

Müdürlük Yayın No: 43

**İÇ ANADOLU BATI ISLAH ZONU'NDA (1300-1700 m)
SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) DÖL DENEMELERİ
(10. YAŞ SONUÇLARI)**

(ODC: 165.3)

Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Progeny Trials in Inner Anatolian West
Breeding Zone (1300-1700 m)
(Tenth Year Results)

Dr. Murat ALAN Turgay EZEN Dr. Hikmet ÖZTÜRK

Sadi ŞIKLAR Süleyman Işık DERİLGEN

TEKNİK BÜLTEN NO : 30

**T.C.
ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
ORMAN AĞAÇLARI VE TOHUMLARI ISLAH ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**

**FOREST TREE SEEDS AND TREE BREEDING RESEARCH
INSTITUTE DIRECTORATE**

ANKARA-TÜRKİYE

ÖNSÖZ

Toplumun odun hammaddesine olan gereksinimini karşılamak için hem birim alandan üretimi artırmak hem de üretilen ürünlerin kalitesini yükseltmek gerekmektedir. Ağaç ıslahı bu amaçlarla kullanılacak en etkili araçlardan birisidir. Çevre etkileri ile genetik etkilerin ayrılması, bu duruma göre de genetik olarak üstün ağaçların seçilmesi için ağaç ıslahında döl denemeleri kullanılmaktadır. Böylece insan ihtiyaçlarına uygun genlere sahip (daha hızlı büyüyen ve kaliteli gövdeler üretebilen) bireyler seçilebilmekte, bu bireyler ise yaşadıkları sürece bu genetik özelliklerini sürdürmektedirler. Bu bakımdan genetik seçim (döl denemesi), odun hammaddesinin hem miktar hem de kalite bakımından sürekliliğini sağlayan en önemli araçlardan birisi olmaktadır.

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)’da Türkiye’de ilk kez yapılan döl denemeleri ile büyüme (çap ve boy) ve odun kalitesi (dal açısı, gövde düzgünlüğü ve doğal budanma oranı) özelliklerine yönelik ıslah hedeflenmektedir. Bu çalışmada ise 10. yaşta boy, göğüs çapı ölçülerek, değerlendirilmiştir.

Döl denemeleri uzun dönemli araştırmalardır. Bu durum kuruluş çalışmaları kadar denemelerin kontrol ve bakımının da uzun yıllar güvenceye alınması anlamına gelmektedir. Bu bakımdan birçok kuruluşun işbirliği göstermesi önem taşımaktadır. Araştırma projesi kapsamında, üstün ağaçlardan kozalakların toplanıp, deneme fidanlarının yetiştirilmesinden, arazi hazırlığı, yıllık bakım ve koruma çalışmalarına kadar her aşamada katkı sağlayan kapatılmış olan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğüne teşekkürü bir borç biliriz. Yine bu çerçevede kapatılan Eskişehir İl Çevre ve Orman Müdürlüğüne teşekkür ederiz. Ayrıca denemelerin kuruluş çalışmalarına katkı koyan rahmetli Murat NUR ve ölçmelere yardım eden Dr. Burcu ÇENGEL’e teşekkür ederiz. Bu çalışmanın, sarıçam ıslah çalışmalarının daha da ileri götürülmesine katkı sağlamasını dileriz.

Ankara, 2011

Dr. Murat ALAN
Turgay EZEN
Dr. Hikmet ÖZTÜRK
Sadi ŞIKLAR
S. Işık DERİLGİN

ÖZ

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) İç Anadolu Batı İslah Zonu'nda (1300-1700 m), 9 adet popülasyondan seçilen plus ağaçlardan toplanan açık tozlaşma ürünü tohumlarla, Eskişehir-Seyitgazi ve Çatacık-Değirmendere'de iki adet döl denemesi kurulmuştur. Deneme alanlarının her birinde 246 aile bulunmaktadır. Ayrıca deneme alanlarında ayrı bir işlem olarak 7 adet kontrol materyali eklenmiştir. Her iki deneme alanında rastlantı blokları deneme deseni ve 4 ağaçlı sıra parseli kullanılmıştır. Deneme alanlarında blok sayısı 7'dir. Onuncu vejetasyon dönemi sonunda ölçülen göğüs çapı ve boy verileri kullanılarak, ailelerin BLUP yöntemi ile ıslah değerleri bulunmuş ve genetik parametreler tahmin edilmiştir.

Bireysel kalıtım dereceleri Seyitgazi (8A)'de boy için 0.14 ± 0.04 , çap için 0.10 ± 0.03 , Değirmendere (8B)'de aynı sırayla 0.13 ± 0.03 ve 0.10 ± 0.03 tahmin edilmiştir. Aile ortalamaları kalıtım derecesi aynı sırayla Seyitgazi (8A)'de 0.32 ± 0.11 ve 0.23 ± 0.10 ; Değirmendere (8B)'de 0.33 ± 0.11 ve 0.29 ± 0.10 olarak tahmin edilmiştir. İki deneme alanı bir arada değerlendirildiğinde, aileler arası farklılık istatistik olarak anlamsız olduğu için ıslah değerleri tahmin edilmemiştir.

Genotip çevre etkileşimi istatistik olarak önemli ve tahmin edilen "B" tipi genetik korelasyon boy için 0.35 ± 0.06 çap için 0.34 ± 0.06 bulunmuştur. Boy ve çap arasındaki genetik korelasyonlar 0.87-1.00 arasında; 6. yaş boy ile 10. yaş boy arasındaki yaş-yaş korelasyonları ise 0.82-1.00 arasında değişmiştir.

İslah değerleri bakımından, plus ağaçlar istatistik olarak kontrolden farklılık göstermemişlerdir. Deneme alanlarında ıslah değeri en yüksek 30 plus ağaç seçildiğinde ise boy için %12; göğüs çapı için ise %8-16 arasında değişen genetik kazanç sağlanabileceği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sarıçam, *Pinus sylvestris* L., döl denemeleri, BLUP, kalıtım derecesi, ıslah değeri, genetik kazanç, genotip çevre etkileşimi.

ABSTRACT

Open pollinated seeds from 9 populations were used to establish two series of progeny trials in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Inner Anatolian West Breeding Zone (1300-1700 m) at Eskişehir-Seyitgazi and Çatacık-Değirmendere. 246 families were included in each test site where 7 control materials were also planted as a separate process. In both trial sites, randomized block design with 4-tree plot arrangement was used. There were seven blocks in each trial site. At the end of the 10th growing season trees' heights and diameters at breast heights were measured and genetic parameters were calculated. Parental breeding values were estimated by using BLUP method.

In Seyitgazi (8A), individual heritability values for height and diameter at breast height (DBH) were 0.14 ± 0.04 and 0.10 ± 0.03 , respectively. In Değirmendere (8B), individual heritability values were calculated as 0.13 ± 0.03 and 0.13 ± 0.03 , respectively. Heritability of family means for height and DBH were estimated as 0.32 ± 0.11 and 0.23 ± 0.10 in Seyitgazi (8A); 0.33 ± 0.11 and 0.29 ± 0.10 in Değirmendere (8B). In combined analyses, variation among families were not statistically significant, so breeding values have not been calculated.

Estimated genotype-environment interaction was significant and type-B genetic correlations for height and DBH were 0.35 ± 0.06 and 0.34 ± 0.06 , respectively. Genetic correlations between height and DBH were 0.87-1.00; age-age correlations between 6th year height and 10th year's height (age-age correlations) were 0.82-1.00.

With respect to the breeding values, plus trees were not different from control material statistically. For each test site, by selecting the best 30 plus trees, genetic gain was estimated as 12% for height and 8-16% for DBH.

Key words: Scots pine, *Pinus sylvestris* L., progeny test, BLUP, heritability, breeding value, genetic gain, genotype-environment interaction.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZ.....	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL ve YÖNTEM	4
2.1. Tohum Temini.....	4
2.2. Fidanların Yetiştirilmesi.....	6
2.3. Deneme Alanlarının Seçimi, Hazırlanması ve Fidanların Dikimi.....	8
2.4. Deneme Deseni.....	9
2.5. Deneme Alanlarında Bakım, Koruma ve Tamamlama.....	10
2.6. İstatistik Analizler	11
2.6.1. Genetik parametrelerin tahmini.....	13
2.6.1.1. Temel genetik parametreler.....	13
2.6.1.2. İslah değerinin tahmini.....	16
2.6.1.3. Genetik kazancın hesaplanması.....	16
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	18
3.1. Genetik Parametreler	18
3.1.1. Boy	18
3.1.2. Göğüs çapı.....	27
3.1.3. Özellikler arası genetik korelasyonlar	34
3.2. İslah Değerleri ve Genetik Kazanç.....	36
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	41
ÖZET	42
SUMMARY.....	43
KAYNAKÇA	44

1. GİRİŞ

Dünyada hızlı nüfus artışı ve sanayileşme, doğal kaynaklar üzerinde yoğun baskılar oluşturmakta ve bu olumsuzluktan ormanlar ciddi şekilde etkilenmektedir. Bu bağlamda, 2023 yılına kadar dünya nüfusunun ortalama %2 artacağı, orman alanlarının tahribinin süreceği, endüstriyel odun hammaddesi açığının 800-900 milyon m³ olacağı, ormanların biyoçeşitlilik, toprak koruma, su üretimi, rekreasyon, avcılık, ekoturizm gibi fonksiyonlarının giderek önem kazanacağı ve bunun doğal orman alanlarından yapılan üretim üzerinde bir baskı unsuru oluşturacağı ortaya çıkmaktadır (DPT 2007).

Türkiye’de endüstriyel odun arz açığının 2013 yılına kadar 2 milyon m³ civarında olacağı öngörülmektedir (DPT 2007). Bu durumda dünyadaki gelişmelere paralel olarak, Türkiye’de de odun hammaddesi açığı bulunduğu ve önümüzdeki dönemde bu eğilimin süreceği anlaşılmaktadır. Diğer yandan yapılan üretimin kalite olarak istenen düzeyde olmadığı bilinmektedir. Örneğin üretilen tomruğun %96’sı en alt kalite sınıfı olan III. sınıfı oluşturmakta, en iyi kaliteye sahip olan I. sınıf ise %0.01 düzeylerinde kalmaktadır (DPT 2001). Bu bilgiler üretilen tomruğun hemen hemen tamamının kötü kalitede olduğunu göstermektedir.

Birim alanda yapılan odun hammaddesi üretiminin miktar ve kalitesini artırmak için kullanılan en etkili yöntemlerden birisi ağaç ıslahıdır (ZOBEL ve TALBERT 1984). Ağaç ıslahı ile %50’ye kadar miktarı (büyümeyi) (WHITE ve ark. 2003) ve %20’ye kadar kaliteyi (JOHNSON 2000) artırmak mümkün olabilmektedir.

Orman ağaçlarında ıslah çalışmaları genel olarak doğal ormanlardan yapılan seçimle başlamaktadır. Doğal ormanlarda veya ağaçlandırılmış alanlarda yapılan seçimlerde arazinin durumu, yaş farklılıkları ve kalıtım derecesinin orman ağaçlarında genellikle düşük olması gibi nedenlerden dolayı, seçimin isabet derecesi de düşük olmaktadır. Seçimin isabet derecesini yükseltmek ise genetik testlerle mümkün olabilmektedir. Orman ağaçlarında eğer klonal üretim yapılabilirse, genetik test doğal ormanlardan seçilen ağaçların klonlarıyla doğrudan yapılabilir. Üretilmediği takdirde ise dolaylı olarak döllerinin (tohum) yetiştirilmesi sonucu genetik test yapılabilir. Anlaşılacağı üzere ikinci durumda döllerinin performansına bakılarak seçilen ağacın genetik değeri tahmin edilebilmektedir. Bu şekilde seçimin isabet derecesi genetik testle (döl denemesi) yükseltilebilmektedir. Nitekim ÖZTÜRK ve ark. (2008); ALAN ve ark. (2009); kızılçam döl denemelerinde 8. yaş boy ve çap için yaptıkları değerlendirmelerde, üstün ağaç seçimleri ile %5-12 arası genetik kazanç sağlanabilirken, döl denemelerine göre yapılacak seçimlerle genetik

kazancın %17-42 aralığına yükselebildiği görülmüştür. Bu sonuçlar döl denemeleri kullanıldığında, doğal ormanlarda yapılan üstün ağaç seçimine göre genetik kazancın üç katın üzerinde artabileceğini göstermektedir.

Türkiye’de Sarıçam’ın (*Pinus sylvestris* L.) toplam yayılış alanı 1.2 milyon ha olup, orman alanının %6’sını oluşturmaktadır (OGM 2006). Yine son yıllarda (2002-2006) yıllık ortalama 3000 ha ile ağaçlandırma çalışmalarında %10 oranında kullanılmaktadır (AGM 2007). Bunun yanında, Sarıçam odunu birçok kullanımı olan ve tercih edilen bir odundur. Nitekim ÖKTEM (1994) sarıçam odunun özürsüz, budaksız ve dar yıllık halkalı oluşundan dolayı özellikle kapı pencere yapımında tercih edildiğini, bunun yanında tel ve maden direği ile mobilya yapımında da kullanıldığını belirtmektedir. Sayılan bu özellikleri nedeni ile sarıçam Türkiye’de ekonomik önemi olan türler arasındadır. Bu bakımdan Milli Ağaç Islahı Programı’nda yoğun olarak ıslahı öngörülen hedef türlerden birisidir (KOSKI ve ANTOLA 1993). Ekonomik öneminden dolayı ıslah çalışmalarının ilk başlatıldığı türler arasındadır. Eğitime yönelik ve örnek çalışma olarak, karaçamla birlikte 1964 yılında Türkiye’de ilk tohum bahçesi sarıçamda kurulmuştur (ÜRGENÇ 1967; OATIAM 2010). İlk tohum bahçesinin kurulmasından 2010 yılı sonuna kadar ise 36 adet 4700 ha tohum meşçeresi ve 1200 adet üstün ağaç seçilmiş, 24 adet 126 ha klonal tohum bahçesi kurulmuş ve uzun dönem ıslah çalışmaları için gen havuzunu güvenceye almaya yönelik 19 adet 2200 ha gen koruma ormanı belirlenmiştir (OATIAM 2010). Bu çalışmalar sonucunda Türkiye’de sarıçamla yapılacak ağaçlandırma ve yapay gençleştirmeler için gereksinim duyulacak tohumun, hemen hemen tamamı tohum bahçelerinden üretilebilecek düzeye gelmiştir. Ancak bu çalışmalarda fenotipik özellikler gözönünde bulundurulmuştur. Henüz genetik test sonucuna göre kurulmuş tohum bahçesi bulunmamaktadır.

