

Bakanlık Yayın No: 404
Müdürlük Yayın No: 35

**EGE BÖLGESİ ALT YÜKSELTİ KUŞAĞI ISLAH ZONU'NDA
(0-400 m) KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) DÖL DENEMELERİ
(8. YAŞ SONUÇLARI)**

(ODC: 165.3)

Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) Progeny Trials in Low Elevation
Breeding Zone (0-400 m) of Aegean Region
(Eighth Year Results)

**Dr. Murat ALAN Dr. Hikmet ÖZTÜRK Sadi ŞIKLAR
Turgay EZEN S. Işık DERİLGİN Belma ÇALIŞKAN
Dr. Hülya ÖZLER Zeynep Gülçin ALTUN**

TEKNİK BÜLTEN NO: 23

**T.C.
ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI
ORMAN AĞAÇLARI VE TOHURLARI ISLAH ARAŞTIRMA
MÜDÜRLÜĞÜ**

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

ANKARA-TÜRKİYE

ISBN: 978-605-393-064-8

ÖNSÖZ

Türkiye’de ağaç ıslahı çalışmaları 1960’larda başlamıştır. O zamandan bu yana sağlanan birikimler doğrultusunda kızılçamın da içinde olduğu 5 tür için bir Ulusal Ağaç Islah Programı hazırlanmış ve 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Kızılçamda belirlenen ıslah zonlarının her birinde en az iki adet olmak üzere, açık tozlaşma döl denemeleri kurulması öngörülmüştür. Bu kapsamda, Ege Bölgesi Alt Yükselti Kuşağı Islah Zonu’nda 2000 yılı Şubat ayında 6 adet döl denemesi kurulmuştur. Tesis edilen döl denemelerinde 4. arazi yaşı sonunda boy ölçümleri yapılmış ve buna ilişkin sonuçlar Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü’nce 13 no’lu teknik bülten olarak yayınlanmıştır. Bu çalışma ile de 8. arazi yaşında boy ve göğüs çapı ölçülerek, değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışmaya konu olan döl denemelerinin her bir aşamasını oluşturan etkinliklerden; plus ağaç seçimi, plus ağaçlardan ve tohum bahçelerindeki klonlardan kozalakların toplanması, tohumların elde edilmesi, fidanların yetiştirilmesi, deneme alanlarının hazırlanması, denemenin tesisi, bakım ve koruma çalışmalarının yürütülmesinde Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü’nün (AGM) çok önemli katkıları olmuştur. Katkılarından dolayı AGM’nin merkez kuruluşu ile Muğla ve İzmir İl Çevre ve Orman Müdürlükleri çalışanları ile ölçümlere yardım eden Ercan VELİOĞLU’na teşekkürü bir borç biliriz.

Bu çalışmanın, ıslah çalışmalarında sağlanan birikimin daha da ileriye taşınmasına katkı sağlamasını dileriz.

ANKARA, 2009

**Dr. Murat ALAN
Dr.Hikmet ÖZTÜRK
Sadi ŞIKLAR
Turgay EZEN
S. Işık DERİLGİN
Belma ÇALIŞKAN
Dr.Hülya ÖZLER
Zeynep Gülçin ALTUN**

ÖZ

Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Ege Bölgesi Alt Yükselti (0-400 m) kuşağında bulunan, 8 adet populasyondan seçilen plus ağaçlar (birinci seri) ve 1 adet tohum bahçesindeki klonlardan (ikinci seri) toplanan açık tozlaşma ürünü tohumlarla Marmaris-Hisarönü, İzmir-İzmir ve Bergama-Kınık'ta her bir seriden 3 adet olmak üzere 6 adet döl denemesi kurulmuştur. Birinci seri denemelerin her birinde 168 aile, ikinci seri denemelerde ise 25 aile bulunmaktadır. Her bir serideki denemelerde 6 adet kontrol materyali, ayrı bir işlem olarak kullanılmıştır.

Denemelerin tamamı, rastlantı blokları deneme desenine göre tesis edilmiştir. Sekinci arazi yaşı sonunda boy ve göğüs çapı ölçümleri yapılmıştır. Birinci seri denemelerde ölçülen boy ve göğüs çapına ilişkin genetik parametreler hesaplanmış, BLUP yöntemi kullanılarak ailelerin ıslah değerleri tahmin edilmiştir. İkinci seri denemelerde boy ve göğüs çapı karakteri için aileler arasındaki farklılıklar istatistik olarak anlamlı bulunmadığından, genetik parametreler ve ıslah değerleri tahminleri yapılmamıştır.

Birinci seri deneme alanlarında boy için bireysel kalıtım dereceleri 0.22-0.46, çap için ise 0.15-0.34 arasında, aile ortalamaları kalıtım dereceleri ise boy için 0.25-0.64, çap için 0.20-0.55 arasında değişmiştir. Deneme alanlarının ortak değerlendirilmesiyle boy ve çap için bireysel kalıtım derecesi sırasıyla 0.27 ve 0.22, aile ortalamaları kalıtım derecesi ise 0.64 ve 0.63 olarak hesaplanmıştır.

Denemelerin ortak analizinde boy ve göğüs çapı arasındaki genetik korelasyon 1.00 ± 0.02 , 4. yaş boy ile 8. yaş boy ve göğüs çapı arasında genetik korelasyonlar sırasıyla 0.90 ± 0.02 ve 0.86 ± 0.02 bulunmuştur. Deneme alanları arasında B tipi genetik korelasyonlar boy için 0.62-0.90, göğüs çapı için 0.82-0.94 arasında değişmiştir.

Plus ağaç seçimleriyle elde edilen genetik kazanç boyda %9, çapta %12 olarak belirlenmiştir. Islah değeri en yüksek 30 plus ağacın seçimi sonucunda ise elde edilecek genetik kazanç boyda %27, göğüs çapında %42 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Pinus brutia* Ten., kızılçam, kalıtım derecesi, ıslah değeri, genetik kazanç, genotip çevre etkileşimi.

ABSTRACT

Open pollinated seeds of plus trees from 8 populations (the first series) and clones from 1 seed orchard (the second series) were used to establish 6 progeny tests in Marmaris-Hisarönü, İzmir-İzmir and Bergama-Kınık in Aegean Low Elevation (0-400m) Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) breeding zone. Each series was included 3 tests. There are 168 families in each of the first series of test sites and 25 families in the second series. In addition, there are 6 controls in each of test sites. Completely randomized block design has been applied in all test sites. At the end of the 8th years of growing season, total tree height and breast height diameter were measured. In the first series, genetic parameters related to data obtained from these characters and family breeding values by using BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) method were estimated. In the second series, genetic parameters and breeding values were not estimated, because differences among families were not significant statistically.

In the first series of trials, individual heritability degrees were estimated 0.22-0.46 and 0.15-0.34 for tree height and breast height diameter, respectively. Family mean heritability degrees were 0.25-0.64 for tree height and 0.20-0.55 for breast height diameter. When all test sites analyzed together, individual heritability values were estimated as 0.27 and 0.22 for tree height and breast height diameter respectively. In combined analysis, family mean heritability degrees were 0.64 and 0.63 for tree height and breast height diameter respectively.

In combined analysis, genetic correlation between height and breast height diameter was 1.00 ± 0.02 . Correlation between 4th and 8th years height and breast height diameter were estimated 0.90 ± 0.02 and 0.86 ± 0.02 respectively. Estimated B type genetic correlations among test sites varied from 0.62-0.90 for tree height and 0.82-0.94 for diameter.

Genetic gain estimated for tree height and breast height characters were 9% and 12% respectively for each seed orchard with respect to control. When the best 30 plus trees were selected, genetic gain reached to 27% for height and 42% for diameter.

Key words: *Pinus brutia* Ten., Turkish red pine, 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. Deneme Deseni	7
2.3. İstatistik Analizler	9
2.3.1. Genetik parametrelerin tahmini	11
2.3.1.1. Temel genetik parametreler	11
2.3.1.2. İslah değeri tahmini	14
2.3.1.3. Genetik kazancın hesaplanması	15
3. BULGULAR ve TARTIŞMA	16
3.1. Birinci Seri Denemeler	16
3.1.1. Genetik parametreler	16
3.1.1.1 Boy	16
3.1.1.2 Göğüs çapı	21
3.1.2. Özellikler arasında tahmin edilen genetik korelasyonlar	24
3.1.3. Tahmin edilen genetik kazançlar	27
3.1.4. Mevcut tohum bahçelerinde genetik kazançlar	31
3.2. İkinci Seri Denemeler	33
3.2.1. Genetik parametreler	33
4. SONUÇ ve ÖNERİLER	36
ÖZET	38
SUMMARY	40
KAYNAKÇA	42
EKLER	46

1.GİRİŞ

Türkiye’de artan nüfus ve verimli orman alanlarının azalmasına bağlı olarak, 2020 yılında odun hammaddesi açığının 3 milyon m³’e ulaşacağı tahmin edilmektedir (DPT 2001). Diğer yandan, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yapılan toplam tomruk üretiminin %3-4’ü I. ve II. sınıf tomruk olup, bu üretimde I. sınıf tomruğun payı %0.1 gibi oldukça düşük bir değerdedir (OGM 2005). Bu veriler Türkiye’de önemli miktarda odun hammaddesi açığının bulunduğunu ve yapılan tomruk üretiminin çok büyük bölümünün düşük kalitede olduğunu göstermektedir.

Odun hammaddesi açığının kapatılmasında en akılcı yol, birim alandan yapılan üretimin hem miktar hem de kalitesinin artırılmasıdır. Birim alandan verimi artırmada da ağaçlandırmalar önemli bir yer tutmaktadır. Nitekim, dünyadaki orman alanlarının %5’ini oluşturan ağaçlandırma alanları, odun hammaddesi üretiminin %35’ni karşılamaktadır (FAO 2001). Türkiye’de tür yayılışı ve yapılan ağaçlandırma çalışmalarında ilk sırada bulunan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), bu haliyle odun hammaddesi ihtiyacının karşılanmasında büyük potansiyel taşımaktadır. USTA (1991) ve ERKAN (1996)’nın çalışmalarında tüm bonitetlerin ortalamaları alınarak bir karşılaştırma yapıldığında, 35. yaştaki kızılçam ağaçlandırma alanlarının aynı yaştaki doğal ormanlardan %19 daha fazla servet taşıdığı görülmektedir. Bu durum, kızılçam ağaçlandırmalarının odun üretimindeki potansiyelini desteklemektedir. Bu farklılık hiç genetik ıslah çalışması olmadan elde edilen bir artıştır. Oysa, birim alandan üretilen odun hammaddesinin hem kalite hem de miktarında önemli artışlar sağlamanın etkin yollarından biri genetik ıslah çalışmalarıdır. Örneğin; *Pinus eliotti* var. *eliotti* türünde, ikinci generasyon sonunda yıllık ortalama artım ıslah edilmemiş tohum kaynaklarına göre %50 daha fazla değere ulaşabilmektedir (WHITE ve ark. 2003). JOHNSON (1997), gövde düzgünlüğünün ıslahı ile ağaçlardan elde edilen kereste oranının %65’ten %85’e yükseltilebileceğini göstermiştir. Ağaç ıslahının etkinliğinden dolayı, dünyada yapılan ağaçlandırmalarda ıslah edilmiş materyal kullanımı giderek artmaktadır (XIE ve YANCHUK 2003). ABD’de *Pinus taeda* ve *Pinus eliotti* ağaçlandırmalarında genetik olarak ıslah edilen fidan kullanımı toplam fidan üretiminin %95’ine ulaşmaktadır (McKEAND ve ark. 2007).

Ağaç ıslahı çalışmalarının sağladığı bu etkinliği, ağaçlandırmalara yansıtılmak üzere Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü’nce (OATIAM), 1960’lı yılların sonundan günümüze, kızılçam başta olmak üzere, birçok doğal ağaç türünde genetik ıslah çalışmaları yürütülmektedir. Kızılçamda şimdiye kadar 82 adet, 12 200 ha tohum

meşçeresi seçilmiştir. Tohum meşçerelerinden seçilen plus ağaçlarla da bugüne kadar 60 adet, 470 ha fenotipik tohum bahçesi kurulmuştur (OATIAM 2008). Ağaçlandırmalarda, bu fenotipik tohum bahçeleri tohumlarının kullanılması ile tohum meşçerelerine kıyasla hacimde %8 genetik kazanç sağlanabileceği hesaplanmıştır (ÖZTÜRK ve ark. 2008). Ancak ağaç ıslahı çalışmalarında daha yüksek genetik kazanç, döl denemeleri ile plus ağaçların ıslah değerlerinin bulunması ve ıslah değeri en yüksek plus ağaçlarla genotipik tohum bahçelerinin kurulması ile elde edilmektedir. Nitekim, Akdeniz Alt Yükselti Kuşağı kızılçam döl denemelerinin 8. yaşta ulaşılan sonuçlarına göre, ıslah değeri yüksek 30 plus ağaç ile kurulacak kızılçam genotipik tohum bahçesinden üretilen tohumların ağaçlandırmalarda kullanılması halinde, tohum meşçerelerine göre %30 hacim artışı (genetik kazanç) sağlanabileceği anlaşılmıştır (ÖZTÜRK ve ark. 2008).

Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı'na göre diğer türlerde olduğu gibi kızılçam genetik ıslah çalışmalarında da tohum transferinin yapılabildiği, iklim vb. ekolojik koşullar bakımından oldukça homojen olan alanlar ıslah zonları olarak ayrılmıştır. Islah zonları aynı zamanda ağaç ıslah birimi olup, tohum bahçesi ve döl denemeleri kuruluşları gibi tüm ıslah çalışmaları ıslah zonları sınırları içinde yapılmaktadır. Kızılçamda bu şekilde planlanmış 7 adet ıslah zonu bulunmaktadır. Bu çalışma, Ege Bölgesi 0-400 m rakımları arasında yer alan ormanlık alanları kapsayan ıslah zonunu kapsamaktadır (KOSKI ve ANTOLA 1993). Bu ıslah zonunda 2000 yılında, iki seri halinde döl denemeleri tesis edilmiş, dördüncü arazi yaşında (2003 yılı vejetasyon sonunda) ağaç boyları ölçülerek, yapılan değerlendirmeler yayınlanmıştır (ALAN ve ark. 2005).

Orman ağaçlarında hasat yaşı en isabetli seçimlerin yapılabileceği yaştır. Ancak seçim için hasat yaşı sonuna kadar beklemek, birim sürede elde edilebilecek genetik kazancın azalmasına yol açacaktır. Bu bakımdan, erken yaşlarda yapılacak seçimle birim zamanda elde edilecek genetik kazanç artırılmaya çalışılmaktadır. Yapılacak seçimde, isabet derecesinin artması için erken yaşlardan itibaren genetik parametreler bulunmakta ve yaşla genetik parametrelerin değişimi incelenmek üzere döl denemeleri periyodik olarak ölçülmektedir (WENG ve ark. 2007). Bu verilerin ışığında da en uygun seleksiyon yaşına karar verilmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla 2007 yılı vejetasyon mevsimi sonunda fidanların boy ve çap ölçümleri yapılmış olup,

- Ölçülen boy ve göğüs çapı karakterleri için kızılçam ıslah çalışmalarının geleceğine ışık tutacak genetik parametrelerin (eklemeli

genetik varyans, kalıtım derecesi, genotip çevre etkileşimi, karakterler arası genetik korelasyonlar) tahmin edilmesi,

- 4. yaş boy ile 8. yaş boy ve göğüs çapı karakterleri arasında genetik korelasyonlarının tahmin edilmesi,

- Seçilen plus ağaçların ıslah değerlerinin bulunması, buna göre genetik kazançların tahmin edilmesi ve bu değerlerin 4. yaş değerleri ile kıyaslanması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM¹

2.1. Tohum Temini

Kızılçam için toplam 9 adet ıslah zonu ayrılmıştır (KOSKI ve ANTOLA 1993). Bu zonların 7 adedi döl denemelerini de içeren yoğun (I-1, 2, 3; II-1, 2; III-1, IV-2), 2 adedi ise ıslah zonları dışında, tohum meşçeresi (VI) ve gen koruma (V) düzeyinde ayrılmıştır (Şekil 2.1) Yoğun ıslah çalışmalarının yürütüleceği alt ıslah zonlarından birisi de Ege Bölgesi Alt Yükselti Kuşağı (0-400 m) Islah Zonu'dur.



