

Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 269
Müdürlük Yayın No : 029

ISSN: 1302-3624

**KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) TOHUM BAHÇELERİNDE
GENETİK KAZANCIN BELİRLENMESİ**

(ODC: 232.311.3)

Realised genetic gain from *Pinus brutia* Ten. seed orchard

Rumi SABUNCU

Murat ALAN

Dr. Fikret IŞIK

TEKNİK BÜLTEN NO : 25

**T.C.
ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI
BATI AKDENİZ ORMANCILIK ARAŞTIRMA MÜDÜRLÜĞÜ**

Southwest Anatolia Forest Research Institute

ANTALYA / TÜRKİYE

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER	I
ÖNSÖZ	II
ÖZ	III
ABSTRACT	IV
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM	7
3.1. Genetik Materyal ve Deneme Alanları	7
3.1.1. Tohum meşcerelerinin ve bahçelerinin seçimi	7
3.1.2. Deney fidanlarının yetiştirilmesi	10
3.1.3. Deneme alanlarının seçilmesi ve deneme desenleri	11
3.1.4. Deneme alanlarında bakım ve koruma	12
3.2. İstatistik Analizler	12
4. BULGULAR	15
4.1. Tohum Bahçesi ve Tohum Meşcerelerinin Karşılaştırılması	15
4.2. Tohum Bahçelerinin Deneme Alanlarına Göre Boy Büyümesi Bakımından Karşılaştırılması	19
4.3. Deneme Alanlarına Göre Bireysel Kalıtım Derecelerinin, Genetik Varyasyon ve Aile*Blok Etkileşim Varyasyon Katsayılarının Tahmini	21
5. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER	22
ÖZET	31
SUMMARY	33
KAYNAKÇA	35

ÖNSÖZ

Kızılcıam (*Pinus brutia* Ten.) tohum bahçelerinde genetik kazancın belirlenmesi projesi tohum bahçelerinin kendi orijinleri olan meşcerelere göre ne kadar genetik kazanç sağladıklarını ortaya koyabilmek amacıyla ele alınmıştır.

Tohum bahçeleri, orman popülasyonlarındaki gen kaynaklarından amacımıza uygun bir şekilde yararlanma dolayısıyla, ağaçlandırma çalışmaları için üstün nitelikli fidan ihtiyacını karşılamak ve gen kaynaklarını ex-situ korumaya almak gibi amaçlarla kurulmaktadır. Tesis edilen tohum bahçelerinin etkin bir şekilde kullanımı, bu bahçelerle ilgili gerekli bilgilerin üretilmesine bağlıdır. Gerek duyulan bilgilerden birisi, bahçelerden elde edilen tohumların kullanılması ile ıslah edilmemiş kaynak yada kaynaklara oranla ne oranda genetik kazanç elde edilebileceğidir. Bunu ortaya koyabilmek amacıyla yararlanılan yöntem ise, genetik kazanç denemeleridir. Söz konusu bu çalışma ülkemizde orman ağaçları konusunda yürütülen ilk genetik kazanç denemesidir.

Çalışmanın her aşamasında desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Kani IŞIK'a teşekkür ederim.

Çalışmaya emeği geçen Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü'nden Sadi ŞIKLAR, Dr. Hikmet ÖZTÜRK, Serdar ŞENGÜL, Semra KESKİN, Burcu ÇENGEL ve Belkıs KORKMAZ'a teşekkür ederim.

Arazide denemelerin kurulması ve veri toplanması aşamalarında emeği geçen, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü çalışanlarından Abdullah KINAY, Ömer KARAKAŞ, Necdet AKAY, Dursun KORKMAZ ve Erol KAŞAR'a teşekkür ederim.

Araştırma sonuçlarının ülkemize, ormancılığımıza ve bu konuda çalışanlara yararlı olmasını dilerim.

Mayıs 2005

Rumi SABUNCU

ÖZ

Bu çalışmada; kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) birinci generasyon fenotipik, klonal tohum bahçelerinden, tohum meşcerelerine kıyasla ağaç boyu karakteri için ne kadar genetik kazanç elde edilebileceğini bulmak amaçlanmıştır. Bu amaçla, üç farklı ıslah zonunda yer alan beş adet tohum meşceresi ile bu meşcerelerden seçilen plus ağaçlarla kurulmuş klonal tohum bahçelerinden toplanan tohumlardan üretilen fidanlarla Antalya (270 m), Bucak (750 m) ve Denizli'de (780 m) üç adet deneme tesis edilmiştir. Denemelerde 6. yıl büyüme mevsimi sonu itibariyle fidan boyları ölçülerek değerlendirilmeler yapılmıştır.

Antalya, Bucak ve Denizli deneme alanları arasında boy büyümesi bakımından belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Tohum bahçelerinden elde edilen fidanlar, tohum meşcerelerine göre altıncı yaşta % 2.93 veya ortalama 9 cm daha fazla boy büyümesi yapmışlardır. Bu farklılık, istatistik olarak anlamlıdır ($Pr=0.011$). Ancak, tohum meşceresi ile kendisinden kurulan tohum bahçesi arasındaki ikili karşılaştırmalarda ise yalnızca yüksek rakımlı Gölhisar-Gölhisar orijinli tohum bahçesi ile tohum meşceresi arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde ($Pr<0.0001$) farklılık gözlenmiştir.

Antalya deneme alanında ağaç boyu için tahmin edilen bireysel kalıtım derecesi (h^2_i) 0.05 ± 0.059 , Bucak deneme alanında 0.22 ± 0.072 ve Denizli deneme alanında 0.22 ± 0.073 olarak tahmin edilmiştir. Tohum kaynakları kendi zonlarında daha başarılı olmuşlardır.

Anahtar Sözcükler: Kızılçam, Kalıtsallık derecesi, Genetik kazanç.

ABSTRACT

In this study it is aimed to find out how much genetic gain can be obtained in Turkish red pine first generation phenotypic seed orchards with respect to seed stands in terms of height growth character. For this purpose trials have been established in Antalya (270 m), Bucak (750 m) and Denizli (780 m). Seedlings were grown from seeds of 5 seed stands (3 different breeding zones) and 5 clonal seed orchards that have been established by using plus trees selected from these seed stands. Height measurements were done and evaluated by the end of 6th year growth season.

Evident differences have been observed in regard to height growth between Antalya, Bucak and Denizli trial fields. Growth of seedlings obtained from seed orchards is higher than that of seed stands as 2.93 % or 9 cm in average, the height difference between seed orchard and seed stand seedlings was statistically significant ($P= 0.011$). But the only difference that statistically is significant is between seed orchard of the high origin of Gölhisar-Gölhisar and its seed stand ($Pr<0001$).

Individual heritability degrees for tree height are estimated as (h^2_i) 0.05 ± 0.059 , 0.22 ± 0.072 and 0.22 ± 0.073 for Antalya, Bucak and Denizli trial fields respectively. Seed sources have been more successful in their own zones.

Key words: Turkish red pine, heritability, genetic gain.

1. GİRİŞ

Ülkemizde devam eden hızlı nüfus artışına paralel olarak odun hammaddesine olan talep de artmaktadır. Son yirmi yılda toplam endüstriyel odun tüketimi % 25-30 civarında bir artış göstermiştir. Selüloz ve kağıt başta olmak üzere mamul ve yarı mamul ürün ithalatının giderek artması ve başta inşaat sektörü olmak üzere ikame maddelerinin hızla artıp yaygınlaşması da göz önüne alındığında tüketim artışının bu oranların daha da üzerinde olması olasıdır (ANONİM 2001).

Ülkemizde 2023 yılına kadar kayıt dışı üretimler dahil yıllık 4,5 milyon m³'ün üzerinde bir arz açığı öngörülmektedir. Bunun yanında OGM'nin yıllık toplam endüstriyel odun üretim ve satış miktarları son yirmi yılda artış göstermemekte, ayrıca kendisine gelir sağlayan ana kaynak durumundaki tomruk üretim ve satışlarının da yarıya düştüğü görülmektedir. Üretilen tomrukların ancak % 3-4' ünün I ve II. sınıf ürün niteliğinde olması da OGM'nin ürettiği emvaldeki kalite yetersizliğini göstermektedir. Nitekim, OGM ürünlerinin satışındaki düşüşe karşın 1999 yılında toplam 1.3 milyon m³ endüstriyel odun ithal edilmiş ve 140 milyon dolar ödenmiştir (ANONİM 2001).

Toplumun odun hammaddesi gereksiniminin karşılanmasının yolu birim alandaki verimin nitelik ve niceliğinin artırılmasıdır. Bu da birim alandaki verimi az olan doğal ormanlar yerine, hızlı gelişen ve ıslah edilmiş türlerle ağaçlandırmalar yapılmasıyla olasıdır. Nitekim, Avustralya'da doğal ormanların hektardaki yıllık ortalama artımı 2.1 m³ iken ağaçlandırmalarda bu rakam 12 m³ çıkabilmektedir (ANONİM 2000). Bu açıdan ağaç ıslahı çalışmaları, dünyada son 50 yılda odun hammaddesi üretimine önemli oranda katkıda bulunmuştur (LI 1999). Bir çok ülke, işletmesi zor ve pahalı, verimi düşük, ekosistemi hassas olan doğal ormanları koruma altına almış ve ihtiyacını plantasyonlardan karşılama yoluna gitmiştir.

Ülkemizde kızılçam türü, gerek geniş doğal yayılışı ve gerekse sahip olduğu biyolojik, ekolojik, silvikültürel ve teknolojik özelliklerinden dolayı plantasyon ormancılığına uygun hedef türlerin başında yer almaktadır. Kızılçam türünün büyüme ve hasılatı ile ilgili sonuçlandırılmış araştırmalar da onun hızlı gelişen bir tür olduğuna işaret etmektedir (ALEMDAĞ 1962; IŞIK 1986; USTA 1991; ERKAN 1998; IŞIK 1998; DURKAYA 2001). Ayrıca, ağaçlandırmaların ekonomik açıdan irdelenmesi ile ilgili yapılan bir araştırma sonucuna göre de kızılçam ağaçlandırmalarının iyi bonitetli alanlarda oldukça ekonomik olabileceği (iç karlılık oranı yaklaşık % 9) ortaya çıkmıştır (ERKAN ve ark. 2002). Yine kızılçam, Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programında, doğal yayılış alanının büyüklüğü,

ağaçlandırma çalışmalarında en çok kullanılması ve hızlı büyümesi özelliklerinden dolayı ıslah edilebilecek öncelikli türlerden birisidir (KOSKI ve ANTOLA 1993).

Plantasyon ormancılığına konu olan türler belirlendikten sonra uygulanacak ıslah tekniklerinin ve hazırlanacak ıslah stratejilerinin şekli türün yaygın olarak gençleştirilmesinde kullanılan üretim materyaline bağlı olmaktadır. Kavak gibi vejetatif olarak üretilmeyen orman ağacı türlerinde seleksiyonun amacı yüksek genel birleşme yeteneği gösteren bireylerin belirlenmesidir. Bu amaca hizmet eden ıslah edilmiş materyalin üretildiği yegane tesisler ise tohum bahçeleridir (ÖZTÜRK ve ŞIKLAR 2000).

Tohum bahçeleri, seçilmiş klonlar ve generasyonların oluşturduğu, kolay ve bol orman ağacı tohumu üretmek için işletilen, istenmeyen polen kaynaklarından izole edilmiş alanlardır (ZOBEL and TALBERT 1984). Tohum bahçesinin uluslararası düzeyde kabul görmüş tanımı ise: “Genetik olarak üstün ağaçlardan oluşan ve genetik açıdan istenmeyen polen kaynaklarından izole edilmiş sık, bol ve kolay tohum hasat edilen, özel bakım ve işletmeye tabi tutulan plantasyonlardır” şeklindedir (ZOBEL ve ark. 1958; URGENÇ 1982; ZOBEL ve Mc ELWEE 1964).

Orman popülasyonlarındaki gen kaynaklarından amacımıza uygun bir şekilde yararlanma ve yeni generasyonlar elde edilmesinde tohum bahçeleri, ağaç ıslahçılarında önemli olanaklar sunmaktadır. Örneğin; hastalıklara dirençlilik, büyüme, odun kalitesi, adaptasyon ve gövde formunda yapılan ıslah çalışmalarının tohum bahçelerine aktarılmasıyla önemli genetik kazançlar elde edilebilmektedir .