Türkiye’de sarıçam üzerine yapılan genetik araştırmalar yok denecek kadar azdır. Az miktardaki çalışmalardan en önemlisi 1990 yılında kurulan orijin denemeleridir (DAĞDAŞ ve ark. 1998). Orijin denemelerinin 5. yaş ilk sonuçlarında, boylanma ve yaşama yüzdesi değerlerinin populasyonlar arasında farklılık gösterdiği saptanmıştır. Yapılan moleküler bir çalışmada ise sarıçam yayılışının 1200 ile 2300 m yükseltiler arasındaki populasyonlarında (Uşak-Çatak, Çatacık-Değirmendere, Samsun-Vezirköprü, Yozgat-Akdağmadeni, Erzincan-Refahiye ve Kars-Sarıkaş) populasyon içi varyasyon %96.4, populasyonlar arası varyasyon ise %3.6 bulunmuştur (ÜNAL 2005). Populasyonlar, sarıçam yayılışının tamamından ve birbirine oldukça uzak mesafede örneklenmesine karşın, populasyon içi varyasyonun oldukça yüksek olması, sarıçamda populasyonlar içinden üstün

ağaç seçimi ve onu izleyecek döl denemeleri ile daha yüksek kazanç sağlanacağına işaret etmektedir.

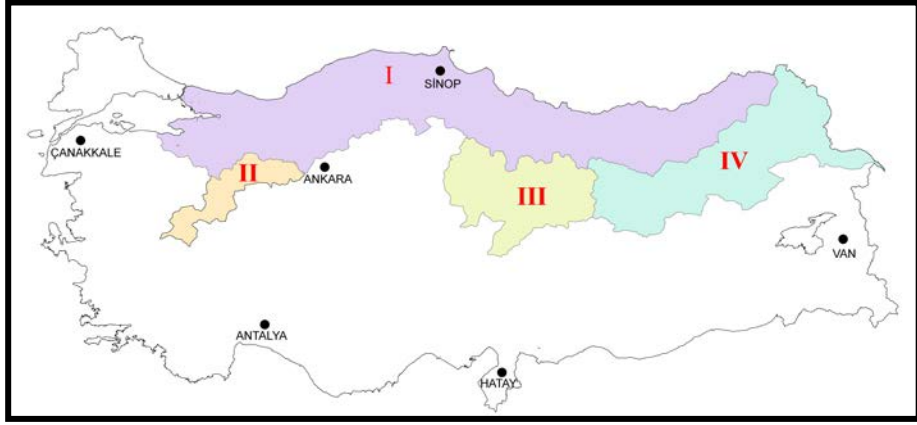
Türkiye’de sarıçamın da içinde olduğu 5 hedef türde döl denemeleri kurulmasını öngören Milli Ağaç Islahı Programı, 1994 yılında devreye girmiştir (KOSKI ve ANTOLA 1993). Bu programın yürürlüğe girmesiyle Türkiye’de ilk kez orman ağaçlarında döl denemeleri gündeme girmiştir. Milli Ağaç Islahı Programı’nda; sarıçam için ıslah edilecek en önemli özellik boy büyümesi olarak belirlenirken, kalite özelliklerinin (doğal dal budanması, gövde düzgünlüğü gibi) de ıslahı önerilmektedir. Islah çalışmaları, uyum (adaptasyon) açısından sorun yaşanmaması için doğal seleksiyon etkisinin en az olduğu ıslah zonlarında yürütülmektedir. Bu ıslah zonlarından birisi de İç Anadolu Batı Islah Zonu’dur. Yetiştirilen fidanlarla da 2001 yılı ilkbaharında Eskişehir-Seyitgazi ve Çatacık-Değirmendere’de iki adet döl denemesi kurulmuştur. Deneme fidanlarının 10. arazi yaşına ulaştıkları 2011 yılı sonbaharında da fidan boyları ve göğüş çapları ölçülmüştür.

Sarıçam döl denemelerinin birinci ölçümlerinde 6. yaş boy özelliği için genetik parametreler (eklemeli varyans, kalıtım derecesi, genotip çevre etkileşimi), ailelere ait ıslah değerleri ve genetik kazanç tahmin edilmiştir (ALAN ve ark. 2008). Döl denemelerinde ikinci kez 2011 yılında 10. yaş boy ve göğüş çapı ölçümleri yapılmıştır. Bu veriler kullanılarak genetik parametrelerin (eklemeli varyans, kalıtım derecesi, genotip çevre etkileşimi, yaş-yaş korelasyonu ve karakterler arası genetik korelasyonlar), ailelerin ıslah değerlerinin ve genetik kazançların tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Tohum Temini

Sarıçam için Milli Ağaç Islahı Programı ile belirlenen ıslah zonları; 7 adedi yoğun, 2 adedi tohum meşçeresi, 2 adedi de gen koruma ormanı düzeyinde olmak üzere toplam 11 adettir (KOSKI ve ANTOLA 1993). Yoğun ıslah zonlarından biri olan İç Anadolu Batı Islah Zonunda (1300-1700 m) (II), döl denemelerini de içeren yoğun ıslah çalışmaları öngörülmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Sarıçam ıslah zonları ve İç Anadolu Batı Ana Islah Zonu (II)
Figure 2.1. Breeding zones of Scots pine and Inner Anatolian West Breeding Zone (II)

Çalışmanın yürütüldüğü ıslah zonunda bulunan 9 adet popülasyondan (tohum meşçeresi, gen koruma ormanı ve muhafaza ormanı) plus ağaçlar seçilmiştir. Plus ağaçların bulunduğu popülasyonlara ilişkin bilgiler Çizelge 2.1' de verilmiştir.

5

Çizelge 2.1. Plus ağaçların bulunduğu popülasyonlar

Table 2.1. Information about the populations of the plus trees

Ulusal Kayıt No*	İşletme Müd.	Bölge Şefliği	Enlem	Boylam	Rakım	Yaş	PA Sayısı (8A)	PA Sayısı (8B)
National Number	District	Subdistrict	Latitude	Longitude	Altitude	Age	PT Number	PT Number
TM162	Çatacık	Değirmendere	39° 58' 20''	31° 07' 18''	1550	100	35	35
TM163	Çatacık	Değirmendere	39° 58' 40''	31° 06' 30''	1450	95	32	34
TM323	Mihalıçcık	Çatacık	39° 57' 58''	31° 08' 57''	1430	99	42	41
TM348	Mihalıçcık	Çatacık	39° 57' 00''	31° 08' 20''	1520	100	18	19
TM361	Kütahya	Sabuncupınar	39° 27' 20''	30° 18' 42''	1470	90	17	16
M.ORM.	Kütahya	Sabuncupınar	39° 27' 40''	30° 18' 32''	1450	88	8	8
GKO94	Eskişehir	Kalabak	39° 27' 19''	30° 23' 07''	1620	75	25	25
M.ORM.	Eskişehir	Kalabak	39° 26' 56''	30° 22' 18''	1640	77	50	49
M.ORM.	Kütahya	Çögürler	39° 26' 32''	30° 22' 44''	1630	76	19	19
TOPLAM							246	246

*TM; Tohum Meşceresi=seed stand, GKO; Gen Koruma Ormanı= gene conservation forest, M.ORM; Muhafaza Ormanı= protection forest, PA; Plus Ağaç=plus tree

Üstün ağaçlara ait tohumlara ek olarak her iki denemede ayrı bir işlem olarak 7 adet kontrol materyali kullanılmıştır (Çizelge 2.2). Kontrol materyali, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü stoklarından 6 adedi tohum meşceresi, 1 adedi de tohum bahçesinden toplanmış açık tozlaşma ürünü tohumlardır. Çizelge 2.2'den de görüleceği üzere, kontrollerden 2 adedi çalışma yapılan ıslah zonunun populasyonları (Çatacık-Değirmendere tohum meşceresi ve tohum bahçesi), diğerleri ise Sarıçam'ın diğer ıslah zonlarından alınan populasyonlardır.

2.2. Fidanların Yetiştirilmesi

Tohum meşcerelerinden elde edilen tohumlar, Eskişehir Orman Fidanlığı'nda, Enso tipi tepsilere 10 Mayıs 2000 tarihinde ekilmiştir. Bu tepsiler 259 cm³ hacminde ve 45 adet göz (tüp) içermektedir. Fidan yetiştirmek için kullanılan materyal ise %100 Finlandiya turbasından oluşmaktadır. Tohumlar, ekilmeden önce mantar vb. zararlılara karşı ilaçlanmış, ailelere ait tepsilere numaralı etiket konmuş, ayrıca numara tepsilerin üzerine silinmez kalemle de yazılmıştır. Daha sonra her göze 2-3 adet tohum ekilmiş, çıkan fidanlara gübre ve su verilmiş, birden fazla çinlenme olan tüplerdeki fidanlar ise teklenmiştir. Denemelerin tesisinden önce, her bir fidana üstün ağaç ulusal kayıt numarasının bulunduğu etiketler bağlanmıştır

Çizelge 2.2. Kontrol materyallerine ilişkin bilgiler Table 2.2. Some information about checklots

Özellikler Properties	Kontrol No Checklot Number						
	1	2*	3	4	5	6	7
Ulusal Kayıt No National Number	162	162	156	157	166	147	153
İslah Zonu Breeding Zone	2.2	2.2	1.2	1.2	4.4	3.3	1.1
Bölge Müd. Regional Direct.	Eskişehir	Eskişehir	Ankara	Bolu	Erzurum	Amasya	Amasya
İşletme Müd. District	Çatacık	Çatacık	Çamlıdere	Aladağ	Sarıkamış	Akdağmadeni	Vezirköprü
İşletme Şefl. Subdistrict	Değirmendere	Değirmendere	Benliyayla	Aladağ	Karakurt	Çulhalı	Kunduz
Enlem Latitude	39 ⁰ 58' 20''	39 ⁰ 58' 20''	40 ⁰ 31' 40''	40 ⁰ 38' 00''	40 ⁰ 15' 30''	39 ⁰ 34' 20''	41 ⁰ 09' 50''
Boylam Longitude	31 ⁰ 07' 18''	31 ⁰ 07' 18''	32 ⁰ 08' 00''	31 ⁰ 41' 30''	42 ⁰ 35' 00''	35 ⁰ 50' 26''	35 ⁰ 01' 30''
Rakım Altitude	1550	1550	1550	1400	2300	1800	1200
Yaş Age	100	100	120	160	127	85	88

*94 ulusal kayıt no'lu tohum bahçesi

2.3. Deneme Alanlarının Seçimi, Hazırlanması ve Fidanların Dikimi

İç Anadolu Batı İslah Zonu (1300-1700 m), sarıçam yayılışı açısından iki bölüm halinde düşünülebilir. Bunlardan birisi Sündiken Dağı ile temsil edilen Çatacık ormanları, diğeri ise Türkmen Dağı ile temsil edilen ve Kalabak suyu havzasını oluşturan Kalabak ormanlarıdır. Seçilen üstün ağaçların 130 adedi Çatacık, 120 adedi ise Kalabak ormanlarında bulunmaktadır. Çatacık ormanları, sarıçam ile ilgili her türlü orman işletmeciliğinin (gençleştirme, bakım, üretim) yapıldığı ormanlardır. Kalabak ormanları ise çoğunlukla su havzasının korunması için ayrılan “muhafaza ormanları”dır. Ancak, Kütahya-Çöğürler gibi su havzasına doğrudan etkisi olmayan alanlarda işletmecilik de yapılmaktadır. Deneme alanları seçilirken, ıslah zonunda sarıçamın iki bölüm halinde yayılışı düşünülerek, en azından iki bölümü temsil eden iki adet deneme alanı bulunması hedeflenmiştir. Araştırmalar sonunda, Çatacık ormanlarında doğal gençleştirme alanları içerisinde uygun bir deneme alanı (Çatacık-Değirmendere) bulunmuştur. Kalabak ormanlarında ise uygun deneme alanı bulunamamıştır. Bunun üzerine ağaçlandırma programları değerlendirilerek ıslah zonuna yakın bir deneme alanı (Eskişehir-Seyitgazi) daha bulunabilmiştir (Çizelge 2.3).

Deneme alanlarının belirlenmesinden sonra, dikim öncesi diri örtü temizliği ve ripperle toprak işleme yapılmıştır. Toprak işlemesinden sonra, öngörülen 3x1,5 m aralık mesafeye uygun olarak piketaj yapılmıştır. Seyitgazi (8A) deneme alanında Mart 2001, Değirmendere (8B) deneme alanında Nisan 2001 tarihinde deneme fidanları dikilmiştir. Dikimden sonra deneme alanlarında yapılan tamamlamalar nedeniyle 2 farklı tip fidan bulunmaktadır. Bunlar; ilk tesiste dikilen *birinci* tip ve tamamlanan *ikinci* tip fidanlardır.

Eskişehir-Seyitgazi deneme alanı için Eskişehir ili, Anadolu Meteoroloji İstasyonu'ndan, Çatacık-Değirmendere deneme alanı için Ankara ili, Nallıhan İlçesi Beydili Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan ortalama sıcaklık ve yağış değerleri yine Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Deneme alanlarının özellikleri

Table 2.3. Properties of test sites

Özellikler Properties	Denemeler Trial sites	
	Eskişehir Seyitgazi (8A)	Çatacak Değirmendere (8B)
Tesis tarihi Plantation date	Mart 2001	Nisan 2001
Enlem Latitude	39 ⁰ 25' 07''	39 ⁰ 56' 45''
Boylam Longitude	30 ⁰ 38' 16''	31 ⁰ 06' 20''
Rakım (m) Altitude	1000	1400
Eğim (%) Slope	0	15
Bakı Aspect	Düz	Güney-Güneydoğu
Anakaya Parent rock	Bazalt	Kalker
Toprak türü Soil type	Kumlu killi balçık	Kumlu-Kil
Yıllık Yağış (mm) Annual precip.	350.0	878.5
Yıllık Ort. Sıcaklık Average temp.	10,69 °C	6,54 °C

2.4. Deneme Deseni

Denemelerde rastlantı blokları deneme deseni kullanılmıştır. Rastlantı blokları deneme deseni, deneme alanlarında bulunabilecek çevresel farklılıkları azaltmaya olanak verdiği için büyük hacimli orman ağaçları denemelerinde çoğunlukla kullanılan deneme desendir (LOO-DINKINS 1992). Denemede yer alan genetik materyalin fazla olması durumunda blok büyüklüğünün artmasından dolayı, deneme alanını homojen olarak bloklara ayırmak da güçleşebilmektedir. Bu durumda ise alt bloklama yapılarak, mikro çevreye ilişkin varyans kontrol edilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmada aile sayısının fazla olmasından dolayı blok büyüklüğü yaklaşık

0.5 ha ulaşmış, bu nedenle SCHUTZ ve COCKHERHAM (1966) tarafından önerilen B tipi (set in rep) alt bloklama (set) yapılmıştır. Setler için aileler rastlantısal olarak altı eşit parçaya bölünmüş, 1'den 6'ya kadar numara verilmiştir. Bu şekilde oluşturulan 6 set, her bloğa rastgele yerleştirilmiştir. Deneme alanlarında blok içinde bulunan setlere göre ailelerin dağılımı Çizelge 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.4. Ailelerin setlere dağılımı

Table 2.4. Distribution of families in the sets

Populasyon* Population	Setler Sets						Toplam Total
	1	2	3	4	5	6	
TM323	33	8					41
TM348	8	10				1	19
TM162		23	12				35
TM163			29			5	34
TM361					8	8	16
GKO94				25			25
M.ORM(Kalabak)				16	33		49
M.ORM(S.Pınar)						8	8
M.ORM(Çöğürler)						19	19
Toplam Total	41	41	41	41	41	41	246
Kontrol Checklots	7	7	7	7	7	7	

*TM: Tohum Meşçeresi, GKO: Gen Koruma Ormanı, M.ORM: Muhafaza Ormanı

Denemelerin desenlenmesinde önemli olan konulardan birisi de parsel düzenlemesidir. Bu çalışmada PARK (1988) tarafından aralama yapma olanağı ve tesis kolaylıkları sağladığı belirtilen dört ağaçlı sıra parseli kullanılmıştır. Deneme alanları desenine ilişkin bilgiler Çizelge 2.5'te verilmiştir.

