) Olgunlaşmamış embriyodan kotiledon ve sürgünlerin gelişimi, 2-3) Sürgünlerin büyümesi, 4) Seraya şaşırtılmış 6 haftalık klonal fidanlar (Kang ve Chun 1997)

### 5.2.1. Genetik ıslah çalışmalarında moleküler belirteç teknolojisi

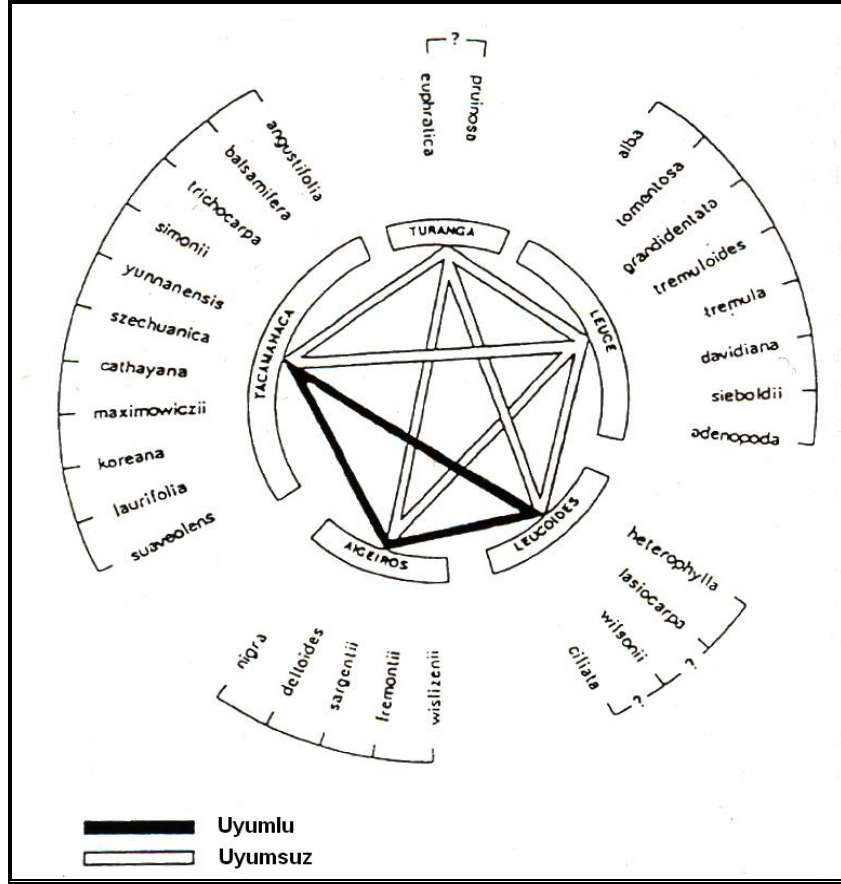
17. ve 18. yüzyıllarda ıslahçılar hızlı büyüme, gövde düzgünlüğü, taç formu gibi özellikleri göz önünde tutarak populasyonlar içinde münferit ağaçların seçimlerini yapmışlardır. Klasik ıslah çalışmaları bu fenotiplerin analizlerine dayandırılmış ve generasyonlar boyunca elde edilen genetik materyalle ilgili değerli bilgiler üretilmiştir. Diğer taraftan, moleküler düzeyde yapılan çalışmalarla ilişkili olarak gerçekleştirilen DNA belirteç teknolojisindeki son gelişmeler yeni ıslah stratejilerinin ortaya çıkarılmasını sağlamıştır. Orman ağaçlarında bu teknolojiler özellikle iğne yapraklı türler ile kavak ve okalıptüs türleri için geliştirilmektedir (Cervera ve ark., 1997).

Bitki kaynaklarının genetik analizi ve doğal populasyonlardaki çeşitliliğin (poliformizm) tanımlanması, son yıllarda moleküler belirteç teknikleri ile başarılı bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Moleküler belirteç teknolojisinin orman ağaçları ıslahına uygulanması ağaç türlerinin genetik yapılarıyla ilgili avantajlara veya sınırlandırmalara bağlıdır. Kavak cinsi, orman ağacı biyolojisindeki farklı disiplinler için iyi bir model sistemi oluşturmaktadır. Kavak türleri önemli bir genetik varyasyona sahiptir, heterozigotluk oranları yüksektir, tür içi ve türler arası melezleri kolayca elde edilebilir ve seralarda yaklaşık üç ay içinde kontrollü dölleme çalışmaları gerçekleştirilebilir. Bunun yanı sıra, kavakların vejetatif yoldan kolayca üretilmeleri, replikasyonlu klon denemelerinin kurularak, belirli karakterler yönünden fenotipik varyans içindeki genetik ve çevre komponentlerinin hesaplanmasına imkan sağlar. Kavakların çekirdek genomları nisbeten küçük ve kromozom sayıları tüm türlerinde aynıdır ( $2n = 38$ ).

Moleküler ıslah, moleküler belirteç teknolojisinin ıslah programlarına uygulanmasıdır. Moleküler belirteçlerin kısa dönemli uygulamaları; genotiplerin teşhis ve tanımlarını, genetik materyal analizlerini ve taksonomik çalışmaları kapsar. Orta ve uzun süreli uygulamalar ise; genetik bağlantı haritalarının yapılması, projeniler içinden özel niteliklere sahip bireylerin erken seçimleri, yeni ıslah programları için ebeveyn seçimleri gibi hususları kapsar. Moleküler belirteç teknolojisindeki gelişmeler, özellikle bitki sistematigi üzerinde önemli kolaylıklar sağlamıştır. Kavaklarda, morfolojik özelliklere ait varyasyonun açıklanması oldukça zordur. Bu nedenle, ıslah ve gen muhafaza programları çerçevesindeki genetik farklılığı değerlendirmek üzere moleküler düzeyde sistematikler geliştirilmiştir. Kuzey yarımküresinde doğal olarak yetişen 5 kavak seksiyonuna ait 35 kavak



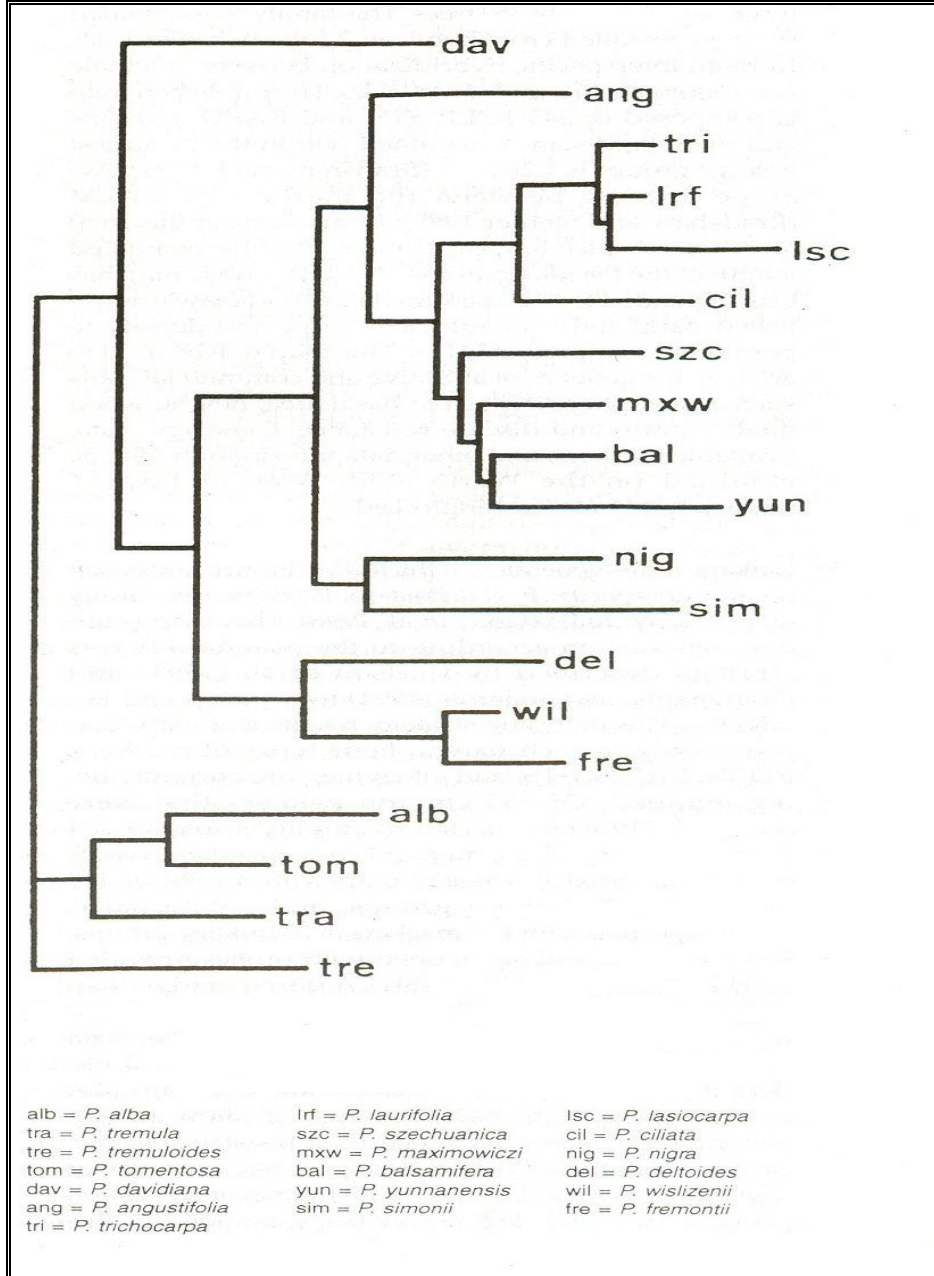
türü morfolojileri, coğrafik mevkileri ve çaprazlanabilme yeteneklerine bağlı olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 44).



Şekil 44 . Kavak seksiyon ve türleri arasındaki uygunluk ilişkileri

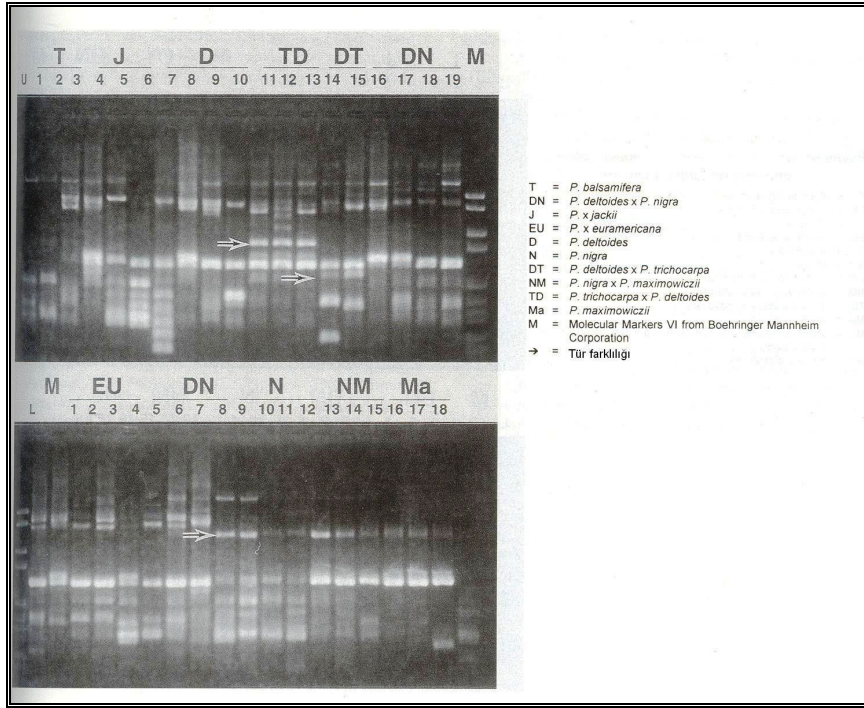
*Aigeiros*, *Tacamahaca*, *Leuce* ve *Leucoides* seksiyonları içindeki 19 adet kavak türünde yapılan DNA analizleri sonucunda türler akrabalık ilişkilerine göre gruplandırılmıştır (Şekil 45). *Leuce* seksiyonuna giren *P. davidiana* dışındaki türler, açık olarak bir grup oluşturmuşlardır. *P. deltooides*, *P. fremontii* ve *P. wislizenii* diğer bir grubu oluşturmuş ve *Tacamahaca* ile *Leucoides* seksiyonlarına giren türler ile *P. nigra* büyük bir grubu oluşturmuşlardır. Ancak *P. nigra*, *Aigeiros* seksiyonu içindeki diğer türlerden ayrılmıştır. Bu sonuçlar, *Tacamahaca* ve *Leucoides* seksiyonları içindeki türlerle yakın ilişkileri olan *P. deltooides*, *P. fremontii* ve *P. wislizenii* türleri ile *P. nigra*'nın bir bağlantısı olmadığını göstermektedir. Kavaklarda nükleer belirteçlerin

polimorfizm analizleri ile sağlanan moleküler sınıflandırma, botanik sınıflandırmaya genel hatları ile uymaktadır. Ancak, moleküler sistematik çalışmalar *P. nigra*'yı *Aigeiros* seksiyonu içinde sınıflandırmamaktadır. Bu nedenle, *P. nigra*'nın *Nigrae* adı altında ayrı bir seksiyon içinde yer alması önerilmektedir (Cervera ve ark., 1997).



Şekil 45. Bazı kavak türlerinin akrabalık ilişkileri

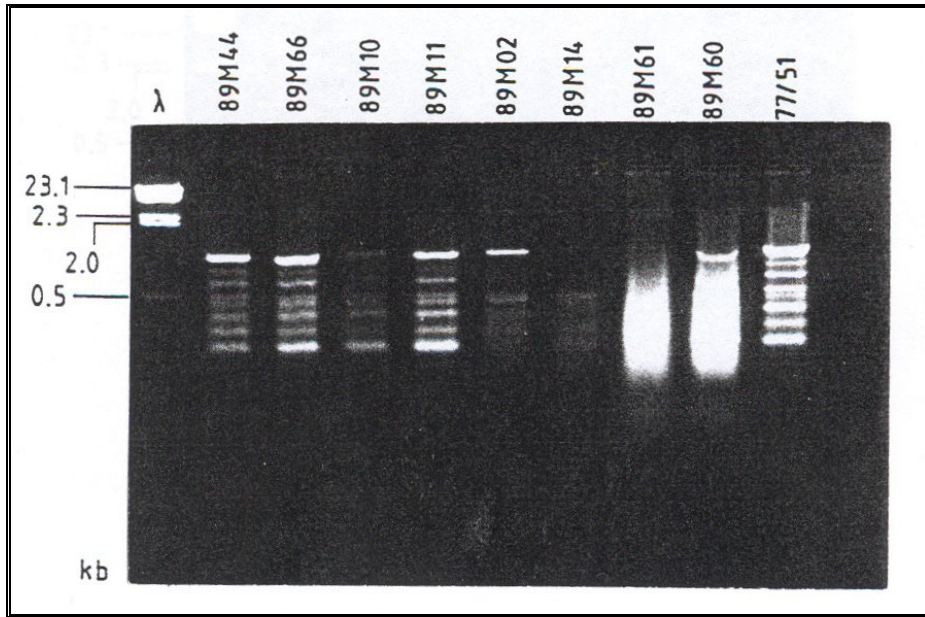
Lin ve ark. (1997), tarafından yapılan bir araştırmada, Avrupa ve Kuzey Amerika'da yoğun şekilde kültürü yapılan 8 kavak tür ve melezine ait 55 adet klonun genetik farklılıkları, RAPD parmak izleri kullanılarak belirlenmiştir. RAPD analizlerinde 17 adet primer kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, tesadüfen veya özel olarak seçilmiş primerlerin DNA parmak izlerinin çıkarılmasında herhangi bir sorun yaratmadığını göstermiştir (Resim 58).



Resim 58. Kavak klonlarının Chl-1 primeri ile belirlenen parmakizleri (Lin ve ark., 1997)

Ülkemizde 1995-2001 yılları arasında, Türkiye Selüloz ve Kağıt Fabrikaları (SEKA), TBTAK–Marmara Araştırma Merkezi Gen Mhendiliği ve Biyoteknoloji Araştırma Enstitüsü (GMBAE), İ. Orman Fakültesi ve evre ve Orman Bakanlığı, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü tarafından müşterek olarak yürütülen ‘‘Kağıtlık Hammadde Nitelikleri Biyogenetik Olarak Geliştirilmiş Kavak Tür ve Klonlarının Etüt ve Araştırılması’’ isimli projede, kavaklarda yürütülen klasik ıslah çalışmalarının yanı sıra biyoteknolojik araştırmalar da gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar projenin sonuç raporlarında verilmiştir (Anon. 1998, 2001a). İzmit

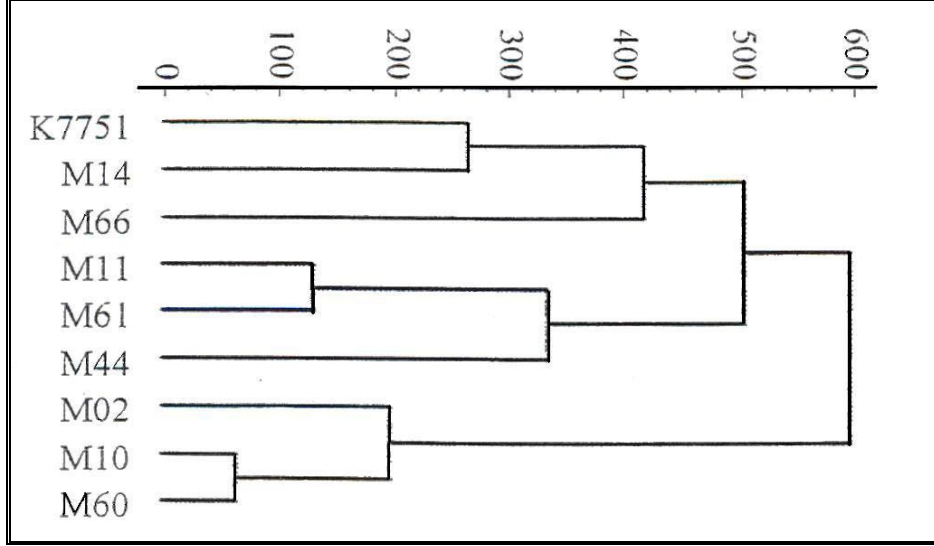
Kavakçılık Araştırma Müdürlüğü'nün koleksiyonlarında bulunan, *Populus tremula*, *P. deltoides*, *P.x euramericana* ve *P.nigra* türlerine ait çok sayıda kavak klonundan 176 adedi DNA analizleri yapılmak üzere seçilmiştir. İlk aşamada, DNA bankasının kurularak bu zengin genetik materyalin uzun süre saklanması amaçlanmıştır. Bunun için, Walbot yöntemine göre kavak yapraklarından genomik DNA izolasyonu yapılmış ve 176 adet klon DNA bankalarında  $-70^{\circ}\text{C}$  de saklamaya alınmıştır. Sonraki aşamada ise, bu klonların bazılarında moleküler belirteçler yardımıyla, RAPD (Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA) yöntemiyle parmak izleri çıkartılmıştır. Bu şekilde klonların genomları karşılaştırılmış ve kağıt endüstrisi için en uygun klonların moleküler düzeyde tayinleri yapılmıştır. Bu çalışmada, üstün büyüme ve lif özellikleri nedeniyle seçilen 8 adet *Populus deltoides* x *P. deltoides* melezi (89M44, 89M66, 89M10, 89M11, 89M02, 89M14, 89M61, 89M60) ile Samsun (77/51) klonunun genom analizleri, RAPD tekniği uygulanarak yapılmıştır. Bu analizlerde 20 adet primer kullanılmıştır (Resim 59).



Resim 59. OPC20 primeri ile çoğaltılan RAPD bantları (Anon. 2001a)

Melez klonlar ile Samsun kontrol klonunun DNA bantlarının dendrogramı çizilmiştir (Şekil 46). Dendrogramda görüldüğü gibi, M10 ve M60 klonları genetik bakımdan DNA düzeyinde akrabalık ilişkileri

en yakın olan iki klondur. M66 ve M44 klonları ise, M10 ve M60 klonları ile en az genetik benzerliğe sahip olan klonlardır.



Şekil 46. Klonların DNA'larındaki genetik benzerliklerin karşılaştırılması

Orman ağaçlarında fenotipik seleksiyona bağlı olarak belirlenen tohum kaynaklarının genetik yapıları bilinmemektedir. Ağaçların morfolojik karakterlerinin oluşmasında genotip ve çevrenin müşterek etkisi olduğu gibi, bir karakter üzerinde çok sayıda genin etkisi bulunabilmektedir. Bu nedenle bir populasyonda meydana gelen genetik çeşitliliği fenotipik özelliklerle açıklamak mümkün olmamaktadır. Genetik çeşitliliğin moleküler düzeyde DNA analizleri ile belirlenmesi, genetik ıslah çalışmalarına önemli katkılar sağlamıştır. Ülkemizde de, ekonomik değeri yüksek iğne yapraklı türlerimiz için uygulanan ıslah programlarında, populasyonlardaki genetik çeşitliliği belirlemek için izoenzim ve DNA analizlerinden yararlanılmaktadır. Örneğin, Kazdağı yöresi ve Dalaman havzası kızılçam populasyonlarında izoenzim analizleriyle genetik çeşitliliğin belirlenmesine çalışılmıştır. Kazdağlarında örneklenen populasyonlarda, toplam genetik çeşitliliğin büyük oranda (%97.2) populasyon içi genetik çeşitlilikten kaynaklandığı saptanmıştır (Doğan 1997). Dalaman Çayı havzasında yapılan çalışmada da toplam genetik çeşitliliğin %94 oranında populasyon içi genetik çeşitlilikten kaynaklandığı bulunmuştur (Doğan ve Altun 2002). Kızılçam türünde yapılan diğer bir araştırmada, moleküler belirteçler yardımıyla tohum meşcerelerinde, tohum bahçelerinde ve

ağaçlandırmalarda bulunan genetik çeşitliliğin karşılaştırılması yapılmıştır. Genetik çeşitliliğin miktar ve yapılanmasını belirlemek amacıyla RAPD belirteçleri kullanılmıştır. Çalışılan 12 primer ile 86 polimorfik lokus elde edilmiştir. %77 oranında saptanan polimorfizm, çalışılan kızılçam populasyonlarında genetik çeşitliliğin yüksek olduğunu göstermiştir (Velioğlu ve ark., 2003). Bolkar dağlarındaki doğal sedir populasyonlarının genetik yapılarını incelemek için yapılan bir araştırmada, 7 popülasyona ait 210 bireyin megagametofitleri üzerinde izoenzim analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda, populasyonlarda genetik çeşitliliğin yüksek olduğu ve bunun büyük oranda (%91.6) populasyonlar içinde olduğu saptanmıştır (Gülbaba ve Özkurt 2002). Diğer bir araştırmada, moleküler belirteçlerden yararlanılarak karaçam tohum meşcerelerinde, tohum bahçelerinde ve ağaçlandırmalarında bulunan genetik çeşitliliğin karşılaştırması yapılmıştır. Tohum kaynaklarındaki genetik çeşitliliğin büyük oranda (%94) populasyonlar içindeki çeşitlilikten kaynaklandığı saptanmıştır (Velioğlu ve ark.2003).

### 5.2.2. Gen transformasyonu

Moleküler genetik, odunsu bitkilerde ıslah çalışmaları ve değişik amaçlara yönelik olarak ıslah edilmiş ağaçların seçimi konularında önemli bir potansiyel sunmaktadır. Klasik ıslah programları, ağaçların büyüme hızları, adaptasyonları ve zararlılara mukavemetleri gibi hususlarda büyük gelişmeler sağlamaktadır. Ancak, orman ağaçlarının uzun hayat süreleri ve rotasyon dönemleri nedeniyle, ıslah çalışmaları uzun zaman almaktadır. Genetik mühendisliği, klasik ıslah çalışmalarındaki bu zaman kaybını gidermede etkili olmaktadır. Bir ıslah popülasyonunda arzu edilen birçok özellik mevcut olmayabilir, fakat bu özellikler başka organizmaların genleri ile popülasyon içine alınabilir. Bitki hücrelerine yabancı genetik materyalin transferi için çeşitli teknikler geliştirilmektedir. *Pinus radiata* üzerinde yapılan araştırmalarda, türün embriyogenik dokuları değiştirilmiş ve birbirinden bağımsız 20 deneme sonucunda 150 adet transgenik bitki üretilmiştir. *Pinus radiata* için uygulanan embriyogenesis ve transformasyon; *Pinus taeda*, *Pinus elliottii*, *Pseudotsuga menziesii* ve *Picea abies* gibi iğne yapraklı türlerde de kullanılmaktadır (Walter ve ark., 1998). Genetik mühendisliği, iğne yapraklı türlere ait ıslah popülasyonları içinde bulunmayan özelliklerin başka kaynaklardan transfer edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle, orman endüstrileri, ticari ormancılık için

genetik mühendisliğini yararlı bir vasıta olarak görmektedirler. Biyoteknolojinin orman ağaçlarına uygulanması ile, ıslah çalışmalarını hızlandırarak istenilen niteliklere sahip son ürünün sağlanabilmesi yönünden önemli bir potansiyel sağlanmaktadır. Kavaklarda ve bazı çam türlerinde; herbisitlere mukavemet, böcek ve mantar zararlarına mukavemet, çiçeklenmenin hızlandırılması, ağaçlarda lignin oranının azaltılması veya lignin kompozisyonunun değiştirilmesi gibi özellikler, genetik mühendisliği çalışmalarına konu olmaktadır (Campbell ve ark., 2003). Orman ağaçlarına yabancı gen naklinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunların içinde en etkili olanlar, *Agrobacterium* vasıtasıyla gen nakli ve mikroatımlı DNA bombardımanıdır (Kim ve ark., 1997, Ahuja 1997). Kavaklarda rezistant ıslahı çalışmalarını da kapsamak üzere birçok yabancı gen transformasyonu yapılmış ve transgenik bitkiler elde edilmiştir. Genetik mühendisliği; boy, büyüme, form, dallanma ve hasılat gibi poligenik karakterler yönünden, klasik ıslaha pratik bir alternatif olarak görülmemektedir. Genel olarak tek bir genin veya birkaç genin transferi etkili bir şekilde yapılabilir. Bu nedenle, çok sayıda genin transferi için yeni teknikler geliştirilene kadar, orman ağaçlarında tek bir gen tarafından kontrol edilen, hastalıklara karşı mukavemet gibi özellikler yönünden gen transformasyonu düşünülebilir. Uzun ömürlü orman ağaçlarına yapılacak gen transferi sonucunda, yabancı genin ağacın genetik yapısını ne şekilde etkileyeceği ve gelecekteki genetik stabilitesinin ne olacağı konusu, çalışmaların başarısı yönünden büyük önem taşımaktadır. Moleküler belirteçler, RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) ve RFLP (Restriction Fragment Length Polimorphism) transgenik bitkilerdeki yabancı genlerin geleceği konusunda değerli bilgiler üretilmesini sağlamaktadır. Buna ilave olarak RAPD ve RFLP belirteçlerinden, *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus pinaster*, *Eucalyptus* ve *Populus* dahil olmak üzere orman ağaçlarının genom haritalarının çıkarılmasında yararlanılmaktadır.

Kavaklar eskiden beri *Agrobacterium*'un doğal konukçusu olarak bilinirler ve yabancı genlerin kavak genomuna transferi için aracı olarak kullanılırlar. Silvikültürel yönden yararlı olan birçok gen izole edilmiş ve *Agrobacterium* aracılığıyla kavak türlerinin gen transformasyonlarında kullanılmıştır (Kim ve ark., 1997). Ülkemizde titrekavak klonlarında yapılan transformasyon çalışmalarında, *Stylosanthes humilis*'den izole edilen pOMT8 ve Shpx6 genlerini antisens konumunda taşıyan pGA643 plazmidini içeren *Agrobacterium tumefaciens* kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, rejenerasyon oranı pOMT8 antisens genini içeren transformantlarda %62 olarak belirlenirken, Shpx6 antisens geni taşıyan transformantlarda %78 olarak

belirlenmiştir. Transformasyondan sonra her bir eksplanttan 5-6 gövdecik elde edilmiştir. Gövdeler köklendirilmek üzere WPMB besiyerine aktarılmış ve kök oluşumu %100 oranında izlenmiştir. pOMT8 antisens genini taşıyan transgenik bitkilerde, kontrol bitkiciklere göre fenotipik olarak bir farklılık gözlenmemiştir. Shpx6 genini taşıyan transgenik bitkilerin yapraklarında sararmalar görülmüştür. Titrekavağa *Agrobacterium tumefaciens* aracılığı ile yapılan transformasyon DNA düzeyinde Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) digoksisenin sistemi ile, RNA düzeyinde ise Northern Blot analizleri ile belirlenmiştir (Anon. 1998). Lignin oranı azaltılmış transgenik klonlar elde etmek amacıyla yapılan çalışmalarda, transgenik ve kontrol bitkilerinden izole edilen lignin miktarı, TGA ve Klason yöntemleri ile belirlenmiştir. Transgenik bitkilerde lignin miktarının %20 oranında azaldığı saptanmıştır (İpekçi ve ark., 1999). Diğer bir araştırma ise, *Populus deltoides* melez klonlarında gerçekleştirilmiş, doku kültüründe en iyi rejenerasyonu gösteren 89M066 ve 89M011 klonlarına *Agrobacterium tumefaciens* aracılığı ile gen aktarımı yapılmıştır. Transformasyonun moleküler analizi, DNA düzeyinde polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ve moleküler melezleme (Southern Blot) sistemi ile yapılmıştır. Analizlerin sonucunda, aktarılan genlerin transgenik kavakların genomlarına girdiği ve transformasyonun gerçekleştiği moleküler düzeyde doğrulanmıştır (Anon. 2001a).



## 6. COĞRAFİK VARYASYONLAR, TÜR VE ORJİN SELEKSİYONU

Birçok ülkede ve Türkiye’de ağaçlandırma çalışmalarında kullanılacak türlerin ve orijinlerin isabetli olarak seçimleri, türlerin coğrafik varyasyonlarının iyi belirlenmesine bağlıdır. Ülkemizin orman varlığını genişletmek için, yerli ve yabancı türlerle ağaçlandırmalar tesisine özel bir önem verilmektedir. Kısa idare süreli endüstriyel plantasyonların kuruluşları da bu kapsam içinde değerlendirilmektedir. Nitekim, 1981 yılında İzmit (Kefken)’de yapılan “Türkiye’de Hızlı Gelişen Türler ile Endüstriyel Ağaçlandırmalar Simpozyumunda” çeşitli konular tartışılmış ve simpozyumun değerlendirme raporunda, ağaçlandırma alanlarında uygun orijin kullanımının önemi vurgulanmıştır. Ayrıca, orman ağaçlarının ıslahı ve tohum sorunlarının, saptanacak bir ıslah stratejisinin ışığında, kısa ve uzun vadeli ıslah programlarına bağlanmasının gerekliliği belirtilmiştir (Anon. 1982). Türkiye’de özel ağaçlandırmalara konu olan, kavak ve okaliptüs gibi hızlı gelişen türler ile iğne yapraklı yabancı türlerin ıslah çalışmaları, İzmit Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü ve Tarsus Araştırma Müdürlüğü tarafından belirlenen programlara göre yürütülürken, yerli türlerimizle ilgili ıslah çalışmaları, Ormancılık Araştırma Müdürlükleri ve Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. 1993 yılında, ağaçlandırmalar için öncelik arzeden beş adet yerli türümüz için bir Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim Programı hazırlanarak uygulamaya sokulmuştur (Koski ve Antola 1993, Öztürk ve Şıklar 2000).

### 6.1. COĞRAFİK VARYASYON (DEĞİŞKENLİK)

Türlerin geniş bir coğrafik varyasyona sahip olmaları, onların ıslah çalışmalarında avantajlı olmalarını sağlar. Türün doğal yayılış alanı içindeki fenotipik değişkenliğinin belirlenmesi, ekonomik değeri fazla olan yüksek artım gücündeki kaliteli popülasyonların (orijin veya ırk) ortaya çıkarılmasına yardımcı olur. Bu şekilde, fenotipik özelliklere bağlı coğrafik varyasyon, orijin varyasyonu ile eş anlamlı olarak kullanılabilir. Daha önce de belirtildiği gibi, bir ağaç, içinde bulunduğu yetişme ortamının ve genetik yapısının müşterek bir ürünüdür. Bu aşagıda belirtilen formülle ifade edilir:

$$P \text{ (Fenotip)} = G \text{ (genotip)} + E \text{ (Çevre)}$$

Ağacın genotipi onun potansiyel gelişimini belirler, fakat içinde bulunduğu yetişme ortamı onun aktüel gelişimini etkiler. Eğer bir türe ait tüm ağaçlar aynı genetik yapıda olsalardı, onları ıslah etmenin olanağı kalmazdı. Ancak tür melezlemeleri veya mutasyonlarla bir genetik varyasyonu oluşturma mümkün olabilirdi. Bu nedenle bir türün fenotipik özelliklerine dayalı olarak coğrafik varyasyonları belirlendikten sonra, genetik etkilerle çevre etkileri birbirinden ayrılmaya çalışılır. Bu aşamada, klonal testler, döl denemeleri ve orijin denemeleri ıslah çalışmalarına konu olmaktadır. Orijin denemeleri, türlerin coğrafik varyasyonlarına göre, çeşitli yetişme ortamlarına uyum yeteneklerini ortaya çıkararak ağaçlandırma çalışmalarına ışık tutar. Orijin denemelerinde kullanılacak tohum kaynaklarının seçimleri, coğrafik varyasyonlara dayalı olarak yapılırsa, denemelerden daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilir.

Türlerin coğrafik varyasyonları ve taksonomideki yerleri genellikle fenotipik özelliklerine göre belirlenmiştir. Örneğin, Avrupa'da ve ülkemizdeki ağaçlandırmalarda kullanılmakta olan sarıçamın doğal meşcereleri, büyüme hızı, dal yapısı, gövde formu gibi özellikler yönünden birbirlerinden farklılıklar gösterirler. Bu farklılıkların büyük bir kısmı muhtemelen genetik yapıdan kaynaklanmaktadır. Taksonomistler uzun bir süreç içinde sarıçamda 60 ayrı coğrafik varyete belirlemişler ve fenotipik veriler üzerinde çalışarak, genetik yönden farklı populasyonların sınırlandırılmasında da başarılı olmuşlardır. Ancak, coğrafik varyasyonlar üzerindeki fenotipik çalışmalar, belirli varyete veya ırkların genetik potansiyelleri konusunda yeterli bilgi sağlamamaktadır. Taksonomistler tarafından yayınlanmış olan türlerin varyetelerine ait açıklamalar, doğal ormanlarda genetik yapının ve çevre faktörlerinin müşterek etkisi ile oluşan özelliklere ait bilgilerdir. Bunlar genetik yapı ile ilgili kesin bilgileri içermez. Genetik farklılıklar, türün doğal yayılımını temsil eden birçok tohum kaynağının aynı koşullarda yetiştirildiği araştırmalar sonucunda belirlenir.

