

Bakanlık Yayın No: 341
Müdürlük Yayın No: 34

**KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) AKDENİZ BÖLGESİ ALÇAK
RAKIM (0-400 M) ISLAH ZONU DÖL DENEMESİNDE
GENÇ ODUN YOĞUNLUĞUNA İLİŞKİN GENETİK
PARAMETRELER**

(ODC: 165.3)

Genetic Parameters for Juvenile Wood Density in a Turkish Red Pine
(*Pinus brutia* Ten.) Progeny Trial Established in Low Elevation
Breeding Zone (0-400 m) of Mediterranean Region

**Dr. Hikmet ÖZTÜRK Kubilay YILDIRIM Sadi ŞIKLAR
Turgay EZEN Dr. Murat ALAN Emel İLTER
Dr. Özgür Deniz BALKIZ Prof. Dr. Zeki KAYA**

TEKNİK BÜLTEN NO: 22

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

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

ANKARA -TÜRKİYE

ISBN: 978-605-393-018-1

ÖNSÖZ

Türkiye’de yıllık 5,5 milyon m³’ün üzerinde odun hammaddesi açığı söz konusudur. Bunun 1,5 milyon m³’e yakını ithalatla karşılanmakta ve ülke ekonomisine önemli yükler getirmektedir. Üretim açığının ortaya çıkmasına yol açan faktörlerin başında, üretimin yetersiz olmasının yanında istenilen kalitede odun üretilmemesi gelmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar ise verimliliğin ve kalitenin artırılmasında en etkili ve maliyeti en düşük çalışmaların genetik ağaç ıslahı çalışmaları olduğunu göstermektedir.

Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim Programı kapsamında yürütülen genetik ıslah çalışmalarında, yayılış alanının büyüklüğü, odununun kullanım alanlarının çeşitliliği, ağaçlandırma potansiyeli, erken çiçeklenme yaşı ve genetik çeşitliliğinin yüksek oluşu gibi özellikleri nedeniyle öncelik Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) verilmiş ve programda öngörüldüğü üzere Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde ıslah popülasyonlarında yer alan bireylerin genetik değerlerini belirlemek üzere açık tozlaşma döl denemeleri tesis edilmiştir. Kızılçam genetik ıslah programında odun verimi kadar odun kalitesi de önemli bir seleksiyon kriteri olduğundan, odunun kalite özelliklerinin başında gelen odun yoğunluğu karakterine ilişkin bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğüne yürütülen “Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonunda (0-400m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri” isimli araştırma projesi kapsamında tesis edilen Ceyhan 1C kodlu deneme alanında; Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi Biyoloji Bölümü ile ortaklaşa yürütülmüştür.

Projeyi Destekleyen TÜBİTAK-TOVAG’a, denemelerin tesisi ve bakım çalışmalarını gerçekleştiren Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğüne, arazi çalışmalarında büyük emek ve gayretleri olan Adana İl Çevre ve Orman Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederiz.

Ankara, 2008

Dr. Hikmet ÖZTÜRK Kubilay YILDIRIM Sadi ŞIKLAR

Turgay EZEN Dr. Murat ALAN Emel İLTER

Dr. Özgür Deniz BALKIZ Prof. Dr. Zeki KAYA

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZ.....	iii
ABSTRACT	iv
ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL ve METOD.....	6
3. BULGULAR ve TARTIŞMA	14
3.1. Büyüme karakterleri ve odun yoğunluğu için hesaplanan fenotipik parametreler	14
3.2. Büyüme karakterleri ve odun yoğunluğu için hesaplanan genetik parametreler	19
3.3. Odun yoğunluğu için tahmin edilen ıslah değerleri ve ıslahla sağlanacak genetik kazanç.....	23
4. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	29
5. ÖZET	31
6. SUMMARY	33
7. KAYNAKÇA	36
EKLER	41

ÖZ

Kızılçamda genç odun yoğunluğuna ilişkin genetik parametrelerin tahmini için, altı adet klonal tohum bahçesinde yer alan 168 klondan toplanan açık tozlaşma ürünü tohumlarla, Ceyhan Orman Fidanlığında kurulan döl denemesinde çalışılmıştır. Gerekli odun örnekleri denemenin yedinci yaştaki aralama esnasında kesilen ağaçlardan elde edilmiş, odun yoğunluğu Türk Standartları Enstitüsünün TS 2472 nolu standardına göre belirlenmiştir.

Denemede yer alan 168 ailenin odun yoğunluğu ortalamaları 0.397 ile 0.493 gr/cm³ arasında değişmiştir. Odun yoğunluğu için bireysel kalıtım derecesi 0.42±0.07, aile ortalamaları kalıtım derecesi 0.55±0.03 olarak, ağaç boyu, çap ve gövde hacmi için hesaplanan kalıtım derecelerine yakın değerlerde tahmin edilmiştir. Odun yoğunluğu ile büyüme karakterleri arasındaki genetik korelasyonlar istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur. Aynı şekilde fenotipik korelasyonlarda istatistik olarak anlamsız, fakat negatif olarak hesaplanmıştır.

Yedinci yaştaki tek bir karaktere göre yapılan seleksiyonda kontrol materyaline göre fenotipik tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazanç istatistik olarak anlamsız bulunmuştur. Her bir tohum bahçesinde 20 klon bırakılacak şekilde bir genetik ayıklama yapılması sonucunda tohum bahçelerinden elde edilecek genetik kazanç odun yoğunluğu içinde %1.7 olarak tahmin edilmiştir. Islah değerlerine göre en yüksek ıslah değerine sahip 30 klonla kurulacak genotipik tohum bahçelerinden elde edilecek genetik kazancın %5.2'ye ulaşacağı hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Pinus brutia*, odun yoğunluğu, döl denemeleri, kalıtım derecesi, genetik ve fenotipik korelasyonlar, genetik kazanç

ABSTRACT

To investigate genetic control of wood density (WSG) in *Pinus brutia* Ten. (Turkish red pine) open pollinated Ceyhan progeny trial, which was established with the seeds collected from 168 clones originated from six clonal seed orchards, was studied. Wood samples were taken by destructive sampling during the rouging of this trial at the age of seven. Specifically; (1) to examine the magnitude of family differences and its components for wood density (WSG) and growth traits (height, diameter and stem volume); (2) to determine WSG inheritance and its genetic correlation with growth traits; and (3) to estimate breeding values of 168 families for the WSG and to predict genetic gain if selection is based on phenotypic, rouged and genotypic seed orchard by reselecting the best parents with respect to WSG.

Differences among the 168 families for mean WSG was large (ranged from 0.35 to 0.44), as indicated by high individual (0.42 ± 0.07) and family mean (0.55 ± 0.03) heritabilities. Family differences and high heritabilities were also observed for all growth traits. Genetic correlations between WSG and growth traits were statistically insignificant (near zero), while low and insignificant negative phenotypic correlations among the same traits were observed.

Realized genetic gain for single trait selection at age seven estimated as insignificant for WSG and 8.4 % for stem volume in phenotypic seed orchards. Average genetic gain in rouged seed orchards by leaving the best 20 clones in each reached 1.7 % for WSG. Genetic gain (relative to controls) at the age of seven obtained from the first generation genotypic seed orchards consisting the best 30 clones was estimated 5.2 % for WSG .

Keywords: *Pinus brutia*, wood density, progeny test, heritability, genetic and phenotypic correlations, genetic gain

ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER DİZİNİ

Şekiller

Şekil 2.1	Ceyhan 1C döl denemesinde deneme deseni.....	9
Şekil 3.1	Dip ve 1.30 m. yüksekliklerden alınan kesitlerde yıllık halkalar...	19
Şekil 3.2	Odun yoğunluğu için tohum bahçelerinde fenotipik seleksiyon ve genetik ayıklamalarla elde edilecek genetik kazançlar.....	26
Şekil 3.3	Odun yoğunluğu ve gövde hacmi karakterleri ıslah değerleri dağılımı.....	27

Çizelgeler

Çizelge 2.1.	Döl denemelerine konu olan tohum bahçeleri hakkında bilgiler.....	6
Çizelge 2.2.	Tohum bahçelerinde yer alan klonların orijinleri (tohum meşcereleri) hakkında bilgiler	8
Çizelge 2.3.	Ceyhan 1C döl denemesinde kontrol materyali olarak kullanılan tohumların elde edildiği tohum meşcereleri hakkında bilgiler.....	9
Çizelge 2.4.	Ceyhan 1C döl denemesinde ailelerin ve kontrol grubunun setlere dağılımı.....	10
Çizelge 3.1.	Deneme alanında odun yoğunluğu, çap, boy ve gövde hacmi karakterine ilişkin bazı fenotipik parametreler.....	15
Çizelge 3.2.	Doğal bazı ibreli ağaç türlerimizde ortalama odun yoğunlukları.....	16
Çizelge 3.3.	Ceyhan 1C deneme alanında 7. yaşta odun yoğunluğu karakterine ait varyans analizi tablosu.....	17
Çizelge 3.4.	Ceyhan 1C deneme alanında 7. yaşta boy karakterine ait varyans analizi tablosu.....	17
Çizelge 3.5.	Ceyhan 1C deneme alanında 7. yaşta çap karakterine ait varyans analizi tablosu.....	18
Çizelge 3.6.	Ceyhan 1C deneme alanında 7. yaşta gövde hacmi karakterine ait varyans analizi tablosu.....	18
Çizelge 3.7.	Karakterler için hesaplanan varyans bileşenleri, bunların toplam varyans içindeki oranları ve bazı genetik parametreler.	20
Çizelge 3.8.	Fenotipik (alt diyagonal) ve genetik korelasyonlar (üst diyagonal) ile standart hataları (<i>parantez içinde</i>).....	22
Çizelge 3.9.	Odun yoğunluğu bakımından istatistik olarak anlamlı farklılık gösteren tohum bahçeleri.....	24
Çizelge 3.10.	Odun yoğunluğu bakımından tohum bahçelerinde yer alan ailelerin ıslah değerleri ortalamaları.....	25
Çizelge 3.11.	Odun yoğunluğu ve hacim karakteri bakımından yüksek ıslah değerine sahip aileler.....	27

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

\overline{BLUP}	Best Linear Unbiased Prediction
\overline{BV}	İslah değerleri ortalaması
$Corr(g, \hat{g})$	Tahmin edilen ıslah değeri ile gerçek ıslah değeri arasındaki korelasyon
S.E.	Standart hata
CV	Değişkenlik (varyasyon) katsayısı
CV _g	Değişkenlik (varyasyon) katsayısı
h_i^2	Bireysel kalıtım derecesi
h_f^2	Aile ortalamaları kalıtım derecesi
σ_f^2	Aile varyansı
σ_s^2	Deneme alanları varyansı
σ_{fs}^2	Aile deneme alanı etkileşimi varyansı
σ_{fb}^2	Aile blok etkileşimi varyansı (plot varyansı)
σ_e^2	Hata varyansı
σ_{pi}^2	Bireysel fenotipik varyans
$\sigma_{p_{um}}^2$	Aile ortalamaları fenotipik varyansı
σ_a^2	Eklemeli genetik varyans
\overline{X}	Aritmetik ortalama
S_x	x karakterinin standart sapması
σ_{h_x}	x karakterine ait kalıtım derecesinin standart hatası
r_{Bg}	B tipi genetik korelasyon
$\sigma_{r_{Bg}}$	B tipi genetik korelasyonun standart hatası
\overline{MBV}_f	Denemede yer alan ailelerin mutlak ıslah değeri
\overline{MBV}_k	Denemede yer alan kontrol materyallerinin mutlak ıslah değeri
ΔG_{ATB}	Tohum bahçesinde genetik ayıklama sonunda elde edilecek genetik kazanç
$\Delta G_{1.5TB}$	1.5 generasyon genotipik tohum bahçesinden elde edilen genetik kazanç

Kısaltmalar

BV	İslah değeri
MBV	Mutlak ıslah değeri

1. GİRİŞ

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.); geniş yayılış alanı, ağaçlandırma potansiyeli, odununun çok çeşitli kullanım alanlarına uygun olması, genetik çeşitliliğinin yüksek olması nedenleriyle genetik ıslah çalışmaları için elverişli türlerin başında yer almaktadır. Buna bağlı olarak Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı'nda entansif ıslah çalışmalarının uygulanacağı türlerden biri olan Kızılçam'a öncelik verilmiştir (ÖZTÜRK ve ŞIKLAR 2000). Kızılçam genetik ıslah çalışmalarında ıslah edilecek karakterler olarak büyüme karakterlerinin yanında, odunun kalite özellikleri de yer almaktadır (KOSKI ve ANTOLA 1993). Nitekim, plus ağaç seçimlerinde büyüme hızı kadar, gövde düzgünlüğü ve dolgunluğu, ince dallılık, doğal budanma niteliği vb. gövde odunu kalitesine ilişkin özellikler dikkate alınmaktadır.

Odunun her bir kullanım alanına göre aranan kalite özellikleri birbirinden farklılık göstermektedir. Örneğin; kerestelik odun için nodlar arası uzunluk, direnç özellikleri, reçine içeriği, gövde düzgünlüğü, lif kıvrıklığı, basınç veya çekme odunu vb çok sayıda karakter önemli iken, kağıt ve kağıt hamuru üretimi açısından, selüloz ve lignin miktarları, lif uzunlukları, odun yoğunluğu vb. karakterler önem kazanmaktadır. Kerestelik odun için bir kusur olan gövde eğriliği, taka, sandal yapımı için aranan bir odun özelliği olabilmektedir. Bu nedenle ıslah programlarında, odunun kalite özelliklerine ilişkin çok sayıda karakter ıslahçının önüne gelebilmektedir (SHELBOURNE ve ark. 1997). Genetik ıslah programlarında seleksiyonun etkinliği ıslah edilecek karakter sayısına ve ıslaha konu karakterler arasındaki genetik ilişkilere bağlı olarak değişmekte, karakter sayısı arttıkça seleksiyon etkinliği azalmaktadır (NAMKOONG ve ark. 1987). Öte yandan gelişen teknolojiye bağlı olarak aranan odun niteliklerinde değişiklik olabilmektedir. Örneğin; geçmişte ülkemizde ince çaplı materyal çoğunlukla yakacak odun olarak kullanılıyorken, bugün yonga ve lif levha üretimi için uygun endüstriyel hammadde niteliğindedir.

Odunun son kullanım alanının çeşitliliği ve her bir kullanım alanında aranan odun özelliklerinin farklı olması, gelecekte talep projeksiyonlarında olası değişiklikler ıslah programlarında odunun kalite özelliklerine ilişkin karakterlerin belirlenmesini güçleştirmektedir. Bugün yapılan seleksiyonun etkisi, orman ağaçlarının idare sürelerine bağlı olarak en az 30-40 yıl sonra görüleceği dikkate alındığında, ıslah edilecek karakterin çok sayıda kullanım alanı için elverişli ve gelecekte de aranacak bir odun özelliği olması zorunludur. Odun yoğunluğu, odunun temel direnç özellikleri ile olduğu kadar, odunun makinalarda işlenmesiyle, tutkallama ve çok sayıda son ürünün özellikleri ile yakından ilişkilidir (KIRK ve ark. 1972; BLAIR ve ark. 1975; PEARSON ve GILMORE 1980; ZOBEL ve JETT 1995;). Odun yoğunluğunun artırılmasıyla birim odundan üretilen kağıt miktarı artmakta

ve kağıdın yırtılma direncinde iyileşme olmaktadır (BUIJTENEN 1969; BLAIR ve ark. 1975). Bu nedenle, orman ağaçları genetik ıslah programlarında büyüme hızı ve gövde düzgünlüğü yanında ıslahçıların üzerinde hemfikir olduğu yegane karakter odun yoğunluğudur.