2.5. Deneme Alanlarında Bakım, Koruma ve Tamamlama

Deneme alanları dikimden sonra hayvan zararına karşı dikenli tel ile çevrilmiştir. Bunun yanında her yıl bakım (ot alma, sürgün kontrolü ve çapa) çalışmaları yürütülmüştür.

Denemelerin kuruluşundan bir yıl sonra tam alanda kontroller yapılarak, kurumalar saptanmıştır. Birinci vejetasyon dönemi sonunda

kurumaların Seyitgazi (8A) deneme alanında %40, Değirmendere (8B) deneme alanında ise %12 olması üzerine kuruyan fidanların yerine aynı ailenin yedek fidanları kullanılarak tamamlama yapılmıştır.

Çizelge 2.5. Denemelere ilişkin bilgiler

Table 2.5. Some information about trials

Özellikler Properties	Denemeler Trials	
	Eskişehir Seyitgazi (8A)	Çatacık Değirmendere (8B)
Blok sayısı Block number	7	7
Alt bloklama Subblock type	B (set in rep)	B (set in rep)
Set sayısı Set number	42	42
Populasyon sayısı Population number	9	9
Aile sayısı Family number	246	246
Parsel düzenlemesi Plot design	4 ağaçlı sıra	4 ağaçlı sıra
Dikim aralığı (m) Spacing	1.5X3	1.5X3
Fidan sayısı Seedling number	8064	8064

2.6. İstatistik Analizler

İstatistik analizlere başlamadan önce verilerden sıradışı olanlar (outlier) çıkarılmıştır. Sıradışı veriler ya bireylerin biyotik ve abiyotik etkilerden zarar görmesinden ya da ölçme ve kayıt sırasında yapılan yanlışlıklardan kaynaklanabilmektedir. Sıradışı verilerin atılmasında %99 güven aralığı (ort \pm 2.576 standart sapma) kullanılmıştır (SOKAL ve ROHLF 1995).

Verilerden sıradışı olanların atılmasından sonra fidan tipleri arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı test edilmiştir. Deneme alanlarında, yapılan tamamlamalar nedeniyle 2 farklı tip fidan bulunmaktadır. Bunlar; ilk tesiste dikilen *birinci* tip ve tamamlanan *ikinci* tip fidanlardır. Seyitgazi (8A) deneme alanında birinci ve ikinci fidan tipleri arasındaki farklılık istatistik açıdan önemsizdir. Değirmendere (8B) deneme alanında ise önemli bulunmuştur. Değirmendere (8B) deneme alanında fidan

tipine ait etki miktarı hesaplanarak, fidan tipi etkisi giderilmiştir. Bu nedenle fidan tipi etkisi her iki deneme alanı için de önemsiz hale getirilmiş ve istatistik modele alınmamıştır. Daha sonra deneme alanlarında set etkisi için ön analizler yapılmış, set etkisinin Seyitgazi (8A) deneme alanında istatistiki anlamda önemli, Değirmendere (8B) deneme alanında önemsiz olduğu anlaşılmıştır. Sonuçta, set etkisinin kullanılan istatistik modele etki olarak alınmasına karar verilmiştir.

SAS'ın GLM seçeneği kullanılarak, varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır (SAS 1989). Bu analizde F testi ile öncelikle ailelerin farklı olup olmadığına bakılmıştır. Farklılık olması durumunda, genetik parametreler ve ıslah değerleri bulunmuştur.

Deneme alanlarının tek tek analizinde aşağıdaki doğrusal model kullanılmıştır.

$$y_{ijkl} = \mu + B_i + S_{j(i)} + F_k + BSF_{ij(i)k} + e_{ijkl}$$

Eşitlikte;

y_{ijkl} = i. blokta, j. sette, k. ailenin, l. bireyinin gözlem değeri,

μ = genel ortalama,

B_i = i. bloğun etkisi, $i=1, 2, \dots, 7$,

$S_{j(i)}$ = i. blokta, j. setin etkisi, $j=1, 2, \dots, 6$,

F_k = k. ailenin etkisi, $k=1, 2, \dots, 246$,

$BSF_{ij(i)k}$ = blok set aile etkileşimi,

e_{ijkl} = i. blokta, j. sette, k. ailenin, l. bireylerinden kaynaklanan etki (deneysel hata),

Deneme alanlarının birlikte değerlendirilmesinde aşağıdaki doğrusal model kullanılmıştır.

$$y_{ijklm} = \mu + T_i + B_{j(i)} + S_{k(ij)} + F_l + TF_{il} + BSF_{jk(ij)l} + e_{ijklm}$$

Eşitlikte,

y_{ijklm} = i. deneme alanında, j. blokta, k. sette l. ailenin, m. bireyin gözlem değeri,

μ = genel ortalama,

T_i = i. deneme alanının etkisi $i=1, 2$,

$B_{j(i)}$ = i. deneme alanında j. bloğun etkisi, $j=1, 2, \dots, 7$,

$S_{k(ij)}$ = i. deneme alanında, j. blokta, k. setin etkisi $k=1, 2, \dots, 6$,

F_l = l. ailenin etkisi, $l=1,2,\dots,246$,
 TF_{it} = deneme alanı aile etkileşimi,
 $BSF_{jk(ij)l}$ = blok set aile etkileşimi,
 e_{ijklm} = i. deneme alanında j. blokta, k. sette, l. ailede m. bireyden kaynaklanan etki (deneysel hata)'yı göstermektedir.

Modellerde deneme alanı (T), blok (B) ve set (S) sabit (fix), aile (F) rastlantısal (random) etkiler olarak kabul edilmiş ve karma (mixed) model kullanılmıştır. Epistatik etki olmadığı ve denemelerdeki ailelerin gerçek yarım kardeş (ana bir üvey kardeş) olduğu kabul edilmiştir.

Rastlantısal faktörlerin varyans bileşenleri hesaplanmakta ve faktörlerin modele katkıları oransal olarak bulunabilmektedir. Faktörlerin bu oransal değerlerine “etki payı” denilmektedir (DÜZGÜNEŞ ve AKMAN 1995). Modelde bulunan faktörlerin tamamı rastlantısal varsayılarak, varyans bileşenleri tahmin edilmiş ve etki payları hesaplanmıştır. Varyans bileşenlerinin tahmininde REML (Restricted Maximum Likelihood) yöntemi kullanılarak varyans bileşenleri tahmin edilmiş ve etki payları hesaplanmıştır. Varyans bileşenlerinin tahmininde kullanılan REML yöntemi doğrudan varyans bileşenlerinin tahmini yanında, eksik gözlemlerin olduğu verilerde, genetik parametrelerin tarafsız (unbiased) tahminini sağlayabildiği için tercih edilmektedir (ADAMS ve ark. 1994).

2.6.1. Genetik parametrelerin tahmini

2.6.1.1. Temel genetik parametreler

Bireysel kalıtım dereceleri (h_i^2) ve standart hatalarının ($S.E.h_i^2$) bulunmasında aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır (BECKER 1992).

$$h_i^2 = \frac{\sigma_f^2}{k\sigma_p^2}$$

$$S.E.h_i^2 = 4 \sqrt{\frac{2(N-1)(1-t)^2 [1+(n-1)t]^2}{n^2(N-1)(f-1)}}$$

Eşitliklerde;

σ_f^2 = aile varyansı,

σ_p^2 = fenotipik varyans (tek deneme için, $\sigma_p^2 = \sigma_f^2 + \sigma_{bsf}^2 + \sigma_e^2$, birlikte değerlendirme için, $\sigma_p^2 = \sigma_f^2 + \sigma_{if}^2 + \sigma_{bsf}^2 + \sigma_e^2$),

σ_{bsf}^2 = blok aile set etkileşimi varyansı,
 σ_{tf}^2 = deneme alanı aile etkileşimi varyansı,
 σ_e^2 = hataya ait varyansı,
 k = akrabalık katsayısı (yarım kardeşler için $1/4$),
 t = sınıflar arası korelasyon ($t = \sigma_f^2 / (\sigma_f^2 + \sigma_{bsf}^2 + \sigma_e^2)$),
 N = denemedeki birey sayısı,
 f = aile sayısı,
 n = ailelere ait birey sayısının harmonik ortalamasını göstermektedir.

Her deneme alanı için aile ortalamaları kalıtım derecesinin (h_f^2) tahmininde aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$h_f^2 = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_{fb}^2 / (c_2 / c_1) + \sigma_e^2 / c_2}$$

Denemeler birlikte değerlendirildiğinde, aile ortalamaları kalıtım derecesinin tahmini için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$h_f^2 = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_{tf}^2 / (c_3 / c_2) + \sigma_{fb}^2 / (c_2 / c_1) + \sigma_e^2 / c_3}$$

Eşitliklerde;

c_1, c_2, c_3 = varyans bileşenlerinin hesaplanmasındaki katsayıları (tek deneme için c_1 ve c_2 sırasıyla blok aile etkileşimi ve aile, denemeler birlikte değerlendirildiğinde ise c_1, c_2 ve c_3 sırasıyla blok aile etkileşimi, deneme aile etkileşimi ve aile varyansına ait katsayıları) göstermektedir. Diğerleri ise yukarıda açıklanmıştır.

Aile ortalamaları kalıtım derecesinin standart hatası ($\sigma_{h_f^2}$) ise aşağıdaki eşitliğe göre bulunmuştur (ANDERSON ve BANCROFT 1952).

$$\sigma_{h_f^2} = \frac{S.E.(\sigma_f^2)}{\sigma_p^2}$$

$S.E.(\sigma_f^2)$ = aile varyansının standart hatasıdır. Buna ait eşitlik ise aşağıda verilmiştir.

$$S.E.(\sigma_f^2) = \frac{2}{c_f^2} \sum \frac{MS_g^2}{df_g + 2}$$

Eşitlikte;

c_f^2 = aile varyansının katsayısı,

MS_g^2 = aile varyansının tahmininde kullanılan g. terimin kareler ortalaması,

df_g = aile varyansının tahmininde kullanılan g. terimin serbestlik derecesidir.

B tipi genetik korelasyonlar (r_{B_g}) aşağıdaki eşitliğe göre bulunmuştur (BURDON 1977; LYNCH ve WALSH 1998). Bunun için deneme alanı çiftleri ayrı ayrı analiz edilmiştir. Eşitlikten görüleceği üzere genotip çevre etkileşimi olmadığında ($\sigma_{tf}^2 = 0$), her iki çevrede de genotipler aynı olacağı için korelasyon 1'e eşit olacaktır.

$$r_{B_g} = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_{tf}^2}$$

B tipi genetik korelasyonun (r_{B_g}) standart hatası ($\text{var}(\sigma_{r_{B_g}})$) ise delta yöntemine göre tahmin edilmiştir (LYNCH ve WALSH 1998).

$$\text{Var}(r_{B_g}) = \left[\frac{\sigma_f^4}{(\sigma_f^4 + 2\sigma_f^2\sigma_{ft}^2 + \sigma_{ft}^4)} \right] \left[\frac{\text{var}(\sigma_f^2)}{(\sigma_f^4)} + \frac{\text{var}(\sigma_f^2 + \sigma_{ft}^2)}{(\sigma_f^4 + 2\sigma_f^2\sigma_{ft}^2 + \sigma_{ft}^4)} - \frac{2 \text{cov}((\sigma_f^2), (\sigma_f^2 + \sigma_{ft}^2))}{(\sigma_f^2)(\sigma_f^2 + \sigma_{ft}^2)} \right]$$

Eşitliklerde;

σ_f^2 = iki deneme alanından bulunan aile varyansı,

σ_{ft}^2 = iki deneme alanından bulunan deneme alanı aile etkileşimi varyansıdır.

2.6.1.2. İslah değerinin tahmini

İslah değerlerinin tahmin edilmesinde HENDERSON (1949) tarafından geliştirilen BLUP yontemi kullanılmıştır. BLUP yonteminde hem ıslah değerleri, hem de sabit etkiler aynı anda tahmin edilebilmektedir. Bu yontemde tahmin edilen ıslah değeri ile gerçek ıslah değeri arasındaki korelasyonun en yusek ve hata varyansının en duişuk olmasından dolayı *en iyi*, tahminleyicilerin gozlemlerinin doğrusal bir fonksiyonu olmasından dolayı *doğrusal*, rastlantısal değerler için yapılan tahmin ve sabit etkilerin fonksiyonlarının sapmasız olmasından dolayı *yansız*, gerçek ıslah değerinin tahminini içeriyor olmasından dolayı ise *tahmin* denilmektedir (WHITE ve HODGE 1989; MRODE 1996). Bu ozellikler, BLUP yonteminin ıslah değerlerinin hesaplanmasında tercih edilmesini sağlamaktadır.

İslah değerinin hesaplanmasında kullanılan model,

$$y = Xb + Za + e \text{ Őeklindedir.}$$

Eşitlikte;

$y = n$ gozlem sayısı olmak uzere $n \times 1$ boyutlu gozlem vektoru,

$b =$ sabit etkili faktorlerin hallerinin toplam sayısı olmak uzere, $p \times 1$ boyutlu etki miktarları vektoru,

$a = q$ rastlantısal (aile) etkilerin sayısı olmak uzere $q \times 1$ boyutlu ıslah değerleri vektoru,

$e =$ rastlantısal evre faktoruine ait etki miktarı vektoru ($n \times 1$),

$X =$ sabit etkili evre faktorlerine ait $n \times p$ boyutlu tasarım matrisi,

$Z =$ rastlantısal etkilere (aile) ait $n \times q$ boyutlu, tasarım matrisini, ifade etmektedir.