Birçok ülkede çeşitli orman ağacı türlerinde coğrafik varyasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar genellikle bir türün veya alt türün doğal yayılım alanının tamamını kapsamakla birlikte, daha küçük alanlarda da yapılabilmektedir. Ayrıca, çalışmalara çok sayıda morfolojik ve fenolojik özellik konu olduğu gibi, tohum ağırlığı veya reçine içeriği gibi tek bir özellik de esas alınabilmektedir: ABD'de, *Quercus rubra* türünün tüm doğal yayılım alanını temsilen, her coğrafik orijinden tohum toplanmıştır. Ülkenin merkezi kuzey kısımlarında kurulan plantasyonlarda fenolojik varyasyonlar saptanmış, ayrıca

orijinlerin yaşama yüzdeleri, büyüme hızları, taç yapıları ve kuraklığa dayanıklılık özellikleri incelenmiştir (Kriebel ve ark., 1976). Mississippi’de *Pinus taeda* için yapılan coğrafik varyasyon çalışmaları, türün çeşitli morfolojik ve fenolojik özelliklerine dayalı olarak, fidanlık ve plantasyon aşamasında yürütülmüştür. İklimin etkilediği birçok özellik kuzey-güney doğrultusunda klinal bir varyasyon şekli göstermiştir. Örneğin, güney popülasyonlarının kuzey popülasyonlarına göre daha küçük tohumlara sahip oldukları ve pas hastalıkları ile kuraklığa karşı daha dayanıklı oldukları saptanmıştır (Wells 1991). *Pseudotsuga menziesii*’nin Kaliforniya’nın sahil bölgelerindeki doğal popülasyonları için yapılan çalışmalarda; büyüme, fenoloji, soğuklara karşı dayanıklılık, su stresine reaksiyon, tohum ağırlığı, çimlenme oranı ve kotiledon sayısı gibi özelliklerin varyasyon şekilleri saptanmıştır (Griffin ve Ching 1977).

Coğrafik varyasyonlar, türlerin doğal yayılış alanları içinde kesikli veya kesiksiz olarak yer alırlar. Bunların dışında tesadüfi olarak oluşan varyasyonlar da bulunmaktadır. Bir türün doğal yayılış alanı içinde, enlem derecelerine bağlı olarak kuzey-güney doğrultusunda yavaş gelişen, fakat devamlı bir değişim varsa, bu varyasyon şekline kesiksiz veya klinal varyasyon denmektedir. Morfolojik ve fenolojik özellikler yönünden klinal varyasyonların mevcudiyeti bazı türlerde saptanmıştır. Örneğin, ülkemizde Saatçioğlu tarafından gerçekleştirilen sarıçam orijin denemelerinin 25 yıllık sonuçlarına göre, İsveç’in kuzeyi ile Eskişehir (Çatacık) arasında 30 enlem derecelik bir yayılışı temsil eden orijinler arasında, gövde formu, dallanma, çap ve boy gelişmesi bakımından önemli farklılıklar meydana çıkmıştır. Tohumun alındığı yer ile denemenin tesis edildiği yer arasında enlem derecesi itibariyle mesafe arttıkça, boy büyümesi bariz bir şekilde düşmektedir (Ürgenç 1998a). Bu durum, türün yayılışının kuzey-güney doğrultusunda devamlı bir klinal varyasyonun olduğunu göstermektedir. *Pinus taeda*’nın Mississippi’deki doğal yayılışı içinde kuzey-güney doğrultusunda, tohum özellikleri ile pas hastalığına ve kuraklığa mukavemet yönlerinden klinal bir varyasyon olduğu bildirilmektedir (Wells ve ark.1991). Türlerin doğal yayılış alanlarında, topoğrafik yapı, iklim ve toprak özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak oluşan kesikli varyasyonlar ise, lokal veya ekotipik varyasyon olarak da isimlendirilir. Örneğin, Guatemala’da *Pinus tecunumanii* türünde, ibre, kozalak ve tohum özellikleri yönünden yapılan coğrafik varyasyon çalışmalarında, karakterler arasında açık bir klinal varyasyon bulunamamış, sadece bazı özellikler bakımından ekotipik varyasyonların olduğu saptanmıştır (Piedra 1984). Bazı türlerin doğal yayılış alanlarında kaynağı bilinmeyen tesadüfi varyasyonlar da ortaya çıkabilmektedir. Wright

(1976), bu varyasyonların yakın geçmişlerinde kesikli varyasyonlar gösteren türlerde meydana geldiğini bildirmektedir. Ülkemizde Anadolu Karaçamının doğal yayılış alanı içinde belirlenen varyasyon tipi genellikle kesiklidir. Ege ve İç Anadolu bölgelerinde muhtemelen izolasyonların neden olduğu rasgele değişimler ve kıyılardan içlere doğru da klinal değişimler saptanmıştır (Alptekin 1986).

Coğrafik varyasyon çalışmaları, başlangıçta çevre koşullarından en az etkilenen tepenin üst kısımlarından alınan kozalak, tohum, yaprak, tomurcuk gibi materyal üzerindeki tespitlere dayanır. Bu materyal içinde, kozalak veya meyve gibi generatif organlar, vejetatif organlara göre çevreden daha az etkilendikleri için çalışmalarda daha çok dikkate alınırlar. Coğrafik varyasyon çalışmalarında örnekler genel olarak sistematik örnekleme ile alınmaktadır. Örnekleri farklı bakılardan (kuzey, güney) ve farklı yükselti kademelerinden (300-500 m) almak ve her popülasyonu en az 5-10 bireyle temsil etmek, ilerde bireysel varyasyonu da ortaya çıkarmak bakımından önem taşır. Her ağaç üzerinde çalışılacak özellik bakımından eşit sayıda materyalle temsil edilmelidir. Bireyler dominant veya kodominant bireyler olmalı, akrabalık ihtimalini azaltmak bakımından aralarında en az 30-50 metre ve genellikle 100 metre mesafe olmasına özen gösterilmelidir. Seçilen bireyler popülasyonu temsil edebilecek nitelikte ve benzer yaşlardaki bireylerden oluşmalı, örnekler bireylerin benzer konumlardaki belirli yerlerinden alınmalıdır (Ürgeç 1982). Ülkemizde Anadolu karaçamında gerçekleştirilen coğrafik varyasyon çalışmalarında, sistematik örnekleme yöntemi seçilerek, türün yayılış alanları yatay mesafede 100 km x 100 km'lik karelerle ünitelere ayrılmış, dikey mesafede de 500m, 1000 m ve 1500 m'lik yükselti basamaklarında, Türkiye'den 89, Yugoslavya'dan 2 ve Kıbrıs'tan 1 örnek alan alınarak toplam 92 deneme alanında çalışılmıştır. Her deneme alanından 5'er deneme ağacı alınmıştır. Deneme alanında, edafik ve fizyografik özellikler ile meşcereye ait çeşitli özellikler ve deneme ağaçlarının çeşitli nitelik ve nicelikleri tespit edilerek, ibre ölçmeleri için her bir deneme ağacından ayrı ayrı örnekler toplanmıştır. Laboratuvarda kozalak ve kozalağa ait diğer özellikler (karpel, tohum, kanat v.b) ile ibrelere ait ölçme ve tespitler yapılmıştır. Elde edilen verilere göre yapılan değerlendirmeler sonucunda, Türkiye'deki Anadolu karaçamının coğrafik varyasyonları için 15 yöresel ayırım belirlenmiştir (1. Güneydoğu Akdeniz, 2. Orta Akdeniz, 3. Pos, 4. Seydişehir-Doğanhisar, 5. Batı Akdeniz, 6. Orta Ege, 7. Kazdağı, 8. Marmara, 9. Vakıfköy-Tavşanlı, 10. Trakya, 11. Karadeniz, 12. Çaydurt-Bolu, 13. Elekdağ, 14. Karageriş-Boyabat, 15. İç Anadolu). Anadolu karaçamında ortaya çıkan bu coğrafik varyasyonların, orijin denemelerinde ve bu denemelerin

sonuçları alınincaya kadar da tohum hasat ve kullanım mntıkları ayırımında dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (Alptekin 1986). Ülkemizde orijin denemelerinin kuruluşlarına temel olan coğrafik varyasyon çalışmaları, yörelere ve yükselti kademelerine göre ağaçlandırma alanlarında başarı ile kullanılabilir orijin veya ırkların belirlenmesinde önemli katkılar sağlayacaktır. Orijin denemelerine esas olacak tohum kaynaklarının veya popülasyonların isabetli olarak seçilmemesi halinde, denemelerden alınacak sonuçlar da çok sağlıklı olmayacaktır. Nitekim ülkemizde 4 ayrı bölgede (Akdeniz, İç Anadolu, Batı Karadeniz ve Marmara) 12 deneme alanında tesis edilen karaçam orijin denemelerinde yer alan 36 adet orijin, coğrafik varyasyon çalışmalarının sonuçlarına dayalı olmadan, Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Enstitüsü tarafından seçilen tohum meşcereleri ile temsil edilmişlerdir. Bu denemelerin yaşama yüzdesi ve boy büyümesi değerleri ile ilgili 9 yıllık ilk sonuçları yayımlanmıştır (Şimşek ve ark., 1995). Türkiye’de ağaçlandırma çalışmalarında geniş çapta kullanılmakta olan ağaç türlerinin orijin denemeleri tamamlanincaya kadar, lokal ırklardan yararlanılması veya kısa vadeli çalışmalarla belirlenen tohum hasat ve kullanma yerlerine ilişkin rejonlamalardan yararlanılması önerilmektedir. Bu amaçla, önemli ağaç türlerimiz için, tohum hasat ve kullanma yerlerini ana ve alt rejonlara göre belirleyen ve bu rejonlar arasında hangi kurallara göre tohum nakli yapılacağını açıklayan, tohum transfer rejonlamaları gerçekleştirilmiştir (Atalay 1977, 1984, 1987, 1992).

## 6.2. TÜR VE ORİJİN SELEKSİYONU

Tür ve orijin seleksiyon programları genellikle ekonomik bir amaca yöneliktir. Bu da, orman ürünlerinin kalite ve kantite olarak ıslah edilmesidir. Genetik yönden zayıf olan bir popülasyondan seçilen ebeveynlerle etkili bir ıslah programı yürütülemeyeceği için, tür ve orijin seçiminin herhangi bir bireysel seleksiyon programından önce mutlaka gerçekleştirilmesi gerekir. Tüm yetiştirme ortamları için, en iyi türlerin en iyi orijinlerini ortaya çıkarmak mümkün değildir. Fakat büyük ağaçlandırma zonları için, birçok türün genetik üstünlüğe sahip popülasyonlarını teşhis etmek mümkündür. Buna örnek olarak farklı ülkelerin ağaçlandırma programlarında yer alan; *Picea sitchensis*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *P. brutia*, *P. nigra*, *P. contorta*, *P. radiata*, *P. pinaster*, *Pseudotsuga menziesii* ve *Eucalyptus camaldulensis* gibi türleri gösterebiliriz.

Dünyada aşırı tüketim ve tahripler sonucunda ormansızlaşma büyük boyutlara ulaşmış ve bu durum dünyanın iklim dengesinin bozulmasına neden olarak, küresel ısınma ve dolayısıyla kuraklık üzerinde telafisi mümkün olmayan etkiler yapmıştır. Son yıllarda, dünyada ağaçlandırma çalışmalarının artmasının en önemli nedenlerinden biri budur. Ağaçlandırma, uzun zaman almakta ve masraflı yatırımları gerektirmektedir. Bu bakımdan, Ürgenç ve Çepel (2001), geniş arazi parçalarının, ağaçlandırmalar için, uzun ömürlü ve büyük boylu odunsu bitkilere uzun bir dönem tahsis edildiğini ifade ederek, sonuçta bu alanlarda harcanan zaman, emek ve paranın boşa gitmemesi gerektiğini belirtmektedirler. Bunun için de, ağaçlandırmaların bilimsel temellere dayalı olarak, ağaçlandırma amaçlarına ve yetişme ortamı koşullarına uygun tür ve orijinlerle yapılması gerektiğini vurgulamaktadırlar.

Orman ağacı türleri, doğal olarak değişik yetişme ortamlarında büyür ve bazı türler yeni plantasyon alanlarına uyum sağlarken, bazıları da genetik yapılarındaki farklılıklar nedeniyle bu alanlara iyi adapte olamazlar. Bunun için, bir yetişme ortamında gerçekleştirilecek ağaçlandırmalara tür seçmek için, benzer yetişme ortamlarından gelen tüm türlerin denenmesi gerekir. Böyle türler, ağaçlandırma alanı çevresinde doğal olarak bulunuyorlarsa **yerli**, o bölgede hiçbir zaman doğal olarak bulunmamışlarsa **yabancı** (egzotik) tür olarak kabul edilirler.

### 6.2.1. Tür denemeleri

Birçok ülkede, farklı ekolojik özellikler gösteren yetişme ortamlarında tesis edilecek ağaçlandırmalar için hangi türlerin kullanılması gerektiği, sistemli araştırma çalışmaları sonucunda belirlenmektedir. Bu tip çalışmaların yapılmadığı yerlerde, tür seçimi için en isabetli yol, lokal popülasyonlardan yararlanmaktır. Türkiye’de iklim ve toprak koşullarının çeşitliliği, tür bakımından zengin bir orman formasyonu meydana getirmekte ve böylece ağaçlandırma çalışmalarında yerli ve yabancı bir çok ağaç türünün kullanılma şansı doğmaktadır. Ülkemizde gittikçe artma eğilimi gösteren odun hammadde açığının kapatılabilmesi için, yerli ve yabancı hızlı gelişen türlerle endüstriyel plantasyonlar kurulması gerekli görülmektedir. Ürgenç (1972), “Türkiye silvikültürünün her şeyden önce kendi yerli türlerine dayanması gerekirse de biyolojik, teknik ve ekonomik imkanların mümkün kıldığı şartlar ve yerlerde, yabancı türlerin yetiştirilmesini de çalışma sahası dışında bırakmaması gerekir”. Bu

yüzyıl sona ermeden bütün dünyada egzotik tür ağaçlandırma sahalarından elde edilecek yumuşak odun hasılatının, doğal ormanlardan yapılacak üretimi aşacağı ileri sürülmektedir” şeklindeki ifadesi ile yabancı tür ithalinin önemini vurgulamıştır. Nitekim, dünyadaki doğal ormanlarda her yıl 13 milyon hektar azalma olurken, 1995 yılında orman plantasyonlarının global alanı 123.7 milyon hektar, endüstriyel plantasyonların alanı ise 103.3 milyon hektar olarak tahmin edilmiştir (Brown 2000). Dünyada birçok ülke odun hammaddesi taleplerini hızlı gelişen tür plantasyonlarından karşılamaktadır. Ülkemizde de, odun hammaddesi üretimine yapacağı olumlu katkılar nedeniyle, hızlı gelişen yerli ve yabancı türlerle endüstriyel plantasyonlar tesisi önemli görülmektedir.

Yabancı türlerin yerli türlere nazaran daha verimli olması gerektiği birçok ülkede kabul edilmektedir, fakat bu kural her zaman geçerli değildir. Değişik yetişme ortamlarında kullanılacak türler ancak sistemli denemelerle ve denemelerin matematik-istatistik yöntemlerle değerlendirilmeleri sonucunda belirlenebilir. Burley (1972), Türkiye’de uygulanacak bir ıslah programı içinde, tür denemelerinin aşağıda açıklanan üç safhada gerçekleştirilmesinin uygun olabileceğini, ancak bu safhaların bazılarının kombine edilebileceğini belirtmiştir.

#### **6.2.1.1. Tür denemelerinin safhaları**

Tür denemeleri, genellikle birbirini takip eden safhalar halinde yürütülmekte ve bu safhalar bazen birleştirilebilmektedir. Ülkemizde hızlı gelişen yabancı türler ile tesis edilen deneme alanlarında çoğunlukla eliminasyon ve mukayese aşamaları birarada değerlendirilmiştir.

##### **6.2.1.1.1. Eliminasyon safhası**

Bu safhada, 20-30 adet tür ilk büyüme ve tutma başarılarını tespit için kısa sürede (idare müddetinin 1/10-1/4’ü) mukayese edilirler. Türlerle ait birim parseller 10-25 adet fidan ihtiva edecek şekilde küçük tutulur. Bu safhada türlerin birkaç temsilci orijini bulunacağı gibi, bölgenin yerli türü de mukayese elemanı olarak denemeye dahil edilir. Türlerin yetişme ortamına uyum yeteneklerinin incelendiği bu denemelere adaptasyon denemeleri de denir ve türlerin tesis yeteneklerinin ortaya çıkarılmasını amaçlar.

#### **6.2.1.1.2. Mukayese safhası**

Eliminasyon safhası sonucunda ortaya çıkan 5-10 adet ümit verici türün geniş ve repetisyonlu parsellerde (49-169 fidan) büyüme yönünden mukayeseleri bu safhada yapılır. Deneme süresi, idare müddetinin 1/4'ü ile tamamı arasında değişir.

#### **6.2.1.1.3. Meşcere formunda mukayese safhası (Pilot plantasyon)**

Daha önceki safhalarda tatmin edici bulunan 3-5 adet tür, ağaçlandırma şartlarında geniş bloklarda (0.5-1.0 ha) idare müddeti süresince hasılayı tespit etmek için mukayese edilirler.

Wright (1976), yabancı tür ithallerinde, arazi denemelerinin 2 veya 3 safhada yapılmasını önermekte, Ürgenç (1982) ise, bu denemelerin; 1. Tür eliminasyon denemeleri, 2. Tür mukayese ve hasılat denemeleri, 3. Tür plantasyon denemeleri (pilot ağaçlandırmalar) şeklinde üç etapta yapılmasını uygun görmektedir.

Ülkemizde yerli ve yabancı türlerle çok sayıda tür denemesi kurulmuştur. Bunların içinde, bazı yerli iğne yapraklı türlerimizin mukayese edildiği deneme alanları da bulunmaktadır. Örneğin, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü tarafından, hızlı büyüyen endemik bir türümüz olan Kazdağı göknarı (*Abies equitrojani*) nın Batı Karadeniz bölgesine adaptasyon kabiliyetini araştırmak üzere, 7 ayrı yetiştirme ortamında deneme alanları kurulmuştur (Resim 60). Deneme alanlarında kızılçam, karaçam ve sarıçam türleriyle, yaşama yüzdeleri ve boy büyümeleri bakımından karşılaştırmalar yapılmış, elde edilen 10 yıllık ilk sonuçlar yayımlanmıştır (Tosun ve ark., 1999).





Resim 60. Kazdağı göknarı adaptasyon denemesi, Bolu (Foto: H.B.Özel)

### 6.2.2. Yabancı tür ithalleri

Yabancı tür ithalleri birçok ülkede gerçekleştirilmiş ve her ülke kendi ekolojik, teknik ve yönetsel koşullarına uygun olarak seçtiği türlerle, ıslah programları çerçevesinde plantasyonlar tesis etmiştir. Hatta bazı ülkeler ormancılık ekonomilerini büyük ölçüde yabancı türler üzerinde yoğunlaştırmıştır. Okaliptus ve çam türleri endüstriyel plantasyon kuruluşlarında en fazla yer alan türler olmuştur. Global düzeyde orman plantasyonlarının %40'ı okaliptüs türleriyle, %31'i ise çam türleriyle tesis edilmiştir (FAO 2000). Yeni Zelanda, ithal ettiği *Pinus radiata* türü ile, 1952 yılından beri uyguladığı ıslah programlarına dayalı olarak 1 milyon hektar plantasyon kurmuş ve 27-30 yıllık idare süreleri sonucunda hektarda 650-750 m<sup>3</sup> odun üretimi yapma imkanını sağlamıştır. Bu türde yapmış olduğu odun ihracatından yılda 1.5 milyar dolar gelir sağlamaktadır (Wilcox 1994a).

Hızlı gelişen yabancı tür ithali ve bunlarla endüstriyel plantasyonlar tesisi, ülkemizde de odun hammaddesi üretimine yapacağı katkılar nedeniyle uygun görülmüş ve bu konuda yapılacak çalışmaların kapsam ve ilkeleri belirlenmiştir (Ürgenç 1972, Saatçioğlu 1976, Saatçioğlu 1982, Turan 1982, Tengiz 1982, Pirinççi 1982). Ancak burada konuya açıklık kazandırmak üzere, “yerli tür”, “yabancı tür” ve “hızlı gelişen tür” kavramlarının yeniden açıklanması gerekmektedir :

Yabancı tür veya egzotik tür kavramı, bir ülkenin politik sınırları dışından ithal edilen tür şeklinde anlaşılmalıdır. Bir türün doğal yayılışı dışındaki alanlarda kullanılması halinde o tür için egzotik terimi kullanılabilir. Örneğin, Toros sedirinin Trakya bölgesinde kullanılması, bu bölge için onun yabancı tür olmasını gerektirir. Karadeniz bölgesinde Bafra-Çamgözü kızılçam popülasyonuna ait tohumlar Akdeniz rejyonunda ekilirse egzotik olur.

Hızlı büyüyen ağaç türlerinin tanımı konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Eraslan (1983), hızlı büyüyen ağaç türleri için, her ülkenin kendi koşullarına göre tanımlamalar yaptığını belirterek, uluslararası ormancılık kuruluşları tarafından her yerde uygulanabilecek tanımların yapılması gerektiğini ifade etmiştir. Yapılan tanımlamalar içinde ülkemizde en çok benimsenenler, Akdeniz Ormancılık Sorunları Araştırma Komitesi tarafından yapılan iki tanım olmuştur.

1. Çevrenin yerli türlerine uygulanan idare süresinin 1/3'ü kadar bir idare süresi zarfında, çap olarak yerli türlerin kesim sırasında ulaştıkları değere ulaşabilen türlere hızlı büyüyen ağaç türleri denir.
2. İdare müddeti yaşında dalsız ve kabuksuz yıllık ortalama artımı 10 m<sup>3</sup>/ha ve daha fazla olan türlere hızlı büyüyen ağaç türleri denir.

Bu tanımlamalara göre, ülkemize ithal edilmiş olan başta kavak türleri (*Populus x euramericana* ve *P. deltoides*) ile okaliptus türleri, (*Eucalyptus camaldulensis* ve *E. grandis*) olmak üzere *Pinus pinaster*, *P. radiata*, *P. taeda*, *Pseudotsuga menziesii* gibi yabancı türler, hızlı gelişen tür kapsamına girmektedir. Yerli türlerimizden, kızılçam ve kazdağı göknarı ile iyi yetişme ortamlarında karaçam, yapraklı türlerden kızılçam, dişbudak, çınar gibi türler hızlı büyüyen tür performansı göstermektedirler.

#### **6.2.2.1. Yabancı tür ithallerinde başarıyı etkileyen faktörler**

Ağaçlandırma çalışmalarına yönelik olarak yabancı tür ithalinde başarılı sonuçlar alabilmek için aşağıda belirtilen hususların göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

### **a. Türlerin doğal yetişme ortamlarındaki karakteristikleri ve performansları**

Bu husus bir türün yabancı tür olarak kullanılması halinde, onun potansiyel değerini belirleme yönünden çok önemlidir. Düşük kalitede odun veren ve eğri gövdelere sahip olan türler, yabancı tür olarak kullanıldıkları zaman yine aynı gelişmeyi gösterirler. Bu bakımdan yapacak odun olarak bir türü ithal etmeden önce, hangi yabancı türlerin düzgün gövde ve iyi gelişme yaptıklarını bilmek ve bunları önceden denemek gereklidir. *Pinus radiata* bu genellemeye çok güzel bir örnek teşkil etmiştir. Onun büyüme hızı, gövde yapısı ve odun kalitesi Yeni Zelanda, Avustralya, Şili gibi ülkelerde, Kaliforniya'daki meşcerelerine benzerlik göstermektedir. Sadece maksimum boy yönünden, güney yarım küresinde beklenildiğinden daha farklı bir durum göstermiştir (Doğal meşcerelerinde 36 m iken, Yeni Zelanda'da 48 m olmuştur). Bu konuda aşağıdaki örnekler de verilmektedir (Wright 1976).

*Tsuga heterophylla*: A.B.D'nin batısında odun çürüklüğüne maruz kalmaktadır. İthal edilmiş olduğu İngiltere'de aynı eğilimi göstermiştir.

*Pinus rigida* : Doğal meşcerelerinde gösterdiği kalın dal ve eğri gövde özelliklerini, yabancı tür olarak kullandığı Kore'deki plantasyonlarda da aynen göstermiştir.

*Pinus strobus* ve *P. elliotii* : Odun karakteristiklerini ithal edildikleri her yerde devam ettirmişlerdir.

*Cryptomeria* : Japonya'ya benzer koşullara götürüldüğü zaman hızlı büyüme ve düzgün gövde yapmaktadır.

### **b. Türün doğal yayılış bölgesi ile ithal bölgesi arasındaki iklim benzerliği ve diğer ekolojik şartların karşılaştırılması**

En başarılı tür transferleri iklim yönünden birbirine benzer bölgeler arasında olmaktadır. Örneğin, *Pinus radiata* Kaliforniya'da Monterey bölgesinde minimum kış sıcaklığının  $-7.7^{\circ}\text{C}$  olduğu yerlerde bulunur. Büyüme mevsimi içinde don görülmez. Yağış kışın yüksek, yazın azdır. Bu tür ancak bu koşullarda yetiştirildiği takdirde iyi gelişme yapabilir. Sıcaklık  $-10^{\circ}\text{C}$  ye düştüğü zaman kış soğuklarından zarar görür, yazın yüksek yağış alan yerlerde yetiştirildiği zaman ise hastalıklardan zarar görebilir. Bu türün yabancı bölgelerdeki yetişme potansiyeli, Kaliforniya'daki iklim şartlarına benzer yerlere götürüldüğü takdirde artar. Minimum ve maximum sıcaklıklar, yıllık ortalama yağış,

yıllık ortalama sıcaklık, yağış ve sıcaklığın mevsimlere göre dağılımı, vejetasyon süresi içindeki sıcaklık ve yağış, nisbi rutubet gibi iklim özelliklerinin karşılaştırılması, ithal çalışmalarındaki başarıyı artırır. Ayrıca toprak yapısı, ağaç ve ağaççıklar, orman florası gibi özellikler yönünden de karşılaştırmalar yapılabilir. Örneğin, bir yabancı tür, iklim ve toprak özellikleri bakımından elverişli olsa bile, sonradan bazı zararların çıkması durumunda doğal biotik savunmasından yoksun kalır ve kitle halinde ölümlerle karşılaşılabilir. Yabancı türlerin geniş alanlarda monokültürlerinin yapılması, böcek ve mantar zararları yönünden sakıncalıdır.

Tür transferleri genellikle 15 yahut daha az enlem dereceleri arasında yapılır. Ancak enlem dereceleri her zaman için tür ithalinde bir ölçü olamaz. Örneğin, Paris'te 49<sup>0</sup> kuzey enlemde, Virginia'nın 37<sup>0</sup> kuzey enlemindeki Norfolk ile büyük enlem farkına rağmen kışlar benzerdir. Bu nedenle, birçok Virginia orijinli ağaç türü Paris çevresinde yetiştirilmektedir. Çeşitli dış faktörlere karşı toleransın, ağaç türlerine göre büyük değişiklikler gösterdiği bilinmektedir. Bazı türler çok farklı yerlerde de yaşama ve kuvvetli gelişme gücü gösterebilirler. Örneğin; bazı *Eucalyptus* türleri, *Pinus radiata*, *P. pinaster*, *P. strobus*, *P. silvestris*, *Pseudotsuga menziesii*, *Picea sitchensis*, *Acer platanoides*, *Quercus rubra* yabancı yetişme ortamlarına yüksek uyum yeteneği göstermektedirler.

### c. Türün doğal yayılış alanının genişliği

Türün geniş bir doğal yayılışa sahip olması, değişik yetişme ortamlarına uyum yeteneğinin daha fazla olmasını mümkün kılabilir. Örneğin, *Pseudotsuga menziesii*'nin kuzey Amerika'da geniş bir doğal yayılışa sahip olması, birçok ülkeye egzotik tür olarak ithal edilmesini sağlamıştır. ABD'de kuzey-güney doğrultusunda 1900 km, doğu-batı doğrultusunda da 2200 km genişliğinde bir doğal yayılışa sahip olan *Populus deltoides* de birçok ülkeye ithal edilmiş ve dünyada 30<sup>0</sup> N enleminin üstündeki kavak plantasyonlarında kültürü yapılan bir tür özelliğini göstermiştir. Ülkemizde de bu türün 26 orijini ile denemeler kurulmuş, başarılı bulunan orijinlerden yapılan bireysel seleksiyonlar sonucunda, klonal üretim çalışmaları yapılarak, kültür alanlarına yüksek verimlilikteki yeni kavak klonlarının girmesine çalışılmıştır (Tuçtaner ve ark., 1985b, Tuçtaner 2002). Ancak türün yayılış genişliği ile, yabancı tür olarak potansiyel değeri her zaman sıkı bir ilişki içinde değildir. Örneğin, Japonya'da *Larix leptolepis* çok dar bir yayılışa sahip olarak dağlık bir mntıkada yetişmektedir. Buna karşılık aynı tür, merkezi

kuzey Avrupa ile kuzeydoğu Amerika'da düz ve çok geniş alanlarda başarı ile yetiştirilmektedir. *Pinus radiata* da çok küçük bir doğal yayılış alanına sahip olmasına rağmen, birçok ülkeye başarı ile ithal edilmiş ve geniş plantasyonları tesis edilmiştir. Bir türün doğal yayılış muntakası içinde yüksek varyasyon göstermesi ve değişik morfolojik yapılara sahip olması da, ithal bakımından bir başarı kriteri olamamaktadır.

### 6.2.2.2. Yabancı tür ithallerinde uygulanan yöntemler

Yabancı tür ithallerinde, göz önünde tutulması gereken kriterlerin çok çeşitli ve komplike olması nedeniyle, değişik yetişme ortamlarındaki ağaçlandırmalarda kullanılacak yabancı tür ve orijinlerinin seçimleri, ancak sistemli tür ve orijin denemeleri sonucunda mümkün olabilmektedir. Sonuç olarak, yabancı tür ithaline konu olacak türlerin tespitinde, göz önünde bulundurulması gereken en önemli hususlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1. Türün doğal yayılışının geniş ve genetik değişkenliğinin yüksek olması
2. Türün doğal yayılış bölgesi ile, yetiştirileceği bölgenin ekolojik koşullarının benzer olması (**tesis yeteneği**)
3. Türün ekonomik ve teknolojik değerinin yüksek olması
4. Türün doğal yayılışı dışında başarılı örneklerinin bulunması (**tesis değeri**)

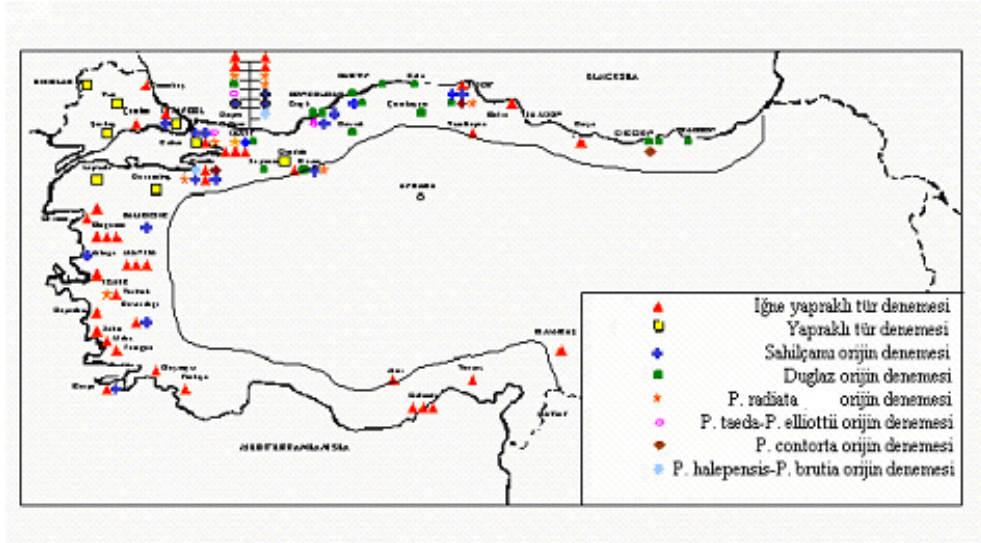
Yukarıda belirtildiği gibi, yabancı tür ithal çalışmalarında kapsamlı ve sistemli bir etüt çalışması gerekli olmaktadır. Bu etüt içinde, öncelikle ülkede daha önce yapılmış olan ithal çalışmaları çok iyi değerlendirilmeli ve çeşitli türlerin doğal yayılış bölgeleri ile başarı ile yetiştirildikleri ülkelerdeki performansları incelenmelidir. Bu teorik etütler sonunda, ithal çalışmalarına konu olacak türler ve bunların doğal yayılış alanlarındaki tohum kaynakları belirlenebilir.

Yabancı tür ithallerinde tohum temini, çeşitli firmalar, uluslar arası kuruluşlar ve resmi kuruluşlar vasıtasıyla olduğu gibi özel tohum toplama ekipleri vasıtasıyla da yapılmaktadır. Örneğin, IUFRO, FAO ve CFI gibi kuruluşların sorumluluğunda, özel ekipler tarafından Kanada, ABD, Meksika ve Orta Amerika'da çeşitli türlerden araştırma amaçlı tohum toplanmıştır.

İthal çalışmaları, gerek para gerekse işgücü yönünden önemli yatırımları gerektiren güç çalışmalardır. Ancak bu çalışmalardan elde edilen bilgiler birçok ülke tarafından paylaşılmaktadır. Bunun için,

çalışmaların etkinliğini artırma yönünden ülkeler arasında işbirliği yapılmaktadır. Örneğin, CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) tarafından *Pinus radiata*'nın Kaliforniya'daki doğal meşcerelerinden toplanan tohumlardan elde edilen bir koleksiyon, ilgi duyan ülkelere de gönderilmiştir. Bu arada bu koleksiyondan istifade ile, İzmit Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü tarafından, 1980 yılında Kerpe-Sarısü'da bir deneme kuruluşu gerçekleştirilmiştir.

Hızlı gelişen türlerin Türkiye'ye ithali çalışmalarına 1950'li yıllarda başlanmıştır. Çeşitli kuruluşlar tarafından değişik yetiştirme ortamlarında farklı metotlar kullanılarak, mukayeseli denemeler ve demonstratif plantasyonlar kurulmuştur. Bu deneme alanlarının değerlendirilmesinden çok kıymetli bilgiler elde edilmiştir (Ürgenç 1972, Cooling 1977, Tunçtaner 1990, Boydak ve ark. 1995). Bu konudaki sistemli çalışmalara ise 1968 yılında İzmit, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü tarafından başlanmıştır. İğne yapraklı egzotik türlerin ekolojik isteklerine uygun yetiştirme ortamlarını kapsayan, Türkiye'nin sahil bölgelerinde en ümit verici türler olarak görülen *Pinus radiata* ve *P. pinaster*'e özel önem verilmiştir. Denemelerde kontrol amacıyla bazı yerli türler de yer almıştır. 1972 ve 1977 yılları arasında, Türkiye ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) tarafından TUR/71/521 no.lu "Endüstriyel Ormancılık Plantasyonları" projesi yürütülmüştür. Bu projenin amaçlarından birini, yerli ve yabancı hızlı gelişen türler için kapsamlı bir ıslah programının uygulanması teşkil etmiştir. Bu proje süresince, İzmit Araştırma Enstitüsü tarafından, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde çok sayıda tür/orijin denemesi tesis edilmiştir (Şekil 47).