Ormancılık literatüründe oldukça geniş yer kaplayan odun yoğunluğu, yaş haldeki odunun birim hacmindeki fırın kurusu odun kütlesi olarak ifade edilmektedir. Çoğu zaman odun yoğunluğu, temel yoğunluk (basic density) olarak kabul edilmektedir. Temel yoğunluk olarak nitelendirilmesinin nedeni odun yaş haldeki hacminin ve fırın kurusu ağırlığının hemen hemen sabit olması ve deneylerde bu koşulların tekrar sağlanabilmesidir (SARANPÄÄ 2003). Çoğu zaman odun yoğunluğu, özgül ağırlık (specific gravity) ile karıştırılabilmekte, çok sayıda yayında odun özgül ağırlığına dair çalışmalar yer almaktadır. Odunun özgül ağırlığı odun yoğunluğunun $+4^{\circ}\text{C}$ 'de saf suyun yoğunluğuna oranıdır ve bu nedenle birimsizdir (ZOBEL ve TALBERT 1984). $+4^{\circ}\text{C}$ 'de saf suyun yoğunluğunun 1 gr/cm^3 olması nedeniyle matematiksel olarak odun yoğunluğu ile odun özgül ağırlığı aynı değerlere tekabül etmektedir. Odun yoğunluğu esasen odun hücre çeperlerinin yoğunluğunun bir ölçüsü olarak ele alınmaktadır.

Çok sayıda kullanım alanı olan odun yoğunluğu anatomik özelliklerin (trahe çapı, kalınlığı, ilkbahar ve yaz odunu iştirak oranları) ve odunun kimyasal bileşiminin (selüloz ve lignin içeriği vb.) etkisi altında olan kompleks bir niteliktir. Bu sayılan özelliklerin her birinin kendine has kalıtsallığı olmakla birlikte, bu özelliklerin bir bileşkesi olarak nitelendirilebilecek olan odun yoğunluğu, sayılan bu özellikler arasında üzerinde en fazla çalışılan karakterdir. Bunun nedeni; hem belirtilen bu özellikler ile yüksek genetik ilişkiye sahip olması (VARGAS-HERNANDEZ ve ADAMS 1991, 1992) hem de diğerlerine göre ölçülmesinin kolay olmasıdır (ZOBEL ve JETT 1995). Nitekim, ağaç ıslahının çok yoğun ve ileri düzeyde olduğu *Pinus taeda*'da bazı tohum bahçelerinde odun yoğunluğu, seleksiyona esas bir karakter olarak dikkate alınmaktadır (JETT ve TALBERT 1982).

Koniferlerin gövde odununda hücre çeperinin kimyasal yapısına bakıldığında, en bol bulunan maddenin α -selüloz olduğu ve hücre çeperinin % 40-50'sini teşkil ettiği, % 20-25'inin hemiselüloz ve % 15-35'inin ligninden oluştuğu ve α -selüloz, hemiselüloz, lignin oranlarının ve buna bağlı olarak odun yoğunluklarının türlere göre değiştiği bildirilmektedir (SARANPÄÄ 2003). Bir ağaç türünde bu oranlar bilinirse, selüloz, hemiselüloz ve lignin yoğunlukları ile bir türün hücre çeperi yoğunluğu hesaplanabilir. Örneğin Avrupa ladininde (*Picea abies*) hücre çeperinin % 48.1'i selüloz, % 21.2'si hemiselüloz ve % 28.9'u da ligninden oluşmaktadır. Avrupa ladininde selüloz yoğunluğunun 1556.5 kg/m^3 , lignin yoğunluğu 1347 kg/m^3 (STAMN 1964), koniferlerde hemiselüloz yoğunluğunun 1622 kg/m^3 olduğu bildirilmektedir (BEALL 1972). Buna göre Avrupa ladininde

hücre çeperinin yaklaşık yoğunluğu 1509 kg/m^3 olarak bulunmaktadır (SARANPÄÄ 2003). Gövde odununda hücre çeperi yoğunluğunun oldukça sabit olduğu ve büyüme hızına göre değişmediği bilinmektedir. Bu takdirde odun yoğunluğunun tür içinde oldukça sabit olması gerektiği akla gelebilir. Oysa odun yoğunluğu gövdenin çeşitli yüksekliklerinde, aynı yükseklikte farklı yıllık halkalarda, hatta aynı yıllık halka içinde değişmektedir.

Odun yoğunluğuna etki eden temel faktörler, esasen hücre çeperi kalınlığı, lümen genişliği ve odun içeriğindeki ekstraktif madde bileşimi ve miktarıdır. Bunlar içinde radyal hücre çapı ve yaz odunu hücre çeperinin kalınlığı odun yoğunluğuna en fazla etki eden unsurlardır (WIMMER 1995). Tek ağacın gövde odununda, aynı yıllık halka içinde sözü edilen bu faktörler açısından farklılıklar görülmektedir. Çam türlerinde tomurcukların patlaması ile kambiyum faaliyeti de başlamakta, kambiyum faaliyetinin başlamasıyla sürgün ve yeni oluşan ibrelerin uzaması süresince geniş lümenli ve ince çeperli hücreler meydana gelmektedir (LARSON ve ark. 2001). Yıllık halka içinde üretilen bu tip hücrelerin oluşturduğu odun ilkbahar odunu olarak isimlendirilmektedir. Sürgün uzamasının durması ve yeni oluşan ibrelerin fotosentez yapmaya başlamaları ile birlikte kambiyum tarafından, daha dar lümenli ve kalın çeperli hücreler oluşturulmaktadır. Bu oduna da yaz odunu adı verilmektedir. İlkbahar odunu ile yaz odunu oluşumu topraktaki yararlanılabilir su miktarı gibi çevresel koşullar tarafından etkilenmekte ve farklı fizyolojik süreçler izlemektedir. Toprakta yararlanılabilir suyun bulunduğu aktif sürgün büyümesi boyunca üretilen bitki büyüme hormonları hücrenin radyal genişlemesini teşvik etmektedir ve bu süreç esnasında yaşlı ibreler tarafından fotosentez ürünleri sürgün büyümesi ve yeni oluşan ibrelerin gelişmeleri için kullanılmaktadır (LARSON ve ark. 2001). Yeni üretilen ibrelerin fotosenteze katılmaları ile birlikte fotosentetik ürünlerin miktarı artmakta, hücre çeperlerinin kalınlaşması için gerekli besin maddeleri yeter hale gelmektedir (LARSON 1964; GORDON ve LARSON 1970).

Yaz odunu miktarı ile odun yoğunluğu arasında yüksek ilişki olduğu rapor edilmektedir (WIMMER 1995). Adi duglas'ta (*Pseudotsuga menziesii*) odun yoğunluğundaki varyasyonun %60'ı yaz odunu miktarı ile açıklanmaktadır (de KORT ve ark. 1991). Benzer şekilde, Sarıçamda (*Pinus sylvestris*) odun yoğunluğu varyasyonunun %73'ünde de radyal hücre genişliği ile yaz odunu oranının etkili olduğu bildirilmektedir (HANNRUP ve ark. (2001). Yaz odununun yıllık halka içindeki oranı gövde odununda değişik yüksekliklerde farklı olmaktadır. Yaz odunu önce gövdenin en alt kesimlerinde başlamakta, özellikle erken yaşlarda ve henüz tepe kapalılığının oluşmadığı, gövdenin tümüyle yeşil taç ile örtülü olduğu dönemde oldukça düşük oranda üretilmektedir. Ağaç uzadıkça, gövdede doğal dal budanması ile birlikte yaz odunu oranının yüksek olduğu gövde kısmı yukarı kısımlarına doğru kaymaktadır. Bu da bir ağaçta odun

yoğunluğunun farklı gövde yüksekliklerinde değişiklik göstermesine neden olmaktadır.

Aynı yıllık halka içinde görülen odun yoğunluğu farklılıklarının yanında ağacın büyüme hızı, yaş ve kalıtsal özellikleri odun yoğunluğunda etkili olmaktadır (ZOBEL ve JETT 1995). Büyüme hızı üzerinde etkili bonitet odun yoğunluğunda farklılıkların bir diğer kaynağıdır. Büyüme hızı ile odun yoğunluğu arasında genelde negatif bir ilişki bulunmakta ve büyüme hızı arttıkça odun yoğunluğu azalmaktadır (MEGRAW 1985; BELONGER ve ark. 1996; BOZKURT ve ERDİN 2000). Ormanlarda yapılan aralama, dikim aralıkları, gübreleme vb insan etkileri de odun yoğunluğunda değişmeye neden olabilmektedir (LARSON ve ark. 2001).

Kambiyumun değişik yaşlarda ürettiği odun farklı olmaktadır. Genç kambiyumun ürettiği oduna gençlik odunu ya da kısaca genç odun ismi verilmektedir. Anatomik ve fiziksel olarak genç odun özellikleri ile ergin odun özellikleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır (BOZKURT ve ERDİN 2000; LARSON ve ark. 2001). Genç odunu, ergin odunundan daha düşük oranda yaz odununa sahip olması, traheidlerin daha kısa ve bazen orantısız bir şekilde basınç odunu olması ve özellikle odun yoğunluğunun daha düşük olması ile ayrılmaktadır. Bu nedenle genç odun ergin odun ayrımında standart bir odun yoğunluğu gösterge olarak kullanılabilir. Genç odun üretimi ağacın değil, kambiyumun yaşına bağlı olduğundan bir ağaç üzerinde ileri yaşta olsa bile gençlik odunu üretilebilmektedir. Yaşlı ağaçlarda taca yakın kısımlarda gençlik odunu üretilirken, ergin odun gövdenin daha aşağı kısımlarında yer almaktadır. Bu nedenle gençlik odunu tepe tacı odunu (crown formed wood) olarak da isimlendirilmektedir (LARSON ve ark. 2001). Genç odun ile ergin odun arasındaki bu farklılıklar odun yoğunluğunun kalıtım derecesinde de kendini göstermektedir. Özellikle çok genç yaşlarda (1-5 yaşlarında) kalıtım değerleri daha ileri yaşlara nazaran daha düşük olarak gözlenmektedir.

Odun yoğunluğundaki varyasyonun temel kaynaklarından bir diğeri de genetik farklılıklardır. Aynı türün populasyonları ve populasyon içinde bireyler arasında odun yoğunluğu bakımından önemli farklılıkların olduğu ortaya konulmuştur (ZOBEL ve JETT 1995). Yürütülen genetik çalışmalar odun yoğunluğunun yüksek derecede genetik kontrol altında olduğunu göstermektedir (LOO ve ark. 1984; BIRKS ve BARNES 1991; BARNES ve ark. 1994; CORNELIUS 1994; NYAKUENGAMA ve ark. 1999). Çamlar için yayımlanmış odun yoğunluğu bireysel kalıtım dereceleri 0.40-0.80 arasındadır. Oysa çap, boy, gövde hacmi gibi büyümeye ilişkin karakterler için bu değer 0.15-0.25 arasındadır (SHELBOURNE ve ark. 1997). Bu özellik odun yoğunluğunda büyüme karakterlerine oranla daha fazla kazanç sağlanabileceğini göstermektedir. Odun yoğunluğunun ıslah çalışmaları açısından bir diğer önemli özelliği büyüme karakterlerinin aksine genotip çevre etkileşiminin olmaması ya da çok düşük bulunmasıdır. JETT ve ark.

(1991), çok çeşitli bölgelerden örnekledikleri populasyonlar ve 18 üvey kardeş ailede genotip çevre etkileşimini anlamlı bulmakla birlikte, 18 aileden yalnız 4 tanesinin genotip çevre etkileşimi kareler ortalamasına etkisinin % 49 olduğunu, buna bağlı olarak genotip çevre etkileşimi nedeniyle karşılaşılabilecek genetik kazanç kaybının %1 olduğunu ifade etmektedirler. Son yıllarda odun yoğunluğu, çoğu genetik ıslah programında ıslah amaçlarının geliştirilmesine yönelik çalışmalarda dikkate alınan özelliklerin başında gelmektedir (SHELBOURNE ve ark. 1997). Bu nedenle odun kalitesine ilişkin çoğu karakter ile ilişkili odun yoğunluğunun Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı'nda ıslah edilecek karakterler arasına alınması akılcı bir yaklaşım olacaktır.

Bu çalışma, Kızılçam ıslah programı için, genç odun yoğunluğuna ilişkin genetik parametrelerin bulunması ile büyümeye ilişkin çap, boy ve gövde hacmi karakterleri arasındaki genetik ilişkilerin incelenmesi ve bunlara göre mevcut Kızılçam genetik ıslah çalışmalarının yönlendirilmesi amaçlanmaktadır.

2. MATERYAL ve METOD

Akdeniz Bölgesi Alçak Yükselti Kuşağı (0-400 m) Kızılcım Islah Zonu Döl Denemeleri iki seri halinde tesis edilmiş, birinci seri denemelerin tesisi için 1996 yılında her biri ayrı orijinden gelen altı klonal tohum bahçesindeki 168 klondan kozalak toplanmıştır (Çizelge 2.1). Tohum bahçelerinin orijinlerine ait bilgiler Çizelge 2.2’de gösterilmiştir. Buna ilave olarak denemelerle karşılaştırma sağlamak için altı tohum meşçeresi tohumu kontrol materyali olarak denemelere dahil edilmiştir (Çizelge 2.3). Bunlardan elde edilen tohumlarla üretilen fidanlarla Fethiye 1A, Antalya 1B ve Ceyhan 1C kodlarıyla belirtilen deneme alanlarında 1998 Şubat ve Mart aylarında birinci seri döl denemelerinin tesisi tamamlanmıştır. Bu çalışma Ceyhan 1C kodlu deneme alanında yürütülmüştür.

Çizelge 2.1. Döl denemelerine konu olan tohum bahçeleri hakkında bilgiler
Table 2.1. Some information about seed orchards in the progeny trials

Tohum Bahçesinin Özellikleri Properties of Seed Orchards	Tohum Bahçesi No (National Registration Number)					
	3	4	5	7	11	16
Tesis yeri Planting Site	Kadirli	Antakya	Antalya	Kadirli	Antalya	Antalya
Tesis Yılı Planting Year	1977	1977	1978	1978	1982	1984
Klon Sayısı Number of Clones	24	35	29	30	25	25
Ramet Sayısı Number of Ramets	857	1032	927	516	1200	2710
Alanı (ha) Area (ha)	7,0	2,6	7,5	4,2	4,3	18,6
Dikim Aralığı (m) Spacing (m)	9x9	5x5	9x9	9x9	6x6	8x8
Dağıtım Şekli Layout	R	S	R	R	R	R

R: Rastlantsal; S: Sistemantik

Ceyhan 1C deneme alanında çevresel varyansı azaltmak için SCHUTZ ve COCKERHAM (1966) tarafından **R Deseni** (set içinde bloklama) olarak adlandırılan alt bloklama yapılmıştır (Şekil 2.1). Bu düzenlemede tüm deneme materyali belirli ailelerden oluşan sabit setlere bölünmüştür. Her bir set içine kontrol materyallerinin tümü dahil edilmiştir. Setlerde bulunan ailelerin tohum bahçelerine göre dağılımları Çizelge 2.4’de gösterilmiştir. Denemede blok sayısı 7, parsel düzenlemesi 4 ağaçlı sıra parseli şeklindedir.

Deneme alanındaki ağaçların hızlı gelişmesi ve ağaçlar arası dikim aralığının 2x3 m olması nedeniyle, ağaçlar arasında mücadele erken başlamıştır. Döl denemelerinde ağaçlar arasındaki mücadele çevresel varyansın artmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle 2006 yılında sistematik aralama yapılması gereği duyulmuştur. Mart 2006 yılında her parselde iki ağaç kalacak şekilde yapılan bu sistematik aralama ile mevcut bireylerin %50'si denemeden çıkarılmıştır.

2006 yılı itibarıyla birinci seri döl denemeleri aralama yapılacak aşamaya ulaşmıştır. İlk aralama Ceyhan döl denemesine uygulandığından gerekli olan örnekler bu denemenin aralama işlemleri esnasında kesilen ağaçlardan elde edilmiştir.

Ağaçların kesilmesi sırasında her ağacın boyu ve göğüs boyu çapı (1.30 m.deki çap) ölçülmüş, ağacın kuzey yönü işaretlenerek göğüs hizasından (1.30 m) 10 cm kalınlığında gövde diskleri alınmıştır. Buna ek olarak büyüme karakterlerinin ölçülmesi, odun yoğunluğunun gövdenin değişik yüksekliklerinde değişimini gözlemlemek için 48 aileye ait dölden üç farklı yaş grubunu temsilen 4. set ikinci blokta bulunan ağaçlardan dip (toprak yüzeyi), 1.30 ve 4.0 m yüksekliklerinden kesitler alınmıştır. Belirtilen yüksekliklerden alınan disklerin tamamı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğüne nakledilmiş ve hangarlarda hava kurusu haline gelinceye kadar yaklaşık 3 ay bekletilmiştir. Hava kurusu haline getirilen gövde odunu disklerinden İç Anadolu Araştırma Müdürlüğü, Odun Teknolojisi Laboratuvarında kuzey ve güney olmak üzere iki yönde, son yıllık halka hariç tutulmak üzere TS 2472'de açıklandığı üzere 2x2x3 cm ebatlarında örnekler hazırlanmıştır. Alınan her örnek üzerine denemedeki ağaç ve aile numarası ile kuzey-güney yönünü gösteren kodlar verilmiştir.