Sağlıklı ve verimli plantasyonlar kurmak için tohumun genetik kalitesinin önemli bir yeri vardır. ıslah edilmemiş bir tohum kaynağına göre tohum bahçelerinden önemli oranda genetik kazanç elde edildiği bildirilmektedir (CARSON and WILCOX 1992). ABD’de *Pinus taeda* türünde ıslah edilmemiş tohum kaynağına göre birinci nesil tohum bahçelerinin tohumları ile kurulan ağaçlandırmalardan % 7-12 daha fazla hacim elde edilmiştir (LI 1999). Talebe bağlı olarak, giderek artan odun hammadde açığımızın azaltılabilmesi için ağaçlandırma alanlarımızın genetik bakımdan üstün özelliklere sahip (yüksek verimli, hızlı büyüyen ve talebe uygun nitelikler taşıyan) tür ve ırklarla ağaçlandırılması gerekmektedir. İstenilen niteliklere sahip tohum üretimi ise, ancak tohum bahçelerinden sağlanabilir. Tohum bahçeleri, söz konusu tür yada türler için oluşturulmuş ıslah program ve stratejilerinin öngörülerine bağlı olarak kurulurlar. Tohum bahçeleri için yer seçimi, kuruluşu, kompozisyonu ve yönetimi ıslah stratejileri ile bire bir ilişkilidir. ıslah programları

oluşturulurken ne kadar tohuma ihtiyaç olduğu, bunu karşılamak için kaç tohum bahçesi kurulması gerektiği belirlenir. İslah programında ifade edilen, ıslah stratejisinde belirlenen populasyon yapılaşmasına bağlı olarak tohum bahçelerinin dağılımı ve genetik kompozisyonu şekillendirilir. Genetik taban daraltılarak yani; çok yüksek verim sağlayan üstün genotipler kullanılarak tohum bahçelerinden yüksek oranda genetik kazanç sağlanabilir. Ancak, genetik tabanın daraltılması değişen çevre koşullarına, hastalıklara ve biyolojik zararlılara karşı plantasyonları hassas hale getirebilir. Bu nedenle, tohum bahçelerinde belirli bir miktarda genetik çeşitliliğe sahip tohumların üretilmesi kaçınılmazdır (ÖZTÜRK ve ŞIKLAR 2000). Tohum bahçelerinde genetik çeşitliliği artırmanın yolu ise, çok sayıda genotipin tohum bahçelerinde yer almasıdır. KOSKI (2000)' populasyonlardaki genetik çeşitliliğin tohum bahçelerine aktarılması için sarıçamda en az 40 klonun bahçede yer almasını önermektedir. VELİOĞLU ve ark. (2003)' ise, kızılçamda 25-34 klon arasında değişen tohum bahçelerinin, plus ağaçların alındığı tohum meşcereleri ile aynı düzeyde genetik çeşitliliğe sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma için örneklenen tohum bahçelerinde 25 ile 28 arasında değişen sayıda klon yer almaktadır. Bu sayı tohum bahçelerinde genetik çeşitliliğin korunması bakımından olması gereken minimum klon sayısıdır (LI 1999; WALTER ve CARSON 2004).

Tohum bahçelerinin kurulmasının ilk aşamasında doğal ormanlardan ya da plantasyonlardan fenotipi iyi olan ağaçlar seçilmektedir. Herhangi bir genetik teste dayanmayan bu seleksiyondan elde edilen genetik kazancın genellikle küçük olduğu bilinmektedir (ZOBEL and TALBERT 1984). Ülkemizde de son yıllara kadar yürütülen kızılçam ıslah çalışmalarında temel seleksiyon yöntemi, kitle seleksiyonu yani fenotipik seleksiyon şeklinde olmuştur. Bu esasa göre; doğal kızılçam meşcerelerinden belirli kriterlere göre plus ağaç seçimleri yapılmış, seçilen genotipler aşı ile çoğaltılarak fenotipik, klonal tohum bahçeleri kurulmuştur. Ülkemizde, 2003 yılı sonuna kadar 450 hektar sahada 63 adet kızılçam tohum bahçesi kurulmuş olduğu bildirilmektedir (ANONİM 2003).

İlk kızılçam tohum bahçesi 1976 yılında kurulmuştur. 7 yaş ve üzerinde tohum bahçesi 48 adet ve 343 ha'dır (ANONİM 2003). Kızılçam tohum bahçeleri ortalama 7 yaşında tohum verebilmektedirler (KOSKI ve ANTOLA 1993). Dolayısıyla, ülkemizde devam eden kızılçam ağaçlandırmalarında tohum bahçeleri, uzunca bir süreden beri tohum kaynağı olarak kullanılabilir. Yapılan bütün ağaçlandırma çalışmalarında genetik kaynağı belirli ve ıslah edilmiş materyal kullanılması ve bu kullanımın daha da yaygınlaşması hedeflenmektedir. Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğüne geçmiş yıllarda yalnızca bir

populasyon örneklenerek ve bir tohum bahçesinde olması gereken minimum sayıda klonla kurulan oldukça dar genetik tabanlı tohum bahçelerinin yerine daha geniş genetik tabanlı yeni tohum bahçeleri kurulmaktadır. Ülkemizde sayısı ve önemi gittikçe artan tohum bahçeleri hakkında bir çok bilgi eksikliği vardır. Mevcut kızılçam tohum bahçeleri için plus ağaç seçiminin fenotipik seleksiyon esasına göre yapıldığını ifade etmiştik, aslında tohum bahçelerinin kurulması ile birlikte seçilen plus ağaçların genetik değerlerinin genetik testlerle belirlenmesi gerekmektedir. Genetik test (döl denemeleri) sonucunda kurulacak genotipik tohum bahçelerinden, fenotipik seleksiyonla kurulan fenotipik tohum bahçelerine göre genetik kazanç yaklaşık üç kat artabilmektedir (ÖZTÜRK 2003).

Tohum bahçelerinin etkin bir şekilde kullanımı, gerekli yönetim bilgilerinin sağlanmasına bağlıdır. Bu bilgilerden birisi de tohum bahçelerinden sağlanan tohumların kullanılması ile tohum meşcerelerine veya ıslah edilmemiş kaynak/kaynaklara göre ne oranda genetik kazanç sağlanabileceğidir. Bunu anlamak için kullanılan yöntem genetik kazanç denemeleridir. Çünkü genetik kazanç denemeleri tahmin edilen değil, gerçekleşen genetik kazancı göstermektedir. Bu bakımdan genetik kazanç denemeleri uygulamadaki genetik kazancı göstermeye, dolayısıyla ıslah çalışmalarından elde edilebilecek girdiyi ortaya koymaya yardımcı olan denemelerdir. Bu verilerden ıslah stratejilerinin oluşturulmasında da yararlanılabilmektedir.

Bu çalışma ile tohum meşcerelerinden ve bu tohum meşcerelerinden seçilen plus ağaçlardan kurulan kızılçam tohum bahçelerinden toplanan tohumlardan yetiştirilen fidanlarla kurulan üç denemede, meşcere ve tohum bahçelerinin boy açısından 6. arazi yaşında gerçekleşen genetik kazanç bakımından karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ülkemizde, 2003 yılı sonuna kadar 450 hektar sahada 63 adet kızılçam tohum bahçesi kurulmuş olduğu görülmektedir. Söz konusu tohum bahçeleri için plus ağaç seçimi kitle seleksiyonu yani fenotipik seleksiyon esasına göre yapılmıştır. Bu yönetime göre doğal kızılçam meşcerelerinden plus ağaçlar seçilmiş, seçilen bu genotipler aşı ile çoğaltılarak klonal tohum bahçeleri tesis edilmiştir. Ancak, çevresel etkileri en aza indirmek için plus ağaç seçiminde karşılaştırma ağaçları kullanılmasına rağmen, doğal meşcerelerden yapılan bu seleksiyon tamamen dış görünüşe (fenotipe) dayanmaktadır. Bu nedenle plus ağaçların döller, döl denemelerinde test

edilinceye kadar, plus ağaçların genetik kalitesi ile ilgili bir yorum yapmak zordur (ANONİM 2003).

Antalya yöresinde gerçekleştirilen bir araştırmada, üç farklı yükseltiden ikişer doğal populasyon örneklenerek dört ayrı yükseltide kurulan döl denemelerinde 14 ayrı karakter gözlenmiştir. Örneklenen 6 adet doğal populasyon arasında boy, çap, gövde formu, tepe formu ve dallanma karakterleri bakımından istatistik olarak önemli düzeyde farklılıklar bulunduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, denemede yer alan 60 aile içinden en hızlı gelişen ilk 10 ailenin seçilmesi halinde, deneme alanlarına göre boy ve çap için tahmin edilen genetik kazanç oranlarının % 2.3 ile % 10.2 arasında değiştiği belirtilmiştir (IŞIK 1998).

Türkiye’de tesis edilmiş olan ilk okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) açık tozlaşma döl denemelerinden genetik kazancın, kalıtım derecesinin, genetik ve fenotipik korelasyonların hesaplandığı bir çalışmada, sekizinci vejetasyon sonu verilerine göre en yüksek genetik kazanç gövde formu (% 10.6) için, en düşük ise hacim artımı (% 5.3) için tahmin edilmiştir (GÜLBABA 1999).

Akdeniz bölgesi alçak (0-400 m.) yükselti kuşağı kızılçam ıslah zonu’nda tesis edilmiş olan plus ağaçların boy karakteri için ıslah değerlerini tahmin etmek, ıslah çalışmaları için ihtiyaç duyulan bazı genetik parametreleri elde etmek amacıyla yürütülen çalışmada, 4. yaş için fenotipik tohum bahçelerinden kontrol materyaline (tohum meşçeresi) göre elde edilecek genetik kazanç; Fethiye 1A, Antalya 1B ve Ceyhan 1C deneme alanları için sırasıyla % 11.2, % 4.8 ve % 8.6, ortak değerlendirmede ise tohum bahçelerinden % 8.1, ayıklanmış tohum bahçelerinden % 13.0, 168 aileden en iyi 30 aile ile kurulacak genotipik tohum bahçelerinden ise % 24.9 genetik kazanç elde edileceği bildirilmiştir (ÖZTÜRK 2003).

Yunanistan’da 1987 yılında kurulan halep çamı (*Pinus halepensis* Mill) tohum bahçesindeki klonları test etmek amacıyla 63-70 aileden oluşan iki açık tozlaşma döl denemesi kurulmuştur. Döl denemelerinin değerlendirilmesi sonucunda tohum bahçesinde yer alan ailelerden kontrol materyaline göre elde edilen genetik kazancın boy için % 5.2, göğüs yüzeyi çapı için % 7.68 ve hacim için % 13.0 olduğu gözlenmiştir (MATZIRIS 2000).

SHELBOURNE (1969), ağaç ıslahı yöntemlerini irdelediği çalışmasında *Pinus radiata* D. Don. için sürdürülen ıslah çalışmaları sonucunda; gövde düzgünlüğü ve çap karakterlerinde elde edilen genetik kazançlara örnekler vermektedir. Bu örneklerde 24 yaşındaki *Pinus radiata* D. Don. populasyonunda bireysel kalıtım derecesinin gövde düzgünlüğü

için 0.60 ve çap için 0.19 olduğunda, klonal tohum bahçesinde farklı seleksiyon yoğunluklarında (0.01-0.00001) genetik kazancın gövde düzgünlüğünde % 37.7-63.4 arasında, çapta ise % 8.7-14.7 arasında değiştiğini bildirmektedir.

FEILBERG ve SOEGAARD (1975), tohum bahçelerinin tarihsel gelişimi konusunda yaptıkları derlemede; dünyada tohum bahçesi tesis çalışmalarının genelde II. dünya savaşından kısa bir süre sonra başladığını, 1950-1970 arasında yoğunlaştığını ve Avrupa'da 10 ha ile 10.670 ha arasında tohum bahçesine sahip ülkeler olduğunu belirtmektedir.

Ağaç ıslahı stratejileri ve ekonomisini inceleyen VAN BUIJTENEN (1975), ıslah edilmemiş ve kültürel önlemlerin yoğun uygulanmadığı durumda, Kuzey Karolayna Piedmont bölgesindeki kağıt fabrikalarının hammadde ihtiyacını karşılamak için, 20 yıllık idare süresi ile 170 m³/ha hacim üretimi için 154.447 ha gerekirken, ıslah sonunda elde edilen genetik kazanç ve yoğun kültürel önlemler sayesinde hacim miktarının 213 m³/ha çıkarılarak, gerekli alanın 121.013 ha' a inebileceğini hesaplamıştır.

WEIR ve ZOBEL (1975), ileri generasyon tohum bahçeleri konusunda yazdıkları makalede; uygulanan ıslah programlarında birden çok özellik için yapılan seleksiyonda boyda % 3.6 -7.2, sadece boy için yapılan seleksiyonda ise % 14.0 genetik kazanç sağlandığını bildirmişlerdir.

Birinci generasyon tohum bahçelerinden ıslah edilmemiş materyale (kontrol) göre, boy için 4., 8. ve 12. yaşlarda sırasıyla % 3.14, 4.06 ve 2.84, hacim için ayıklanmamış tohum bahçelerinden % 6.4, ayıklanmış tohum bahçelerinden ise % 12.7 genetik kazanç sağlanabildiğini bildirilmiştir (TALBERT 1982).

ABD'nin güneyindeki ağaçlandırmalarda yılda yaklaşık 1.2 milyar fidan kullanıldığı, hemen tamamının tohum bahçelerinden sağlanan ıslah edilmiş tohumlardan üretildiği belirtilmiştir. Ayrıca, birinci generasyon tohum bahçelerinden üretilen fidanlarla kurulan ağaçlandırmalarda birim alanda % 7-12 daha fazla hacim artışı sağlandığı, ikinci generasyon tohum bahçelerinden ise % 13-21 civarında bir artışın sağlanması beklendiği bildirilmiştir (JETER 1999).

LEE (1999), İngiltere'de 1950'lerde başlayan sarıçam ıslah çalışmalarında; boy için tohum bahçelerinden sağlanan genetik kazancın % 8-12 arasında değiştiğini, gövde formu ve boy için oluşturulacak ıslah seçeneklerine göre bu kazancın % 20'ye kadar çıkarılabileceğini bildirmektedir.

DAOUST ve BEAULIEU (2004), Kanada'da *Pinus strobus*'un ıslahını irdeledikleri çalışmada Quebec'te boy için 12. yaşta birinci generasyon tohum bahçelerinden % 14 genetik kazanç elde edilebileceğini bildirmektedirler.

LI ve ark. (1999), *Pinus taeda* türünde birinci generasyon tohum bahçelerinden elde edilen tohumların kullanılmasıyla idare süresi sonunda hacimde, birim alandan doğal ormanlara göre % 7-12, ikinci generasyon tohum bahçelerinde % 13-21, ayıklanmış ikinci generasyon tohum bahçelerinde ise % 26-35 daha fazla artış olacağını bildirmiştir.