Sabit etkiler (b); deneme alanı, blok, set, rastlantısal etki (a) ise ailedir.

2.6.1.3. Genetik kazancın hesaplanması

Genetik kazanç, standart (kontrol) materyale gore hesaplanmaktadır (WHITE ve HODGE 1989). Bu çalışmada, genetik kazanç ıslah zonuna ait kontrol materyalinden yararlanılarak tahmin edilmiştir. Karşılaştırma için kontrollerin tamamı ile ilgili kazanç da verilmiştir. Genetik kazanç hesaplamalarında, ıslah değerlerinin genel ortalama ile toplamı olan mutlak ıslah değerleri kullanılmıştır.

- a) Uştun ağaç seçimi ile sağlanacak genetik kazancın bulunması,

$$\Delta G_{PA} = (ABV_{PA} - ABV_k / ABV_k) * 100$$

Eşitlikte ;

ΔG_{PA} = üstün ağaçlardan elde edilecek genetik kazancı,

ABV_{PA} = üstün ağaçların mutlak ıslah değerini,

ABV_k = kontrol materyali için bulunan mutlak ıslah değerini göstermektedir.

- b) Islah zonu içinde ıslah değeri açısından en iyi 30 plus ağacın seçilmesi durumunda elde edilecek genetik kazanç oranının bulunması,

$$\Delta G_{PA30} = (ABV_{PA30} - ABV_k / ABV_k) * 100$$

ΔG_{PA30} = en iyi 30 üstün ağaca ait genetik kazancı,

ABV_{PA30} = en iyi 30 üstün ağacın ıslah değerini ifade etmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Genetik Parametreler

3.1.1.Boy

Boy özelliği için deneme alanlarında bulunan bazı parametreler Çizelge 3.1’de görülmektedir. Değirmendere (8B) deneme alanındaki fidanların boy ortalaması (247.7), Seyitgazi (8A) deneme alanından (156.9) 90 cm daha fazladır. En yüksek ve en düşük boy ortalaması gösteren ailelerde de aynı eğilim sürmektedir. Seyitgazi (8A)’de en yüksek ve en düşük aile ortalaması 197.1 ve 109.7cm iken, Değirmendere (8B)’de aynı sırayla 322.7 ve 190.78cm olmaktadır. Bunun yanında Değirmendere (8B)’de standart sapma bir miktar yüksek olmasına karşın, varyasyon katsayısı ve parsel varyasyon katsayıları Seyitgazi (8A) ile yaklaşık aynıdır.

Çizelge 3.1. Deneme alanlarında boya ait bazı parametreler

Table 3.1. Some parameters of height in progeny trials

Parametreler Parameters	Deneme alanları (Test sites)	
	Seyitgazi (8A)	Değirmendere (8B)
N (Fidan sayısı, Seedlings)	4963	6270
Genel ortalama (\bar{X}) (cm) General mean	156.98±0.66	247.70±0.91
Standart sapma Standard deviation	46.7	71.9
En yüksek aile ort. (\bar{X}) (cm) Maximum family mean	197.1	322.7
En düşük aile ort. (\bar{X}) (cm) Minimum family mean	109.7	190.8
Varyasyon katsayısı Coefficient of variation	29.8	29.1
Parsel varyasyon katsayısı Coefficient of plot variation	7.9	6.2

Varyans analizinde, Seyitgazi (8A) deneme alanında boy açısından aileler ve diğer faktörler (set, blok, parsel) arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir (Çizelge 3.2).

Değirmendere (8B) deneme alanı için yapılan varyans analizinde Seyitgazi (8A) deneme alanında olduğu gibi boy açısından aileler, bloklar, setler ve parseller arasında görülen farklılık istatistik olarak önemlidir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.2 Seyitgazi (8A) deneme alanı boy için varyans analizi

Table 3.2 ANOVA table for height in Seyitgazi (8A) test site

Varyasyon kaynağı Source of variation	No	Serbestlik derecesi Degrees of freedom	Kareler ortalaması Mean squares	Beklenen kareler ortalaması Expected mean squares	Hata terimi Error term	F	Pr > F
Blok Block	1	6	199147.000	$\sigma_e^2 + 2.1825 \sigma_{fb(s(b))}^2 + Q_{(b, s(b))}$	4	92.05	<.0001
Set(Blok) Set (Block)	2	32	13723.000	$\sigma_e^2 + 2.1603 \sigma_{fb(s(b))}^2 + Q_{(s(b))}$	4	6.37	<.0001
Aile Family	3	242	3248.676	$\sigma_e^2 + 2.2842 \sigma_{fb(s(b))}^2 + 14.42 \sigma_f^2$	4	1.47	<.0001
Blok*aile*set Block*family*set	4	1286	2370.840	$\sigma_e^2 + 2.6555 \sigma_{fb(s(b))}^2$	5	1.96	<.0001
Hata Error	5	2713	1206.922	σ_e^2			

Çizelge 3.3 Değirmendere (8B) deneme alanı boy için varyans analizi

Table 3.3 ANOVA table for height in Değirmendere (8B) test site

Varyasyon kaynağı Source of variation	No	Serbestlik derecesi Degrees of freedom	Kareler ortalaması Mean squares	Beklenen kareler ortalaması Expected mean squares	Hata terimi Error term	F	Pr > F
Blok Block	1	6	181552.000	$\sigma_e^2 + 2.7925 \sigma_{fbs(b)}^2 + Q_{(b, s(b))}$	4	33.25	<.0001
Set(Blok) Set (Block)	2	30	99075.000	$\sigma_e^2 + 2.8245 \sigma_{fbs(b)}^2 + Q_{(s(b))}$	4	18.06	<.0001
Aile Family	3	240	7856.347	$\sigma_e^2 + 2.8684 \sigma_{fbs(b)}^2 + 19.904 \sigma_f^2$	4	1.42	<.0001
Blok*aile*set Block*family*set	4	1424	5729.859	$\sigma_e^2 + 3.1428 \sigma_{fbs(b)}^2$	5	1.73	<.0001
Hata Error	5	3730	3309.200	σ_e^2			

Çizelge 3.4 Birlikte değerlendirme boy için varyans analizi

Table 3.4 ANOVA table for combined analysis for height

Varyasyon kaynağı Source of variation	No	Serbestlik derecesi Degrees of freedom	Kareler ortalaması Mean squares	Beklenen kareler ortalaması Expected mean squares	Hata terimi Error term	F	Pr > F
Deneme Trial	1	1	16608834.000	$\sigma_e^2 + 1.9391 \sigma_{fbs(tb)}^2 + 10.498 \sigma_{if}^2$ $Q(t, b(s), s(b t))$	5	3667.97	<.0001
Blok (deneme) Block (trial)	2	12	190349.000	$\sigma_e^2 + 2.238 \sigma_{fbs(tb)}^2 + Q(b(t), s(b t))$	6	48.98	<.0001
Set (blok deneme) Set (block trial)	3	62	55022.000	$\sigma_e^2 + 2.2641 \sigma_{fbs(tb)}^2 + Q(s(b t))$	6	14.17	<.0001
Aile Family	4	246	5574.865	$\sigma_e^2 + 2.2228 \sigma_{fbs(tb)}^2 + 13.145 \sigma_{if}^2 + 25.826 \sigma_f^2$	5	1.2	0.0744
Deneme*aile Trial*family	5	236	4643.696	$\sigma_e^2 + 2.2089 \sigma_{fbs(tb)}^2 + 12.978 \sigma_{if}^2$	6	1.19	0.0272
Blok (deneme)*aile*set Block*trial*family*set	6	2710	4135.873	$\sigma_e^2 + 2.7401 \sigma_{fbs(tb)}^2$	7	1.71	<.0001
Hata Error	7	6443	2423.98	σ_e^2			

Seyitgazi (8A) deneme alanında 10. yaşta ağaç boyu, Değirmendere (8B) deneme alanından 90 cm daha düşük olmuş ve bu farklılık istatistik olarak da anlamlı bulunmuştur. Değirmendere (8B) deneme alanı, Seyitgazi (8A) deneme alanına göre 2.5 kat fazla yağış almaktadır (Çizelge 2.3). Ayrıca, sarıçam İç Anadolu'nun batısında esas yayılışını 1300-1700m rakımları arasında yapmaktadır. Değirmenedere (8B) deneme alanının rakımı (1400m) bu yayılış içinde kalmasına karşın, Seyitgazi (8A) deneme alanının rakımı (1000m) ise bu değerlerin altındadır. Değirmendere (8B) deneme alanının, sarıçam için daha elverişli ekolojik özellikler taşıdığı, bu bakımdan da 10. yaşta ağaç boyu ortalamasının daha yüksek olduğu düşünülebilir.

Deneme alanlarında boy için ayrı ayrı tahmin edilen varyans bileşenleri ve varyans bileşenlerine ait oranlar Çizelge 3.5'te verilmiştir. Çizelge 3.5'ten anlaşılacağı üzere; aile varyanslarının toplam varyansa oranı Seyitgazi (8A)'de %3.03 ve Değirmendere (8B)'de %2.55'tir. Parsellere ($\sigma_{bs(b)f}^2$) ait varyans bileşenleri, bloklara (σ_b^2) ait olan varyans bileşenleri ile Seyitgazi (8A) deneme alanında eşit olmasına karşın, Değirmendere (8B) deneme alanında bloklara ait olandan yaklaşık 4 kat yüksektir. İki deneme alanında boy açısından genetik çeşitliliği karşılaştırmayı sağlayan genetik varyasyon katsayısı (CV_g) Seyitgazi (8A)'de %10.00, Değirmendere (8B)'de %8.58 hesaplanmıştır. Genetik varyasyon katsayısı, genetik çeşitliliği gösteren bir parametredir (CORNELIUS 1994). Diğer yandan bu değerler CORNELIUS (1994)'un ibreli ağaçlar için derlediği değerlerde, boy için genetik varyasyon katsayısının %15'in altında olması bulgusuyla da uyumludur. İki deneme alanına ait boylar ayrı karakterler gibi düşünüldüğünde, Seyitgazi (8A) deneme alanında bir miktar genetik çeşitlilik yüksek olmakla birlikte her iki deneme alanında da aynı kabul edilebilir. Genetik varyasyon katsayısı 6. yaş için Seyitgazi (8A) deneme alanında daha yüksek bulunmuş ve bunun nedeninin Değirmendere (8B) deneme alanında görülen dolu zararı olduğu öne sürülmüştür (ALAN ve ark 2008). Bu kapsamda düşünüldüğünde (CV_g) için 10. yaş değerlerinin Değirmendere (8A) deneme alanında dördüncü yaşta görülen dolu zararı etkisinin kaybolduğu veya 10. yaşta Değirmendere (8B) deneme alanında bireylerin daha çeşitli genetik yapıya ulaştığı kanısı oluşmaktadır.

Çizelge 3.5. Boya ait varyans bileşenleri ve genetik parametreler
Table 3.5. Genetic parameters and variance components for height

Parametreler* Parameters	Seyitgazi (8A)		Değirmendere (8B)	
	Değer Value	%	Değer Value	%
σ_b^2	120.65	10.47	145.85	3.29
$\sigma_{s(b)}^2$	62.33	5.41	664.05	14.98
σ_f^2	34.96	3.03	112.88	2.55
$\sigma_{bs(b)f}^2$	124.48	10.81	603.11	13.61
σ_e^2	809.60	70.28	2907.10	65.58
σ_T^2	1152.01	100.00	4432.99	100.00
σ_a^2	139.84	12.12	451.52	10.20
CV_g		10.00		8.58
P_i	969.04		3623.09	
P_{fam}	215.20		345.85	
h_i^2	0.14±0.04		0.12±0.03	
h_f^2	0.32±0.11		0.32±0.12	

* σ_b^2 : blok varyansı, $\sigma_{s(b)}^2$: set varyansı, σ_f^2 : aile varyansı, $\sigma_{bs(b)f}^2$: blok set aile etkileşimi varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_T^2 : toplam varyans, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans ($4\sigma_f^2$), CV_g : genetik varyasyon katsayısı, P_i : fenotipik varyans, P_{fam} : aile ortalamaları fenotipik varyansı, h_i^2 : dar anlamli bireysel kalıtım derecesi, h_f^2 : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Deneme alanlarına ait varyans bileşenleri incelendiğinde; Seyitgazi (8A) deneme alanında blok varyansı toplam varyansın %10.47'sini oluştururken, Değirmendere (8B) deneme alanında %3.29'unu oluşturmaktadır. Parsel varyanslarının oranı Seyitgazi (8A) deneme alanında %10.81, Değirmendere (8B) deneme alanında ise %13.61 olmaktadır. Parsel varyasyon katsayısı Seyitgazi (8A)'de %7.9, Değirmendere (8B)'de %6.2 olup, deneme alanları arasında parsel varyansının kontrol edilmesi açısından önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 3.1). Ancak parsel varyansının Seyitgazi (8A) deneme alanında blok varyansına yaklaşık eşit olması, Değirmendere (8B) alanında ise blok varyansının 4 katı olması, orman arazilerinde mikro çevre koşullarının kısa mesafelerde oldukça değişken olduğunu göstermesi açısından dikkat çekmektedir. Parsellerde 4

ağacın bulunduğu, bloklarda ise 1152 ağacın bulunduğu veya bir blokta 288 parselin yer aldığı düşünüldüğünde ise bu durum daha da çarpıcı olmaktadır.

Boy özelliği için bireysel kalıtım dereceleri, Seyitgazi (8A)'de 0.14 ± 0.05 ve Değirmendere (8B)'de 0.12 ± 0.06 tahmin edilmiştir. Değirmendere (8B)'de kalıtım derecesi, Seyitgazi (8A) deneme alanı ile yaklaşık aynı bulunmuştur. Aile ortalamaları kalıtım dereceleri, Seyitgazi (8A) ve Değirmendere (8B)'de aynı olmuştur. Aslında Seyitgazi (8A) deneme alanında eklemeli genetik varyansın oranı (%10.00), Değirmendere (8B) deneme alanından (%8.58) yüksektir. Diğer yandan Seyitgazi (8A) deneme alanında bir aileden ortalama 10 birey olmasına karşın, Değirmendere (8B) deneme alanında 19 birey bulunmaktadır. Yine Seyitgazi (8A) deneme alanında parsel başına ortalama 2.27 birey düşerken, bu sayı Değirmendere (8B) deneme alanında 3.04 olmuştur. Dolayısıyla eklemeli genetik varyansın oranı Değirmendere (8A) deneme alanında düşük olmasına karşın, bu deneme alanında birey sayısı fazla olduğu için her iki deneme alanında aile ortalamaları kalıtım derecesi eşitlenmiştir.