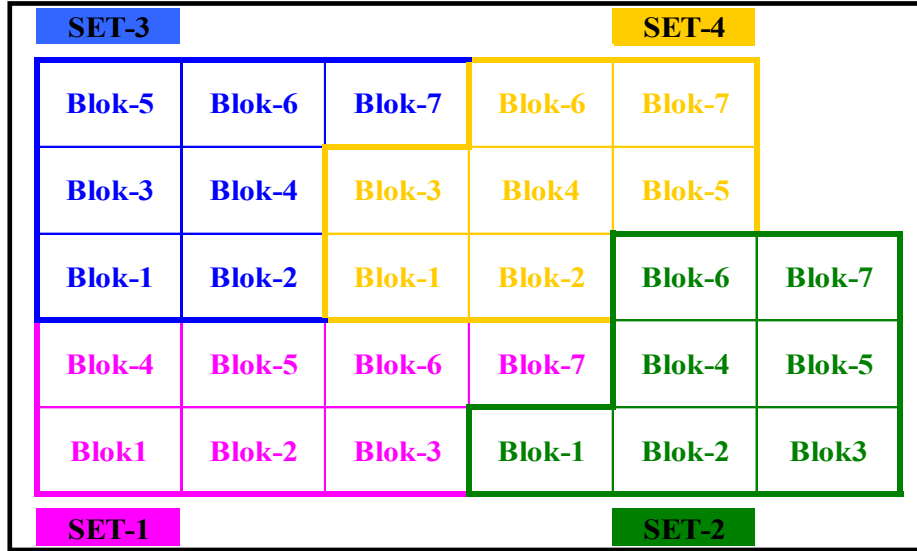
Çizelge 2.2. Tohum bahçelerinde yer alan klonların orijinleri (tohum meşcereleri) hakkında bilgiler

Table 2.2. Information about the origins of the clones in the seed orchards

Orijinin (Tohum Meşceresinin) Origin's (Seed Stand)	Tohum Bahçesi Kayıt No Seed Orchard Registration Number					
	3	4	5	7	11	16
İli Province	K. Maraş	Mersin	Antalya	Mersin	Antalya	Antalya
İlçesi District	Antakya	Silifke	Alanya	Anamur	Kumluca	Antalya
Yöresi Subdistrict	Uluçınar	Akdere	Kargı	Gökçesu	Kumluca	Kemer
Meşcere No Registration Number	21	32	37	25	39	45
Rakım (m) Altitude (m)	385	100	350	400	250	320
Bakışı Aspect	Kuzey	Güneybatı	Kuzeydoğu	Kuzey	Güneybatı	Kuzey
Yaşı (Age)	76	57	83	97	80	63
Enlemi Latitude	36 ⁰ 21'	36 ⁰ 13'	36 ⁰ 36'	36 ⁰ 11'	36 ⁰ 26'	36 ⁰ 35'
Boylamı Longitude	35 ⁰ 58'	33 ⁰ 43'	31 ⁰ 58'	32 ⁰ 45'	30 ⁰ 16'	30 ⁰ 28'
Ort. Sıcaklık (°C) Mean Temp (°C)	19,7	18,8	18,1	19,3	18,4	18,4
Yıllık Yağış (mm) Annual Precip.(mm)	740,7	611,6	1000,3	970,2	933,3	1043

Çizelge 2.3. Ceyhan 1C döl denemesinde kontrol materyali olarak kullanılan tohumların elde edildiği tohum meşcereleri hakkında bilgiler
Table 2.3. Some information about the checklots used in Ceyhan 1C progeny trial.

Kontrol Materyali No Checklot Id	1	2	3	4	5	6
Tohum Meşceresi No Seed Stand Number	32	11	31	37	25	349
İslah Zonu Breeding Zone	1.1	1.2	1.3	1.1	1.1	6.1
Bölge Müdürlüğü Regional Directorate	Mersin	Antalya	Mersin	Antalya	Mersin	Amasya
İşletme Müdürlüğü District Directorate	Silifke	Serik	Mersin	Alanya	Anamur	Bafra
Serisi Subdistrict	Akdere	Pınargözü	F.Pınarı	Kargı	Gökçesu	Alaçam
Rakım (m) Altitude (m)	100	500	825	350	400	100
Enlemi Latitude	36°13'25"	37°17'14"	36°56'40"	36°36'36"	36°11'10"	41°39'04"
Boylam Longitude	33°42'55"	30°57'57"	34°25'50"	31°57'55"	32°45'26"	35°27'22"



Şekil 2.1. Ceyhan 1C döl denemesinde deneme deseni
Figure 2.1. Experimental layout in Ceyhan 1C test site.

Gövde hacminin (V) hesaplanmasında USTA(1991)'nin geliştirdiği aşağıda gösterilen fonksiyon kullanılmıştır.

$$V = 0,1252 + d^{1,676} + h^{0,845}$$

Bu fonksiyonda;

d: 1.30 m yüksekliğinde çapı

h: ağaç boyunu göstermektedir.

Çizelge 2.4. Ceyhan 1C döl denemesinde ailelerin ve kontrol grubunun setlere dağılımı

Table 2.4. Distribution of families and checklots into the sets

Tohum Bahçesi Ulusal Kayıt No National Registration Number of The Seed Orchards	Setler Sets				TOPLAM Total
	1	2	3	4	
3	14	10			24
7	14	16			30
4	14	16	5		35
5			15	14	29
11			11	14	25
16			11	14	25
TOPLAM (Total)	42	42	42	42	168
Kontrol Materyali Number of Checklots	6	6	6	6	6

Odun yoğunluğu Türk Standartları Enstitüsünün (TSE) TS 2472 nolu standardında açıklanan prosedüre göre ölçülmüştür. Buna göre; alınan kesitler su doygunluğuna ulaşması için 2 gün boyunca distile su içerisinde bekletilmiştir. Su doygunluğuna ulaşmış kesitlerin önce yaş ağırlıkları ölçülmüş, daha sonra “su taşıma” (water displacement) yöntemiyle hacimleri belirlenmiştir. Bu ölçümlerden sonra kesitler fırına konularak 102 ± 3 °C de 2 gün boyunca içeriğinde bulunan suyun tamamen uzaklaştırılması için bekletilmiştir. Fırın kurusu haline gelmiş kesitlerin ağırlıkları ölçülmüş ve fırın kurusu ağırlıkları hacme bölünerek odun yoğunlukları hesaplanmıştır. Bu şekilde bulunan odun yoğunluğu aynı zamanda hacim-yoğunluk değeri olarak da isimlendirilmektedir (ÖKTEM 1996; ÖKTEM ve SÖZEN 1996; AKYÜZ 1997; ERTEN ve SÖZEN 1997a).

Denemenin analizinde SAS istatistik paket programı kullanılmıştır. Veriler analize tabi tutulmadan önce sıradışı değerler ayıklanmıştır. Sıradışı değerlerin oluşumunda etki eden faktörlerden biri, iklimsel ve biyolojik nedenlerle zarar gören fertlerin deneme alanında yer almasıdır. Sıradışı

değerlerin diğer bir nedeni ise ölçme ve kayıt esnasında yapılan kaba hatalardır. Bu nedenle yapılan ayıklamalar ile sıradışı değerlere sahip bireyler uzaklaştırılmıştır. Sıradışı değerlerin verilerden ayıklanması için % 99 güven aralığı kriter olarak kullanılmıştır (SOKAL ve ROHLF 1995).

Aileler arasında istatistik olarak anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirlemek için varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. ANOVA için SAS'ın Proc MIXED Prosedürü Type3 seçeneği kullanılmıştır.

Daha öncede belirtildiği gibi Ceyhan deneme alanında *R Deneme Deseni* kullanılmış olup her bir set sanki ayrı bir deneme gibi kurulmuş, bloklar setler içine yerleştirilmiştir. *R Deneme Deseninde* set etkisi dikkate alınmaz ve setler arasındaki çevresel varyans yüksek olursa, bu farklılık genetik varyansa yansımaktadır. Yapılan ön analizde setler arasındaki farklılıklar istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Bu nedenle de doğrusal modele set etkisi bir faktör olarak konulmuştur. Verilen bu bilgiler doğrultusunda varyans ve kovaryans analizlerinde aşağıdaki doğrusal model kullanılmıştır.

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + B_{j(i)} + F_{k(i)} + FB_{jk(i)} + e_{ijkl}$$

Bu modelde;

Y_{ijkl} : *i*. setteki *j*. blokta *k*. ailenin *l*. bireyine ait gözlem değerini

μ : genel ortalamayı,

S_i : *i*. set alanının çevresel etkisini, *i*=1, 2, 3, 4,

$B_{j(i)}$: *i*. sette *j*. blok etkisini, *j*=1, 2, ..., *b*i,

$F_{k(i)}$: *i*. setteki *k*. ailenin etkisini, *k*=1, 2, ..., *f*i,

$FB_{jk(i)}$: aile-blok etkileşimini,

e_{ijkl} : deneysel hatayı göstermektedir.

Genetik Parametrelerin Tahmini

Bireysel kalıtım derecesi (h^2_i) ve standart hatası, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$h^2_i = \frac{\sigma_f^2}{k(\sigma_{pi}^2)}$$

Bu formülde;

σ_f^2 : aile varyansı,

σ_{pi}^2 : $\sigma_f^2 + \sigma_{fb}^2 + \sigma_e^2$: fenotipik varyans olup burada,

σ_{fb}^2 : aile blok etkileşimi,

σ_e^2 : hata varyansı,

k : döl ve ebeveyn arasındaki genetik kovaryansıdır.

Yarım kardeş ailelerde k , $1/4$ değerine eşittir (BECKER 1992). Fakat çoğu durumda açık tozlaşma ürünü tohumlarda soy içi eşleşmeler nedeniyle genetik kovaryans daha yüksek olmaktadır. Ancak kendileme ürünü tohumlar ya fidan aşamasında ya da erken yaşlarda ölmekte, yaşayabilenler ise oldukça zayıf gelişme göstermekte ve bu nedenle denemelerde düşük performans gösteren belli oranda fidanın analizlerden dışlanması önerilmektedir (SORENSEN ve WHITE 1988). Bu çalışmada, kendileme ürünü bireylerin fidanlık aşamasında ve arazide elimine oldukları, yaşayabilenlerin ise yüksek olasılıkla analizlere dahil edilmeyen anormal veriler içinde bulunacağı düşüncesiyle, ailelerin gerçek yarım kardeş oldukları varsayılmıştır.

Bireysel kalıtım derecesinin standart hatasının hesaplanmasında kalıtım derecesinde yer alan tüm bileşenlerin dikkate alındığı *Delta Yöntemi* kullanılmıştır (LYNCH ve WALSH 1997). Kullanılan formül aşağıda gösterilmiştir.

$$S.E(h_i^2) = \sqrt{\left(\frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2}\right)^2 \left(\frac{Var(\sigma_a^2)}{(\sigma_a^2)^2} + \frac{Var(\sigma_p^2)}{(\sigma_p^2)^2} - \frac{2Cov(\sigma_a^2, \sigma_p^2)}{\sigma_a^2 \sigma_p^2} \right)}$$

Formülde;

$S.E(h_i^2)$: bireysel kalıtım derecesinin standart hatası,

σ_a^2 : eklemeli genetik varyansı,

σ_p^2 : fenotipik varyansı,

$Cov(\sigma_a^2, \sigma_p^2)$: eklemeli genetik varyans ile fenotipik varyans arasındaki kovaryansı göstermektedir.

Aile ortalamaları kalıtım derecesi (family heritability), h_f^2 , ise aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$h_f^2 = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_{p_{fam}}^2}$$

$\sigma_{p_{fam}}^2 = \sigma_f^2 + \sigma_{fb}^2 / (c_1 / c_2) + \sigma_e^2 / c_1$ olup, aile ortalamaları

fenotipik varyansıdır. Burada c_1 ve c_2 katsayıları sırasıyla SAS Proc MIXED ile yapılan analizde type3 beklenen kareler ortalamasında aile varyansı ve blok aile etkileşimi varyansının katsayılarıdır. Bu değerler Varyans Analizi Tablolarında verilmiştir.

Aile ortalamaları kalıtım derecesinin standart hatasının hesaplanmasında, bireysel kalıtım derecesinin hesaplanmasında da kullanılan *Delta Yöntemi* kullanılmıştır. Ancak yukarıda verilen formülde $S.E(\sigma_a^2)$ yerine aile varyansının standart hatası, ($S.E(\sigma_f^2)$) yerine ise aile ortalamaları fenotipik varyansının standart hatası ($S.E(\sigma_p^2)$) konulmuştur.

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 karakterlerine genetik varyansın varyansı,

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

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

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

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

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

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Büyüme karakterleri ve odun yoğunluğu için hesaplanan fenotipik parametreler

Her ağaçtan alınan kesitlerin kuzey ve güney yönlerinden alınan örneklerin odun yoğunluklarının genel ortalaması her iki yönde de 0.438 gr/cm³ olarak bulunmuştur. Bu nedenle analizlerde her bir ağaçtan kuzey ve güney yönlerinden alınan örneklerin odun yoğunlukları ortalaması kullanılmıştır. Ağacın aynı yükseklikte, değişik yönlerinde alınan örnekler arasındaki odun yoğunluğu bakımından farklılıklar, esas olarak basınç veya çekme odunu oluşumlarının bir sonucudur. Bu çalışmada tüm yönler örneklenmemekle birlikte denemenin tamamında kuzey ve güney yönlerinden alınan örneklerin ortalamasının anlamlı farklılıklar göstermemesi, denemede genel olarak rüzgar, meyil vb faktörlere bağlı olarak basınç odununun henüz oluşmadığını göstermektedir. Benzer şekilde ÖKTEM ve SÖZEN (1996) de kızılçam'da ağacın farklı yönlerinden aldığı örneklerde odun yoğunluğunun değişmediğini belirtmektedirler. Yönlere bağlı olarak odun yoğunluğu değişmemekle birlikte, aileler arasında basınç odunu oluşturma açısından farklılık olabileceği düşünülebilir. Bu etkiyi incelemek üzere, her bir ağacın kuzey yönünden alınan örneğin odun yoğunluğu, güney yönünden alınan örneğin odun yoğunluğuna oranlanmış, bu oranın ailelere göre 0.87 ile 1.09 arasında değiştiği görülmüştür. Ancak aileler arasında kuzey ve güney örneklerinin odun yoğunlukları oranı bakımından görülen bu farklılıklar, yapılan varyans analizi sonucunda istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu; Kızılçam'da gövdenin değişik yönlerinde üretilen odunun yoğunluğu üzerinde genetik etkilerden çok, çevresel faktörlerin etkili olduğunu işaret etmektedir.

Deneme alanında çalışılan diğer karakterlerde deneme alanı ortalama değerleri boy için 685.2 cm, çap için 11.95 cm ve gövde hacmi için ise 43.3 dm³ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.1). Buna göre deneme alanında gelişmenin oldukça hızlı olduğu söylenebilir. Yıllık boy artımı yaklaşık 1 m., yıllık çap artımı 1.71 cm'dir. Değişkenlik katsayıları boy, çap ve gövde hacmi için sırasıyla % 15.2, % 20 ve % 42.5 olarak bulunmuştur. Buna karşılık odun yoğunluğu için değişkenlik katsayısı % 6.8'dir. Doğal olarak aileler arasında büyüme karakterleri bakımından varyasyonun geniş olması seleksiyon sonucu büyüme karakterlerinde odun yoğunluğuna kıyasla daha fazla artış elde edilebileceğini göstermektedir.