Şekil 47. Türkiye’de yabancı türlerle tesis edilen tür ve orijin denemeleri

1969 ve 1974 yılları arasında Türkiye’nin sahil bölgelerinde 36 adet tür denemesi kurulmuştur (Resim 61).



Resim 61. Ünye-Asarkaya’da yerli ve yabancı türlerle kurulmuş olan bir tür denemesi (Foto: K. Tunçtaner)

*Pinus radiata* ve *P. pinaster*'in çok sayıda orijin ile temsil edildiği bu denemelerde, yerli türlerle birlikte toplam 31 tür yer almıştır. Denemeler raslantı blokları deneme desenine göre 2-4 bloklu ve 25-36 ağaç parselli olarak kurulmuştur. Deneme alanlarında yer alan türler ile bunları temsil eden orijinlerin ve denemelerin sayıları Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. Deneme alanlarında bulunan türler, temsil edildikleri orijin ve deneme sayıları

Türler	Orijin sayısı	Deneme sayısı	Türler	Orijin sayısı	Deneme sayısı
<i>Pinus pinaster</i>	17	39	<i>Pinus halepensis</i>	3	5
<i>Pinus radiata</i>	9	29	<i>Pinus silvestris</i>	4	10
<i>Pinus muricata</i>	4	5	<i>P.nigra v.corsica</i>	1	1
<i>Pinus contorta</i>	3	4	<i>P. nigra v.calabr.</i>	1	2
<i>Pinus ponderosa</i>	5	9	<i>Cup.arizonica</i>	4	10
<i>Pinus densiflora</i>	1	2	<i>Cup.semperviren</i>	2	2
<i>Pinus taeda</i>	4	5	<i>Cedrus libani</i>	5	9
<i>Pinus elliottii</i>	2	9	<i>Cedrus deodora</i>	3	6
<i>Pinus caribaea</i>	1	3	<i>Cedrus atlantica</i>	2	3
<i>Pinus jeffreyi</i>	2	1	<i>Ps.menziesii</i>	8	9
<i>Pinus virginiana</i>	2	1	<i>Abies bornmül.</i>	2	9
<i>Pinus echinata</i>	1	2	<i>Larix eurolepis</i>	1	1
<i>Pinus canariensis</i>	1	3	<i>Larix leptolepis</i>	1	1
<i>Pinus eldarica</i>	2	7	<i>Sequoia semper</i>	1	3
<i>Pinus brutia</i>	14	22	<i>Juniperus virgin.</i>	1	3
<i>Pinus nigra</i>	8	15			

### 6.2.2.3. Türlerin büyüme performansları

Türkiye'de egzotik türlerin büyüme performansları konusunda çeşitli kuruluşlar tarafından araştırmalar yapılmıştır. 1960-1980 yılları arasında ülkenin sahil bölgelerinde kurulmuş olan denemelerden bazı ön bilgiler alınmıştır. Bu bilgilerin değerlendirilmesi sonucunda, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde en ümit verici egzotik türlerin *Pinus pinaster* ve *P. radiata* olduğu görüşüne varılmıştır (Ürgenç 1972, Ürgenç ve Boydak 1982, Tunçtaner ve ark., 1985a). TUR.71/521 no.lu FAO Projesi kapsamında yapılan değerlendirmelerde ise, *Pinus pinaster*'in Karadeniz ve Marmara bölgeleri ile Ege bölgesinin bazı kısımlarında kurulacak endüstriyel plantasyonlarda en yaygın şekilde kullanılacak



bir tür olduğu belirtilmiş, Karadeniz bölgesinin sahil kısımlarındaki verimli yetişme ortamları için *Pinus radiata*'nın önemli bir egzotik tür olabileceği, Karadeniz bölgesinde ve Marmara bölgesinin doğu kısımlarının Kastanetum-Fagetum zonlarında, *Pseudotsuga menziesii*'nin başarılı olabileceği açıklanmıştır. Ayrıca, *Pinus nigra laricio*, *P. taeda* ve *P. elliottii* gibi yabancı türlerin, *P. pinaster* ve *P. radiata*'ya alternatif olarak çok az öneme sahip olabilecekleri belirtilerek, Akdeniz bölgesinde ve Ege bölgesinin büyük bir kısmında endüstriyel plantasyonlara en uygun türün yerli türümüz kızılçam olduğu vurgulanmıştır (Greathouse 1975, Cooling 1977). Ancak, bu öneriler, denemelerde ilk yıllarda yapılan yaşama yüzdesi ve boy büyümesi değerlendirmelerinin sonuçlarına göre yapılmıştır. Daha sonraki yıllarda, deneme alanlarında başarılı bulunan bazı türlerin 20-23 yıllık hacim üretimleri yönünden yapılan karşılaştırmaları sonucunda, endüstriyel plantasyonlar için tür seçimine yönelik daha güvenilir bilgiler elde edilmiştir (Tunçtaner ve Tulukçu 1990, 1993, 1996). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar Tablo 16 ve 17'de özetlenmiştir.

Tablo 16. Türlerin farklı yetiştirme ortamlarındaki büyüme değerleri

Bölgeler	Denemeler	Türler	Çap (cm)	Boy (m)	Hacim (m <sup>3</sup> /ha)	Artım (m <sup>3</sup> /ha/yıl)
Karadeniz	Ünye Asarkaya	P.radiata	20.5	15.6	366.4	17.4
		P.pinaster	20.5	12.5	296.5	14.1
		P.nigra	15.7	7.9	125.3	6.0
	Bafra Sarığazel	P.radiata	18.8	10.4	240.1	11.4
		P.pinaster	18.6	10.7	218.6	10.4
		P.nigra	12.5	6.9	77.6	3.7
	Sinop Bektaşağa	P.radiata	23.3	13.9	487.5	23.2
		P.pinaster	24.7	13.3	517.3	24.6
		P.nigra	14.6	8.4	121.3	5.8
Marmara	Kandıra Kefken	P.radiata	18.2	11.6	230.5	11.5
		P.pinaster	20.2	11.1	223.8	11.2
		P.nigra	14.0	6.3	104.2	5.2
	İzmit Işıktepe	P.radiata	18.7	7.60	160.2	7.6
		P.pinaster	14.9	7.90	132.2	6.3
		P.nigra	11.2	5.35	52.8	2.5
	Demirköy İğneada	P.pinaster	24.1	12.55	431.0	20.5
		P.nigra	16.8	8.80	172.2	8.2
Vize Sergen	P.pinaster	18.6	10.30	208.6	9.9	
	P.nigra	18.2	8.55	184.3	8.8	
Ege	Söke Ninemsuyu	P.brutia	16.2	8.90	142.2	6.2
		P.pinaster	13.0	7.70	92.2	4.0
		P.pinea	15.4	5.60	107.6	4.7
		Cup.arizonica	7.0	4.50	19.8	0.9
	Kuşadası Küçükakdere	P.brutia	19.0	10.2	235.5	10.2
		P.pinaster	19.6	10.6	294.4	12.8
		P.pinea	18.4	8.80	189.1	8.2
		Cup.arizonica	20.8	12.6	351.5	15.3
	Yatağan Yumaklı	P.brutia	13.6	6.90	85.8	3.7
		P.pinaste	15.2	9.0	144.3	6.3
		P.pinea	14.2	6.20	90.2	3.9
		Cup.arizonica	12.0	6.80	63.5	2.7

Türkiye’de, yerli ve yabancı türler ile tesis edilen denemelerin büyük bir kısmı, türlerin değişik yetiştirme ortamlarında ilk büyüme ve tutma başarılarını tespit için kurulan adaptasyon denemeleridir. Bu denemelerden seçilen türlerle orijin denemelerinin kuruluşuna geçilmiştir. Ayrıca, tür denemelerinde başarılı bulunan türlerle, TUR.71/521 projesi kapsamında, pilot plantasyon kuruluşları gerçekleştirilmiştir. Marmara ve Karadeniz bölgelerinde (İzmit-Kerpe, İzmit-Kayalıdağ, Gemlik-Narlı, Çanakkale-Karabiga, Sinop-Bektaşağa) tesis edilen pilot plantasyon alanlarında, yabancı türlerden *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, *Pseudotsuga menziesii*, yerli türlerden de *Pinus brutia*, *Pinus nigra* ve *Pinus pinea* yer almıştır (Resim 62).

Tablo 17. Kerpe pilot plantasyon alanında türlerin büyüme değerleri

Türler	Çap (cm)	Boy (m)	Dikim aralığı (m)	Hacim (m <sup>3</sup> /ha)	Artım (m <sup>3</sup> /ha/yıl)
<i>P.pinaster</i> (İspanya)	19.8	13.1	2 x 3	172.3	8.21
<i>P.pinaster</i> (Korsika)	20.4	14.8	2 x 3	208.3	9.92
<i>P.radiata</i> (Y.Zelanda)	19.6	19.5	2 x 3	332.2	15.82
<i>P.nigra</i> (Dursunbey)	14.2	9.2	2 x 3	85.9	4.09
<i>Ps.menziesii</i> (Washington)	11.4	11.3	2 x 3	108.4	5.16



Resim 62. İzmit-Kerpe pilot plantasyon alanı (Foto: V. Atılğan)

Bu plantasyon alanlarında araştırma kapsamında çeşitli silvikültürel uygulamalar ve bakım işlemleri (arazi hazırlığı, dikim, ot kontrolü ve toprak işleme, gübreleme, aralama, budama) gerçekleştirilmiştir.

TUR.71/521projesi kapsamında kurulan pilot plantasyonların dışında, Türkiye’de Orman Bakanlığı’na bağlı kuruluşlar tarafından gerçekleştirilen hızlı gelişen yabancı tür ağaçlandırmaları 1997 yılında

yapılan bir envanter ile belirlenmiştir. Buna göre, ülkemizde 17 hektar *Pinus taeda*, 1692 hektar *Pinus radiata*, 140 hektar *Pseudotsuga menziessii*, 3263 hektar *Eucalyptus camaldulensis* ve 53901 hektar *Pinus pinaster* ağaçlandırması bulunmaktadır (Çalışkan 1998).

Endüstriyel plantasyon tesislerinde en çok kullanılan yabancı tür olan sahilçamı ile Bartın-Karaçaydere serisinde, 1979- 1984 yılları arasında olmak üzere değişik yıllarda toplam 1719 hektar plantasyon tesis edilmiştir. Korsika orijinli küçük bir alanın dışında ağaçlandırmada Land orijinli fidanlar kullanılmıştır. Kısmen mekanizasyon uygulamalarının da yapıldığı bu plantasyon alanında, “Batı Karadeniz Bölgesi Sahilçamı (*Pinus pinaster* Aiton.) Ağaçlandırmalarında Büyümeye İlişkin Teknik ve Ekonomik Değerlendirmeler” isimli bir araştırma çalışması gerçekleştirilmiştir (Tunçtaner ve ark., 2007). Bu örnek çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; Plantasyon alanında, tesis sırasında yapılan teknik hatalar ve kar tahribatı nedeniyle yüksek miktarlarda zayıt olmasına ve sürgün kökenli kayın bireylerinin alanı işgal etmesine rağmen, makineli arazi hazırlığının uygulandığı yerlerde hektarda 11.3 m<sup>3</sup>, işçi gücü ile arazi hazırlığının yapıldığı yerlerde 9.2 m<sup>3</sup> genel ortalama artım elde edilmiştir. Aynı yetiştirme ortamındaki kayın baltalıklarında ise, genel ortalama artım 5.5 m<sup>3</sup>/ha olarak bulunmuştur. Net Bugünkü Değer (NBD), İç Karlılık Oranı (İKO) ve Fayda Maliyet Oranı (FMO) kriterlerine göre sahilçamı ve kayın plantasyonları için yapılan ekonomik analizlerin sonuçları, sahilçamı ağaçlandırmalarının, kayın ile yapılacak ağaçlandırmalara veya koruya tahvil edilmesi durumuna göre, çok daha başarılı olduğunu göstermektedir. İKO kriterinin önemi ve diğer kriterlerle de ilişkisi göz önüne alınarak, sadece İKO kriterine göre ağaç türleri bazında Karaçaydere serisinde en iyi sonuç veren ağaçlandırma seçeneğinin %13.09 İKO değeriyle “sahilçamı + iyi bonitet + 25 yaş + makineli çalışma” olduğu belirlenmiştir. Sahilçamının ekonomik getirisinin kayından 4.6 kat daha fazla (13.09/2.85) olması nedeniyle, Bartın-Karaçaydere serisinde ve benzer yetiştirme ortamlarında, sahilçamının yerli tür kayına tercih edilebileceği anlaşılmaktadır. Esasen bu yörede yapılan diğer bir araştırmanın sonuçlarına göre de, sahilçamı ile yapılacak ağaçlandırmaların ekonomik getirisinin, karaçam, kızılçam, kayın türleri ile yapılacak ağaçlandırmalara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Daşdemir ve Şahin, 2005). Bu şekilde, ülkemizde uygun yetiştirme ortamlarında sahilçamı ile tesis edilecek endüstriyel plantasyonların, ekonomik yönden yerli türlerimize göre önemli avantajlar sağladığı kanıtlanmış olmaktadır.

### 6.2.3. Orijin denemeleri

**Orijin** veya **mense** terimleri, tohum yahut bitki materyallerinin coğrafik kaynağını veya böyle bir kaynaktan olan bitkileri belirler. Diğer taraftan, **provenans** (provenance, provenience) terimi de, tohumların veya bitkilerin coğrafik kaynaklarını belirlemede kullanılmaktadır. Provenans popülasyonla sinonimdir. **İrk** (race) terimi ise, belirli karakteristikler gösteren bir veya daha fazla doğal popülasyonu tanımlar. Bu nedenle tohum kaynağını belirlemede daha çok orijin veya provenans kelimeleri kullanılmaktadır.

Türler arasında genetik farklar olduğu gibi, bir türün doğal yayılış bölgesi içindeki popülasyonlar arasında da genetik farklılıklar vardır. Birçok ağaç türündeki genetik çalışmalar göstermiştir ki, lokal popülasyonlara ait karakteristikler, doğal seleksiyonun ve diğer doğal olayların sonucu olarak gelişmiştir. Geniş yayılışa sahip birçok türün, genetik yapı olarak farklı olan coğrafik popülasyonları, değişik yetişme ortamlarında, hasılat yönünden büyük ölçüde değişkenlik göstermiştir. Bu bakımdan, ekonomik değeri yüksek olan türlere öncelik vermek suretiyle, ülke çapında yapılacak orijin denemeleri sonucunda, yetişme ortamlarına göre türlerin en iyi popülasyonlarını saptamak, hem bu orijinlerle yapılacak ağaçlandırmaların başarısını artıracak, hem de bundan sonraki ıslah çalışmalarına temel olacak birçok bilgiyi sağlayacaktır. Orijin seleksiyonu ile hacim üretiminde elde edilebilecek kazanç, Avustralya'da bir *Pinus taeda* orijin denemesinin 14 yıllık sonuçlarına göre hesaplanmış ve en iyi orijin ile ikinci sıradaki orijin arasında %38 oranında farklılık bulunmuştur (Nikles 1970). Aynı türün ırkları (orijinleri) arasında, büyüme bakımından 4 katına varan farkların mevcut olduğu belirtilmiştir (Wright 1976). Ülkemizde gerçekleştirilen kızılçam orijin denemelerinin 10 yıllık sonuçlarına göre, deneme alanlarında hızlı büyüyen orijin ile yavaş büyüyen orijin arasında %78 ile %144 arasında değişen farklılıklar bulunmuştur (Işık ve ark., 2002).

Genellikle bir türün doğal yayılış sahası genişledikçe, genetik varyasyonun da o derece arttığı bilinmektedir. Bir ülkede mevcut yerli ağaç türlerinin coğrafik varyasyonlarının geniş olması, yapılacak ıslah çalışmaları için bir avantaj sağlamaktadır. Türkiye'de *Pinus brutia*, *Cedrus libani*, *Abies bornmülleriana*, *Abies equitrojani*, *Abies cilicica*, *Pinus nigra* gibi ekonomik açıdan önemli türler, yatay ve dikey yayılışları ile optimum yayılışlarını ülkemizde yapmaktadırlar, ve bu durum ıslah çalışmaları açısından büyük olanaklar vaat etmektedir (Ürgenç ve Boydak 1981). Ağaç türleri üzerinde yapılan genetik araştırmalar, popülasyonların fenotipik ve genetik varyasyonları hakkında bilgi sağlamaktadır. Varyasyonlar, değişen yağış, sıcaklık ve

fotoperiyod faktörleri ile birleşmiş olarak, toprak tipi, yükseklik, bakı ve enlem gibi sabit çevre faktörleriyle ilgili olabilir. Genetik ve çevrenin varyasyonla ilişkisi (klasik taksonomik karakterler ve fotoperiyodik veya termoperiyodik reaksiyonlar gibi fizyolojik özellikler), çeşitli tohum kaynaklarından elde edilen fidanların büyüme odaları, seralar, fidanlıklar ve arazide eşit koşullarda yetiştirilmesi suretiyle değerlendirilebilir. Genekolojik araştırmalar ve orijin denemeleri özel organizasyonlar gerektiren pahalı araştırmalardır. Ancak bu araştırmalar ile, bir türün farklı yetiştirme ortamlarına uyum sağlayacak orijinlerinin ve tohum kaynaklarının belirlenmesi mümkün olabilir.

### **6.2.3.1. Orijin denemelerinin amacı**

Coğrafik varyasyon çalışmalarından sonraki aşama, popülasyonlardan toplanan materyalin tam veya yarı kontrol edilebilen bir yetiştirme ortamında bir araya getirilmesidir. Büyüme hızı, dona hassasiyet, hastalıklara mukavemet gibi özellikler fidanlıklar, sera ve gelişme odalarında (growth chambers) kısa süreli çalışmalarla kolayca araştırılabilir. Birçok karakteristik için ise, kontrollü ortamlardaki kısa süreli çalışmalar arazi koşullarındaki denemelerin yerlerini tutamaz. Geniş çaptaki arazi denemeleri, büyük bir iş gücünü ve masrafı gerektirir, fakat daha doğru netice alınmasını sağlar ve ıslahçının yetiştirme ortamları itibarıyla en iyi orijinleri seçmesini kolaylaştırır. Verimlilik yalnız başına hızlı büyüme ile bağdaştırılamaz. Yaşama yüzdesi, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanıklılık, odun kalitesi ve tohum üretimi gibi özellikler de orijin denemelerinin amaçları arasındadır. En verimli orijin veya orijinlerin farklı yetiştirme ortamları için belirlenmesi uzun zaman alabilir. Araştırmaların kısa süreli sonuçlarından yararlanılsa da, kesin bir yargıya varabilmek için , türün idare süresinin en az yarısı kadar bir zaman sürecine ihtiyaç duyulmaktadır. Nitekim, Türkiye genelinde kurulan kızılçam orijin denemelerinde, toplam 50 orijin 26 deneme alanında testlere tabi tutulmuştur. Deneme alanlarının çoğunda orijinler arasında boy, çap, hacim ve gövde düzgünlüğü için önemli düzeyde farklılıklar gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, kızılçam için coğrafik ve iklim verilerine göre önerilen tohum transfer zonlarını kısmen desteklemesi bakımından da önemlidir. Ancak, deneme alanlarında yaşla birlikte orijinlerin yaşama yüzdesi ve büyüme bakımından sıralamalarının değişebileceği belirtilerek, yörelere uygun orijinlerin seçilebilmesi için en az, türün idare süresinin yarısı (30 yıl) sonundaki araştırma sonuçlarının beklenmesi gerektiği vurgulanmıştır (Işık ve ark., 2002).

Orijin denemeleri pratik olarak, bir türün doğal yayılışı içindeki populasyonlar arasındaki farklılıkları tespit ederek, ağaçlandırmalar için daha ileri seviyedeki ıslah çalışmalarına konu olacak en uygun orijinleri seçmek için uygulanırlar. Orijin belirlenmeden yapılacak olan bireysel seleksiyona bağlı ıslah çalışmaları başarısızlıkla sonuçlanabilir. Bunun dışında, orijin denemelerinden aşağıda belirtilen amaçlar için de yararlanılmaktadır:

- Her yöre için en uygun ırkların seçilmesi ve yeni yetiştirmelerde kullanılması
- Fenotipik varyasyonun genetik ve çevre komponentlerinin ortaya çıkarılması
- Tür içi melezleme çalışmaları için gerekli bilgilerin sağlanması ve melezleme çalışmalarına ortam hazırlanması
- Türlerin evolüsyon eğilimlerinin ve onların yetişme ortamı faktörleriyle ilişkilerinin ortaya çıkarılması
- Egzotik tür ithallerinde belirli bölgeler için en uygun orijinlerin seçimlerinin yapılması
- Tohum hasat ve transfer mntıklarının ortaya çıkarılması

Dünyada çeşitli amaçlara yönelik olarak uygulanan orijin seleksiyon programlarının en önemli amacı ekonomiktir. Farklı iklim zonlarına göre, bu programlarda yer alan çok sayıda tür bulunmaktadır. Lacaze (1978), bu türlerin başlıcalarını iklim zonlarına göre aşağıdaki şekilde gruplamıştır:

Ilıman iklim zonlarında ait türler : *Abies grandis*, *Picea abies*, *Picea sitchensis*, *Pinus contorta*, *Pinus radiata*, *Pseudotsuga menziesii*, *Larix europa*, *Populus deltoides*, *Populus trichocarpa*

Akdeniz iklim zonlarına ait türler : *Pinus brutia*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis*

Türkiye’de, kızılçam, karaçam, sarıçam gibi ekonomik değeri yüksek türlerimiz için, Ormancılık Araştırma Müdürlüklerinin müşterek çalışmaları ile, ülke genelinde ve bölgesel olarak orijin denemelerini kapsayan projeler yürütülmektedir. Projelerin amacı, türlerin doğal yayılış alanlarını temsil etmek üzere seçilen orijinlerin potansiyel ağaçlandırma alanlarına uygun orijinlerinin ve tohum transfer rejyonlarının belirlenmesi şeklinde açıklanmıştır. Denemeler genellikle türlerin doğal yayılış alanları içinde kurulmuştur (Resim 63).



Resim 63. Sarıçam orijin deneme alanı Bolu-Aladağ (Foto : H.B Özel)

Projelerin bazılarında alınan ilk sonuçlar yayımlanmıştır (Şimşek ve ark., 1995, Işık ve ark., 2002). Türkiye’de hızlı gelişen türlerle yüksek artım gücünde plantasyonlar tesisi için orijin seçmek amacıyla; *Pinus pinaster* başta olmak üzere *Pinus radiata*, *Pseudotsuga menziessii*, *Eucalyptus camaldulensis* ve *Populus deltoides* gibi yabancı türlerle orijin denemeleri kurulmuştur.

#### 6.2.3.2. Orijin denemelerinin safhaları

Bir orijin denemesinde ideal olarak aşağıda belirtilen aşamaların izlenmesi gerekmektedir :

1. Çalışılacak tür üzerinde mevcut bilgilerin değerlendirilmesi
2. Çalışmanın amacının ve araştırmada izlenecek yolların belirlenmesi



3. Denemelerde kullanılacak orijinlerin saptanması ve tohumların temini
4. Biyosistemik çalışmaların planlanması ve fidanlık denemelerinin kurulması
5. Potansiyel ağaçlandırma alanlarını temsil eden yerlerde deneme alanlarının kurulması
6. Biyosistemik araştırmaların ve arazi denemelerinin sonuçlarına dayalı olarak, yetişme ortamlarına en iyi uyumu sağlayan yüksek verimlilikteki orijinlerin belirlenmesi

Orijin denemeleri saptanan amaçlara ve mevcut olanaklara göre genellikle üç safha içinde planlanırlar. Ancak bu safhalar birbirleriyle kombine edilebilir.

#### **a. Geniş saha örnekleme safhası**

Bu safhada türün tüm yayılış alanını kapsayacak şekilde örnekleme yapılması arzu edilir. Tür içindeki genetik varyasyonun toplam dağılımı belirlenir ve daha entansif bir ıslah çalışmasından beklenebilecek ıslah miktarı hakkında ön bilgiler elde edilir. Türün doğal yayılış alanı içindeki kuzey-güney ve doğu-batı doğrultularındaki genel eğilimler ortaya çıkar. Türün doğal yayılış alanını temsilen mümkün olduğu kadar çok popülasyondan tohum toplanması uygun görölür. Wright (1976), küçük yayılış bölgesine sahip türlerde 20-30, geniş yayılış olan türlerde ise 50-200 orijinden tohum toplanmasını önermektedir. Orijinleri temsil eden tohum kaynaklarında, her orijinden çok sayıda ağaçtan tohum toplanmalıdır. Bir orijin ne kadar çok bireyle temsil edilirse, o orijinin genetik değerı o oranda sağlıklı tahmin edilebilir. Ancak bu sayı saptanırken araştırma olanakları ve mevcut ekonomik koşullar göz önünde tutulmalıdır. Sağlıklı bir orijin denemesi için bir popülasyondan en az 10, ortalama 20-25 kadar bireyden tohum toplanmaktadır. Tohum toplanan ağaçların ortalama niteliklere sahip olmaları gerekir. Ebeveynlerin seçilmesi durumunda ise, biraz daha fazla genetik kazanç elde edilebilir. Genellikle bir orijini temsil eden tohumlar karıştırılır. Tohum toplanan ağaçların coğrafik mevkileri, yükselteleri, tohum toplayıcıların isimleri, toplama şekli ve tarihi kaydedilir. Ayrıca, ağaçların yaş ve boyları, toprak tipi, bakı gibi bilgiler de toplanır. Orijin denemelerinin tohum toplama safhası oldukça geniş bir organizasyonu ve zamanı gerekli kılmaktadır. Bu bakımdan, orijin denemelerinin çeşitli kuruluşların veya ölkelerin işbirliği ile yürütölmesi yaygın bir uygulamadır. Uluslar arası bazı kuruluşların organizasyonu

ile toplanan tohumlar, ilgi duyan ülkelere gönderilerek orijin denemelerinin kuruluşlarına yardımcı olunmaktadır. Bu kuruluşlardan IUFRO'nun organize etmiş olduğu tohum koleksiyonlarından *Pseudotsuga menziesii*'nin 118 orijini ve *Pinus contorta*'nın 76 orijini, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü tarafından temin edilmiş ve ilk aşamada fidanlık araştırmaları yapılmıştır. Daha sonra, *Pseudotsuga menziesii*'nin 81 orijini ve *Pinus contorta*'nın 34 orijini ile arazi denemeleri kurulmuştur (Resim 64). Bu araştırmaların ilk değerlendirme sonuçları yayımlanmıştır (Şimşek 1977, Şimşek ve ark., 1978). *Pinus radiata*'nın doğal populasyonlarından sağlanan 15 orijinlik bir tohum koleksiyonu ile Kocaeli yarım adasına en uygun populasyon ve orijinlerin belirlenmesini amaçlayan bir deneme alanı, 1981 yılında Kerpe-Sarısu'da kurulmuş ve ilk değerlendirme sonuçları yayımlanmıştır (Toplu ve ark., 1987). Ayrıca, Doğu Karadeniz Araştırma Müdürlüğü tarafından, bölgesel bazda çok sayıda tür/orijin denemesi tesis edilmiştir. Bu denemelerin bazılarında elde edilen araştırma sonuçları yayımlanmıştır (Atasoy 1998). Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü de, Akdeniz bölgesinde kurmuş olduğu *Eucalyptus camaldulensis* ve *E. grandis* orijin denemelerinin sonuçlarını alarak yayımlamıştır (Avcıoğlu ve Acar 1984, Avcıoğlu ve Gürses 1988).



Resim 64. *Pinus contorta* orijin denemesi, Giresun-Erimez (Foto: M.Tulukçu)

1972-1977 yılları arasında FAO desteği ile yürütülen Türkiye’de Endüstriyel Plantasyonlar Projesi (TUR.71/521) kapsamında birçok egzotik türden tohum sağlanarak, İzmit Araştırma Enstitüsü tarafından değişik yetiştirme ortamlarında çok sayıda orijin denemesi kurulmuştur (Tablo 18).

Tablo 18. TUR.71/521 projesi kapsamında yabancı türlerle kurulan orijin denemeleri

Türler	Kuruluş yılı	Orijin sayısı	Deneme sayısı
<i>Pinus pinaster</i>	1975-1979	6-18	16
<i>Pinus radiata</i>	1970-1981	5-16	9
<i>P.taeda/elliottii</i>	1976-1979	6-12	3
<i>Pinus ponderosa</i>	1974-1976	5-8	5
<i>Pinus muricata</i>	1981	6	1
<i>Pinus contorta</i>	1975	36	4
<i>P.halepensis/brutia</i>	1974-1976	7-13	3
<i>Pinus nigra</i>	1975	7	1
<i>Ps.menziesii</i>	1971-1984	10-81	16

Geniş saha örnekleme safhası içinde ülkemizde kurulmuş olan orijin denemelerinin amacı, kısa bir dönem sonunda yetiştirme ortamlarına uyum sağlayamayan orijinlerin elimine edilerek daha sonraki aşamalar için başarılı görülen orijinlerin belirlenmesi olmuştur.

#### **b. Sınırlı örnekleme safhası**

Bu safhada daha dar bölgeler ve en yüksek verimlilikteki orijinler tespit edilir. Birinci devre denemelerin sonucunda ortaya çıkan başarılı orijinlerle (3-15 adet), ümit verici sahalarda daha geniş parselli (100-225 fidan) olarak kurulan denemeler idare müddetinin sonuna kadar devam ettirilir. Bu safhada hasılat yönünden gerekli olan bilgiler toplanır. Sınırlı saha orijin denemelerinde genetik değişkenliğin toplam miktarı, geniş saha denemelerinde karşılaşılandan çok daha azdır. Örneklenen saha küçüldükçe populasyonlar içindeki genetik varyasyon miktarı, populasyonlar arasındaki genetik varyasyon miktarına daha çok yaklaşır. Bunun için, serbest tozlaşma ürünü bir yarı kardeş (halfsib) döl denemesi ile orijin denemesinin fonksiyonlarını aynı denemede kombine etmek mümkün olur. Bu deneme, orijinlerin populasyonları ve ebeveynleri arasındaki farklılıkların ortaya çıkarılmasını sağlar.

### **c. Meşcere formunda mukayese safhası**

Bu safhada, ikinci deneme safhası sonuçlarına göre başarılı bulunan çok az sayıda orijin, birkaç hektar büyüklüğündeki alanlarda ağaçlandırma koşullarında mukayese edilirler.

#### **6.2.3.3. Orijin denemelerinin planlanması ve değerlendirilmesi**

Türün doğal yayılış alanının büyüklüğü, ekolojik istekleri, ekonomik değeri, coğrafik varyasyonları ve bunlara bağlı olarak saptanacak amaç, orijin denemelerinin düzenlenmesini etkileyen faktörlerdir. İlk safha orijin denemelerinde, hasılayla ilgili kesin bilgiler nadiren gerekli olur, başlangıçta yaşama yüzdesi ve boy büyümesi yönlerinden orijinler arasındaki farklılıkları belirlemek daha önemlidir. Bunu hasılayla ait bilgiler elde etmek için daha uzun süreli denemeler takip eder. Ancak, orijinlerden yeniden tohum temini güç olduğundan, genellikle orta büyüklükte parseller (0.02-0.05 ha) kullanmak suretiyle, normal bir süre içinde kısa ve uzun dönemli denemeler kombine edilebilir.

Hasılat denemelerinde parseller ağaç boyutları ve deneme sürelerine bağlı olarak nispeten büyük (200-500 m<sup>2</sup>) tutulurlar. Bununla beraber, boy gibi tespiti kolay bazı karakteristiklerle hasılat arasında bir ilişki kurulabilirse, parsel büyüklüğü ve deneme süresi büyük ölçüde azaltılabilir.

#### **6.2.3.3.1. Fidanlık safhasında planlama ve değerlendirme**

Orijin denemelerinin fidanlık safhasında, orijin farklılıklarının araştırılması ve arazi denemeleri için fidan üretilmesi konularında planlamalar yapılmaktadır. İlk önce orijinlere ait tüm fidanların aynı fidanlıkta mı yoksa ayrı fidanlıklarda mı yetiştirileceği konusunda karar verilmelidir. Aynı fidanlıkta yetiştirildikleri takdirde, bütün orijinlerin aynı temel işlemleri görmeleri avantajı sağlanmış olacaktır. Ancak bunun da başlıca iki dezavantajı vardır: Birincisi, ani iklim değişiklikleri veya bazı kazalar sonucunda denemenin bozulma ihtimali olabilir. İkincisi de, fidanların uzak mesafelerdeki dikim alanlarına nakli zorluklar çıkarabilir. Fidanların iki veya daha fazla fidanlıkta yetiştirilmeleri halinde, doğal afetlere karşı daha çok güven sağlanmakta ve fidanlıklarla arazi denemeleri arasındaki mesafeler kısaltılmaktadır. Bu durumda da, meydana gelecek dikim stokları farklı olacağı için, bir

fidanlıkta yetiştirilen fidan diğer bir fidanlıktaki özel bir orijinin eksikliğini gidermek için kullanılamamaktadır. Bu nedenlerle, genellikle fidanlık denemeleri ile arazi denemeleri için fidan üretimi kombine edilmektedir.

Fidanlık denemelerinde orijinlere ait tohumlar yastıklara replikasyonlu (tekrarlı) ve raslantısal olarak ekilirler. Ekim normal olarak çizgiler ve şeritler halinde veya tohum yastığında enine dikdörtgen parseller halinde yapılır. Tohumların bitişik parselere girmemeleri ve şiddetli rüzgarlarla taşınmamaları gerekir. Bu hususu sağlamada, parseller arasında ekilmemiş tampon şeritler veya ayırıcı tahtalar yardımcı olur. Tohumlar ekilmeden önce tartılmalı ve çimlenme kapasiteleri kontrol edilmelidir. Fidanlık safhasında yapılacak ölçülerle ; arazi denemelerinde kullanılacak orijinleri seçmek, genetik varyasyon şekillerini belirlemek, büyüme, hasılat veya kalite farklılıklarını tahmin etmek gibi hususlarda yararlanılacak bilgileri elde etmek mümkün olur. Orijin denemelerinin fidanlık safhasında, ekim fidelerinin çıkmasındaki farklar, kotiledon sayıları, fenolojik tespitler, abiyotik faktörlerin etkileri, fidanların su ve kuru madde içerikleri, gelişme durumları gibi özellikler incelenir. Bazı özel amaçlar için dal, kök, yaprak, tomucuk gibi organlarla ilişkili tespit ve ölçüler de yapılabilir.