SWEET (1995), Ağaç ıslahı programlarının çıktısı olarak tohum bahçelerinin rolünü incelediği çalışmasında; 1950'den bu yana yaşanan teknolojik gelişmeleri ele almış ve özellikle moleküler biyoloji konusundaki gelişmelerle tohum bahçelerinin işlevinin değerlendirilmesi gerektiği vurgulamıştır.

ZOBEL ve McELWEE (1964), Tohum bahçesi kavramını tartışmış, ıslah programlarına ve türlere göre, tohum plantasyonları veya klonal tohum bahçelerinin tercih edilebileceğini, ayrıca günümüz koşullarına göre (kısa dönem) üretim yapmak için tohum bahçeleri, araştırma çalışmaları yapmak ve gelecekte değişen şartlara göre (uzun dönem) yeni tohum bahçeleri kurmak amacıyla da klon bankaları oluşturmanın önemini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Genetik Materyal ve Deneme Alanları

3.1.1. Tohum Meşcerelerinin ve Bahçelerinin Seçimi

Deneme için beş kızılçam tohum meşceresi ve bu meşcerelerden seçilen plus ağaçlarla meşcere bazında tesis edilen klonal tohum bahçeleri ele alınmıştır. Tohum meşcerelerinin ikisi Akdeniz Bölgesi kızılçam alt yükselti kuşağı ıslah zonu (0-400 m), ikisi orta yükselti kuşağı ıslah zonu (401-800 m) ve birisi de kızılçam üst yükselti kuşağı ıslah zonunda (801-1200 m) yer almaktadır (şekil 3.1). Tohum meşcereleri ve tohum bahçeleri ile ilgili ayrıntılı bilgiler çizelge 3.1 ve 3.2'de verilmiştir. Çalışma konusu bahçelerde, klonların dağılımı rastlantısaldir. Değerlendirme yapılan bahçelerdeki klonların yaşları 2003 yılı itibariyle sırasıyla, Alanya-Kargı 25, Gölhisar-Gölhisar 23, Antalya-Olimpos MP 19, Çameli-Göldağ 17 ve Fethiye-Yapraktepe tohum bahçesinde ise 18'dir.



- Tohum Meşeresi
- Tohum Bahçesi
- Tb1 : Alanya-Kargı Tohum Bahçesi
- Tb3 : Antalya-Olimpos MP Tohum Bahçesi
- Tb5 : Fethiye-Yapraktepe Tohum Bahçesi
- Tb7 : Çameli-Göldağı Tohum Bahçesi
- Tb9 : Gölhisar-Gölhisar Tohum Bahçesi

Şekil 3.1. Denemede yer alan tohum bahçelerinin ve meşcerelerinin konumu
 Figure 3.1. Locations of seed orchards and seed stands included in the study

Çalışma için seçilen tohum bahçelerinden tohum toplanmasına 29 Nisan 1995 tarihinde başlanmış ve 25 Mayıs 1995 de bitirilmiştir (şekil 3.2). Toplanan serbest tozlaşma ürünü kozalaklar torbalara konulmuş ve üzerlerine klon numaraları yazılarak etiketlenmiştir.



Şekil 3.2. Tohum meşcere ve bahçelerinden tohum toplanması
Figure3.2. Collecting seed from seed stands and seed orchard

Çizelge 3.1. Seçilen tohum meşcerelerine ait bilgiler

Table 3.1. Information about sampled seed stands

Tohum Meşceresi – Ulusal Kayıt No	Bakı	Yük. (m)	Enlem*	Boylam*	Ortalama Yaş	İslah zonu
Alanya-Kargı (M.Seydi) -37	NE	350	36°36' 36"	31°57' 55"	70	1.1
Antalya (Kemer) Olimpos MP (Kesmeçay)-45	N	350	36°35' 30"	30°28' 00"	63	1.1
Fethiye-Yapraktepe-TTS**	W	600	36°44' 34"	29°28' 36"	70	1.2
Çameli-Göldağ-40	N	800	37°06' 20"	29°07' 30"	80	1.2
Göhlisar-Göhlisar (Evciler-Koçaş)-19	SW	1100	37°04' 30"	29°32' 40"	100	1.3

*Tohum bahçe ve meşcereleri MAP DATUM WGS 84'e göre koordinatlandırılmıştır.

TTS**=tohum toplama sahası

Tohum meşcerelerinden kozalak toplanması işlemi ise 22-30 Mayıs 1995 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Her tohum meşceresinden rastlantısal olarak 27 ağaçtan kozalak toplanmıştır, toplanan tohumlar karıştırılarak popülasyonu temsil eden bir örnek oluşturulmuştur.

Çizelge 3.2. Seçilen tohum bahçelerine ait bilgiler
Table 3.2. Information about sampled seed orchard

Tohum Bahçesi Orijini	Tohum Bahçesi Mevkii	U.K. No	Islah zonu	Yük. (m)	Enlem* Boylam*	Örneklenen Klon Sayısı	Tesis Yılı
Alanya-Kargı (Mahmutseydi)	Antalya-Antalya	5	1.1	150	37°00' 41" 30°50' 09"	28	1978
Antalya -(Kemer) Olimpos MP (Kesmeçay)	Antalya-Asar	16	1.1	250	36°58' 01" 30°40' 44"	25	1984
Fethiye-Yapraktepe	Fethiye-Güneydağ	21	1.2	100	36°40' 05" 29°16' 19"	25	1985
Çameli-Göldağ	Antalya-Asar	27	1.2	350	37°01' 18" 30°43' 48"	28	1986
Göhisar-Göhisar (Evciler-Koçaş)	Antalya-Düzlerçamı	8	1.3	250	37°02' 03" 30°42' 38"	20	1980

*Tohum bahçe ve meşcereleri MAP DATUM WGS 84'e göre koordinatlandırılmıştır.

3.1.2. DeneY Fidanlarının Yetiştirilmesi

Tohum meşcerelerinden ve bahçelerinden toplanan kozalaklar tohum çıkarma için özel olarak üretilmiş gözenekli hava alan torbalara konularak, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü serasında kozalakların açılması sağlanmıştır. Elde edilen tohumlar ekim tarihine kadar Antalya Orman Fidanlığı soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir.

Tohum ekimi, Denizli Orman Fidanlığında, ENSO Tipi olarak adlandırılan 259 cm³ hacmindeki, 45 adet plastik tüp içeren fidan tepsilerine 5 Mart 1996 tarihinde yapılmıştır. Tüp materyali olarak % 60 Finlandiya turbası, % 40 kavak talaşı, kapatma malzemesi olarak da perlit kullanılmıştır. Ekim yapılan tepsi tüplerin üzerine tohum kaynağının adı yazılmıştır. Finlandiya tipi turba içeriğinde yeterli miktarda besin maddesi bulunmaması nedeniyle, fidanlara sulama suyu ile birlikte gelişim evrelerine göre yeterli dozlarda NPK içeren gübre (Tekila-9) verilmiştir. Deneme için yeterli fidan üretimini garanti altına almak amacıyla her bir tüpe üç adet tohum ekilmiştir.

Birden fazla tohumun çimlendiği tüplerde seyreltme yapılmıştır. Fidanlar Mayıs ayının ilk haftasında seradan çıkarılarak üzeri gölgelenmiş açık alana alınmıştır (6 Mayıs 1996). Yaklaşık olarak üç hafta gölgeli açık alanda tutulan ve dış ortama uyum sağlayan fidanlara, bu dönemde 3 kez m²'ye 1.9 gr azot düşecek şekilde gübre ve buna ilave olarak bir kez de pamuk küspesi verilmiştir. Kök kesimi yapılan fidanlar, gölgesiz açık alana alınmış ve deneme alanlarına nakledilinceye kadar burada tutulmuştur. Açık

alandan fidanlara haftada bir kez, m²'ye 2 gr azot düşecek şekilde gübre verilmeye devam edilmiştir.

3.1.3. Deneme alanlarının seçilmesi ve deneme desenleri

Deneme alanları, çalışma için örneklenen tohum meşcerelerinin bulunduğu ıslah zonları dikkate alınarak farklı yükseltilerden ve mümkün olduğu kadar kıvılcım ağaçlandırma alanlarında, makineli toprak işleme yapılabilen ve iyi boniteye sahip sahalardan seçilmeye çalışılmıştır (çizelge 3.3). Antalya-Nebiler deneme alanı kıvılcımın Akdeniz Bölgesi alt yükselti kuşağı, Bucak-Pamucak deneme alanı Akdeniz orta yükselti kuşağı, Denizli-Yeşilköy deneme alanı ise Ege Bölgesi orta yükselti kuşağı ıslah zonlarında tesis edilmiştir. Karasal iklim koşullarına en çok yaklaşan Denizli-Yeşilköy deneme alanıdır.

Çizelge 3.3. Deneme alanlarına ait bilgiler

Table 3.3. Information about each test site

Deneme Alanı	Rakım m	Denizden Uzaklık km	Boylam E	Enlem N
Antalya-Nebiler	270	11	30°36'697''	36°57'598''
Denizli-Yeşilköy	780	106	30°35'275''	37°27'508''
Bucak-Pamucak	750	60	30°41'254''	37°25'153''

Bitkilerin gelişimi üzerinde etkili olan birçok faktör vardır. İklim, toprak özellikleri, bakı, meyil ve arazi şekli bunlardan birkaçıdır. Aynı yetiştirme ortamı içinde farklı alanlarda çok farklı ekolojik koşullara rastlamak mümkündür. Özellikle Akdeniz bölgesindeki jeolojik ve ekolojik yapı nedeniyle, çevresel faktörlerin kısa mesafelerde oldukça değişken olması dikkate alınarak deneme alanı seçiminde titiz davranılmıştır. Genetik varyansın, çevresel varyans tarafından örtülmesine mümkün olduğunca engel olabilmek ve dolayısıyla genetik varyansı sağlıklı bir biçimde tahmin edilebilmek amacıyla, deneme alanları arazi meyli düşük ve homojen ekolojik özelliklere sahip alanlardan seçilmiştir. Ayrıca, koşulların benzer olduğu alanlar ayrılıp, çevresel farklılıklar azaltılarak deneysel hata küçültülmeye çalışılmıştır. Bu da tesadüf blokları deneme deseninin kullanılmasıyla gerçekleştirilebilmektedir. Bu nedenle tüm deneme alanlarında, ormancılık araştırmalarında en çok tercih edilen rastlantı blokları deneme deseni kullanılmıştır (LOO-DINKINS 1992). Rastlantı blokları deneme desenine göre dört bloktan oluşan deneme alanlarında parsel düzenlemesi 6 ağaçlı sıra parseldir.

3.1.4. Deneme alanlarında bakım ve koruma

Denemelerde, sağlıklı ve güvenilirliği yüksek istatistiki sonuçlara ulaşabilmek için bireylerde ölüm sayısının az olması önem kazanmaktadır. Başka bir anlatımla; deneme alanlarında bulunan bireylerin ölmesi veya zarar görmesi bireylerden bilgi üretilebilmesini olanaksızlaştırmakta veya sağlıklı bilgi üretilmesine yol açabilmektedir (ZOBEL ve TALBERT 1984). IŞIK ve ark. (2002-a)' orijin denemelerinde, deneme alanı seçimi, bakım ve koruma önlemlerinin yetersizliğinden dolayı denemelerin bir kısmının değerlendirme dışı bırakıldığını bildirmektedir. Bu nedenle, denemelerde öncelikle dışardan gelebilecek zararlara karşı koruma önlemleri alınmıştır. Koruma sağlandıktan sonra denemelerde ilk üç yıl fidan diplerinde ot alma ve çapa, ayrıca her yıl diri örtü mücadelesi yapılmıştır. Daha sonraki yıllarda deneysel fidanlara zarar veren diri örtünün uzaklaştırılmasına devam edilmiştir. Deneme alanlarına göre sırasıyla kayıp fidan yüzdeleri Antalya'da % 3.0, Denizli'de % 6.0 ve Bucak'ta % 5.5 dir. Sonuç olarak; deneme alanlarındaki fidanların yaşama yüzdelerinin yüksekliği denemelerin sağlıklı olduğunu göstermektedir.

3.2. İstatistik Analizler

Analizlere başlamadan önce fidan boyu karakteri için dağılımın şekli incelenmiş ve "sıra dışı" verilerin olup olmadığı kontrol edilmiştir. Sıradışı veriler, hatalı ölçme, bilgisayar ortamına veri aktarılırken yapılan yanlışlar, fidanların biyotik ve abiyotik etkilerden zarar görmesi gibi nedenlerle oluşabilmektedir. Sıradışı değerler verilerden temizlendikten sonra aşağıdaki analizler yapılmıştır.

Denemedeki ilk amaç her bir orijini, kendisinden seçilen tohum bahçesi ile karşılaştırmaktır. Sıfır hipotezine göre; bir tohum meşceresi ile bu meşcereden seçilen plus ağaçlarla kurulan tohum bahçesi arasında boy büyümesi bakımından önemli bir farklılık yoktur ($H_0: \mu_{tm1}=\mu_{tb1}, \mu_{tm2}=\mu_{tb2}, \mu_{tm3}=\mu_{tb3}, \mu_{tm4}=\mu_{tb4}, \mu_{tm5}=\mu_{tb5}$). Bu hipotezin test edilmesinde aşağıdaki doğrusal model kullanılmıştır.

$$(E.1) \quad y_{ijkl} = \mu + s_i + t_j + st_{ij} + b(s)_{k(i)} + tb(s)_{jk(i)} + e_{ijkl}$$

Modelde;

Y_{ijkl} = i . deneme alanı k . yinelemedeki, j . tohum kaynağına ait l . fidan değeri;

μ = deneysel popülasyonun genel ortalaması;

s_i = i . deneme alanının sabit etkisi ($i=1,\dots,s$);

t_j = j . tohum kaynağının sabit etkisi ($j=1,\dots,t$);

st_{ij} = j . tohum kaynağının i . deneme alanı ile olan etkileşimi;

$b(s)_{k(i)}$ = i . denemedeki k . yinelemenin etkisi ($k=1,\dots,b(s)$);

$tb(s)_{jk(i)}$ = i . denemedeki k . yineleme ile j . tohum kaynağının etkileşimi,

e_{ijkl} = deneysel hata.