Seyitgazi (8A) deneme alanında tahmin edilen bireysel kalıtım derecesi 0.14 ± 0.04 , Değirmendere (8B) deneme alanında 0.12 ± 0.03 'dir. Bireysel kalıtım derecesi, bir karakter için yapılacak fenotipik seçimin isabet derecesini gösteren bir parametre olması yanında, özelliğin ne oranda gelecek generasyona aktarılabilceğini de göstermektedir (HODGE ve WHITE 1992; DÜZGÜNEŞ ve ark. 1996). Tahmin edilen kalıtım derecelerine göre; Seyitgazi (8A) ve Değirmendere (8B) deneme alanlarında yapılacak fenotipik seleksiyonla genetik olarak üstün bireyleri seçme olasılığı (isabet derecesi) sırasıyla 0.37 ve 0.34 olacaktır.

Denemelerin birlikte değerlendirilmesinde boy için yapılan varyans analizinde deneme alanları, bloklar, setler, parseller, deneme alanı aile etkileşimi istatistik olarak önemli, aileler arası farklılık ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.4.).

Denemelerin ortak analizinde varyans bileşenlerinin oranı Çizelge 3.6'da verilmiştir. Deneme alanlarından kaynaklanan varyans, toplam varyansın %48.49'u, blok ve parsellerden kaynaklanan varyans ise sırasıyla %2.15'i ve %6.09'u olmuştur. Ortak değerlendirmede de parsellere ait varyans oranının blokların varyans oranının iki katına yaklaştığı anlaşılmıştır.

Varyans bileşenlerinde ıslah değerlerinin bulunduğu faktör olan aile varyansının oranı %0.28 tahmin edilmiştir. Deneme alanı aile etkileşimi (genotip çevre etkileşimi) varyansının oranı ise %0.54 olmuştur. Genotip çevre etkileşimi düzeyi hakkında fikir veren aile varyansı değerinin genotip çevre etkileşimi (aile deneme alanı etkileşimi) varyansı değerine oranı, 2

hesaplanmıştır. Denemelerin ortak değerlendirilmesinde bireysel kalıtım derecesi 0.03 ± 0.02 , aile ortalamaları kalıtım derecesi ise 0.09 ± 0.10 bulunmuştur.

Çizelge 3.6. Birlikte değerlendirilmede boy için elde edilen varyans bileşenleri ve genetik parametreler

Table 3.6. Genetic parameters and variance components through combined analyses of progeny trials

Parametreler* Parameters	Boy	
	Değer Value	%
σ^2_t	2952.80	48.49
$\sigma^2_{b(t)}$	131.11	2.15
$\sigma^2_{s(bt)}$	370.70	6.09
σ^2_f	18.40	0.30
σ^2_{tf}	56.40	0.93
$\sigma^2_{sb(bt)f}$	409.83	6.73
σ^2_e	2150.30	35.31
σ^2_T	6089.55	100.00
h^2_i	0.03±0.01	
h^2_f	0.09±0.05	

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, $\sigma^2_{s(bt)}$: set varyansı, σ^2_f : aile varyansı, σ^2_{tf} : deneme alanı aile etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{sb(bt)f}$: blok set aile etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı (Diğerleri için bkz. Çizelge 3.5)

Finlandiya'da 16 adet sarıçam döl denemesinin ayrı ayrı değerlendirmesinde; aile ortalamaları kalıtım dereceleri ağaç boyu için 0.34 ile 0.77 arasında değişmiş, deneme alanlarının ortak değerlendirmesinde ise 0.24 olarak bulunmuştur (HAAPANEN ve ark. 1997). Aile ortalamaları kalıtım derecesini HAAPANEN ve PÖYKKÖ (1993) 8. yaşta 0.60 olarak tahmin etmişlerdir. ZHELEW ve ark. (2003) ise İsveç'te 4 adet döl denemesinin değerlendirmesinde 12. yaş için 0.08-0.21 arasında, ortak değerlendirmede ise 0.11 tahmin etmişlerdir. HAAPANEN (2001), 9 seri döl denemesinde kalıtım derecesinin 0.07-0.20 arasında değiştiğini bulmuştur. JANSSON (2007), beş deneme alanının 7-36 arasındaki değişik yaşlara ait verilerinin ortalamasını 0.18 olarak tahmin etmiştir. Bu çalışmada deneme alanlarında bulunan değerler (0.12-0.14), yukarıda bahsedilen çalışmalarda bulunan değerlerle uyumlu olmasına karşın, ortak değerlendirmede bulunan değer oldukça düşük tahmin edilmiştir. Bu durumun en önemli nedenlerinden birisi genotip çevre etkileşiminin 6. yaşa göre artmış olmasıdır (ALAN ve ark. 2008). Deneme alanların tek tek değerlendirilmesi

sonucu bulunan kalıtım derecesi genotip çevre etkileşimini içermesine karşın ortak değerlendirmede bu etki genetik etkiden ayrılabilirdiği için ortak değerlendirmede kalıtım derecesi düşük çıkmıştır.

Deneme alanlarının ayrı ayrı değerlendirmesinde, aile ortalamaları kalıtım dereceleri, bireysel kalıtım derecelerinden 4 kat yüksek bulunmuştur. Düşük ve orta düzeyde bireysel kalıtım derecesine sahip karakterler için aile seçimi yolu ile daha çok kazanç elde edilebileceği görüşü (DÜZGÜNEŞ ve ark. 1996; FALCONER ve MACKAY 1996), bu çalışma ile de teyit edilmiştir.

Deneme alanları arasında ailelerin boy gelişimine ilişkin B tipi genetik ve fenotipik korelasyonları tahmin edilmiştir. İki deneme alanı arasında B tipi genetik korelasyon 0.25 ± 0.06 , fenotipik korelasyon ise 0.18'dir. Çizelge 3.4 incelendiğinde; deneme alanı aile etkileşiminin, istatistik olarak önemli olduğu görülmektedir. Bu sonuç, ailelerin farklı çevre koşullarında gösterdikleri boy büyümesinin önemli ölçüde değiştiğine işaret etmekle birlikte, tek başına ıslah çalışmalarına etkisi hakkında bir fikir vermemektedir. Bu nedenle, deneme alanları arasında "B tipi" genetik korelasyonların incelenmesi önerilmektedir (BURDON 1977). Seyitgazi (8A) ve Değirmendere (8B) deneme alanları arasında "B tipi" genetik korelasyon (0.25 ± 0.06), 6. yaşta bulunanın (0.51 ± 0.06) yarısı olmuştur. B tipi genetik korelasyonun 6. yaşa göre yarı yarıya azalması, genotip çevre etkileşiminin 2 kat arttığını göstermektedir. Genotip çevre etkileşiminin yüksek olması, ailelerin deneme alanlarına göre boy gelişiminin çok farklı sıralama göstermesinden de anlaşılmıştır. Seyitgazi (8A) deneme alanında boy açısından 1. sırada olan 8323 numaralı aile Değirmendere (8B) deneme alanında 169. sırada, Değirmendere (8B) deneme alanında 1. sırada olan 6924 numaralı aile Seyitgazi (8A)'de 91. sırada, Seyitgazi (8A) deneme alanında sonuncu (246.) olan 6853 numaralı aile, Değirmendere (8B)'de 142. sırada, Değirmendere (8B)'de sonuncu (246.) olan 6781 numaralı aile ise 167. sırada yer almıştır.

JOHNSON (1997) ve XIE (2003) B tipi korelasyonların 0.70'in üzerinde değerler alması durumunda, genetik kazanç kayıplarının önemli düzeyde olmayacağını belirtmektedirler. Bu varsayıma göre, bu çalışmada bulunmuş olan genotip çevre etkileşimine göre, genetik kazanç kayıplarının oldukça yüksek olacağı ortaya çıkmıştır. Bu sonuç aynı zamanda zon dışında bulunan Seyitgazi (8A) deneme alanının olduğu bölgenin farklılık gösterdiği, dolayısıyla zon içine katılamayacağını göstermiştir. Bu kapsamda 6. yaş sonuçlarında da Seyitgazi (8A) deneme alanının bulunduğu bölgenin İç Anadolu Batı Islah Zonu içine alınamayacağı öngörülmüştür (ALAN ve ark. 2008).

3.1.2.Göğüs çapı

Göğüs çapı için deneme alanlarında bulunan bazı parametreler Çizelge 3.7’de görülmektedir. Değirmendere (8B) deneme alanındaki fidanların çap ortalaması, Seyitgazi (8A) deneme alanından 20mm daha fazla olmuştur. En yüksek ve en düşük boy ortalaması gösteren ailelerde de aynı eğilim sürmektedir. Seyitgazi (8A)’de en yüksek ve en düşük aile ortalaması 29.94 ve 15.79 mm iken, Değirmendere (8B)’de aynı sırayla 58.54 ve 30.53 mm olmaktadır. Bunun yanında Değirmendere (8B)’de varyasyon ve parsel varyasyon katsayıları Seyitgazi (8A) ile yaklaşık aynıdır.

Varyans analizinde, Seyitgazi (8A) deneme alanında çap açısından aileler ve diğer faktörler (set, blok, parsel) arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir (Çizelge 3.8).

Değirmendere (8B) deneme alanı için yapılan varyans analizinde Seyitgazi (8A) deneme alanında olduğu gibi çap açısından aileler, bloklar, setler ve parseller arasında görülen farklılık istatistik olarak önemlidir (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.7. Deneme alanlarında göğüs çapına ait bazı parametreler

Table 3.7. Some parameters of breast diameter in progeny trials

Parametreler Parameters	Deneme alanları (Test sites)	
	Seyitgazi (8A)	Değirmendere (8B)
N (Fidan sayısı) Number of seedlings	3530	6038
Genel ortalama (\bar{X}) (mm) General mean	22.18±.016	42.91±0.21
Standart sapma Standard deviation	9.24	16.78
En yüksek aile ort. (\bar{X})(mm) Maximum family mean	29.94	58.54
En düşük aile ort. (\bar{X}) (mm) Minimum family mean	15.79	30.53
Varyasyon katsayısı Coefficient of variation	41.67	39.1
Parsel varyasyon katsayısı Coefficient of plot variation	5.3	4.7

Çizelge 3.8 Seyitgazi (8A) deneme alanı çap için varyans analizi

Table 3.8 ANOVA table for Seyitgazi (8A) test site

Varyasyon kaynağı Source of variation	No	Serbestlik derecesi Degrees of freedom	Kareler ortalaması Mean squares	Beklenen kareler ortalaması Expected mean squares	Hata terimi Error term	F	Pr > F
Blok Block	1	6	52.038	$\sigma_e^2 + 1.7763 \sigma_{fb(s(b))}^2 + Q_{(b, s(b))}$	4	64.60	<.0001
Set(Blok) Set (Block)	2	31	4.674	$\sigma_e^2 + 1.8062 \sigma_{fb(s(b))}^2 + Q_{(s(b))}$	4	5.78	<.0001
Aile Family	3	241	1.013	$\sigma_e^2 + 1.972 \sigma_{fb(s(b))}^2 + 10.172 \sigma_f^2$	4	1.23	<.0001
Blok*aile*set Block*family*set	4	1011	0.860	$\sigma_e^2 + 2.2763 \sigma_{fb(s(b))}^2$	5	1.40	<.0001
Hata Error	5	1783	0.613	σ_e^2			

Çizelge 3.9 Değirmendere (8B) deneme alanı çap için varyans analizi

Table 3.9 ANOVA table for Değirmendere (8B) test site

Varyasyon kaynağı Source of variation	No	Serbestlik derecesi Degrees of freedom	Kareler ortalaması Mean squares	Beklenen kareler ortalaması Expected mean squares	Hata terimi Error term	F	Pr > F
Blok Block	1	6	70.892	$\sigma_e^2 + 2.6678 \sigma_{fb(s(b))}^2 + Q_{(b, s(b))}$	4	26.89	<.0001
Set(Blok) Set (Block)	2	30	31.875	$\sigma_e^2 + 2.7093 \sigma_{fb(s(b))}^2 + Q_{(s(b))}$	4	14.57	<.0001
Aile Family	3	240	2.527	$\sigma_e^2 + 2.7427 \sigma_{fb(s(b))}^2 + 18.931 \sigma_f^2$	4	1.31	<.0001
Blok*aile*set Block*family*set	4	1413	1.862	$\sigma_e^2 + 3.0468 \sigma_{fb(s(b))}^2$	5	1.60	<.0001
Hata Error	5	3670	1.185	σ_e^2			

Çizelge 3.10 Birlikte değerlendirme çap için varyans analizi

Table 3.10 ANOVA table for combined analysis

Varyasyon kaynağı Source of variation	No	Serbestlik derecesi Degrees of freedom	Kareler ortalaması Mean squares	Beklenen kareler ortalaması Expected mean squares	Hata terimi Error term	F	Pr > F
Deneme Trial	1	1	5227.062	$\sigma_e^2 + 1.9391\sigma_{fbs(tb)}^2 + 10.498\sigma_{tf}^2$ $Q_{(t, b(s), s(b t))}$	5	3933.23	<.0001
Blok (deneme) Block (trial)	2	12	53.654	$\sigma_e^2 + 2.238\sigma_{fbs(tb)}^2 + Q_{(b(t), s(b t))}$	6	39.43	<.0001
Set (blok deneme) Set (block trial)	3	61	18.051	$\sigma_e^2 + 2.2641\sigma_{fbs(tb)}^2 + Q_{(s(b t))}$	6	13.22	<.0001
Aile Family	4	245	1.638	$\sigma_e^2 + 2.2228\sigma_{fbs(tb)}^2 + 13.145$ $\sigma_{tf}^2 + 25.826\sigma_f^2$	5	1.19	0.0924
Deneme*aile Trial*family	5	236	1.376	$\sigma_e^2 + 2.2089\sigma_{fbs(tb)}^2 + 12.978$ σ_{tf}^2	6	1.01	0.4293
Blok (deneme)*aile*set Block*trial*family*set	6	2427	1.443	$\sigma_e^2 + 2.7401\sigma_{fbs(tb)}^2$	7	1.45	<.0001
Hata Error	7	5340	0.994	σ_e^2			

Çizelge 3.11. Deneme alanlarında çapa ait varyans bileşenleri ve genetik parametreler

Table 3.11. Genetic parameters and variance components in progeny trials

Parametreler* Parameters	Seyitgazi (8A)		Değirmendere (8B)	
	Değer Value	%	Değer Value	%
σ_b^2	0.19	19.19	0.05	2.61
σ_s^2	0.07	6.52	0.26	14.66
σ_f^2	0.02	1.85	0.04	2.12
σ_{fb}^2	0.12	11.99	0.21	12.31
σ_e^2	0.60	59.83	1.19	68.30
σ_T^2	1.00	100.00	1.75	100.00
σ_a^2	0.08	7.40	0.12	8.48
CV_g		6.06		6.05
P_i	0.74		1.44	
P_{fam}	0.08		0.13	
h_i^2	0.10±0.05		0.10±0.06	
h_f^2	0.23±0.11		0.28±0.12	

* σ_b^2 : blok varyansı, $\sigma_{s(b)}^2$: set varyansı, σ_r^2 : aile varyansı, $\sigma_{bs(b)f}^2$: blok set aile etkileşimi varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_T^2 : toplam varyans, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans ($4\sigma_r^2$), CV_g : genetik varyasyon katsayısı, P_i : fenotipik varyans, P_{fam} : aile ortalamaları fenotipik varyansı, h_i^2 : dar anlamli bireysel kalıtım derecesi, h_f^2 : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Deneme alanlarında göğüs çapı için tahmin edilen varyans bileşenleri ve varyans bileşenlerine ait oranlar Çizelge 3.11’de verilmiştir. Çizelge 3.11’den anlaşılacağı üzere; aile varyanslarının toplam varyansa oranı Seyitgazi (8A)’de %1.85 ve Değirmendere (8B)’de %2.12’dir. İki deneme alanında göğüs çapı açısından genetik çeşitliliği karşılaştırmayı sağlayan genetik varyasyon katsayısı (CV_g) Seyitgazi (8A)’de 6.06, Değirmendere (8B)’de 6.05 hesaplanmıştır.