Çizelge 3.1. Deneme alanında odun yoğunluğu, çap, boy ve gövde hacmi karakterlerine ilişkin bazı fenotipik parametreler

Table 3.1 Some phenotypic parameters for wood density, diameter, height and stem volume

Karakterler Traits	\bar{X}	s	CV %	$x_{f min}$ (cm)	$x_{f max}$ (cm)
Odun Yoğunluğu Wood Density (gr/cm ³)	0.438	0.03	6.8	0.397	0.493
Çap Diameter (cm)	11.95	2.39	20.0	9.03	14.96
Gövde Hacmi Volume (dm ³)	43.3	18.4	42.5	21.5	66.8
Boy Height (cm)	685.2	104.5	15.2	527.0	839.3

\bar{X} : Aritmetik ortalama, s : Standart sapma, CV : Değişkenlik katsayısı, $x_{f min}$: En düşük aile ortalaması, $x_{f max}$: En yüksek aile ortalaması,

Çalışmaya konu döl denemesinin çok genç ve üretilen odunun tamamen gençlik odunu olmasına rağmen hesaplanan ortalama odun yoğunluğu ÖKTEM (1996) tarafından bulunan ergin odun yoğunluğu değerine oldukça yakın, ÖKTEM ve SÖZEN (1996)'den düşük değerde bulunmuştur (Çizelge 3.2). Ayrıca hesaplanan bu değer Sarıçam ve Sedir ergin odunu odun yoğunlukları ile aynı değerde veya çok yakın, Doğu ladini ve Uludağ göknarından yüksek, Halepçanı, Fıstıkçanı, Kokulu ardıç ve Karaçam'dan biraz düşüktür. Tür farklılığı bir kenara bırakıldığında bu çalışmada hesaplanan genç odun yoğunluğunun, ÖKTEM (1996) tarafından bulunan ergin odun yoğunluğuna yaklaşık bulunması beklenen bir durum değildir. Çünkü, gençlik odununun en önemli özelliği; yıllık halkada ilkbahar odunu payının yaz odununa oranla çok daha fazla olması, hücre çeperlerinin ise ergin odun hücrelerine nazaran daha ince olmasıdır. Buna bağlı olarak genç odun yoğunluğu, ergin odun yoğunluğundan düşüktür. Nitekim gövdenin farklı yüksekliklerinden (0, 1.30 ve 4 metre) alınan örneklerin incelenmesi sonucu, dip (0 cm) bölgesinden alınan örneklerin odun yoğunluğunun (0.473 g/cm³), diğer iki yükseklikten alınan odun yoğunluğu (0.438 g/cm³) değerlerinden daha fazla olduğu görülmüştür. Toprak yüzeyi odunundan alınan Şekil 3.1'in incelenmesinden görüleceği üzere, dipten alınan odun örneklerinde ilkbahar ve yaz odunu kolaylıkla ayırt edilebilmekte, yaz odunu katılım payı 1.3 m ve 4.0 m kesitlerine nazaran daha yüksek olmaktadır. Öte yandan, deneme alanındaki ortalama çap ve boy artımları dikkate alındığında, çalışılan Ceyhan Deneme Alanında

Kızılçamın oldukça hızlı bir gelişme gösterdiği görülmektedir. Yapılan çalışmalar odun yoğunluğunun hızlı büyümeyle ters orantılı olduğunu göstermektedir (ROSENBERG ve CAHALAN 1997). Bu bilgidir hareketle gelişmenin daha yavaş olduğu orman arazilerinde odun yoğunluğunun daha yüksek olacağı beklenebilir. Bununla beraber Kızılçamda gençlik odununun yoğunluğu üzerinde çevre koşullarının etkisi daha düşük de olabilir. Tüm bunlara bağlı olarak henüz 7. yaşta bulunan genç odun yoğunluğu değerleri, ortalama olarak diğer çalışmalarla uyumlu olmasına rağmen gerçekte diğer çalışmalara paralel olmadığını göstermektedir. ÖKTEM (1996) ve ÖKTEM ve SÖZEN (1996) çalışmalarında Ege Bölgesi Kızılçamlarını kullanmışlardır. Belkide bu çalışmada gençlik odunu için bulunan ortalama değerin, ÖKTEM (1996) ve ÖKTEM ve SÖZEN (1996) değerlerine yakın bulunmasının nedeni, bölgesel farklılıklar olabilir. Her iki çalışma da Ege Bölgesi'nde yapılmıştır. Belkide Akdeniz Bölgesi Kızılçamlarında odun yoğunluğu, Ege Bölgesi Kızılçamlarından daha yüksek olabilir.

Çizelge 3.2. Doğal bazı ibrelili ağaç türlerimizde ortalama odun yoğunlukları
Table 3.2. Wood density for some native conifer species in Turkey

Ağaç Türü (Species)	Odun Yoğunluğu (gr/cm ³)	Kaynak (Publication)
Uludağ Gökarnarı	0.41	BOZKURT ve ERDİN (2000)
Toros Sediri	0.43	BOZKURT ve ERDİN (2000), DEMETÇİ (1986)
Kokulu Ardıç	0.47	BOZKURT ve ERDİN (2000)
Doğu Ladini	0.37	AKYÜZ (1997)
Sarıçam	0.43	TOKER (1960)
Fıstıkçanı	0.47	ERTEN ve SÖZEN (1997b)
Karaçam	0.46	GÖKER (1969)
Halepçanı	0.48	ERTEN ve SÖZEN (1997a)
Kızılçam	0.44	ÖKTEM (1996)
Kızılçam	0.47	ÖKTEM ve SÖZEN (1996)
Kızılçam	0.438	Bu çalışma

Çizelge 3.3. Ceyhan 1C deneme alanında 7. yaşta odun yoğunluğu karakterine ait varyans analizi tablosu

Table 3.3. ANOVA table for wood density at age 7 in Ceyhan 1C progeny trial

Varyasyon Kaynağı Sources of variation	Serbestlik Derecesi Degree of Freedom	Kareler Ortalaması Mean Square	Beklenen Kareler Ortalaması Expected Mean Square	F Değeri F Value	Pr > F Probablilty
Set	3	0.12351	$\sigma_e^2 + 1.5448 \sigma_{fb}^2 + 8.7912 \sigma_b^2 + 61.538 \sigma_s^2$	1.91	0.1653
Blok(Set)	24	0.06466	$\sigma_e^2 + 1.62 \sigma_{fb}^2 + 74.06 \sigma_b^2$	2.71	<.0001
Aile(Set)	173	0.05369	$\sigma_e^2 + 1.6576 \sigma_{fb}^2 + 11.982 \sigma_f^2$	2.25	<.0001
Blok*Aile	1082	0.02381	$\sigma_e^2 + 1.7488 \sigma_{fb}^2$	0.99	0.5671
Hata	982	0.02406	σ_e^2		

Çizelge 3.4. Ceyhan 1C deneme alanında 7. yaşta boy karakterine ait varyans analizi tablosu

Table 3.4. ANOVA table for height at age 7 in Ceyhan 1C progeny trial

Varyasyon Kaynağı Sources of variation	Serbestlik Derecesi Degree of Freedom	Kareler Ortalaması Mean Square	Beklenen Kareler Ortalaması Expected Mean Square	F Değeri F Value	Pr > F Probablilty
Set	3	209771.0	$\sigma_e^2 + 1.5448 \sigma_{fb}^2 + 8.7912 \sigma_b^2 + 61.538 \sigma_s^2$	7.93	0.0003
Blok(set)	24	175796.0	$\sigma_e^2 + 1.62 \sigma_{fb}^2 + 74.06 \sigma_b^2$	27.49	<.0001
Aile(set)	173	17070.0	$\sigma_e^2 + 1.6576 \sigma_{fb}^2 + 11.982 \sigma_f^2$	2.66	<.0001
Blok*Aile	1082	6452.6	$\sigma_e^2 + 1.7488 \sigma_{fb}^2$	1.14	0.0192
Hata	982	5670.1	σ_e^2		

Çizelge 3.5. Ceyhan 1C deneme alanında 7. yaşta çap karakterine ait varyans analizi tablosu

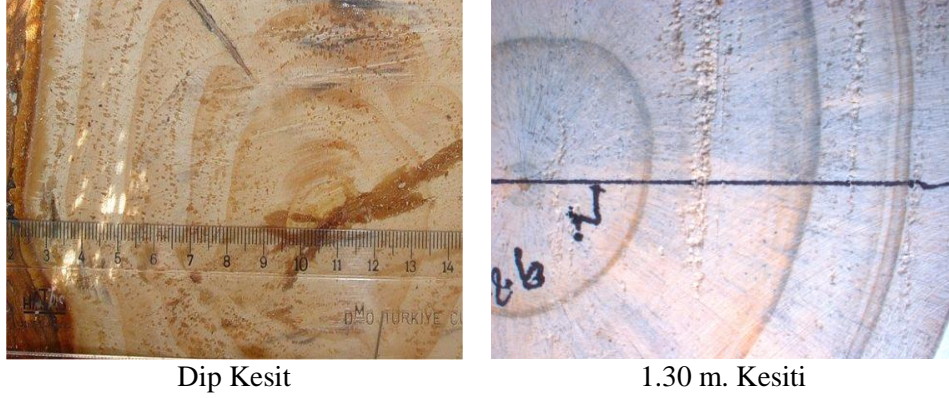
Table 3.5. ANOVA table for breast diameter at age 7 in Ceyhan 1C progeny trial

Varyasyon Kaynağı Sources of variation	Serbestlik Derecesi Degree of Freedom	Kareler Ortalaması Mean Square	Beklenen Kareler Ortalaması Expected Mean Square	F Değeri F Value	Pr > F Probabililty
Set	3	118.40	$\sigma_e^2 + 1.5448 \sigma_{fb}^2 + 8.7912 \sigma_b^2 + 61.538 \sigma_s^2$	8.4	0.0002
Blok(Set)	24	93.03	$\sigma_e^2 + 1.62 \sigma_{fb}^2 + 74.06 \sigma_b^2$	26.65	<.0001
Aile(Set)	173	8.02	$\sigma_e^2 + 1.6576 \sigma_{fb}^2 + 11.982 \sigma_f^2$	2.29	<.0001
Blok*Aile(set)	1082	3.53	$\sigma_e^2 + 1.7488 \sigma_{fb}^2$	1.16	0.0083
Hata	982	3.04	σ_e^2		

Çizelge 3.6. Ceyhan 1C deneme alanında 7. yaşta gövde hacmi karakterine ait varyans analizi tablosu

Table 3.6. ANOVA table for stem volume at age 7 in Ceyhan 1C progeny trial

Varyasyon Kaynağı Sources of variation	Serbestlik Derecesi Degree of Freedom	Kareler Ortalaması Mean Square	Beklenen Kareler Ortalaması Expected Mean Square	F Değeri F Value	Pr > F Probabililty
Set	3	43.51	$\sigma_e^2 + 1.5448 \sigma_{fb}^2 + 8.7912 \sigma_b^2 + 61.538 \sigma_s^2$	8.51	0.0002
Blok(Set)	24	34.64	$\sigma_e^2 + 1.62 \sigma_{fb}^2 + 74.06 \sigma_b^2$	30.19	<.0001
Aile(Set)	173	2.75	$\sigma_e^2 + 1.6576 \sigma_{fb}^2 + 11.982 \sigma_f^2$	2.39	<.0001
Blok*Aile(set)	1082	1.16	$\sigma_e^2 + 1.7488 \sigma_{fb}^2$	1.15	0.0142
Hata	982	1.01	σ_e^2		



Şekil 3.1. Dip ve 1.30 m. yüksekliklerden alınan kesitlerde yıllık halkalar
Figure 3.1. Annual rings on disks taken from 0 cm and 130 cm height

3.2. Büyüme karakterleri ve odun yoğunluğu için hesaplanan genetik parametreler

Deneme alanında odun yoğunluğu, çap, gövde hacmi ve boy karakteri bakımından aileler arasındaki farklılıklar $p < 0.001$ olasılık düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 3.3, 3.4, 3.5 ve 3.6). Çap, boy ve gövde hacmi karakterlerinde set ve blok varyanslarının birlikte toplam varyans içindeki payı %40'ın üzerinde iken, odun yoğunluğu için bu değer %3.6 olup oldukça küçüktür (Çizelge 3. 7). Bu sonuç, set ve set içinde yer alan bloklar arasında çevre koşullarındaki farklılıkların, odun yoğunluğunda boy, çap ve gövde hacmi karakterleri kadar varyasyona neden olmadığını göstermektedir. Aile varyansının toplam varyans içindeki oranı odun yoğunluğu, boy, çap ve gövde hacmi için sırasıyla % 10.1, % 7.7, % 5.8 ve % 6.0 olarak hesaplanmıştır. Bu değer CORNELIUS (1994)'un odun özgül ağırlığı için bulduğu ortalama değer (%5.34) biraz üzerindedir. Odun yoğunluğu için eklemeli genetik varyansın toplam varyans içindeki payı boy, çap ve hacim karakterlerinden daha yüksek bulunmuştur. Buna karşılık odun yoğunluğu eklemeli genetik değişkenlik katsayısı (CV_{ga}) boy, çap ve hacim karakterlerinden oldukça düşüktür. CORNELIUS (1994), toplam 32 yayından aldığı değerlendirmesinde, odun özgül ağırlığında eklemeli genetik değişkenlik katsayısının diğer morfolojik ve büyümeye ilişkin karakterlerden düşük olduğunu bildirmektedir. Bu durum; çoğu türde olduğu gibi Kızılcım'da da odun yoğunluğu karakterinde genetik çeşitliliğin çap, boy ve hacim karakterlerinden daha düşük olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.7. Karakterler için hesaplanan varyans bileşenleri, bunların toplam varyans içindeki oranları ve bazı genetik parametreler

Table 3.7. Estimated variance components, their percentage in total variation and and some genetic parameters for the studied traits

Parametreler* Parameters	Odun Yoğunluğu Wood Density			Boy Height			Çap Breast Diameter			Hacim Stem Volume		
	Mutlak ±S.E		%	Mutlak ±S.E		%	Mutlak ±S.E		%	Mutlak ±S.E		%
σ_s^2	0.00043	0.0005075	1.6	2605	2487	20.9	1.205	1.162	19.3	0.473	0.4532	21.3
σ_b^2	0.00055	0.0002589	2.0	2807	839.3	22.5	1.398	0.4191	22.4	0.5325	0.1588	24.0
σ_f^2	0.00274	0.0005416	10.1	964.6	170	7.7	0.3616	0.07521	5.8	0.1323	0.02618	6.0
σ_{fb}^2	0.00076	0.0008391	2.8	444.7	219.5	3.6	0.304	0.1184	4.9	0.09519	0.03891	4.3
σ_e^2	0.02274	0.001058	83.5	5666	264.6	45.3	2.969	0.1393	47.6	0.9871	0.04614	44.4
σ_T^2	0.02722			12487.3			6.2376			2.2201		
σ_a^2	0.01096	0.002167	40.3	3858	680	30.9	1.446	0.3008	23.2	0.5294	0.1047	23.8
σ_{pi}^2	0.02624	0.000891		7075	250.3		3.635	0.1237		1.2150	0.0417	
σ_{pfam}^2	0.00474	0.000533		1499	168		0.6515	0.0739		0.2279	0.0258	
CV_{ga}	4.53			9.05			10.05			11.30		
$h^2_i \pm S.E$	0.42±0.08			0.55±0.09			0.40±0.08			0.40±0.08		
$h^2_f \pm S.E$	0.58±0.05			0.64±0.04			0.56±0.05			0.58±0.05		

* σ_s^2 : set varyansı, σ_b^2 : set içinde blok varyansı, σ_f^2 :aile varyansı, σ_e^2 :hata varyansı, σ_T^2 : toplam varyans, σ_a^2 :eklemeli genetik varyans (4 σ_f^2), CV_{ga} :genetik değişkenlik katsayısı, σ_{pi}^2 :fenotipik varyans, σ_{pfam}^2 :aile ortalamaları fenotipik varyansı, h^2_i : dar anlamlı bireysel kalıtım derecesi, h^2_f :aile ortalamaları kalıtım derecesi, S.E :standart hata