Deneme alanlarının ortak analizine ek olarak, her deneme alanı ayrı analiz edilerek her bir tohum meşçeresi ile kendisinden kurulan bahçe arasında ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Deneme alanlarının ayrı analizinde eşitlik 1'de verilen model kısaltılarak (s_i ve st_{ij} modelden düşürülerek) kullanılmıştır. Her bir meşçere ile kendisinden kaynaklanan bahçe arasındaki özel karşılaştırmalar yapmak üzere SAS programının **GLM** işleminin **CONTRAST** seçeneği kullanılmıştır (SAS Institute Inc. 2002). Önceden planlanmış özel karşılaştırmalar için **CONTRAST** seçeneği daha güvenilir sonuçlar vermektedir.

Her meşçerenin kendisinden seçilen bahçe ile karşılaştırılması yanında, meşçere ve tohum bahçelerinin genel anlamda farklı olup olmadığı da test edilmiştir. Sıfır hipotezine göre; beş meşçereye ait ortalama ile tohum bahçelerinin genel ortalaması arasında boy büyümesi bakımından önemli bir farklılık yoktur ($H_0: \mu_{tm} = \mu_{tb}$). Bu hipotezin test edilmesinde yine **GLM** işleminin **CONTRAST** seçeneği kullanılmıştır.

Denemedeki diğer bir amaç, tohum bahçelerini analiz ederek herbir deneme alanında eklemeli genetik varyansı ve dar anlamli kalıtım derecelerini tahmin etmektir. Her denemeden elde edilen eklemeli genetik varyans kullanılarak genetik varyans katsayısı elde edilmiştir. Bu katsayı, aynı genetik materyalin deneme alanlarında genetik olarak ne oranda varyasyon gösterdiğini karşılaştırmak açısından önemlidir. Ayrıca denemelerin homojenlik ölçüsünü gösteren aile blok etkileşimi varyasyon katsayıları (CV_{SF}) hesaplanmıştır. Bu katsayı denemelerde görülen parseller arası farklılığın bir ölçüsüdür. Küçük olması daha iyidir.

Genetik analizlerde tohum meşcereleri analizlere dahil edilmemiştir, çünkü tohum meşcerelerine ait tohumlar karıştırılarak deneme için bir örnek alınmıştır. Diğer bir deyişle, meşcerelere ait fidanlar arasındaki akrabalık derecesi bilinmemektedir. Varyans bileşenlerinin analizinde aşağıdaki matris şeklinde verilen karma model kullanılmıştır.

$$(E.2) \quad \mathbf{y} = \mu + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \mathbf{e}$$

Eşitlikte;

\mathbf{y} = gözlem değerlerine ait $n \times 1$ vektörü,

$\boldsymbol{\beta}$ = sabit etkili faktörlere ait vektör,

\mathbf{u} = rastlantısal etkili faktörlere ait vektör,

\mathbf{X} ve \mathbf{Z} dizayn matrisleridir.

Dizayn matrisleri, $\boldsymbol{\beta}$ ve \mathbf{u} vektörlerini \mathbf{y} gözlem değerleri ile ilişkilendirir. Varyans bileşenlerinin tahmininde gözlem değerlerinin ve rastlantısal faktörlerin beklenen değerleri $E(\mathbf{y})=\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}$, ve $E(\mathbf{u})=E(\mathbf{e})=0$. Gözlem değerlerinin kovaryans matrisi ise $\text{Var}(\mathbf{y})=\mathbf{Z}\mathbf{G}\mathbf{Z}^T + \mathbf{R}$. Eşitlikteki ilk terim eklemeli genetik varyansa ait kovaryans, ikinci bölüm ise rastlantısal etkili hata içindir. Hata değerlerinin sabit bir varyansa sahip olduğu ve birbirinden bağımsız oldukları kabul edildiklerine göre (LYNCH and WALSH 1998), \mathbf{R} bir diyagonal matristir ($\mathbf{R}=\mathbf{I}\sigma_e^2$). Bu matrisin diyagonalında hata varyansları (σ_e^2) yer alır. Diyagonal dışındaki değerler ise sıfırdır. \mathbf{G} matrisi ($\mathbf{G}=\mathbf{A}\sigma_A^2$), akrabalık ilişki matrisi \mathbf{A} ($\mathbf{A}=2\Theta_{ij}\sigma_e^2$) ile eklemeli genetik etkilerin varyansının (σ_A^2) ürünüdür. \mathbf{A} matrisinin elemanları, bir aileye ait fertler arasındaki genetik kovaryanstır. Tohum bahçelerinde bir klondan elde edilen tohumların açık tozlaşma ürünü olduğu ve aralarındaki genetik kovaryansın $\Theta=0.25$ olduğu varsayılmıştır.

Varyans bileşenlerinin tahmininde SAS programının Mixed işlemi kullanılmıştır (SAS Institute Inc. 1996). Her tohum bahçesinin ayrı analizinde yukarıda açıklanan model değiştirilerek kullanılmıştır. Her deneme için eklemeli genetik varyasyon katsayısı (CV_A) ve aile blok etkileşimi varyasyon katsayısı (CV_{SF}) hesaplanmasında (3) ve (4) nolu eşitlikler, tohum bahçelerinin herbir denemede kalıtım derecesi için (5) nolu eşitlik kullanılmıştır.

$$(E.3) \quad CV_{A_i} = \frac{\sqrt{\sigma_{A_i}}}{\bar{x}_i} 100$$

$$(E.4) \quad CV_{SF_i} = \frac{\sqrt{\sigma_{bf(p)i}^2}}{\bar{x}_i}$$

$$(E.5) \quad h_i^2 = \frac{\sigma_{A_i}^2}{\sigma_{f(p)i}^2 + \sigma_{bf(p)i}^2 + \sigma_{e_i}^2}$$

Eşitliklerde;

$\sigma_{A_i}^2$: i. deneme alanına ait eklemeli genetik varyans ($\sigma_{A_i}^2=4\sigma_{fi}^2$),

\bar{x}_i i. deneme alanında elde edilen genel boy ortalamasıdır.

$\sigma_{f(p)i}^2$: i. deneme alanına ait aile kaynaklı varyans,

$\sigma_{bf(p)i}^2$: i. deneme alanı için aile*blok etkileşimi varyansı ve

$\sigma_{e_i}^2$: i. deneme alanı için aile içi bireyler arası farklılıklardan kaynaklanan varyanstır.

Kalıtım derecesi ve kalıtım derecesinin standart hatası, karma modelden elde edilen varyans-kovaryans matrisleri kullanılarak ve IŞIK tarafından yazılan SAS/IML kodu ile hesaplanmıştır (IŞIK 2005).

4. BULGULAR

4.1. Tohum Bahçesi ve Tohum Meşcerelerinin Karşılaştırılması

Tohum meşcereleri ile bu meşcerelerden seçilen tohum bahçeleri arasındaki ikili karşılaştırmalar çizelge 4.1'de verilmiştir. Genel olarak; tohum bahçeleri (ort= 316.0cm) meşcerelere (ort= 307.0cm) göre daha fazla boy büyümesi yapmaktadırlar. Aradaki fark 9 cm olup, Pr= 0.011 düzeyinde anlamlıdır. Bahçe ve meşcerelerin genel olarak karşılaştırılmasındaki oransal farklılık ise % 2.93'tür. İkili karşılaştırmalardan yalnızca yüksek rakımlı Gölhisar-Gölhisar tohum bahçesinin kendi meşceresinden farklılığı Pr>0.0001 düzeyinde önemlidir. Diğer tohum bahçelerinin ise, meşcereleri ile farklılığı istatistik olarak önemsizdir. Gölhisar-Gölhisar tohum bahçesi ile meşceresi arasındaki boy farkı Denizli deneme alanında % 15.0, Bucak deneme alanında % 17.0 ve Antalya deneme alanında % 10.0 düzeyindedir. Diğer tohum bahçeleri ile meşcereleri arasındaki oransal farklılıklar (TB-

TM/(TM)) Alanya-Kargı'da % 1.7, Çameli-Göldağ'da % 2.7, Fethiye-Yapraktepe'de % 3.4, ve Antalya-Olimpos MP % -4.7'dir.

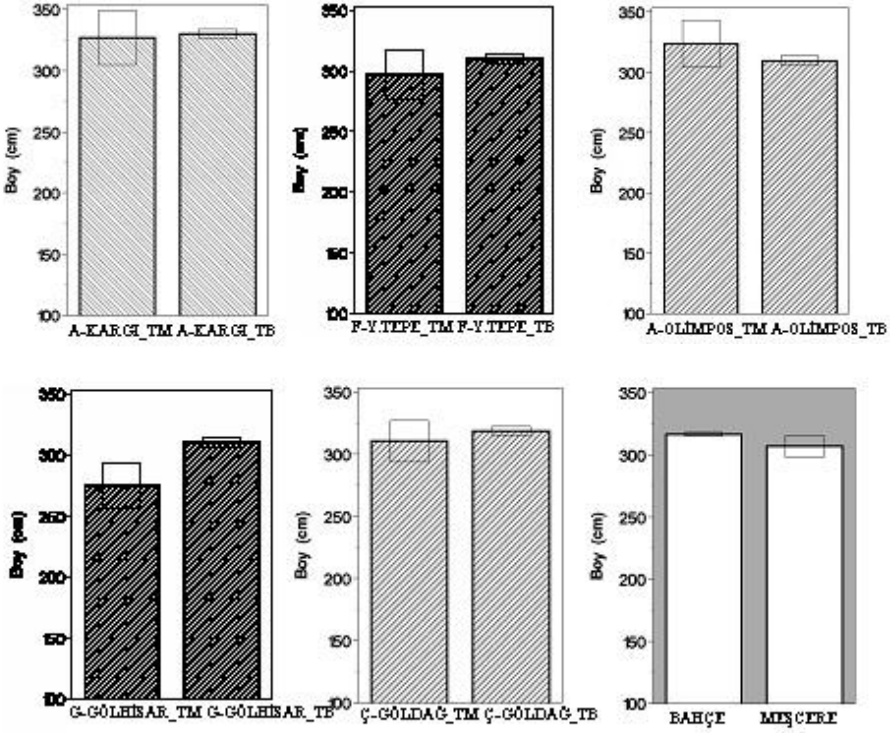
Çizelge 4.1. Tohum meşçeresi orijinli ağaçlar ile aynı tohum meşçeresinden kurulmuş tohum bahçesi orijinli ağaçların boy büyümesi bakımından karşılaştırılması

Table 4.1. Comparison of height of trees originated from seed stands with those from seed orchards derived from the same seed stands

Kontrast	SD	Kareler	F	*Pr > F	TB-TM(cm)
Alanya (TM-TB)	1	1904	0.41	0.522	6
Çameli (TM-TB)	1	4646	1.00	0.317	8
Fethiye (TM-TB)	1	6897	1.48	0.223	10
Göhlhisar (TM-TB)	1	95931	20.65	<.0001	40
Kemer (TM-TB)	1	15662	3.37	0.066	-15
Bahçe - Meşçere	1	31217	6.53	0.011	9

*: Pr>F değerleri <0.05 olması halinde kontrastlar istatistik olarak önemlidir.

Denemeler bir arada değerlendirilmiş, bu değerlendirmeye göre tohum bahçelerinin genel boy ortalaması ile tohum meşçerelerinin genel boy ortalaması şekil 4.1'de verilmiştir. Şekil 4.1'den anlaşılacağı üzere Kemer-Olimpos MP hariç tohum bahçeleri, orijinleri olan meşçerelerine göre daha fazla boy büyümesi yapmışlardır. Ayrıca, tohum bahçe ve meşçereleri için yapılan genel ve ikili karşılaştırmalardan, Göhlhisar-Göhlhisar tohum bahçe-meşçeresi ile genel karşılaştırmadaki farklılıkların anlamlı olduğu da yine şekil 4.1'de görülmektedir.

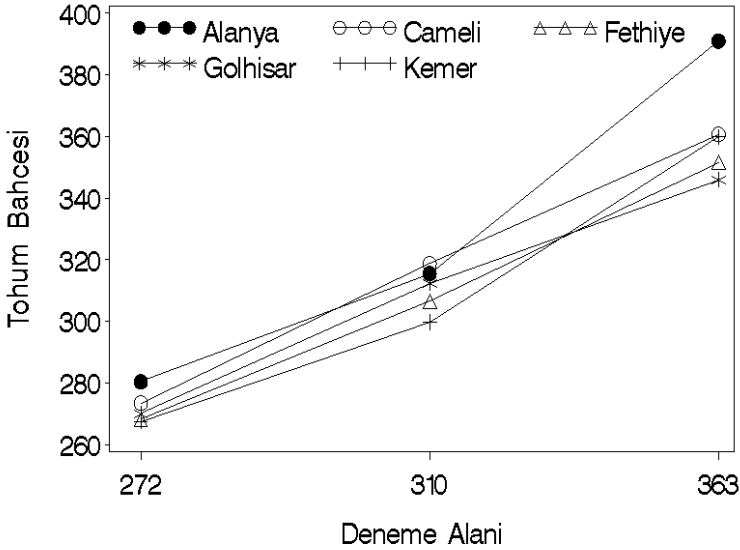


* Çubukların üstündeki şekiller ortalamalara ait %95 güven aralığını göstermektedir. Güven aralığı çakışmayan ortalamalar 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden önemli oranda farklıdır.