Genetik varyasyon katsayısı, genetik çeşitliliği gösteren bir parametredir (CORNELIUS 1994). İki deneme alanına ait göğüs çapı ayrı karakterler gibi düşünüldüğünde; her iki deneme alanında aynı genetik

varyasyon katsayısı bulunmuştur. Bu değerler boy için Seyitgazi (8A) deneme alanında biraz daha yüksek bulunmuştur.

Deneme alanlarına ait varyans bileşenleri incelendiğinde; Seyitgazi (8A) deneme alanında blok varyansı toplam varyansın %19.19'nu oluştururken, Değirmendere (8B) deneme alanında yaklaşık %2.61'ini oluşturmaktadır. Parsellere ($\sigma_{bs(bf)}$) ait varyans bileşenleri, bloklara (σ_b) ait olan varyans bileşenlerinden Seyitgazi (8A) deneme alanında düşük, Değirmendere (8B) deneme alanında yüksektir. Parsele ait varyans bileşeninin, blok varyans bileşenine oranı Seyitgazi (8A)'de 0.63, Değirmendere (8B)'de 4.2 olmaktadır. Her iki deneme alanında da bloklar yaklaşık 0.5 ha büyüklüğündedir. Blok varyansı, Seyitgazi (8A) deneme alanında toplam varyansın 1/5'ine yaklaşırken, Değirmendere (8B)'de yaklaşık 1/50 olmuştur. Ancak her iki deneme alanında da parsel varyanslarının oranı yaklaşık aynı olmuştur. Deneme alanları arasında bloklama açısından dikkati çeken diğer bir konu ise blok içindeki setlerin toplam varyans içindeki oranıdır. Seyitgazi (8A)'de blok varyansı %19.52, set varyansı %6.52, Değirmendere (8B)'de ise aynı sırayla %2.61 ve %14.66 olmuştur. Bu durumda Değirmendere (8B) deneme alanında blok varyansı düşük olmasına karşın, Seyitgazi (8A)'deki set varyansının 2.5 katı varyansa sahip olmuştur.. Bu durumda da Değirmendere (8A) deneme alanında blok içi setlerde değişkenliğin daha fazla olduğu düşünülebilir. Bu açıklamalar ışığında deneme alanlarının büyüklüğü (3.5 ha) düşünüldüğünde; blok, set ve parsel düzenlemelerinin oldukça değişken olabildiği, bu değişkenliğin de genetik parametreleri etkileyebileceği anlaşılmıştır.

Göğüs çapı için bireysel kalıtım dereceleri, Seyitgazi (8A)'de 0.10 ± 0.05 ve Değirmendere (8B)'de 0.10 ± 0.06 olarak tahmin edilmiştir. Deneme alanlarında kalıtım derecesi eşit bulunmuştur. Aynı şekilde, genetik varyasyon katsayısı da eşit olmasına karşın, eklemeli varyansın oranı Değirmendere (8B) için bir miktar yüksek bulunmuştur. Bireysel kalıtım dereceleri aynı olmasına karşın aile ortalamaları kalıtım derecelerinde Değirmendere (8B), Seyitgazi (8A)'den bir miktar yüksek bulunmuştur. Bu da Değirmendere (8B) deneme alanında daha fazla sayıda birey bulunmasından kaynaklanmıştır. Nitekim Seyitgazi (8A) deneme alanında aile başına ortalama 14.42 birey bulunurken, Değirmendere (8B) deneme alanında 19.90 birey bulunmuştur (Çizelge 10.8 ve 10.9). Bu değerlerin yüksek olması da aile ortalamaları kalıtım derecesinin yüksek hesaplanmasında etkili olmaktadır. Bu kapsamda deneme alanlarında ailelerdeki birey sayılarının yüksek olması, diğer genetik parametrelerin isabet derecesini de yükseltmektedir.

Denemelerin birlikte değerlendirilmesinde; göğüs çapı için yapılan varyans analizinde deneme alanları, bloklar, setler, parseller, deneme alanı aile etkileşimi istatistik olarak önemli, aileler arası farklılık ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.10).

Denemelerin ortak analizinde varyans bileşenlerinin oranı Çizelge 3.12'de verilmiştir. Deneme alanlarından kaynaklanan varyans, toplam varyansın %58.33'ü, blok ve parsellerden kaynaklanan varyans ise sırasıyla %3.36 ve %6.13'tür. Ortak değerlendirmede de parsellere ait varyansın oranı blokların varyans oranının iki katına yaklaşmaktadır.

Varyans bileşenlerinde ıslah değerlerinin bulunduğu faktör olan aile varyansının oranı %0.36, deneme alanı aile etkileşimi (genotip çevre etkileşimi) varyansının oranı ise %0.69 bulunmuştur. Denemelerin ortak değerlendirilmesinde bireysel kalıtım derecesi 0.03 ± 0.02 , aile ortalamaları kalıtım derecesi ise 0.13 ± 0.10 olmuştur.

Çizelge 3.12. Birlikte değerlendirilmede göğüs çapı için elde edilen varyans bileşenleri ve genetik parametreler

Table 3.12. Genetic parameters and variance components through combined analyses of progeny trials for breast diameter

Parametreler* Parameters	Çap	
	Değer Value	%
σ^2_t	4826.40	58.33
$\sigma^2_{b(t)}$	277.68	3.36
$\sigma^2_{s(bt)}$	413.85	5.00
σ^2_f	29.87	0.36
σ^2_{tf}	56.77	0.69
$\sigma^2_{sb(bt)f}$	506.91	6.13
σ^2_e	2163.30	26.14
σ^2_T	8274.77	100.00
h^2_i	0.04±0.01	
h^2_f	0.13±0.06	

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, $\sigma^2_{s(bt)}$: set varyansı, σ^2_f : aile varyansı, σ^2_{tf} : deneme alanı aile etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{sb(bt)f}$: blok set aile etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı (Diğerleri için bkz. Çizelge 3.4)

Ortak değerlendirmede göğüs çapı için kalıtım derecesi 0.04 ± 0.01 bulunmuştur. KRUSCHE ve ark. (1980) 11. yaş sarıçam döl denemeleri için 0.15, HAAPANEN ve ark. (1997) 11 ve 12. yaşlardaki döl deneme

alanlarında sırasıyla 0.19 ve 0.21, ortak değerlendirmede 0.14 bulmuşlardır. Dolayısıyla benzer çalışmalara göre bu çalışmada göğüs çapı için bulunmuş olan kalıtım derecesi (0.04) oldukça düşük kalmıştır. Diğer yandan bireysel kalıtım derecesi, CORNELIUS (1994) tarafından 67 yayından derlenen orman ağaçlarında göğüs çapına ait kalıtım derecelerinin ortalamasına (0.23) göre de oldukça düşük bulunmuştur. Bu durum yüksek genotip çevre etkileşimi olmasının yanı sıra, deneme alanlarının oldukça geniş olması dolayısıyla mikro çevre etkenlerinin kontrol edilmesinin güçleşmesinden de kaynaklanmış olabilir.

Sarıçamda benzer döl denemesi çalışmalarında boyda bulunan kalıtım dereceleri göğüs çapında bulunanın 1.5 ile 2 katı olmuştur (KRUSCHE ve ark. 1980; HAAPANEN ve ark. 1997; FRIES ve ERICSSON 1998; JANSSON 2007). Bu çalışmada ise deneme alanlarında boy için çapa göre bir miktar yüksek olmasına karşın, ortak değerlendirmede boy ve çap için bulunan bireysel kalıtım dereceleri hemen hemen eşit (0.03 ve 0.04) olmuştur.

Deneme alanları arasında ailelerin göğüs çapı gelişimine ilişkin B tipi genetik ve fenotipik korelasyonları tahmin edilmiştir. İki deneme alanı arasında B tipi genetik korelasyon 0.34 ± 0.06 , fenotipik korelasyon ise 0.18 bulunmuştur. Çizelge 3.10 incelendiğinde; deneme alanı aile etkileşiminin, istatistik olarak önemsiz olduğu görülmektedir. Ancak BURDON (1977) tarafından önerilmiş olan “B tipi” genetik korelasyonlar ve JOHNSON (1997) ve XIE (2003) tarafından önerilmiş eşik değer olan “B tipi” korelasyon (0.70) dikkate alındığında boyda olduğu gibi göğüs çapı özelliğinde de İç Anadolu Batı Islah Zonu’nun Seyitgazi (8A) deneme alanının olduğu bölgeyi de içine alacak şekilde genişletilemeyeceği ortaya çıkmıştır.

3.1.3. Özellikler arası genetik korelasyonlar

Boy ve göğüs çapı arasındaki genetik ve fenotipik korelasyonlar Çizelge 3.13’te verilmiştir. Deneme alanları tek tek ve birlikte değerlendirildiğinde, özellikler arasında genetik korelasyonlar 0.65-1.07 arasında değişmiştir. HAAPANEN ve ark. (1997) 11 ve 12. yaşta iki ayrı deneme serisinde çap ve boy arasında sırasıyla 0.88 ve 0.81 genetik korelasyon bulmuşlardır. Kızılçamın sekizinci yaş döl denemesi değerlendirmelerinde de özellikler arasında benzer şekilde pozitif ve yüksek genetik korelasyonlar bulunmuştur (ÖZTÜRK ve ark 2008, ALAN ve ark. 2009). IŞIK ve ark. (1999) ise, çap ve boy arasında kızılçamda 13. yaş için yüksek genetik korelasyon (0.89) bulmuşlardır.

Özellikler arasında pozitif yüksek korelasyonlar bulunması, bu özelliklerden birinde yapılan seçimle diğer özellikte aynı biçimde seçim yapılmasını sağlamaktadır. Nitekim LU ve CHARETTE (2008) özellikler arasında yüksek ve pozitif genetik korelasyon olması durumunda, ölçme yapmanın daha kolay ve ucuz olduğu özelliğin seçim için kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada ortak değerlendirmede göğüs çapı ve 10. yaş boy arasında 0.89 genetik korelasyon bulunmuştur. Bu durumda örneğin ölçmenin daha kolay ve daha isabetli yapılabileceği çap özelliği için yapılacak seçimle, boy için de yaklaşık aynı oranda genetik kazanç sağlanmış olacaktır. Diğer bir anlatımla, çap için yapılan seçim %86-89 oranında boy için de geçerli olabilecektir.

Çizelge 3.13. Özellikler arasında fenotipik (alt diagonal) ve genetik (üst diagonal) korelasyonlar

Table 3.13 Phenotypical (bottom diagonal) and genetic (top diagonal) correlations

Denemeler Trials	Özellikler Properties	Göğüs çapı Diameter	Boy 6 Height6	Boy 10 Height10
Seyitgazi (8A)	Göğüs çapı	-	0.97±0.02	0.86±0.08
	Boy 6	0.69	-	1.07±0.00
	Boy 10	0.85	0.75	-
Değirmendere (8B)	Göğüs çapı	-	0.95±0.04	0.87±0.03
	Boy 6	0.73	-	0.99±0.03
	Boy 10	0.85	0.77	-
Ortak	Göğüs çapı	-	0.64±0.04	0.89±0.03
	Boy 6	0.70	-	0.65±0.02
	Boy 10	0.84	0.77	-

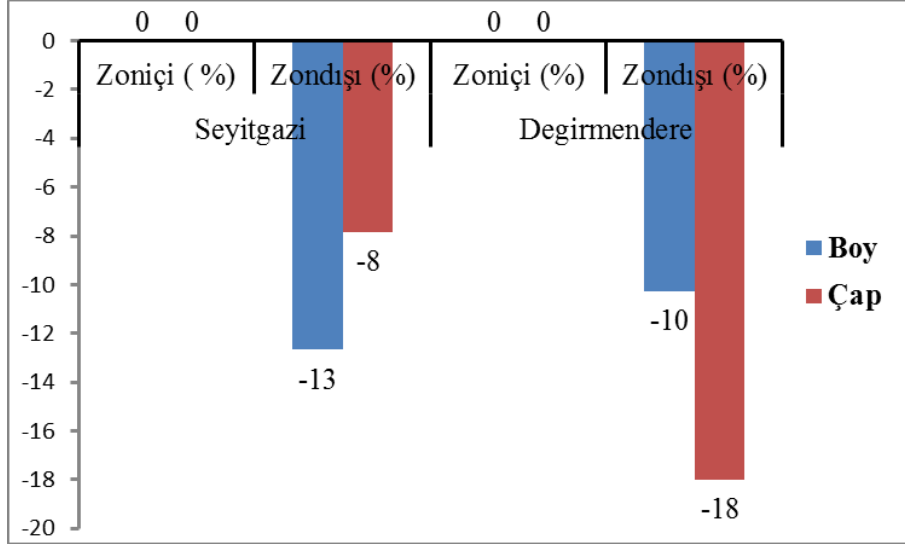
Genetik korelasyon açısından incelenmesi gereken diğer bir nokta ise ölçme yapılan yaşlar arasındaki (yaş-yaş) genetik korelasyonudur. Nitekim JANSSON (2007), 7-36. yaşlar arasındaki denemelerin değerlendirilmesinde 9. yaş boy ile 30. yaş hacim arasında 0.8 genetik korelasyon bulmuş ve 9. yaş boydan hareketle 30. yaş seleksiyon için %13 genetik kazanç tahmin etmiştir. Bu çalışmada, altıncı yaş boy ve 10. yaş boy arasında her bir deneme için denemelerde pozitif ve yüksek (0.86-1.07) genetik korelasyon bulunmuştur. Kızılçamda ÖZTÜRK ve ark. (2008) benzer şekilde boy için 4. yaş ve 8. yaş arasında 0.95, ALAN ve ark. (2009), aynı yaşlar için 0.90 pozitif ve yüksek genetik korelasyon bulmuşlardır. Bu

çalışmada da ayrı ayrı deneme alanlarında bulunan genetik (yaş-yaş) korelasyonları 1'e yakındır. Ancak ortak değerlendirmede 6. yaş boy ve 10. yaş boy ile 10. yaş çap arasında (0.64 ve 0.65) orta düzeyde korelasyon bulunmuştur. Bu durumda 6. yaşta yapılacak seçimle 10. yaş için karar verildiğinde %65 oranında aynı aileler seçilmiş olacağı ve kazanılacak 4 yıl düşünüldüğünde de 6. yaşta seçilmiş ailelerle bir tohum bahçesi kurulabileceği anlaşılmıştır.