Odun yoğunluğu için bireysel kalıtım derecesi 0.42 ± 0.08 ve aile ortalamaları kalıtım derecesi ise 0.58 ± 0.05 olarak tahmin edilmiştir (Çizelge 3.7). Bireysel kalıtım derecesi *Pinus taeda*'da yedinci yaşta bulunan kalıtım derecesi ile hemen hemen aynı değerdedir (TALBERT ve ark. 1983). CORNELIUS (1994), değerlendirmeye aldığı 32 yayında odun özgül ağırlığı için bireysel kalıtım derecesinin 0.30 'dan yüksek olduğunu bildirmektedir. Kızılcım'da bulunan bireysel kalıtım derecesi bu haliyle CORNELIUS (1994)'deki trende uygun görülmektedir. Ancak genetik parametreler yaşa bağlı olarak değişmektedir. Örneğin; FRIES ve ERICSSON (2006), *Pinus sylvestris*'de 10 yıllık halkada bireysel kalıtım derecesinin odun yoğunluğu 0.14 ile 0.26 arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. ROSERNBERG ve CAHALAN (1997) ise Lewark (1982)'e atfen *Picea abies*'de kalıtım derecesinin yaş ilerledikçe düştüğünü bildirmektedir. Bu nedenle gelecekte kalıtım derecesinin de değişmesi olasıdır. Bununla beraber erken yaşta seleksiyonda yararlanabilecek 7.yaş-çap ve gövde hacmi için bireysel kalıtım dereceleri 0.40 ± 0.08 , ağaç boyu için 0.56 ± 0.05 ve hacim için 0.58 ± 0.05 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere bakıldığında boy karakteri hariç, odun yoğunluğuna ilişkin bireysel ve aile ortalamaları kalıtım derecesi çap ve gövde hacmi karakteri için bulunan değerlere oldukça yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Ağaç boyu için bulunan bireysel kalıtım derecesi 4. yaşta bulunan kalıtım derecesi ile oldukça uyumludur (ÖZTÜRK ve ark. 2004). Benzer şekilde 7. yaş değerlendirmeleri ile de birbirine çok yakın değerdedir (ÖZTÜRK ve ark. 2008). Bu değerler Kızılcım'da yedinci yaşta ölçülen bu karakterlerin yüksek derecede genetik kontrol altında olduğunu göstermektedir. Aile ortalamaları kalıtım derecesinde de benzer şekilde odun yoğunluğu ile çap ve gövde hacmi karakterleri arasında paralellik olduğu belirlenmiştir. Ayrıca aile ortalamaları-kalıtım dereceleri de oldukça yüksek değerlere sahip olup, Kızılcım Islah Programı'nda hem aile, hem de bireysel düzeyde yapılacak seleksiyonla önemli ölçüde kazanç elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Ancak elde edilen bu genetik parametreler, özellikle eklemeli genetik varyans (σ_a^2), eklemeli genetik değişkenlik katsayısı (CV_g), bireysel kalıtım derecesi (h_i^2) ve aile ortalamaları kalıtım derecesi (h_f^2) tek bir deneme alanından elde edilen parametreler olduğundan, genotip çevre etkileşimi varyansını da içermektedir. Genotip-çevre etkileşimi varyansının sıfırdan büyük olması halinde, eklemeli genetik varyans olduğundan daha yüksek tahmin edilmiş olabileceği dikkate alınmalıdır. Nitekim ağaç boyunda 4. yaşta ve 7. yaşta bu deneme alanında birbirine yakın değerlerde bireysel kalıtım derecesi, bu denemeye paralel diğer deneme alanları ile ortaklaşa analiz edildiklerinde boy için 4. yaşta 0.17 'ye, 7. yaşta 0.24 değerine düşmüştür. Odun yoğunluğunda genotip-çevre etkileşimi varyansının büyüklüğü ıslah programları açısından önemlidir. Bu nedenle, diğer Kızılcım döl denemelerindeki verilerden yararlanarak odun yoğunluğu

için genotip-çevre etkileşiminin ortaya konması yararlı olacaktır.

İslah çalışmalarında birden fazla karakterin ıslah amaçları arasında yer alması halinde, karakterler arasındaki genetik ve fenotipik ilişkilerin bilinmesi son derece önemlidir. Çünkü; bu şekilde bir karakter için yapılan seleksiyonun diğer bir karakteri nasıl ve ne boyutta etkilediği görülebilmekte ve buna dayanılarak birden fazla karakterin aynı anda seleksiyona tabi tutulması için gerekli indekslerin oluşturulması mümkün olmaktadır. Bu açıdan yapılan incelemede odun yoğunluğu ile 7. yaş ağaç boyu, çap ve gövde hacmi karakterleri arasındaki fenotipik ilişkiler istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 3.8). Benzer şekilde odun yoğunluğu ile 7.yaş ağaç boyu, çap ve gövde hacmi karakterleri arasında genetik ilişkiler istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır. Yalnız 4. yaş ağaç boyu ile odun yoğunluğu arasındaki negatif genetik ilişki, -0.21 ± 0.04 olarak hesaplanmıştır. ZOBEL ve JETT (1995), çok sayıda çalışmada, büyüme karakterleri ile odun yoğunluğu arasında genetik korelasyonun negatif yönde olduğunu bildirmektedir. Bununla beraber bu çalışmada olduğu gibi HANNRUP ve ark. (2000), Sarıçamda 2 ile 33 yaş arasında dörder yıllık halka genişliği ile odun yoğunluğu arasında negatif yönde bir ilişki olmasına rağmen, odun yoğunluğu ile ağaç boyu karakteri arasında genetik ve fenotipik korelasyonu sıfıra yakın bulmuşlardır.

Çizelge 3.8. Fenotipik (alt diyagonal) ve genetik korelasyonlar (üst diyagonal) ile standart hataları (parantez içinde)

Table 3.8. Phenotypic (lower diagonal) and genetic (upper diagonal) correlations and their standard errors (in parenthesis) among traits

Karakterler Traits	Çap Diameter	7. Yaş Boy Height at age 7	4. Yaş Boy Height at age 4	Hacim Volume	Odun Yoğunluğu Wood Density
Çap Diameter		0.69 (0.02)	0.81 (0.01)	0.96 (0.003)	0.00 (0.04)
7. Yaş Boy Height at age 7	0.76		0.85 (0.01)	0.86 (0.01)	-0.03 (0.05)
4. Yaş Boy Height at age 4	0.77	0.80		0.86 (0.01)	-0.21 (0.04)
Hacim Volume	0.97	0.85	0.80		0.01 (0.04)
Odun Yoğunluğu Wood Density	-0.15 ns	-0.11 ns	-0.17 ns	-0.13 ns	

ns: istatistik olarak anlamlı değil.

Genelde çoğu türde büyüme karakterleri ile odun yoğunluğu arasında negatif yönde bir ilişki olmakla birlikte, bu çalışmada korelasyonun sıfıra yakın çıkması, seleksiyon açısından bir avantaj teşkil edebilir. Bu

avantaj, denemede yer alan aileler arasında hem hızlı büyüyen hem de odun yoğunluğu yüksek genotiplerin bulunabilmesi şeklinde görülecektir. Ancak, Kızılçamda 7. yaşta denemede üretilen odun hala genç odundur. Ergin odun ile genç odun birbirinden farklı özellikler gösterdiğinden, elde edilen bu parametreler ve odun yoğunluğu ile diğer karakterler arasındaki ilişkiler değişebilir. Bununla beraber çoğu çalışmada gençlik odunu yoğunluğu ile ergin odun yoğunluğu arasında yüksek genetik ilişki bulunmuştur. Örneğin *Pinus taeda*'da genç odun yoğunluğu ile ergin odun yoğunluğu arasındaki genetik ilişkinin 0.88 olduğu bildirilmektedir (JETT ve TALBERT 1982). Ancak Kızılçamda ergin odun yoğunluğu ile genç odun yoğunluğu arasında genetik ilişki hakkında henüz yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle ileri yaşlarda döl denemelerinde, değerlendirmelerin tekrarlanması, genç odun yoğunluğu ile ergin odun yoğunluğu arasındaki genetik ilişkilerin belirlenmesi, ıslah çalışmaları bakımından çok yararlı olacaktır. Eğer JETT ve TALBERT (1982)'in işaret ettiği gibi bir eğilim Kızılçamda da bulunursa, erken yaşta yapılacak seleksiyonla ileri yaşlara kadar beklemeksizin odun yoğunluğu bakımından yüksek değerlere sahip genotiplerin erken seçimi mümkün olacaktır.

3.3. Odun yoğunluğu için tahmin edilen ıslah değerleri ve ıslahla sağlanacak genetik kazanç

Odun yoğunluğu için tahmin edilen ıslah değerleri EK-1'de verilmiştir. En yüksek ıslah değeri 0.034 gr/cm^3 , en düşük ıslah değeri 0.037 gr/cm^3 olarak bulunmuştur. Tahmin edilen ıslah değeri ile gerçek ıslah değeri arasındaki ilişki ($Corr(g, \hat{g})$) ortalama 0.73'tür. Islah değerlerine göre yapılan sıralamada kontrol materyali 0.4325 gr/cm^3 'lük ıslah değeri ile test edilen 168 aile arasında 99. sırada yer almıştır. Aileler bir grup, kontrol materyali diğer bir grup olmak üzere yapılan karşılaştırmada, ailelerin ortalamaları ile kontrol materyali arasındaki farklılık anlamlı bulunmamıştır. Bununla beraber tek tek tohum bahçelerine bakıldığında kontrol materyali ile tohum bahçeleri ortalamaları arasında farklılıklar görülmüştür (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9'un incelenmesinden görüleceği üzere sadece 4 ve 16 nolu klonal tohum bahçeleri kontrol materyalinden anlamlı farklılık göstermektedir. En yüksek ıslah değeri ortalamasına sahip Silifke-Akdere orijinli 4 nolu tohum bahçesi kontrol materyalinin yanı sıra, Alanya-Kargı orijinli 5 nolu tohum bahçesinden ve Antalya-Kemer orijinli 16 nolu tohum bahçesinden anlamlı farklılık göstermektedir. Antalya-Kemer orijinli 16 nolu tohum bahçesi ise diğer tüm tohum bahçelerinden farklıdır. Her ne kadar 3, 5, 7 ve 11 nolu tohum bahçelerinde genetik kazanç görülse bile, bu farklılık anlamlı değildir (Çizelge 3.9). Bu durum sadece 4 nolu tohum bahçesinden sağlanan genetik kazancın anlamlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.9. Odun Yoğunluğu Bakımından İstatistik Olarak Anlamlı Farklılık Gösteren Tohum Bahçeleri

Table 3.9. Least square differences among seed orchards means for wood density

Tohum Bahçesi No	Tohum Bahçesi No	LSM Farkı	SE	DF	T VALUE	Olasılık Değeri
3	16	0.01012	0.00324	85	3.12	0.0024
7	16	0.01240	0.00324	85	3.83	0.0002
4	5	0.00861	0.00288	85	2.99	0.0037
4	16	0.01492	0.00288	85	5.17	0.0001
4	Kontrol	0.00696	0.00234	85	2.98	0.0038
5	16	0.00631	0.00303	85	2.08	0.0406
11	16	0.00933	0.00303	85	3.07	0.0028
16	Kontrol	-0.00797	0.00269	85	-2.96	0.0039

En yüksek odun yoğunluğuna sahip Silifke-Akdere orijinli 4 nolu tohum bahçesi Ceyhan 1C deneme alanı ile birlikte Fethiye 1A ve Antalya 1B deneme alanlarının da dahil edildiği analizler sonucunda hem 4. yaş, hem de 7. yaş büyüme karakterleri bakımından en yüksek ıslah değeri ortalamasına sahip tohum bahçesi iken, odun yoğunluğu ıslah değeri ortalaması bakımından en düşük olan Antalya-Kemer orijinli tohum bahçesi ise 4. yaşta ağaç boyu ve 7. yaşta, ağaç boyu, çap ve hacim karakterleri bakımından da en düşük ıslah değerleri ortalamasına sahip tohum bahçesi olarak göze çarpmaktadır (ÖZTÜRK ve ark. 2004; ÖZTÜRK ve ark. 2008). 16 nolu tohum bahçesinin tohumlarının ağaçlandırmalarda kullanılması halinde odun yoğunluğu bakımından kayıp % 1, 4 nolu tohum bahçesinde odun yoğunluğu bakımından elde edilen kazanç % 1.3 olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle 16 nolu tohum bahçesinden ağaçlandırmalarda kullanılmak üzere tohum üretilmemesi, genotipik tohum bahçeleri üretime geçene kadar öncelikle 4 nolu tohum bahçesi tohumlarının tercih edilmesi yerinde olacaktır.

Denemede test edilen aileler odun yoğunluğu ıslah değerlerine göre sıralandıklarında ilk 30 ailenin mutlak ıslah değerleri ortalaması 0.455 gr/cm³ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.10). Bu ıslah değeri yüksek 30 aile ile yeni bir tohum bahçesi kurulduğunda, bu tohum bahçesinden üretilen tohumların ağaçlandırmalarda kullanılması halinde odun yoğunluğu için % 5.2 oranında genetik kazanç sağlanacağı anlamına gelmektedir. Gövde hacmi karakterinde ise ıslah değeri en yüksek 30 ailenin seçilmesi halinde, elde edilecek genetik kazanç % 35 olarak hesaplanmıştır (YILDIRIM 2008).

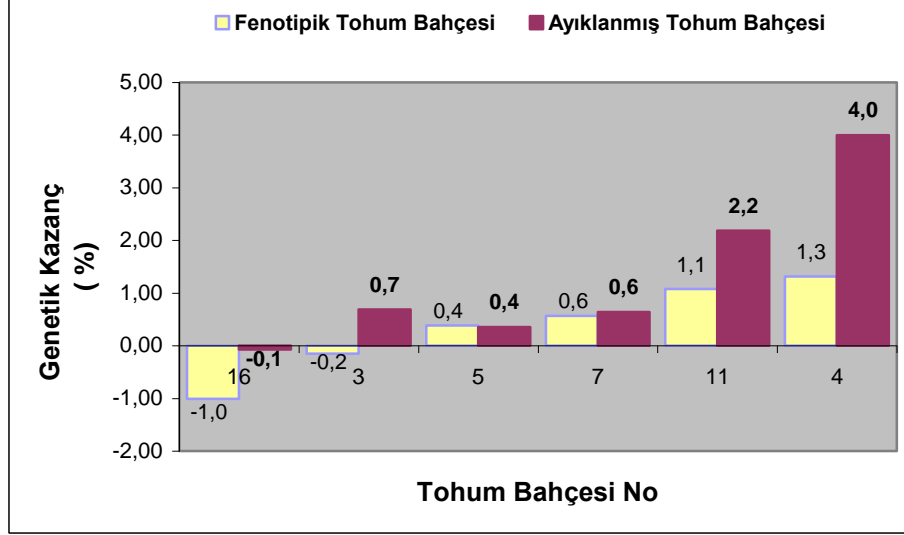
Gövde hacmi ile odun yoğunluğu karakterleri için kalıtım dereceleri aynı değerde hesaplanmış olmasına rağmen, genetik kazancın her iki karakterde bu kadar farklılaşmasının nedeni; odun yoğunluğu karakterinde varyasyonun gövde hacmi karakterinden çok düşük olmasıdır (Çizelge 3.1).

Genotipik tohum bahçeleri tohum üretimine geçene kadar mevcut fenotipik tohum bahçelerinde genetik kazancı artırmanın yollarının başında “genetik ayıklama” yapılması gelmektedir. Mevcut genetik çeşitliliği de azaltmamak için genetik ayıklama sonunda kabul edilebilir miktarda klonun bırakılması önerilmektedir. Bu doğrultuda tohum bahçelerinde odun yoğunluğu bakımından en yüksek ıslah değerine sahip 20 klon kalacak şekilde yapılacak genetik ayıklamada, elde edilecek genetik kazanç en yüksek 4 nolu tohum bahçesinde elde edilmektedir ve bu bahçeden elde edilecek genetik kazanç % 4’e ulaşmaktadır. Bu oran küçümsenebilecek bir miktar değildir. Çünkü; en yüksek ıslah değerine sahip 30 klonun seçilmesi halinde elde edilecek kazanç % 5.2’dir (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10. Odun yoğunluğu bakımından tohum bahçelerinde yer alan ailelerin ıslah değerleri ortalamaları

Table 3.10. Average breeding values of the seed orchards for wood density before and after genetic roguing.