Şekil 2.1. Kızılçam ıslah zonları (II, Ege Bölgesi Ana Zonu)

Figure 2.1. Breeding zones of *P. brutia* Ten. (II, Aegean Region Main Zone)

Çalışmanın yürütüldüğü ıslah zonunda 1 adet tohum bahçesine ait klonlar ile 8 adet populyasyondan (tohum meşçeresi ve gen koruma ormanı) seçilen plus ağaçlar bulunmaktadır (Çizelge 2.1 ve 2.2). Plus ağaçların açık tozlaşma ürünü tohumları ile bir seri (birinci seri), klonlara ait açık tozlaşma sonucu elde edilen tohumlarla diğer seri (ikinci seri) olmak üzere iki ayrı seri olarak denemeler kurulmuştur.

¹ “Materyal ve Yöntem”de verilen bilgiler ALAN ve ark. (2005)’de verilen bilgilerden kısaltılmıştır. Bazı bilgiler okuyuculara kolaylık sağlamak üzere tekrarlanmıştır.

Çizelge 2.1. Plus ağaçların bulunduğu populasyonlar

Table 2.1. Information about populations of plus trees

Ulusal kayıt No* National No	İşletme Müdürlüğü District	Bölge Şefliği Subdistrict	Enlem Latitude	Boylam Longitude	Rakım Altitude	Yaş Age	PA Sayısı PT Number
TM34	Marmaris	Çetibeli	37°00'17"	28°19'42"	60	75	53
TM41	Gördes	Şahinkaya	38°50'11"	28°04'32"	350	80	10
TM54	Muğla	Gökova	37°00'39"	28°24'30"	270	75	29
TM346	Bergama	Dikili	39°12'55"	26°57'25"	460	58	46
TM363	Milas	Karacahisar	37°07'00"	27°50'11"	350	75	12
GKO81	Milas	Mumcular	37°04'20"	27°45'10"	410	76	8
GKO83	Milas	Kayadere	37°12'17"	27°54'46"	395	78	23
GKO107	Milas	Karacahisar	37°07'30"	27°50'35"	350	68	7
TOPLAM							188

*TM; tohum meşçeresi=seed stand, GKO; gen koruma ormanı=gene conservation forest, PA; plus ağaç=plus tree

Çizelge 2.2. Tohum bahçesine ilişkin bilgiler

Table 2.2. Information about the seed orchard

Ulusal Kayıt No* National No	Orijini Provenance	Tesis Yeri Place	Tesis Yılı Year	Klon Sayısı Clone Number	Ramet Sayısı Ramet Number	Alanı (ha) Area	Dikim Aralığı Spacing
9	Gördes- Kavakalanı (TTS)*	Muradiye Fidanlığı	1980	25	461	5.7	9X9

*TTS: Tohum toplama sahası

Plus ağaçlar ve klonlara ait tohumlara ek olarak, her iki seri denemede de 6 adet kontrol kullanılmıştır (Çizelge 2.3). Kontroller, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü stoklarındaki tohum meşçeresi tohumlarıdır. Söz konusu tohum meşçerelerinden 2 adedi çalışma yapılan ıslah zonuna ait populasyonlar (Marmaris-Çetibeli ve İzmir-Urla), dördü ise kızılçamın diğer ıslah zonlarından alınan populasyonlardır .

Çizelge 2.3. Kontrol materyallerine ilişkin bilgiler

Table 2.3. Information about control materials

Özellikler Properties	Kontrol No Checklot No					
	4	6	7	8	9	10
Ulusal Kayıt No National No	37	349	34	36	52	51
İslah Zonu Breeding Zone	1.1	6.1	2.1	2.2	2.2	2.1
Bölge Müd. Regional Direct.	Antalya	Amasya	Muğla	Muğla	İzmir	İzmir
İşletme Müd. District	Alanya	Bafra	Marmaris	Yılanlı	Bergama	İzmir
İşletme Şef. Subdistrict	Kargı	Yakakent	Çetibeli	Boyalı	Bergama	Urla
Enlem Latitude	36°36' 06"	41° 39' 04"	37° 00' 17"	37° 17' 00"	39° 14' 08"	38° 14' 26"
Boylam Longitude	31° 57' 55"	35° 27' 22"	28° 19' 42"	28° 33' 50"	27° 08' 47"	26° 36' 02"
Rakım Altitude	350	50	60	750	620	150
Yaş Age	83	85	75	75	67	60

2.2. Deneme Deseni

Ege Bölgesi Islah Zonu'nda enlem farklılığı diğer zonlardan çok daha fazladır. Bu nedenle deneme alanları ıslah zonunun güneyi (Marmaris-Hisarönü), ortası (İzmir-İzmir) ve kuzeyinden (Bergama-Kınık) seçilmiştir.

Hisarönü (3A) deneme alanında ilk kuruluştan sonra fidanlarda %50 civarında kuruma olduğu için, aynı plus ağaçtan üretilen fidanlarla tamamlama yapılmıştır.

Deneme alanlarında rastlantı blokları deneme deseni kullanılmıştır. Birinci seri denemelerde yer alan genetik materyalin fazla olması nedeni ile çevresel varyansın etkilerini azaltan alt bloklama yapılmıştır (SCHUTZ ve COCKERHAM 1966). Buna göre her blok 4 adet alt bloğa (set) ayrılmıştır (Çizelge 2.4). İkinci seri denemelerde ise alt bloklama yapılmamıştır (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.4. Birinci seri denemelerde ailelerin bloklardaki setlere dağılımı

Table 2.4. Distribution of families to sets in blocks in the first series of trials

Populasyon Population	Setler Sets				Toplam Total
	1	2	3	4	
TM34	16	11	12	12	51
TM41				7	7
TM54	9	10	10		29
TM346		8	10	15	33
TM363	9			2	11
GKO81	8				8
GKO83		13	10		23
GKO107				6	6
Toplam Total	42	42	42	42	168
Kontrol Checklots	6	6	6	6	6

Birinci ve ikinci serilere ait deneme desenlerine ilişkin bilgiler Çizelge 2.5 ve 2.6'da verilmiştir.

Çizelge 2.5. Birinci seri denemelere ilişkin bilgiler

Table 2.5. Information about the first series of trials

Özellikler Properties	Denemeler Trials		
	Marmaris Hisarönü (3A)	İzmir İzmir (3B)	Bergama Kınık (3C)
Blok sayısı Block number	4	7	7
Alt bloklama Subblock type	B (set in rep)	B (set in rep)	B (set in rep)
Set sayısı Set number	16	28	28
Populasyon sayısı Population number	8	8	8
Aile sayısı Family number	168	168	168
Parsel düzenlemesi Plot design	4 ağaçlı sıra	4 ağaçlı sıra	4 ağaçlı sıra
Dikim aralığı (m) Spacing	3X2	3X2	3X2
Fidan sayısı Seedling number	2173	4832	5017

Çizelge 2.6. İkinci seri denemelere ilişkin bilgiler

Table 2.6. Information about the second series of trials

Özellikler Properties	Denemeler Trials		
	Marmaris Hisarönü (4A)	İzmir İzmir (4B)	Bergama Kınık (4C)
Blok sayısı Block number	7	7	7
Populasyon sayısı Population number	1	1	1
Aile sayısı Family number	25	25	25
Parsel düzenlemesi Plot design	4 ağaçlı sıra	4 ağaçlı sıra	4 ağaçlı sıra
Dikim aralığı (m) Spacing	3X2	3X2	3X2
Fidan sayısı Seedling number	830	733	824

2.3. İstatistik Analizler

İstatistik analizlere başlamadan önce, verilerden sıra dışı olanlar (outlier) çıkarılmıştır. Sıra dışı veriler bireylerin biyotik ve abiyotik etkilerden zarar görmesinden veya ölçme ve kayıt sırasında yapılan yanlışlardan kaynaklanabilmektedir. Sıra dışı verilerin atılmasında %99 güven aralığı ($\text{ort} \pm 2.576$ standart sapma) kullanılmıştır (SOKAL ve ROHLF 1995).

Göğüs çapı standart normal dağılım göstermediği için, karekök dönüşümü yapılmıştır. Boy ve göğüs çapı kullanılarak gövde hacmine ilişkin genetik parametrelerin tahmin edilmesi de düşünülmüştür. Ancak bu dönemde (8. yaş) gövde hacmi çok hızlı değişmektedir. Bunun bir sonucu olarak da özellikle genetik kazanç tahminlerinde olması gerekenden daha yüksek kazançlar ortaya çıkmaktadır. Genetik kazanç değerinin %100'ün üzerine çıkmasının, uygulama açısından yanlış algılamalara neden olabileceği düşünüldüğünden, gövde hacminde genetik parametrelerin tahmin edilmesinden vazgeçilmiştir. Nitekim göğüs çapı ölçümleri için 1.30 m yerine 1.40 m kullanılmaya başlanmıştır (SVENSSON ve ark. 1999; MATZIRIS 2005). Hatta MATZIRIS (2005) 1.40 m'de yeterli gelişim olmadığı için, bir deneme alanında gövde hacmine ilişkin genetik parametreleri hesaplamamıştır. LU ve CHARETTE (2008) ise *Picea mariana* için 6, 11 ve 19. yaşlarda yaptıkları genetik parametre değerlendirmelerinde, yalnızca 19. yaş için hacmi kullanmışlardır.

Hisarönü (3A) deneme alanında ilk dikilen fidanlar ve tamamlama fidanları arasında fark olup olmadığı incelenmiştir. Farklılığın istatistik olarak önemli olması üzerine de sadece Hisarönü (3A) deneme alanında fidan farklılığı için düzeltme yapılmıştır. DÜZGÜNEŞ ve ark. (1996), hayvan ıslahı için yaptıkları analizlerde de bu tür düzeltmelerin yapılabileceğini göstermişlerdir.

Yukarıda yapılan işlemlerden sonra 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 hesaplanmıştır.

Bu çalışmada 4. yaş ölçümlerinde kullanılan modelden farklı bir model kullanılmıştır. 4. yaşta kullanılan modelde populasyon da, bir faktör olarak yer almıştır. Sekizinci yaşta kullanılan modelde ise populasyon modelden çıkarılmıştır. Bunun nedeni, hem diğer döl denemeleri ile paralellik kurulması, hem de ıslah zonlarında amacın populasyon seçimi yerine, aile seçimi olmasıdır. Zaten ıslah zonunda kurulan çoğu tohum bahçesinde birden çok populasyon kullanılmış, bunların polenlerinin karışması sonucu da uygulama açısından populasyon bir etken olmaktan

çıkılmıştır. Bu açıklamalar ışığında, birinci seriye ait deneme alanlarının ayrı ayrı analizinde aşağıdaki doğrusal model kullanılmıştır.

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

Eşitlikte;

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

μ = genel ortalama,

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

S_j = j. set etkisi, $j=1,2,4$,

F_k = k. ailenin etkisi, $k= 1, 2, \dots, 168$,

$BSF_{jk(i)}$ = aile blok etkileşimi,

e_{ijkl} = i. blokta, j. sette, k. ailenin, l. bireylerden kaynaklanan etki (hata)'yı göstermektedir.

Birinci seriye ait deneme alanlarının birarada değerlendirilmesinde aşağıdaki doğrusal model kullanılmıştır.

$$y_{ijklm} = \mu + T_i + B_{j(i)} + S_{k(ij)} + F_l + TF + BSF_{jkl(i)} + e_{ijklm}$$

Eşitlikte,

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

μ = genel ortalama,

T_i = i. deneme alanının etkisi $i=1, 2, 3$,

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

$S_{k(ij)}$ = k. setin etkisi, $k=1,2, \dots, 4$,

F_l = l. ailenin etkisi, $l= 1, 2, \dots, 188$,

TF_{il} = deneme alanı aile etkileşimi,

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

e_{ijklm} = i. deneme alanında j. blokta, k. sette, l. ailede m. bireyden kaynaklanan etki (hata)'yı göstermektedir.

İkinci seri denemelerde her bir deneme alanı ve ortak değerlendirme için kullanılan doğrusal modeller aşağıdadır. Kullanılan simgeler birinci seri denemelerde kullanılanın aynıdır.

Her bir deneme alanı:

$$y_{ijk} = \mu + B_i + F_j + BF_{ij} + e_{ijk}$$

Ortak değerlendirme:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + B_{j(i)} + F_k + TF_{ik} + BF_{j(i)k} + e_{ijk}$$

Deneme alanlarının ayrı ayrı analizi ve birlikte değerlendirmede deneme alanı, blok ve set sabit (fiks), aile rastlantısal (random) etkiler olarak kabul edilmiştir. Epistatik etki ve kromozom bağlantısı (linkage) olmadığı, ailelerin gerçek yarım kardeş (ana bir üvey kardeş) olduğu varsayılmıştır.

Varyans bileşenlerinin tahmininde REML (restricted maximum likelihood) yöntemi kullanılmıştır. REML, varyans bileşenlerinin doğrudan tahminini sağlaması yanında dengesiz verilerin varyans bileşenlerinin bulunmasında daha etkili olmakta, dolayısıyla genetik parametrelerin sapmasız (unbiased) tahminini sağlamaktadır (ADAMS ve ark. 1994).

2.3.1. Genetik parametrelerin tahmini

2.3.1.1. Temel genetik parametreler

Bireysel kalıtım dereceleri (h_i^2) ve standart hatalarının (S.E. h_i^2) bulunmasında aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır (BECKER 1992). Denemelerin birarada ve tek tek değerlendirilmeleri durumunda kalıtım derecesinde fenotipik varyans (σ_p^2) oluşturan bileşenler değişmekte, birarada değerlendirmede aile deneme alanı etkileşimi varyansı (σ_{if}^2), fenotipik varyansa eklenmektedir.

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

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

Eşitliklerde;

σ_f^2 = aile varyansını,
 σ_p^2 = fenotipik varyansı (= $\sigma_f^2 + \sigma_{yf}^2 + \sigma_{bsf}^2 + \sigma_e^2$, tek deneme için σ_{yf}^2 eşitlikte yer almamaktadır),
 σ_{yf}^2 = deneme alanı aile etkileşimi varyansını,
 σ_{bsf}^2 = blok aile etkileşimi varyansını,
 σ_e^2 = hataya ait varyansını,
k = akrabalık katsayısını (yarım kardeşler için 1/4),
t = sınıflar arası korelasyonu (= $\sigma_f^2 / \sigma_f^2 + \sigma_{bsf}^2 + \sigma_e^2$),
N= denemedeki birey sayısını,
f = aile sayısını,
n = ailelere ait birey sayısının harmonik ortalamasını göstermektedir.

Aile ortalamaları kalıtım derecesinin (h_f^2) herbir deneme alanı için bulunmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$h_f^2 = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_{bsf}^2 / b + \sigma_e^2 / bn}$$

Aile ortalamaları kalıtım derecesinin denemelerin birlikte değerlendirilmesinde tahmini için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$h_f^2 = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_{yf}^2 / t + \sigma_{bsf}^2 / tb + \sigma_e^2 / tbn}$$

Eşitliklerde;

σ_f^2 = aile varyansı,
 σ_{yf}^2 = aile blok etkileşimi varyansı,
 σ_{bsf}^2 = deneme alanı, aile etkileşim varyansı,
 σ_e^2 = hata varyansı,
t = deneme alanı sayısı,
b = blok sayısı,
n = ailelerin harmonik ortalamasını göstermektedir.

Aile ortalamaları kalıtım derecesinin standart hatası ($\sigma_{h_f^2}$) ise aşağıdaki eşitliğe göre bulunmuştur (BECKER 1992).

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

$S.E.(\sigma_f^2)$ = 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 1997). 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.

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

Standart hatalar ($\sigma_{r_{B_g}}$) ise aşağıdaki eşitlikte verilen delta yöntemine göre hesaplanmıştır (LYNCH ve WALSH 1997).

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

Eşitlikte;

σ_f^2 = iki deneme alanından bulunan aile varyansı,

$\sigma_{f'}^2$ = iki deneme alanından bulunan deneme alanı aile etkileşimi varyansı, göstermektedir.