Fidanlık aşamasında, orijinlere ait tohumların bin tane ağırlığı, tohum boyutları, tohum rengi, çimlenme yüzdesi, embriyo büyüklüğü, çimlenme hızı gibi özellikleri de belirlenmekte ve bu özelliklerin fidan karakteristikleri ile ve tohumların toplandığı populasyonlarla ilişkileri çoklu regresyon analizleri ile araştırılmaktadır. Elde edilen bilgiler erken test çalışmalarında kullanılmakta ve orijinlerin arazi denemelerindeki performansları konusunda tahminler yapılabilmektedir. Orijinlerin fidanlık aşamasındaki bazı özellikleri ile coğrafik veriler arasındaki ilişkilerin araştırılması sonucunda elde edilen biyosistemik bilgiler arazi denemelerinin düzenlenmesine yardımcı olur. Fidanlık aşamasının sonunda, fidanların arazi denemelerine naklinden önce, her orijin için çatalanma, zayıf kök yapısı, hastalık veya diğer zararlardan dolayı ayrılması gereken fidan sayıları da kayıt altına alınmalıdır.

#### **6.2.3.3.2. Arazi safhasında planlama ve değerlendirme**

Orijin denemelerinin arazi safhasında; denemenin amacı, deneme kuruluşları için mevcut saha ve kullanılacak istatistik yöntemler göz önünde tutulmak suretiyle orijin sayısı ve replikasyon sayısı belirlenir, ve bunlara bağlı olarak da parsel büyüklüğü saptanır. Genellikle orijin sayısı arttıkça parsel büyüklüğü küçülür. Arazi denemelerinde tespit ve

ölçmeler için en önemli parametreler; yaşama yüzdesi, boy, çap ve hacim gelişmesidir. Bundan başka kalitatif ve morfolojik nitelikler (dal uzunluğu ve kalınlığı, dal açısı, gövde formu, tepe genişliği v.b), fizyolojik özellikler, biyotik ve abiyotik zararlılar ve odun özellikleri gibi hususlar incelenir. Orijin denemelerinin sonuçlarına bağlı olarak, tohum hasat ve kullanma yerleri sağlıklı olarak belirlenir, ve ağaçlandırmalarda yetiştirme ortamlarına göre en uygun orijinlerin kullanılması suretiyle başarı oranı büyük ölçüde artırılmış olur. Orijin seleksiyonunun temel amaçlarından biri, odun üretiminde belirli bir gelişmeyi, yani ıslahı sağlamaktır. Bunun için mukayeseli arazi denemelerinin tesisleri zorunlu bir vasıta olarak görülmektedir. Denemelerin potansiyel ağaçlandırma alanlarında kurulması, genetik varyasyonla ekolojik varyasyon etkileşimlerinin ortaya çıkmasını sağlar.

Orijin denemelerinin kurulacağı alanlar, türün geniş çapta kullanılacağı bölgeleri temsil edecek şekilde seçilmelidir. Deneme alanları, deneysel hatanın en az düzeyde tutulabilmesi için mümkün olduğu kadar homojen olmalıdır. Deneysel hatayı diğer varyasyon kaynaklarından ayırmak için, kullanılan istatistik deneme desenleri içinde en yaygın olarak kullanılan rastlantı blokları deneme desendir. Orijin denemeleri bir yetiştirme ortamında kurulabildiği gibi, farklı yetiştirme ortamlarında aynı orijinleri ihtiva eden bir denemeler zinciri veya grubu olarak da kurulabilir.

Deneme alanlarında dikim, en uygun teknikler kullanılarak deneyimli işçiler tarafından yapılmalıdır. Bir denemede bir blok aynı zamanda aynı işçiler tarafından dikilmelidir. Denemenin etrafı sıralar halinde standart bir orijinle çevrilmeli ve açık kalan sahalara da bu orijinden fidanlar dikilmelidir. Tamamlamalar tercihen bir defa yapılmalıdır. Denemelerde toprak işleme, ot alma, gübreleme gibi bakım işlemleri üniform olarak gerçekleştirilmelidir.

Arazi safhasında değerlendirmeler, büyüme hızına uygun periyotlarla (1, 3, 6, 10, 15, 20. yıllarda) yapılmalıdır. Denemedeki ağaçlar aralama çağına ulaştığı zaman, her aralamadan önce değerlendirme yapılması uygun olur. Denemelerde ölçülen en önemli karakterler; yaşama yüzdesi, boy, çap ve hacim üretimidir. Kısa süreli denemelerde; don, kuraklık veya diğer abiyotik faktörlere karşı mukavemet eşit öneme sahip olabilir. Büyümede kuru madde üretimi de önemli bir karakteristiktir. Ayrıca, morfolojik özellikler (gövde formu, taç şekli, dal yapısı, kabuk yapısı, sürgün rengi ve yapısı, ibre rengi ve boyutları, kozalak rengi ve boyutları v.b), fizyolojik özellikler (fototropizm, fenoloji, fotosentez oranı, solunum oranı, çiçeklenme, yaz sürgünü), teknolojik özellikler (odunun fiziksel ve mekanik özellikleri, odun anatomisi, selüloz üretimi), mukavemet özellikleri (biyotik ve

abiyotik etmenlere karşı) konularında da orijinler arasındaki farklılıklar incelenebilir.

## 7. ORMAN GEN KAYNAKLARININ KORUNMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

### 7.1. GENETİK ÇEŞİTLİLİK

Dünyamızdaki tüm canlı organizmalarda mevcut olan genetik varyasyon, milyonlarca yıl süren bir biyolojik evrimin sonucunda oluşmuştur. Bu gen zenginliği, canlıların doğada çeşitli nedenlerle meydana gelen çok değişik koşullara uyum sağlamasını mümkün kılmaktadır. Aynı zamanda, özellikle bitki türlerindeki genetik varyasyondan yararlanılarak seleksiyon ve ıslah yolu ile varyeteler geliştirilebilmektedir. Bu nedenle yeryüzündeki gen kaynaklarının korunması ve değerlendirilmesi, dünyamızın geleceği açısından çok büyük bir önem taşımaktadır. Doğal kaynaklar içinde yer alan ormanlar, sadece odunsu bitkileri değil aktüel ve potansiyel olarak sosyo-ekonomik değere sahip birçok başka türü de bünyelerinde barındırmaları ve çevre üzerindeki olumlu etkileri nedeni ile en başta korunmaları gereken kaynaklardır.

Son yıllarda, dünyada insanlığın karşı karşıya bulunduğu en ürkütücü gerçeklerden biri, doğal kaynakların aşırı işletme ve kirletme sonucunda yok edilmekte olmasıdır. Doğal kaynaklar içersinde yer alan ormanlar da, nüfus artışına ve endüstriyel tüketimdeki hızlı gelişmeye bağlı olarak gittikçe azalmaktadır. Ormanların yok edilmeleri ile mevcut doğal denge bozulmakta ve çevre kirliliği artmaktadır. Bu arada ormanlarda bulunan çeşitli bitki türleri ile birlikte zengin gen kaynakları da ortadan kalkmaktadır. Genetik kaynaklar, ağaç türlerine, bunların akrabalarına ve ürünlerine ait genetik bilgilerin farklı kombinasyonları olarak ortaya çıkarlar. Muhafazanın amacı, gelecekteki muhtemel kullanımlar için, bu kombinasyonları mümkün olduğu kadar çok korumaktır. Gen kaynaklarının muhafazası ile ilgili önceliklerin saptanabilmesi için gen havuzu kavramının açıklanması gerekir. Bir ürünün gen havuzu, içinde potansiyel olarak gen değişimi yapabilecek tüm türleri barındırır. Geliştirilmiş bir gen havuzu kavramı genellikle, doğadaki bir türün ıslah programlarında kullanılması için yararlanılabilecek değerini sınıflandırmada kullanılır. Islah programlarında kullanılan doğal türlerin ve ırkların tüm varyeteleri, kültürü yapılan ürünlerle melezler yapabilir ve ıslah programlarına yararlı genler sağlayabilir. Bu kültürü yapılan formlar ve bunlarla ilişkili



doğal türler ilk gen havuzunu oluştururlar. Kültürü yapılan ürünlerle daha uzak ilişkisi olan doğal türler ise, ikinci derecedeki gen havuzuna ait olarak sınıflandırılırlar. Bunların kültürü yapılan ürün ile gen değişimi yapabilmeleri için özel çaba ve teknik gerekir. Üçüncü derecede gen havuzu, kültürü yapılan ürünle çok daha uzak ilişkisi olan türleri kapsar ki, bunlar bugünkü teknoloji ile kültürü yapılan ürünle gen değişimi yapamazlar. Doğal türlerin popülasyonları içindeki genetik çeşitlilik, çeşitli amaçlara yönelik olarak gerçekleştirilecek ıslah çalışmalarının yürütülmesinde kullanılmaktadır. Bu nedenle, türler içindeki genetik çeşitliliğin mümkün olan en üst düzeyde tutulması için, gen kaynaklarının buldukları çevre içinde ve dışında korunmaları gerekmektedir. Genetik çeşitlilik; Bir türün gen havuzundaki kalıtsal bilginin zenginliğidir. Bir tür içindeki genetik çeşitlilik, uzun bir süreç içinde meydana gelen, seleksiyon, migrasyon, mutasyon, izolasyon gibi gen frekanslarının değişimine neden olan doğal olaylar sonucunda meydana gelir.

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 yan yana 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. Tür içindeki ve türler arasındaki genetik çeşitliliği en yüksek düzeyde tutmak ve gerektiği zaman bu zengin çeşitlilikten yararlanmak için genetik kaynakların mutlaka korunması gerekmektedir.

Tür içi genetik çeşitlilik, tür ve ekosistem çeşitliliğinin kaynağı olduğu gibi, ekosistem dengesinin de temelini oluşturur. Bu nedenle, tür zenginliği ve türler içindeki genetik çeşitlilik, ormanların değişen çevre koşullarına uyum sağlayabilmesinin ve zaman içinde varlıklarını dinamik bir şekilde devam ettirebilmelerinin en önemli güvencesidir (Dirik 1994). Ancak, birçok ülkede olduğu gibi, ülkemizde de ormanlara uzun yıllardan beri yapılan bilinçsiz ve aşırı müdahaleler, doğal popülasyonlardaki genetik çeşitliliğin önemli ölçülerde azalmasına neden olmuştur. Özellikle, 1960’lı yıllara kadar süren seçme kesimleri ile, ormanlarımızdaki değerli gen kaynaklarının büyük bir kısmı yok edilmiştir. Bunun yanı sıra, tarla açma, yeni yerleşim merkezleri kurma, hayvan otlatma, endüstri tesisleri ve baraj inşaatları yapma, maden ocakları işletme gibi faaliyetlerle, böcek ve mantar hastalıkları ve yangın gibi olayların sonucunda genetik çeşitlilik azalmakta ve ormanlardaki genetik birikim tahrip edilmektedir. Diğer taraftan,

endüstriyel gelişim ve hızlı kentleşmeden kaynaklanan çevre kirliliği de, orman kaynaklarını doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Türkiye’de ormanlar, tüm olumsuz etkilere rağmen, ülkenin coğrafik konumu, topoğrafik yapısı ve iklim çeşitliliği nedeniyle önemli bir tür zenginliğine sahiptir, ve optimal kuruluşlarını ülkemizde yapan kızılçam ve sedir gibi önemli türlerimizin hala korunması ve değerlendirilmesi gereken genetik varyasyonları mevcuttur.

Türkiye’de coğrafik değişkenliğin büyük olması nedeniyle çok sayıda bitki türü bulunmaktadır. Güner ve ark. (2000), ülkede topoğrafik ve iklimik koşullara bağlı olarak oluşan ekosistemlerin önemli ölçüde genetik değişkenliğe sahip olduklarını ve bunun doğal sonucu olarak Türkiye’de yaklaşık 11000 bitki türü olduğunu bildirmektedir. Diğer taraftan, Türkiye’de orman alanlarının, büyük bir kısmının endemik ve tehlike altında olan flora ve fauna türlerini barındıran temel yaşam alanları olduğu belirtilerek, bu alanlarda 76’sı endemik olmak üzere 564 adet odunsu bitkinin mevcut olduğu ifade edilmektedir (Kaya 1998). Diğer bir çalışmada ise, Türkiye florasında; yaklaşık olarak 178 familya, 1238 cins, 9486 tür, 1648 alttür, 1051 varyete olmak üzere toplam 13423 takson bulunduğu, otsu forma sahip bitki sayısının 11330, odunsu forma sahip bitki sayısının 856 olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, odunsu bitkilerde; 230 ağaç, 529 çalı, 44 ağaççık veya çalı, 53 çalı veya otsu form bulunmaktadır (Pınar 2005). Ülkemizde mevcut olan bu zengin biyolojik çeşitliliğin ve onun alt-komponentlerinin (ekosistem, tür ve genler) korunması, sadece günümüz için değil, özellikle gelecek generasyonlar için hayati bir öneme sahiptir. Orman gen kaynaklarının yok olması ve alanlarının tahrip edilmesi, ulusal ekonomilerin yanı sıra insanların refah seviyelerini de olumsuz yönde etkilemektedir.

## 7.2. GEN KAYNAKLARININ KORUNMASI

Birçok ülke ve uluslararası kuruluş, orman ağacı türleri ve diğer bitki türleri içindeki gen kaynaklarının doğal çevreleri içinde (*in situ*) ve dışında (*ex situ*) korunmaları yönünde özel bir çaba içine girmiştir. Orman gen kaynaklarının korunmasına yönelik planlamalar, türlerin ve faaliyetlerin öncelikleri belirlenerek küresel programlarla bağlantılı ulusal programlar halinde yapılmaktadır. Gen kaynaklarının muhafazaları ve yönetimleri, doğal ekosistemlerin korunmaları ve rasyonel kullanımları ile yakından ilişkilidir ve dünyanın bugünkü ve gelecekteki sürdürülebilir gelişimi açısından son derece önemlidir. Bu bakımdan, ekosistemlerin, türlerin ve genetik kaynakların muhafazalarının amaçlayan programların ve faaliyetlerin önceliklerinin

taini; sosyal, ekonomik ve çevresel gereksinimlerle ilişkili olarak tanımlanmaktadır. Birçok ülkede, biyolojik çeşitlilik ve orman gen kaynaklarının korunması kapsamındaki çalışmalar Birleşmiş Milletler FAO teşkilatının destekleri ile sürdürülmektedir (Palmberg 1992, 1994; Jusheng 1985, Rockwood 1988, Graudal 1988). 1985 yılında Roma'da, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) tarafından düzenlenen panelde, orman gen kaynaklarının hızla azaldığı belirtilerek, FAO'nun gen kaynaklarının tespiti, muhafazası ve değerlendirilmesi konusundaki programların yaygınlaştırılmasına ve hızlandırılmasına destek vermesi istenmiştir (Anon.1987). Panelde bitki ve orman kaynaklarının doğal çevre içinde ve dışında korunmalarına yüksek öncelik verilmesi önerilmiş, aynı zamanda orman gen kaynaklarının korunması ile orman yönetimi ve ağaç ıslahı stratejilerinin uyumlu bir halde yürütülmesi gerektiği belirtilmiştir.

1991 yılında Roma'da bağımsız bir kuruluş haline getirilen ve 1992 yılında Türkiye'nin de üye olduğu, Uluslararası Bitki Genetik Kaynakları Enstitüsü (IPIGRI), aşağıda belirtilen dört ana amaca yönelik olarak faaliyet göstermeyi planlamıştır:

1. Bitki genetik kaynakları ile ilgili olarak yürütülmekte olan ulusal programların güçlendirilmesi ve genetik kaynakların muhafazası için yardımda bulunulması.

2. Bitki gen kaynaklarının muhafazası ve değişimi yönünden uluslar arası işbirliğinin sağlanması.

3. Bitki genetik kaynaklarının muhafazası için geliştirilmiş strateji ve teknolojilerin belirlenmesi ve kullanımının teşvik edilmesi.

4. Bitki genetik kaynakları üzerinde pratik ve bilimsel gelişmelerin toplanması ve duyurulması için bir enformasyon servisinin kurulması.

Yukarıda belirtilen amaçlarla ilişkili olarak Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO), Uluslararası Bitki Genetik Kaynakları Konseyi (IBPGR) ve Avrupa Topluluğu Komisyonu (CEC)'nin 1992 yılı Nisan ayında yapmış oldukları müşterek toplantıda, Avrupa ormanları genetik kaynaklarının muhafazası konusunda yapılacak çalışmalar görüşülmüştür: İlk aşamada Avrupa ülkelerinde halihazırda uygulanmakta olan orman genetik kaynaklarının muhafazası ile ilgili programların bilinmesine ihtiyaç duyulmuştur. Orman gen kaynaklarını tehdit eden faktörlerin ve en fazla tehdit altında bulunan türlerin neler olduğunun belirlenmesi istenmiştir. Mümkün olduğu takdirde, orman ağacı türlerinin genetik varyasyonlarının muhafazası için doğal çevre içinde (*in situ*) korunmalarının daha uygun olduğu belirtilmiştir. Bunun aynı zamanda en ucuz ve güvenli yollardan biri olduğu da ifade edilmiştir. Ancak, bitki gen kaynaklarının korunmasında sadece *in situ*

koruma yeterli değildir. Bu nedenle gen kaynaklarının doğal çevre dışında (*ex situ*) olarak muhafaza edilmelerine de gereken önem verilmeli ve her iki yöntem birbirlerini tamamlayıcı olarak kullanılmalıdır.

### 7.2.1. Doğal çevre içinde (*in situ*) koruma

Bir türe ait genetik kaynaklar, o türün içinde bulunduğu ekosistemde farklı birçok gen kombinasyonlarını içerirler. Bu nedenle, ileride yapılacak ıslah çalışmalarında zengin gen kaynaklarından mümkün olduğu kadar çok yararlanmak için, türlerin doğal ortamları içinde belirli alanlar biogenetik kaynaklar olarak ayrılırlar. *In situ* korumanın bir amacı da, doğal ortam içindeki farklı populasyonları muhafaza etmek suretiyle evrimin (evolusyonun) devamlılığını sağlamaktır. Bu evrim sistemi içinde çeşitli ağaç ve bitki türleri, hayvanlar ve mikroorganizmalar karşılıklı etkileşim içinde bulunurlar.

Türkiye’de orman gen kaynaklarının doğal çevreleri içinde muhafaza edilmelerine yönelik çalışmalar Çevre ve Orman Bakanlığı’na bağlı çeşitli kuruluşlar tarafından sürdürülmektedir. Ekosistemlerin muhafazası ve devamlılığı ile iğne yapraklı türlere öncelik verilmek suretiyle tür içi ve türler arası genetik varyasyonun muhafazası konusunda ulusal stratejiler geliştirilmektedir. Orman gen kaynaklarının yerinde korunması amacıyla ayrılan alanlar Tablo 19’da verilmiştir (Anon. 2000, 2001).

Tablo 19. Türkiye’de orman gen kaynaklarının yerinde (*in situ*) korunduğu alanlar

Statü	Sayı	Alan (ha)
Milli parklar	32	649486.0
Doğa parkları	15	54240.0
Doğayı koruma alanları	35	84230.0
Doğal anıtlar	56	333.8
Yaban hayatı koruma alanları	123	1851317.0
Tohum meşcereleri	35	46345.7
Gen koruma ormanları	163	23480.1

Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü tarafından 1994 yılında uygulamaya konulan “Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim Programı”, ülkede yürütülecek orman ağaçlarının

ıslahını bir strateji ve zaman planlamasına bağlamasının yanında, gen kaynaklarının korunmasını da hedef alan bir programdır. Programda her iki yöntem birbirini tamamlayıcı olarak kullanılmaktadır. Yoğun ıslah çalışmalarına konu olan beş türe (kızılçam, karaçam, sarıçam, sedir, kayın) öncelik verilmek suretiyle, gen koruma alanlarının ayrılması planlanmıştır. Gen koruma ormanlarının seçiminde; popülasyonların önemli çevresel değişkenler boyunca seçilmesine özen gösterilmiş, tipik özellik gösteren yerlerdeki popülasyonların seçilmelerine çalışılmış, türün marjinal ve uç popülasyonlarından da seçim yapılmasına dikkat edilmiş ve ender rastlanan bireyler koruma altına alınmaya çalışılmıştır (Resim 65). Belirtilen bu prensipler çerçevesinde 1994 yılından 2001 yılına kadar 23000 hektar alan gen koruma ormanı olarak ayrılmıştır. Ağaçlandırmaların tohum ihtiyacını karşılamak amacıyla seçilmiş olan tohum meşcereleri, zaman içinde tohum bahçelerinin devreye girmesi ile işlevlerini kaybetmektedirler. Ancak bunlar doğal ormanları temsil eden örnekler olduklarından, potansiyel gen koruma ormanı olarak değerlendirilmektedir. Türkiye’de 2001 yılına kadar yaklaşık 46500 hektar alan tohum meşceresi olarak ayrılmıştır (Şıklar 2001).



Resim 65. Koruma altına alınmış bir sedir ağacı (Foto: M. Tulukçu)

Türkiye’de 1993 yılında başlatılan, Dünya Bankası tarafından desteklenen GEF (Global Environment Facility) isimli bir özel fon kapsamında, “Bitki Genetik Çeşitliliğinin Yerinde (*in situ*) Korunması” başlıklı bir proje yürütülmüştür. Projede pilot alanlar olarak seçilen Kazdağları ve Bolkar dağında çeşitli bitki türlerinin ve önemli orman ağacı türlerimizin genetik çeşitliliğinin korunması amacıyla yapılan çalışmalar sonucunda, Gen Koruma ve Yönetim Alanları (GEKYA) belirlenmiştir (Anon. 2000).

Ülkemizde ekonomik önemi yüksek olan iğne yapraklı türlerimizde populasyon içi ve populasyonlar arası genetik çeşitliliğin belirlenmesi yönünde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda, tür içi genetik varyasyonları belirlemede yeni teknolojilerden büyük ölçüde yararlanılmaktadır. Yapılan bir araştırmada, Türkiye’de seçilmiş olan kızılçam tohum meşcerelerindeki genetik varyasyon, RAPD belirteçleri yardımıyla saptanmıştır. Tohum meşcerelerinde toplam %65 oranında genetik çeşitlilik saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, türe ait genetik kaynakların *in situ* koruma altına alınması için, ıslah zonları itibarıyla hangi tohum meşcerelerinden yararlanılması gerektiği belirtilmiştir (Kandemir ve ark., 2004).

Türkiye’de doğal olarak yayılış gösteren kavak ve söğüt türlerine ait gen kaynaklarının, buldukları çevrelerde muhafaza edilmeleri konusunda yeterli çalışma yapılmamıştır. Bu türler içinde ormanlarımızda gruplar halinde veya münferit olarak bulunan titrekkavak (*Populus tremula*) ve akkavak (*P. alba*) türleri ile bunların doğal melezi olan bozkavak (*P. x canescens*), Demirköy-Longoz, Edirne-Söğütlük ve Meriç gibi yetişme ortamlarında *in situ* koruma altına alınmalıdır. Diğer taraftan, ülkemizde doğal olarak çok geniş bir yayılışa sahip olan titrekkavak populasyonları yapılan kesimlerle gittikçe azalmakta ve bu durum ıslah açısından genetik tabanın daralmasına neden olmaktadır. Titrekkavak dünyada başta selüloz olmak üzere birçok endüstri kolunda kullanılmakta ve yapay melezleme çalışmalarında başarı sağlamaktadır. Bu nedenle, titrekkavak gen kaynaklarının korunması için, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü tarafından bir proje başlatılmıştır. Bu proje kapsamında, türün *in situ* koruma altına alınması gereken bazı alanları belirlenmiş ve ıslah çalışmalarında kullanmak üzere üstün nitelikli bireyler seçilmiştir (Tunçtaner 1993a). Ülkemizde önemli bir ekonomik değere sahip olan, doğal karakavak (*Populus nigra*) taksonlarına ait populasyonların *in situ* koruma altına alınmaları, büyük ölçüde özel mülkiyete tabi alanlarda yer almalar nedeniyle, mümkün olmamıştır. Ancak, bu populasyonlar içinden genetik materyal almak amacıyla bireysel seleksiyonlar yapılmıştır (Resim 66). Güney ve Güneydoğu

Anadolu bölgelerimizde, özellikle Fırat, Dicle ve Göksu nehirleri boyunca doğal yayılış alanları bulunan Fırat kavağı (*Populus euphratica*) türünün gen kaynaklarının da, buldukları çevrelerde koruma altına alınmaları gerekmektedir.



Resim 66. Gen kaynağı olarak koruma altına alınan bir karakavak bireyi (Foto: M. Tulukçu)

### 7.2.2. Doğal evre dışında (*ex situ*) koruma

Dünyada ve ülkemizde doğal yayılışı içindeki genetik varyasyonu çeşitli nedenlerle azalan ve yok olma tehlikesi ile karşı

karşıya bulunan birçok tür bulunmaktadır. Bu türlere ait gen kaynaklarını buldukları ortamlardaki tehlikelerden uzakta, güvenli koşullarda muhafaza etmek ve gerektiği zaman kullanmak amacıyla *ex situ* koruma yöntemi uygulanmaktadır. Bunun için, tehlike altında bulunan türlerden alınan genetik materyal (tohum, çelik, polen, *in vitro* materyal v.b) uygun koşullarda saklanır ve bunlardan yetiştirilen fidanlarla canlı koleksiyonlar tesis edilir. Çeşitli bitki türlerinde *ex situ* gen koruma çalışmaları için; arboretum, botanik bahçeleri, klon bankaları, tohum bahçeleri, tür/orijin denemeleri, döl denemeleri, tohum ve polen bankaları ve fidanlık koleksiyonları gibi tesislerden yararlanılmaktadır. Son yıllarda kavak gibi bazı türlerde, dokuların *in vitro* koşullarda çok düşük sıcaklıklarda saklanması (cryopreservation) yöntemlerinden de yararlanılmaya başlanmıştır. Türkiye’de orman kaynaklarının *ex situ* gen koruma çalışmaları, genellikle klonal tohum bahçeleri ve klon bankalarının tesisi şeklinde yürütülmektedir. Şıklar (2001), şimdiye kadar 10 türde 1150 hektar tohum bahçesinin tesis edilmiş olduğunu ve bu tesislerde yer alan populasyon sayısının yaklaşık 150, klon miktarının ise 5500 civarında olduğunu bildirmektedir. Ayrıca, değişik nedenlerle (kaçak kesim, yangın, fırtına v.b) yapısı bozulmuş veya tamamen yok olmuş populasyonların gen havuzlarının devamlılığının, bu populasyonlardan kurulmuş olan tohum bahçeleri ile devam ettirilmekte olduğunu belirtmiştir.

Yerli türlerimiz dışında, Türkiye’ye ithal edilmiş olan yabancı türlerle kurulmuş olan tür/orijin denemelerinin, demonstratif ağaçlandırmaların, ümit verici türlerin ve orijinlerinin yer aldığı pilot plantasyon alanları mutlaka koruma altına alınmalıdır. Bunların içinde ; *Pinus pinaster*, *P. radiata*, *Pseudotsuga menziesii*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Robinia pseudoacacia* türlerine ait bazı plantasyon alanları tohum meşçeresi ve tohum plantasyonu olarak Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü tarafından koruma altına alınmıştır. Yabancı tür ağaçlandırmaları içinde önemli bir yere sahip olan *Pinus pinaster*’in, ülkemizde 1888 yılında Terkos gölü kıyısında kumul hareketlerini durdurmak amacıyla Fransızlar tarafından tesis edilmiş olan ilk plantasyon alanı, özellikle korunması gereken alanlardan biridir (Resim 67). Daha sonraki yıllarda uygulayıcılar tarafından buradan tohum toplanarak fidanlar üretilmiş ve çeşitli yerlerde ağaçlandırmalar yapılmıştır. Demonstratif özellikte yapılmış olan bu ağaçlandırmalardan toplanan tohumlar yerine göre; Bahçeköy, Alemdağ, Taşdelen gibi orijin isimleri almış olmalarına rağmen esas tohum kaynağını Terkos’daki populasyon temsil etmiştir.





Resim 67. 1888 yılında Terkos gölü kıyısında tesis edilmiş olan sahilçamı (*Pinus pinaster*) plantasyon alanı (Foto: M. Tulukçu)

Avrupa, Asya ve Afrika kültürleri arasında bir kesişme noktası halinde bulunan Türkiye’de, bu bölgelerden göç edip yerleşen toplumların birlikte getirdikleri birçok kültür bitkisi yer almaktadır. Bu bitkiler arasında kavak da bulunmaktadır. Başlangıçta ilkel bir şekilde kültürü yapılan bu farklı özelliklerdeki varyete ve ırklar, uzun bir süreç içinde geçirdikleri doğal ve yapay seleksiyonlar sonucunda gelişmişlerdir. Bugün Anadolu’da geleneksel olarak sürdürülen kavak kültürü içinde, değişik yörelerde farklı fenotipik özellikler gösteren karakavak taksonları bulunmaktadır. Karakavak, Avrupa Orman Genetik Kaynakları Programı (EUFORGEN) tarafından gen kaynaklarının korunması için önerilen türlerden biridir. Bu program çerçevesinde, ülkemizde de karakavak gen kaynaklarının *ex situ* koruma altına alınması için çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü tarafından, ülke genelinde 297 birey seçilerek bunlardan alınan çelik materyali ile İzmit Araştırma Fidanlığında bir koleksiyon tesis edilmiştir (Tunçtaner 1998b). Ayrıca Enstitü merkezinde, 1956 yılından itibaren yurt içinde selekte edilen ve yurt dışından ithal edilen, çeşitli kavak ve söğüt türlerine ait çok sayıda klonu kapsayan, koleksiyon plantasyonları, klon bankaları ve klon denemeleri (populetumlar) bulunmaktadır (Resim 68, 69).

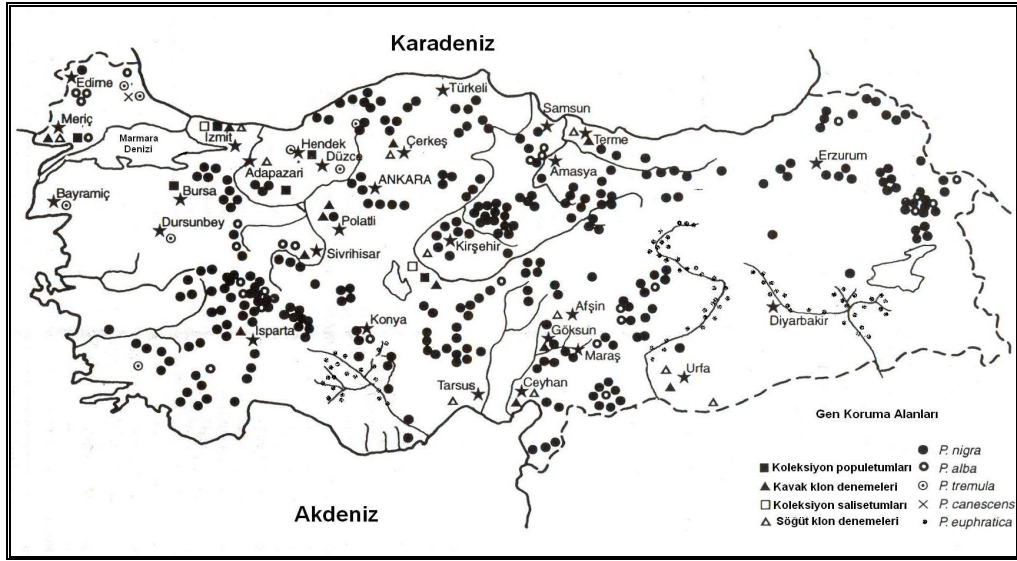


Resim 68.İzmit Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü'nde *ex situ* koruma altında bulunan klon koleksiyonları (Foto: Kavak ve H.G.O.Ağ. Arş. Md.lüğü)



Resim 69.Çeşitli kavak klonları ile tesis edilmiş bir populetum (Foto: K. Tunçtaner)

EUFORGEN çerçevesinde Türkiye genelinde seçilen karakavak bireylerinin ve ülkenin değişik yerlerinde araştırma ve koruma amacıyla tesis edilen deneme ve koleksiyonların yerleri harita üzerinde gösterilmiştir (Şekil 48).



Şekil 48. Karakavak seleksiyonları ve çeşitli kavak ve söğüt türleri ile tesis edilen deneme ve koleksiyonlar

### 7.2.3. *In vitro* genetik materyal (germplasm) muhafazası

Daha önce de belirtildiği gibi, dünyadaki orman alanlarının gittikçe azalmasına bağlı olarak orman ağacı türlerinin gen havuzları da daralmaktadır. Hava kirliliği, iklim değişiklikleri, asit yağmurları, doğal afetler ve insanların ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri bu süreci hızlandırmaktadır. Bu nedenle, genetik çeşitliliğin devam ettirilebilmesi ve mevcut gen kaynaklarından gelecekte de yararlanılması amacıyla genetik materyal muhafazası üzerinde önemle durulmaktadır. Genel anlamda gen kaynaklarının muhafazası, doğal ortamı içinde (*in situ*) ve doğal ortamı dışında (*ex situ*) olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. *In situ* önlemler, tohumla veya vejetatif olarak doğal yoldan gençleştirilen, orijinal meşcerelere ait alanların muhafazasını kapsamaktadır. *Ex situ* önlemler ise, genetik materyalin orijinal alanı dışında, arazi koşulları veya kontrollü koşullar altında muhafaza edilmesini sağlar. Genetik materyal, arazi koşullarında ya tohum bahçelerinde ya da klon bankalarında muhafaza edilebilir. Kontrollü koşullar altındaki *ex situ* önlemler; tohum, tomurcuk, meristem, somatik embriyo, polen gibi genetik materyalin kısa ve uzun süreli olarak düşük sıcaklıklarda muhafaza edilmelerini kapsar.

Orman ağacı tohumlarının ve dormant haldeki tomurcuklarının 0°C ile -80°C arasındaki düşük sıcaklıklarda depolanma potansiyelleri

araştırılmaktadır. Ayrıca, genetik materyalin sıvı nitrojen içinde -196<sup>0</sup>C'lik çok düşük sıcaklıklarda uzun süre saklanması (cryopreservation) konusundaki biyoteknolojik yaklaşımlara önem verilmektedir (Ahuja 1997, McCutchan 1999). Bu amaçla yapılan çalışmalar sonucunda, *Picea abies*, *Pinus silvestris*, *Larix decidua*, *Abies alba* ve *Populus tremula* gibi birçok orman ağacı tohumunun sıvı azot içinde herhangi bir hayatiyet kaybına uğramadan saklanabilecekleri belirlenmiştir. Diğer taraftan, daha büyük olan meşe ve kayın tohumlarının yüksek miktarda su ihtiva etmeleri nedeniyle sıvı azot içinde saklanmalarının oldukça güç olduğu saptanmıştır. Dormant haldeki tomucuklar sıvı azot içinde saklanabilmekte ve *in vitro* ortamlarda kültüre alınabilmektedir. Tohumların ve somatik veya zigotik embriyo ve tomurcuk gibi vejetatif dokuların uzun süreli saklanmalarına yönelik *ex situ* muhafaza stratejileri geliştirilmektedir. Tohumların depolanması genetik çeşitliliğin muhafazası, dormant tomurcukların veya diğer vejetatif materyalin depolanması ise seçilmiş genotiplerin muhafazası için önemli görülmektedir.