Tohum Bahçesi No	Maksimum BV	Minimum BV	Ortalama BV	Genetik Ayıklama Sonrası Islah Değerleri Ortalaması
3	0.4607	0.4078	0.4319	0.4355
4	0.4683	0.4031	0.4382	0.4498
5	0.4274	0.4356	0.4342	0.4340
7	0.4215	0.4360	0.4350	0.4353
11	0.4576	0.4119	0.4372	0.4420
16	0.4607	0.4072	0.4282	0.4322
Genel ortalama			0.4341	0.4381
Kontrol materyali			0.4325	
Genotipik tohum bahçesi BV			0.4550	
Genotipik tohum bahçesi Genetik kazanç yüzdesi			5.2	

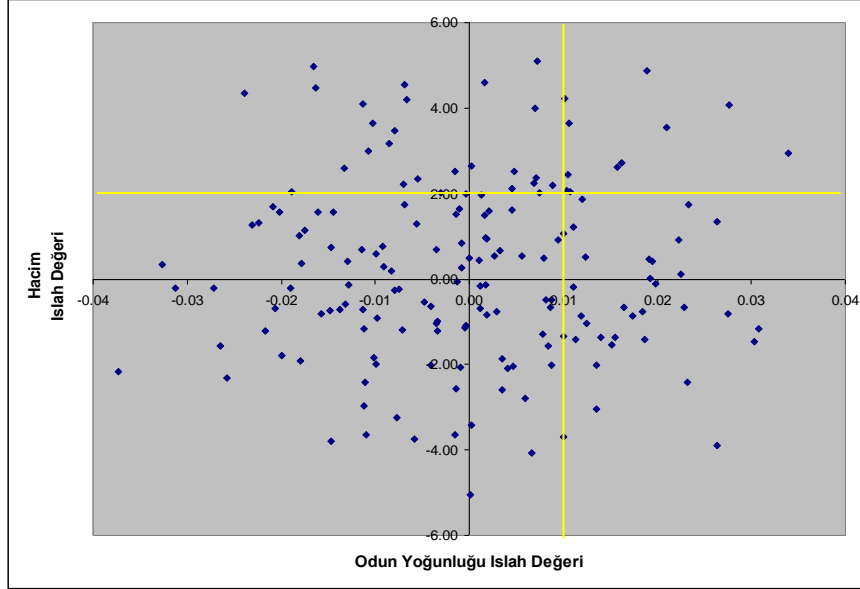


Şekil 3.2. Odun yoğunluğu için tohum bahçelerinde fenotipik seleksiyon ve genetik ayıklamalarla elde edilecek genetik kazançlar

Figure 3.2. Genetic gain obtained from phenotypic and genetically rogued seed orchards for wood density

Kızılçam ıslahında büyüme hızının ıslahı temel ıslah amaçlarından olduğundan, odun yoğunluğuna göre yapılacak seleksiyonun ağaç boyu, çap ve gövde hacmi karakterlerini nasıl etkileyeceği önem taşımaktadır. Yapılan incelemede, odun yoğunluğu en yüksek ıslah değerine sahip 30 ailenin gövde hacmi karakteri bakımından ıslah değerleri ortalaması 41.84 m^3 olarak hesaplanmıştır. Buna göre gövde hacmine göre yapılacak seleksiyondan elde edilecek % 35'lik kazanç % 2'ye düşmektedir. Gövde hacmi karakteri bakımından en yüksek ıslah değerine sahip 30 aile seçilmesi halinde ise seçilmiş bu ailelerin odun yoğunluğu ıslah değeri ortalaması ise 0.435 gr/cm^3 olmakta, odun yoğunluğu bakımından bir kazanç sağlanamamaktadır.

Odun yoğunluğu ile boy, çap ve gövde hacmi arasında genetik korelasyonlar sıfır değerine çok yakın olarak hesaplanmıştır. Bu durum, hem odun yoğunluğu hem de büyüme karakterleri bakımından yüksek ıslah değerine sahip genotiplerin seçimine olanak sağlamaktadır. Nitekim, odun yoğunluğu ile 7. yaş gövde hacmi ıslah değerleri Şekil 3.3'de gösterilmiştir. Şekil 3.3'den görüldüğü üzere odun yoğunluğu bakımından en yüksek ıslah değerine sahip 30 klonun ortalaması olan 0.450 gr/cm^3 değerinden yüksek olan ailelerin bir kısmı 7. yaş gövde hacmi ıslah değeri düşük aileler iken, hemen hemen aynı oranda 7. yaş gövde hacmi ıslah değeri yüksek aileler de bulunmaktadır. Bu ailelerin seçimi ile odun yoğunluğunda elde edilecek genetik kazanç %5.6 iken, hacim için elde edilecek genetik kazanç %27.7 olmaktadır.



Şekil 3.3. Odun yoğunluğu ve gövde hacmi karakterleri ıslah değerleri dağılımı
Figure 3.3. Distribution of breeding values for wood density and volume

Çizelge 3.11. Odun yoğunluğu ve hacim karakteri bakımından yüksek ıslah değerine sahip aileler

Table 3.11. Families with high breeding values for wood density and volume

Hacim Sıralaması	Odun Yoğunluğu Sıralaması	Tohum Bahçesi No	Aile	ABS_BV Hacim (dm ³)	ABS_BV Odun Yoğunluğu (gr/cm ³)
7	12	4	8464	11.81	0.457
8	18	4	8474	11.31	0.453
21	1	4	8460	8.23	0.468
29	4	5	8481	7.31	0.462
35	23	11	8633	6.84	0.450
37	15	4	8463	6.46	0.454
42	14	5	8477	6.11	0.454
43	13	5	8482	6.05	0.455
46	24	4	8453	5.37	0.450
62	2	4	8468	2.48	0.465
Ortalama				7.985	0.456
Genetik Kazanç (%)				27.7	5.6

Çizelge 3.11'in incelenmesinden görüleceği üzere; odun yoğunluğu ıslah değeri bakımından en yüksek 30 ailenin içinden, yalnızca dört tanesi gövde hacmi ıslah değeri en yüksek aileler arasında yer almakta, diğerleri ise gövde hacmi ıslah değerine göre yapılan sıralamada 35. sıra ile 62. sıra arasında yer almaktadır. Sözkonusu bu 10 genotipin seçilmesi halinde gövde hacmi bakımından elde edilecek genetik kazanç % 35'den % 27.5'a düşmektedir. Kaldı ki bir genotipik tohum bahçesinde kendileme riskini azaltmak için 10 genotip yeterli değildir. Hacim için genetik kazancı düşürmeden, odun yoğunluğunda artış sağlamanın ve genotipik tohum bahçesi için yeteri sayıda ailenin seçimi için belki de en iyi yol gövde odununda en fazla kuru madde üretimi yapan ailelerin seçilmesi olabilir. Bu takdirde birim alandan en yüksek biyokütle üretimi yapan aileler seçilmiş olacaktır. Özellikle küresel ısınmanın bir problem olarak gündeme oturduğu günümüzde bu aileler aynı zamanda en yüksek karbon depolayan genotipler olarak da nitelendirilebilir.

Bu açıklamalar doğrultusunda ailelerin gövde hacmi ıslah değerleri ve odun yoğunluğu ıslah değerleri çarpılarak her bir ailenin gövde odunu kuru madde miktarları hesaplanmış, en yüksek gövde odunu kuru madde miktarına sahip 30 adet aile belirlenmiştir (EK-2). Kuru madde miktarı bakımından en yüksek değere sahip bu 30 ailenin seleksiyonu ile gövde hacmi için elde edilecek genetik kazanç oranı, kontrol materyaline göre, % 34.5, odun yoğunluğu için ise %2 olarak hesaplanmıştır. Ailelerin gövde odunu kuru madde miktarı ile odun yoğunluğu ve gövde hacmi karakterlerine ait ıslah değerleri arasında hesaplanan Spearman sıra korelasyonu sırasıyla 0.23 ve 0.98 olarak hesaplanmıştır. Buna göre gövde hacmi yüksek olan ailelerin hemen hemen tamamı aynı zamanda gövde odunu kuru madde miktarı yüksek aileler olmuştur.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

1) Ceyhan 1C Döl Denemesi Alanı'nda test edilen 168 aileden 7. arazi yaşında, 1.30 m. yüksekliğinden alınan disklerden TSE-TS 2472 nolu standardına göre hazırlanan örneklerde, ortalama odun yoğunluğu 0.438 gr/cm^3 olarak hesaplanmıştır. Dip kesitlerden hazırlanan örneklerde ise odun yoğunluğu ortalaması 0.473 gr/cm^3 olarak bulunmuştur. Bu değerler Kızılcım'da ergin odun yoğunluk değerlerine yakın değerlerdir. Örneklerin halen gençlik odun özelliği göstermesi nedeniyle gelecekte bu ortalama değerlerin yükselmesi beklenmektedir. Odun yoğunluğu için değişkenlik katsayısı (CV) boy, çap ve gövde hacmi karakterlerine kıyasla oldukça düşük bulunmuştur.

2) Disklerin kuzey ve güney yönlerinden alınan örnekler odun yoğunluğu bakımından farklılık göstermemiştir. Buna karşılık ailelerde kuzey ve güney yönlerdeki odun yoğunluğu oranları 0.87-1.09 arasında değişmiş, ancak aileler arasındaki bu farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durum Kızılcım'da basınç odunu oluşumunun genetik farklılıklardan ziyade çevresel koşullardan kaynaklandığını işaret etmektedir.

3) Odun yoğunluğu için değişkenlik katsayısı (CV) boy, çap ve gövde hacmi karakterlerine kıyasla oldukça düşük bulunmuştur.

4) Odun yoğunluğu için bireysel kalıtım derecesi 0.42 ± 0.08 , aile ortalamaları kalıtım derecesi ve 0.58 ± 0.05 olarak bulunmuştur. Bu hem aile hem de bireysel seleksiyonla ilk nesilde odun yoğunluğunda önemli ölçüde kazanç sağlanacağını göstermektedir. Ancak, odun yoğunluğu ıslah değeri en yüksek 30 ailenin seçimi sonucunda elde edilecek genetik kazanç yüzdesi %5.2 hesaplanmıştır. Odun yoğunluğunda değişkenlik katsayısının (CV) boy, çap ve gövde hacmi değişkenlik katsayılarından daha düşük olmasının sonucu, genetik kazanç oranı büyüme karakterlerinden daha düşük çıkmıştır.

5) Kızılcım'da genç odunun yoğunluğu ile çap, boy ve gövde hacmi karakterlerinin genetik olarak birbirinden bağımsız oldukları, bunun hem hızlı büyüyen hem de odun yoğunluğu yüksek genotiplerin seçimine olanak sağladığı belirlenmiştir. Gövde hacmi ve odun yoğunluğu ıslah değerleri yüksek 10 ailenin seçimi ile elde edilecek genetik kazanç, gövde hacminde %27.5, odun yoğunluğunda ise %5.6 olarak hesaplanmıştır.

6) Odun yoğunluğu ve büyüme karakterleri arasında genetik ilişki sıfıra yakın olmasına rağmen, büyüme karakterlerinden gövde hacmine göre yapılacak seleksiyon sonucunda odun yoğunluğunda, odun yoğunluğuna göre yapılacak seleksiyonda ise gövde hacminde önemli oranda kazanç kaybı görülmüştür. Bu kaybı önlemek için, seleksiyonda ailelerin gövde odunu kuru madde miktarı dikkate alınması daha uygun bir yaklaşım olacaktır. Nitekim bu şekilde yapılacak seleksiyonda, gövde odunu kuru madde miktarı en yüksek 30 ailenin seçimiyle gövde hacminde genetik kazanç kaybı olmaksızın, odun yoğunluğunda %2 oranında genetik kazanç sağlanabilecektir.

7) Denemede yer alan tohum bahçeleri içinde hem odun yoğunluğu hem de gövde hacmi bakımından en yüksek ıslah değeri ortalamasına sahip bahçe 4 nolu Silifke-Akdere orijinli tohum bahçesi olurken, odun yoğunluğu ve gövde hacmi için en düşük ıslah değeri ortalamasına sahip tohum bahçesi 16 nolu Antalya-Kemer orijinli tohum bahçesi olmuştur. Bu veriler ışığında Akdeniz Bölgesi 0-400m rakımları arasında yapılacak ağaçlandırmalarda öncelikle 4 nolu tohum bahçesi tohumları tercih edilmeli, 16 nolu tohum bahçesinden ise zorunlu olmadıkça tohum üretimi yapılmamalıdır.

8) Bu çalışmada bulunan genetik parametreler tek bir deneme alanından elde edildiği için, genotip çevre etkileşimin önemli olması halinde, olduğundan yüksek tahmin edilmiş olabilir. Genotip çevre etkileşimini incelemek için Kızılcım döl denemelerinde ayrı bir çalışma yapılmalıdır.

9) Odun yoğunluğu bakımından final seleksiyonun yapılabilmesi için ergin oduna ilişkin parametreler bilinmelidir. Kızılcım'da genç odun ile ergin odunu arasında ilişki ve ergin oduna ilişkin genetik parametreler bilinmemektedir. Bu nedenle döl denemelerinin ileri yaşlarında ergin odun üzerinde incelemeler yapılmalıdır.

5. ÖZET

Kızılçam genetik ıslah programında temel amaç, büyüme özelliklerinin ıslahı ile birlikte, odun kalite özelliklerinin de ıslah edilmesidir. Odunun her bir kullanım alanına göre aranan kalite özellikleri birbirinden farklılık göstermektedir. Odunun son kullanım alanının çeşitliliği, her bir kullanım alanında aranan odun özelliklerinin farklı olması ve gelecekte talep projeksiyonlarında olası değişiklikler ıslah programlarında odunun kalite özelliklerine ilişkin karakterlerin belirlenmesini güçleştirmektedir. Diğer yandan, odunun her bir kullanım alanına göre aranan kalite özellikleri birbirinden farklılık göstermektedir. Bugün yapılan seleksiyonunun etkisinin, en az 30-40 yıl sonra görülecek olması da dikkate alındığında, ıslah edilecek karakterin çok sayıda kullanım alanı için elverişli ve gelecekte de aranacak bir odun özelliği olması gerekmektedir. Odun yoğunluğu odun kaynaklı çok sayıda son ürünün özellikleri ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle, son yıllarda odun yoğunluğu çoğu genetik ıslah programında ıslah amaçlarının geliştirilmesine yönelik çalışmalarda dikkate alınan özelliklerin başında gelmektedir.

Bu çalışmada Kızılçam ıslah programı için, genç odun yoğunluğuna ilişkin genetik parametrelerin bulunması ile büyümeye ilişkin çap, boy ve gövde hacmi karakterleri arasındaki genetik korelasyonların incelenmesi ve bunlara göre mevcut Kızılçam genetik ıslah çalışmalarının yönlendirilmesi ve etkinleştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla Akdeniz Bölgesi Alçak Rakım (0-400 m) Kızılçam Islah Zonunda, 6 adet tohum bahçesinden toplanan açık tozlaşma ürünü tohumlarla 1998 yılında Ceyhan'da tesis edilen döl denemesinin yedinci yaşında yapılan ilk aralamalarda çıkarılan gövdelerin 1.30 m çapı, ağaç boyu ölçülmüş ve 1.30 m. yüksekliğinden diskler alınmıştır. Ayrıca denemede odun yoğunluğunun yüksekliğe bağlı değişimini gözlemlemek üzere bir blok içinde 48 ailede dip ve 4.0 m yüksekliklerinden kesitler alınmıştır. Alınan kesitler hava kurusu haline gelinceye kadar kurutulmuş ve disklerden kuzey ve güney olmak üzere iki yönde, son yıllık halka hariç tutularak 2x2x3 cm ebatlarında örnekler hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler iki gün boyunca distile su içerisinde bekletilmiştir. Su doygunluğuna ulaşmış kesitlerin önce yaş ağırlıkları ölçülmüş, daha sonra su taşıma yöntemiyle hacimleri belirlenmiştir. Bu ölçümlerden sonra kesitler fırına konularak 102 ± 3 °C de iki gün kurutulmuştur. Fırın kurusu haline gelmiş kesitlerin ağırlıkları ölçülmüş ve fırın kurusu ağırlıkları hacme bölünerek odun yoğunlukları hesaplanmıştır.

Yapılan ön analizlerde kuzey ve güney yönündeki örneklerin odun yoğunlukları arasında istatistik olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu nedenle analizlerde kuzey ve güney yönünde alınan örneklerin ortalaması kullanılmıştır. Deneme alanında test edilen 168 ailenin ortalama odun yoğunluğu 0.438 ± 0.03 gr/cm³ olarak hesaplanmış ve aile ortalamaları 0.397 gr/cm³ – 0.493 gr/cm³ arasında değişmiştir. Çap, boy, hacim ve odun

yoğunluğu için değişkenlik katsayıları sırasıyla %15.2, %20.0, %42.2 ve %6.7 olarak bulunmuştur. Odun yoğunluğu için bireysel ve aile ortalamaları kalıtım derecesi sırasıyla 0.42 ± 0.07 ve 0.58 ± 0.05 olarak hesaplanmıştır. En yüksek bireysel kalıtım derecesi 0.55 ± 0.09 değeri ile boy karakteri için bulunmuştur. Çap ve gövde hacmi için bireysel ve aile ortalamaları kalıtım dereceleri odun yoğunluğu ile hemen hemen aynı çıkmıştır.