Karakterler arasındaki genetik korelasyonlar (r_g) aşağıdaki eşitliklerle bulunmuştur (BURDON 1977).

$$r_g = \frac{\sigma_{xy}}{\sqrt{\sigma_{f_x}^2 \sigma_{f_y}^2}}$$

σ_{xy} : x ve y karakterleri arasındaki genetik kovaryans,

$\sigma_{f_x}^2$ ve $\sigma_{f_y}^2$: sırasıyla x ve y karakterlerine ait genetik varyanslardır.

Genetik korelasyonların standart hataları ise DELTA yöntemine göre aşağıdaki formül kullanılarak bulunmuştur.

$$S.E.r_g = \sqrt{r^2 \left[\frac{Var(\sigma_x^2)}{4(\sigma_x^2)^2} + \frac{Var(\sigma_y^2)}{4(\sigma_y^2)^2} + \frac{Var(\sigma_{xy})}{\sigma_{xy}^2} + \frac{2Cov(\sigma_x^2, \sigma_y^2)}{4\sigma_x^2 \sigma_y^2} - \frac{2Cov(\sigma_x^2, \sigma_{xy})}{2\sigma_x^2 \sigma_{xy}} - \frac{2Cov(\sigma_{xy}, \sigma_y^2)}{2\sigma_{xy} \sigma_y^2} \right]}$$

$Var(\sigma_x^2)$ ve $Var(\sigma_y^2)$: x ve y karakterlerinin genetik varyansın varyansını

$Var(\sigma_{xy})$: x ve y karakterleri arasındaki genetik kovaryansın varyansını,

$Cov(\sigma_x^2, \sigma_y^2)$: x ve y karakterlerine ait genetik varyanslar arasındaki kovaryansın varyansını,

$Cov(\sigma_x^2, \sigma_{xy})$: x karakterine ait genetik varyans ile x ve y karakterleri arasındaki genetik kovaryansın varyansını,

$Cov(\sigma_y^2, \sigma_{xy})$: y karakterine ait genetik varyans ile x ve y karakterleri arasındaki genetik kovaryansın varyansını,

σ_x^2 ve σ_y^2 : x ve y karakterlerinin genetik varyansıdır.

2.3.1.2. Islah değeri tahmini

Bu çalışmada ıslah değerlerinin tahmin edilmesinde HENDERSON (1949) tarafından geliştirilen BLUP yöntemi kullanılmıştır. Islah değerinin hesaplanmasında kullanılan model aşağıda verilmiştir.

$y = Xb + Za + e$ şeklinde yazılabilir.

Eşitlikte;

$y = n$ gözlem sayısı olmak üzere, $nx1$ boyutlu gözlem vektörü,

$b =$ sabit etkili faktörlerin hallerinin toplam sayısı olmak üzere, $px1$ boyutlu etki miktarları vektörü,

$a = q$ rastlantısal (aile) etkilerin sayısı olmak üzere, $qx1$ boyutlu ıslah değerleri vektörü,

$e =$ rastlantısal çevre faktörüne ait etki miktarı vektörü ($nx1$),

$X =$ sabit etkili çevre faktörlerine ait nxp boyutlu tasarım matrisi,

$Z =$ Rastlantısal etkilere (aile) ait nxq boyutlu, tasarım matrisini ifade etmektedir.

2.3.1.3. Genetik kazancın hesaplanması

BLUP yöntemi ile tahmin edilen ıslah değerlerine göre genetik kazançlar hesaplanmıştır. Genetik kazançlar;

- a) Plus ağaç seçimi ile sağlanacak,

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

- b) Islah zonu içinde ıslah değeri açısından en iyi 30 plus ağacın seçilmesi durumunda elde edilecek genetik kazanç olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

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

Eşitliklerde ;

ΔG_{PA} ; plus ağaçlardan elde edilecek genetik kazancı,

ABV_{PA} ; plus ağaçların mutlak ıslah değerini,

ABV_k ; kontrol materyali için bulunan mutlak ıslah değerini,

ΔG_{PA30} ; en iyi 30 plus ağaca ait genetik kazancı,

ABV_{PA30} ; en iyi 30 plus ağacın ıslah değerini ifade etmektedir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Birinci Seri Denemeler

3.1.1. Genetik parametreler

3.1.1.1 Boy

Boy için deneme alanlarına ait bazı parametreler Çizelge 3.1'de verilmiştir. En yüksek boy ortalaması Hisarönü (3A), en düşük boy ortalaması ise Kınık (3C) deneme alanında bulunmuştur. Varyasyon katsayısı Hisarönü (3A)'nde 30.51, İzmir (3B)'de 24.61 ve Kınık (3C)'de 27.38 bulunmuştur. Deneme alanlarının çevresel duyarlılığını gösteren parsel varyasyon katsayısı, Çizelge 3.1'de verilmiştir. Parsel varyasyon katsayılarının %8'in altında olmasının, parselden kaynaklanan çevresel varyansı kontrol etmek için kabul edilebilir olacağı belirtilmektedir (McKEAND ve BRIDGWATER 1995). Bu açıdan bakıldığında; İzmir (3B) ve Kınık (3C) deneme alanlarında parselden kaynaklanan çevresel varyansın kontrol edilebildiği, Hisarönü (3A) deneme alanında ise eşik değerin biraz üstünde olduğu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 3.1. Birinci seri deneme alanlarında boya ait bazı parametreler

Table 3.1. Some parameters of height in the first series of trials

Parametre Parameter	Hisarönü (3A)	İzmir (3B)	Kınık (3C)
Ağaç sayısı Number of trees	2173	4832	5017
Genel ortalama (cm) General mean	338.19±0.49	304.75±0.39	221.74±0.33
Standart sapma (cm) Standard deviation	103.20	74.99	60.73
En yüksek aile ortalaması (cm) Maximum family mean	492.00	370.60	259.25
En düşük aile ortalaması (cm) Minumum family mean	189.66	221.37	153.44
Varyasyon katsayısı (%) Coefficient of Variation	30.51	24.61	27.38
Parsel varyasyon katsayısı (%) Coefficient of plot variation	11.50	6.00	7.13

Deneme alanları boy açısından istatistik olarak farklıdır. Boy ortalamaları 4. yaştan 8. yaşa kadar yaklaşık 126 cm ile 240 cm arasında artış göstermiştir. Artış, Hisarönü (3A) deneme alanında daha fazla

olmuştur. Diğer yandan Hisarönü (3A) deneme alanında bulunan tamamlama fidanları ile ilk dikilen fidanlar arasında dördüncü yılda boy için istatistiki anlamda görülen farklılık, 8. yaşta da görülmüştür. İstatistik farklılığın ortadan kalkması için materyal ve yöntem bölümünde belirtildiği üzere, bu etkiyi giderecek şekilde düzeltme yapılmıştır. Fidan tipleri arasında benzer farklılığın Akdeniz Bölgesi Alt Yükselti Kuşağı denemelerinde de görülmesi (ÖZTÜRK ve ark. 2008), benzeri çalışmalarda mutlaka bu etkinin incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

Tüm deneme alanlarında boy için yapılan varyans analizinde, aileler ve diğer faktörler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuştur (EK 1, 2, 3). Aileler arasındaki farklılıkların istatistiki olarak anlamlı olması nedeniyle varyans bileşenleri tahmin edilmiş ve birinci serideki her bir deneme alanı için tahmin edilen varyans bileşenleri ve oranları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Birinci seri denemelerde boya ait varyans bileşenleri ve bazı genetik parametreler

Table 3.2. Some genetic parameters and variance components for height in the first series of trials

Parametreler* Parameters	Hisarönü (3A)		İzmir (3B)		Kınık (3C)	
	Değer Value	%	Değer Value	%	Değer Value	%
σ_f^2	507.61	5.38	585.21	11.66	167.81	4.41
$\sigma_{bfs(b)}^2$	2957.20	31.36	1416.80	28.23	723.70	19.01
σ_e^2	5963.60	63.25	3017.50	60.12	2915.70	76.58
σ_T^2	9428.41	100.00	5019.51	100.00	3807.21	100.00
σ_a^2	2030.43	21.53	2340.83	46.63	671.24	17.63
CV_g		13.32		14.30		12.19
h_i^2	0.22±0.07		0.47±0.06		0.18±0.04	
h_f^2	0.25±0.11		0.64±0.11		0.42±0.11	

* σ_f^2 : aile varyansı, $\sigma_{bfs(b)}^2$: blok aile etkileşimi varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_T^2 : toplam varyans, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans ($4\sigma_h^2$), CV_g : genetik varyasyon katsayısı, h_i^2 : bireysel kalıtım derecesi, h_f^2 : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Aile varyanslarının (σ_f^2) toplam varyansa (σ_T^2) oranı Hisarönü (3A)’nde %5.38, İzmir (3B)’de %11.66 ve Kınık (3C)’ta %4.41 olarak hesaplanmıştır. Aile varyansı oranı 4. yaşa göre Kınık (3C) deneme alanında azalmış, Hisarönü (3A) deneme alanında sabit kalmış, İzmir (3B) deneme alanında ise yükselmiştir. Buna paralel olarak en yüksek CV_g değeri %14.30 ile İzmir (3B) deneme alanında, en düşük CV_g değeri ise %12.19 ile Kınık (3C) deneme alanında bulunmuştur. 4. yaşa göre Hisarönü (3A) CV_g

açısından ikinci sıraya yükselirken, Kınık (3C) üçüncü sıraya gerilemiştir (ALAN 2005; ALAN ve ark. 2005). Genetik çeşitliliğin bir ölçüsü olan CV_g değerlerine bakıldığında İzmir (3B) deneme alanının en yüksek değeri almış olması, bu deneme alanının daha homojen olduğunu ve çevresel koşulların deneme alanında daha iyi kontrol altına alındığını göstermektedir. Bu durum İzmir (3B) deneme alanında parsel varyasyon katsayısının diğerlerinden daha düşük olmasından da anlaşılmaktadır.

Boy özelliği için bireysel kalıtım dereceleri Hisarönü (3A)'nde 0.22 ± 0.07 , İzmir (3B)'de 0.47 ± 0.06 ve Kınık (3C)'de ise 0.18 ± 0.04 olarak tahmin edilmiştir (Çizelge 3.2).

Islah çalışmalarında en önemli genetik parametrelerden birisi olan kalıtım derecesinin yaşa göre gelişiminin bilinmesi, ileriye dönük kararlar için gereklidir. Ancak, karşılaştırmalar aynı istatistik modeller kullanılarak yapılmalıdır. Oysa, deneme alanının 4. ve 8. yaşlarında kullanılan istatistik modeller materyal ve yöntem bölümünde anlatıldığı üzere farklıdır. Bu nedenle karşılaştırmayı mümkün kılmak için, bu çalışmada kullanılan model ile 4. yaş verileri yeniden analiz edilmiş ve kalıtım dereceleri yeniden tahmin edilmiştir. Bu durumda 4. yaş kalıtım derecesinin 8. yaş kalıtım derecesine göre İzmir (3B)'de yükseldiği, Hisarönü (3A)'da değişmediği, Kınık (3C)'de düştüğü görülmüştür. İzmir (3B) deneme alanında 7. arazi yaşında şiddetli bir çamkese böceği zararı olmuştur. Kalıtım derecesinde görülen yükselme ölçümünden önce deneme alanında görülen bu çamkese böceği zararından kaynaklanmış olabilir. Bazı durumlarda stres, kalıtım derecesinde yükselme sağlayabilmektedir. Örneğin; IŞIK ve ark. (2002b) kızılçamda kuraklık stresi uygulanan fidanlara ait kalıtım derecesini (0.25), stres uygulanmayanlara (0.11) göre yüksek bulmuşlardır. Diğer yandan Kınık (3C)'de ise kalıtım derecesi 4. yaşa göre 8. yaşta düşmüştür. Bu düşüşte parsel varyasyon katsayısının 4. yaşa göre yükselmesinin etkisi olabilir. Hisarönü (3A) deneme alanında da parsel varyasyon katsayısı yükselmiştir. Ancak, yükselme Kınık (3C) deneme alanında oransal olarak daha fazla olmuştur. McKEAND ve BRIDGWATER (1995)'in çalışmasında kalıtım derecesi ile parsel varyasyon katsayısı arasında ters yönde bir ilişki olduğu gösterilmiştir.

Aile ortalamaları kalıtım dereceleri Hisarönü (3A), İzmir (3B) ve Kınık (3C)'ta sırasıyla 0.25 ± 0.11 , 0.64 ± 0.11 ve 0.42 ± 0.11 olarak hesaplanmıştır. Hisarönü (3A)'nde aile ortalamaları kalıtım derecesi, diğer iki deneme alanında bulunanlardan oldukça düşüktür. Oysa Çizelge 3.2'den de görüleceği üzere, bireysel kalıtım derecesi Kınık (3C) ve Hisarönü (3A) deneme alanlarında yaklaşık birbirine yakındır. Ancak aile ortalamaları kalıtım derecesi Kınık (3C)'de Hisarönü (3A)'dekinin yaklaşık iki katıdır.

Bu durum Hisarönü (3A) deneme alanındaki blok ve buna bağlı olarak deneme alanındaki birey sayısının, diğer deneme alanlarına göre daha az olmasından kaynaklanmıştır.

Deneme alanlarının boy açısından birlikte değerlendirilmesine ilişkin yapılan varyans analizinde aile ve diğer faktörler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuştur (EK 4).

Denemelerin ortak değerlendirilmesine ilişkin varyans bileşenleri ve genetik parametreler Çizelge 3.3'te verilmiştir. Bireysel kalıtım derecesi 0.27 ± 0.03 , aile ortalamaları kalıtım derecesi ise 0.64 ± 0.06 olarak hesaplanmıştır. Deneme alanlarının birlikte değerlendirilmesi sonucu tahmin edilen kalıtım dereceleri, tek tek deneme alanlarından elde edilen kalıtım derecelerine göre daha az değişken ve genotip çevre etkileşimi etkisi giderildiği için daha isabetlidir (WENG ve ark. 2007; LU ve CHARRETTE 2008). Bu bakımdan diğer çalışmalarla karşılaştırmayı, bu kalıtım derecesi üzerinden yapmak daha uygun olmaktadır.

Çizelge 3.3. Birinci seri denemelerin birlikte değerlendirilmesinde boy için elde edilen varyans bileşenleri ve bazı genetik parametreler

Table 3.3. Some genetic parameters and variance components of height in combined analysis of the first series of progeny trials

Parametreler* Parameters	Değer Value	%
σ_f^2	366.79	6.85
σ_{tf}^2	94.33	1.76
$\sigma_{bsf(b)}^2$	1389.30	25.96
σ_e^2	3500.80	65.42
σ_T^2	5351.23	100.00
σ_a^2	1467.17	27.42
h_i^2	0.27±0.03	
h_f^2	0.64±0.06	

* σ_f^2 : aile varyansı, σ_{tf}^2 : deneme alanı aile etkileşimi varyansı, $\sigma_{bsf(b)}^2$: blok aile etkileşimi varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_T^2 : toplam varyans, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans ($4\sigma_f^2$), h_i^2 : bireysel kalıtım derecesi, h_f^2 : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Bu çalışmada 8. yaş boy için hesaplanan kalıtım derecesi ile 4. yaş boy karakteri için hesaplanan kalıtım derecesinin (0.24 ± 0.03) yaklaşık olarak eşit olduğu görülmüştür. Bu durum Akdeniz Bölgesi Alt Yükselti Kuşağı kızılçam döl denemelerinde 8. yaş boy için tahmin edilen birinci seri (0.24 ± 0.04) ve ikinci seri (0.24 ± 0.04) bireysel kalıtım derecesi ile

uyumludur (ÖZTÜRK ve ark. 2008). Bu çalışmada bulunan boya ait bireysel kalıtım derecesi, orman ağaçlarında boya ait kalıtım dereceleri ve genetik varyasyon katsayılarını değerlendiren CORNELIUS (1994)'un kalıtım dereceleri ortalaması (0.28) ile uyumlu bulunmuştur. Diğer yandan aile ortalamaları kalıtım derecesi, 4. yaşta olduğu gibi 8. yaşta da bireysel kalıtım derecesinin yaklaşık 2.5 katı olmuştur (ALAN ve ark. 2005). Dolayısıyla KOSKI ve ANTOLA (1993) tarafından Milli Ağaç Islahı Programı'nda kısa dönemde genetik kazancı artırmak için aile seleksiyonu yapılmasını öneren yaklaşımın isabetli olduğu teyit edilmiştir.