Kavaklar genetik potansiyellerinde bir değişiklik veya bir azalma olmadan makro ve mikro vejetatif üretim teknikleri ile çoğaltılabilirler. Bu nedenle, seçilmiş bireylerin ticari üretimleri tohuma bağlı değildir. *In vitro* koşullarda, tek bir hücre veya protoplazma kültürü ile çok sayıda klonal fidan üretmek mümkündür. Kavaklara ait genetik materyalin *in vitro* olarak muhafaza edilmesi için uygun mikroüretim sistemleri geliştirilmekte ve bu sistemler diğer türler için model olarak kabul edilmektedir. Kavak türlerinin *in vitro* kültüründe birçok doku ve organ başlangıç materyali olarak kullanılabilir. *In vitro* kültür ile genetik materyal muhafazasının avantajları aşağıda belirtilmiştir:

- Genetik materyalin tamamı rejenerasyon sistemi ile kopyalanır
- Hızlı sürgün oluşumu sağlanır
- Çok küçük alanlara ihtiyaç duyulur
- Hastalıklardan korunmuş fidanlar üretilir
- Çevre değişikliğine bağlı riskler yoktur

Düşük sıcaklıklar (+4<sup>0</sup>C), kültüre alınan bitki hücre, doku ve organlarının kısa sürede muhafaza ve büyümeleri için yapılan depolamada geniş çapta kullanılırlar. Kavakların düşük sıcaklıkta depolanmasında kültür ve besin ortamı yaşama oranını önemli ölçüde etkilemektedir. Serada yetiştirilen *Populus alba* x *Populus grandidentata* stok bitkilerinin tomucukları ile tesis edilen sürgün kültürleri, düşük sıcaklıklarda depolandıkları zaman, süreye bağlı olarak

gelişme ve yaşama farklılıkları göstermektedirler. 9 aylık depolama sonunda sağlıklı ve yeşil yapraklar ile gövdeler olmakla birlikte sürgünler yavaş büyüme yapmaktadır. Yaşama yüzdesi 2 yıl sonra % 75 olmakta, 5 yıl sonra ise %25'e düşmektedir (Son ve ark. 1997). Uygulanan sürgün kültürü ve düşük sıcaklıkta yapılan depolamanın aşamaları Resim 70'de gösterilmiştir.

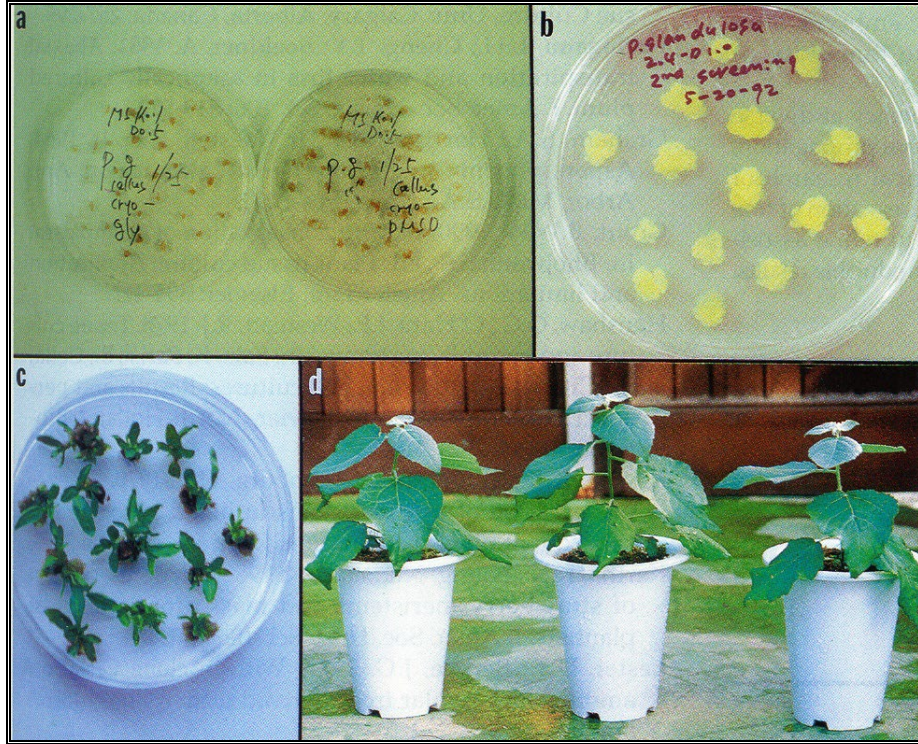


Resim 70. Melez kavak (*Populus alba* x *P. grandidentata*) in vitro sürgün kültürleri.

- a. Depolamadan önce sürgün kültürleri,
- b. 4<sup>0</sup> C de depolamada 9 ay sonra sürgün kültürleri
- c. 5 yıllık depolamadan sonra sürgün geliştirme ortamında çoğalan sürgünler
- d. Soğukta depolanan materyalden sürgün regenerasyonu
- e. Soğukta depolanan sürgünlerden rejenere edilen fidanlar
- f. Topraklı kaplara alınan fidanlar

Bitkilerin hücre, doku ve organları, çok düşük sıcaklıklarda donmuş olarak (-196<sup>0</sup>C) muhafaza edildikleri zaman metabolik fonksiyonlarını durdururlar fakat hayatîyetlerini devam ettirirler. Bu durumda uzun bir süre saklanabilirler. Ancak, genetik materyalin bu şekilde muhafazasında, güvenilir bir sistemin geliştirilmesi birçok komplike önışlemin gerçekleşmesine bağlıdır. Bu nedenle, bu yöntemle

muhafaza edilebilen sadece birkaç tür bulunmaktadır. Kavaklarda donmuş olarak uzun süreli saklamalar için, *in vitro* ortamda, serada veya arazide yetiştirilen donör bitkilerden izole edilen kambiyal dokulardan oluşturulan kallus kullanılmaktadır. Ancak, kallus dondurucu ortama yerleştirilmeden önce bazı ön işlemlere tabi tutulmaktadır (Son ve ark. 1997). *Populus glandulosa*'nın *in vitro* sürgün kültürleri çok düşük sıcaklıklarda uzun süre saklanabilmektedir (Resim 71).



Resim 71. *Populus glandulosa* *in vitro* sürgün kültürlerinin muhafazası  
a. Çoğalma ortamına yeni alınan dondurulmuş kallus  
b. Seçilen kallusların yeniden büyütülmesi  
c. Kallustan sürgün rejenerasyonu  
d. Topraklı kaplar içine alınan fidanlar

### 7.3. GEN KAYNAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Doğal çevre içinde ve dışında koruma altına alınan orman gen kaynakları, genetik ıslah çalışmaları ile değerlendirilmektedir. Ülkemizde Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü tarafından hazırlanmış olan Milli Ağaç Islahı ve Tohum Programına

göre, ekonomik değeri yüksek olan beş asli ağaç türünde (kızılçam, karaçam, sarıçam, sedir ve kayın) ıslah çalışmaları sürdürülmektedir. Ağaçlandırmalarda genetik yönden ıslah edilmiş tohum kullanmak, elde edilen odun hasılatında kalite ve kantite olarak önemli artışlar sağlamaktadır. Döl denemelerinin sonuçlarına dayalı olarak kurulan genotipik tohum bahçelerinde, %10-30 arasında bir genetik kazanç elde edilmektedir. Ülkemizde kızılçam için yapılan çalışmalarda, üstün genotiplerin seçilmesi durumunda, rasgele seçilen tohum kaynağına göre hacim artımında %30 genetik kazanç sağlanacağı belirtilmektedir (Işık 1998). Türkiye’de koruma altına alınmış olan gen kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik çalışmalarda kızılçam türüne öncelik verilmektedir. Bu nedenle, Akdeniz bölgesi alçak yükselti kuşağı (0-400 m) ve orta yükselti kuşağı (401-800 m) ıslah zonlarında ve Ege bölgesi alçak yükselti kuşağında döl denemeleri tesis edilmiştir (Resim 72).



Resim 72. Korkuteli-Yazır’da tesis edilmiş olan kızılçam döl deneme alanı (Foto: Orman Ağ.ve Toh.Is.Arş.Md.lüğü)

Ülkemizde *in situ* ve *ex situ* koruma altına alınmış olan orman gen kaynakları, yurt içi ve yurt dışı tohum ihtiyaçlarının, ıslah edilmiş kaliteli tohumlarla karşılanabilmesi amacıyla değerlendirilmektedir. Genetik ıslah programları çerçevesinde, bu kaynaklardan yararlanılarak döl denemeleri tesis edilmekte ve klonal tohum bahçeleri kurulmaktadır. Ayrıca, çeşitli türlerden mevcut gen kaynaklarının zenginleştirilmesine yönelik çalışmalar sürdürülürken, bu kaynakların genetik çeşitliliği

konusunda moleküler belirteçler yardımıyla araştırmalar yapılmakta, tohum çıkarma, saklama, kalite kontrolü gibi konularda teknolojik araştırmalar gerçekleştirilmektedir (Anon. 2004).

Ülkemizde bulunan kavak türlerine ait genetik kaynakların korunması ve zenginleştirilmesine yönelik çalışmalar da sürdürölmektedir. Yurt içinde yapılan seleksiyonlardan toplanan ve yurt dışından ithal edilen, çeşitli kavak tür ve klonlarına ait çeliklerle ölkemizin değişik merkezlerinde klon bankaları ve fidanlık koleksiyonları tesis edilmiştir (şekil 48). Kavak ışlah çalışmalarında önemli bir yere sahip olan *Populus deltoides*'in ABD'den temin edilen bir tohum koleksiyonu ile İzmit Araştırma Fidanlığında kurulan orijin denemesinden ışlah çalışmalarında yararlanılmaktadır. Denemede yapılan değerlendirmelerin sonuçlarına göre, hektardaki yıllık artımı 45 m<sup>3</sup> civarında olan orijinler saptanmıştır (Tunçtaner 1991). Bu orijinler içinden seçilen bireylerin tür içi ve türler arası melezlerinden yüksek artım gücünde yeni kavak klonları elde edilmektedir. Bu gen kaynakların genetik ışlah çalışmalarıyla değerlendirilmesi sonucunda, kavak odununun endüstriyel odun üretimine ve milli ekonomiye olan katkıları daha da oğaltılabilecektir.

Orman ağacı türlerindeki genetik varyasyondan yararlanılarak, seleksiyon ve ışlah yoluyla yeni varyeteler, ekotipler ve klonlar geliştirilmektedir. Türlerle göre planlanan genetik ışlah programlarının uygulanması sonucunda, odun üretiminde kalite ve kantite itibarıyla önemli artışlar sağlanmaktadır. Araştırma sonuçlarının ticari üretime aktarılması, elde edilen genetik kazancı ekonomik kazanca dönüştörmektedir. Bu nedenle, son yıllarda orman ağaçlarının gen kaynaklarının korunması ve değerlendirilmesi konusunda klasik ışlah ve moleküler ışlah düzeyinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye'de de orman gen kaynaklarının doğal evre içinde ve dışında korunmasına yönelik strateji ve programlar geliştirilmektedir. Ülkemiz ormanları günümüze kadar çeşitli şekillerde tahriplere ve aşırı müdahalelere maruz kalmış olsa da, ışlah çalışmaları için potansiyel bir genetik varyasyona sahiptir. Bu nedenle, orman gen kaynaklarımızın korunması, yönetimi ve değerlendirilmesi ile ilgili her türlü önlemin alınması gerekli görölmektedir.



## YARARLANILAN KAYNAKLAR

Adams, G. W. and Kunze, H., A. 1996. Clonal variation in cone and seed production in black pine and white spruce seed orchards and management implications. *Forestry Chronicle*, V. 72 (5), pp. 475-480.

Ahuja, R. M. 1997. Biotechnology in forestry: Expectations and Challenges. IUFRO, World Series Volume 6. Perspectives of Forest Genetics and Tree Breeding in a Changing World.

Akalp, T. 1982. Orman hasılatı ve biyometri kürsüsünce hızlı gelişen türler üzerinde yürütülmüş araştırmalar. Türkiye’de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Simpozyumu. 21-26 Eylül 1981, Kefken (İzmit)-Korudağı-Dardanos (Çanakkale), s. 231-237.

Aktaş, M. 2006. Bolu Aladağ ormanlarında sarıçam (*Pinus silvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe) ve Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf) meşcerelerinde tepe dejenerasyonunun (kırıklarının) çap artımına etkileri. ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Mühendislik Tezi, Bartın, 115 s.

Alan, M., Öztürk, H., Şıklar, S., Ezen, T., Korkmaz, B., Doğan, B., Keskin, S., Tulukçu, M., Derilgen, S. I., Çalışkan, B. 2005. Ege bölgesi alt yükselti kuşağı ıslah zonunda (0-400 m) kızılçam (*Pinus brutia* Ten) döl denemeleri (4. yaş sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 13, Ankara, 100 s.

Alptekin, Ü. 1986. Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold)’nın coğrafik varyasyonları. İ.Ü. Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul, 170 s.

Anonim, 1982. Türkiye’de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Simpozyumu. 21-26 Eylül 1981, Kefken (İzmit)-Korudağı-Dardanos (Çanakkale), 465 s.

Anonim, 1987. Forest genetic resources information No: 15, FAO, Rome.

Anonim, 1994. Türkiye’de Kavakçılık. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmit, 224 s.

Anonim, 1995. Orman Bakanlığı Ormancılık Araştırma Master Planı (1995-1998), Ankara, 199 s.

Anonim, 1998. Kağıtlık hammadde nitelikleri biyogenetik olarak geliştirilmiş kavak (*Populus*) klonlarının etüd ve araştırılması projesi sonuç raporu. TÜBİTAK-MAM Gebze-Kocaeli, 123 s.

Anonim, 2000. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü 1999 yılı çalışma raporu ve 2000 yılı çalışma programı, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 2, Ankara, 53 s.

Anonim, 2001a. Kağıtlık hammadde nitelikleri biyogenetik olarak geliştirilmiş kavak (*Populus*) klonlarının etüd ve araştırılması projesi sonuç raporu. TÜBİTAK-MAM Gebze-Kocaeli, 108 s.

Anonim, 2001b. Ormancılık özel ihtisas komisyonu raporu, sekizinci 5 yıllık kalkınma planı, Yayın No: DPT 2531-ÖİK: 547, Ankara, 539s.

Anonim, 2004. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, 2003 yılı çalışma raporu, 2004 yılı çalışma programı, Ankara.

Arda, M. 1990. Biyoteknoloji. KÜKEM Derneği Bilimsel Yayınları No: 1, A.Ü. Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Ankara. 189s.

Atalay, İ. 1977. Türkiye’de çam türlerinde tohum transfer rejyonlaması. Orman Bakanlığı, A.G.M. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayın No: 1, Ankara,

Atalay, İ. 1984. Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) tohum transfer rejyonlaması. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayın No: 2, Ankara, 67 s.

Atalay, İ. 1987. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ormanlarının yayılış gösterdiği alanlar ve yakın çevresinin genel ekolojik özellikleri ile

sedir tohum transfer rejyonlaması, OGM Yayın No: 663, Seri No: 61, Ankara, 167 s.

Atalay, İ. 1992. Kayın (*Fagus orientalis* Libsky) ormanlarının ekolojisi ve tohum transferi yönünden bölgelere ayrılması. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayın No: 5, Ankara, 209 s.

Atasoy, H. ve Küçük, M. 1989. Kızılağaç (*Alnus glutinosa*) çeliklerinin köklendirilmesi üzerine çalışmalar. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Teknik Yayın No: 36-39. Ankara.

Atasoy, H. 1998. Hızlı gelişen türlerle ilgili olarak Doğu Karadeniz bölgesinde yapılan çalışmalar. Workshop, Hızlı Gelişen Türler İle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar. Orman Bakanlığı Yayın No: 083, Ankara, s. 209-223.

Avanzo, E. 1969. Height growth of *Populus deltoides* Marsh. in nursery, according to latitude of origin. Proceeding, 2nd World Consultation on Forest Tree Breeding.

Avanzo, E. 1976. The use *Populus deltoides* Batr. in the Mediterranean region. Symposium on Eastern Cottonwood and Related Species. Greenville, MS. pp. 44-47.

Avcıoğlu, E. ve Acar, O. 1984. *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. orijin mukayese araştırmaları. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yıllık Bülten No: 20, İzmit, s. 71-113.

Avcıoğlu, E., Gürses, K. 1988. *Eucalyptus grandis* orijin denemesi. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 142, İzmit, 50 s.

Aytuğ, B. 1974. Polen calender for Turkey, Atlas European Allergenic Pollens, Editors: J. Charpin and R. Surinyach, Sandoz Editions, Paris, pp. 206-216.

Barnes, B. V., Zak, D. R., Denton, S. R., Spurr, S. H. 1998. Forest Ecology. John Wiley and Sons, Inc. 774 p.

Barnett, J. 1999. Guidelines for estimating cone and seed yields of Southern Pines. Proceedings of the 25th Biennial Southern Forest Tree Improvement Conference, 11-14 July, New Orleans, pp. 31-35.

Barrett, W. H. 1985a. Selection and management of seed stand with special reference to conifers. Forest Tree Improvement. FAO Forestry Paper 20, Rome, pp. 116-121.

Barrett, W. H. 1985b. Seed orchards. Forest Tree Improvement FAO Forestry Paper 20, Rome, pp. 160-168.

Bilir, N., Kang, K. S., Öztürk, H. 2002. Fertility variation and gene diversity in clonal seed orchard of *Pinus brutia*, *Pinus nigra* and *Pinus silvestris* in Turkey, *Silvae Genetica*, 51, 2-3, pp. 112-115.

Birler, A. S. 1995. Ormanlarımızın korunması için endüstriyel plantasyonların önemi. TEMA Vakfı Yayınları No: 8, İstanbul, 28 s.

Birler, A. S., Kaçar, S., Diner, A. 1996. Kerpe araştırma ormanında baltalık meşcerelerinde odun ve enerji veriminin tespiti ve hızlı gelişen ibrelili tür endüstriyel ağaçlandırmaları ile mukayesesi. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 177, İzmit, 55 s.

Bisoffi, S. 1989. Recent developments of poplar breeding in Italy. Recent Developments in Poplar Selection and Propagation Techniques. Proceedings: Meeting of the IUFRO Working Party, S2.02.10, Hann-Münden, pp. 18-47.

Bisoffi, S. 1992. Multiclonal poplar plantations, mixtures vs. Mosaics. Proceedings 19th Session of the International Poplar Commission, Volume I, Zaragosa, pp. 496-504.

Boydak, M. 1977a. Eskişehir-Çatacık mntıkası ormanlarında sarıçam (*Pinus silvestris* L.)'ın tohum verimi üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2325/230, İstanbul, 193 s.

Boydak, M. 1977b. Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) doğal populasyonlarında dikey yönde polen hareketleri ve uygulamadaki önemi İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 27, Sayı 2, İstanbul.

Boydak, M. 1979. Geliştirilmiş tohum kaynakları olarak tohum bahçeleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 29, Sayı 2, İstanbul. s. 89-111.

Boydak, M. 1981. Sarıçamlarda (*Pinus silvestris* L.) polen dağılımının seyri ve populasyon genetiği açısından uygulamalı sonuçları. TÜBİTAK I. Ulusal Genetik Simpozyumu, Ankara, s. 67-85.

Boydak, M. 1984. Sarıçam ve karaçam tohumlarında olgunlaşma zamanı ile saklama süreleri arasındaki ilişkiler. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 34, Sayı 2, İstanbul. s. 104-125.

Boydak, M., Oliver, C. D., Dirik, H. 1995. ABD orijinli hızlı gelişen iğne yapraklı orman ağacı türlerinin Türkiye'ye ithal olanakları. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 7, İzmit, 55 s.

Boydak, M. ve Çalikoğlu, M. 2000. Türkiye orman ağaçları ıslahında bazı yeni strateji ve uygulamaların değerlendirilmesi ile ağaç ıslahı çalışmalarının ormancılık sistemine entegrasyonu konusunda öneriler. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Dergisi, Sayı 1, Ankara, s. 55-81.

Boydak, M. 2003. Problems and recommendations related to plantations of fast growing tree species in Turkey, International Workshop, Establishment of Industrial Plantations in Turkey. Poplar and Fast Growing Forest Trees Research Institute, İzmit, pp. 4-14.

Boydak, M., Dirik, H., Çalikoğlu, M. 2006. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü, OGEM-VAK, Lazer Ofset, Ankara, 364 s.

Bradshaw, P. D., Villar, M., Watson, B. D., Otto, K. G., Stewart, S., Stettler, R. F. 1994. Molecular genetics of growth and development in Populus. II. A Genetic Linkage Map of a Hybrid Poplar Composed of RFLP, STS and RAPD Markers. Theor. App. Genet. 89, pp. 167-178.

- Bridgewater, F. E. 1992. Mating designs. Handbook of Quantitative Forest Genetics. Kluwer Academic Publishers, pp. 69-86.
- Brown, C. 2000. The Global outlook for future wood supply from forest plantations. FAO Working Paper No: GFPOS/WP/03, Rome.
- Burczyk, J. 1991. The mating system in a scots pine clonal seed orchard in Poland. Ann. Sci. For. 48, pp. 443-451.
- Burley, J. 1972. Industrial forestry plantations in Turkey. Species Introduction and Tree Improvement. FO: DP/TUR.71/52/, Technical Report, Rome, 47 p.
- Cameron, R. J. and Rook D. A. 1974. Rooting stem cuttings of *Pinus radiata*. Environmental and Physiological Aspects, New Zealand. For. Sci. 4 (2).
- Campell, R. K. and Sugano, A. I. 1979. Genecology of bud-burst phenology in Douglas Fir. Response to Flushing Temperature and Chilling, Botanical Gazette, 140:2.
- Campell, M. M., Brunner, A. M., Jones, H. H., Straus, S. H. 2003. Forestry's fertile crescent: The application of biotechnology to forest trees. Plant Biotechnology Journal (2003), 1, pp. 141-154.
- Can, P. 1988. Kavaklarımızda yeni bir yaprak zararlısı (*Pygaera anastomosis*). Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Dergisi 1988/1, İzmit, s. 89-92.
- Cervera, M. T., Villar, M., Rompant, P. F., Goue, M. C., Montagu, M. V., Boerjan, W. 1997. Applications of molecular marker technologies in Populus breeding. Micropropagation, Genetic Engineering and Molecular Biology of Populus. Ned B. Klopfenstein, Young Woo Chun, Mea-Sook Kim, and M. Raj Ahuja, Editors, USDA General Technical Report RM-GTR-297, pp. 101-115.
- Cooling, E. N. G. 1977. Industrial forestry plantations in Turkey. Final Report: Plantation Silviculture, United Nations Development

Programme, FO: DP/TUR/71/521, Working Document No: 28, Rome, 95 p.

Çalışkan, T. 1998. Hızlı gelişen türlerle ilgili rapor. Workshop, Hızlı Gelişen Türler İle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar. Orman Bakanlığı Yayın No: 083, Ankara, s. 109-144.

Çanakçıoğlu, H. 1993. Orman Koruma. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 3624/411, İstanbul, 633 s.

Çanakçıoğlu, H. ve Mol, T. 1998. Orman Entomolojisi, Zararlı ve Yararlı Böcekler. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Rektörlük No: 4063, Fakülte No: 451, İstanbul, 541 s.

Çepel, N. ve Dündar, M. 1983. Karadeniz Bakır İşletmeleri ve Azot Endüstrisi fabrikalarından çıkan kükürtdioksit gazının yöredeki toprakların asitleşmesi üzerine etkisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 33, Sayı 1, İstanbul, s. 1-16.

Çepel, N. 1994. Peyzaj Ekolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3868/429 İstanbul, 228 s.

Çolak, H. A. ve Pitterle, A. 1999. Yüksek Dağ Silvikültürü Genel Prensipleri. OGEM-VAK, Ankara, 370 s.

Danell, Ö. 1990. Possible gains in initial stages of a national tree improvement programme using different techniques. Forest Tree Improvement 23, Arboretet, Hørsholm, pp. 11-31.

Daşdemir, İ. ve Şahin, A. 2005. Bartın yöresi ağaçlandırma alternatiflerinin ekonomik değerlendirilmesi, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 2002-2003-2004, Vol. I-II, Bartın, s. 38-53.

Demirsoy, A. 1999. Kalıtım ve Evrim. Meteksan A. Ş. Ankara, 902 s.

Dirik, H. 1994. Genetik çeşitlilik ve orman gen kaynaklarının korunması. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 44, Sayı 3-4, İstanbul, s. 114-121.

Ditlevsen, B. 1985. Economic considerations in forest tree breeding programmes. Forest Tree Improvement, FAO Forestry Paper 20, Rome, pp. 187-196.

Doğan, B. 1997. Kazdağı yöresi doğal kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) populasyonlarında izoenzim eşitliliği. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 10, İzmir, 43 s.

Doğan, B., Altun, Z. G. 2002. Dalaman ayı havzası doğal kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) populasyonlarında izoenzim eşitliliği. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 17, İzmir, 42 s.

Dormling, I., Ehrenberg, C., Lindgren, D. 1976. Vegetative production and tissue culture. Royal Collage of Forestry, Dep. of Forest Genetics, Research Notes.

El-Kassaby Y.A., Fashler, A. M. K., Crown M. 1989. Variation fruitfulness in a Douglas Fir seed orchard and it's effect on crop-management decisions. *Silvae Genetica*, 38, 3-4, pp. 113-121.

Eraslan, İ. 1983. Hızlı büyüyen ağa trlerimizizin nemi ve bu konunun gsterdiği gelişim. İ.. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Sayı 2, İstanbul.

Erdem, M. 2000. Bolu şerif Yüksel araştırma ormanının 1992-1996 yılları arası rüzgar fırtına ve kar zararının değerlendirilmesi. *Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Mdrlğ Dergisi*, Sayı 3, Bolu, s. 125-152.

Eriksson, T., Fridborg G., Arnold, S. 1977. Tissue and cell culture of forest trees as a tool of vegetative propagation. *Vegetative Propagation of Forest Trees-Physiology and Practice*. Uppsala, Sweeden, pp. 17-26.

Erkan, N. 2002. Growth performance of Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten) in natural forest and plantation in Turkey. *Proceeding, IUFRO Meeting Management of Fast Growing Plantations*, İzmit, pp. 67-74.



Erkuloğlu, Ö. S., Eron, Z. 1985. Doğu ladini (*Picea orientalis* Link) fidanlarından alınan çeliklerin köklendirilmesi üzerine araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 155, Ankara.

Ertekin, M. 2006. Yenice-Bakraz orijinli karaçam (*Pinus nigra* Arnold) tohum bahçesinde çiçeklenme, kozalak verimi ve tohum özellikleri açısından klonal farklılıklar. Z.K.Ü. Bartın Orman Fakültesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 191 s.

Eruz, E. 1984. Aşırı kirlenen ortamlarda orman ekosistemlerindeki bozulmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı 3, İstanbul, s. 117-123.

Eyüboğlu, A. K. ve Atasoy, H. 1986. Doğu Karadeniz bölgesinde hızlı büyüyen ağaç türleri eliminasyon denemeleri sonuçları. Ağaçlandırma Araştırmaları Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 162-163, Ankara, s. 31-61.

Eyüboğlu, A. K., Atasoy, H., Gerçek V., şahin A. 1997. Sahil sekoyasının (*Sequoia sempervirens* D.Don) elikle üretilmesi. Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 1, Trabzon.

Falconer, D. S. and Mackay, T. F. C. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Pearson Prentice Hall, England, 464 p.

FAO. 2000. Global forest resources assesment, Forestry Paper 140, Rome.

Faulds, T. 1981. Techniques for producing rooting cuttings of radiata pine New Zealand Forest Service, FRI Symposium No: 22.

Faulkner, R. 1975. Seed orchards. Forestry Commission Bulletin No: 54, London, 149 p.

Feilberg, L., and Søgaard, B. 1975. Historical review of seed orchards. Forestry Commission Bulletin No: 54, pp. 1-8.

Franclet, A. 1988. Consulting report on broadleaved species. Vegetative Propagation With Special Attention to Softwood cuttings, 48 p.

Gaget, M., Villar, M., Dumas, C., Lemoine M., Teissier du Cros, E. 1984. Poplar improvement strategies currently in progress in France. IUFRO Proceedings, Ottawa, pp. 25-31.

Genç, A. 1999. Sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.)'nın doku kültürü tekniği ile üretilmesi. Orman Bakanlığı Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 14, İzmir, 41 s.

Gerçek, V., Şahin, A., Ayan, S. 1998. Sahil sekoyası (*Sequoia sempervirens* (Lamb) Endl.)'nda farklı hormon konsantrasyonlarının in-vitro koşullarındaki plantlet gelişimi üzerine etkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi, Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu Bildiri Kitabı, İstanbul, s. 192- 201.

Giertych, M. 1975. Seed orchard designs. Forestry Commission Bulletin No: 54, pp. 25-37.

Goddard, E. R. 1973. Breeding to improve conifers for planting in the tropics. Selection and Breeding to Improve Some Tropical Conifers, Edited by J. Burley and D. G. Nikles, Volume 2.

Goldstein, P. 1961. Genetics is Easy. Viking Press Publisher, New York, 238 p.

Gönülşen, N. 1983. Bitki doku kültürü çalışmaları. Ege Bölge Ziraat Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 27, Menemen.

Gönülşen, N., Özcan, Ö. 1983a. Hıyar (*Cucumis sativus* L.)'ın doku kültürü ile üretilmesi üzerine araştırmalar. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu VII Bilim Kongresi, s. 291-297.

Gönülşen, N., Özcan, Ö. 1983b. Asma (*Vitis* spp.)'nın doku kültürü ile üretilmesi üzerine araştırmalar. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu VII Bilim Kongresi, s. 455-466.

Gözükırmızı, N., Bajrovic, K., İpekçi, Z., Boydak, M., Akalp, T., Tunçtaner, K., Balkan, H., Tanrıyar, H., Çalikoğlu, M., Oğraş, T., Özden, Ö., Tulukçu, M., Tank, T. 1998. Genotype differences in direct plant regeneration from stem explants of *Populus tremula* in Turkey. J. For. Res. 3: pp. 123-126.

Graham, L. E., Graham J. M, Wilcox L. W. 2004. Bitki Biyolojisi. Çeviri Editörü; Kani Işık, Palme Yayıncılık, Ankara, 427 s.

Grandal, L. 1988. Forest genetic resources, the work and programme of FAO's Forestry Department. Forest Genetic Information No: 16, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 21-28.

Greathouse, T. E. 1975. Industrial forest plantations in Turkey. Final Report: Genetics, United Nations Development Programme, FO: DP/TUR/71/521, Working Document No: 17, İzmit, 31 p.

Griffin, A. R., Ching, K. K. 1977. Geographic variation in Douglas Fir from the coastal ranges of California, *Silvae Genetica*, 26, (5-6), pp. 149-157.

Groover, A. T. 2005. What genes make a tree a tree? *TRENDS in Plant Science*, Vol. 10 No: 5, pp. 210-214.

Gül Baba, A. G. 1990. Çelikle okaliptus fidanı üretiminde ıslak çadır sistemi. Türkiye'de Okaliptus Yetiştiriciliğinin 50. Yılı, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi İzmit, s. 105-114.

Gül Baba, A. G. 1997. Çelikle okaliptus fidanı yetiştirilmesi teknikleri. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, No: 3. s. 17-37.

Gül Baba, A. G. 1998. Bolkar dağları doğal karaçamlarında (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) genetik çeşitlilik, gen koruma ve yönetim alanlarının belirlenmesi. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (DOA) Dergisi No: 4, Tarsus, s. 99-130.

Gül Baba, A. G., Özkurt, N. 2002. Bolkar dağları doğal sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) popülasyonlarının izoenzim çeşitliliği. Orman

Bakanlığı Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 14, Tarsus, 30 s.

Güler, N. ve Can, P. 1994. Orta ve Güneydoğu Anadolu'da kullanılan kavak klonlarında görülen zararlılar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 166, İzmit, 24 s.

Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K. H. C. 2000. Flora of Turkey and East Aegean Islands, Vol. 11, Supplement II at the Diversity Press, Edinburgh.

Hanewinkel, M. 2001. Climatic hazards and their consequences for forest management and analysis of traditional methodological approaches of risks. Assesment and Alternatives Towards the Devolopment a Risk Control System, Risk Management and Sustainable Forestry, France.

Hartmann, H. T. and Kester D. E. 1983. Plant propagation principles and practices, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 727 p.

Högberg, K. A. 1990. New breeding strategy ideas in practical application. Forest Tree Improvement 23, Arboretet, Hørsholm, pp. 109-114.

Huang, D., Zhu, X., Wang, R. 1992. Cross breeding of *Populus deltoides* cv "Lux" x *Populus deltoides* cv "Harvard" and the new cultivars. Proceedings: 19th Session of the International Poplar Commission, Zaragosa, pp. 423-430.

Irland, L. C. 1998. Ice storm 1998 of the northeast. A preliminary assesment, Journal of Forestry, Volume 96, Number 9.

Işık, F. and Kaya, Z. 1993. Kızılcım populasyonlarında denizden uzaklık ve yüksekliğe göre değişen genetik çeşitlilik. FAO, IUFRO Uluslararası Kızılcım Sempozyumu, Orman Bakanlığı, Marmaris, s. 243-253.

Işık, F. and Kaya, Z. 1995. The pattern of genetic variation in *Pinus brutia* Ten. populations sampled along the South to north transect in the Toros mountains. South West Anatolia Forest Research Institute, Technical Bulletin No: 2, Antalya-Turkey, 24 p.

Işık, F. 1998. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten) genetik çeşitlilik, kalıtım derecesi ve genetik kazancın belirlenmesi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 7, Antalya, 211 s.

Işık, F., Keskin, S., Cengiz, Y., Genç, A., Doğan, B., Tosun, S., Özpaya, Z., Uğurlu, S., Örtel, E., Dağdaş, S., Karatay, H., Yoldağ, İ. 2002. Kızılçam orijin denemelerinin 10 yıllık sonuçları (orijin-çevre etkileşimi ve tohum transferi üzerine etkisi). Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 14, Antalya 156 s.

Işık, K. 1980. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) populasyonlar arası ve populasyonlar içi genetik çeşitliliğin araştırılması. I: Tohum ve Fidan Karakterleri, TÜBİTAK, TOAG/335, Ankara, 149 s.

Işık, K. 1981. Endüstriyel araştırmalarda çelikle üretimin yeri ve önemi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 31, Sayı 2, İstanbul.

Işık, K. 1986. Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten.: Seed and seedling characteristics. *Silvae Genetica* 35: (2/3): 58-66.

Işık, K. and Kara, N. 1997. Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten. and it's implication in genetik conservation and seed transfers in southern Turkey. *Silvae Genetica*, 46 (2/3): 113-119.

Işık, K. 1999. Çevre Sorunları, Biyolojik Çeşitlilik ve Orman Gen Kaynaklarımız. TEMA Yayınları 25, İstanbul, 196 s.