Şekil 4.1. Tohum bahçeleri ile tohum meşcereler arasındaki ikili karşılaştırmalar

Figure 4.1. Paired comparisons of seed orchards and seed stands

Tohum bahçesi fidanlarının üç deneme alanında ayrı ayrı gerçekleştirmiş oldukları boy büyümeleri şekil 4.2’de verilmiştir. Farklı yükselti ve ıslah zonunda kurulmuş olan denemelerde boy ortalamaları farklılık göstermektedir. Antalya-Olimpos MP tohum bahçesi yüksek rakımlı Denizli deneme alanında sıralamada alt sırada iken, alçak rakımlı Antalya deneme alanında ikinci sıraya yükselmiştir. Alanya-Kargı tohum bahçesinin alçak rakımdaki Antalya deneme alanında diğer bahçelere göre belirgin bir üstünlüğü gözlenmektedir.



Şekil 4.2. Tohum bahçesi orijinli fidanların üç deneme alanındaki boy büyümesi (Yatay eksendeki değerler üç deneme alanının ortalama boy büyümesini göstermektedir (Denizli= 272 cm, Bucak= 310 cm ve Antalya=363 cm))

Figure 4.2. Seed orchards seedlings height growth at the three different experimental sites (Horizontal axis show that average height growth in experimental sites (Denizli= 272 cm, Bucak= 310 cm ve Antalya= 363 cm))

Deneme alanlarına göre, tohum bahçelerinin orijinleri olan meşcereleri ile karşılaştırılması çizelge 4.2’de verilmiştir. Denizli ve Bucak deneme alanlarında Gölhisar-Gölhisar tohum bahçesi ve meşceresi arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir. Yine Denizli deneme alanı için tohum bahçe ve meşcereleri genel olarak değerlendirildiğinde farklılık istatistik olarak önemlidir ($Pr > 0.002$). Bucak deneme alanında ise genel farklılık kritik bir düzeyde önemsizdir ($Pr = 0.051$).

Çizelge 4.2. Tohum meşçeleri ile tohum bahçelerinin üç deneme alanındaki ikili karşılaştırmaları

Figure 4.2. Paired comparisons of seed orchards and seed stands in the three test site.

Kontrast	Denizli	Bucak	Antalya
	Pr > F	Pr > F	Pr > F
Alanya (TM-TB)	0.486	0.486	0.916
Çameli (TM-TB)	0.315	0.315	0.429
Fethiye (TM-TB)	0.069	0.069	0.687
Göhlisar (TM-TB)	0.004	0.004	0.065
Kemer (TM-TB)	0.629	0.629	0.159
Bahçe – Meşçere (Genel)	0.002	0.051	0.956

*: Pr>F değerleri <0.05 olması halinde kontrastlar istatistik olarak önemlidir.

4.2. Tohum Bahçelerinin Deneme Alanlarına Göre Boy Büyümesi Bakımından Karşılaştırılması

Bu çalışma için deneme alanları, kızılçamın doğal yayılış alanı içinde, farklı yükseltilerde ve denizden farklı uzaklıklarda tesis edilmişlerdir. Antalya-Nebiler deneme alanı denize en yakın (10 km) ve yükseltisi en düşük (270 m) olamıdır. Denizli-Yeşilköy ise denizden en uzak mesafedeki (106 km), orta yükselti kuşağında (780 m) yer alan deneme alanıdır. Bucak-Pamucak deneme alanı ise 750 m yükseltide ve denizden 60 km uzaklıktadır. Söz konusu bu üç deneme alanında aynı genetik materyal kullanılmasına karşın, denizden karaya doğru gidildikçe boy ortalamalarının (Antalya 363.0 cm, Bucak 310.0 cm ve Denizli 272.0 cm) düştüğü görülmektedir. Her bir deneme alanındaki tohum bahçelerinin boy için varyans analizleri çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Deneme alanlarındaki tohum bahçeleri için varyans analizleri
Table 4.3. ANOVA results of seed orchards in each test site

Deneme Alanları	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Pr>F
Bucak-Pamucak	Blok	3	1831.68	73.72	< .0001
	Kaynak	4	215.31	8.67	0.0016
	Hata	12	24.84		
Denizli-Yeşilköy	Blok	3	1481.15	43.61	< .0001
	Kaynak	4	58.43	1.72	0.2100
	Hata	12	33.96		
Antalya-Nebiler	Blok	3	3430.96	33.05	< .0001
	Kaynak	4	1001.33	9.65	0.0010
	Hata	12	1245.63		

Çizelge 4.3'den izlenebileceği üzere Bucak ve Antalya deneme alanlarında, tohum bahçeleri birbirinden önemli düzeyde farklı bulunurken, Denizli deneme alanında bahçeler arasında farklılık istatistiksel olarak önemsizdir.

Deneme alanlarındaki tohum bahçelerinin boy büyümesi bakımından farklılıklarının karşılaştırılması için Tukey testi yürütülmüş ve sonuçlar çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı tohum bahçeleri orijinli ağaçların boylarının Tukey testi sonuçları (cm)

Table 4.4. Results of Tukey multiple range tests of trees derived from different seed orchards.

Tohum Bahçeleri	Denemeler		
	Antalya	Bucak	Denizli
Alanya-Kargı (Mahmutseydi)	391 a*	315 a	280 a
Çameli-Göldağ	361 b	319 a	273 a
Göhlhisar-Göhlhisar (Evciler-Koçaş)	345 b	312 a	270 a
Fethiye-Yapraktepe	351 b	306 b	268 a
Antalya-(Kemer) Olimpos MP (Kesmeçay)	360 b	300 b	267 a

*: Harfler farklı grupları göstermektedir

Tukey testi sonuçlarına göre; Antalya deneme alanında boy bakımından tohum bahçelerinin farklı olduğu gözlenmiştir. Akdeniz alt

yükselti zonundan gelen Alanya-Kargı en yüksek boy ortalaması ile birinci grubu oluştururken, boy ortalamaları birbirine yakın olan diğer bahçeler ikinci grubu oluşturmaktadır. Bucak deneme alanında ise, boy büyümesi bakımından iki farklı grup ortaya çıkmıştır. Bucak deneme alanında en fazla boy büyümesini Çameli-Göldağ, Alanya-Kargı ve Gölhisar-Gölhisar tohum bahçeleri yapmıştır. Fethiye-Yapraktepe ve Antalya-Olimpos MP tohum bahçeleri ise ikinci grubu oluşturmuştur. Denizli deneme alanında ise, işlemler birbirine çok yakın boy ortalamaları nedeniyle aynı grupta toplanmışlardır.

4.3. Deneme Alanlarına Göre Bireysel Kalıtım Derecelerinin, Genetik Varyasyon ve Aile*Blok Etkileşim Varyasyon Katsayılarının Tahmini

İstatistik analizler bölümünde açık formülleri verilen E3 ve E4 eşitlikleri kullanılarak, her tohum bahçesi için eklemeli genetik varyasyon katsayıları (CV_A), aile blok etkileşimi varyasyon katsayıları (CV_{SF}) ve bireysel kalıtım dereceleri h_i^2 hesaplanmıştır (çizelge 4.5). Küçük (CV_{SF}) deneme alanının daha homojen olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.5. Her bir deneme alanına ait kalıtım derecesi, genetik varyasyon katsayıları (CV_A) ve aile x blok etkileşimi varyasyon katsayıları (CV_{SF})
Table 4.5. Heritabilities, coefficients of genetic variation (CV_A) and coefficients of variation of family x blok interaction (CV_{SF}) at each test site

Deneme Alanı	h_i^2	CV_A	CV_{SF}
Denizli	0.20±0.073	9.3	9.0
Bucak	0.22±0.072	10.3	9.3
Antalya	0.05±0.059	5.0	10.3

Çizelge 4.5’de, Denizli ve Bucak deneme alanlarında bireysel kalıtım dereceleri birbirine yakın olmasına karşın, Antalya deneme alanında ise düşük düzeydedir. Deneme alanlarında genetik çeşitliliği gösteren CV_A , kalıtım derecelerine paralel oranlardadır. Bucak deneme alanında en yüksek genetik çeşitlilik görülmesine karşın, Antalya’da en düşüktür. Dolayısıyla, genotiplerin denemelere (çevre) göre davranışları farklı olmaktadır. Deneme alanlarındaki homojeniteyi gösteren CV_{SF} değerleri birbirlerine yakın olmakla birlikte, Antalya deneme alanında bir miktar yüksektir. Bu durumda Antalya deneme alanı diğer deneme alanlarına göre daha az homojendir veya bu deneme alanında çevresel varyans, diğer deneme alanlarına göre daha yüksektir.

5. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Antalya-Nebiler, Bucak-Pamucak ve Denizli-Yeşilköy deneme alanları arasında, fidanların boy büyümesi bakımından belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Boy ortalamaları Antalya-Nebilerde 363.0 cm, Bucak-Pamucak'ta 310.0 cm ve Denizli-Yeşilköy deneme alanında ise 272.0 cm dir. Bu verilere göre; deneysel fidanlar en iyi boy büyümesini Antalya deneme alanında yapmışlardır. Antalya deneme alanındaki fidanlar, Bucak deneme alanına göre % 17.0 ve Denizli deneme alanına göre yaklaşık % 33.0 daha fazla boy büyümesi yapmışlardır (şekil 4.2). Aynı genetik materyal kullanılmış olmasına rağmen, boy büyümesi bakımından deneme alanları arasındaki farklılaşmayı bu alanların sahip olduğu ekolojik koşulların (toprak özellikleri, yükselti, bakı vb..) değişimiyle açıklayabiliriz.

Bu çalışmada, yararlanılan tohum bahçelerinin ve onların orijini olan meşcerelerin denizden yüksekliğine ve uzaklığına bağlı olarak boy ortalamalarının da tedrici olarak düştüğü gözlenmektedir. Bu durum İKTÜREN (1977), IŞIK (1980), IŞIK ve KAYA (1995)'nin ulaştıkları sonuçlarla uyusmaktadır. IŞIK (1986), bu durumu rakım ve denizden uzaklık arttıkça sıcaklık ve büyüme süresi azalması, erken ve geç donların yüksek zonlarda, kuraklığın ise alçak zonlarda uyum sağlayamayan genotipleri elimine etmesi, bunların yerini büyüme süresi kısa, donlara veya alçak zonda kuraklığa dayanıklı genotiplerin almasından kaynaklandığını açıklamaktadır.

IŞIK (1998)' tarafından kızılçamda genetik çeşitlilik, kalıtım derecesi ve genetik kazancın belirlenmesi için yürütülen bir çalışmada, aynı eko-coğrafik ve iklim koşullarının hakim olduğu iki deneme alanında büyüme karakterleri bakımından oldukça farklı sonuçlar elde edilmiştir. Aynı iklim ve hatta mikroklima özelliklerine sahip deneme alanlarında oldukça farklı boy büyümesi değerlerine ulaşılması iklim dışındaki yetiştirme ortamı faktörlerinin, özellikle de toprak özelliklerinin önemine işaret etmesi bakımından önemlidir. Yine ÖZTÜRK (2003)'de genel iklim özelliklerinden yıllık ortalama yağış miktarı ile boy büyümesi arasında doğrusal bir ilişki gözlenmediğini, fakat toprak özellikleri ile boy büyümesi arasında güçlü bir ilişki olduğunu ifade etmektedir.

Bu çalışma için örneklenen tohum bahçeleri ve tohum meşcereleri boy büyümesi bakımından genel olarak karşılaştırıldığında tohum bahçesi kökenli fidanlar (ortalama boy= 316.0 cm) meşcere kökenli fidanlara (ortalama boy= 307.0 cm) oranla daha fazla boy büyümesi yapmaktadırlar. Aradaki fark oransal olarak % 2.93 kadardır. İkili karşılaştırmalarda ise,

yalnızca yüksek rakımlı Gölhisar-Gölhisar tohum bahçesi kendi meşceresinden istatistiki anlamda önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Gölhisar-Gölhisar tohum bahçesi ile meşceresi arasındaki boy farkı Denizli deneme alanında % 15.0, Bucak deneme alanında % 17.0 ve Antalya deneme alanında % 10.0 düzeyindedir. Diğer bahçe ve meşcereler arasındaki farklar yüzde olarak sırasıyla Alanya-Kargı % 1.7, Çameli-Göldağ % 2.7, Fethiye-Yapraktepe % 3.4 ve Antalya-Olimpos MP için % - 4.7 olarak hesaplanmıştır. Örneklenen tohum bahçeleri ve tohum meşcerelerine ait boy büyümesine ilişkin karşılaştırmalar incelendiğinde; yüksek rakımlı Gölhisar-Gölhisar tohum bahçesi haricinde bahçeler lehine önemli bir fark olmadığı, Antalya-Olimpos MP'da ise meşcere lehine farklılığın olduğu görülmektedir.

Orta yükselti kuşağında (780 m) tesis edilmiş olan Denizli deneme alanı için tohum bahçe ve meşcereleri karşılaştırıldığında; en önemli farklılığın sırasıyla, Gölhisar-Gölhisar (% 14.8) ve Fethiye-Yapraktepe (% 10.0) tohum bahçe ve meşcereleri arasında olduğu gözlenmiştir. Bu durumun Gölhisar-Gölhisar tohum bahçesinin orijini olan meşcere kızılçamın üst yükselti zonunda (1100 m), Fethiye-Yapraktepe meşceresinin ise orta yükseltide (600 m) yer almasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Kızılçamın orta yükselti kuşağında (750 m) tesis edilmiş olan diğer deneme alanında (Bucak-Pamucak) ise, yine en önemli farklılıklar yüksek rakım orijinli Gölhisar-Gölhisar (% 17.2) ve orta yükseltiden gelen Çameli-Göldağ (% 8.7) bahçe-meşcereleri için hesaplanmıştır.