Genotip çevre etkileşiminin önem derecesine göre ıslah programının şekillenmesi, deneme kuruluşları ve tohum dağıtım planlamasına yön verilmektedir (XIE 2003). Deneme alanlarının birlikte değerlendirilmesinde Çizelge 3.3'ten görüleceği üzere, deneme alanı aile etkileşimi (genotip çevre etkileşimi) varyansının toplam varyansa oranı %1.76 olarak hesaplanmıştır. Genotip çevre etkileşimi varyansının toplam varyansa oranının oldukça düşük düzeyde olması, genotip çevre etkileşiminin önemsiz olduğunu işaret etmiştir. Diğer yandan aile varyansının, genotip çevre etkileşimi (aile deneme alanı etkileşimi) varyansına oranı ise 3.15 olarak hesaplanmıştır. Bu oranın 2'nin üzerinde olması genotip çevre etkileşiminin olmadığına işaret etmektedir (SHELBOURNE 1972).

Genotip çevre etkileşiminin önem derecesini incelemek için kullanılan ve daha isabetli olduğu düşünülen diğer bir parametre ise, B tipi genetik korelasyondur (BURDON 1977). Bu parametreye göre, genotip çevre etkileşimi deneme alanları arasındaki genetik korelasyonun düşük olması ile açığa çıkmaktadır. Bu çalışmada boy açısından Hisarönü (3A)-İzmir (3B) için 0.90 ± 0.02 , Hisarönü (3A)-Kınık (3C) için 0.62 ± 0.11 ve İzmir (3B)-Kınık (3C) için 0.73 ± 0.05 genetik korelasyon tahmin edilmiştir (Çizelge 3.4). Deneme alanı çiftleri arasında boy açısından fenotipik korelasyonlar ise düşük düzeydedir.

Çizelge 3.4. Boy için B tipi genetik (alt diagonal) ve fenotipik (üst diagonal) korelasyonlar

Table 3.4. Type B genetic (bottom diagonal) and phenotypic (top diagonal) correlations for height

Denemeler Trials	Hisarönü (3A)	İzmir (3B)	Kınık (3C)
Hisarönü (3A)	-	0.43	0.29
İzmir (3B)	0.90 ± 0.02	-	0.33
Kınık (3C)	0.62 ± 0.11	0.73 ± 0.05	-

JOHNSON (1997) B tipi genetik korelasyonların 0.70'in üzerinde olması durumunda, genetik kazançta oluşacak kayıpların önemsiz düzeyde olacağını belirtmektedir. Hisarönü (3A)-Kınık (3C) arasındaki genetik korelasyon 0.70'e yakın olmasına karşın, bu değer altında olduğu için genotip çevre etkileşimi kazancı etkileyecek düzeyde bulunmuştur. Bu durum, ıslah zonunun kuzey ve güneyi arasında 200 km'den fazla enlem farklılığına bağlı olarak, genotip çevre etkileşiminin anlamlı olabileceğini göstermektedir. Ancak, kesin bir sonuca varmak için yeterli veri yoktur. Henüz değerlendirilmeyen hacim gibi diğer özellikler için de genotip çevre etkileşimine bakılmalı, durum ayrıntılı olarak gözden geçirilmelidir. Çünkü; genotip çevre etkileşimini azaltmak için alt zonlama yapılması, ıslah çalışmalarının maliyetini yükselten bir işlemdir. Bu nedenle ıslah zonunda genotip çevre etkileşimi bakımından kararlı davranan (stabil) ve ilk sıralarda olan ailelerle bir tohum bahçesi kurulması da üzerinde durulması gereken diğer bir seçenek olabilir (JOHNSON ve BURDON 1990; IŞIK ve KLEINSCHMIT 2005).

3.1.1.2 Göğüs çapı

Göğüs çapı için deneme alanlarına ait bazı parametreler Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Birinci seri deneme alanlarında çapa ait bazı parametreler

Table 3.1. Some parameters of diameter in the first series of trials

Parametre Parameter	Hisarönü (3A)	İzmir (3B)	Kınık (3C)
Ağaç sayısı Number of trees	2194	4795	4647
Genel ortalama (mm) General mean	36.24±0.20	32.15±0.15	19.89±0.15
Standart sapma (mm) Standard deviation	3.46	1.49	1.30
En yüksek aile ortalaması (mm) Maximum family mean	61.15	44.09	29.92
En düşük aile ortalaması (mm) Minumum family mean	13.91	20.88	13.54
Varyasyon katsayısı (%) Coefficient of Variation	30.93	21.44	25.52
Parsel varyasyon katsayısı (%) Coefficient of plot variation	11.46	5.20	6.12

En yüksek göğüs çapı ortalamasına sahip deneme alanı Hisarönü (3A), en düşük göğüs çapı ortalaması ise Kınık (3C) deneme alanında

bulunmuştur. Varyasyon katsayısı Hisarönü (3A)'nde 30.93, İzmir (3B)'de 21.44 ve Kınık (3C)'da 25.52'dir. Parsel varyasyon katsayısında da boyda olduğu gibi benzer özellikler görülmekte ve İzmir (3B) deneme alanı McKEAND ve BRIDGWATER (1995) tarafından önerilen değere göre mikro çevresel özelliklerin en iyi kontrol edildiği deneme alanı olmuştur.

Varyans analizinde, tüm deneme alanlarında göğüs çapı için aileler ve diğer faktörler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuştur (EK 5, 6, 7).

Birinci seri denemelerde göğüs çapı için ayrı ayrı tahmin edilen varyans bileşenleri ve oranları Çizelge 3.6'da verilmiştir. Aile varyanslarının toplam varyansa oranı Hisarönü (3A)'nde %3.64, İzmir (3B)'de %8.38 ve Kınık (3C)'ta %3.99'dur. Genetik varyasyon katsayısı (CV_g) en yüksek değeri (11.40) İzmir (3B) deneme alanında alırken, en düşük değeri (10.20) ise Kınık (3C) deneme alanında almıştır. Göğüs çapı için bulunan CV_g değerleri boy bulgularından daha düşük değerde olmakla birlikte, deneme alanlarındaki değerlerin sıralaması ile benzerlik göstermektedir. İzmir (3B) deneme alanı, göğüs çapı açısından da en yüksek CV_g değerinin hesaplandığı deneme alanı olmuştur.

Çizelge 3.6. Birinci seri denemelerde göğüs çapına ait varyans bileşenleri ve bazı genetik parametreler

Table 3.6. Some genetic parameters and variance components for breast height diameter in the first series of trials

Parametreler* Parameters	Hisarönü (3A)		İzmir (3B)		Kınık (3C)	
	Değer Value	%	Değer Value	%	Değer Value	%
σ_f^2	0.12	3.64	0.11	8.38	0.05	3.99
$\sigma_{bfs(b)}^2$	0.81	25.04	0.39	30.65	0.19	14.29
σ_e^2	2.30	71.32	0.78	60.97	1.10	81.71
σ_T^2	3.22	100.00	1.28	100.00	1.34	100.00
σ_a^2	0.47	14.57	0.44	33.52	0.21	15.98
CV_g		11.27		11.40		10.20
h_i^2	0.15±0.06		0.34±0.05		0.16±0.04	
h_f^2	0.20±0.12		0.55±0.11		0.41±0.11	

* σ_f^2 : aile varyansı, $\sigma_{bfs(b)}^2$: blok 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, h_i^2 : bireysel kalıtım derecesi, h_f^2 : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Göğüs çapı için bireysel kalıtım dereceleri, Hisarönü (3A)'nde 0.15±0.06, İzmir (3B)'de 0.34±0.05 ve Kınık (3C)'da ise 0.16±0.04, aile ortalamaları kalıtım dereceleri ise Hisarönü (3A), İzmir (3B) ve Kınık (3C)'ta sırasıyla 0.20±0.12, 0.55±0.11 ve 0.40±0.11 olarak tahmin

edilmiştir. Göğüs çapı için bulunan bireysel kalıtım derecelerinin, boy için bulunan kalıtım derecelerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum Akdeniz Bölgesi Kızılçam Alt Yükselti Kuşağı Islah Zonu bulguları ile paraleldir (ÖZTÜRK ve ark. 2008). Benzer şekilde XIE ve YING (1996) *Pinus contorta* türünde, boy için bireysel kalıtım derecesini göğüs çapına göre daha yüksek tahmin etmişlerdir.

Deneme alanlarının birlikte değerlendirilmesinde yapılan varyans analizinde aile ve diğer faktörler istatistik olarak anlamlı bulunmuştur (EK 8).

Çizelge 3.7. Birinci seri denemelerin birlikte değerlendirilmesinde göğüs çapına ait varyans bileşenleri ve bazı genetik parametreler

Table 3.7. Some genetic parameters and variance components for breast height diameter in combined analysis of first series progeny trials

Parametreler* Parameters	Değer Value	%
σ_f^2	0.09	5.55
σ_{tf}^2	0.01	0.58
$\sigma_{bsf(b)}^2$	0.38	22.95
σ_e^2	1.19	70.92
σ_T^2	1.67	100.00
σ_a^2	0.37	22.20
h_i^2	0.22±0.03	
h_f^2	0.63±0.06	

* σ_f^2 : aile varyansı, σ_{tf}^2 : deneme alanı aile etkileşimi varyansı, $\sigma_{bsf(b)}^2$: blok aile etkileşimi varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_T^2 : toplam varyans, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans ($4\sigma_f^2$), h_i^2 : bireysel kalıtım derecesi, h_f^2 : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Denemelerin ortak değerlendirilmesinde bireysel kalıtım derecesi 0.22±0.03, aile ortalamaları kalıtım derecesi ise 0.63±0.06 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.7). Tahmin edilen bireysel kalıtım derecesi CORNELIUS (1994) tarafından 67 yayından derlenen göğüs çapına ait kalıtım derecelerinin ortalaması (0.23) ile uyumlu olmuştur. Yine ÖZTÜRK ve ark. (2008) tarafından kızılçam döl denemesinin 8. yaşta göğüs çapı için birinci seride (0.18±0.04) ve ikinci seride (0.16±0.03) bulunan bireysel kalıtım derecelerinden ise bir miktar yüksek olmuştur. ÖZTÜRK ve ark. (2008) tarafından bulunan sonuçlarla birlikte değerlendirildiğinde, göğüs çapı için bireysel kalıtım derecesinin alt ve üst sınırı 16-22 aralığında değişmiştir. Standart hataların hemen hemen aynı olduğu gözönüne alındığında, bireysel kalıtım dereceleri boyda hem daha yüksek olmuş, hem

de 23-27 gibi daha dar bir aralık oluşturmuştur. Diğer bir anlatımla göğüs çapındaki bireysel kalıtım derecesinin, boya göre daha değişken olduğu anlaşılmıştır.

Birlikte değerlendirilmeye ait varyans bileşenlerinin oranı Çizelge 3.7'de verilmiştir. Deneme alanı aile etkileşimi (genotip çevre etkileşimi) varyansının oranı %0.58, aile varyansının genotip çevre etkileşimi (aile deneme alanı etkileşimi) varyansına oranı hesaplandığında, bu oran yaklaşık 9.00 olmaktadır. Bu değer 2'nin çok üzerinde olması da çap açısından genotip çevre etkileşimi olmadığı izlenimini vermektedir (SHELBOURNE 1972).

Denemeler ikişer ikişer ele alınıp, ailelerin çap gelişimi açısından benzer veya farklı olup olmadığına, B tipi genetik ve fenotipik korelasyonlar ile bakılmıştır. Deneme çiftleri arasındaki genetik korelasyonlar Hisarönü (3A)-İzmir (3B) için 0.94 ± 0.02 , Hisarönü (3A)-Kınık (3C) için 0.93 ± 0.03 ve İzmir (3B)-Kınık (3C) için 0.82 ± 0.02 bulunmuştur (Çizelge 3.8). Göğüs çapı açısından genotip çevre etkileşimi JOHNSON (1997) tarafından önerilen B tipi genetik korelasyon değerinin daha üzerinde tahmin edilmiş ve genetik kazancı etkileyecek düzeyde olmadığı anlaşılmıştır. Dolayısıyla 8. yaş bulgularına göre göğüs çapı için ailelerin ıslah zonunun her tarafında kullanılmasının genetik kazancı etkilemeyeceği, genotip çevre etkileşiminin önemsiz düzeyde olduğu anlaşılmıştır. Deneme alanı çiftleri arasında çap açısından fenotipik korelasyonlar ise daha düşük düzeydedir (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8. Göğüs çapına ait B tipi genetik (alt diagonal) ve fenotipik (üst diagonal) korelasyonlar

Table 3.8. Type B genetic (bottom diagonal) and phenotypic (top diagonal) correlations for breast height diameter

Denemeler Trials	Hisarönü (3A)	İzmir (3B)	Kınık (3C)
Hisarönü (3A)	-	0.38	0.27
İzmir (3B)	0.94 ± 0.02	-	0.34
Kınık (3C)	0.93 ± 0.03	0.82 ± 0.04	-

3.1.2. Özellikler arasında tahmin edilen genetik korelasyonlar

Boy ve göğüs çapı arasındaki genetik ve fenotipik korelasyonlar Çizelge 3.9'da verilmiştir. Deneme alanları tek tek ve birlikte değerlendirildiğinde, özellikler arasında genetik korelasyonlar 0.66-1.00 arasında değişmiştir. Benzer bulgulara ÖZTÜRK ve ark. (2008)'da ulaşmış,

özellikler arasında pozitif ve yüksek genetik korelasyonlar (0.63-0.97) bulmuşlardır. IŞIK ve ark. (1999) ise, çap ve boy arasında kızılçamda 13. yaş için yüksek genetik korelasyon (0.89) bulmuşlardır.

Çizelge 3.9. Özellikler arasında fenotipik (alt diagonal) ve genetik (üst diagonal) korelasyonlar

Table 3.9. Phenotypical (bottom diagonal) and genetic (top diagonal) correlations

Denemeler Trials	Özellikler Properties	Göğüs çapı Diameter	Boy 8 Heigth 8	Boy 4 Height 4
Hisarönü (3A)	Göğüs çapı	1	0.96±0.02	0.96±0.02
	Boy 8	0.92	1	0.85±0.06
	Boy 4	0.70	0.70	1
İzmir (3B)	Göğüs çapı	1	0.97±0.01	0.97±0.01
	Boy 8	0.83	1	0.66±0.06
	Boy 4	0.73	0.66	1
Kınık (3C)	Göğüs çapı	1	0.97±0.01	0.97±0.01
	Boy 8	0.88	1	0.97±0.01
	Boy 4	0.74	0.72	1
Ortak	Göğüs çapı	1	1.00	0.86±0.02
	Boy 8	0.87	1	0.90±0.02
	Boy 4	0.71	0.68	1

İncelenen özellikler arasında yüksek genetik korelasyonlar olması; ya bu özellikler arasında pleiotropizm (aynı genin birden çok özelliği kodlaması) veya özelliklerde bağlı genler olması (linkage) ve bağlı genlerin birlikte hareket etmesinden kaynaklanmaktadır (NAMKOONG ve ark. 1988; DÜZGÜNEŞ ve ark. 1996). Ancak bağlı genlerin zamanla crossing over ile bağlantısı ortadan kalkabildiği için, uzun dönemde genetik korelasyonu sağlayacak esas etken pleiotropizm olmaktadır.

Uygulama açısından özellikler arasında pozitif yüksek korelasyonlar bulunması, bu özelliklerden birinde yapılan seçimle diğer özellikte aynı yönde seçim yapılmasını sağlamaktadır. Nitekim, KAYA ve ark. (1989) yüksek ve pozitif genetik korelasyonlar tahmin edildiğinde, özelliklerden birinde yapılacak seçimle diğer özellikler açısından da aynı oranda genetik kazanç sağlanabileceğini göstermişlerdir. LU ve CHARETTE (2008) ise özellikler arasında yüksek ve pozitif genetik korelasyon olması durumunda, ölçme yapmanın daha kolay ve ucuz olduğu özelliğin seçim için kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada ölçmenin daha kolay ve

daha isabetli yapılabileceği çap özelliği için yapılacak seçimle, boy için de aynı oranda genetik kazanç sağlanmış olacaktır.