İktüeren, Ş. 1973. *Pinus contorta* Dougl.'ın gövde çelikleriyle üretimi üzerine araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi No: 32, Ankara.

İktüeren, Ş. 1976. Yerli çam türlerimizden bazılarının çelikle üretimi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 78, Ankara.

İpekçi, Z., Oğraş, T., Altinkut, A., Bayrovic, K., Kazan, K., Gözükırmızı, N., Boydak, M., Tank, T., Akalp, T., Özden, Ö., Çalıkoğlu, M., Tunçtaner, K., Tulukçu, M., Balkan, H., Tanrıyar, H., 1999. Reduced leaf peroxidase activity is associated with reduced lignin content in transgenic poplar. *Plant Biotechnology*, 16 (5), pp. 381-387.

Jin, G., Qin, G., Zhon, Z., Huang, H., Feng, X., Chu, D. 1998. Genetic variation of cone production in a clonal seed orchard of mason pine, *Forest Research*, Vol. 11 (3), pp. 277-284.

Jokela, J. J. and Mohn, C. A. 1976. Geographic variation in eastern cottonwood. *Proceedings, Symposium on Eastern Cottonwood and Related Species*, Greenville, MS. pp. 109-126.

Jokela, J. J. 1984. Status of poplar breeding in the United States. IUFRO, *Proceedings of the Joint Meeting of the Working Parties S.2-02-10 Poplar Provenances and S2-03-07 Breeding Poplar With the IPC Adhoc Committe Poplar Breeding During the XVII Session of the International Poplar Commission*, Ottawa, Canada, pp. 21-25.

Jusheng, H. 1985. A brief account of forest tree improvement in China. *Forest Genetic Resources Information No: 14*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 2-6.

Kandemir, G. E., Kandemir, I., Kaya, Z. 2004. Genetic variation in Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten) seed stand an determined by RAPD markers. *Silvae Genetica*, 53, 4-5, pp. 169-174.

Kang, H. and Chun, Y. W. 1997. Plant regeneration through organogenesis in poplar. *Micropropagation, Genetic Engineering and Molecular Biology of Populus*. Ned B. Klopfenstein, Young Woo Chun, Mea-Sook Kim, and M. Raj Ahuja, Editors, USDA General Technical Report RM-GTR-297, pp. 13-23.

Kantarcı, D. 1997. Biga yarımadasında ekolojik faktörler ile ağaç türlerinin yayılışı arasındaki ilişkiler. *Yerleşim ve Çevre Sorunları: Çanakkale İli Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Çanakkale Belediyesi*.

Kantarıcı, D. 2001a. The effects of three thermoelectric power plants on Yerkesik-Denizova forests in Muğla city. Air Quality Management. Proceeding of the Second International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scales. İstanbul Technical University. Editors: S. Toplu, M. F. Yardım, S. İncecik. pp. 126-133.

Kantarıcı, D. 2001b. Eco-physical and economical effects of air pollution. Air Quality Management. Proceeding of the Second International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scales. İstanbul Technical University. Editors: S. Toplu, M. F. Yardım, S. İncecik. pp. 70-77.

Kara, N., Korol, L., Işık, K. and Schiller, G. 1997. Genetic diversity in *Pinus brutia* Ten. altitudinal variation. *Silvae Genetica* 46 (2/3): 155-160.

Karadağ, M. 1999. Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü Gölköy Şefliğindeki değişik piramidal karaçam meşcereleri. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Muhtelif Yayın No: 2, Bolu, s. 49-76.

Karaöz, Ö. 1997. Kazdağı ormanlarındaki ağaç türlerinde görülen kurumalar ile yapraklardaki kükürt miktarları arasındaki ilişkiler. Yerleşim ve Çevre Sorunları: Çanakkale İli Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Çanakkale Belediyesi.

Kaya, N. 2001. Kızılcamın (*Pinus brutia* Ten.) Çameli-Göldağı orijinli Asar-Antalya tohum bahçesinde eşleşme sisteminin ve genetik kontaminasyonunun saptanması. A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Antalya, 80 s.

Kaya, N., Işık, K. 2001. Tohum bahçelerinde polen kirliliği. Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü Dergisi Sayı 2. Ankara, s. 23-46.

Kaya, Z. ve Işık, K. 1988. Biyoteknolojinin ormancılıktaki yeri ve önemi. Orman Mühendisliği Dergisi Sayı 9.

Kaya, Z. and Işık, F. 1997. The pattern of variation in shoot growth of *Pinus brutia* populations sampled from the Taurus mountains. *Silvae Genetica* 46: 73-81.

Kaya, Z. 1998. Current status of forest genetic resources in Turkey. The Proceedings of International Symposium on In Situ Conservation of Plant Genetic Diversity, Antalya, pp. 17-32.

Kellison, R. C. 1975. Cone and seed harvesting from seed orchards. Seed Orchards. Forestry Commission Bulletin No: 54, pp. 101-106.

Keskin, S. 1989. *Juniperus excelsa* Bieb. çeliklerinin köklendirilmesi üzerine çalışmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Raporlar Serisi No: 37, Ankara, s. 37-48.

Keskin, S. 1992. Kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Wild.) ve boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.)'ın çelikle üretilmesi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 233, Ankara.

Keskin, S. 1999. Çameli-Göldağı orijinli kızılçam tohum bahçesinde çiçek ve kozalak verimi açısından klonal farklılıklar ve çiçeklenme fenolojisi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 9, Antalya, 96 s.

Kikkert, J. R. 1997. Protoplast isolation and culture. Micropropagation, Genetic Engineering and Molecular Biology of Populus. Ned B. Klopfenstein, Young Woo Chun, Mea-Sook Kim, and M. Raj Ahuja, Editors, USDA General Technical Report RM-GTR-297, pp. 24-32.

Kim, M. S., Klopfenstein, N. G., Chun, Y. W. 1997. Agrobacterium mediated transformation of populus species. Micropropagation, Genetic Engineering and Molecular Biology of Populus. Ned B. Klopfenstein, Young Woo Chun, Mea-Sook Kim, and M. Raj Ahuja, Editors, USDA General Technical Report RM-GTR-297, pp. 51-59.

Kleinschmit, J. and Schmidt, J. 1977. Experiences with *Picea abies* cutting propagation in Germany and problems connected with large scale application. Vegetative Propagation of Forest Trees-Physiology and Practice, Uppsala, Sweden, pp. 65-86.



Kleinschmit, J. 1985. Concepts and experiences in clonal plantations of conifers. Clonal Forestry: It's Impact on Tree Improvement and our Future Forests. Canadian Tree Improvement Association, Ontario, pp. 26-58..

Koski, V. ve Antola, J. 1993. National Tree Breeding and Seed Production Programme for Turkey (1994-2003). Turkish Finish Forestry Project, Prepared in Cooperation with The Research Directorate of Forest Tree Seeds and Tree Breeding, Ankara, 52 p.

Koster, R. 1977. Vegetative propagation of broad-leaved forest tree species in Holland. Vegetative Propagation of Forest Trees-Physiology and Practice. The Department of Forest Genetics, The Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, pp. 149-157.

Krauss J. F. and Sluder E. R. 1990. Genecology of longleaf pine in Georgia and Florida, Research Paper, Southeastern Forest Experiment Station, USDA Forest Service, No: SE-278.

Kriebel, H. B., Bagley, W. T., Deneke, F. J., Funsch, R. W., Roth, P., Jokela, J. J., Merrit, C., Wright, J. W., Williams, R. D. 1976. Geographic variation in *Quercus rubra* in North Central United States Plantations. *Silvae Genetica*, 25 (3/4), pp. 118-122.

Lacaze, J. F. 1978. Advances in species and provenance selection. *Unasylva*, Vol. 30, No: 119/120.

Lepisto, M. 1977. Vegetative propagation by cuttings of *Picea abies* in Finland. Vegetative Propagation of Forest Trees-Physiology and Practice. The Department of Forest Genetics, The Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, pp. 87-96.

Libby, W. J. 1985. Potential of clonal forestry. Clonal Forestry: It's Impact on Tree Improvement and our Future Forests. Canadian Tree Improvement Association, Ontario, pp. 1-12.

Lin, D. C., Hubbes, M., Zsuffa, L. 1997. Differentiation of poplar clones using random amplified polymorphic DNA fingerprinting. Micropropagation, Genetic Engineering and Molecular Biology of

Populus. Ned B. Klopfenstein, Young Woo Chun, Mea-Sook Kim, and M. Raj Ahuja, Editors, USDA General Technical Report RM-GTR-297, pp. 116-123

Lindgren, D. 1977. Possible advantages and risks connected with vegetative propagation for reforestation. *Vegetative Propagation of Forest Trees-Physiology and Practice*, Uppsala, Sweden, pp. 9-17.

Matziris, D. 1993. Variation in cone production in a clonal seed orchard of black pine. *Silvae Genetica* 42, (2/3), pp. 136-328.

Matziris, D. 1997. Variation in growth, flowering and cone production in a clonal seed orchard of aleppo pine grown in Greece. *Silvae Genetica*, V. 46 (49). pp.224-228.

Matziris, D. 1998. Genetic variation in cone and seed characteristics in clonal seed orchard of aleppo pine grown in Greece. *Silvae Genetica*, 47(1), pp.37-41.

McCown, B. H. 1997. Poplar shoot cultures: Their Generation and Use in Biotechnology. *Micropropagation, Genetic Engineering and Molecular Biology of Populus*. Ned B. Klopfenstein, Young Woo Chun, Mea-Sook Kim, and M. Raj Ahuja, Editors, USDA General Technical Report RM-GTR-297, pp. 5-9.

McCutchan, B. G. 1999. Gene conservation: An industrial view. 25th Biennial Southern Forest Tree Improvement Conference, New Orleans, pp. 6-22.

McKeand, S. E. and Weir, R. J. 1984. Tissue culture and forest productivity. *Journal of Forestry*, Volume 82, Number 4, pp. 212-218.

Meiden, H. 1980. The Poplar wood market in 1980. *Development and Prospects*. Stichting Industrie-Houst, Wageningen.

Michel, M. F., Villar, M., Pinon, J., Teissier du Cros, E. 1989. Recent developments in the Poplar improvement programme. *Recent Developments in Poplar Selection and Propagation Techniques*. Proceedings, Meeting of the IUFRO Working Party S2-02-10, Hann-Münden.

Mikola, J. 1990. Consequences of modern tree breeding techniques on breeding strategies of the main tree species in Finland. *Forest Tree Improvement* 23, Arboretet, Hørsholm, pp. 81-108.

Morhdiek, O., Nuhs, H. J., Nelchior, G. H. 1979. Some results of the breeding programme with poplars of the Aigeiros and Tacamahaca sections at Schmalenbeck. IUFRO, Proceedings of the Meeting Concerning Poplars in France and Belgium, Wageningen, Netherlands, pp. 127-142.

Nielsen, U. B., 1989. Yield of fast growing poplar clones in Denmark. Recent Developments in Poplar Selection and Propagation Techniques. Proceedings, Meeting of the IUFRO Working Party S2-02-10, Hann-Münden.

Nikkanen, T. 2001. Reproductive phenology in a Norway spruce seed orchard. *Silvae Fennica*, 35(1), pp. 39-52.

Nikles, D. G. 1970. Breeding for growth and yield. *Unasyllvia*, Volume 24.

Noh, E. R., Ahn, J. K., Hyun S. K. 1984. Growth and adequate sites for the hybrid poplar. IUFRO Proceedings, Ottawa, pp. 97-107.

Ohba, K. 1985. Cryptomeria in Japan. IUFRO, Proceedings of the Joint Meeting of the Working Parties S.2-02-10 Poplar Provenances and S2-03-07 Breeding Poplar With the IPC Adhoc Committe Poplar Breeding During the XVII Session of the International Poplar Commission, Ottawa, Canada, pp. 145-162.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM). 2005. 2000-2003 yılları arası kar, rüzgar, heyelan sel ve kuraklık nedeniyle meydana gelen abiyotik zararlar. Orman Koruma ve Yangınla Mücadele Daire Başkanlığı, Ankara.

Owens, J. N., Bonnet, J. L'Hirondelle, S. 2005. Pollination and cone morphology effect, cone and seed production in lodgepole pine seed orchards. *Canadian Journal of Forest Research*, Vol. 35, pp. 383-400.

Özay, F. Ş. 1997. Marmara bölgesinde söğütlerde zarar yapan böcekler. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 183, İzmit, 115s.

Özay, F. Ş., Güler, N., Ulner, K., Selek, F. 2000. Kavaklara arız olan *Pygaera (clostera) anastomosis* L. üzerine araştırmalar (yayılışı ve biyolojisi) Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 191, İzmit, 19 s.

Özcan, B. G. 2003. Sahilçamı (*Pinus pinaster* Aiton) ağaçlandırmalarında artım ve büyüme. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 195, İzmit, 155 s.

Özçankaya, İ. M. ve Can, P. 2004. Muğla ili kızılçam ağaçlandırma alanlarında çam kese böceği (*Thaumetopoea pityocampae* (Den.& Schiff.))'nin mekanik ve biyolojik savaş olanaklarının geliştirilmesi üzerine araştırmalar. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Bülten No: 26, İzmir, 85 s.

Öztürk, H. 2000. Orman ağaçları genetik ıslahında döl denemeleri. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Dergisi, Sayı: 1, Ankara, s. 93-137.

Öztürk, H. ve Şıklar, S. 2000. Türkiye milli ağaç ıslahı ve tohum üretimi programı. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Dergisi, Sayı: 1, Ankara, s. 2-41.

Öztürk, H. ve Şıklar, S. 2001. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaç ıslahı çalışmaları ve ülkemiz odun hammaddesi açığını karşılamadaki potansiyeli. Türkiye Ormancılar Derneği, I. Ulusal ormancılık Kongresi, Ankara, s. 464-479.

Öztürk, H., Şıklar, S., Alan, M., Ezen, T., Korkmaz, B., Gülbaba, A. G., Sabuncu, R., Tulukçu, M., Derilgen, S. I. 2004. Akdeniz bölgesi alçak ıslah zonunda (0-400 m) kızılçam *Pinus brutia* Ten. döl denemeleri: 4. yaş sonuçları. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 12, Ankara, 147 s.

Öztürk, H., Şeref, S., Keskin, S., Topcuoğlu, F., Şahin, M., Alan, M., Korkmaz, B., Karadeniz, A. 2005. Gibbereline A<sub>4/7/9</sub> ve kısmi boğma uygulaması ile içsel büyüme hormonları seviyesinin kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohum bahçesinde çiçeklenme üzerine etkilerinin araştırılması. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 14, Ankara, 92 s.

Öztürk, H., Şıklar, S., Alan, M., Ezen, T., Gülbaba, A. G., Sabuncu, R., Korkmaz, B., Tulukçu, M., Derilgen, S. I., Keskin, S., Çalışkan, B. 2006. Akdeniz bölgesi orta yükselti kuşağı (401-800 m) kızılçam (*Pinus brutia* Ten) ıslah zonunda döl denemeleri (4. yaş sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 16, Ankara, 60 s.

Palmberg, C. 1985. Selection and management of seed stands. Hardwoods, Forest Tree Improvement. FAO Forestry Paper 20, Rome, pp. 122-123.

Palmberg, C. 1992. Conservation of genetic resources as an integral part of forest management and tree improvement. Proceedings: International Symposium on Seed Procurement and Legal Regulations for Forest Reproductive Materials in Tropical and Sub-Tropical Countries, Nairobi, Kenya, pp. 169-180.

Palmberg, C. 1994. International programmes for the conservation of forest genetic resources. International Symposium on Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Seed, Thailand, pp. 78-101.

Pamay, B. 1962. Türkiye’de sarıçam (*Pinus silvestris* L.)’ın tabii gençleşmesi imkanları üzerine araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları No: 327/31, İstanbul.

Pınar, A. 2005. Türkiye’de doğal yetişen otsu ve odunsu bitkilerin toplam sayılarının araştırılması. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Bitirme Tezi, Bartın, 60 s.

Piedra, E. 1984. Geographic variation in needles, cones and seed of *Pinus tecunumanii* in Guetemala, *Silvae Genetica*, 33, (2-3), pp. 72-79.

Pirinççi, M. 1982. Orman Genel Müdürlüğü'nün hızlı gelişen türlerle yapılan ve yapılacak olan ağaçlandırmalarla ilgili görüşü. Türkiye'de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Simpozyumu. 21-26 Eylül 1981, Kefken (İzmit)-Korudağı-Dardanos (Çanakkale), s. 57-66.

Quijada, M. 1985. Selection of forest trees. Forest Tree Improvement, FAO Forestry Paper 20, Rome, pp. 124-131.

Rajora, O. P., Zuffa, L. 1984. Interspecific crossability and it's relation to the taxonomy of the genus Populus. IUFRO Proceedings, Ottawa, pp. 33-46.

Rauter, R. M. 1985. Current status of macropropagation. Clonal Forestry, It's Impact On Tree Improvement and on Future Forests. IUFRO, Proceedings of the Joint Meeting of the Working Parties S.2-02-10 Poplar Provenances and S2-03-07 Breeding Poplar With the IPC Adhoc Committe Poplar Breeding During the XVII Session of the International Poplar Commission, Ottawa, Canada, pp. 58-74.

Rockwood, D. L. 1988. Eucalyptus genetic resources in Florida, USA. Forest Genetic Resources Information No: 16, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 40-41.

Roulund H. 1975. The effect of the cylophsis and the topophysis on the rooting and behavior of norway spruce cuttings. Acta Horticulturae 54.

Roulund, H. 1977. Vegetative propagation of forest trees at the arboretum in Hørsholm, Denmark. Vegetative Propagation of Forest Trees-Physiology and Practice, Uppsala, Sweeden, pp. 103-128.

Roulund, H. 1981. Problems of clonal forestry in spruce and their influence on breeding strategy. Forest Abstracts, Vol. 42, No: 10.

Roulund, H. 1990. Outline to a revision of the sitka spruce breeding plan in Denmark. Forest Tree Improvement 23, Arboretet, Hørsholm, pp. 131-144.

Ruben Penaloza W. 2003. Recommendation on the silvicultural techniques of plantation establishment to ensure a productive plantation management. International Workshop Establishment of industrial plantations in Turkey, İzmit, pp. 55-70.

Saatçioğlu, F. 1976. Silvikültür I, Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2187/222, İstanbul, 423s.

Saatçioğlu, F. 1982. Türkiye’de hızlı gelişen türlerle yapılan endüstriyel ağaçlandırmaların silvikültürel sorunları. Türkiye’de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Simpozyumu. 21-26 Eylül 1981, Kefken (İzmit)-Korudağı-Dardanos (Çanakkale), s. 37-46.

Schmidting, R. C. 1983. Genetic variation in fruitfulness in a lobloly pine (*Pinus taeda* L.) seed orchard. *Silvae Genetica* 32, 3-4, pp.76-80.

Selik, M. 1964. Eine neue varietät vo *Pinus brurita* Ten (*Pinus brutia* Ten. var *pyramidalis* Selik var. nov.) sonderdurck aus Mitteilungen der Deutschen Dendrologischer Gesellschaft, Jahrburch, No. 62.

Semizoglu, M. A. 1966. Türkiye’de kavakçılığın gelişmesinde genetik ıslah ve seleksiyon çalışmalarının yeri ve önemi, prensipleri ve bugüne kadar yapılan çalışmalar. Türkiye Orman Mühendisliği I. Teknik Kongresi.

Son S. H., Park, Y. G., Chun, Y. W., Hall, R. B. 1997. Germplasm preservation of populus through in vitro culture systems. Micropropagation, Genetic Engineering and Molecular Biology of Populus. Ned B. Klopfenstein, Young Woo Chun, Mea-Sook Kim, and M. Raj Ahuja, Editors. USDA General Technical Report RM-GTR-297, pp. 44-50.

Sweet, G. B. 1975. Flowering and seed production. Seed Orchards, Forestry Commission Bulletin 54, pp. 72-82.

Şengün, S. ve Semerci, H. 2002. Antalya Düzlerçamı’nda kurulu kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) klon parkında tepe budamasının çiçek ve kozalak verimi üzerine etkileri. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 8, Ankara, 22 s.

Şıklar, S. 1998. Endüstriyel plantasyonlar açısından kızılçamın önemi ve ıslah çalışmaları. Workshop, Hızlı Gelişen Türler ile Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar. Orman Bakanlığı Yayın No: 083, Ankara, s. 145-159.

Şıklar, S. 2001. Orman ağaçlarında genetik çeşitlilik, gen koruma ve ülkemizdeki uygulamalar. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Dergisi Sayı 2, Ankara, s. 95-104.

Şimşek, Y., Kulabaş, D., Akkan, A., Soysaç, G., Tunçtaner, K., Tulukçu, M. 1974. Hızlı gelişen egzotik türlerin Türkiye'ye ithalleri ve 1969 yılında Ege bölgesinde kurulan oryantasyon arboretumlarının ilk sonuçları. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yıllık Bülten No: 9, İzmit, s. 85-253.

Şimşek, Y. 1977. Douglas (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) Türkiye'ye ithali ve orijin problemleri üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yıllık Bülten No: 153, İzmit, 237 s.

Şimşek, Y., Petek, Y., Tunçtaner, K., Tulukçu M. 1978. Türkiye şartlarına uyabilecek *Pinus contorta* (Dougl)'nın seçimi üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 13, İzmit, s. 1-121.

Şimşek, Y., Tulukçu, M., Toplu, F., Akkan, A., Avcıoğlu, E. 1985. Türkiye'ye ithal edilen hızlı büyüyen yabancı türlerin büyümeleri üzerine araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 132, Ankara, 128 s.

Şimşek, Y., Erkuloğlu, Ö. S., Tosun, S. 1995. Türkiye'de karaçam (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe) orijin denemelerinin ilk sonuçları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 247, Ankara, 64 s.

Teissier du Cros, E. 1984. Breeding strategies with poplars in Europe, Forest Ecology and Management, 8 (1984) Elsevier Science Publisher B. V.



Temel, F. Ölmez, Z., Göktürk T., Aksu, Y. 2005. Zevkler ve Renkler, *Ips typographus* Murgul-Artvin’de saldıracağı ladinleri kabuk renklerine göre mi seçiyor? KTÜ Orman Fakültesi, Ladin Sempozyumu Bildiri Kitabı I. Cilt, Trabzon.

Tengiz, E. 1982. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü’nün hızlı gelişen türlerle yapılan ve yapılacak endüstriyel ağaçlandırmalarla ilgili görüşü. Türkiye’de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu. 21-26 Eylül 1981, Kefken (İzmit)-Korudağı-Dardanos (Çanakkale), s. 47-56.

Thorpe, T. A. 1977a. Developmental and physiological studies on root formation in cuttings of *Pinus radiata*. Vegetative Propagation of Forest Trees-Physiology and Practice, Uppsala, Sweden, pp. 35-42.

Thorpe, T. A. 1977b. Plantlet formation of conifers in vitro. Vegetative Propagation of Forest Trees-Physiology and Practice, Uppsala, Sweden, pp. 27-34.

Topak, M. 1990. Ormancılıkta tohum, meyve ve kozalak toplama esas ve usulleri. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayın No: 4, Ankara, 51 s.

Toplu, F., Tunçtaner, K., Tulukçu M. 1987. Kocaeli yarımadasında *radiata* çamı (*Pinus radiata* D. Don) orijinlerinin gelişmeleri ve çam sürgün bükücüsü (*Evetria buoliana* Schiff) böceğine mukavemetleri üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 139, İzmit, 67 s.

Toplu, F. ve Bozkuş, S. 1988. Marmara ve Batı Karadeniz bölgelerinde hızlı gelişen türlerle tesis edilen deneme ve ağaçlandırmalarında kar zararları. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi 1988/1, İzmit, s.15-30.

Toplu, F., Tunçtaner, K., Tulukçu M. 1991. Titrekkavak (*Populus tremula* L.)’ın çelikle üretimi üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 154, İzmit, 16 s.

Toplu, F., Tunçtaner, K., Tulukçu M., Kahraman, T., Küçükosmanoğlu, F. 2006. Kırşehir yöresine uygun söğüt (*Salix L.*) klonlarının belirlenmesine ilişkin araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 203, İzmit, 25 s.

Tosun, S. 1999. Ebe sarıçamı (*Pinus silvestris L. Subsp. hamata* (Steven) Fomin var. *Compacta* Tosun)'nın doğal yayılışı ve silvikültürel özellikleri. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Muhtelif Yayın No: 2, Bolu, s. 1-49

Tosun, S., Özpay, Z., Görgün, H. 1999. Kazdağı göknarı (*Abies equi-trojani* Spach.)'nın Batı Karadeniz bölgesine adaptasyon kabiliyetlerinin araştırılması, ilk 10 yıllık sonuçlar. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 5, Bolu, 28 s.

Trickel, R. 2002. North Carolina forest damage Appraisal-Ice storm 2002 December, North Carolina, USA, <http://ss.fed.us/>

Trickel, R. 2004. January 2004 Ice Strom, North Carolina, USA <http://ss.fed.us/>

Tulukçu M., Tunçtaner, K., Toplu, F. 1987. Marmara ve Batı Karadeniz bölgelerinde Halep çamı (*Pinus halepensis* Mill.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijinlerinin karşılaştırılması üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 137, İzmit, 33s.

Tulukçu, M., Tunçtaner K., Toplu F., Akçidem E. 1991. *Pinus radiata* (D. Don)'nın çelikle üretimi üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 153, İzmit, 14 s.

Tulukçu M., Tunçtaner, K., Toplu, F. 1991. Marmara ve Batı Karadeniz bölgelerinde *Pinus taeda L. Pinus elliotti* Engelm orijinlerinin üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 152, İzmit, 30 s.

Tulukçu, M., Alan, M., Antola J. 2001. Bir karaçam (*Pinus nigra* Arnold) tohum bahçesinde polen tespitleri. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Dergisi Sayı 2. Ankara, s. 47-62.

Tunçtaner, K., Tulukçu M., Toplu, F. 1985a. Türkiye’de endüstriyel ağaçlandırmalarda kullanılabilecek sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) orijinlerinin seçimi üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yıllık Bülten No: 21, İzmit, s. 43-103.

Tunçtaner, K., Tulukçu M., Toplu, F. 1985b. Kuzey Amerika karakavaklarının (*Populus deltoides* Bartr.) Marmara ve Ege bölgelerine en uygun orijinlerinin seçimi üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yıllık Bülten No: 21, İzmit, s. 1-43.

Tunçtaner, K. 1986. Kavakçılıkta yapay melezleme çalışmaları. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi, İzmit, s. 1-6.

Tunçtaner, K. 1988. Kavak genetik ve seleksiyon çalışmalarında gelişmeler ve ithal edilen bazı yeni kavak klonlarının fidanlık performansları ile ilgili karşılaştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi, 1988/1, İzmit, s. 1-15.

Tunçtaner, K., Tulukçu M., Toplu, F. 1988. Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) orijinlerinin morfo-genetik özellikleri ve büyüme performansları üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 144, İzmit, 120s.

Tunçtaner K. ve Zengingönül, K. A. 1988. Orta Anadolu şartlarında kavak klonlarının büyüme özellikleri ve don zararlarına mukavemetleri üzerine incelemeler. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi 1988//2, İzmit, s. 35-48.

Tunçtaner, K. 1990. General informations on forest tree improvement and afforestation techniques. FO:TCP/RAB/8854. Trainin Document No: 21, İzmit, Turkey, 39 p.

Tunçtaner, K. ve Tulukçu, M. 1990. Growth performances of cedar at the species trials in Marmara and Black Sea regions of Turkey International Cedar Symposium, 22-27 Oct. 1990, Antalya, Turkey, pp. 234-247.

Tunçtaner, K. 1991. Kuzey Amerika Karakavağı (*Populus deltoides* Batr.) orijinleri ile I-214 melez kavak klonunun büyüme yönünden karşılaştırılması. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi No: 16, İzmit, s. 5-26.

Tunçtaner, K., Tulukçu, M., Toplu, F. 1992. Kavaklarda yapay melezleme çalışmaları (1987-1990). Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 156, İzmit, 19 s.

Tunçtaner, K. 1993a. Türkiye’de kavak ve söğütlerde gen kaynaklarının korunması ve değerlendirilmesi. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 3, İzmit, 51 s.

Tunçtaner, K. 1993b. Söğütlerde klonal seleksiyon çalışmaları. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi No: 20, İzmit, s. 40-58.

Tunçtaner, K. ve Tulukçu, M. 1993. Ege bölgesinde kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve bazı yabancı türlerin büyüme performansları. Uluslar arası Kızılçam Sempozyumu. 18-23 Ekim 1993, Marmaris-Türkiye, S. 331-339.

Tunçtaner, K., Tulukçu, M., Toplu, F. 1994. Bazı kavak klonlarının büyümeleri ve teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 170, İzmit, 25 s.

Tunçtaner, K. ve Tulukçu, M. 1996. İzmit-Kerpe pilot plantasyon alanında bazı hızlı gelişen türlerin büyüme performansları. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi No: 23, İzmit.

Tunçtaner, K. 1998a. Yabancı tür ithal çalışmaları ve endüstriyel plantasyonlar için tür seçimi, Workshop, Hızlı Gelişen Türlerle Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar. Orman Bakanlığı Yayın No: 083, Ankara, s. 65-75.

Tunçtaner, K. 1998b. Conservation of genetic resources of Black Poplar (*Populus nigra* L.) in Turkey. The Proceedings of International Symposium on In Situ Conservation of Plant Genetic Diversity. Edited by Zincirci, Z. Kaya, Y. Anıkster and W.T. Adams, Ankara, pp. 265-271.

Tunçtaner, K., Tulukçu, M., Toplu, F., Durcan, E. 1998. Marmara ve Ege bölgeleri oryantasyon populetumları araştırma sonuçları. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 185, İzmit, 31 s.

Tunçtaner, K. 2000. Sustainable development of Poplar genetic resources in Turkey. 21st Session of International Poplar Commission, USDA General Tech. Report No. 213 Portland-Oregon.

Tunçtaner, K. 2002a. Growth trends and morpho-genetic characteristic of eastern cottonwood (*Populus deltoides* Batr.) crossings. Biotechnology and Biotechnological Equipment, 16/2002/1, pp. 64-71.

Tunçtaner, K. 2002b. Primary selection of willow clones for multi purpose use in short rotation plantation. *Silvae Genetica* (2-3) 45, pp. 105-112.

Tunçtaner, K., Akbulut, T., Tulukçu, M. 2002. Bazı kavak ve söğüt klonlarının göller bölgesine adaptasyonları ve yonga levha endüstrisinde değerlendirilme olanakları. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 194, İzmit, 47 s.

Tunçtaner, K. 2003. Sustainability of industrial forest plantations in Turkey. International Workshop, Establishment of Industrial Plantations in Turkey. Poplar and Fast Growing Forest Trees Research Institute, İzmit, pp. 15-31.

Tunçtaner, K., As, N., Özden, Ö. 2004. Bazı kavak klonlarının büyüme performansları, odunlarının bazı teknolojik özellikleri ve kağıt üretimine uygunlukları üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 196, İzmir, 91 s.

Tunçtaner, K., Daşdemir, İ., Ertekin, M. Özel, H. B. 2007. Batı Karadeniz bölgesi sahilçamı (*Pinus pinaster* Aiton) ağaçlandırmalarında büyümeye ilişkin teknik ve ekonomik değerlendirmeler (Bartın-Karaçaydere örnek çalışması). Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu, Proje No: TOVAG-3113.

Turan, H. 1982. Türkiye’de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmaların tarihçesi. Türkiye’de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Simpozyumu. 21-26 Eylül 1981, Kefken (İzmit)-Korudağı-Dardanos (Çanakkale), s. 27-36.

Türk Standartları Enstitüsü (TSE). 1991. Orman ağaçları, üstün ağaç seçim kuralları. TS 8728.

Uluer, K., Gürer, M., Güler, N. 1998. Kavaklarda *Cytospora chrysosperma* (Pers) Fr. zararını önleme üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 186, İzmir, 25 s.

Ürgenç, S. 1972. Hızlı gelişen bazı egzotik (yabancı) iğne yapraklı ağaç türlerinin Türkiye’ye ithali ve yetiştirilmesi imkanları üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 1750/188, İstanbul, 198 s.

Ürgenç, S. ve Boydak, M. 1981. Türkiye ormancılığında ağaç ıslahı çalışmaları. Doğumunun 100. Yılında Atatürk’e Armağan. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 293, İstanbul, s. 67-88.

Ürgenç, S. 1982. Orman Ağaçları Islahı. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2836/293, İstanbul, 414 s.

Ürgenç, S. ve Boydak, M. 1982. Hızlı gelişen bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin Türkiye’ye ithali ve yetiştirilmesi ile ilgili problemler.

Türkiye’de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Simpozyumu. 21-26 Eylül 1981, Kefken (İzmit)-Korudağı-Dardanos (Çanakkale), s. 157-171.

Ürgenç, S., Boydak, M., Alptekin, Ü. 1990. Belgrad ormanında kurulu doğu ladini orijin denemesine ait sonuçlar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Cilt 40, Seri 2A. İstanbul.

Ürgenç, S. İ. 1998a. Ağaçlandırma Tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3994/441, Emek Matbaacılık, İstanbul, 600 s.

Ürgenç, S. İ. 1998b. Ağaç ve Süs Bitkileri Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:3395/442, İstanbul, 715 s.

Ürgenç, S. İ. 1998c. Genel Plantasyon ve Ağaçlandırma Tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:3997/444, İstanbul, 664 s.

Ürgenç, S. İ. ve Çepel, N. 2001. Ağaçlandırmalar için Tür Seçimi, Tohum Ekimi ve Fidan Dikiminin Pratik Esasları. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları No: 33, İstanbul, 250 s.

Vardar, Y. 1961. Genetik’e Başlarken. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayın No: 20, İzmir, 120 s.

Velioğlu, E., Çengel, B., Kaya, Z. 1999a. Kazdağlarındaki doğal karaçam (*Pinus nigra* Arnold) populasyonlarında izoenzim çeşitliliği. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 4, Ankara.

Velioğlu, E., Çengel, B. Kaya, Z. 1999b. Kazdağlarındaki doğal karaçam populasyonlarında genetik çeşitliliğin yapılanması. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 1, Ankara.

Velioğlu, E., İçgen, Y., Çengel, B., Öztürk, H., Kaya, Z. 2003. Moleküler belirteçler yardımıyla kızılçam (*Pinus brutia* Ten) tohum meşcerelerinde, tohum bahçelerinde ve ağaçlandırmalarında bulunan genetik çeşitliliğin karşılaştırılması. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 10, Ankara, 42s.

Velioğlu, E., engel, B., İçgen, Y., Kandemir, G., Alan, M., Kaya, Z. 2003. Moleküler belirteçler yardımıyla karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) tohum meşcerelerinde, tohum bahçelerinde ve ağaçlandırmalarında bulunan genetik eşitliliğin karşılaştırılması. evre ve Orman Bakanlığı, Orman Ağaları ve Tohumları Islah Araştırma Mdrlğ, Teknik Bülten No: 11. Ankara, 40 s.