Alt yükselti kuşağındaki Antalya-Nebiler deneme alanında (270m) yine aynı ıslah zonundan gelen Alanya-Kargı ve Antalya-Olimpos MP bahçelerinin en iyi boy gelişimini göstermeleri, tohum kaynaklarının kendi yükselti kuşaklarında daha başarılı oldukları varsayımını doğrulamaktadır.

Genel olarak; bahçe ve meşcerelerin karşılaştırılmasında ise ortaya çıkan % 2.93'lük bahçeler lehine farkın önemli bir oranının Gölhisar-Gölhisar orijininin kaynaklanması olasıdır. Söz konusu tohum bahçeleri için plus ağaç seçimi tamamen fenotipik seleksiyona dayanmaktadır. Yani tohum bahçeleri, tohum meşcereleri içinden büyüme (boy, çap) ve kalite (gövde düzgünlüğü, ince dallılık, dal açısı vb..) özellikleri açısından üstün (plus) ağaçlardan alınan aşılı kalemlerinin (genetik kopya) altlıklara aşılması suretiyle elde edilen aşılı fidanlarla akrabalığı engellemek için özel bir desenle kurulmaktadır. Her ne kadar seçim genetik test sonuçlarına dayanmasa da bu şekilde yapılan bir seleksiyon sonucunda tohum

meşcerelerine göre bahçelerden daha fazla kazanç elde edilmesi olasıdır (ÜRGENÇ 1982; TALBERT 1982; LI ve ark 1999; MATZIRIS 2000; ÖZTÜRK 2003). Ancak bu çalışmada, Gölhisar-Gölhisar tohum bahçesi ve genel değerlendirme hariç, diğer tohum bahçelerinden beklenen düzeyde genetik kazanç elde edilememiştir.

Kazanç elde edilememesinin nedenlerinden birisi tohum meşcerelerinden örneklenen ağaçların plus ağaçlara yakın özelliklerde ağaçlar olmasıdır. Bir başka neden de boy için tahmin edilen kalıtım derecesinin Antalya denemesi hariç ortalama 0.20 civarında olmasıdır. Boy açısından plus ağaç seçiminde isabet derecesi, kalıtım derecesinin karekökü kadardır (DÜZGÜNEŞ ve ark 1996). Bu değer de yaklaşık 0.45'dir. Her bir deneme alanı için ayrı ayrı kalıtım derecesinin hesaplanmasında, eklemeli genetik varyansın genotip çevre etkisini de içermesinden dolayı, kalıtım derecesinin bir miktar yüksek hesap edilmiş olması söz konusudur. Bu nedenle, hesaplanan kalıtım dereceleri daha da düşebilir (NAMKONG ve ark 1966; ZOBEL ve TALBERT 1984; NYQUIST 1991). Dolayısıyla, plus ağaç seçiminde boy açısından genetik olarak üstün olanların seçim olasılığı 0.45'in altındadır. Boy karakteri için kalıtım derecesinin düşük olmasının bir önemli sonucu seleksiyon şekline ilişkindir. Kalıtım derecesinin düşük olması halinde seleksiyon etkinliği düşmektedir. VELİOĞLU ve ark (2003)'de tohum meşcereleri ve tohum bahçeleri arasında gen frekansları ve genetik çeşitlilik bakımından anlamlı farklılıklar bulamamışlardır. Bu çalışmada da tohum meşcereleri ve tohum bahçeleri arasında Gölhisar-Gölhisar hariç anlamlı farklılıklar bulunamamıştır. Bu bulgular Velioglu ve ark. (2003)' ile uyumludur. Seleksiyon etkinliğini artırmak ihtiyacı vardır ki, bunun da yolu döl denemelerinin tesis edilmesidir. Bu anlamda; Kızılçam Islah Programında döl denemeleri sonuçlarına göre seleksiyon yapılması isabetli bir yaklaşım olmuştur (KOSKI ve ANTOLA 1993).

Yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre; çap, hacim ve gövde düzgünlüğü gibi karakterlere ait kalıtım dereceleri boya göre daha yüksektir (IŞIK 1998; GÜLBABA 1999; MATZIRIS 2000). Bu nedenle, ileride yapılacak değerlendirmelerde bu karakterler için önemli ölçüde kazanç elde edilebileceği göz önüne alınmalıdır.

ÖZTÜRK (2003)' çalışmasında yer alan denemelerden birisi olan Antalya-Düzlerçamı deneme alanında, boy için genel olarak tohum bahçelerinden % 4.8, Alanya-Kargı tohum bahçesinden % 5.8, Antalya-Olimpos MP tohum bahçesinden ise % 2.8 oranında genetik kazanç elde edilebileceğini bildirmektedir. ÖZTÜRK (2003)'ün elde ettiği sonuçlar alçak zon döl denemelerinin 4. yaş boy ölçümlerine aittir. Bu çalışma ise 6. yaş

boy ölçümlerinin değerlendirilmesidir. Kızılcamda maternal (anaya ait) etkiye ait çalışma bulunmamaktadır. Ancak 2 yıllık bir yaş farkından kaynaklanan “maternal (anaya ait)” etki nedeniyle, ÖZTÜRK (2003) kalıtım derecelerini yüksek tahmin etmiş, dolayısıyla da genetik kazancı da yüksek bulmuş olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (PERRY 1976). Bunun yanında iki çalışmada da seçilen populasyonlardan ikisi (Alanya-Kargı ve Antalya-Olimpos MP) aynı olsa da tohum meşcerelerinden örneklenen bireyler farklıdır. Bir diğer konu da ÖZTÜRK (2003) ve bu çalışmada yararlanılan bahçe-meşcere karşılaştırma yöntemlerinin farklı olmasıdır. ÖZTÜRK (2003)’ kontrol materyali olarak bir grup tohum meşceresini temel alırken bu çalışmada, her bir tohum bahçesi kendi meşceresi ile karşılaştırılmıştır. Yine bahçelerden tohum toplama yıllarının bol tohum yılına rastlayıp rastlamaması da önemli bir faktördür. Bol tohum yıllarında bahçe içindeki dişi çiçeklerin bahçe dışından gelen polenlerle döllenme olasılığı daha az olabilmektedir. Ancak, kızılcam tohum bahçelerinden her yıl tohum toplanabildiği için her iki çalışmada da böyle bir bilgi bulunmamaktadır.

ÖZTÜRK (2003) ve bu çalışma için aynı etkiye sahip olması beklenen bir konu da; açık döllenmiş tohum bahçelerinin en önemli sorunlarından biri olan polen kirliliğidir. Akdeniz Bölgesinin çok kırıklı bir coğrafi yapısı bulunmaktadır. Bu türün doğal yayılış alanı içinde doğal meşcerelerden izole, uygun büyüklükte ve homojenlikte yer bulma zorluğu nedeniyle, bahçeler doğal meşcereler içerisindeki uygun boşluklara kurulmuştur. Doğal meşcereler içerisine etkin bir izolasyon zonu tesis etmeden bahçe kurulmasının en önemli sakıncası dışardan gelen polenlerle bahçedeki klonların döllenmesidir. Polen kirliliği olarak adlandırılan bu olay, tohum bahçesi tohumları için öngörülen genetik kazancın önemli düzeyde azalmasına neden olmaktadır. Antalya-Asar mevkiinde tesis edilmiş olan Çameli-Göldağ tohum bahçesi için eşleşme sisteminin ve genetik kirliliğin tahmin edildiği çalışmada bahçede yer alan klonların çevredeki meşcerelerden gelen polenlerle döllenme oranı % 85.7 olarak tahmin edilmiştir. Yine aynı çalışmada, toplam döllenmenin ancak % 9.0’u tohum bahçesinin içindeki klonların arasındaki polenlerle gerçekleşmiş olduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak; yüksek düzeydeki polen kirliliği nedeniyle tohum bahçesinden beklenen genetik kazancın % 43.0 oranında azalacağı belirtilmiştir (KAYA 2001). Mevcut kızılcam tohum bahçelerindeki fiziksel izolasyon zonu en fazla 75-100 m civarındadır. Oysa, birçok Çam türü için halen uygulanan standart 120-150m’lik izolasyon zonunun polen kontaminasyonunu azaltmak için etkili olmadığı belirtilmiştir (SQUILLACE 1967; SQUILLACE ve LONG 1981; KAYA 2001).

Deneme alanları, Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı'nın öngördüğü ıslah zonlarında Akdeniz Bölgesi alt (Antalya) ve orta (Bucak) ile Ege Bölgesi orta (Denizli) ıslah zonlarında dağılım göstermektedir (KOSKI ve ANTOLA 1993). Her bir deneme alanı için yürütülen varyans analizleri sonuçlarına göre; tohum bahçelerinin Antalya ve Bucak deneme alanlarında boy bakımından istatistiki anlamda önemli düzeyde farklılaşma gösterdiği belirlenmiştir. Denizli deneme alanında ise boy değerleri bakımından anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır.

Alanya-Kargı tohum bahçesi kendi yükselti kuşağındaki Antalya deneme alanında (270 m), en iyi boy büyümesini yapan bahçe olarak gözlenmektedir. Bu deneme alanında, Alanya-Kargı tohum bahçesi orta ve üst yükselti orijinli bahçelerden ortalama olarak 37.0 cm daha fazla boya sahiptir. Üst yükselti kuşağından (1100 m) gelen Gölhisar-Gölhisar tohum bahçesi ise, Antalya deneme alanında en küçük boy ortalaması ile sonuncu sırada yer almaktadır. Alanya-Kargı tohum bahçesi orta zondaki Denizli ve Bucak deneme alanlarında da boy büyümesi bakımından yine üst sıralardadır. Diğer alt yükselti kuşağından gelen Antalya- Olimpos MP tohum bahçesi de orta yükseltideki Bucak ve Denizli deneme alanlarında boy büyümesi bakımından en son sırada yer alırken, alt yükselti kuşağı zonundaki Antalya deneme alanında ikinci sıraya gelmiştir. Alanya-Kargı tohum bahçesi Antalya ve Fethiye deneme alanlarında gösterdiği üstün performans nedeniyle, alt ıslah zonunda yer alan kızılcım tohum bahçelerindeki klonların ıslah değerlerinin belirlendiği çalışmada da Batı Akdeniz Bölgesi alt ıslah zonu için en uygun tohum kaynağı olarak önerilmiştir (ÖZTÜRK 2003). Her iki çalışmada da yer alan Alanya-Kargı tohum bahçesinin alt ıslah zonunda ve bu çalışma sonuçlarına göre orta zonda da (Denizli ve Bucak) başarı göstermesi bu orijinin stabilite açısından izlenmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Tohum bahçelerinin boy büyümesi bakımından istatistiki olarak farklı bulunduğu orta yükselti kuşağındaki Bucak deneme alanında (750 m) ise, yine kendi yükselti kuşağından gelen Çameli-Göldağ tohum bahçesi boy büyümesi bakımından en başarılı orijindir. Alt yükselti orijinli Antalya-Olimpos MP ise bu deneme alanında ortalama boy büyümesi bakımından sonuncu sırada bulunmaktadır. Antalya-Olimpos MP diğer orta kuşak deneme alanı olan Denizli deneme alanında da ortalama olarak en düşük boya sahip olan tohum bahçesidir. Bu çalışmada; boy büyümesine ilişkin gözlemlerden elde edilen sonuçlar, populasyonların kendi yükselti kuşaklarındaki deneme alanlarında daha başarılı oldukları doğrultusundadır. Yürütülen çalışmadan elde edilen bulguların Türkiye Mili Ağaç Islahı

Programında öngörülen zonlamayı destekler nitelikte olduğu söylenebilir. Ancak, söz konusu çalışma deneysel fidanların henüz 6. yaşına ve yalnızca boy karakterine dayandığından ilerdeki gelişmeler gözlenmeden daha fazla yorum yapılması uygun olmayacaktır.

Genetik varyasyon katsayısı (CV_A), farklı karakterlerin genetik çeşitlilik düzeyini karşılaştırmak için kullanılan bir parametredir. Bu parametre kullanılarak bir karakterin deneme alanlarına göre genetik çeşitlilik düzeyinin nasıl değiştiği de belirlenebilmektedir. Tesis edilen üç deneme alanında da aynı genetik materyal kullanılmasına rağmen, genetik çeşitliliğin önemli bir göstergesi olan genetik varyasyon katsayısı (CV_A), Bucak ve Denizli deneme alanlarında birbirine oldukça yakın değerlerde (sırasıyla 10.3, 9.3) iken, Antalya deneme alanında diğer iki deneme alanının hemen hemen yarısı kadardır (5.0). Genetik varyasyon katsayısı ile kalıtım dereceleri arasında paralellik olması, her iki parametrenin kaynağının aynı olmasından kaynaklanmaktadır. Antalya deneme alanında hem bireysel kalıtım derecesi hem de genetik varyasyon katsayısının düşük olması bu deneme alanında genetik etkinin çevre etkisiyle örtüldüğü kanısını uyandırmaktadır. Antalya deneme alanının diğer deneme alanlarına göre daha az homojen olduğunu gösteren CV_{SF} katsayısının yüksek olması da bu kanıyı güçlendirmektedir. Kızılcım alçak zon orijin denemeleri 4. yıl sonuçlarına göre en küçük genetik varyasyon katsayısının yine genetik kazanç denemesi ile aynı yörede bulunan Antalya deneme alanı ($CV_A=8.13$) için gözlemlendiği bildirilmiştir (ÖZTÜRK 2003). Kızılcımın bazı büyüme karakterleri için genetik parametrelerin tahmin edildiği Antalya-Düzlerçamı yöresinde tesis edilmiş olan bir başka çalışmada 13. yaş boy için CV_A 9.6, 17. yaş için ise 7.1 olarak hesaplanmıştır (IŞIK ve ark. 1999). Bu veriler, her iki çalışmanın da aynı yörede fakat farklı genetik materyal kullanılarak tesis edilmesine rağmen benzer sonuçlar alınması bakımında ilgi çekicidir. Antalya deneme alanındaki genetik varyasyonun diğer iki deneme alanına göre oldukça küçük oranda olmasına rağmen en iyi boy büyümesi Antalya deneme alanında elde edilmiştir. Ancak, hızlı büyümenin, aileler arasındaki farklılaşmanın artmasına ve genetik varyansın daha güvenilir ve yüksek bir şekilde tahmini anlamına gelmediği ifade edilmektedir (IŞIK 1998). Verimi yüksek deneme alanlarında hızlı büyüme ile birlikte artan çevresel varyans ve dolayısıyla fenotipik varyansın aile ortalamaları arasında artan farklılığı (genetik varyansı) dengelendiği bildirilmektedir (COTTERIL ve DEAN 1988; IŞIK 1998). Benzer biçimde ÖZTÜRK'de (2003)' çalışmasında, boy ortalaması daha düşük olan Fethiye deneme alanı için, boy ortalaması daha yüksek olan Antalya deneme alanına göre, daha yüksek genetik varyasyon katsayısı elde etmiştir. Hatta çevresel etkiler sonucu ortaya çıkan kuraklık

stresi etkisinin kızılçam fidanlarında, bazı karakterlerde genetik varyasyonun artmasına dolayısıyla, kalıtım derecesinin yükselmesine neden olabildiğini bildiren bir çalışma da bulunmaktadır (IŞIK ve ark 2002-b).