3.2. Islah Değerleri ve Genetik Kazanç

Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim Programı, sarıçamın Türkiye'deki yayılışını coğrafik yapı ve ekolojik koşullara göre ıslah zonlarına ayırmıştır. Deneme alanlarında kullanılan kontrol materyalleri, sarıçamın değişik ıslah zonlarından gelmektedir (Çizelge 2.2). Ağaçlandırma ve gençleştirme uygulamalarında en yakın doğal kaynaklardan tohum temin edilmektedir. Bu bakımdan ıslah çalışmalarında ıslah zonunda, ıslah öncesi kullanılan materyale göre sağlanan genetik ilerlemeyi görmek için ıslah zonu içinde kullanılan kontrol ile karşılaştırma yapmak uygulamacıya verilebilecek yararlı mesaj olur diye düşünülmüştür. Bu kapsamda kontrol materyali **Zon İçi Kontrol Materyali** ve **Zon Dışı Kontrol Materyali** olarak gruplandırılmıştır. Zon dışı kontrol materyali; İç Anadolu Batı Islah Zonu dışındaki *Çamlıdere-Benliyayla*, *Aladağ-Aladağ*, *Sarıkamuş-Karakurt*, *Akdağmağdeni-Çulhalı* ve *Vezirköprü-Kunduz* populasyonlarından oluşmuştur. Zon içi kontrol materyali ise 162 ulusal kayıt no'lu tohum meşceresi (*Çatacık-Değirmendere*) ile aynı meşcereden seçilmiş plus ağaçlarla kurulmuş olan 94 ulusal kayıt no'lu tohum bahçesinden oluşmuştur.

Zon dışı kontroller, zon içi kontrollerin ortalamasından Seyitgazi (8A) deneme alanında boyda %13, göğüs çapında %8 daha düşük olmuştur. Değirmendere (8B) deneme alanında ise boyda %10 ve göğüs çapında %18 daha düşük bulunmuştur (Şekil 3.1). Diğer bir anlatımla her iki deneme alanında zon dışı kontroller boyda zon içi kontrollere göre %13-10, çapta ise %8-18 oranında daha az gelişmişlerdir. Bu sonuçlara göre zon dışı kontrollerin İç Batı Anadolu Islah Zonu'nda daha yavaş geliştiği net olarak anlaşılmıştır. Bu bakımdan zon dışından gençleştirme ve ağaçlandırma materyali kullanıldığında, odun hammaddesi kaybı yaşanacağı ortaya çıkmıştır.



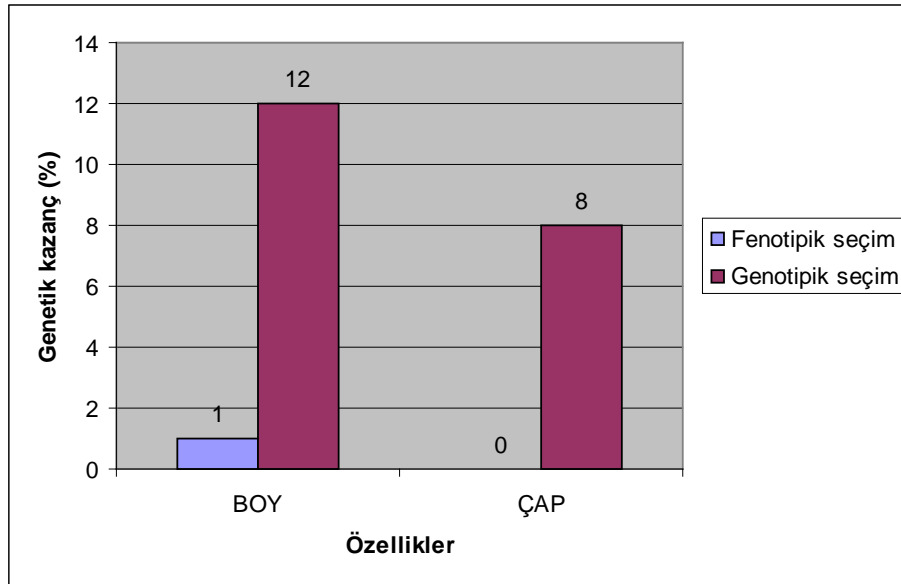
Şekil 3.1. Deneme alanlarında boy ve göğüs çapı için kontrollere göre kazanç karşılaştırması

Figure 3.1. Genetic gain in comparison to controls for height and diameter at breast height in each test

DANUSEVICIUS (2001) adaptasyon, gelişim (çap ve boy) ve gövde kalitesinin yalnızca coğrafik konuma değil, aynı zamanda yerel ekolojik koşullar ve populasyona has özelliklere de bağlı olacağını belirtmektedir. Burada populasyona has özelliklerden kasıt, doğal seleksiyonla oluşmuş genetik yapı olmaktadır. Bu durum uygulamada tohum transfer zonları içinde doğal seleksiyonla oluşmuş yapıyla aynı anlama gelmektedir. Dolayısıyla populasyonların orijinlerin doğal seleksiyonla uyum sağladığı tohum transfer zonundan bu aşamayı yaşamadığı bir alana taşınması, uyum açısından sorunlar çıkartabilmekte ve bu da bireylerin gelişimine yansımaktadır. Bu çalışmada da zon dışı kontrol materyalinin, ortalamasının altında gelişim göstermesi, bu görüşü desteklemektedir. Bu durum ekonomik boyuta da yansımaktadır. Denemelerde %8-18 arasında genetik kazanç kayıplarının olması, bu alanlardan daha az odun hammaddesi üretileceği anlamına gelmektedir. Oysa doğru materyal kullanılarak, aynı alandan genetik kazanç kaybı yerine genetik kazanç sağlamak mümkün olabilmektedir. Nitekim TALBERT ve ark. (1985) *Pinus taeda*'da birinci generasyon ıslah çalışmalarının masraf-fayda açısından değerlendirilmesinde hacimde sağlanacak %2.5-4.0 oranında genetik kazancın ıslah çalışmalarının

maliyetini karşıladığını bildirmektedir. Bu değer bir gösterge olarak alındığında, karşılaşılan ekonomik kaybın büyüklüğü ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, Sarıçam İç Anadolu Batı Islah Zonu'nda yapılacak ağaçlandırma ya da suni gençleştirme çalışmalarında, başka bölgelerden tohum ya da fidan transferi kesinlikle yapılmamalı, tohum transfer zonlarına kesinlikle uyulmalıdır.

Plus ağaçlardan toplanan tohumlardan yetiştirilen fidanlarla kurulmuş deneme alanlarında Sarıçam İç Anadolu Batı Islah Zonu'nda plus ağaçların BLUP yöntemi ile ıslah değerleri ve bu değerlere göre genetik kazançlar tahmin edilmiştir (Şekil 3.2 ve 3.3). Seyitgazi (8A) deneme alanında yer alan 246 aile ile kontroller arasında farklılık bulunmamıştır. Ancak ıslah değeri en yüksek 30 ailenin seçilmesi durumunda boy için %12, çap için %8 genetik kazanç tahmin edilmiştir (Şekil 3.2).



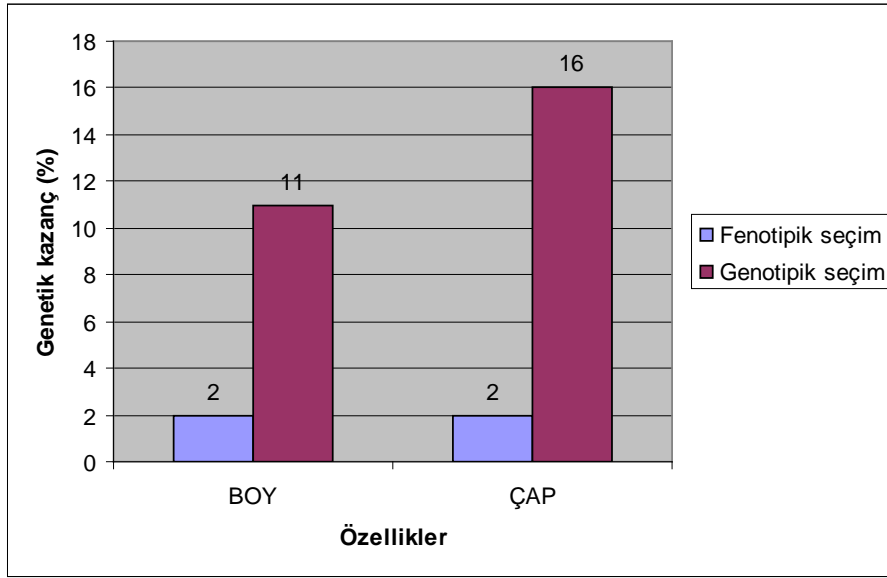
Şekil 3.2. Seyitgazi deneme alanında boy ve çap için plus ağaçlar ve en iyi 30 plus ağaç seçildiğinde kontrole göre sağlanan genetik kazanç

Figure 3.2. Genetic gain for all plus trees and the best 30 plus trees in Seyitgazi (8A) in comparison to controls for height and diameter at breast height

Değirmendere (8B) deneme alanında plus ağaçların ortalaması ile hem boy hem de çap için kontrol materyaline göre %2 genetik kazanç sağlanmasına karşın, en yüksek ıslah değerine sahip olan 30 üstün ağacın

seçilmesi durumunda boy için %11, çap için %16 genetik kazanç tahmin edilmiştir (Şekil 3.3).

Deneme alanlarının birlikte değerlendirilmesinde, hem çap hem de boy için aileler arası farklılık istatistik olarak anlamlı olmadığı için ıslah değerleri hesaplanmamıştır.



Şekil 3.3. Değirmendere deneme alanında boy ve çap için plus ağaçlar ve en iyi 30 plus ağaç seçildiğinde kontrole göre sağlanan genetik kazanç

Figure 3.3. Genetic gain for all plus trees and the best 30 plus trees in Değirmendere (8B) in comparison to controls for height and diameter at breast height

Bireysel kalıtım derecesinin düşük olması halinde, genetik kazancı artırmak için aile seleksiyonu yapılması önerilmektedir (DÜZGÜNEŞ ve ark. 1996). Nitekim, Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı'nda da orman ağaçlarında genel olarak büyüme karakterleri için bireysel kalıtım derecesinin düşük olduğu varsayımıyla, kısa dönemde genetik kazancı artırmak için ıslah değerleri yüksek ailelerin seçilmesi öngörülmüştür. Ancak ne kadar ailenin seçilerek bir üretim popülasyonu (tohum bahçesi) kurulacağı, ıslah uygulamaları için çoğu zaman tartışma konusu olmuştur. Bu konuda bir çok yayını gözden geçiren JOHNSON ve LIPOV (2002), tohum bahçesinde bulunacak birey sayısının 20'nin altında

olmamasını önermektedirler. Buna göre ıslah değeri en yüksek 30 aile seçilmesi halinde, Seyitgazi (8A) deneme alanında boy ve çap için sırasıyla %12 ve %8, Değirmendere (8B) deneme alanında ise aynı sırayla %11 ve %16 oranında genetik kazanç sağlanacağı hesaplanmıştır (şekil 3.2 ve 3.3). TALBERT ve ark. (1985) tarafından “%2.5-4.0 genetik kazancın ıslah çalışmalarının ekonomik olarak yrtlmesi bakımından yeterli olacağı değerlendirmesi” göz önüne alındığında, sarıçamda boy ve çap için tahmin edilen kazanç oranlarının oldukça iyi olduğu ortaya çıkmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de sarıçamda kurulan ilk döl denemelerinin 10. yaş boy ve göğüs çapı ölçmelerinden elde edilen verilerin değerlendirilmesinden aşağıdaki sonuç ve önerilere ulaşmak olasıdır.

1. Seyitgazi (8A) ve Değirmendere (8B) deneme alanlarında onuncu yaş boyda bireysel kalıtım derecesi sırasıyla 0.14 ± 0.04 ve 0.12 ± 0.03 , göğüs çapı için her iki deneme alanında 0.10 ± 0.04 , her iki deneme alanının ortak değerlendirilmesinde göğüs çapı ve boy için aileler arası farklılık önemsiz, kalıtım derecesi de oldukça düşük tahmin edilmiştir. Ortak değerlendirmede boy ve göğüs çapı için hesaplanmış olan 0.03 ve 0.04 bireysel kalıtım dereceleri hem çoğu çalışmada Sarıçam için tahmin edilenlerden, hem de orman ağaçları için hesaplanan bireysel kalıtım derecelerinden düşüktür.

2. Seyitgazi (8A) ve Değirmendere (8B) deneme alanlarında aile ortalamaları kalıtım derecesi boy için 0.32 ± 0.11 , çap için sırasıyla 0.23 ± 0.11 0.28 ± 0.11 hesaplanmıştır. Aile ortalamaları kalıtım derecesinin bireysel kalıtım derecesinin yaklaşık iki katına ulaştığı dikkate alındığında, Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı’nda kısa sürede genetik kazancı artırmak için aile seleksiyonu yapılması önerisinin isabetli bir yaklaşım olduğu görülmüştür.

3. Boy ve göğüs çapı için deneme alanları arasında kuvvetli genotip çevre etkileşimi bulunmuştur. Diğer bir deyişle, ilk sıralardaki ailelerin boy ve çap gelişimleri deneme alanlarına göre oldukça değişmiştir.

4. Boy ve göğüs çapı arasındaki genetik korelasyonlar Seyitgazi deneme alanında 1.00, Çatacık deneme alanında 0.87 bulunmuştur. Bu özelliklerden birinde yapılacak seçimle diğer özellikte de %87’nin üzerinde oranda aynı seçim yapılmış olacaktır.