Viart, M. 1976. Importance of *Populus deltoides* to poplar silviculture in France. Proceedings, Symposium on Eastern Cottonwood and related species, Greenville MS, pp. 38-43.

Vries, S. M. G. 1989. Results of 50 years selection and breeding of poplars in the Netherlands. Recent Developments in Poplar Selection and Propagation Techniques. Proceedings, Meeting of the IUFRO Working Party S2.02.10 Hann-Münden, pp. 91-107.

Vural, M. ve Tunçtaner, K. 1971. *Pinus maritima* Mill. ile tesis edilmiş genç plantasyonlarda tasallutu tespit edilen *Melampsora pinitorqua* Rost.'ya karşı kimyasal mücadele alışmaları. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 5-6, İzmit, s. 39-54.

Vural, M., Gümüşdere, I., Karal, M. 1986. Marmara bölgesi Işıktepe ve Çenedağ ağaçlandırma sahalarında tasallutu tespit edilen bir pas mantarı üzerine alışmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yıllık Bülten No: 22, İzmit, s. 21-50.

Walter, C., Carson, S. D., Menzies M. I., Richardson, T., Carson, M. 1998. Review: Application of biotechnology to forestry - molecular biology of conifers. World Journal of Microbiology and Biotechnology 14, pp. 321-330.

Weisgerber, P. 1989. Current findings in poplar breeding and the possibilities for their application in the federal republic of Germany Recent Developments in poplar selection and Propagation Techniques, Proceedings: Meeting of the IUFRO Working Party S2.02.10. Hann-Münden.

Wells, O. O., Switzer, G. L., Schmidting, R. C. 1991. Geographic variation in Missisipi lobloly pine and sweetgum, *Silvae Genetica*, 40, (3-4), pp. 105-119.



- Werner, M. 1975. Location, establishment and management of seed orchards. Seed Orchards, Forestry Commission Bulletin 54, pp. 49-55.
- Werner, M. 1977. Vegetative propagation by cuttings of *Picea abies* in Sweden. Vegetative Propagation of Forest Trees-Physiology and Practice, Uppsala, Sweden, pp. 97-102.
- West, G. G. 1984. Establishment requirements of *Pinus radiata* cuttings and seedlings compared. New Zealand J. For. Sci 14 (1).
- Wilcox, M. D. 1994a. Towards clonal forestry with *Pinus radiata* in New Zealand Asia-Pasific Symposium on Forest Genetic Improvement, Beijing-China, 8 p.
- Wilcox, M. D. 1994b. Türkiye Agricultural Research Project. TA Consultancy Report: Genetic Improvement of Forest Trees in Turkey, 39 p.
- Wright, J. W. 1976. Indroduction to Forest Genetics. Academic Press New York, 463 p.
- Xie, C. Y. ve Knowles, P. 1994. Mating system and effective pollen immigration in a Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) plantation. Silvae Genetica, 43, pp. 48-52.
- Yahyaoğlu, Z. 1980. Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) nin vejetatif yolla (çelikle) üretilmesi olanakları üzerine araştırmalar. KTÜ Orman Fakültesi, Doçentlik Tezi.
- Yahyaoğlu, Z. 1983. Ladinde (*Picea orientalis* Link) çelikle üretme. K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 6, Sayı 1, Trabzon.
- Yahyaoğlu, Z. 1986. *Picea abies* L. Karst ve *Betula pendula* Roth'nın doku kültürü tekniği yardımıyla vejetatif yolla üretilmesi olanakları. Bitki Islahı Sempozyumu, 15-17 Ekim 1986, İzmir.
- Yahyaoğlu, Z., Üçler, A. Ö. 1993. Kızılçam (*Pinus brurita* Ten.) da farklı BAP ve sakaroz konsantrasyonlarının in vitro koşullarında embriyo gelişimi üzerine etkileri. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Cilt I, s. 254-263.

Yahyaoğlu, Z. 1995. Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* D.C.) embriyolarında in vitro koşullarında fidan elde edilmesi. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 19, pp. 231-235.

Yahyaoğlu, Z., Hangişi Ölmez G., Ölmez, Z. 2000. *Betula medvediewii* Reg.'nin doku kültürü teknikleri ile üretilmesi. XV. Ulusal Biyoloji Kongresi, Ankara

Yahyaoğlu, Z., Ayan, S., Gerçek, V., Şahin, A. 2002. *Alnus glutinosa* subsp. *barbata* çeliklerinde köklendirme denemeleri, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt II, Artvin, 5.423-430.

Yaltırık, F. 1988. Dendroloji ders kitabı 1. Gymnospermae (açık tohumlular). İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3443/86. İstanbul, 320 s.

Zednik, F. 1963. Türkiye ormanlarında bugüne kadar tatbik edilen ve gelecekte tatbiki tavsiye edilen silvikültürel muameleler (Türkçeye çeviren: Dr. Hasan Selçuk). Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi No: 14, Ankara, 118 s.

Zobel, B. J., Barber, J., Brown, C. L., Perry, T. O. 1958. Seed orchards their concept and management. J. For. (11), pp. 815-825.

Zobel, B. and Ikemori, Y. K. 1985. Vegetative propagation in eucalyptus. IUFRO, Proceedings of the Joint Meeting of the Working Parties S.2-02-10 Poplar Provenances and S2-03-07 Breeding Poplar with the IPC Adhoc Committe Poplar Breeding During the XVII Session of the International Poplar Commission, Ottawa, Canada, pp. 136-144.

Zobel, B. and Talbert, J. 2003. Applied Forest Tree Improvement. The Blackburn Press, New Jersey, 505 p.

Zsuffa, L. 1985. Concepts and experiences in clonal plantations of conifers. Clonal Forestry: It's Impact on Tree Improvement and our Future Forests. Canadian Tree Improvement Association, Ontario, pp. 12-25.

## SÖZLÜK

- A -

- Abiyotik etmenler** Bitkilerin yaşamını ve gelişmesini etkileyen cansız doğal faktörler (iklim, toprak, yeryüzü şekli).
- Açık tozlaşma** Bitkilerde rüzgar veya böcekler vasıtasıyla meydana gelen döllenme.
- Açılma** Bir bireyin farklı allellerinin üreme hücrelerinde birbirlerinden bağımsız olarak ayrılması. F1 generasyonunda görülmeyen bir karakterin, F2 generasyonunda tekrar ortaya çıkması.
- Adaptasyon** Uyum. Yapı ve fonksiyonlardaki değişim. Bir bireyin veya popülasyonun yeni koşullara uyum sağlama süreci.
- Aday ağaç** Üstün (plus) ağaçların seçimi için mukayese edilen iyi fenotipli ağaçlar
- Adventif tomurcuk** Arızı tomurcuk. Bitkilerin kök ve gövdelerinde yaralama sonrası meydana gelen tomurcuklar
- Aile** Bir bireyin serbest döllenmesi (açık tozlaşma) veya bir çiftin kontrollü döllenmesi (çaprazlama) sonucunda meydana gelen döllere.
- Albino** Bir bitkinin tamamında veya kısımlarındaki klorofil eksikliği.
- Allel** Homolog kromozomların karşılıklı lokuslarında bulunan genler. Bir lokusta yer alan bir genin farklı formları
- Allopatrik türleşme** Bir türün popülasyonlarının coğrafik olarak birbirinden ayrılarak değişime uğraması ve farklı türlerin ortaya çıkması
- Allopoliploidi** İki farklı türün eşleşmesi ile ortaya çıkan bireylerin kromozom sayılarının, ebeveynlerinin kromozom sayılarının katlarına çıkması ve bu bireylerden yeni bir türün oluşması.
- Alt tür** Ana türden farklı özellikler gösteren, ve farklı coğrafik bölgelerde yetişen bireylerin oluşturduğu popülasyon veya popülasyonlar
- Altık** (Anaç) Bir ortetden alınan kalemin üzerine aşılandığı köklü fidan
- Amino asit** Proteinleri oluşturan azot ihtiva eden organik moleküller

- Angiosperm** Kapalı tohumlular. Tohumları bir koruyucu meyve içinde bulunan bitkiler.
- Anter** Bitkilerin erkek organlarında (stamen) polen keselerinin bulunduğu kısım
- Apikal dominansi** Bitkilerin kök ve sürgün uçlarından uzunlamasına büyümesini sağlayan meristem doku.
- Apomiksis** Bazı bitkilerde döllenme olmadan tohum üretilmesini sağlayan eşeysiz üreme şekli.
- Arı soy** Bak, “saf hat”.
- Aseptik kültür** Steril koşullarda gerçekleştirilen doku kültürü uygulamaları.
- Asimilasyon** Bak “fotosentez”.
- Aşı** Bir bitkiden alınan aşı kaleminin, köklü bir fidan (altlık) üzerine kambiyumları çakışacak şekilde yerleştirilmesi. Aşılanmış fidan.
- Aşılama** İki ayrı bireyden alınan bitki parçalarının kaynaştırılarak tek bir bitki halinde geliştirilmesi.
- Autopoliploidi** Aynı tür içindeki üremede meydana gelen döllerin kromozom sayılarının katlanarak artması sonucunda bu bireylerden yeni bir tür oluşması
- Autovejetatif üretme** Bir ortetin kök, gövde, dal veya yapraklarından alınan çeliklerin köklendirilmesi suretiyle yapılan üretim

- B -

- Bağlantı grubu** Tek bir kromozom üzerinde bulunan genler veya böyle genler tarafından kontrol edilen karakterler.
- Baskın karakter** Bir karakterin diğerlerine göre üstün (dominant) olması.
- Bir evcikli** Erkek ve dişi çiçeklerin aynı bitki üzerinde yer alması. Monoik
- Birleşme yeteneği** Bir organizmanın özelliklerini döllere geçirebilme yeteneği. Kombinasyon yeteneği.
- Bitkicik** Doku kültürü tekniği ile sürgün ve kök oluşumu sağlanan küçük klonal fidanlar.
- Biyçeşitlilik** Bir yetişme ortamındaki tür ve gen zenginliği.
- Biyom** Benzer iklime sahip geniş ekosistemlerin oluşturduğu bölgeler (tropik yağmur ormanları, çöller gibi)
- Biyoteknoloji** Canlıların genetik yapılarının teknolojinin yardımıyla düzenlenerek endüstriyel uygulamalarda yararlanılması

**Biyotik etmenler** Bitkilerin yaşamını ve gelişimini etkileyen doğal canlı faktörler (insanlar, hayvanlar, mikroorganizmalar).

**Biyotip** Aynı genotipe sahip bireylerin oluşturduğu bir grup.

- C -

**Cins** Taksonomik olarak aralarında yakın ilişkiler bulunan türlerin meydana getirdiği grup.

- Ç -

**Çaprazlama** Genetik yapıları farklı olan bireyler arasında melezleme (hibridizasyon)

**Çekinik karakter** F1 generasyonunda kendini gösteremeyen baskı altındaki karakter (resesif karakter).

**Çekirdek** İçinde kromozomların bulunduğu çift zarla çevrili hücre elamanı.

**Çenek yaprak** Tohumun çimlenmesi sonucunda oluşan fideciğin ucunda bulunan ilk yapraklar.

**Çeşitlendirici seleksiyon** Bir populasyonda, bir karakter yönünden ortalama değer çevresinde kümelenen bireylerin azalmasına neden olan seleksiyon şekli.

**Çimlenme** Tohumun gelişerek bir fidecik meydana getirmesi.

**Çok genli kalıtım** Bir karakterin iki veya daha fazla lokusta bulunan genler tarafından kontrol altında tutularak döllerine aktarılması. Poligenik kalıtım.

- D -

**Değişim** (Değişkenlik) Aynı ebeveynlerden veya soydan gelen bireylerin bazı karakterler yönünden farklılıklar göstermesi.

**Dengeleyici seleksiyon** Bir populasyonda, bir karakter yönünden ortalama değerlere sahip bireylerin avantajlı durumda olması halinde, uç değerlerde yer alan bireylerin ayıklanmasına yol açan seleksiyon şekli.

**Diallel çaprazlama** Bir gruptaki her ağacın diğer bireylerle çaprazlanması.

**Dioik** Bak "iki evcikli".

**Dioksin** Herbisitlerin kimyasal üretimi ve odun hamuru oluşumu sırasında meydana gelen kanserojen bir madde.

- Diploid** Bir kromozom takımının iki katı kromozoma sahip olma durumu.
- Distal uç** Çeliğin toprak veya ortam içine sokulan ucu.
- DNA** Genetik bilgiyi depolayan molekül. Deoksiribonukleik asit.
- DNA parmak izi** DNA'nın küçük parçalara bölünerek, bir jel ortamı üzerinde bantlar oluşturması.
- DNA polimerazları** DNA'yı oluşturmak için nükleotidlerin birbirine bağlanmasına yardım eden enzimler.
- Doğal seleksiyon** Canlıların çevreyle etkileşimleri sonucunda, genetik kontrol altında bulunan karakterlerini sürdürebilme başarısı.
- Doku** Özel fonksiyonları olan benzer hücre gruplarının oluşturduğu yapılar.
- Doku kültürü** Çevrenin ve besin ortamının kesinlikle kontrol edilebildiği test tüpleri veya kapları içinde, çok küçük bitki parçaları, dokuları veya hücrelerinden yeni bitkilerin üretimi. Mikroüretim.
- Dominant karakter** Bak "baskın karakter".
- Dominans** Bir allelin etkisinin diğer bir allel tarafından maskelenmesi. Bu nedenle, heterozigot dominant (Aa) ve homozigot dominant (AA) organizmalar fenotipik olarak birbirinden ayrılamaz.
- Donör** Verici. Başka bir bireye nakil için organ veya dokuyu veren birey.
- Dormansi** Bak "uyku hali".
- Döl** Nesil, projeni. Bir bireyin kendinden sonra gelen soyu.
- Döl denemesi** Farklı ebeveynlere ait nesillerin mukayese edildiği araştırma. Projeni testi.

- E -

- Edafik özellikler** Toprağa bağlı tüm fiziksel ve kimyasal özellikler.
- Egzotik tür** Bak, "yabancı tür".
- Eklemeli genler** Aynı fenotipik karakter üzerine bir grup allel olmayan genin müşterek etkisi.
- Ekosistem** Belirli bir alanda bulunan canlıların fiziksel çevreleri ile birlikte oluşturduğu topluluk.
- Ekivalent genler** Bir karakter yönünden aralarında dominantlık veya resesiflik durumu olmayan ve fenotipte belirme güçleri eşit olan karşılıklı genler.

- Ekoloji** Canlıların çevreleri ve birbirleriyle olan ilişkilerini araştıran bilim dalı.
- Ekotip** Bir türün doğal seleksiyon sonucunda özel bir yetişme ortamına adapte olan, belirli bir gen kompozisyonuna sahip alt bölümü.
- Elit ağaç** Kalıtsal özellikleri döl denemeleri sonucunda belirlenmiş olan üstün ağaç.
- Embriyo** Döllenen yumurta hücresinin (Zigotun) bölünmesi ve farklılaşması ile tohumun bir bitki haline dönüşmek üzere gelişen bölümü.
- Embriyogenesis** Bir bitkiden alınan parça veya organlardan (eksplant) aseptik kültür ile kök ve gövdenin aynı zamanda oluşturulması.
- Endemik tür** Belirli bir yetişme ortamında bulunan, başka bir yerde yetişmeyen tür.
- Endosperm** Tohumda embriyo çevresinde bulunan ve besin maddelerini depolayan dokular.
- Enzimler** Hücre içinde meydana gelen biyolojik işlemlerin hızını düzenleyen proteinler.
- Epidermis** Yaprak, gövde ve sürgünlerin yüzeyinde yer alan, bitkinin en dış primer dokusu.
- Epistasisi** Bir karakterin genetik olarak ortaya çıkabilmesi için iki veya daha fazla lokusta bulunan farklı genlerin birlikte devreye girmesi.
- Eşeyli üreme** Erkek ve dişi gametlerin birleşerek zigotu oluşturduğu üreme şekli.
- Eşeysiz üreme** Ana bireyden aynı genetik yapıdaki yeni bireylerin oluşmasını sağlayan, mayoz bölünmeyi ve gametlerin birleşmesini gerektirmeyen üreme şekli. Vejetatif üretme.
- Evaporasyon** Kara ve suların yüzeyinden meydana gelen buharlaşma
- Evolusyon** Bir popülasyonun veya popülasyon grubunun gen frekanslarında ve fenotipik karakteristiklerinde meydana gelen uzun süreli değişimler.
- Evrime** Canlı türlerinin ortaya çıkması ve zaman içinde değişime uğraması. Evolusyon.
- Ex situ gen koruma** Gen kaynaklarının doğal çevre dışında korunması

- F -

- Familya** Canlılarda birbirine akraba olan cinslerin oluşturduğu taksonomik grup.
- Fenoloji** Bitkilerin sıcaklık, fotoperiod v.b etkilerle, çiçeklenme, büyümeye başlama, büyümeyi durdurma gibi periyodik biyolojik faaliyetlerinin sürelerinin incelenmesi.
- Fenotip** Bir canlının dış görünüşünü yansıtan özellikler.
- Fidecik (Fide)** Tohumun çimlenmesi ile oluşan ve yaşı birkaç aylık olan bitki.
- Filogeni** Evrimsel süreç içinde bir ana soydan türeyen türlerin akrabalık ilişkilerinin gösterilmesi.
- Fizyoloji** Canlıları meydana getiren doku ve organların görevlerini ve bu görevlerin nasıl meydana geldiklerini inceleyen biyoloji dalı.
- Fotoperiyod** Bitkilerin gelişerek çiçeklenmelerinde rol oynayan günlük ışıklenme süresi.
- Fotosentez** Özümleme, asimilasyon. Bitkilerin çevrelerinden karbondioksit, azot ve su gibi inorganik molekülleri alarak organik bileşikler haline dönüştürmesi.
- Fototropizm** Bitki sürgün uçlarının bir ışık kaynağına yönelmesi.

- G -

- Gamet** Haploid erkek sperm hücresi veya dişi yumurta hücresi
- Gametofit** Bir bitkinin erkek ve dişi gametleri üreten nesli.
- Gen** Kromozomlar üzerinde sabit yerleri olan ve kalıtsal özellikleri taşıyan DNA molekülü birimleri.
- Gen akışı** Melezlemeler ile genlerin yayılması. Populasyonlar arasında genlerin taşınması.
- Gen bankası** Bir türün genetik çeşitliliğini korumak için, o türe ait populasyonlardaki bireylerden toplanan genetik materyalin özel bakım altında muhafaza altında tutulduğu yer.
- Genekoloji** Canlıların genetik yapılarının ekolojik koşullara bağlı olarak incelenmesi.
- Genel birleşme yeteneği** Bir bireyin başka bireylerle çaprazlanması halinde, genetik özelliklerini döllerine aktarabilme kabiliyeti.
- Generatif üreme** Bak “eşeyli üreme”
- Genetik** Soyuları ile ilişkili olarak organizmalar arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları inceleyen bilim dalı.



- Gen havuzu** Bir popülasyonun genetik yapısı. Eşeyli yoldan üreyen organizmaların oluşturduğu bir popülasyonda bireylerin sahip olduğu kalıtsal materyalin tümü.
- Genetik kayma** Küçük popülasyonlarda seleksiyondan çok tesadüflere bağlı olarak gen frekanslarında ve popülasyon karakteristiklerinde meydana gelen değişim.
- Genetik kazanç** Bir popülasyonun gen frekanslarındaki değişiklik sonucunda kalıtsallık derecesine bağlı olarak verimlilikte sağlanan artış.
- Genetik rekombinasyon** Ebeveynlerin döllerinde yeni gen kombinasyonlarının ortaya çıkması.
- Genetik şifre** DNA ve RNA'lardaki üçlü nükleotid grupları. Proteinlerin amino asit dizilişleri genetik şifre ile belirlenir.
- Genom** Bir canlının üreme hücrelerinde bulunan kromozomların tümü. Bir gamette bulunan genler. Takım.
- Genom mutasyonu** Bir canlının hücrelerinde normal olarak bulunması gereken iki takım (2n) kromozomdan fazla sayıda kromozom bulunması.
- Genotip** Bir organizmanın kalıtsal yapısı. Canlının genetik yapısı.
- Geri çaprazlama** Bir melez ile ebeveynlerinden birisi arasında yapılan çaprazlama.
- Germplazm** Bir canlının kalıtsal özelliklerinin döllerine aktarılmasını sağlayan genetik materyal. Kalıtımı yöneten tüm genler ve sitoplazmik faktörler.
- Gibberellin** Bitkilerin fizyolojilerinde önemli rol oynayan organik madde. Bitkilerin büyümelerini kontrol eden bir grup hormon.
- Gimnosperm** Açık tohumlular. Tohumları meyve karpelleri tarafından sarılmayan bitkiler.

- H -

- Haploid** Bir canlının hücresinde sadece bir kromozom takımının (n) olması.
- Hardy-Weinberg kuralı** Raslantısal eşleşmenin olduğu popülasyonlarda, baskın ve çekinik allellerin frekanslarının ve bunları taşıyan dişi ve erkek gametlerin birleşmeleri sonucunda oluşan genetik kombinasyonların frekanslarının generasyondan generasyona sabit kalması. Hibrid : Genetik yapıları farklı bireyler arasında yapılan çaprazlamalardan elde edilen döller.

**Hat** Bir populasyonda birçok generasyon boyunca bir , birkaç ve birçok ebeveyn arasında meydana gelen çaprazlamalar sonucunda, ebeveyn ve döllerden oluşan topluluklar.

**Herbaryum** Tanımlanmış bitki örneklerinin kurutularak saklandığı koleksiyon.

**Heterovejetatif üretme** Bir ortetden alınan aşı kaleminin bir altlık üzerine aşılması ile meydana gelen üreme.

**Heterosis** Melez gücü. Melez bireylerin ana ve babalarına göre belirli karakterler yönünden daha üstün olması.

**Heterozigot** Bir canlının özel bir lokusunda iki farklı allelin yer alması

**Hibrit** Bak “melez”.

**Homolog kromozom** Bir canlıda biri anadan diğeri babadan gelen yapı bakımından birbirinin benzeri olan kromozomlar.

**Homozigot** Bir canlının özel bir lokusunda aynı allellerin yer alması.

**Hormonlar** Canlıların gelişimlerini ve fonksiyonlarını etkileyen kimyasal maddeler.

- İ -

**İdentik genler** Homolog kromozomların karşılıklı lokuslarında yer alan ve aynı karakter üzerine aynı yönde etki yapan genler.

**İnterfaz** Çekirdeğin iki bölünme devresi arasındaki dinlenme hali.

**İnternod** Boğumlar arası. Sürgün veya gövde üzerinde boğumlar arasında kalan kısım.

**In situ koruma** Gen kaynaklarının doğal çevre içinde muhafaza edilmesi.

**İki evcikli** Erkek ve dişi çiçeklerin ayrı bireyler üzerinde olması (Kavak, söğüt, incir gibi ). Dioik.

**İrk** En az bir karakter bakımından farklı olan ve aralarında verimli eşleşmeler yapabilen bitki toplulukları. Bir türün özel bir ortamda yetiştirildiği zaman, belirgin genetik karakteristiklere sahip olan alt bölümü.

**İzolasyon** Ekoloji, fizyoloji, kalıtım ve coğrafyaya ait engeller nedeniyle eşleşebilen populasyonlar arasında eşleşme olanağının ortadan kalkması ve populasyonların karakter bakımından birbirinden uzaklaşması.

**İzoenzim** Bir enzimin farklı formları. İzoenzimler polipeptidlerden oluşan kompleks proteinlerdir.

- Kalem** Aşılama çalışmalarında kullanılmak üzere bir ortetden alınan vejetatif materyal.
- Kalıtım** Canlılarda ana ve babada bulunan özelliklerin döllerine intikali. Toplam varyansın genetik faktörlerden kaynaklanan kısmı.
- Kallus** Bitkilerin kök ve gövdelerinde yaralanmalar sonucunda oluşan kitle halindeki paranzim hücreleri. Vejetatif üretim olanağı sağlayan kallus dokusu ile doku kültürü uygulamaları yapılabilmektedir.
- Kalitatif karakter** Renk ve şekil gibi özellikleri belirleyen ve Mendel kurallarına göre dölden döle geçen karakterler.
- Kantitatif karakter** Hacim, ağırlık, boy gibi belirli ölçü birimleri ile ölçülebilen ve ekonomik değeri olan karakter. Metrik karakterler.
- Karakter (karakteristik)** Bir canlıyı tanımlayan özellikler. Bir gen veya gen grubunun faaliyetini ortaya çıkarabilen fenotipik özellikler.
- Karyotip** Bir ırk veya türün kromozom yapılarına ait tüm karakteristikler.
- Kambiyum** Bitkilerin gövde ve köklerinde iletim demetleri arasında yer alan bölünür doku.
- Kendileme** Yakın akrabalar arasındaki eşleşme. Kendilemenin ekstrem şekli kendi-kendini döleme (selfing) olarak isimlendirilmektedir.
- Kendileme depresyonu** Yakın akrabalar arasındaki çaprazlamalar sonucunda meydana gelen döllerdeki güç azalması, zayıflama.
- Kitle seleksiyonu** Ağaçların fenotiplerine dayalı olarak gerçekleştirilen populasyon seçimi (örneğin, tohum meşcerelerinin seçimi).
- Klon** Bir ana bireyden (ortet) vejetatif olarak üretilen ve genetik özellikleri aynı olan bireyler topluluğu.
- Klon bankası** Farklı klonlara ait örneklerin muhafaza edildiği plantasyon veya koleksiyonlar.
- Klonal test** Klonlar arasındaki genetik farklılıkları belirlemek için tesis edilen deneme plantasyonları.
- Klonal tohum bahçesi** Seçilen üstün ağaçlardan alınan aşı kalemi veya çeliklerden üretilen fidanlarla tesis edilen tohum kaynağı.
- Kontrollü çaprazlama** Seçilen erkek ve dişi bireyler arasındaki dölemeler.

**Kozalak** İğne yapraklı türlerde tohumları taşıyan odunsu dokudaki organ.

**Kromatit** Bir kromozomun iki kardeş iplikçiklerinden her biri. Kromatidler, DNA replikasyonu sırasında ortaya çıkar ve sentromer noktasında birbirlerine bağlı kalırlar.

**Kromozom** Canlıların hücre çekirdeklerinde bulunan, DNA ve protein moleküllerinin oluşturduğu kalıtsal özellikleri kontrol eden genleri taşıyan yapılar.

**Kromozom mutasyonu** Kromozomların yapı veya sayılarında meydana gelen değişiklikler.

**Krosingover** Mayoz bölünmenin metafaz safhasında, homolog kromozomlarda meydana gelen kopmalar ve kopan parçaların homolog kromozomlar arasında yer değiştirmesi.

**Kültivar** Kültürü yapılan varyete. Latince olmayan bir isim verilerek "cv." olarak tanımlanır. Farklı bir isimle belirtilen bir klon, ırk veya ıslah edilmiş bir ürün olabilir.

- L -

**Letal mutasyon** Resesif homozigot genlerin normal gelişimi engelleyen öldürücü etkileri.

**Lokus** Kromozomlar üzerinde genlerin yer aldığı sabit yerler.

- M -

**Maternal kalıtım** Sitoplazmanın ana ebeveyn tarafından oluşturulmasından kaynaklanan kalıtım. Anaya benzeme.

**Mayoz** Kromozom sayılarının diploid (2n)' den, haploid (n)'e düşerek gametleri oluşturan birbirini izleyen iki aşamalı çekirdek bölünmesi.

**Metafaz** Mitoz ve mayoz bölünmede kromozomların ekvator düzleminde toplanması.

**Melez** Bak, "hibrid".

**Melezleme** Bak, "çaprazlama".

**Melez gücü** Bak. "heterosis".

**Metrik karakter** Bak, "kantitatif karakter".

**Migrasyon** Bireylerin gen frekanslarında değişime neden olan populasyonlar arasındaki göçleri.

**Mikroüretim** Bak. "doku kültürü".

- Mitokondri** Hücre çekirdeği içinde bulunan ve enerji üretimini sağlayan yapılar.
- Mitoz** Kromozom sayılarının değişmeden yavru hücrelere aktarılmasını sağlayan hücre bölünmesi şekli.
- Modifikasyon** Canlılarda dış etkenlerden kaynaklanan fakat kalıtsal olmayan değişiklikler.
- Monoik** Bak, “bir evcikli”.
- Morfoloji** Organizmaların dış yapılarını, şekillerini ve gelişimlerini inceleyen bilim dalı.
- Mutagen** Mutasyona neden olan etkenler.
- Mutant** Fenotipte değişikliğe neden olan mutasyona uğramış genleri taşıyan organizmalar.
- Mutasyon** Canlıların genetik yapılarında meydana gelen ani değişiklikler.

- N -

- Nükleik asitler** Nükleotid zincirlerinden meydana gelen asidik organik moleküller.
- Nükleotid** DNA'yı oluşturan temel yapı. Bir nükleotid; fosforik asit ve bir bazla (adenin, timin, guanin, sitozin) bağlantılı 5-karbonlu bir şekerden oluşur.

- O -

- Oksinler** Hücre büyümesi ve bitki gelişiminde etkili olan hormonlar.
- Ontogeni** Bir organizmanın yaşam sürecindeki gelişimine ait bilgiler.
- Organ** İki veya daha fazla dokudan oluşan yapı.
- Organogenesis** Bir bitkiden alınan parça veya organlarda (eksplant) aseptik kültür ile önce sürgün sonra kök (veya tersi) oluşturulması.
- Orijin** Kaynak, köken, menşey. Tohum veya diğer üretim materyalinin alındığı yer.
- Orijin denemesi** Bir türün çeşitli orijinlerinin farklı yetiştirme ortamlarında belirli kriterlere göre karşılaştırılması.
- Ortet** Vejetatif üretim materyalinin alındığı orijinal birey.
- Ortotrop büyüme** Bir eksen üzerinde, her yönde simetrik ve dikey büyüme.
- Ovaryum** Çiçekli bitkilerde karpellerin yuvarlak geniş alt kısmı.

**Ovül Bak**, “tohum taslağı”.

**Özel birleşme yeteneği** Belirli iki bireyin çaprazlanmaları halinde, genetik özelliklerini döllerine aktarabilme kabiliyetleri.

**Özümlenme** Bak, “fotosentez”.

- P -

**Panmiksiz** Bir populasyonda herhangi bir seçim olmadan rasgele eşleşmenin olması.

**Paternal kalıtım** Babaya ait kalıtım.

**Partenokarpi** (parthenocarpy) Yumurta hücresi döllenen ve tohum meydana gelmeden meyvenin oluşması (Muz ve çekirdeksiz üzüm).

**Perifizis** Bir çelik veya kalemin ortet üzerinden alındığı yere bağlı olarak göstermiş olduğu topofizis etkisi.

**Plagiotrop büyüme** Tepe sürgünü oluşturmadan tek yönlü ve yatay olarak meydana gelen büyüme.

**Plus ağaç** Bak, “üstün ağaç”.

**Projeni** Belirli bir ağacın dölleri veya bir dişi ve bir erkek ebeveyn arasındaki belirli bir eşleşmenin sonucunda meydana gelen döller.

**Projeni testi** Bak, “döl denemesi”.

**Proksimal uç** Çeliklerin ortam üzerinde sürgün oluşturan ucu.

**Propagül** Eşeyli veya eşeysiz yoldan üretmede kullanılabilen küçük bitki parçası.

**Provenans** Bak, “orijin”.

**Polen** Çiçek tozu. Polen taneciklerinin oluşturduğu kitle.

**Polenleme** Tozlaşma. Bitkilerde erkek organdan saçılan polenlerin rüzgar veya böcekler yardımıyla dişi çiçeklere iletilmesi. Anterden stigmaya polen transferi.

**Polen taneciği** Dişi çiçekle birleşmesi sonucunda tohumun oluşumunu sağlayan mikroskopik erkek gamet.

**Poligenik kalıtım** Bak, “çok genli kalıtım”.

**Polikros test** Bir grup ağacın genel birleşme yeteneğini tespit etmek için, gruptaki ağaçların her birinin birçok erkek ağaçtan alınan aynı polen karışımı ile döllenenmesi esasına dayanan deneme.

**Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR)** Belirli bir genin veya DNA sekansının çoğaltılması için yapılan işlem.

**Poliploidi** Bir canlının, hücrelerinde bulunması gereken iki takım kromozomdan (2 n) daha fazla kromozom takımına sahip olması.

**Populasyon** Genetik olarak aynı soydan gelen ve aralarında eşleşme yapabilen bireyler topluluğu.

**Populasyon genetiği** Birçok generasyon boyunca bir populasyon içindeki genetik farklılaşmaları inceleyen bilim dalı.

- R -

**Ramet** Vejetatif üretim için bir ortetden alınan parçalar ve üretilen dölleri.

**Regülatör genler** İşletici genler yardımıyla esas genleri faaliyete geçiren, onların hızlarını kontrol eden ve düzenleyen genler.

**Rekombinasyon** Mayoz bölünmede kromozomların bağımsız olarak ayrılmaları ve krossingover sonucunda döllerde yeni gen kombinasyonlarının oluşması.

**Resesif karakter** Bak, “çekinik karakter”.

**Resiprokal çaprazlama** Erkek ve dişi ebeveynler arasında ters yönde yapılan çaprazlamalar (Örneğin; dişi A x erkek B, dişi B x erkek A ).

**RNA** Sitoplazmada ve çekirdekte bulunan, proteinlerin sentezlenmesinde rol oynayan ribonukleik asit.

- S -

**Saf hat** Belirli bir karakter yönünden homozigot olan bir bireyin birçok generasyon boyunca kendileşmesi veya kendisi ile aynı genotipe sahip bireylerle çaprazlanması sonucunda ortaya çıkan genetik özellikleri aynı olan bireyler topluluğu.

**Segregasyon** Bak, “açılma”.

**Seleksiyon** Genetik ıslah elde etmek için istenilen karakteristiklere sahip birey veya populasyonların seçimi.

**Seleksiyon farklılığı** Belirli özellikler yönünden seçilen bir birey, aile veya klona ait değer ile, bunların alındığı populasyonun aynı özellik yönünden ortalama değeri arasındaki farklılık.

**Seleksiyon indeksi** Her özelliğin kalıtsallığı ve önemi dikkate alınmak suretiyle hesaplanan bir indeks değerine göre, birçok

özellik yönünden arzu edilen nitelikte birey, aile veya klonlara ait ebeveynlerin seçimi.

**Sentromer** Bir kromozomda, kardeş kromatitlerin sıkı bir şekilde bir arada tutulduğu daralmış bölge.

**Siklofizis** Bir ortetden alınan aşı kalemi veya çeliklerde ortetin yaşına bağlı olarak görülen topofizis etkisi.

**Simpatirik türleşme** Bir populasyonda coğrafik izolasyon olmadan, bireyler arasında üreme izolasyonunun gelişmesi ve buna bağlı olarak yeni türlerin ortaya çıkması.

**Somatik hücreler** Bedensel yapıya ait hücreler. Bir organizmanın üremeden çok vejetatif büyüme ile ilişkili diploid hücreleri.