Kalıtım derecesi ağaç ıslahında iki açıdan önem taşımaktadır. Birincisi; genotipin özellikler (karakterler) üzerindeki etki miktarının bilinmesine duyulan ihtiyaçtır. İkincisi belki de daha önemlisi ise; kalıtım derecesinin ebeveynler arasındaki farkların döllere geçme miktarının tahminini sağlamasıdır (PIRCHNER 1983). Dolayısıyla, kalıtım derecesi genetik kazancın doğrudan girdisidir. Kalıtım derecesi yükseldikçe elde edilecek genetik kazanç da aynı oranda yükselecektir. Kalıtım derecesi yüksek türlerde genetik testlere gerek kalmadan fenotipe göre seleksiyon yapılabilir (DÜZGÜNEŞ ve ark. 1996). Bu durumda, genetik varyans yüksek olduğu için isabet derecesi yüksek olacaktır. Deneme alanlarına göre ağaç boyu için tahmin edilen bireysel kalıtsallık dereceleri sırasıyla; Antalya deneme alanında 0.05 ± 0.059 , Bucak deneme alanında 0.22 ± 0.072 ve Denizli deneme alanında 0.20 ± 0.073 'dir. Genetik varyasyon katsayıları birbirine çok yakın olan Denizli ve Bucak deneme alanlarında bireysel kalıtsallık dereceleri de birbirine benzerdir. Denizli ve Bucak deneme alanlarında boy büyümesi için hesaplanan kalıtım dereceleri, diğer orman ağaçları için hesaplanan kalıtım dereceleri ile uyumludur (ÖZTÜRK 2003).

Antalya deneme alanı için hesaplanan bireysel kalıtım derecesi (0.05 ± 0.059), yine ayrı yörede tesis edilmiş olan 6 yaşındaki kızılçam denemelerinin boy karakteri için tahmin edilen kalıtım derecesinin ($h_i^2 = 0.10$) ve alçak zon kızılçam döl denemeleri Antalya deneme alanı 4. yaş boy karakteri için tahmin edilen bireysel kalıtım derecesinin ($h_i^2 = 0.11$) yarısı kadardır (ÖZTÜRK 2003; IŞIK ve ark. 1999). Antalya deneme alanında bulunan kalıtım derecesi orman ağaçlarında boy için bulunan kalıtım derecelerinden oldukça düşüktür.

Kalıtım derecesi değerleri, aynı türün bir popülasyonundan başka bir popülasyonuna, aynı karakterin bir gelişim evresinden başka bir gelişim evresine, aynı popülasyonun denendiği bir deneme alanından başka bir deneme alanına göre değişebilmektedir (IŞIK 1980). Aynı genetik materyal için Bucak ve Denizli deneme alanında nispeten yakın, Antalya deneme alanında ise oldukça farklı bulunan kalıtım derecesi de bu durumun tipik bir örneğidir.

Bugüne kadar ülkemizde 450 hektar sahada 63 adet kızılçam tohum bahçesi tesis edilmiştir (ANONİM 2003). Tohum bahçelerinin en önemli işlevi ağaçlandırma ve yapay gençleştirme çalışmaları için ekonomik

anlamda ve istenilen miktarda tohum üretmektir (ZOBEL ve TALBERT 1984; JETER 1999; ÖZTÜRK ve ŞIKLAR 2000). Böylece, taleplere uygun odun hammaddesi üretiminin gerçekleşmesine hizmet edebilecektir. Bu işlevin yerine getirilmesi için ıslah sonucu elde edilen materyal uygulamaya tohum bahçeleri yoluyla aktarılmaktadır. Tohum bahçeleri bu işlevini yerine getirmek yanında tohum kaynağı (orijin) ile ilgili sorunlara da çözüm olmaktadır.

Tohum bahçeleri genetik olarak üstün tohum üretmek yanında ıslah edilmiş tohumun ekonomik olmasını da sağlamaktadır. Tohum bahçeleri tohum üretimini artırmak için daha düşük yükseltilerde ve ulaşımı kolay alanlara kurulmaktadır. Dolayısıyla, ulaşım ve tohum toplama maliyeti tohum meşcerelerinden tohum üretimine oranla oldukça düşüktür. Ayrıca, tohum bahçeleri tekniğine uygun işletildiğinde (toprak işleme, ot alma, gübreleme, budama ve sulama gibi) tohum meşcerelerine göre daha sık aralıklarla ve daha bol tohum üretebilmektedirler (ZOBEL ve TALBERT 1984). Tohum bahçelerinde ağaçların geniş aralık-mesafe ile dikilmeleri tohum üretim miktarı ile doğrudan ilişkili olan ısı ve ışık miktarını arttırmaktır. Örneğin; kızılçamda tohum meşcereleri 40 kg/ha, tohum bahçesi 100 kg/ha tohum üretebilmektedir (KOSKI ve ANTOLA 1993).

Tohum bahçelerinin en önemli işlevlerinden birisi de kendilerine kaynaklık eden popülasyonların birer sigortası olmalarıdır. Kızılçamdaki çalışmalar tohum bahçelerinin kendilerine kaynaklık eden popülasyonlardaki genetik çeşitliği koruduklarını ortaya koymuştur (VELİOĞLU ve ark. 2003). Popülasyonların bir yedeği olarak ex-situ korumaya da hizmet etmektedirler. Bu durumun önemi, yaşanan uygulamalarda da ortaya çıkmıştır. Örnek olarak; Orhaneli-Göktepe orijinli kızılçam tohum meşceresi yangınla yok olmuş, bu orijine ait tohum bahçesi ise bu meşcerenin güvencesi olmak yanında yöredeki ağaçlandırmalar için de tohum üretimini sürdürmektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi tohum bahçeleri sadece ıslah edilmiş ve ekonomik tohum sağlamakla kalmamakta, kendi orijininin ex-situ korunması ve bilimsel çalışmalara kaynaklık etmesi gibi işlevleri de bulunmaktadır. Ülkemiz açısından ise, aynı zamanda ağaçlandırmalarda uygun kaynaklı (orijinli) tohum kullanılmasını da güvenceye alınmasına katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışma 6. yaşındaki deneysel fidanların, boy karakteri için yapılmıştır. İlerde yapılacak çalışmalarda ekonomik bakımdan önemli olan çap, hacim ve gövde düzgünlüğü gibi diğer karakterlerde değerlendirmelere dahil edilecektir. IŞIK (1998)'e göre kızılçam popülasyonları arasında çap

ve gövde düzgünlüğü bakımından önemli düzeyde farklılıklar vardır. Bu nedenle, gövde düzgünlüğü ve hacim için ileride yapılacak değerlendirmelerde genetik kazanç elde edilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Kantitatif karakterler (boy, çap, hacim) çok sayıda (multiple factor) gen tarafından kontrol edilmektedirler. Bu karakterler üzerinde çevrenin etkisi daha fazla olabilmektedir (FALCONER ve MACKAY 1996). Bu durumda, genetik kazancı yakalamanın en iyi yolu genetik testlerle üstünlüğü kanıtlanmış ailelerle tohum bahçeleri kurmak ve yönetmektir. Döl denemeleri sonuçlarına göre; kurulan genotipik tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazancın fenotipik tohum bahçelerine oranla oldukça yüksek olabildiği (iki katın üzerinde) bildirilmektedir (NAMKONG ve ark. 1966; SHELBOURNE 1969; ÖZTÜRK 2003).

Boy karakteri için hesaplanılan kalıtım derecesinin düşük olması fenotipik seleksiyonla elde edilecek kazancın oldukça düşük olmasına neden olur. Çünkü; kalıtım derecesinin düşük olması halinde fenotip ile genotip arasındaki ilişki düşüktür. Bunun sonucunda, populasyonda gen frekanslarının istenilen şekilde değiştirilmesi olasılığı zayıf olur. VELİOĞLU ve ark. (2003)'de tohum meşcereleri ve tohum bahçeleri arasında gen frekansları ve genetik çeşitlilik bakımından anlamlı farklılıklar bulamamışlardır. Bu çalışmada da tohum meşcereleri ve tohum bahçeleri arasında Gölhisar-Koçaş hariç anlamlı farklılıklar bulunamamıştır. Bu bulgular VELİOĞLU ve ark. (2003) ile uyumludur. Oysa, çap, hacim ve gövde düzgünlüğü gibi karakterlerde kalıtım derecesi daha yüksektir (IŞIK 1998). Bu nedenle, ileride yapılacak değerlendirmelerde bu karakterler için önemli ölçüde kazanç elde edilebileceği göz önüne alınmalıdır.

Boy karakteri için kalıtım derecesinin düşük olmasının bir önemli sonucu, seleksiyon şekline ilişkindir. Kalıtım derecesinin düşük olması halinde seleksiyon etkinliği düşmektedir. Dolayısıyla, seleksiyon etkinliğini artırmak ihtiyacı vardır ki, bunun da yolu döl denemelerinin tesis edilmesidir. Bu anlamda, Kızılçam Islah Programında döl denemeleri sonuçlarına göre seleksiyon yapılması isabetli bir yaklaşım olmuştur.

ÖZET

Türkiye’de 2003 yılı itibariyle toplam 450 ha büyüklüğünde, 463 adet kızılçam tohum bahçesi bulunmaktadır. Bu tohum bahçelerinin verimli bir şekilde işletilebilmeleri için çeşitli araştırma çalışmalarına gereksinim bulunmaktadır.

Bu çalışmada; kızılçam (*Pinus brutia* Ten) birinci generasyon fenotipik klonal tohum bahçelerinden tohum meşcerelerine kıyasla ağaç boyu karakteri için ne kadar genetik kazanç elde edilebileceğini bulmak amaçlanmıştır. Bu amaçla, üç farklı ıslah zonunda yer alan beş adet tohum meşceresi ile bu meşcerelerden seçilen plus ağaçlarla kurulmuş klonal tohum bahçelerinden toplanan tohumlardan üretilen fidanlarla Antalya (270 m), Bucak (750 m) ve Denizli’de (780 m) üç adet deneme tesis edilmiştir. Denemelerde 6. yıl büyüme mevsimi sonu itibariyle fidan boyları ölçülerek değerlendirme yapılmıştır.

Denemelerin tamamında *tesadüf blokları* deneme deseni kullanılmıştır. Deneme alanları 4’er blokta oluşmaktadır. Her blokta örneklenen tohum bahçelerine ait klonlar 6’şar bireyle temsil edilirken bu bahçelerin orijini olan meşcereler örneklenen 27 ağaçtan karıştırılarak elde edilmiş 6 bireyle temsil edilmektedirler. Kullanılan parsel düzenlemesi ise 6 ağaçlı sıra parselidir.

Antalya, Bucak ve Denizli deneme alanları arasında boy büyümesi bakımından belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu çalışma için örneklenen tohum bahçeleri ve tohum meşcereleri boy büyümesi bakımından genel olarak karşılaştırıldığında, tohum bahçesi kökenli fidanlar (ortalama boy= 316.0 cm) meşcere kökenli fidanlara (ortalama boy= 307.0 cm) oranla daha fazla boy büyümesi yapmaktadırlar. Aradaki fark % 2.93 kadardır. Ayrıca, genel karşılaştırmada tohum bahçeleri ile tohum meşcerelerine ait fidanlardaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($Pr= 0.011$). İkili karşılaştırmalarda ise, yalnızca yüksek rakımlı Gölhisar-Gölhisar tohum bahçesi kendi meşceresinden istatistik olarak önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Antalya-Olimpos MP hariç diğer tohum bahçe ve meşcereleri arasında tohum bahçeleri lehine fark olmasına karşın, bu farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Deneme alanlarına göre, ağaç boyu için tahmin edilen bireysel kalıtım dereceleri Antalya deneme alanında 0.05 ± 0.059 , Bucak deneme alanında 0.22 ± 0.072 ve Denizli deneme alanında 0.20 ± 0.073 düzeyindedir.