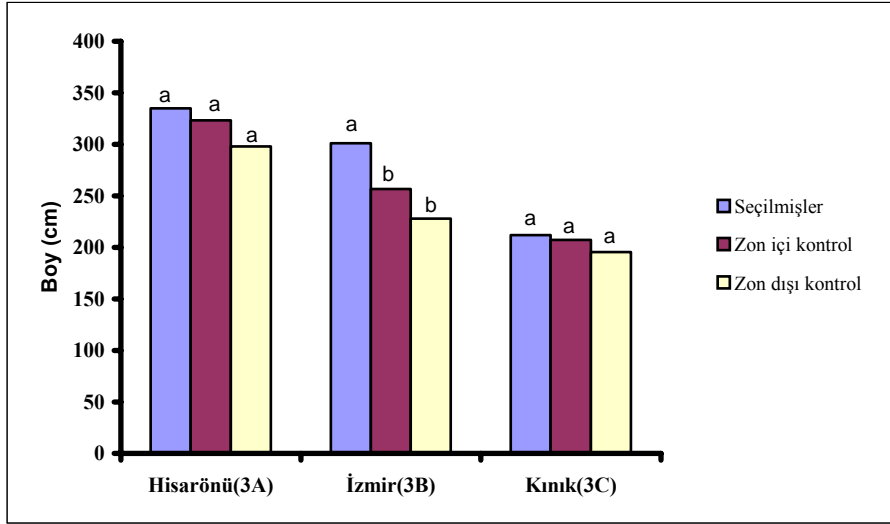
Genetik korelasyon açısından incelenmesi gereken diğer bir parametre ise, ölçme yapılan yaşlar arasındaki genetik korelasyondur. 4. yaş boy ve 8. yaş boy arasında 0.90 ± 0.02 pozitif ve yüksek genetik korelasyon bulunmuştur (Çizelge 3.9). ÖZTÜRK ve ark. (2008) benzer şekilde boy için 4. yaş ve 8. yaş arasında 0.95 korelasyon bulmuşlardır. Diğer yandan 4. yaş boy ve 8. yaş göğüs çapı arasında da pozitif ve yüksek korelasyonun bulunması, yukarıda açıklandığı üzere boy ve göğüs çapı arasında bulunan yüksek genetik korelasyonu teyit eden bir bulgu olmuştur.

Ölçme yapılan yaşlar arasındaki genetik korelasyonun diğer bir önemi ise, erken yaşlar ile ağaçların hasat yaşları arasında isabetli genetik korelasyonların tahmin edilmeye çalışılmasında kullanılabilmesidir. Ağaçların hasat yaşlarının uzun olması ıslah çalışmalarında daha erken yaşta seçim yapılmasını, böylece birim zamanda daha çok kazanç elde edilmesi arayışlarını gündeme getirmektedir (WENG ve ark. 2007). En uygun seçim yaşını bulmak ise, türün biyolojik özellikleri (genetik parametreler) ve ekonomik açıdan durumunun incelenmesini gerektirmektedir (McKEAND 1988). MATHESON ve ark. (1994) ise en uygun seçim yaşının her bir özellik için farklı olabileceğini, bu seçimin daha isabetli olabilmesi için her yıl ölçümlerin yapılması gerektiğini belirtmektedirler.

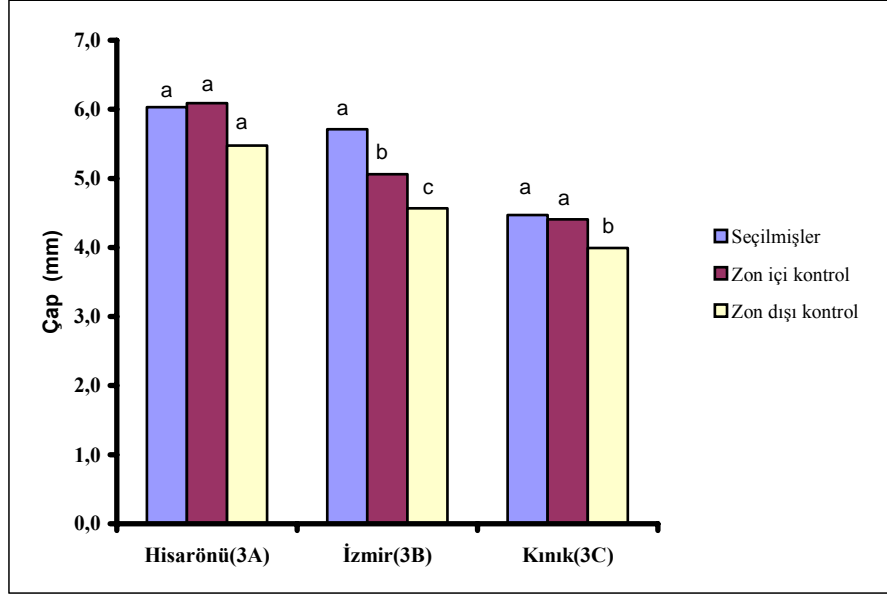
Islah çalışmalarında en isabetli seçim, hasat yaşının (idare süresi) sonunda yapılan seçimdir. Ancak seçim için hasat yaşı sonuna kadar beklenmesi durumunda, birim zamanda elde edilebilecek genetik kazancın miktarı düşecektir. Bu bakımdan birim zamanda genetik kazancı artırmaya ve erken yaşlarda belirli bir sapma kabul edilerek seçim yapılmaya çalışılmaktadır (LAMBETH ve ark. 1983; RIEMENSCHNIDER 1988; XIE ve YING 1996; LU ve CHARETTE 2008). Bu tür bir seçime karar vermek için genetik parametreler konusunda bilgi olması ve bu bilgiden yararlanılması önem taşımaktadır. Bu genetik parametrelerden birisi de hasat yaşı ile genetik korelasyonun en yüksek olduğu yaşın bilinmesi veya ölçüm yapılan yıllar arasında genetik korelasyonların olmasıdır (RIEMENSCHNIDER 1988). Böylece, bu korelasyonların yüksek olduğu yaşa göre önceden karar verilebilecektir. Dolayısıyla birim yılda en çok ekonomik kazancın olduğu erken yaşlarda seçim yapılabilecektir. Bu kapsamda bu çalışmada boy için 4. yaşta seçim yapılması durumunda, 8. yaşta da %90 oranında aynı ailelerin seçilecek olması, şimdilik kızılçam ıslahı açısından önemli bir avantaj olarak görülmektedir.

3.1.3. Tahmin edilen genetik kazançlar

Deneme alanlarında materyal ve yöntem bölümünde belirtildiği gibi seçilmiş plus ağaçlar, zon içi kontrol ve zon dışı kontrol olmak üzere üç farklı tip materyal bulunmaktadır. Ölçülen 8. yaş verileri bakımından materyal tipleri arasındaki farklılıklar test edilmiştir. İstatistik test sonuçlarına göre boy bakımından, Hisarönü (3A) ve Kınık (3C) deneme alanlarında, göğüs çapı için ise Hisarönü (3A) deneme alanında anlamlı farklılık bulunmamıştır (Şekil 3.1, 3.2). Zon dışından gelen kontroller, hem plus ağaçlardan hem de zon içi kontrollerden daha az gelişim göstermiştir, ancak bu farklılık tüm deneme alanlarında istatistik olarak anlamlı değildir.



Şekil 3.1. Boy için ıslah materyallerinin karşılaştırılması
Figure 3.1. Comparison of breeding materials for height



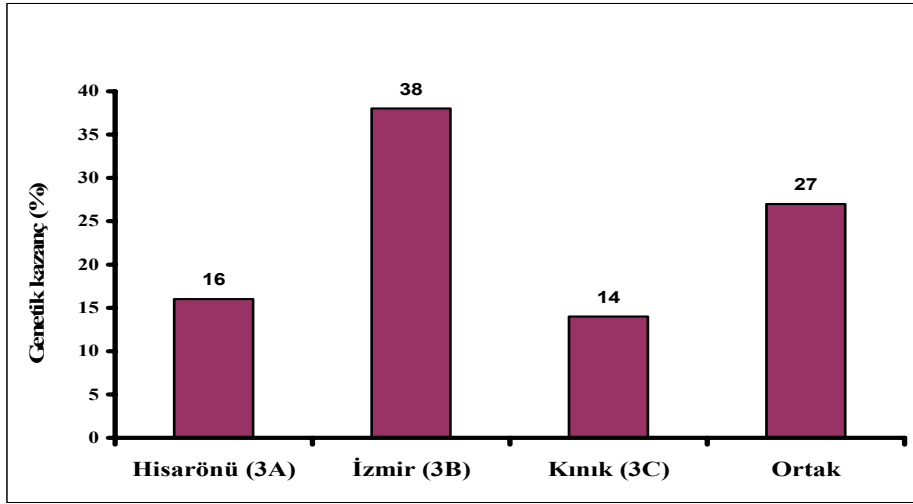
Şekil 3.2. Göğüs çapı için ıslah materyallerinin karşılaştırılması

Figure 3.2. Comparison of breeding materials for breast height diameter

Hisarönü (3A) deneme alanında hem boy hem de çap için farklı materyal tipleri arasında anlamlı farklılıkların bulunmaması, deneme alanında çevresel varyasyonun ne kadar kontrol altına alınabildiği ile ilişkilidir. Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.5'de görüldüğü üzere, parsel varyasyon katsayısı en yüksek deneme alanı bu deneme alanıdır. Oysa parsel varyasyon katsayısının en düşük olduğu İzmir (3B) deneme alanında ise, hem boy hem de çap bakımından materyal tipleri arasında istatistik olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu nedenle, materyaller arasında istatistiki anlamlı farklılıklar olup olmadığı hususunda Hisarönü(3A) deneme alanındaki bu özel koşulu dikkate almak gerekir. Bu taktirde genel olarak zon dışından gelen kontrollerin her üç deneme alanında da yaklaşık %10 oranında boyda, %20 oranında ise göğüs çapında daha az gelişim yaptıkları söylenebilir. Bu durumda büyüme kayıplarının yaşanmaması açısından zon dışından tohum transferi kesinlikle yapılmamalıdır.

Tohum transferi açısından çok önemli olan bu değerlendirmeyi yaptıktan sonra, ailelerin ıslah değerlerine göre yapılacak değerlendirmeye geçilebilir. Boy için Hisarönü (3A) deneme alanında plus ağaçların ortalamasının kontrole göre %4, en iyi ıslah değerine sahip 30 plus ağaç

seçildiğinde ise %16 genetik kazanç sağladığı bulunmuştur. İzmir (3B) deneme alanında ise plus ağaçlardan %17, en iyi ıslah değerine sahip 30 plus ağaçtan ise %38 genetik kazanç sağlanmıştır. Kınık (3C) deneme alanında da plus ağaçların tamamından %2, en iyi ıslah değerine sahip 30 plus ağaçtan ise %14 genetik kazanç ulaşılabileceği anlaşılmıştır (Şekil 3.3).

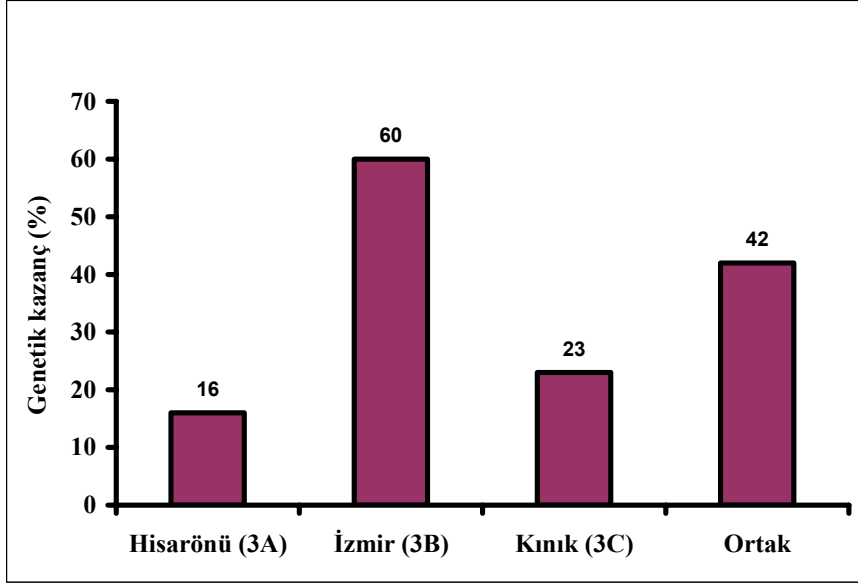


Şekil 3.3. Boyda en iyi 30 plus ağaç için birinci seri denemelerde kontrole göre sağlanan genetik kazanç

Figure 3.3. Genetic gain of height for the best 30 plus trees in the first series of progeny trials in comparison to controls

Göğüs çapında Hisarönü (3A) deneme alanında plus ağaçların tamamından kontrole göre kazanç sağlanamazken, en iyi ıslah değerine sahip 30 plus ağaç seçildiğinde ise %16 genetik kazanç tahmin edilmiştir. İzmir (3B) deneme alanında ise plus ağaçlardan %28, en iyi ıslah değerine sahip 30 plus ağaçtan ise %60 genetik kazanç ulaşılabilmektedir. Kınık (3C) deneme alanında da plus ağaçların tamamından %3, en iyi ıslah değerine sahip 30 plus ağaçtan ise %23 genetik kazanç sağlanabilecektir (Şekil 3.4).

Deneme alanlarının ortak analiziyle bulunan ıslah değerlerine göre hesaplama yapıldığında, boy özelliğinde kontrole göre %9, en iyi ıslah değerine sahip 30 plus ağacın seçilmesi ile %27, çap özelliğinde plus ağaçlardan %12, en iyi 30 plus ağaç seçilmesi durumunda %42 genetik kazanç sağlanabildiği bulunmuştur (Şekil 3.3, 3.4 ve Çizelge 3.10).



Şekil 3.4. Göğüs çapında en iyi 30 plus ağaç için birinci seri denemelerde kontrole göre sağlanan genetik kazanç

Figure 3.4. Genetic gain of breast height diameter for the best 30 plus trees in the first series of progeny trials in comparison to controls

İslah çalışmalarında genellikle tohum meşcerelerine göre ilerlemeyi gösteren ve ıslah çalışmalarının bir getirisi olarak düşünülen genetik kazanç oranları, yapılan seleksiyonun etkinliğini göstermektedir. Bu kazançları fayda masraf açısından değerlendiren TALBERT ve ark. (1985) ise hacim özelliğinde %2.5-4.0 genetik kazanç sağlandığında, ıslah çalışmalarının ekonomik bir şekilde sürdürülebileceğini bulmuşlardır. Diğer yandan yapılan bazı araştırmalarda, boy özelliğinde hacim özelliğine göre daha düşük kazanç elde edildiği gözlemlenmiştir (IŞIK ve ark. 1999; XIE ve YANCHUK 2003; MATZIRIS 2005). Yukarıda belirtildiği üzere en iyi ıslah değerine sahip ilk 30 plus ağaç seçilerek, bunlardan tohum bahçesi kurulduğunda, boy için %27, çap için %42 genetik kazanç elde edilebileceği anlaşılmıştır. Tahmin edilen kazançlar oldukça yüksek olup, ıslah edilmiş materyal kullanımı ile Ege Bölgesi Alt Yükselti Kuşağı'nda yapılacak ağaçlandırmaların ekonomik açıdan oldukça karlı olacağını göstermektedir.

Çizelge 3.10. Birlikte değerlendirilmede mutlak ıslah değerleri ve kontrole göre farklar

Table 3.10. Absolute breeding values and their difference from control in combined analysis

Islah değeri ortalaması Mean breeding value	Boy 8 Height (cm)	Göğüs çapı Diameter (mm)
Plus ağaçlar Plus trees	270.25	28.54
Kontrol Checklot	247.67	25.34
İlk 30 plus ağaç The best 30 plus trees	314.55	35.92
Plus ağaçlar fark Plus trees difference	22.58 (9)*	3.20 (12)
İlk 30 plus ağaç fark The best 30 plus trees difference	66.88 (27)	10.58 (42)

*parantez içindeki değerler farklılığı % olarak göstermektedir

Genetik kazançlar incelendiğinde, başka bir konunun da altını çizmekte yarar bulunmaktadır. Fenotipik değere göre seçim yapmak ile döl denemesi sonuçlarına göre genetik olarak üstün bireylerin seçilmesi arasında önemli bir kazanç farklılığı bulunmaktadır. Bu çalışmada plus ağaç seçimleri ile sağlanan genetik kazanç boy ve göğüs çapı için sırasıyla %9 ve %12 iken, döl denemeleri sonucuna göre söz konusu kazançlar yine aynı sırayla %27 ve %42'ye yükselmektedir. Diğer kızılçam döl denemelerinde de bu durumun görülmesi, döl denemelerinin ağaç ıslahındaki etkinliğini göstermektedir (ÖZTÜRK ve ark. 2004; ALAN ve ark. 2005; ÖZTÜRK ve ark. 2006; ÖZTÜRK ve ark. 2007; ÖZTÜRK ve ark. 2008).