Ağaç boyu, çap ve gövde hacmi karakterleri ile odun yoğunluğu arasındaki fenotipik korelasyonlar istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır. Odun yoğunluğu ile ağaç boyu, çap ve gövde hacmi karakterleri arasında genetik korelasyonlar sırasıyla -0.03 ± 0.05 , 0.00 ± 0.05 ve 0.01 ± 0.04 olarak hesaplanmıştır. Bu ilişki hem odun yoğunluğu, hem de büyüme karakterleri bakımından üstün genotiplerin bulunabileceğini işaret etmektedir. Nitekim hem odun yoğunluğu hem de gövde hacmi ıslah değeri yüksek 10 aileden elde edilecek genetik kazanç odun yoğunluğu için % 5.2, gövde hacmi için % 27.7 olmuştur.

Her bir karakter ayrı ayrı değerlendirildiğinde, odun yoğunluğu ıslah değeri en yüksek 30 ailenin seçimi halinde elde edilecek genetik kazanç %5.2, gövde hacmi ıslah değeri en yüksek 30 ailenin seçilmesi halinde ise %35 olarak hesaplanmıştır. Odun yoğunluğu en yüksek 30 ailenin gövde hacmi için sağlayacağı kazanç % 2'ye düşmektedir. Gövde hacmine göre ıslah değeri en yüksek 30 ailenin seçilmesi halinde ise odun yoğunluğu için genetik kazanç sağlanamamaktadır. Her iki karakter gövde odunu kuru madde miktarına dönüştürüldüğünde ve en yüksek kuru madde üretimi yapan 30 aile seçildiğinde ise gövde hacminde genetik kazanç kaybı olmaksızın odun yoğunluğunda % 2 oranında kazanç sağlanacağı bulunmuştur.

Tohum bahçeleri ortalamaları odun yoğunluğu bakımından farklılık göstermiş, gövde hacmi bakımından en yüksek ıslah değeri ortalamasına sahip 4 nolu Silifke-Akdere orijinli tohum bahçesi aynı zamanda odun yoğunluğu bakımından en yüksek kazancı sağlayan tohum bahçesi olmuştur. Buna karşılık gövde hacmi bakımından en düşük ıslah değerleri ortalamasına sahip 16 nolu Antalya-Kemer orijinli tohum bahçesi ise odun yoğunluğu bakımından da en düşük performansı gösteren tohum bahçesi olmuştur. Bu nedenle ağaçlandırmalarda genotipik tohum bahçeleri üretime geçene kadar öncelikle 4 nolu Silifke-Akdere orijinli tohum bahçesi tohumlarının tercih edilmesi önerilmiştir.

Bu çalışma odun yoğunluğu gençlik odununa ait parametrelerdir. Odun yoğunluğu için Kızılçamda genotip-çevre etkileşiminin önemli olması halinde olduğundan yüksek hesaplanmış olabilir. Ayrıca ergin odun yoğunluklarına ilişkin parametreler ile genç odun-ergin odun ilişkileri bilinmemektedir. İsbetli seleksiyon yapabilmek için döl denemelerinin ergin odun üretimi yaptığı ileri yaşlarda Ceyhan 1C deneme alanına paralel diğer döl denemeleri de değerlendirilerek parametreler belirlenmelidir.

6. SUMMARY

Production of fast growing trees with high quality wood for pulp industry is the main target in National Turkish red pine Tree Breeding Program. Determination of the wood density trait, which is desired to be improved in tree breeding studies, is one of the most difficult stage, because of wide-range utilization of wood in many wood based industries, requirement of various wood properties in many different usage area and possible changes in wood demand in the future. Depending on the rotation age of a tree species, selection efficiency can be realized at least 30-40 years later in a breeding program. Therefore, selected wood trait, that will be improved, should meet with wide range-utilization of the wood and future wood demands. Recent studies have indicated that wood density is an ideal trait in tree breeding programs because of its strong effect on quality and yield of wood, high heritability and large economic gain from selection.

In this study, the main objective was to investigate genetic parameters concerning young Turkish red pine wood density and its genetic relation with growth traits such as height, diameter and stem volume. By this way , it was aimed to provide basic information to have effective tree breeding and guidance in the Turkish red pine Tree Breeding Program. To meet this objective, Ceyhan Progeny Trial, which was established with 168 half sib families in 1998, was evaluated. All the open pollinated families tested in trial were originally collected from 6 seed orchard, located in the Turkish red pine-low elevation (0-400m) breeding zone of Mediterranean region. The wood samples, to determine wood density, were obtained by destructive sampling from trees which were removed during the thinning program of this trial at the age of seven. After measuring the diameter and height of 2430 tree which is half of the total trees found in the trial,, north facing side of each was marked and 10 cm thick wood disks were taken from 1.30 m (breast height) above ground parts of stems. In addition, to investigate wood density variation at the different height of the stem, 10 cm disks at three different heights of stem were also obtained from 0, 1.30 and 4 m above ground parts of stems of 192 trees (48 families). Firstly, barks of the wood-disks were completely removed and the samples were taken from south and north sides of the disks at 2x2x3 cm in dimensions. Then samples were air dried up at room temperature for two months. Each wood sample was labeled and soaked in water bath filled with distilled water and kept in water bath for up to two days until the constant weight was obtained. To determine wood density, disks were weighed (green-weight) and volumes of samples were determined by the water displacement method. Then, they were oven-dried at $102 \pm 3^{\circ}\text{C}$ for 48 hours until the constant dry-weight was obtained. At the end, samples were weighed again to obtain oven dry-weight of wood at 0 % moisture content. Wood density values were calculated by dividing weight of oven dried sample to volume of sample.

Preliminary results of the statistical analysis indicated that there are no statistically significant differences between wood density of north and south facing of the samples. Therefore, all the other statistical analyses were carried out by using average values of these samples. Magnitude of the mean wood density for the 168 families tested in Ceyhan Progeny Trial was found to be 0.438 gr/cm^3 , ranging from 0.397 to 0.493 gr/cm^3 . Coefficients of variation for diameter, height, volume and wood density were estimated as %15.2, %20.0, %42.2 and %6.7, respectively. Family and individual heritabilities were calculated as 0.42 ± 0.07 and 0.58 ± 0.09 for wood density, respectively. The highest individual heritability was estimated for the height growth (0.55 ± 0.09). Heritabilities for the other growth traits were found to be very close to the heritability estimates of wood density.

Phenotypic correlations of wood density with height, diameter and stem volume were found to be non-significant. Genetic correlations of wood density with height, diameter and stem volume were estimated as -0.03 ± 0.05 , 0.00 ± 0.05 and 0.01 ± 0.04 , respectively. These insignificant and small correlations between wood density and other growth traits have pointed out that simultaneous selection of the best genotypes for wood density and growth traits is quite possible. In this sense, genetic gain obtained from selection of the best 10 trees according to their high wood density and stem volume breeding values was predicted as %5.2 for density and %27.7 for stem volume.

For single trait selection with best 30 open pollinated families considering wood density and stem volume values, estimated genetic gain was predicted as 5.2% and 35% for wood density and stem volume trait, respectively. However, selection with best 30 families according to their wood density values causes to reduction of genetic gain in stem volume to % 2. No genetic gain for the wood density was estimated when the selection practiced with the highest stem volume trees. On the other hand, if two traits are converted into wood dry matter value for stem wood and if the selection with 30 best families are made, about %2 genetic gain was obtained for the wood density without any reduction in gain in stem volume.

Mean wood density and stem volume values for the all the six seed orchards tested in Ceyhan Progeny Trial were found to be statistically significant. Among the tested seed orchards, the best performance was observed in the families originated from the Silifke-Akdere (seed orchard no:4) seed orchard for both wood density and stem volume. In contrast to the seed orchard 4, the average performances of families from Antalya-Kemer (seed orchard no:16) seed orchard remained below the mean of check lots for wood density and stem volume. Therefore, utilization of the materials from the Silifke-Akdere seed orchard for industrial plantation activities applied in Adana region could be recommended until the establishment of genotypic seed orchards is accomplished.

In this study, young Turkish red pine wood and wood density parameters were investigated. Due to the complex nature of wood density trait, further studies dealing with the relationship between juvenile and mature wood will contribute greatly to better understanding of the genetics of wood density, which will be essential for efficient incorporation of this wood quality characteristic in Turkish red pine tree breeding program. Therefore, subsequent studies on wood density in following years are very important to get information on age-age and juvenile-mature correlations. On the other hand, investigation of the wood density in other progeny trails established in Fethiye and Antalya provinces should be also evaluated for wood density and growth traits as soon as possible. These types of information are quite essential to make reliable estimations about early selection age and ranking the families effectively.

7. KAYNAKÇA

AKYÜZ, M. 1997. Halepçanı (*Pinus halepensis* Mill.) odununun fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin belirlenmesi. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 180, 59 sayfa.

BARNES, R. D., BIRKS, J. S., BATTLE, G., MULLIN, L. J. 1994. The genetic control of ring width, wood density and tracheid length in the juvenile core of *Pinus patula*. *South African Journal of Forestry* 169:15-20.

BEALL, F. C. 1972. Density of hemicelluloses and their relationship to wood density. *Wood and Fiber Science*. 4: 114-117.

BECKER, W. A. 1992. Manual of quantitative genetics (Fifth edition). Academic Enterprises, Pullman, Washington, 192 pp.

BELONGER, P. J., MCKEAND, S. E., JETT, J. B. 1996. Genetic and environmental effects on biomass production and wood density in loblolly pine. In: Tree improvement for sustainable tropical forestry. Edited by Dieters-MJ, Matheson-AC; Nikles-DG; Harwood-CE, QFRI-IUFRO Conference, Caloundra, Queensland, Australia, 27 October-1 November 1996. Volume 2. 307-310.

BIRKS, J. S., BARNES, R. D. 1991. The genetic control of wood density in *Pinus patula*. ODA Research Scheme R4616. Oxford Forestry Institute. 29 p.

BLAIR, R. L., ZOBEL, B. J., BARKER, J. A. 1975. Predictions of gain in pulp yield and tear strength in young loblolly pine through genetic increases in wood density. *TAPPI Journal*. 58: 89-91.

BOZKURT, A. Y., ERDİN, N. 2000. Odun anatomisi. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 4263, Dilek Matbaası. İstanbul, 346 sayfa.

BUIJTENEN, J. P. VAN. 1969. Relationships between wood properties and pulp and paper properties. 2nd FAO/IUFRO World Consult. For. Tree Breed., Washington 1969 No. FO-FTB-69-2/5, 1969. pp. 13 (Abstract).

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 Forestry Research*. 24: 372-379.

de KORT, I., LOEFFEN, V., BAAS, P. 1991. Ring width, density and wood anatomy of Douglas fir with different crown vitality. *IAWA Bulletin*, 12:453-465.

- DEMETÇİ, E. 1986.** Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Richard) odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine araştırmalar. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:180, 59 Sayfa.
- ERTEN, P., SÖZEN, R. 1997a.** Halep çamı (*Pinus halepensis* Mill) odununun fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin belirlenmesi. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:268, 40 Sayfa.
- ERTEN, P., SÖZEN, R. 1997b.** Fıstıkçamı (*Pinus pinea*), Camıyanı Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold) ve Çınar Yapraklı Akaçağaç (*Acer platanoides*) odununun bazı fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin belirlenmesi. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:266, 37 Sayfa.
- FRIES, A., ERICSSON. 2006.** Estimating genetic parameters for wood density of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Silvae Genetica* 55(2):84-92.
- GORDON, J. C., LARSON, P. R. 1970.** Redistribution of ¹⁴C-labeled reserve food in young red pines during shoot elongation. *Forest Science*. 16: 14–20.
- GÖKER, Y. 1969.** Dursunbey ve Elekdağı Karaçamları (*Pinus nigra* var *pallasiana*)’nın fiziksel, mekanik özellikleri ve kullanım yerleri hakkında araştırmalar. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri:A, 19:91-135.
- HANNRUP, B., EKBERG, I., PERSSON, A. 2000.** Genetic correlations between wood, growth capacity and stem traits in *Pinus sylvestris*. *Scand. J. For. Res.* 15:161-170.
- HANNRUP, B., DANELL, Ö., EKBERG, I., MOELL, M. 2001.** Relationship between wood density and tracheid dimension in *Pinus sylvestris*. *Wood Fiber Science*. 33:173-181.
- JETT, J. B., TALBERT, J. T. 1982.** Place of wood specific gravity in the development of advanced-generation seed orchards and breeding programs. *Southern Journal of Applied Forestry*. 6(3): 177-180.
- JETT, J. B., McKEAND, S. E., WEIR, R. J. 1991.** Stability of juvenile wood specific gravity of loblolly pine in diverse geographic areas. *Canadian Journal of Forest Research*. 21(7): 1080-1085.
- KIRK, D. G., BREEMAN, L. G., ZOBEL, B. J. 1972.** A pulping evaluation of juvenile loblolly pine. *TAPPI Journal*. 55: 1600–1604.
- KOSKI, V., ANTOLA, J. 1993.** Turkish National Tree Breeding and Seed Production Program for Turkey (1994-2003), Cooprepared with ENSO Forest Development Inc and Forest Tree Seeds and Tree Breeding Institute, Ankara, 49 pp.
- LARSON, P. R. 1964.** Contribution of different-aged needles to growth and wood formation of young red pine. *Forest Science*. 10: 224–238.

- LARSON, P. R., KRETSCHMANN; D. E., CLARCK III, A., ISEBRAND, J. G. 2001.** Formation and properties of juvenile wood in Southern Pines. USDA Technical Report FPL-GTR-129, 41 pp.
- LOO, J. A, TAUER, C. G., VAN BUIJTENEN, J. P. 1984.** Juvenile-mature relationships and heritability estimates of several traits in loblolly pine (*Pinus taeda*). *Canadian Journal of Forestry Research*. 14: 822-825.
- LYNCH, M., WALSH, B. 1997.** Genetic and analyses of quantitative traits. Sinauer Ass. Inc. Publ., Sunderland, 980 p.
- MEGRAW, R. A. 1985.** Wood quality factors in Loblolly Pine: the influence of tree age, position in tree, and cultural practice on wood specific gravity, fiber length, and fibril angle, TAPPI Press, Atlanta, 96 p.
- NAMKOONG, G., KANG H. C., BROUARD, J. S. 1987.** Tree breeding principles and strategies. Monographs on Theoretical and Applied Genetics, Vol:11, Springer -Verlag, New York, 180 sayfa.
- NYAKUENGAMA, J. G., EVANS, R., MATHESON, C., SPENCER, D., VINDEN, P. 1999.** Wood quality and quantitative genetics of *Pinus radiata* D. Don: fiber traits and wood density. *Appita* 52(5):348-350.
- ÖKTEM, E. 1996.** Yatağan yöresi mevcut çevre kirliliği şartlarında Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odununun fiziksel ve mekaniksel özellikleri. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 255, 24 sayfa.
- ÖKTEM, E., SÖZEN, M. R. 1996.** Reçine üretiminin Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odununun fiziksel ve mekaniksel özellikleri üzerine etkisi. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:256, 53 sayfa.
- ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S. 2000.** Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı (Özellikleri ve Gerçekleştirilen Çalışmalar). *Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Dergisi*, 1: 1-41.
- ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S., ALAN, M., EZEN, T., KORKMAZ, B., GÜLBABA, A., SABUNCU, R., TULUKÇU, M., DERİLGİN, S. I. 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, 147 sayfa.
- ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S., ALAN, M., EZEN, T., KORKMAZ, B., GÜLBABA, A., SABUNCU, R., DERİLGİN, S. I., ÇALIŞKAN, B. 2008.** Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonunda (0-400 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (8. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik bülten No:18, 118 sayfa.