Boy büyümesi bakımından, orta yükselti kuşağındaki Denizli ve Bucak deneme alanlarında orta ve üst yükseltiden gelen Çameli-Göldağ ve Gölhisar-Gölhisar tohum Bahçeleri başarılı olurken, alt ıslah zonunda yer alan Antalya deneme alanında alt yükseltiden gelen Alanya-Kargı ve Antalya-Olimpos MP tohum bahçeleri başarılı olmuştur. Alanya-Kargı tohum bahçesi diğer çalışmalarda gösterdiği başarıda dikkate alındığında stabilite açısından dikkat çekicidir. Tohum kaynaklarının kendi yükselti kuşaklarında başarılı olması Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim programınca önerilen ıslah zonlarını desteklemektedir.

Denemelerin değerlendirme yaşı göz önüne alındığında 6. yaş kızılçam için erken bir yaştır. Dolayısıyla, gerçekleşen kazancı tam anlamıyla ortaya koyabilmek için boy dışındaki diğer karakterler açısından da değerlendirme yapılmasında yarar bulunmaktadır. Bu nedenle çap ve gövde formu gibi ekonomik öneme sahip karakterler gözlenebilir duruma geldiğinde denemeler yeniden değerlendirilmelidir.

SUMMARY

There are 63 Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) seed orchards covering 450 ha land in Turkey by the year 2003. For the productive management of these seed orchards there is a necessity to have various research studies.

In this study it is aimed to find out how much genetic gain can be obtained in Turkish red pine first generation phenotypic seed orchards with respect to seed stands in terms of height growth character. For this purpose trials have been established in Antalya (270 m), Bucak (750 m) and Denizli (780 m). Seedlings were grown from seeds of 5 seed stands (3 different breeding zones) and 5 clonal seed orchards that have been established by using plus trees selected from these seed stands. Height measurements were done and evaluated by the end of 6th year growth season.

Randomized block design was used in all trials. Block number was 4 and plot design is row plot. In each block there were 6 seedlings from each clone of each seed orchard and 6 seedlings from randomly selected seeds of 27 sampled trees from each seed stand.

Significant differences were observed in Antalya, Bucak and Denizli trial sites in terms of height growth. Seedlings originating from seed orchards (mean height= 316 cm) have been shown to do more height growth when compared to seedlings originating from seed stands (mean height=307 cm). The difference was 2.93%. In addition, height difference between seed orchard and seed stand seedlings was statistically significant ($P= 0.011$). When individual seed orchards were compared to their respective seed stands, only high elevation Gölhisar-Gölhisar seed orchard was shown to significantly different from its respective seed stand. Although there were no statistically significant differences in height growth, seed orchard seedlings were higher than seed stand seedlings except Antalya-Olimpos MP.

Individual heritability for tree height was estimated as 0.05 ± 0.059 for Antalya trial site, 0.22 ± 0.072 for Bucak trial site and 0.20 ± 0.073 for Denizli trial site.

Çameli-Göldağ and Gölhisar-Gölhisar seed orchards from middle and high elevation zones showed better height growth in Denizli and Bucak trial sites located at middle elevation zone. Alanya-Kargı and Antalya-Olimpos MP seed orchards from low elevation zone were better in height growth in Antalya trial site located at low elevation zone. The success of Alanya-Kargı seed orchard is remarkable since it was also shown to be more

successful in previous studies. These findings supports the breeding zones proposed in National Tree Breeding and Seed Production Program.

It is early for evaluation of results when the age of trials is considered. Therefore it is essential to evaluate genetic gain in terms of height and other characters in subsequent years. For that reason it is necessary to continue observations in trials.

KAYNAKÇA

- ALEMDAĞ, Ş., 1962. Türkiye'deki Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılatı ve Amenajman Esasları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten Serisi, 11, 198 ss., Ankara.
- ANONİM, 2000. Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand: Main Raport. Genava Timber and Forest Study Paoers No:17, ECE/FAO 445p.
- ANONİM, 2001. VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. DPT Yayınları No:DPT 2531/547 s: 96,97. Ankara.
- ANONİM, 2003. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü 2002 Yılı Çalışma Raporu-2003 Yılı Çalışma Programı.
- CARSON, M. J. and WILCOX, M.D., 1992. Forestry Plant Breeding in New Zealand. Chapter 16.
- COTTERIL, P.P., 1987. On Estimating Heritabilities According to Practical Applications . *Silva Genetica*, 36 (1): 46-48.
- COTTERIL, P. P., DEAN, C.A., 1988. Changes In The Genetic Control of Growth of Radiata Pine to 16 Years and Efficiencies of Early Selection. *Silvae Genetica*, 37(3/4): 138-146.
- DAOUST, G. and BEAULEU, J., 2004. Genetics, Breeding, Improvement and Conservation of *Pinus strobus* in Canada. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-32.
- DÜZGÜNEŞ , O., ELİÇİN, A., AKMAN, N., 1996. Hayvan Islahı. III. Baskı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1417, Ankara.
- DURKAYA, A., 2001. Endüstriyel Plantasyonlarda Yer Seçimi ve Planlama İlkeleri. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, İstanbul, ss. 132-133.
- ERKAN, N., 1998. Hızlı Büyüyen Türler ve Kızılçam. Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar Konusunda Workshop Bildirileri 8-9 Aralık 1998, Ankara. Orman Bakanlığı Yayınları, Yayın No: 083, s: 239-247.
- ERKAN, N., UZUN, E., BAŞ, M.N., 2002. Odun Üretim Amaçlı Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Ekonomik Analizler. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten No: 17.
- FALCONER, D. S. and MACKAY, T.F.C., 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman Group Ltd., Harlow, 464-494 pp.

- FEILBERG, L. and SOEGAARD, B., 1975. Historical review of Seed Orchards. Seed Orchards (Faulkner, R. Ed.), Forestry Comission Bulletin No.54: 1-8.
- GÜLBABA, G., 1999. Tohum Bahçesine Dönüştürülecek (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) Döl Denemesinde Kalıtım Derecesi ve Genetik Kazancın Belirlenmesi. DOA Dergisi Yıl: 1999, Sayı: 5.
- IŞIK, K. 1980. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Populasyonlar Arası ve Populasyonlar İçi Genetik Çeşitliliğin Araştırılması. I: Tohum ve Fidan Karakterleri. ODTÜ Biyolojik Bilimler Bölümü, Doçentlik Tezi.
- IŞIK, K., 1986. Altitudinal Variation in *Pinus brutia* Ten. : Seed and Seedling Characteristics. *Silvae Genetica*, 35 2-3, 57-65.
- IŞIK, F., 1998. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Genetik Çeşitlilik, Kalıtım derecesi ve Genetik Kazancın Belirlenmesi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü. Teknik Bülten Serisi No: 7 28-29 pp.
- IŞIK, F., 2005. Kişisel web sayfası (www4.ncsu.edu/~fistik).
- IŞIK, F., IŞIK, K. ve LEE, S.J., 1999. Genetic Variation in *Pinus brutia* Ten. in Turkey: I. Growth, Biomass and Stem Quality Traits. *Forest Genetics*, 6(2): 89-99.
- IŞIK, F. ve KAYA, Z., 1995. Toroslarda Güney-Kuzey Doğrultusunda Örneklenen Kızılçam Populasyonlarında Genetik Çeşitliliğin Yapısı. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, sayı: 1 s: 20-54.
- IŞIK, F., KESKİN, S., CENGİZ, Y., GENÇ, A., DOĞAN, B., TOSUN, S., ÖZPAY, Z., UĞURLU, S., ÖRTEL, E., DAĞDAŞ, S., KARATAY, H., YOLDAĞ, İ., 2002a. Kızılçam Orijin Denemelerinin 10 Yıllık Sonuçları. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayınları, Teknik Bülten No: 14.
- IŞIK, F., KESKİN, S., SABUNCU, R., ŞAHİN, M., BAŞ, M.N., KAYA, Z., 2002b. Kızılçamda ((*Pinus brutia* Ten.) Farklı Populasyonlara Ait Fidanların Kuraklık Stresine Morfolojik ve Fenolojik Tepkileri Bakımından Genetik Çeşitlilik. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü. Teknik Bülten Serisi No: 15.
- İKTÜEREN, Ş., 1977. Türkiye Dağılışı İçinde Kızılçam ve Fıstıkçamı Orijin Denemeleri. I: Tohum ve Fidanlık. TÜBİTAK VI. Bilim Kongresi Tebliği.
- JETER, J., 1999. Pine Seedlings: 1960 and Beyond. Alabama's Treasured Forests:12-13.
- KAYA, N., 2001. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Çameli-Göldağ Orijinli Asar- Antalya Klonal Tohum Bahçesinde Eşleşme Sisteminin ve

- Genetik Kontaminasyonun Saptanması. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Antalya, 81 ss.
- KOSKI, V and ANTOLA, J., 1993. Turkish National Tree Breeding and Seed Production Program for Turkey (1994-2003), Cooprepared with ENSO Forest Development Inc and Forest Tree Seeds and Tree Breeding Institute, Ankara.
- KOSKI, V., 2000. A Note on Genetik Diversity in Natural Populations and Cultivated Stands of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). Invest. Agr.: Sist. Recur. For.: Fuera de Serie No: 1. pp: 89-95.
- LEE, S., 1999. Genetic Gain from Scots Pine: Potential for New Commercial Seed Orchards. Information Note: 27 (www.foestry.gov.uk).
- LI, B., 1999. Observation and Recommendation for the Forest Tree Improvement Program in Turkey. A Trip Report.
- LI, B., Mc KEAND, S. E., WEIR, R. J., 1999. Tree improvement and sustainable forestry, impact of two cycles of loblolly pine breeding in the U. S Forest Genetics. 6(4) :229-234.
- LOO-DINKENS, J., 1992. Field test design. Handbook of quantitative forest genetics, Forestry Science, 39; 96-139. In ed: L. Fins, S.T. Friedman and J.V. Brotschol.
- LYNCH, M. & WALSH, B., 1998. Genetics and Analysis of Quantitative Traits. Sinauer Associates, Sunderland, MA..
- MATZIRIS, D.I., 2000. Genetic Variation and Realized Gentic Gain from Aleppo Pine Tree Improvement. *Silvae Genetica*. 49, 1: 5-10.
- NAMKOONG, G., SNYDER, E. B., STONECYPHER, R. W., 1966. Heritability and Gain Concept for Evaluating Breeding Systems Such as Seedling Seed Orchard, *Silvae Genetica*, 15 (3): 78-84.
- NYQUIST, W. E., 1991. Estimation of heritability and Prediction of Selection Response in Plant Populations. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 10 (3): 235-322.
- ÖZTÜRK, H. 2003. Kızılcım (*Pinus brutia* TEN.) Tohum Bahçelerinde Yer Alan Klonların Islah Değerlerinin Açık Tozlaşma Döl Denemeleri İle Belirlenmesi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.
- ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S., 2000. Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim Programı. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Dergisi. Sayı:1(1-41). s: 23-26.
- PERRY, T.O., 1976. Maternal Effects On The Early Performance of Tree Progenies. In: *Tree Physiology and Yield Improvement* , M.G.R.

- Cannel and F.T. Last Eds, Academic Pres, London, San Fran., sayfa: 473-481.
- PIRCHNER, F., 1983. Population Genetics in Animal Breeding. 2nd. Ed. Plenum Pres. New York, USA. Pp:107-117.
- SAS Inst. Inc.: SAS/STAT User's Guide, The SAS System Release 8.2 (TS2M0) edition, Cary, NC, (2002), 1028 pp.
- SHELBOURNE, C.J.A., 1969. Tree Breeding Methods. Forest Research Institute Technical Paper 55, New Zealand Forest Service. Wellington, New Zealand. 41 p.
- SQUILLACE, A.E., 1967. Effectiveness of 400-foot Isolation Around A Slash Pine Seed Orchard. Journal of Forestry. 65:823-829.
- SQUILLACE, A.E. and LONG E.M., 1981. Proportion of Pollen from Nonorchard Sources. In: E. C. Franklin (Ed.), Pollen Management Handbook, pp.15-19. USDA Agric. Handbook. 587. Washington, DC.
- SWEET, G.B., 1995. Seed Orchards in devolopment. Tree Physiology 15:527-530.
- TALBERT, T. J., 1982. One Generation of Loblolly Pine Tree Improvement: Result and Challenges. In: Pollard, D.F.W.; Edawdrds, D.G.W. and Yeatman, C.W. (Eds), Seed Orchards and Strategies for Tree Imrovement. Proc. of 18. Meeting of Canadian Tree Improvement Association, British Columbia:106-121.
- USTA, H. Z., 1991. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten Serisi, 219, 138 ss., Ankara.
- ÜRGENÇ, S., 1982. Orman Ağaçları Islahı. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2836/293. İstanbul, 414 s.
- VAN BUIJTENEN, J.P., 1975. Planning and Strategy of Seed Orchard Programmes Including Economics. Seed Orchards (Faulkner, R. Ed.), Forestry Comisson Bulletin No.54: 9-24.
- WEIR, R. J. and ZOBEL, B. J., 1975. Advanced Generation Seed Orchards. Seed Orchards (Faulkner, R. Ed.), Forestry Comisson Bulletin No.54: 9-24.
- VELİOĞLU, 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. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten Serisi No:10.

- WALTER, C. And CARSON, M. J., 2004. Plantation Forest Biotechnology for the 21st Century . ISBN: 81-7736-228-3. 446pp.Kerala, India.
- ZOBEL, B, J., BARBER, J., BROWN, C.L. and PERRY, T.O., 1958. Seed Orchards-Their Concept and Management. J. Forest., 56:815-825.
- ZOBEL, B.J. and McELWEE, R. L., 1964. Seed Orchard for The Production of Generally Improved Seed. Silvae Genet., 13:4-11.
- ZOBEL, B.J. and TALBERT, J. 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Willey and Sons, Inc. New York, 505 p.