3.1.4. Mevcut tohum bahçelerinde genetik kazançlar

Ege Bölgesi Alt Yükselti Kuşağı için kızılçamda tohum meşcerelerinde seçilen plus ağaçlardan alınan aşı kalemlerinin aşılansması ile üretilen aşılı fidanlarla tohum bahçesi kurulmuştur. Bu şekilde kurulmuş tohum bahçelerinde, denemede bulunan plus ağaçların aşılı kopyaları bulunmaktadır. Söz konusu tohum bahçelerinin tohumları kullanıldığında boy için sağlanan genetik kazançlar Çizelge 3.11 ve 3.12'de verilmiştir. Çizelgelerde tohum bahçelerinde bulunan ıslah değeri düşük plus ağaçların aşılı kopyaları için aralama yapılması durumunda da elde edilebilecek

genetik kazançlar hesaplanmıştır. Bu durumda kazançlar bir miktar daha yükselmektedir.

Çizelge 3.11 ve 3.12 incelendiğinde genetik kazanç açısından hem boy hem de göğüs çapı için 143, 159 ve 169 no'lu tohum bahçeleri arasında fark görülmezken, 163 no'lu Bergama-Dikili ve Kozak orijinli tohum bahçesi her iki özellikte de plus ağaç ortalamalarının altında kalmaktadır. Bu durumda elde edilen sonuçların 8. yaşa ait olduğu göz önüne alınarak 143, 159 ve 169 no'lu tohum bahçeleri kullanımı tercih edilebilir.

Çizelge 3.11. Denemelerdeki plus ağaçlardan kurulmuş tohum bahçelerinde boy için elde edilebilecek kazançlar

Table 3.11. Genetic gains for height in the established seed orchards of plus trees tested in these progeny trials

Ulusal Kayıt No National No	Mevcut Kazanç Gain (%)	Aralama Sonrası Kazanç Gain after thinning (%)	Orijin Origin	Tesis yeri Place
143	17	24	Muğla-Gökova	Köyceğiz-Beyobası
157	6	11	TM34, TM41, TM54	Bayındır-Torbalı
159	14	19	TM34, TM54	İzmir-Gaziemir
163	-1	-1	Bergama- Dikili, Kozak	Bergama-Kınık
169	15	18	GKO81, 83, 107, TM363	Köyceğiz-Beyobası

Çizelge 3.12. Denemelerdeki plus ağaçlardan kurulmuş tohum bahçelerinde göğüs çapı için elde edilebilecek kazançlar

Table 3.12. Genetic gains for breast height diameter in the established seed orchards of plus trees tested in these progeny trials

Ulusal Kayıt No National No	Mevcut Kazanç Gain (%)	Aralama Sonrası Kazanç Gain after thinning (%)	Orijin Origin	Tesis yeri Place
143	24	34	Muğla-Gökova	Köyceğiz-Beyobası
157	7	14	TM34, TM41, TM54	Bayındır-Torbalı
159	20	28	TM34, TM54	İzmir-Gaziemir
163	-10	-10	Bergama- Dikili, Kozak	Bergama-Kınık
169	20	27	GKO81, 83, 107, TM363	Köyceğiz-Beyobası

3.2. İkinci Seri Denemeler

3.2.1. Genetik parametreler

Tohum bahçesi tohumlarından kurulan ikinci seri deneme alanlarında boya ait bazı parametreler Çizelge 3.13'te verilmiştir. Hisarönü (4A), İzmir (4B) ve Kınık (4C) denemelerinde boy ortalamaları sırasıyla 255.31, 262.49 ve 195.01 cm'dir. En yüksek ortalama boy İzmir (4B), en düşük ortalama boy ise Kınık (4C) deneme alanlarında gerçekleşmiştir. Varyasyon katsayıları 21.92-31.01 arasında, standart sapmalar ise 51.29-79.18 arasında değişmiştir.

Çizelge 3.13. İkinci seri deneme alanlarında boya ait bazı parametreler
Table 3.13. Some parameters of height in the second series of trials

Parametreler Parameters	Hisarönü (4A)	İzmir (4B)	Kınık (4C)
N (Fidan sayısı) Number of Seedlings	830	733	824
Genel ortalama (\bar{X}) (cm) General mean	255.31±2.75	262.49±2.13	195.01±1.78
Standart sapma (cm) Standard deviation	79.18	57.53	51.29
En yüksek aile ort. (\bar{X}) (cm) Maximum family mean	300.96	296.38	232.68
En düşük aile ort. \bar{X} (cm) Minumum family mean	209.11	236.60	172.34
Varyasyon katsayısı (%) Coefficient of Variation	31.01	21.92	26.29

Göğüs çapına ait bazı parametreler Çizelge 3.14'de verilmiştir. Çap ortalamaları Hisarönü (4A), İzmir (4B) ve Kınık (4C) denemelerinde sırasıyla 21.53, 26.83, 16.48 mm olarak bulunmuştur. Boyda olduğu gibi İzmir (4B) en yüksek, Kınık (4C) ise en düşük göğüs çapı ortalamasına sahip deneme alanları olmuştur. Varyasyon katsayıları 21.23-30.77 arasında, standart sapmalar ise 1.19-2.05 arasında değişmiştir.

İkinci seri denemeler için yapılan varyans analizine göre Hisarönü (4A) ve İzmir (4B) deneme alanlarında her bir özellik açısından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz, Kınık (4C) denemesinde ise önemli bulunmuştur (EK 9, 10). İkinci seri denemelerin ortak değerlendirmesinde ise, aileler arası farklılık her iki özellik için de istatistik olarak önemsiz olmuştur. NYQUIST (1991) eğer aileler arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık bulunmuyorsa, ıslah açısından diğer

parametreler üzerinde durmanın gereksiz olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle daha ileri analizlere (ıslah değerlerinin ve genetik parametrelerin tahmini) gerek duyulmamıştır. Ancak Kınık (4C) deneme alanında istatistik olarak fark olduğu için, özellikler açısından durumu ortaya koymanın yararlı olacağı düşünülmüştür.

Çizelge 3.14. İkinci seri deneme alanlarında çapa ait bazı parametreler
Table 3.14. Some parameters of diameter in the second series of trials

Parametre Parameter	Hisarönü (4A)	İzmir (4B)	Kınık (4C)
N (Fidan sayısı) Number of seedlings	788	730	767
Genel ortalama (\bar{X}) (mm) General mean	21.53±0.22	26.83±0.20	16.48±0.20
Standart sapma (mm) Standard deviation	2.05	1.19	1.23
En yüksek aile ort. (\bar{X}) (mm) Maximum family mean	26.21	32.83	22.47
En düşük aile ort. \bar{X} (mm) Minumum family mean	13.40	21.53	12.53
Varyasyon katsayısı Coefficient of Variation	30.77	21.23	27.40

Kınık (4C) deneme alanında boy ve göğüs çapı için tohum bahçesi klonlarının ortalama ıslah değerleri zon içindeki kontrol meşcerelerinin (Marmaris-Çetibeli ve İzmir-Urla) ortalamalarından daha düşük bulunmuştur. Bununla beraber yalnızca tohum bahçesinin orijinine en yakın tohum kaynağı olan İzmir-Urla kontrolü ile karşılaştırma yapıldığında, tohum bahçesinden az da olsa kazanç elde edilmiştir (Çizelge 3.15). Bu durum tohum bahçelerinden genetik kazanç elde edilemediğini değil, kızılçamda popülasyon etkisini göstermektedir. Ege Bölgesi'nde kurulan orijin denemelerinde de aynı ıslah zonunda yer alan Marmaris-Çetibeli orijinli tohum meşceresi, hacim bakımından üst grupta yer alan bir orijin olarak kendini göstermiştir (IŞIK ve ark. 2002a). Bu durum genotipik tohum bahçeleri üretime geçene kadar, Marmaris-Çetibeli tohum meşceresi ile bu meşcereden seçilmiş plus ağaçlarla kurulan tohum bahçelerinden üretilen tohumların bu zonda kullanılabilceğini göstermektedir.

Ayrıca, Gördes-Kavakalanı orijinli tohum bahçesi klon ortalamaları, aynı yöredeki İzmir-Urla orijinli kontrol ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 3.15).

Tohum bahçesinden İzmir-Urla orijinine göre boy için %1, göğüs çapı için ise %5 genetik kazanç tahmin edilmiştir. Bu bilgilere göre de boy ve göğüs çapı açısından Gördes-Kavakalanı orijinli tohum bahçesinin, yöredeki İzmir-Urla orijinli tohum meşçeresine tercih edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 3.15. Kınık (4C) deneme alanında mutlak ıslah değerleri ve kontrole göre farklar

Table 3.15. Absolute breeding values and their differences from control in Kınık (4C) trial

Islah değerleri ortalaması Mean of breeding values	Boy 8 Height (cm)	Göğüs çapı Diameter (mm)
Tohum bahçesi klonları Clones	192.60	16.08
Zon içi kontrol (İzmir-Urla ve Marmaris-Çetibeli) Checklot	206.10	18.37
Zon içi kontrol ile klon ortalamaları farkı Difference between checklot and clones	-13.50 (-7)*	-2.29 (-12)
Kontrol 9 (İzmir-Urla) Checklot 9	191.80	15.37
Kontrol 9 (İzmir-Urla) ile klon ortalamaları farkı Difference between Checklot 9 and clones	0.80(1)	0.71 (5)

*Parantez içindeki değerler farklılığı % olarak göstermektedir

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Birinci seride bireysel kalıtım dereceleri boy için deneme alanlarında 0.22-0.47 arasında, birlikte değerlendirilmede 0.27, çap için deneme alanlarında 0.15-0.34 arasında, birlikte değerlendirilmede 0.22 bulunmuştur. Aile ortalamaları kalıtım derecesi boy için deneme alanlarında 0.25-0.64 arasında, birlikte değerlendirilmede 0.64, göğüs çapı için deneme alanlarında 0.20-0.55, birlikte değerlendirilmede 0.63 olmuştur.

2. Çalışmanın yürütüldüğü Ege Bölgesi Alt Yükselti Kuşağı Islah Zonu'nda göğüs çapı açısından genotip çevre etkileşimi olmamasına karşın, boy açısından kısmen genotip çevre etkileşimi bulunmuştur.

3. Boy ve göğüs çapı arasında 8. yaş için yüksek ve pozitif yönde genetik korelasyon bulunmuştur. Bu yüksek ve pozitif korelasyon, boy veya göğüs çapında yapılacak seçimin, diğer özellik için de geçerli olacağı anlamına gelmektedir. Bu durumda ölçmenin daha kolay ve isabetli yapılabileceği göğüs çapı, ölçme için tercih edilebilir.

4. 4.yaş boy ile 8. yaş boy arasında 0.90 genetik korelasyon tahmin edilmiştir. Boy için 4. yaşta seçilen aileler, 8. yaş boy için de %90 oranında aynı olmuştur. Diğer bir anlatımla, 4. yaş için yapılan seçimin 8. yaş için de geçerli olduğu anlaşılmıştır.

5. Denemelerde zon dışındaki kontroller, zon içindeki kontrollere göre her iki özellikte de daha az gelişim göstermişlerdir. Zon dışından populasyon kullanılması durumunda zon içi populasyonlara göre boy açısından kayıp %10, çap açısından ise %20 olmaktadır. Bu bakımdan yapılacak ağaçlandırma ve gençleştirme çalışmalarında, kesinlikle zon dışından materyal kullanılmamalıdır.

6. Ortak değerlendirilmede en iyi döl geliştiren 30 plus ağaçla tohum bahçesi kurulması durumunda, boy için %27 ve çap için %42 genetik kazanç tahmin edilmiştir. Bu genetik kazanç oranlarına göre Ege Bölgesi Alt Yükselti Kuşağı Islah Zonu'nda, ıslah edilmiş materyal kullanıldığında ekonomik açıdan karlı ağaçlandırmalar yapılabileceği anlaşılmıştır.

7. Çalışmanın 8. yaşa ait olduğu gözönüne alınarak, döl denemelerinde bulunan plus ağaçlardan kurulmuş 5 adet mevcut tohum bahçesinden, hem boy hem de göğüs çapı açısından genetik kazancın daha yüksek olduğu 143, 159 ve 169 no'lu tohum bahçeleri ağaçlandırmalar için tercih edilebilir.

8. İkinci seride bulunan Gördes-Kavakalanı orijinli tohum bahçesi için yalnızca Kınık (4C) deneme alanında, istatistik anlamda aileler arasındaki farklılık önemli olmuştur. Bu deneme alanında boy ve göğüs çapı bakımından Gördes-Kavakalanı orijinli tohum bahçesi klonları, aynı zondaki kontrol materyallerinin (Marmarmaris-Çetibeli ve İzmir-Urta) altında

gelişim göstermişlerdir. Ancak kendisine en yakın kontrol materyali olan İzmir-Urla orijininin daha iyi performans göstermiştir. Bu durum, Gördes-Kavakalanı orijinli tohum bahçesinin ihtiyaç duyulması halinde İzmir-Urla orijinine tercih edilebileceğini göstermektedir.

ÖZET

Islah çalışmalarında seçilen türün birim alandan elde edilecek üretimin miktar ve kalite artışında etkisi büyüktür. Bu bakımdan ıslah çalışmalarının yaygınlaştırılarak, bu çalışmalardan kısa sürede gelir elde etmeyi kolaylaştıracak özellikler aranmaktadır. Bu özellikler arasında ağaç türünün geniş yayılışının olması, ağaçlandırmalarda çok kullanılması ve hızlı büyümesi önemli olanlardır. Bu kapsamda kızılçam Türkiye'deki bir numaralı ağaç türüdür.

Birbirinden farklı ekolojik ortamlara uyum sağlamış kızılçam için Milli Ağaç Islahı Programı'nda 9 adet ıslah zonundan, 7 tanesinde yoğun ıslah çalışmaları yapılması önerilmiştir. Bu ıslah zonlarından birisi olan Ege Bölgesi Alt Yükselti (0-400m) Kuşağı'nda, 8 adet populasyondan (tohum meşçeresi ve gen koruma ormanı) seçilen plus ağaçlar (birinci seri) ile 1 tohum bahçesindeki klonlardan (ikinci seri) toplanan açık tozlaşma ürünü tohumlarla Marmaris-Hisarönü, İzmir-İzmir ve Bergama-Kınık'ta 6 adet döl denemesi kurulmuştur. Plus ağaçlar ve klonlara ait tohumlara ek olarak, her iki seri denemede ayrı bir işlem olarak kontrol kullanılmıştır. Birinci seri denemelerin her birinde 168 aile, ikinci seri denemelerde ise 25 aile bulunmaktadır. Her deneme alanında da 6 adet kontrol materyali konulmuştur. Denemeler için popülasyonlardan seçilen plus ağaçlar ve tohum bahçesi klonlarından toplanan açık tozlaşma ürünü tohumlardan fidanlar yetiştirilmiştir. Yetiştirilen fidanlarla denemeler 2000 yılında üç ayrı yerde tesis edilmiştir.

Denemelerde rastlantı blokları deneme deseni ve 4 ağaçlı sıra parseli düzenlemesi kullanılmıştır. Denemelerde 8. arazi yaşı sonunda boy ve göğüs çapı ölçümleri yapılmıştır.

İstatistiksel değerlendirmelerde, F testi uygulanarak aileler arasında farklılıklara bakılmıştır. Varyans bileşenlerinin analizi için REML (Restricted Maximum Likelihood) Yöntemi ve ailelerin ıslah değerleri tahmini için BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) Yöntemi kullanılmıştır.