**Stamen** Bitkilerde erkek organ. Çiçekte bir sap (filament) ve anterden oluşan polen üreten organ.

**Stigma** Polen tanelerinin döllenme için çiçeğin dişi organına girdiği yer.

**Stok** Bak, "altlık".

- T -

**Takım** Bak, "genom".

**Taksonomi** Canlıların sınıflandırılması, tanımlanması ve isimlendirilmesini yapan bilim dalı.

**Tam kardeş aile** Bir populasyonda erkek ve dişi ebeveynlerin belli olduğu kontrollü çaprazlamalar sonucunda elde edilen döllere.

**Ters çaprazlama** Bak, "resiprokal çaprazlama".

**Tester** Genel birleşme yeteneğini tespit için bir erkek ebeveynin çok sayıda dişi ebeveyn ile çaprazlanması.

**Tetraploid** Bir kromozom takımının 4 katı kromozoma (4n) sahip olma.

**Tohum** Bitkilerde döllenme sonucunda gelişen ve yeni bir bitki meydana getirebilen organ.

**Tohum bahçesi** Genetik kalitesi yüksek tohum üretimi için tesis edilen plantasyon.

**Tohum meşçeresi** Kaliteli ve bol miktarda tohum toplamak üzere özel işlemlere tabi tutulan üstün fenotipik özelliklere sahip meşçere veya plantasyon.

**Tohum taslağı** Ovaryum içinde yer alan, dişi gametofiti veren ve döllenince olgun bir tohuma dönüşen yapı.



**Topofizis** Bir ortetden alınan çelik veya kalem gibi üretim materyalinin ortetden alındığı yer ve ortedin yaşına bağlı olarak gösterdiği fizyolojik etki.

**Tozlaşma** Bak. “polenleme”.

**Translokasyon** Homolog olmayan kromozomlar arasında kromozom parçalarının değişimi.

**Triploid** Bir kromozom takımının 3 katı kromozoma (3n) sahip olma.

**Türiçi melezleme** Bir tür içindeki bireyler arasında yapılan melezleme.

**Türlerarası melezleme** Farklı iki türün bireyleri arasında yapılan melezleme.

- U -

**Uyku hali** Bitki organlarında yaşamsal faaliyetlerin belirli bir süre yavaşlaması veya durması.

- Ü -

**Üniformite kuralı** Bir karakter yönünden ekivalent olan genler F1 generasyonunda iki ebeveyn arası üniform bir durum gösterirler. Karşılıklı genlerin birinin dominant olması durumunda ise, F1 generasyonunda üniform olarak dominant özelliği gösterirler.

**Üstün ağaç** Fenotipik olarak iyi niteliklere sahip olan ağaç.

- V -

**Varyans** Bir populasyon içindeki değişkenliğin istatistik ölçüsü.

**Varyasyon** Bak, “değişim”.

**Varyete** Aynı türün farklı morfolojik özellikler gösteren, belirgin bir coğrafik yayılışa sahip olan ve Latince bir isim alan alt bölümü.

**Vasküler dokular** Bir bitkide suyu, mineralleri ve organik bileşikleri taşıyan dokular.

**Vasküler kambiyum** Sekonder ksilem ve floemi (odun ve iç kabuk) oluşturan meristematik doku.

- Y -

**Yabancı tür** Doğal yetiştirme ortamı dışında yetiştirilen tür.

**Yarım kardeş aile** Bir populasyonda açık tozlaşma sonucunda oluşan ve sadece bir ebeveyni (anası) bilinen dölleri.

**Yapay seleksiyon** Belirli bir karakterde genetik yönden ıslah elde etmek için, istenilen özellikte birey veya populasyonlar seçerek bir sonraki generasyondaki bireylerin bunlardan üretilmesini sağlamak.

**Yönlendirici seleksiyon** Bir populasyonda canlıların sahip olduğu bir karakterin dağılımında, uç değerlerden birine üstünlük sağlayarak diğerlerinin azalmasını veya yok olmasına neden olan seleksiyon şekli.

- Z -

**Zigot** Dişi ve erkek gametler arasındaki döllenmeden sonra oluşan diploid hücre.

## İNDEKS

### A

- Abies*, 135, 168  
    *bormülleriana*, 65, 276  
    *cephalonica*, 65  
    *cilicica*, 276  
    *equi-trojani*, 65, 263, 276  
    *grandis*, 278  
    *pectinata*, 157  
Abiyotik zararlı, 68, 94, 277, 285  
*Acer*, 162  
    *campastre*, 158  
    *negundo*, 158  
    *palmatum*, 157  
    *platanoides*, 137, 157-158,  
    267  
    *pseudoplatanus*, 158  
    *saccharum*, 158  
Açelya, 174  
Açık tozlaşma, 76, 101, 104, 209  
    döl denemesi, 100-101, 103,  
    105, 231  
    eşleşme deseni, 102  
Açılma (segregasyon), 37  
Adaptasyon, 9, 17, 42, 54, 69, 80,  
    139, 263, 273  
Aday ağaç, 88, 90-92, 95  
Aday tohum meşçeresi, 82  
*Agathis*, 135  
*Agrobacterium*, 254-255  
    *tumafacieus*, 146  
Ağaç ıslahı, 8, 83, 99  
Aigeiros seksiyonu, 121, 248  
Aile seleksiyonu, 69, 78, 98, 127  
Akçaağaç, 61, 157, 186  
Akrosentrik, 25  
Albina mutasyonu, 57  
Alçak aralama, 97  
Allel, 30, 59  
Allel frekansları, 65-66, 73  
Allel gen, 30, 53  
Allopatrik türleşme, 64, 66  
Allopoliploid, 135-137  
Allopoliploidi, 64  
*Alnus*, 162  
    *glutinosa*, 158, 164  
    *incama*, 158  
    *rubra*, 40  
Alt tür, 62, 64  
Altlık, 129, 159-160, 170, 192,  
    203, 228  
Aminoasit, 19  
Anaç, 170, 180  
Aneuploid, 135, 137  
Angiosperm, 24, 44, 111, 127,  
    136  
Anter, 56, 244  
Apikal meristem, 238  
Apomixis, 159  
*Araucaria*, 135  
Arboretum, 161, 295  
Ardıç, 61, 185-186  
    boylu, 186-187  
*Armillaria mellea*, 146  
Armut, 157  
Asıl tohum meşçeresi (nüve),  
    85-86  
Asimilasyon (fotosentez), 57,  
    156  
Asit yağmurları, 155

Aşı, 112, 159, 170  
Aşı kalemi, 111, 159-160, 170,  
192, 203, 228  
Aşılama, 192-193  
Aşısız tohum bahçesi, 209-210  
Aşıyla üretim, 192  
Autopoliploid, 135  
Autotetraploid, 137  
Autovejetatif üretim, 159, 170  
Auxins, 240, 241  
Avrupa ladini, 183  
Avrupa melezi, 157  
Ayak çeliği, 172  
Azotoksit, 155  
Azottrioksit, 158

## B

Bağlantı grubu, 30  
Bakteri, 144, 146, 236  
Baş çeliği, 172  
*Benomyl*, 186  
*Betula*, 136  
    *medvediewii*, 243  
    *papyrifera*, 157  
    *pendula*, 158, 243  
Bireysel seleksiyon, 293  
Birinci (ilk) generasyon tohum  
bahçesi, 210, 217-218  
Birinci kuşak genotipik tohum  
bahçesi, 100, 118  
Birleşme yeteneği, 122, 226  
Bitkicik (plantlet), 237-239, 241,  
243  
Biyolojik çeşitlilik, 289, 290  
Biyolojik tür, 63  
Biyolojik zararlı, 68, 94, 277, 285  
Biyoteknoloji, 235, 242-243, 253  
Biyotip, 140  
Bonitet, 14  
Büyüme düzenleyicileri

(hormonlar), 185, 227, 236, 244

## C

*Capnoidis miliaris*, 143  
*Carpinus betulus*, 157-158  
*Chamaecyparis*, 135, 158, 168  
    *obtusata*, 168  
*Chrptorrhyncus lapathi*, 144  
Cinsler arası melezleme, 121  
*Cedrus*, 135  
    *libani*, 276  
*Cephalotaxus*, 135, 168  
Coğrafik varyasyon, 49, 54, 81,  
256, 260  
    izolasyon, 62, 64-65  
*Cornus mas*, 158  
    *florida*, 158  
*Cryptomeria*, 26, 32, 135  
    *japonica*, 160, 168  
*Cunninghamia*, 135  
*Cupressus*, 135, 168  
*Cytokinin*, 240-241, 244  
*Cytospora chrysosperma*, 145

## Ç

Çam, 136, 140, 147, 157  
Çam kese böceği, 141-142  
Çam sürgün bükücüsü, 142  
Çaprazlama, 64, 69, 121  
Çekirdek, 22  
    asitleri, 19, 26-27  
Çelik, 111-112, 116, 159, 170  
    bahçesi, 88, 164, 182  
    ile üretim, 170-172, 192  
Çeşitlendirici seleksiyon, 54, 56  
Çoklu çaprazlama eşleşme deseni,  
105  
Çuha çiçeği, 16

## D

Değişim, 4  
Değiştirilmiş diallel çaprazlama, 107  
Demonstratif plantasyon, 269, 295  
Dendrogram, 251  
Deneme plantasyonu, 69-70  
Dengeleyici seleksiyon, 54-55  
Diallel eşleşme deseni, 107  
Dihibrid, 120  
Dioik, 124  
Diploid, 20, 64, 135, 137  
Distal uç, 172, 176  
Dişbudak, 124, 157  
Dişi çiçek, 126  
DNA, 19, 27-30  
    zinciri, 58  
    analizi, 251-252  
    bankası, 251  
Doğal mutasyon, 132  
Doğal seleksiyon, 41, 51, 53, 55, 59, 65, 69, 80, 296  
Doğu ladini, 182, 185  
Doku kültürü, 137, 162, 235-236  
Dolaylı (indirekt) seçim yöntemi, 94  
Dominant, 30-31, 86, 124  
    genler, 122, 259  
*Dothichiza populea*, 145  
Döl (projeni), 9, 50, 63, 99, 247  
    denemesi, 40, 71, 77, 80, 88, 98-99, 118, 218, 257, 302  
Duglaz, 61, 116, 157

## E

Egzotik tür, 71, 153, 168, 206, 271  
Ekivalent, 35  
Eklemeli (bindirme) aşısı, 200

Eklemeli etki, 73, 123-124  
Eklemeli genetik varyans, 77, 100, 102  
Eklemeli genler, 31-32  
Ekolojik koşullar, 14, 17, 140  
    izolasyon, 45  
Ekosistem, 156, 288- 289  
Ekotip, 41-44, 165, 303  
Ekotipik varyasyon, 258  
Eksplant (explant), 239, 242-243  
Eksik ebeveynli eşleşme deseni, 102  
Elit ağaç, 88, 209  
Elit tohum bahçesi, 209  
Embriyo, 225, 243  
    kültürü (embriyogenesis), 235, 238, 242, 253  
Endemik, 243, 263, 289  
Endüstriyel plantasyon, 151, 162, 256, 261, 271  
Entansif ıslah, 100  
Entomoloji, 138  
Entomolojik zararlı, 139-140  
Epistatik etki, 73, 123-124  
Erguvani söğüt, 157  
Erken teşhis, 149, 284  
Eşeyli üreme, 20-21, 24, 63, 159  
Eşseysiz üreme, 20-21, 159  
Eşleşme (döllenme), 159  
Eşleşme deseni, 102, 106, 110  
Eşleşme kombinasyonları, 66  
*Eucalyptus*, 136, 267  
    *camaldulensis*, 119, 164, 188, 206, 278  
    *grandis*, 119, 164, 206, 278  
    *urophylla*, 164  
Evcilleştirme, 50  
Evolusyon (evrim), 34, 47, 53, 57, 59, 65, 136, 278, 291  
Ex-situ, 119, 289, 291, 295, 298

## F

*Fagus*, 158  
*sylvatica*, 157, 158  
Faktöriyel çaprazlama, 109  
Fenoloji, 222, 285  
Fenolojik özellik, 44, 258  
tespitler, 127, 149, 284  
Fenotip, 11-15, 17-18, 70, 257  
Fenotipik seleksiyon, 71, 80, 99, 252  
Fenotipik değer, 99  
Fenotipik tohum bahçesi, 104  
Fenotipik varyasyon, 40, 74  
Fıstıkçamı, 119, 182  
Fitopatolojik zararlı, 144  
Fizyolojik özellik, 12, 41, 258  
Fotoperiyod, 188, 277  
Fotosentez, 57, 222, 285  
Fototropizm, 20, 285  
*Fraxinus*, 158, 162  
*exelsior*, 158  
*americana*, 158  
*pensylvanica*, 158  
Fungusit, 186

## G

Galip ağaç, 89  
Gamet, 20, 27, 64, 159  
Gelişmiş generasyon tohum bahçesi, 103, 209  
Gen, 27-33  
akışı, 44-45, 51, 59, 62  
frekansları, 51, 61, 66, 132  
havuzu, 46, 50-51, 59, 63, 65, 288, 295  
kaynağı, 57, 62  
kombinasyonu, 21, 288  
koruma ormanı, 104, 210, 292  
mutasyonu, 58, 132, 135

nakli (transferi) 235, 242, 246, 254, 293  
Genekoloji, 40-42, 46, 48, 276  
Genekolojik farklılıklar, 43, 47  
Genel birleşme yeteneği (GBY), 102-103, 105, 109, 122, 231  
Generasyon, 9-10, 21, 30, 58, 68, 122, 132  
Generatif organlar, 65, 259  
Generatif üreme, 20, 68, 116, 236  
Genetik, 9, 22, 27, 33  
ayıklama 100, 104, 232  
çeşitlilik, 40, 48, 54, 60, 99, 154, 218, 287  
değer, 80, 99  
ıslah, 50, 69, 80, 99, 101, 103, 125, 235, 246, 303  
ıslah programı, 100, 118  
izolasyon, 62-63  
kayma, 53, 59, 65-66  
kaynak, 165, 287, 289, 303  
kazanç, 68-69, 74-75, 83, 101-102, 104, 209, 212, 302  
kirlenme, 85, 217  
kontrol, 97  
materyal (germplasm) 235-236, 244, 293  
mühendisliği, 235, 242, 253  
parametre, 104  
şifre, 28  
temel (taban), 73, 139, 218, 293  
varyans, 77, 99, 105-106  
varyasyon, 44, 61, 71, 73, 218, 257, 287  
zenginlik, 54  
Genom, 135,-136, 235  
haritalaması, 235, 242, 254  
analizi, 251  
Genotip, 8, 11, 13, 15, 17, 50 70, 99, 122, 257

Genotipik değer, 99  
Genotipik tohum bahçesi, 104,  
226, 232, 302  
Geotropizm, 20  
Gevrek söğüt, 157  
Gibberellin, 240  
Gimnosperm, 24, 44, 135  
*Ginko*, 135  
*bloba*, 157  
Göknar, 148, 157  
Gövde çeliği, 171-173, 184  
Gövde formu, 94, 151  
Göz aşısı, 192-193, 200  
Göz çeliği, 173  
Gözle (oküler) seçim yöntemi, 94

## H

Haploid, 20, 30  
*Hardy-Weinberg* kuralı, 51  
Herbisit, 254  
Heterovejetatif üretim, 159  
Heterozigot, 30-31, 37, 53, 120,  
123, 132  
Hexaploid, 136  
Hızlı gelişen tür, 256, 265,  
269, 279  
Hızlı gelişme, 68, 112, 121  
Hidrojen sülfür, 155, 157  
Higrotropizm, 20  
Homolog kromozomlar, 26, 30,  
57  
Homozigot, 30-32, 37, 53, 58  
Huş, 61, 137

## I

Ihlamur, 61  
*Ilex aquifolium*, 2  
*In situ*, 289, 290-291, 293, 298  
*In vitro*, 235-236, 239, 242, 295

Inter American klonları, 126  
İrk, 13, 40-42, 61, 65, 138, 257,  
276  
melezlemesi, 121  
İslah yöntemleri, 68  
İslah değeri, 99-100, 104-105,  
109, 232  
İslah popülasyonu, 110, 118, 231  
İslah stratejisi, 231-232, 247, 256,  
290  
İslah zonu, 100, 104, 231  
İslak çadır sistemi, 188

## İ

İdentik genler, 30  
İkinci generasyon tohum bahçesi,  
226  
İleri generasyon ıslah  
popülasyonu, 102, 108  
İleri generasyon tohum bahçeleri,  
118  
İzoenzim, 252-253  
İzolasyon, 45, 62, 65  
torbası, 126  
zonu, 85-86, 217

## J

*Juniperus*, 135, 168  
*chiensis*, 136

## K

Kadın tuzluğu, 157  
Kakma (kabuk) aşısı, 194, 198  
Kalıtım, 8-9, 32, 34, 68, 77, 122  
faktörleri, 22, 24  
şifresi, 22  
derecesi, 34, 99, 105, 213  
değeri, 72, 74-76, 90

- Kalıtsal yapı, 57, 63  
Kalıtsal karakter, 68  
Kalıtsal materyal, 20, 26, 56  
Kalitatif karakter, 33-34  
Kallus, 192, 236-237, 242, 301  
Kambiyum, 192-194, 301  
Kamelya, 174  
Kantitatif genetik, 51  
Kantitatif kalıtım, 34  
Kantitatif karakter, 33-34, 54, 73  
Kara meşe, 63  
Karaağaç, 137  
Karaçam, 61, 119, 182, 213  
Karakter, 33-34  
Kararlı populasyonlar, 51  
Karayemiş, 157  
Karyotip, 25, 135  
Karbonmonoksit, 155  
Kavak, 24, 61, 112, 137, 157  
seksiyonu, 4, 121  
klonları, 15, 243-244  
Kavak mozaik virüsü, 146  
Kayın, 119, 157, 213, 275  
Kendileme (*inbreeding*), 72, 105,  
124, 221  
riski, 102  
depresyonu, 124  
Kesikli varyasyon, 258-259  
Kısmi diallel çaprazlama, 108  
Kızıl meşe, 63  
Kızılağaç, 61, 137-138, 157, 185  
Kızılçam, 14, 43, 99, 119,  
182, 213  
Kiraz, 61  
Kitle seleksiyonu, 68-69,  
78-79, 97, 207  
Kitle üretimi, 115  
Klinal varyasyon, 42, 258  
Klon, 9, 13, 17, 68, 104, 111,  
114, 159, 303  
bankası, 9, 119, 125-126,  
160, 170, 295  
parkı, 227  
Klonal ormancılık, 118  
Klonal plantasyon, 116, 118, 162,  
168  
Klonal seleksiyon, 69, 98, 111-  
112, 115, 165, 235  
Klonal test, 118, 162, 168  
Klonal tohum bahçesi, 100, 104,  
118, 209  
Klonal üretim, 111, 113, 168, 267  
Klonlama, 111, 235  
Klorofil, 132, 156-157  
Kodominant, 86, 259  
Kokulu ardıç, 186-187  
Kolhisin, 137, 138  
Kombinasyon ıslahı, 121, 137  
Kontrollü dölleme (kontrollü  
çaprazlama), 101, 106, 110,  
118, 125, 127, 129, 131, 209  
Kozalak, 87, 123, 205, 223  
Kök çeligi, 163, 171, 176, 184  
Köklü çelik, 160, 172  
Köksüz çelik, 115  
Kromozom, 11, 21, 25, 57, 137  
takımı, 64  
mutasyonu, 135  
*Krossingover*, 26, 57  
Kurşun kalem ardıcı, 157  
Kurtbağrı, 157  
Kuru madde, 149, 285  
Kükürtdioksit, 155, 157  
Kültivar, 111, 125, 180, 192  
Kültür, 2  
bitkileri, 70
- L**
- Ladin, 61, 116, 119, 136, 168  
*Larix*, 135, 158, 168  
*europa*, 157



*gmelini*, 121  
*japonica*, 158  
*leptolepis*, 121, 157-158  
*occidentalis*, 40  
*Leuce* seksiyonu, 248  
*Leucoides* seksiyonu, 248  
*Libocedrus*, 135  
*Liquidambar stryaciiflua*, 158  
*Liquidambar orientalis*, 243  
Lokus, 29-31, 57

## M

Makro vejetatif üretim, 165, 299  
Manolya, 61, 186  
Mantar, 144, 188, 236  
*Marssonina brunea*, 145  
*Metasequoia*, 135  
Maternal kalıtım, 32  
Mayoz, 20, 26, 57, 64  
Mazı, 186  
*Melampsora*, 145  
*pinitorqua*, 144  
*Melanophila picta*, 143  
Melez, 63, 114, 120, 122, 136-138  
gücü (heterosis), 32, 123-124  
kavak, 172  
kavak klonları, 121  
klon, 114, 122, 125  
Melezleme, 50, 62-63, 120-121  
ıslahı, 11, 68, 120, 145, 165  
Mendel kuralları, 33-34  
Menfi seleksiyon, 85  
Meşcere, 50  
Metafaz, 22  
Metasentrik, 25  
Migrasyon, 51, 53, 59-61  
Mikro vejetatif üretim, 165, 235, 299  
Mitoz, 20, 24

Modifikasyon, 16, 18  
eğrisi, 16  
Moleküler belirteç (markır), 235, 242, 246, 251-252, 303  
Moleküler biyoloji, 235, 242  
Moleküler genetik, 29, 253  
Moleküler ıslah, 247, 303  
Monohibrit, 120  
Monoik, 124  
Monokültür, 141, 143, 267  
Morfolojik özellik, 57, 151, 258, 285  
Morfolojik varyasyon, 40  
Mukavemet (rezistant) ıslahı, 68, 138, 141, 144, 149, 154, 157, 236  
Mukayese ağacı, 89-92, 212  
Mutagen, 137  
Mutant, 58, 137  
gen, 58  
Mutasyon, 20, 288  
ıslahı, 9, 51, 53, 56-57, 68, 132, 136, 138, 165, 288

## N

Negatif transgresyon, 122  
Nesil, 2, 3  
Nükleik asit, 28-29  
Nükleotid, 27-29, 58, 235

## O-Ö

Odunun teknolojik özellikleri, 68, 121, 285  
Okalıptus, 24, 61, 164  
Organ kültürü (organogenesis), 235, 237-238, 241-242  
Organik bazlar, 28  
Organizma, 22, 29  
Orijin, 10, 68, 256, 271, 276,

278  
denemesi, 44, 48, 50, 82,  
151, 257, 278  
Orman ağaçlarının ıslahı, 3-5  
Orman genetiği, 8  
Orman gülü, 174, 179  
Ortageni, 68  
Ortak bahçe, 18, 40-41, 48  
Ortet, 111, 159, 168, 181  
Ortotropik büyüme, 204-205  
Osmotik basınç değeri, 149  
Otopoliploidi, 64  
Ovul (tohum taslağı), 244, 246  
Öldürücü (letal) mutasyon, 57  
Özel birleşme yeteneği (ÖBY),  
102-103, 109, 122  
Özgül ağırlık, 91, 207

## Q

*Quercus*, 136  
*alba*, 158  
*borealis*, 158  
*coccinea*, 158  
*palustris*, 158  
*patrea*, 26, 158  
*robur*, 158  
*rubra*, 267

## P

Panmiksiz, 50-51, 66  
Parmak izi, 250-251  
Pas mantarı, 144-145  
Paternal kalıtım, 33  
Patoloji, 138  
PCR (polimer zincir reaksiyonu),  
255  
Perifizis, 204  
Perlit, 175  
*Picea*, 135, 147

*abies*, 17, 40, 116, 157-158,  
165, 243, 278  
*alba*, 157  
*glauca*, 17  
*homopelis*, 157  
*orientalis*, 168, 182  
*sitchensis*, 43 165, 242, 267,  
278  
Pilot plantasyon, 273-274, 295  
*Pinus*, 135  
*austriaca*, 158  
*banksiana*, 29, 98, 153, 249  
*brutia*, 144, 147, 276, 278  
*caribea*, 97, 242  
*cembra*, 147  
*contorta*, 142, 168, 202, 242  
*densiflora*, 121  
*eldarica*, 144  
*elliottii*, 98, 153, 266  
*excelsa*, 62  
*halepensis*, 144, 278  
*monticola*, 153  
*muricata*, 153  
*nigra*, 62, 144, 147, 153, 276  
*nigra var. austriaca*, 121  
*palustris*, 98, 242  
*pinaster*, 119, 150, 206, 267  
*pinea*, 147  
*ponderosa*, 40, 42, 153  
*radiata*, 97, 116, 119, 150,  
168, 266, 278  
*resinoza*, 98  
*rigida*, 121, 266  
*silvestris*, 144, 147, 276, 278  
*strobis*, 62, 98, 147, 153, 266  
*taeda*, 84, 98, 121, 153, 242  
*tunbergii*, 62  
Pitosporum, 174  
Plagiotropik büyüme, 160, 204-  
205  
Plantasyon, 82, 115, 138, 261

ormancılığı, 6, 231  
Plastid, 32  
*Platanus*, 158, 162  
*Podocarpus*, 135  
Polen, 45, 50, 60-61, 85, 127, 298  
Polen kabul dönemi, 127, 217  
Polen saçım dönemi, 127, 217 224  
Polenleme, 126, 129  
Poligenik varyasyon, 132  
Polihibrid, 120  
Poliploid, 64, 135-136  
Poliploidi, 64 66, 135-136  
Plus ağaç, 99  
Populasyon, 40-41, 43, 50, 54, 60-61, 63, 76, 99, 246, 277, 292 genetiği, 50-51, 58, 62  
Populetum, 155  
*Populus*  
*alba*, 143, 145, 293  
 *davidiana*, 248  
*deltoides*, 44, 114, 119, 121, 138, 248, 278  
*euphratica*, 294  
*fremontii*, 248  
*nigra*, 114, 121, 138, 248  
*tremula*, 145, 163  
*trichocarpa*, 114, 122, 278  
*wislizenii*, 248  
*x canascens*, 293  
*x euramericana* (I-214), 114, 121  
*Populus x euramericana* klonları, 143, 145-146  
Pozitif transgresyon, 122  
Pramidal form, 133  
Primer, 250-251  
Propagül (propagule), 239  
Protein, 19  
Protoplazma, 19, 156, 244, 299

Provenans, 276  
Proximal uç 172-173, 176  
*Prunus laurecerasus*, 2  
*Prunus avium*, 158  
*Pseudolarix*, 135  
*amabilis*, 136  
*Pseudotsuga*, 135, 168  
*menziesii*, 40, 119, 145, 242 267, 278  
*Pygaera anastomosis*, 143

## R

Radiata çamı, 14, 187  
Ramet, 111, 159  
RAPD (rasgele çoğaltılmış polimorfik DNA) analizi, 250  
Redüksiyon bölünmesi, 159  
Regresyon katsayısı, 76  
Regresyon metodu, 90, 93, 284  
*Rhabdocline pseudotsugae*, 145  
*Rhododendron ponticum*, 1  
*Rhyaconia buoliana*, 140, 142  
Replikasyon, 18-19  
Resesif gen, 30, 122, 124  
RNA, 16, 19, 26-27  
*Robinia*, 162  
*pseudoacacia*, 157-158  
Rotasyon, 68, 115, 164

## S-Ş

Sahilçamı, 14, 275  
*Salix*, 136  
*fragilis*, 158  
*purpurea*, 158  
*Sambucus nigra*, 157  
Sapsız meşe, 157  
Sarıçam, 61, 119, 148-149, 157, 182  
*Sciapteron tabaniformis*, 143

Seçme işletmesi, 148  
Sedir, 119, 140, 158, 213  
Seleksiyon, 45, 50-51, 53, 69, 288  
    basıncı, 48, 288  
    entansitesi, 72, 97, 207, 212  
    farklılığı, 74-75, 77  
    programı, 72  
Seleksiyonlar arası çaprazlama,  
    125  
Selektif aralama, 101  
Selektif ıslah, 11, 68-69, 71  
Sentromer, 25  
Serbest tozlaşma (açık tozlaşma),  
    98, 217, 282  
Sert çelik, 171, 172-173, 183, 185  
*Sequoia*, 135  
    *sempervirens*, 116, 136, 168,  
    185  
Siklofizis, 204-205  
Silvikültür, 8, 82, 140  
Simpatrik türleşme, 64, 66  
Sitoplazma, 22, 32  
Situlus, 56  
Somatik embriyo, 242, 245, 298  
Somatik hücre, 26, 159  
Somatik mutasyon, 57  
Söğüt, 24, 61, 112, 158  
Spontane mutasyon (doğal  
    mutasyon), 57  
Standart sapma, 77  
Stigma, 127  
Submetasentrik, 25  
Sürgün kültürü, 299, 300  
Şimşir, 157  
Şişe aşısı, 198-199

## T

*Tacamahaca* seksiyonu, 122, 248  
Taksonomik sınıflandırma, 42,  
    257

Tam diallel çaprazlama, 106  
Tam ebeveynli eşleşme deseni,  
    102  
Tam kardeş, 98-99, 101-102  
    aile, 110  
    döl denemesi, 75, 101, 122  
*Taxus*, 135, 168  
    *baccata*, 158  
Tek eşli çaprazlama, 109  
Tekrarlı seleksiyon, 98  
Temel ıslah popülasyonu, 119,  
    213  
Tepeden yarma aşısı, 194  
Ters çaprazlama, 32, 107  
Tesis yeteneği, 268  
Tesis değeri, 268  
Test programları, 116  
Tetrahibrid, 120, 136, 138  
Tetraploid, 64  
*Thaumatococcus pinnatifidus*, 140,  
    141  
*Thuja*, 135  
Thujopsis, 168  
*Tilia*, 136, 162  
    *cordata*, 158  
    *grandifolia*, 157  
    *parvifolia*, 157  
    *tomentosa*, 158  
Titrek kavak, 135-138, 144, 163  
Tohum, 10, 46, 60, 111, 123, 243,  
    269, 298  
    ağacı, 82, 85-86  
    bahçesi, 60, 73, 83, 88, 125,  
    206-207  
    hasat ve kullanma mntıkları,  
    82, 260, 278, 285  
    kaynağı, 80, 83, 88, 140, 206-  
    207, 280, 295  
    meşçeresi, 71, 78-79, 88, 104,  
    207  
    plantasyonu, 88, 209

transfer esasları, 40  
transfer rejyonlaması, 50, 140,  
154, 260, 278  
Tomurcuk mutasyonu, 57  
Toplam varyans, 77  
Topofizis, 160, 168, 204  
Tozlaşma, 63, 64  
Transgenik bitki, 253-255  
Transgresif melezleme, 122  
Transgresyon, 122  
Transplantasyon, 237  
Trihibrid, 120  
Triploid, 135-138  
*Tsuga*, 135  
*heterophylla*, 242, 266  
Tür, 62-64, 68, 256, 267, 273  
Tür denemesi, 261-263, 273  
Tür içi çaprazlama, 114, 121, 129,  
162  
Türler arası çaprazlama  
(melezleme) 114, 121, 125, 129,  
162

### U-Ü

*Ulmus*, 162  
*campestris*, 158  
*montana*, 158  
*pumila*, 121  
*rubra*, 121  
Üniformite kuralı 35  
Üreme fizyolojisi, 64  
Üreme izolasyonu, 62-63, 65  
Üstün (plus) ağaç, 78, 88, 90, 95,  
99, 212

### V

Varyasyon, 8, 33, 66

Varyete, 33, 42, 65, 132, 137-138,  
257, 303  
Vejetatif hücre, 22  
Vejetatif materyal, 111, 157  
Vejetatif organ, 259  
Vejetatif üretim, 63, 136, 159-180  
212, 236  
Vermiculit, 175, 189  
Virüs, 144, 146, 188, 236

### Y-Z

Yabancı dölllenme, 124  
Yabancı tür, 13, 119, 256, 261,  
265, 282  
Yalancı akasya, 137  
Yanaştırma (kenar) aşısı, 196  
Yapay gençleştirme, 231  
Yapay melezleme, 9, 114, 125,  
293  
Yapay mutasyon, 136  
Yapay seleksiyon, 34, 70, 296  
Yaprak çeliği, 171, 179  
Yarı galip ağaç (kodominant  
ağaç), 89  
Yarı sert çelik, 174, 185  
Yarım kardeş, 98, 99, 101-102  
aile, 47  
döl denemeleri, 75, 101, 122,  
282  
Yarma aşısı, 194  
Yerli tür, 256, 261  
Yeşil çelik, 163, 168, 177, 185  
Yetiştirme ortamı ırkı, 60  
Yönlendirici seleksiyon, 54-55  
Yumuşak çelik, 168, 172, 175,  
185  
Yüksek verimlilikteki  
ağaçlandırma, 279  
Zigot, 20, 30, 45, 65



### **Prof. Dr. Korhan TUNÇTANER**

1944 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimi sırasında babasının memuriyeti nedeniyle ülkenin çeşitli il ve ilçelerinde okudu. 1961 yılında Tarsus Lisesi'nden mezun oldu. 1961-1962 döneminde İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi'ne girdi. 1965 yılında IAESTE bursu ile İngiltere'de ormancılık stajını yaptı.

1967 yılında Orman Fakültesi'nden mezun oldu. Askerlik hizmetini tamamladıktan sonra 1970-1971 yılları arasında Orman Bakanlığı Amenajman Dairesi Başkanlığı'nda mühendis olarak çalıştı. Daha sonra İzmit Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne atandı. Bu kurumun Ağaç Islahı ve Tohum Teknolojisi Araştırmaları Bölüm Başkanlığı'nda; 1971-1975 yılları arasında Araştırma Uzman Yardımcısı, 1975-1984 yılları arasında Araştırma Uzmanı, 1984-2001 yılları arasında da Araştırma Bölüm Başkanı olarak görev yaptı.

1972-1977 yılları arasında Birleşmiş Milletler FAO teşkilatı ile Orman Bakanlığının müşterek olarak yürütmüş olduğu "Türkiye'de Endüstriyel Orman Plantasyonları" projesinde eş uzman olarak çalıştı. 1977-1978 döneminde İngiltere Oxford Üniversitesi Ormancılık Bölümü'nde orman genetiği konusunda eğitim gördü. "Hızlı Gelişen Yapraklı Tür Orman Ağaçları Projesi", ve "Türkiye Kavakçılığını Geliştirme Projesi" gibi dış kaynaklı projelerde eş uzman olarak görev yaptı. 1987 ve 1990 yıllarında iki kez uygulanan "Yakın Doğu Bölgesinde Ormancılık ve Hayvancılık Eğitimi" projelerinde eğitimci olarak görev aldı. 1994 yılında Suriye'de, GCP/INT/539/ITA nolu UNDP/FAO projesinde (Forestry and Food Security in the Mediterranean and Near East Regions) danışmanlık görevinde bulundu.

1990 yılında İ.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Ormancılık Bilimleri Doktoru, 1996 yılında İ.Ü Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı'nda Üniversite Doçenti ünvanlarını aldı. 2001 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi'ne atandı. 2002 yılında bu üniversitede Profesör oldu. Teknik bülten olarak yayımlanmış kitapları, yurt içi ve yurt dışındaki hakemli dergiler ve meslek dergilerinde yayımlanmış çok sayıda araştırma makalesi bulunan Korhan TUNÇTANER, Bartın Ü. Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı Başkanlığı görevini emekli olduğu 2009 yılına kadar sürdürmüştür.

Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi  
tunctaner@yahoo.com