5. Altıncı yaş boy ile onuncu yaş boy değerleri arasında Seyitgazi (8A) deneme alanında 0.97, Değirmendere (8B) deneme alanında 0.95 genetik korelasyon bulunmuştur. Altıncı yaşta seçilen aileler %95-97 oranında onuncu yaşta da aynı olacaktır.

6. En iyi döl geliştiren 30 üstün ağacın seçilmesi durumunda elde edilecek genetik kazanç; Seyitgazi (8A) deneme alanında boy için ortalama %12, çap için %8, Değirmendere (8B) deneme alanında boy için ortalama %11, çap için %16 tahmin edilmiştir.

7. Sarıçamın İç Anadolu Batı Islah Zonu’nda ıslah zonu dışından gelen tohumlardan üretilen fidanlar, ıslah zonu içinde olanlara göre daha yavaş boy ve çap büyümesi yapmışlardır. **Bu nedenle Sarıçam İç Anadolu Batı Islah Zonu’nda ağaçlandırma ve gençleştirme çalışmalarında, mutlaka ıslah zonu içindeki orijinler kullanılmalı, ıslah zonu dışından asla tohum veya fidan transferi yapılmamalıdır.**

ÖZET

Milli Ağaç Islahı Programı kapsamında Sarıçam İç Anadolu Batı Islah Zonu'nda Türkiye'de ilk kez 2 adet açık tozlaşma döl denemesi 2001 yılında kurulmuştur. Islah Zonu'ndan seçilen 246 üstün ağaçtan toplanan tohumlar kullanılarak kurulan deneme alanları Eskişehir-Seyitgazi (8A) ve Çatacık-Değirmendere (8B)'de bulunmaktadır. Deneme alanlarında ayrı bir işlem olarak sarıçamın 7 adet popülasyonunu içeren kontrol materyali de yer almaktadır. Deneme alanlarındaki fidanların 2011 yılında 10. arazi yaşındaki boy ve çapları ölçülmüş, genetik parametreler ve ıslah değerleri tahmin edilmiştir.

Bireysel kalıtım dereceleri Seyitgazi (8A)'de boy için 0.14 ± 0.04 , çap için 0.10 ± 0.03 , Değirmendere (8B)'de aynı sırayla 0.12 ± 0.03 ve 0.10 ± 0.03 olarak tahmin edilmiştir. Aile ortalamaları kalıtım derecesi Seyitgazi (8A)'de boy için 0.32 ± 0.11 ve çap için 0.23 ± 0.10 ; Değirmendere (8B)'de aynı sırayla 0.33 ± 0.11 ve 0.29 ± 0.10 olarak tahmin edilmiştir. İki deneme bir arada değerlendirildiğinde aileler arası farklılık istatistik olarak anlamsız olduğu için ıslah değerleri tahmin edilmemiştir.

Genotip çevre etkileşimi istatistik olarak önemli ve tahmin edilen B tipi genetik korelasyon boy için 0.35 ± 0.06 , çap için 0.34 ± 0.06 bulunmuştur. Boy ve çap arasındaki genetik korelasyonlar 0.87-1.00 arasında; altıncı yaş boy ile 10. yaş boy ve çap arasındaki yaş yaş korelasyonları ise 0.82-1.00 arasında değişmiştir.

Islah değerleri bakımından, plus ağaçlar istatistik olarak kontrolden farklılık göstermemişlerdir. Islah değeri en yüksek 30 plus ağaç seçildiğinde ise boy için %12; göğüs çapı için ise %8-16 arasında değişen genetik kazanç sağlanabileceği anlaşılmıştır.

Kontrol materyali içinde bulunan ve ıslah zonu dışından gelen 5 popülasyonun genetik kazanç açısından değerlendirilmesi ile ıslah zonu dışından transferler yapılmaması ve uygun popülasyonlar (orijinler) kullanılması gerektiği anlaşılmıştır.

SUMMARY

Two open pollinated progeny tests were established in an Inner Anatolian West Breeding Zone within the scope of National Tree Breeding Program. These were the first Scots pine progeny trials in Turkey. Progeny tests were established in Eskişehir-Seyitgazi (8A) and Çatacık-Değirmendere (8B) by using the seeds of 246 plus trees selected in this breeding zone. Control material from 7 scots pine populations were also included in progeny tests. In 2011, at the end of the 10th growing season tree heights and diameters at breast height were measured. Genetic parameters and breeding values were estimated by using this data.

In Seyitgazi (8A), individual heritability values for height and diameter at breast height (DBH) were 0.14 ± 0.04 and 0.10 ± 0.03 , respectively. In Değirmendere (8B), individual heritability values were calculated as 0.13 ± 0.03 and 0.13 ± 0.03 , respectively. Heritability of family means for height and DBH were estimated as 0.32 ± 0.11 and 0.23 ± 0.10 in Seyitgazi (8A); 0.33 ± 0.11 and 0.29 ± 0.10 in Değirmendere (8B).

In combined analyses, variation among families were not statistically significant, so breeding values have not been calculated.

Estimated genotype-environment interaction was significant and type-B genetic correlations for height and DBH were 0.35 ± 0.06 and 0.34 ± 0.06 , respectively. Genetic correlations between height and DBH were 0.87-1.00; age-age correlations between 6th year height and 10th year's height and DBH were 0.82-1.00.

With respect to the breeding values, plus trees were not different from control material. By selecting the best 30 plus trees, genetic gain was estimated as 12% for height and 8-16% for DBH.

Evaluation of genetic gain of 5 populations from outside of breeding zone and within control material indicated that transfers should be done within the same breeding zone and by using appropriate populations (origins).

KAYNAKÇA

- ADAMS, W. T., WHITE, T. L., HODGE, G. R., POWELL, G. L. 1994.** Genetic Parameters for Bole Volume in Longleaf Pine: Large Sample Estimates and Influences of Test Characteristics. *Silvae Genetica*, 43(5/6): 357-366.
- AGM 2007.** Aaçlandırma Programları Gerçekleşmeleri Aaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü (AGM).
- ALAN, M., ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S., EZEN, T., KORKMAZ, B., ÇALIŞKAN, B., ÖZLER, H., DERİLGİN, S. I. 2008.** İç Anadolu Batı İslah Zonunda (1300-1700 m) Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Döl Denemeleri (6. Yaş Sonuçları). Orman Aaçl. ve Tohumları İslah Arşt. Müd. Teknik Bülten No:19 49s.
- ALAN, M., ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S., EZEN, T., DERİLGİN, S. I., ÇALIŞKAN, B., ÖZLER, H., ALTUN, Z. G. 2009.** Ege Bölgesi Alt Yükselti Kuşığı İslah Zonunda (0-400 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (8. Yaş Sonuçları). Orman Aaçl. ve Tohumları İslah Arşt. Müd. Teknik Bülten No:23 59s. Ankara.
- ANDERSON, R. L., BANCROFT, T. A. 1952.** Statistical theory in research. McGraw-Hill Book Co, New York, 339 pp.
- BECKER, W. A. 1992.** Manual of Quantitative Genetics (Fifth edition). Academic Enterprises, Pullman, Washington, 192 pp.
- BURDON, R. D. 1977.** Genetic Correlation as a Concept for Studying Genotype-Environment Interaction in Forest Tree Breeding. *Silvae Genetica*, 26(5/6): 168-175.
- CORNELIUS, J. 1994.** Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in forest trees. *Canadian Journal of Forest Research*, 24: 372-379.
- DAĞDAŞ, S., TOSUN, S., DAŞDEMİR, İ. 1998.** Türkiye’de Sarıçam (*Pinus sylvestris*) orijin denemelerinin ilk sonuçları. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten No: 272 , 119 s.
- DANUSEVICIUS, J. 2001.** Use of introduced provenance to increase genetic diversity in local Scots pine populations. *Biologija* (1):59-61.
- DPT. 2001.** Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. DPT yayın no:2531, ÖİK:547, Ankara.
- DPT. 2007.** Dokuzuncu Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. DPT yayın no:2712, ÖİK:665, Ankara.
- DÜZGÜNEŞ, O., AKMAN, N. 1995.** Varyasyon Kaynakları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1408, Ders Kitabı No: 406, 146 s., Ankara.
- DÜZGÜNEŞ, O., ELİÇİN, A., AKMAN, N. 1996.** Hayvan İslahı. Ankara Ü., Ziraat Fakültesi Yay. No:861, Ders Kitabı No:229, 298 s., Ankara.
- FALCONER, D. S., MACKAY, T. F. C. 1996.** Introduction to Quantitative Genetics. Longman Group Ltd.,464 p. England.

- FRIES, A., ERICSSON, T. 1998.** Genetic parameters in diallel-crossed Scots pine favor heartwood formation breeding objectives. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 1–5.
- HAAPANEN, M., PÖYKKÖ, T. 1993.** Genetic relationship between growth and quality in an-8-year-old half-sib progeny trial *Pinus sylvestris*. *Scand. J. For. Res.*, 8:305-312.
- HAAPANEN, M., VELLING, P., ANNALA, M. 1997.** Progeny trial estimates of genetic parameters for growth and quality traits in scots pine. *Silva Fennica*, 31(1):3-12.
- HAAPANEN, M. 2001.** Time trends in genetic parameter estimates and selection efficiency for Scots pine in relation to field testing method. *Forest Genetics* 8: 129–144.
- HENDERSON, C. R. 1949.** Estimation of Changes in Herd Environment (abstract). *Journal of Dairy Science*, 32: 709.
- HODGE, G. R., WHITE, T. L. 1992.** Concept of Selection and Gain Prediction. In Eds: L. FINS, S.T. FRIEDMAN, J.V. BROTSCHOO, *Handbook of Quantitative Forest Genetics*, Kluwer Academic Publishers: 140-194.
- ISIK, F., ISIK, K., 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.
- JANSSON, G. 2007.** Gain from selecting *Pinus sylvestris* in southern Sweden for volume per hectare. *Scand. J. For. Res.*, 22(3):185-192.
- JOHNSON, G. R. 1997.** Site-to-site Genetic Correlations and Their Implications on Breeding Zone Size and Optimum Number of Progeny Test Sites for Coastal Douglas-fir. *Silvae Genetica*, 46(5): 280-285.
- JOHNSON, R. 2000.** Tree Improvement in the Pacific Northwest. In: ROSE, R.; HASSE, D.L. (Eds), *Proceedings Advances and Challenges in Forest Regeneration*. Corvallis, OR: Oregon State University: 29-34.
- JOHNSON, R., LIPOW, S. 2002.** Compatibility of Breeding for Increased Wood Production and Long-Term Sustainability: Genetic Variation of Seed Orchard Seed and Associated Risks. *Proceedings From The Wood Compatibility Workshop No 18*:169-179.
- KOSKI, V., ANTOLA, J. 1993.** Turkish National Tree Breeding and Seed Production Program for Turkey (1994-2003), Cooperated with ENSO Forest Development Inc. and Forest Tree Seeds and Tree Breeding Institute, Ankara, 49 pp
- KRUSHE, D., DAS, B. L., STEPHAN, B. R. 1980.** Result of a progeny test with *Pinus sylvestris* and estimation of genetic gains from different selection methods. *Silvae Genetica*, 29(3/4):122-129.
- LIYNCH, M., WALSH, B. 1998.** *Genetic and Analyses of Quantitative Traits*. Sinauer Ass. Inc. Publ., Sunderland, USA, 980 p.
- LOO-DINKINS, J. 1992.** Field Test Design. *Handbook of quantitative Forest*

genetics In Eds: L. FINS, S.T. FRIEDMAN, J.V. BROTSCHOOL, Handbook of Quantitative Forest Genetics, Kluwer Academic Publishers: 96-139.

LU, P., CHARRETTE, P. 2008. Genetic parameter estimates for growth traits of black spruce in northwestern Ontario. Canadian Journal of Forest Research, 38, 2994-3001.

MRODE, R. A. 1996. Linear Models for the Prediction of Animal Breeding Values. Cab International. 187p. UK.

OATIAM. 2010. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Web Sayfası (www.ortohum.gov.tr).

OGM. 2006. Orman Varlığımız. Orman Genel Müdürlüğü (OGM), 166 s.

ÖKTEM, E. 1994. Sarıçam Odununun Özellikleri ve kullanım Yerleri. Sarıçam El Kitabı Dizisi 7. 285 s. Ankara.

ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S., ALAN, M., EZEN, T., KORKMAZ, B., GÜLBABA, A. G., SABUNCU, R., DERİLGİN, S. I., ÇALIŞKAN, B. 2008. Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonunda (0-400 m) Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (8. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçl. ve Tohumları Islah Arşt. Müd. Teknik Bülten No:18.122 s., Ankara

PARK, Y. S. 1988. Field Testing in Operational Breeding Programs. In Ed: E. K. MORGENSTERN, T. J. B. MULLIN, Symposium on Tree Improvement Progressing Together, *Canadian Tree Improvement Association*, 134-155.

SAS INSTITUTE INC. 1989. SAS/STAT User's Guide:Release Version 6.03 Edition, Cary, NC, 1028 p.

SCHUTZ, W. M., COCKHERHAM, C. C. 1966. The Effect of Field Blocking on Gain from Selection. *Biometrics*, 22(4):843-863.

SOKAL, R. R., ROHLF, F. J. 1995. Biometry. Third Edition. W.H. Freeman and Company, New York, 887 pp.

TALBERT, J. T., WEIR, R. J., ARNOLD, R. 1985. Cost and Benefits of a Mature First-Generation Loblolly Pine Tree Improvement Program. *Journal of Forestry*, 83:162-166

ÜNAL, B. B. 2005. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'ın doğal populasyonlarında genetik varyasyonun belirlenmesi. Akdeniz Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 90 s.

ÜRGENÇ, S. 1967. Türkiye'de Çam Türlerinde Tohum Tedarikine Esas Teşkil Eden Problemlere Ait Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü, Yayın Sıra No:468, Seri No:44, 192 s.

WHITE, T. L., HODGE, G. R. 1989. Predicting Breeding Values with Applications in Forest Tree Improvement. Kluwer Academic Publishers, 367 p.

WHITE, T. L., HUBER, D., A. POWELL, G., L. 2003. Third-Cycle Breeding Strategy for Slash Pine by the Cooperative Research Program. In Ed. G.R. MCKINLEY, *Proceeding of SFTIC*, 27 :17-29.

XIE, C. Y. 2003. Genotype by environment interaction and implications for genetic improvement of interior spruce in British Columbia. *Can.J.For. Res.*, 33:1635-1643.

ZHELEV, P., EKBERG. I., ERIKSSON, G., NORELL, L. 2003. Genotype environment interactions in four full-sib progeny trials of *Pinus sylvestris* (L.) with varying site indices. *Forest Genetics* 10: 93–102.

ZOBEL, B., TALBERT, J. 1984. *Applied Forest Tree Improvement*. John Wiley & Sons 505 p. New York.