Deneme alanlarında en yüksek boy ortalaması Hisarönü (3A)'nde iken, en düşük boy ortalaması ise Kınık (3C) deneme alanındadır. 4. yaş sonucunda en fazla boyu İzmir (3B) deneme alanı yapmışken, 8. yaşta Hisarönü (3A) deneme alanı ilk sıraya çıkmıştır.

Birinci seri denemelerde boy için bireysel kalıtım derecesi Hisarönü (3A)'nde 0.22 ± 0.07 , İzmir (3B)'de 0.47 ± 0.06 ve Kınık (3C)'de 0.18 ± 0.04 , ortak değerlendirmede ise 0.27 ± 0.03 olarak hesaplanmıştır. Aile ortalamaları kalıtım derecesi aynı sırayla 0.25 ± 0.12 , 0.64 ± 0.11 ve 0.42 ± 0.11 'dir. Birlikte

değerlendirmede ise 0.64 ± 0.06 'dır. 8.yaşta kalıtım derecesi İzmir (3B)'de yükselirken, Kınık (3C)'da düşmüştür.

Çap karakteri için bireysel kalıtım dereceleri Hisarönü (3A)'nde 0.15 ± 0.06 , İzmir (3B)'de 0.34 ± 0.04 ve Kınık (3C)'da ise 0.16 ± 0.04 olarak tahmin edilmiştir. Aile ortalamaları kalıtım derecesi sırasıyla 0.20 ± 0.12 , 0.55 ± 0.11 ve 0.41 ± 0.11 'dir. Ortak değerlendirmede bireysel kalıtım derecesi 0.22 ± 0.03 , aile ortalamaları kalıtım derecesi 0.63 ± 0.03 'tür.

Birlikte değerlendirmede, incelenen boy ve çap arasındaki genetik korelasyon $0.86-1.00$ arasında değişim göstermektedir. Boy karakteri için, 4. ve 8. yaşlar arasındaki korelasyon ise 0.90 bulunmuştur.

B tipi genetik korelasyonlar boy için $0.62-0.90$ ve çap için $0.82-0.94$ arasında tahmin edilmiştir. Çalışmada Ege Bölgesi Alt Yükselti Kuşağı Islah Zonu'nda çap açısından genotip çevre etkileşimi olmamasına karşın, boy açısından kısmen genotip çevre etkileşimi bulunmuştur.

Zon dışından kullanılan kontrollerle zon içi ıslah materyali arasında yapılan karşılaştırmada, zon dışından gelenler boy açısından % 10 daha yavaş gelişmiştir. Dolayısıyla ağaçlandırma ve gençleştirmelerde tohum transfer kurallarına uyulmadığında, önemli oranda kayıplar yaşanabileceği gözlenmiştir.

Ortak değerlendirmede en iyi döl geliştiren 30 plus ağaçla tohum bahçesi kurulması durumunda, boy için %27 ve çap için %42 genetik kazanç tahmin edilmiştir.

İkinci seride yalnızca Kınık(4C) deneme alanında, aileler arasındaki farklılık istatistik anlamda önemlidir. Bu deneme alanında, her iki özellik açısından tohum bahçesi klonları kontrolün altında gelişim göstermişlerdir.

SUMMARY

Species selection for breeding activities is very important step since it directly affects quality and amount of wood production in unit area. Therefore, breeding activities must be intensified and qualities that will provide profit in a short period must be selected. These qualities can be wide distribution area, afforestation volume and fast growth. Therefore, Turkish red pine is the best choice for breeding.

Turkish red pine is adopted to different ecological environments. According to National Tree Breeding and Seed Production Programme for Turkey, it is planned to carry out intensive breeding activities in 7 out of 9 breeding zones. One of the breeding zones is “Low Elevation Breeding Zone of Aegean Region”. There are two series of progeny trials in this zone. The first series (seed stands and gene conservation forest) consists of 3 progeny tests from open pollinated seed collected from plus trees. The second series includes 3 progeny tests from open pollinated seed collected from seed orchard clones.

Six open pollinated progeny trials has been established in Marmaris-Hisarönü, İzmir-İzmir and Bergama-Kınık by the use of selected plus trees from 8 populations (seed orchard and gene conservation forest) (the first series) and clones from selected one seed orchard (the second series) located in Aegean Low Elevation (0-400m) Turkish Red Pine Breeding Zone. In addition to plus trees and seeds belonging to clones, control materials were used in both series. There are 168 families in each of the first series and 25 families in the second series. There are 6 controls in each of test sites. Cones collected from plus trees and clones were used to raise seedlings for tests. Progeny trials were established in 2000 in 3 different locations. Because of the multi latitude differences in Aegean region, progeny trials were selected south (Marmaris-Hisarönü), middle (İzmir-İzmir) and north (Bergama-Kınık) of the breeding zone.

Random block experimental design with 4 row plot configuration has been applied in all test sites. At the end of the 8th years of growing season, total tree height and breast height diameter were measured.

In statistical analysis, F test was applied in order to reveal differences between families. REML (Restricted Maximum Likelihood) method was applied for estimating variance components and BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) method for estimation of breeding values.

Hisarönü (3A) test site has the highest tree height but Kınık (3C) has the lowest tree height. While İzmir (3B) test site has the highest tree height at the end of the 4th years, Hisarönü (3A) test site has raised to first place at the end of the 8th years.

In the first series of trials individual heritability degrees for height were estimated as 0.22 ± 0.07 , 0.47 ± 0.06 and 0.18 ± 0.04 in Hisarönü (3A), İzmir (3B) and Kınık (3C) respectively and 0.27 ± 0.03 in combined analysis. Family mean heritability degrees were 0.25 ± 0.12 , 0.64 ± 0.11 and 0.42 ± 0.11 with the same order and 0.64 ± 0.06 in combined analysis. While heritability degrees were raised in İzmir (3B), but it was declined in Kınık (3C) at the 8th years.

Individual heritability degrees for breast height diameter were calculated as 0.15 ± 0.06 in Hisarönü (3A), 0.34 ± 0.04 in İzmir (3B) and 0.16 ± 0.04 in Kınık (3C). Family mean heritability degrees were 0.20 ± 0.12 , 0.55 ± 0.11 and 0.40 ± 0.11 respectively. Average heritability degree of all populations was 0.22 ± 0.03 and family heritability degree was 0.63 ± 0.03 .

In combined analysis, genetic correlations among two characters (tree height and breast height diameter) ranges from 0.86 to 1.00. The genetic correlation for height between 4 and 8 years was estimated as 0.90.

B type genetic correlations were estimated as 0.62-0.90 for tree height and 0.82-0.94 for diameter. Results reveal that, there is no genotype-environment interaction for breast height diameter. But there is partial interaction for tree height in Aegean Low Elevation (0-400m) Breeding Zone.

Comparison of control material (material from outside the zone) and breeding material (material from inside the zone) indicated that control material has 10% slower development in terms of height growth. Consequently, when seed transfer zone rules are ignored in afforestation and regeneration activities, loss of investment will be inevitable.

When the best 30 plus trees were selected, genetic gain was estimated as 27 % for height and 42 % for diameter.

In the second series, differences among the families are statistically significant only in Kınık (4C) test site. In terms of these two characters, seed orchard clones were shown to grow below the control in this test site.

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.
- ALAN, M. 2005.** Ege Bölgesinde (0-400 M) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Tohum Meşcerelerindeki Ailelerin Islah Değerlerinin Tahmini. Doktora Tezi (basılmamış) 152 s.
- ALAN, M., ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S., EZEN, T., KORKMAZ, B., DOĞAN, B., KESKİN, S., TULUKÇU, M., DERİLGİN, S. I., ÇALIŞKAN, B. 2005.** Ege Bölgesi Alt Yükselti Kuşağı Islah Zonunda (0-400 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (4. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten No: 13, 108 s.
- 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*, 24:372-37
- DÜZGÜNEŞ, O., ELİÇİN, A., AKMAN, N. 1996.** Hayvan Islahı. Ankara Ü., Ziraat Fakültesi Yay. No:861, Ders Kitabı:229, 218 s. Ankara.
- DPT. 2001.** Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormançılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. DPT yayın no:2531, ÖİK:547, Ankara.
- ERKAN, N. 1996.** Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Meşcere Gelişiminin Simulasyonu. Ormançılık Araştırma Enstitüsü , Teknik Bülten No: 1, 148 s., Elazığ.
- FAO. 2001.** Global Forest Resources Assessment 2000. Main Report, Rome, Italy, 479 pp.
- HENDERSON, C. R. 1949.** Estimation of Changes in Herd Environment (abstract). *Journal of Dairy Science*, 32:709.
- İŞİK, F., İŞİK, K., LEE, J. L. 1999.** Genetic Variation in *Pinus brutia* Ten. in Turkey: I. Growth, Biomass and Stem Quality Traits. *Forest Genetics*, 6(2): 89-99.
- İŞİK, 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 (*Pinus brutia*) orijin denemelerinin 10 yıllık sonuçları. Batı Akdeniz Ormançılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik

Bülten no: 14. Antalya, 156 s.

İŞİK, F., KESKİN, S., SABUNCU, R., ŞAHİN, M., BAŞ, M. N., KAYA, Z. 2002b. Kızılcıcamda (*Pinus brutia* Ten.) Farklı Populasyonlara Ait Fidanların Kuraklık Stresine Morfolojik ve Fenolojik Tepkileri Bakımından Genetik Çeşitlilik. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No. 15, Antalya, 42 sayfa

İŞİK, K., KLEINSCHMIT, J. 2005. Similarities and Effectiveness of Test Environments in Selecting and Deploying Desirable Genotypes. *Theoretical and Applied Genetics*, 110: 311-322.

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, G. R., BURDON, R. D. 1990. Family-Site Interaction in *Pinus Radiata*: Implications for Progeny Testing Strategy and Regionalised Breeding in New Zealand. *Silvae Genetica*, 39(2): 55-62.

KAYA, Z., CAMPELL, R. K., ADAMS, W. T. 1989. Correlated Responses of Height Increment and Component of Increment in 2-Year-Old Douglas fir. *Canadian Journal of Forest Research*, 19:1124-1130.

KOSKI, V., ANTOLA, J. 1993. National Tree Breeding and Seed Production Program for Turkey 1994-2003. Enso Forest Development Oy. Ltd. Turkish-Finnish Forestry Project.

LAMBETH, C. C., van BUIJTENEN, J. P., DUKE, S. D. 1983. Early Selection is Effective in 20-year-old Genetic Test of Loblolly pine. *Silvae Genetica*, 32:210-215.

LYNCH, M., WALSH, B. 1997: Genetic and Analysis of Quantitative Traits. Sinauer Ass. Inc. Publ., Sunderland, 980 p.

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

MATHESON, A. C., SPENCER, D. J., MAGNUSSEN, D. 1994. Optimum Age for Selection in *Pinus radiata* Using Basal Area under Bark for Age:Age Correlations. *Silvae Genetica*, 43(5/6): 352-357.

MATZIRIS, D. I. 2000. Genetic Variation and Realized Genetic Gain from Aleppo Pine Tree Improvement. *Silvae Genetica*, 49(1): 5-10.

MATZIRIS, D. I. 2005. Genetic Variation and Realized Genetic Gain from Black Pine Tree Improvement. *Silvae Genetica*, 54(3): 96-104.

McKEAND, S. E. 1988. Optimum Age for Family Selection for Growth in Genetic Test for Loblolly Pine. *Forest Science*, 2(34):400-411.

McKEAND, S. E., ZOBEL, J. B., BYRAM, T., HUBER, D. A. 2007. Southern Pine Tree Improvement-A living Success Story. 29. SFTIC, Tree

Improvement in North America: Past, Present and Future. WFGA/SFTIC Joint Meeting, June19-22, p.3-6.

McKEAND, S. E., BRIDGWATER, F. 1995. Variance Component and Genetic Gain Estimates from 6-year-old Diallel Tests of Loblolly Pine. 23. Southern Forest Tree Improvement Conference In Ed. R. J. WEIR, A. V. HATCHER.p.197-203.

NAMKOONG, G., KANG, H. C., BROUARD, J. S. 1988. Tree Breeding: Principles and Strategies. *Monographs on Theoretical and Applied Genetics* 11, 180p.

NYQUIST, W. E. 1991. Estimation of Heritability and Prediction of Selection Response in Plant Populations. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 10(3): 235-322.

OGM. 2005. Orman Genel Müdürlüğü (OGM) kayıtları.

OATIAM 2008. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Web Sayfası (www.ortohum.gov.tr).

ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S., ALAN, M., EZEN, T., KORKMAZ, B., GÜLBABA, A. G., SABUNCU, R., DERİLGİN S. I., ÇALIŞKAN, B. 2004. Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonunda (0-400 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (4. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:12, 147s. Ankara

ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S., ALAN, M., EZEN, T., GÜLBABA, A. G., SABUNCU, R., KORKMAZ, B., TULUKÇU, M., DERİLGİN S. I., KESKİN, S., ÇALIŞKAN, B. 2006. Akdeniz Bölgesi Orta Yükselti Kuşağı (401-800 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Islah Zonunda Döl Denemeleri (4. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:16, 60s. Ankara.

ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S., ALAN, M., KORKMAZ, B., EZEN, T., TULUKÇU, M., KESKİN, S., ÇALIŞKAN, B. 2007. Marmara Bölgesi Islah Zonunda (200-600 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (8. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:17, 62s. 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) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (4. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:18, 147s. Ankara.

RIEMENSCHNEIDER, D. E. 1988. Heritability, Age-Age Correlations, and Inferences Regarding Juvenile Selection in Jack Pine. *Forest Science*, 34(4):1076-1082.

SAS INSTITUTE INC. 1989. SAS/STAT User's Guide:Release Version

6.03 Edition, Cary, NC, 1028 pp.

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

SHELBOURNE, C. J. A. 1972. Genotype-Environment Interaction: Its Study and Its Implications in Forest Tree Improvement. In: Proc. Joint. Symposium for Forest Tree Breeding of Genetics Subject Group and Section 5, Forest Trees of SABRAO. Govt. For. Exp. Sta.,p. 1-28, Tokyo.

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

SVENSSON, J. C., McKEAND, S. E., ALLEN, H. L., CAMPELL, R. G. 1999. Genetic Variation in Height and Volume of Loblolly Pine Open-Pollinated Families During Conopy Closure. *Silvae Genetica*, 48(3/4): 204-208.

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.

USTA, H. Z. 1991. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten Serisi No: 219, Ankara, 138s.

WENG, Y. H., TOSH, K. J., PARK, Y. S., FULLARTON, M. S. 2007. Age-related Trends in Genetic Parameters for Jack Pine and Their Implications for Early Selection. *Silvae Genetica*, 56 (5):242-252

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., YANCHUK, A. D. 2003. Breeding Values of Parental Trees, Genetic Worth of Seed and Yield of Improved Stocks in British Columbia. *Western Journal of Applied Forestry*, 18(2):88-100.

XIE, C. Y., YING, C. C.1996. Heritabilities, Age-Age Correlations, and Early Selections in Lodgepole Pine (*Pinus contorta* ssp. *Latifolia*). *Silvae Genetica*, 45(2-3):101-107.

XIE, C. Y. 2003. Genotype by Interaction and Its implications for Genetic Improvement of Interior Spruce in British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research*, 33:1635-1643.

EKLER

EK-1: Hisarönü (3A) deneme alanında 8. yaş boy varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Beklenen Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Blok	3	59839.91	$\sigma_e^2 + 2.5235\sigma_{bfs}^2 + Q_{(b, s(b))}$	4.6	0.004
Set (Blok)	9	124645.64	$\sigma_e^2 + 2.5488\sigma_{bfs}^2 + Q_{(s(b))}$	9.52	<.0001
Aile	164	18733.37	$\sigma_e^2 + 2.7292\sigma_{bfs}^2 + 9.881 \sigma_f^2$	1.38	0.005
Blok*Aile*Set(Blok)	433	14333.88	$\sigma_e^2 + 2.9918 \sigma_{bfs}^2$	2.42	<.0001
Hata	1284	5914.17	σ_e^2		

47

EK-2: İzmir (3B) deneme alanında 8. yaş boy varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Beklenen Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Blok	6	85184.22	$\sigma_e^2 + 3.3677\sigma_{bfs}^2 + Q_{(b, s(b))}$	11.35	<.0001
Set (Blok)	18	92306.74	$\sigma_e^2 + 3.3801\sigma_{bfs}^2 + Q_{(s(b))}$	12.27	<.0001
Aile	164	21015.59	$\sigma_e^2 + 3.4109\sigma_{bfs}^2 + 23.715 \sigma_f^2$	2.78	<.0001
Blok*Aile*Set(Blok)	979	7766.54	$\sigma_e^2 + 3.5593 \sigma_{bfs}^2$	2.65	<.0001
Hata	3023	2929.26	σ_e^2		

EK-3: Kırık (3C) deneme alanında 8. yaş boy varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Beklenen Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Blok	6	89604.63	$\sigma_e^2 + 3.204\sigma_{bfs}^2 + Q_{(b, s(b))}$	22.19	<.0001
Set (Blok)	18	41573.14	$\sigma_e^2 + 3.2215\sigma_{bfs}^2 + Q_{(s(b))}$	10.27	<.0001
Aile	164	5997.63	$\sigma_e^2 + 3.2631\sigma_{bfs}^2 + 22.73 \sigma_f^2$	1.47	<.0001
Blok*Aile*Set(Blok)	980	4164.38	$\sigma_e^2 + 3.439 \sigma_{bfs}^2$	1.8	<.0001
Hata	2890	2317.88	σ_e^2		

48

EK-4: Birinci seri deneme alanlarının birlikte değerlendirmesinde boy varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Beklenen Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Deneme	2	938509.6	$\sigma_e^2 + 3.8436 \sigma_{bfs(bt)}^2 + 5.0505 \sigma_{ft}^2 + Q_{(t, b(t), s(b t))}$	104.88	<.0001
Blok (Deneme)	15	81883.52	$\sigma_e^2 + 3.1334 \sigma_{bfs(bt)}^2 + Q_{(b(t), s(b t))}$	11.47	<.0001
Set (Blok Deneme)	45	78480.68	$\sigma_e^2 + 3.1504 \sigma_{bfs(bt)}^2 + Q_{(s(b t))}$	10.96	<.0001
Aile	184	22324.11	$\sigma_e^2 + 3.0934 \sigma_{bfs(bt)}^2 + 19.423 \sigma_{ft}^2 + 47.783 \sigma_f^2$	2.10	<.0001
Deneme*Aile	308	10176.58	$\sigma_e^2 + 3.444 \sigma_{bfs(bt)}^2 + 17.325 \sigma_{ft}^2$	1.45	<.0001
Blok*Aile*Set	2392	7479.03	$\sigma_e^2 + 3.4073 \sigma_{bfs(bt)}^2$	2.35	<.0001
Hata	7197	3216.29	σ_e^2		

EK-5: Hisarönü (3A) deneme alanında 8. yaş çap varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Beklenen Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Blok	3	18.54	$\sigma_e^2 + 2.5235\sigma_{bfs}^2 + Q_{(b, s(b))}$	5.41	0.0011
Set (Blok)	9	27.17	$\sigma_e^2 + 2.5488\sigma_{bfs}^2 + Q_{(s(b))}$	7.82	<.0001
Aile	164	5.54	$\sigma_e^2 + 2.7292\sigma_{bfs}^2 + 9.881 \sigma_f^2$	1.28	0.0244
Blok*Aile*Set(Blok)	433	4.48	$\sigma_e^2 + 2.9918 \sigma_{bfs}^2$	2.07	<.0001
Hata	1284	2.28	σ_e^2		

49

EK-6: İzmir (3B) deneme alanında 8. yaş çap varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Beklenen Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Blok	6	52.66	$\sigma_e^2 + 3.3677\sigma_{bfs}^2 + Q_{(b, s(b))}$	25.12	<.0001
Set (Blok)	18	24.64	$\sigma_e^2 + 3.3801\sigma_{bfs}^2 + Q_{(s(b))}$	11.73	<.0001
Aile	164	4.68	$\sigma_e^2 + 3.4109\sigma_{bfs}^2 + 23.715 \sigma_f^2$	2.22	<.0001
Blok*Aile*Set(Blok)	979	2.17	$\sigma_e^2 + 3.5593 \sigma_{bfs}^2$	2.80	<.0001
Hata	3023	0.776	σ_e^2		

EK-7: Kırık (3C) deneme alanında 8. yaş çap varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Beklenen Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Blok	6	26.26	$\sigma_e^2 + 3.204\sigma_{bfs}^2 + Q_{(b, s(b))}$	15.37	<.0001
Set (Blok)	18	14.42	$\sigma_e^2 + 3.2215\sigma_{bfs}^2 + Q_{(s(b))}$	8.42	<.0001
Aile	164	2.86	$\sigma_e^2 + 3.2631\sigma_{bfs}^2 + 22.73 \sigma_f^2$	1.66	<.0001
Blok*Aile*Set(Blok)	980	1.75	$\sigma_e^2 + 3.439 \sigma_{bfs}^2$	1.60	<.0001
Hata	2890	1.10	σ_e^2		

EK-8: Birinci seri deneme alanlarının birlikte değerlendirmesinde çap varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Beklenen Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Deneme	2	178.79	$\sigma_e^2 + 3.8436 \sigma_{bfs(bt)}^2 + 5.0505 \sigma_{ft}^2 + Q_{(t, b(t), s(b t))}$	63.59	<.0001
Blok (Deneme)	15	36.26	$\sigma_e^2 + 3.1334 \sigma_{bfs(bt)}^2 + Q_{(b(t), s(b t))}$	15.38	<.0001
Set (Blok Deneme)	45	22.43	$\sigma_e^2 + 3.1504 \sigma_{bfs(bt)}^2 + Q_{(s(b t))}$	9.49	<.0001
Aile	184	6.64	$\sigma_e^2 + 3.0934 \sigma_{bfs(bt)}^2 + 19.423 \sigma_{ft}^2 + 47.783 \sigma_f^2$	2.17	<.0001
Deneme*Aile	308	2.96	$\sigma_e^2 + 3.444 \sigma_{bfs(bt)}^2 + 17.325 \sigma_{ft}^2$	1.27	<.0001
Blok*Aile*Set	2392	2.46	$\sigma_e^2 + 3.4073 \sigma_{bfs(bt)}^2$	2.10	<.0001
Hata	7197	1.17	σ_e^2		

EK-9: Kımık (4C) deneme alanında 8. yaş boy varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Beklenen Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Blok	6	16323.61	$\sigma_e^2 + 3.286\sigma_{bf}^2 + Q_{(b)}$	8.37	<.0001
Aile	24	3698.47	$\sigma_e^2 + 3.3131\sigma_{bf}^2 + 23.192 \sigma_f^2$	1.89	0.011
Blok*Aile	144	1964.55	$\sigma_e^2 + 3.4646 \sigma_{bf}^2$	1.18	0.1101
Hata	436	1671.45	σ_e^2		

EK-10: Kımık (4C) deneme alanında 8. yaş çap varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Beklenen Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Blok	6	7.70	$\sigma_e^2 + 3.286\sigma_{bf}^2 + Q_{(b)}$	6.67	<.0001
Aile	24	2.01	$\sigma_e^2 + 3.3131\sigma_{bf}^2 + 23.192 \sigma_f^2$	1.74	0.0239
Blok*Aile	144	1.16	$\sigma_e^2 + 3.4646 \sigma_{bf}^2$	1.13	0.1783
Hata	436	1.03	σ_e^2		

EK-11: 8. yaş boy karakteri için ıslah değerleri

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
1	1032	87,73
2	1246	76,66
3	1034	71,69
4	1019	64,18
5	1262	59,00
6	996	51,28
7	963	49,58
8	1031	48,49
9	1263	48,17
10	1240	47,65
11	1012	46,61
12	1267	46,38
13	993	46,10
14	990	44,28
15	992	41,12
16	1017	40,92
17	995	40,85
18	1229	40,85
19	1006	39,03
20	1016	38,65
21	1233	37,74
22	1036	37,21
23	1239	36,21
24	1033	35,16
25	970	34,26

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
26	1232	34,21
27	1247	33,25
28	1010	30,20
29	988	29,49
30	1217	26,69
31	971	26,02
32	1009	25,75
33	1221	25,72
34	1264	25,66
35	1243	25,12
36	1013	24,69
37	1000	24,05
38	1028	23,27
39	655	23,27
40	1218	23,19
41	1234	22,95
42	1257	22,94
43	973	22,40
44	1238	21,74
45	1265	20,73
46	1005	20,69
47	1003	20,56
48	999	20,41
49	1236	19,45
50	1261	19,19

EK-11: 8. yaş boy karakteri için ıslah değeri

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
51	1015	18,87
52	1021	18,29
53	998	17,54
54	972	17,12
55	974	16,93
56	1007	16,55
57	966	16,38
58	1026	16,29
59	1226	15,58
60	1254	14,51
61	580	14,41
62	964	14,29
63	957	14,17
64	1230	13,18
65	1025	12,80
66	959	12,32
67	1018	12,29
68	997	11,82
69	1035	11,59
70	11936	11,51
71	1258	10,51
72	1029	10,49
73	528	9,62
74	1224	9,05
75	1242	8,97

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
76	627	8,53
77	1253	7,86
78	671	7,35
79	652	7,07
80	601	6,99
81	987	5,59
82	1250	5,04
83	1222	4,27
84	1037	4,08
85	1227	3,17
86	967	3,04
87	626	2,35
88	1030	2,23
89	1256	1,77
90	1220	1,73
91	977	1,63
92	1020	1,25
93	983	0,89
94	991	0,82
95	976	0,19
96	596	-0,85
97	622	-0,98
98	1231	-1,28
99	1266	-1,35
100	1219	-1,55

EK-11: 8. yaş boy karakteri için ıslah değerleri

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
101	1248	-1,63
102	1215	-1,65
103	989	-2,02
104	631	-2,04
105	958	-2,04
106	598	-2,08
107	574	-2,10
108	962	-2,48
109	1023	-2,62
110	1225	-4,58
111	961	-6,01
112	628	-6,15
113	1022	-6,22
114	660	-7,72
115	1014	-7,73
116	608	-7,93
117	645	-8,54
118	636	-9,02
119	635	-9,03
120	590	-9,58
121	1008	-9,84
122	1216	-10,20
123	1244	-11,02
124	1260	-11,33
125	1249	-11,60

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
126	1228	-12,23
127	629	-12,77
128	1235	-12,84
129	985	-13,17
130	665	-13,22
131	1252	-13,53
132	656	-13,87
133	1011	-14,35
134	965	-14,37
135	632	-14,40
136	956	-14,78
137	673	-14,91
138	524	-15,45
139	1002	-16,15
140	1027	-16,94
141	986	-17,19
142	960	-17,47
143	1241	-17,78
144	980	-18,03
145	589	-18,16
146	1004	-19,29
147	672	-19,58
148	975	-19,76
149	969	-20,47
150	521	-20,49

EK-11: 8. yaş boy karakteri için ıslah değerleri

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
151	617	-21,08
152	Kontrol	-21,43
153	1245	-22,10
154	576	-23,62
155	994	-23,68
156	582	-24,45
157	603	-24,87
158	979	-25,44
159	644	-26,31
160	1251	-26,80
161	506	-26,84
162	526	-27,02
163	674	-28,52
164	587	-30,05
165	586	-30,75
166	620	-31,21
167	1268	-32,12
168	968	-32,77
169	581	-33,43
170	623	-33,46
171	666	-33,94
172	982	-34,28
173	637	-34,93
174	978	-36,60
175	984	-38,31

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
176	981	-38,76
177	572	-44,73
178	510	-45,39
179	588	-46,41
180	584	-46,96
181	610	-46,99
182	529	-48,68
183	1024	-48,87
184	591	-52,16
185	663	-57,37
186	513	-63,14
187	642	-67,36
188	517	-70,04
189	507	-83,79

EK-12: 8. yaş göğüs çapı karakteri için ıslah değerleri

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
1	1246	1,35
2	1032	1,13
3	1019	1,11
4	1034	1,08
5	1006	0,95
6	1229	0,95
7	1012	0,89
8	1262	0,78
9	996	0,77
10	1009	0,74
11	1005	0,74
12	1016	0,74
13	1267	0,74
14	993	0,69
15	1028	0,69
16	1003	0,67
17	970	0,67
18	1240	0,62
19	1031	0,60
20	999	0,58
21	998	0,58
22	1000	0,57
23	1257	0,57
24	974	0,54
25	1033	0,54

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
26	990	0,54
27	1232	0,52
28	995	0,52
29	1247	0,52
30	655	0,49
31	1254	0,49
32	992	0,48
33	1263	0,46
34	1238	0,45
35	1236	0,45
36	964	0,44
37	1230	0,43
38	1242	0,43
39	997	0,42
40	1026	0,41
41	1224	0,41
42	1226	0,41
43	1013	0,41
44	1243	0,41
45	1218	0,40
46	1239	0,40
47	1234	0,39
48	1021	0,39
49	1036	0,39
50	1233	0,38

EK-12: 8. yaş göğüs çapı karakteri için ıslah değerleri

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
51	963	0,37
52	1022	0,36
53	1018	0,36
54	1248	0,35
55	1265	0,33
56	1007	0,33
57	1020	0,33
58	1221	0,32
59	957	0,32
60	977	0,26
61	1025	0,24
62	671	0,24
63	1017	0,23
64	1222	0,22
65	1227	0,21
66	1035	0,20
67	1217	0,20
68	959	0,19
69	972	0,18
70	971	0,18
71	1010	0,15
72	627	0,12
73	1015	0,12
74	1261	0,12
75	1250	0,12

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
76	980	0,12
77	631	0,11
78	988	0,09
79	987	0,09
80	652	0,07
81	983	0,07
82	1008	0,07
83	966	0,07
84	622	0,07
85	973	0,06
86	1253	0,06
87	1256	0,04
88	601	0,04
89	1228	0,03
90	628	0,03
91	967	0,03
92	1029	0,02
93	528	0,01
94	958	0,01
95	1244	0,00
96	1220	-0,01
97	656	-0,01
98	989	-0,02
99	1037	-0,02
100	11936	-0,03

EK-12: 8. yaş göğüs çapı karakteri için ıslah değerleri

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
101	1215	-0,04
102	635	-0,04
103	976	-0,04
104	1231	-0,05
105	1264	-0,05
106	1245	-0,06
107	1225	-0,07
108	598	-0,07
109	636	-0,07
110	580	-0,08
111	956	-0,09
112	589	-0,10
113	962	-0,10
114	1030	-0,10
115	961	-0,11
116	645	-0,11
117	1249	-0,12
118	629	-0,13
119	1004	-0,13
120	1252	-0,14
121	596	-0,15
122	1266	-0,16
123	626	-0,16
124	673	-0,16
125	1235	-0,17

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
126	979	-0,18
127	1258	-0,18
128	1027	-0,21
129	991	-0,21
130	524	-0,22
131	574	-0,25
132	Kontrol	-0,25
133	1219	-0,25
134	965	-0,25
135	632	-0,26
136	960	-0,27
137	1014	-0,27
138	1023	-0,28
139	1011	-0,28
140	660	-0,29
141	975	-0,29
142	1002	-0,31
143	978	-0,31
144	666	-0,31
145	1241	-0,32
146	644	-0,32
147	608	-0,34
148	994	-0,34
149	969	-0,36
150	521	-0,37

EK-12: 8. yaş göğüs çapı karakteri için ıslah değerleri

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
151	674	-0,38
152	672	-0,38
153	1251	-0,38
154	617	-0,39
155	603	-0,40
156	620	-0,40
157	665	-0,41
158	637	-0,41
159	986	-0,43
160	1024	-0,45
161	588	-0,46
162	576	-0,48
163	984	-0,49
164	587	-0,50
165	1268	-0,50
166	1216	-0,50
167	510	-0,51
168	590	-0,51
169	985	-0,52
170	982	-0,52
171	526	-0,55
172	1260	-0,56
173	584	-0,57
174	642	-0,57
175	968	-0,58

Sıralama No	Aile No	BV (cm)
176	581	-0,59
177	623	-0,60
178	663	-0,62
179	981	-0,67
180	506	-0,68
181	582	-0,68
182	572	-0,68
183	529	-0,84
184	610	-0,88
185	586	-0,89
186	517	-1,20
187	513	-1,20
188	591	-1,36
189	507	-1,74