- PEARSON, R. G., GILMORE, R. C. 1980.** Effect of fast growth rate on the mechanical properties of loblolly pine. *Forest Products Journal*. 30(5): 47-57.
- ROSERBERG, P. H., CAHALAN, C. H. 1997.** Spruce and wood quality: Genetic aspects (A review). *Silvae Genetica*, 46(5): 270-279.
- SARANPÄÄ, P. 2003.** Wood Density and Growth. In: Wood Quality and Its Biological Basis. Edited by: Barnett, John. R. and Jeronimidis, George. Blackwell Publishing, pp:87-113.
- SCHUTZ, W. M., COCKERHAM, C. C. 1966.** The effect of field blocking on gain from selection. *Biometrics*, 22(4):843-863.
- SHELBOURNE, C. J. A., APIOLAZA, L. A., JAWAWICKRAMA, K. J. S., SORENSON, C. T. 1997.** Developing breeding objectives for Radiata pine in New Zealand. Proc of IUFRO 97. Genetics of Radaita Pine, Rotorua, New Zealand, held on 1-4 December 1997 FRI Bulletin No:203, 160-168.
- SOKAL, R. R., ROHLF, F. J. 1995.** Biometry. Third edition. W. H. Freeman and Company, New York, 887 p.
- SORENSON, F. C., WHITE, T. L. 1988.** Effect of natural inbreeding on variance structure in tests of wind pollinated Douglas-fir progenies. *Forest Science*, 34 (1): 102-118.
- STAMN, A. J. 1964.** Wood and Cellulose Science. Ronalld Press, New York.
- TALBERT, J. T., JETT, J. B., BRYANT, R. L. 1983.** Inheritance of wood specific gravity in an unimproved Loblolly pine population: 20 years of results. *Silvae Genetica*, 32 (1-2):33-37.
- TOKER, R. 1960.** Batı Karadeniz Sarıçamının teknik vasıfları ve kullanım yerleri hakkında araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:10.
- USTA, H. Z. 1991.** Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında hasılat araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:219, 138 sayfa.
- VARGAS-HERNANDEZ, J., ADAMS, W. T. 1991.** Genetic variation of wood density components in young coastal Douglas-fir: implications for tree breeding. *Canadian Journal of Forest Research*. 21(12): 1801-1807.
- VARGAS-HERNANDEZ, J., ADAMS, W. T. 1992.** Age-age correlations and early selection for wood density in young coastal Douglas-fir. *Forest Science*. 38:2, 467-478.

WIMMER, R. 1995. Intra-annual cellular characteristics and their implication for modeling softwood density. *Wood and Fiber Science*. 27:413-420.

YILDIRIM, K. 2008. Inheritance of Wood Specific Gravity and Its Genetic Correlation with Growth Traits in Young *Pinus brutia* Progenies. An Ms. C. Thesis. Middle East Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, 79 p.

ZOBEL, B. J., JETT, J. B. 1995. Genetics of Wood Production, Springer Series in Wood Science, Timell T.E. (Ed.), Springer Verlag, 1995, 337 p.

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

EKLER

EK 1 : Ceyhan 1C deneme alanında ailelerin odun yoğunluğu ortalamaları (\bar{X}), genel kombinasyon yetenekleri (GCA), ıslah değerleri (BV), Mutlak ıslah değerleri (ABS_BV) ve tahmin edilen ıslah değeri ile gerçek ıslah değeri arasındaki korelasyonlar ($Corr(g, \hat{g})$).

Sıra No	Aile Kodu	Tohum Bahçesi No	\bar{X}	GCA	BV	ABS_BV	$Corr(g, \hat{g})$
1	8460	4	0.4674	0.0170	0.0340	0.4683	0.73
2	8468	4	0.4698	0.0154	0.0308	0.4651	0.69
3	8469	4	0.4645	0.0152	0.0303	0.4646	0.75
4	8481	5	0.4564	0.0138	0.0276	0.4619	0.72
5	8549	7	0.4635	0.0138	0.0276	0.4619	0.72
6	8783	16	0.4542	0.0132	0.0264	0.4607	0.75
7	8428	3	0.4607	0.0132	0.0263	0.4607	0.76
8	8637	11	0.4504	0.0117	0.0233	0.4576	0.75
9	8535	7	0.4592	0.0116	0.0232	0.4575	0.73
10	8639	11	0.4496	0.0115	0.0229	0.4572	0.76
11	8448	4	0.4574	0.0113	0.0225	0.4569	0.76
12	8464	4	0.4581	0.0112	0.0223	0.4566	0.73
13	8482	5	0.4505	0.0105	0.0210	0.4554	0.72
14	8477	5	0.4472	0.0099	0.0198	0.4541	0.75
15	8463	4	0.4547	0.0097	0.0195	0.4538	0.73
16	8640	11	0.4472	0.0096	0.0192	0.4535	0.75
17	8543	7	0.4566	0.0096	0.0191	0.4534	0.72
18	8474	4	0.4486	0.0095	0.0189	0.4532	0.72
19	8487	5	0.4484	0.0093	0.0187	0.4530	0.72
20	8473	4	0.4490	0.0092	0.0184	0.4527	0.72
21	8484	5	0.4471	0.0087	0.0173	0.4516	0.72
22	8655	11	0.4470	0.0082	0.0164	0.4507	0.72
23	8633	11	0.4480	0.0081	0.0162	0.4505	0.66
24	8453	4	0.4521	0.0079	0.0157	0.4500	0.75
25	8647	11	0.4461	0.0078	0.0155	0.4498	0.72

Devamı var

EK 1'in devamı

Sıra No	Aile Kodu	Tohum Bahçesi No	\bar{X}	GCA	BV	ABS_BV	Corr (g, ĝ)
26	8424	3	0.4526	0.0076	0.0151	0.4494	0.72
27	8461	4	0.4489	0.0070	0.0140	0.4483	0.76
28	8534	7	0.4509	0.0068	0.0136	0.4479	0.73
29	8416	3	0.4509	0.0068	0.0135	0.4478	0.73
30	8436	3	0.4481	0.0062	0.0124	0.4468	0.73
31	8451	4	0.4504	0.0062	0.0123	0.4467	0.70
32	8531	7	0.4489	0.0060	0.0121	0.4464	0.75
33	8636	11	0.4413	0.0059	0.0119	0.4462	0.72
34	8556	7	0.4469	0.0057	0.0113	0.4456	0.73
35	8498	5	0.4413	0.0056	0.0111	0.4454	0.73
36	8632	11	0.4439	0.0056	0.0111	0.4454	0.64
37	8455	4	0.4459	0.0053	0.0107	0.4450	0.78
38	8450	4	0.4478	0.0053	0.0107	0.4450	0.73
39	8631	11	0.4396	0.0052	0.0105	0.4448	0.73
40	8646	11	0.4411	0.0052	0.0104	0.4447	0.72
41	8475	4	0.4402	0.0051	0.0102	0.4445	0.73
42	8532	7	0.4468	0.0050	0.0101	0.4444	0.76
43	8467	4	0.4457	0.0050	0.0100	0.4444	0.76
44	8422	3	0.4467	0.0050	0.0100	0.4443	0.75
45	8769	16	0.4422	0.0047	0.0094	0.4438	0.64
46	8495	5	0.4397	0.0044	0.0089	0.4432	0.70
47	8784	16	0.4388	0.0044	0.0088	0.4431	0.73
48	8503	5	0.4386	0.0044	0.0087	0.4430	0.75
49	8478	5	0.4382	0.0043	0.0086	0.4429	0.72
50	8558	7	0.4462	0.0042	0.0084	0.4427	0.73
51	8504	5	0.4387	0.0041	0.0082	0.4425	0.70
52	8546	7	0.4439	0.0039	0.0079	0.4422	0.76
53	8548	7	0.4448	0.0039	0.0078	0.4422	0.69
54	8442	4	0.4450	0.0037	0.0075	0.4418	0.72

EK 1'in devamı

Sıra No	Aile Kodu	Tohum Bahçesi No	\bar{X}	GCA	BV	ABS_BV	Corr (g, ĝ)
55	8501	5	0.4380	0.0036	0.0072	0.4416	0.72
56	8472	4	0.4379	0.0036	0.0071	0.4415	0.72
57	8547	7	0.4433	0.0035	0.0070	0.4413	0.73
58	8440	3	0.4431	0.0035	0.0069	0.4412	0.76
59	8775	16	0.4379	0.0033	0.0066	0.4409	0.66
60	8642	11	0.4357	0.0030	0.0059	0.4402	0.73
61	8458	4	0.4418	0.0028	0.0056	0.4399	0.73
62	8465	4	0.4413	0.0024	0.0048	0.4391	0.76
63	8541	7	0.4422	0.0024	0.0047	0.4390	0.76
64	8485	5	0.4344	0.0023	0.0046	0.4389	0.70
65	8466	4	0.4408	0.0023	0.0045	0.4388	0.75
66	8432	3	0.4416	0.0021	0.0041	0.4384	0.73
67	8771	16	0.4360	0.0018	0.0035	0.4379	0.64
68	8650	11	0.4349	0.0017	0.0035	0.4378	0.70
69	8479	5	0.4342	0.0017	0.0033	0.4376	0.70
70	8489	5	0.4333	0.0015	0.0029	0.4373	0.68
71	8488	5	0.4329	0.0013	0.0027	0.4370	0.73
72	8652	11	0.4326	0.0011	0.0021	0.4364	0.72
73	8500	5	0.4330	0.0009	0.0019	0.4362	0.72
74	8437	3	0.4387	0.0009	0.0019	0.4362	0.75
75	8443	4	0.4397	0.0009	0.0018	0.4361	0.76
76	8654	11	0.4320	0.0009	0.0018	0.4361	0.68
77	8559	7	0.4386	0.0008	0.0017	0.4360	0.76
78	8456	4	0.4386	0.0008	0.0017	0.4360	0.75
79	8506	5	0.4320	0.0006	0.0013	0.4356	0.73
80	8551	7	0.4381	0.0006	0.0012	0.4355	0.73
81	8776	16	0.4312	0.0006	0.0011	0.4354	0.72
82	8426	3	0.4390	0.0005	0.0010	0.4353	0.76
83	8417	3	0.4384	0.0001	0.0002	0.4345	0.76

EK 1'in devamı

Sıra No	Aile Kodu	Tohum Bahçesi No	\bar{X}	GCA	BV	ABS_BV	Corr (g, \hat{g})
84	8788	16	0.4304	0.0001	0.0002	0.4345	0.66
85	8536	7	0.4381	0.0001	0.0001	0.4345	0.72
86	8557	7	0.4372	0.0000	0.0000	0.4343	0.73
87	8433	3	0.4369	-0.0001	-0.0003	0.4340	0.76
88	8648	11	0.4313	-0.0002	-0.0003	0.4340	0.75
89	8765	16	0.4289	-0.0002	-0.0005	0.4339	0.73
90	8471	4	0.4303	-0.0004	-0.0008	0.4335	0.73
91	8435	3	0.4365	-0.0004	-0.0008	0.4335	0.76
92	8429	3	0.4370	-0.0005	-0.0010	0.4334	0.73
93	8787	16	0.4297	-0.0005	-0.0010	0.4333	0.73
94	8649	11	0.4300	-0.0006	-0.0013	0.4330	0.73
95	8554	7	0.4361	-0.0007	-0.0014	0.4329	0.75
96	8641	11	0.4285	-0.0007	-0.0014	0.4329	0.73
97	8553	7	0.4366	-0.0007	-0.0015	0.4328	0.72
98	8420	3	0.4369	-0.0008	-0.0015	0.4328	0.75
99	Kontrol	Kontrol	0.4332	-0.0009	-0.0018	0.4325	0.90
100	8444	4	0.4351	-0.0015	-0.0031	0.4313	0.73
101	8786	16	0.4276	-0.0017	-0.0034	0.4310	0.72
102	8780	16	0.4276	-0.0017	-0.0034	0.4309	0.73
103	8445	4	0.4348	-0.0017	-0.0035	0.4309	0.73
104	8634	11	0.4274	-0.0018	-0.0036	0.4308	0.70
105	8772	16	0.4253	-0.0020	-0.0040	0.4303	0.66
106	8653	11	0.4273	-0.0020	-0.0041	0.4303	0.73
107	8555	7	0.4331	-0.0024	-0.0048	0.4295	0.75
108	8533	7	0.4335	-0.0028	-0.0055	0.4288	0.76
109	8480	5	0.4252	-0.0028	-0.0056	0.4287	0.72
110	8502	5	0.4262	-0.0029	-0.0058	0.4285	0.76
111	8496	5	0.4251	-0.0033	-0.0067	0.4277	0.73
112	8476	5	0.4242	-0.0034	-0.0069	0.4274	0.73

EK 1'in devamı

Sıra No	Aile Kodu	Tohum Bahçesi No	\bar{X}	GCA	BV	ABS_BV	Corr (g, \hat{g})
113	8552	7	0.4313	-0.0035	-0.0069	0.4274	0.76
114	8773	16	0.4240	-0.0035	-0.0070	0.4273	0.73
115	8645	11	0.4252	-0.0035	-0.0071	0.4273	0.76
116	8423	3	0.4318	-0.0037	-0.0075	0.4268	0.76
117	8434	3	0.4297	-0.0038	-0.0077	0.4266	0.72
118	8491	5	0.4225	-0.0040	-0.0079	0.4264	0.70
119	8499	5	0.4244	-0.0040	-0.0080	0.4263	0.76
120	8550	7	0.4301	-0.0042	-0.0083	0.4260	0.76
121	8431	3	0.4295	-0.0043	-0.0085	0.4258	0.75
122	8777	16	0.4215	-0.0046	-0.0091	0.4252	0.73
123	8635	11	0.4211	-0.0046	-0.0092	0.4252	0.70
124	8540	7	0.4297	-0.0049	-0.0098	0.4245	0.73
125	8492	5	0.4216	-0.0050	-0.0099	0.4244	0.73
126	8789	16	0.4222	-0.0050	-0.0099	0.4244	0.75
127	8781	16	0.4221	-0.0051	-0.0101	0.4242	0.73
128	8470	4	0.4284	-0.0051	-0.0103	0.4241	0.76
129	8447	4	0.4286	-0.0053	-0.0107	0.4236	0.75
130	8427	3	0.4288	-0.0055	-0.0110	0.4233	0.75
131	8644	11	0.4170	-0.0055	-0.0110	0.4233	0.64
132	8542	7	0.4286	-0.0056	-0.0112	0.4231	0.75
133	8774	16	0.4186	-0.0056	-0.0112	0.4231	0.69
134	8462	4	0.4269	-0.0057	-0.0113	0.4230	0.73
135	8539	7	0.4285	-0.0057	-0.0114	0.4230	0.76
136	8779	16	0.4212	-0.0057	-0.0115	0.4228	0.75
137	8530	7	0.4269	-0.0064	-0.0128	0.4215	0.73
138	8449	4	0.4267	-0.0065	-0.0130	0.4214	0.75
139	8770	16	0.4185	-0.0066	-0.0131	0.4212	0.73
140	8545	7	0.4242	-0.0067	-0.0133	0.4210	0.72
141	8778	16	0.4182	-0.0069	-0.0137	0.4206	0.75

EK 1'in devamı

Sıra No	Aile Kodu	Tohum Bahçesi No	\bar{X}	GCA	BV	ABS_BV	Corr (g, \hat{g})
142	8537	7	0.4259	-0.0072	-0.0144	0.4199	0.76
143	8418	3	0.4251	-0.0073	-0.0146	0.4197	0.75
144	8425	3	0.4225	-0.0074	-0.0147	0.4196	0.70
145	8538	7	0.4253	-0.0074	-0.0148	0.4196	0.75
146	8438	3	0.4232	-0.0079	-0.0158	0.4185	0.75
147	8497	5	0.4174	-0.0081	-0.0161	0.4182	0.76
148	8421	3	0.4243	-0.0082	-0.0163	0.4180	0.76
149	8452	4	0.4241	-0.0083	-0.0165	0.4178	0.76
150	8766	16	0.4131	-0.0087	-0.0175	0.4169	0.72
151	8446	4	0.4225	-0.0089	-0.0178	0.4165	0.73
152	8494	5	0.4144	-0.0090	-0.0180	0.4164	0.73
153	8638	11	0.4096	-0.0090	-0.0181	0.4163	0.66
154	8457	4	0.4210	-0.0095	-0.0189	0.4154	0.76
155	8441	4	0.4220	-0.0095	-0.0190	0.4153	0.76
156	8768	16	0.4116	-0.0100	-0.0200	0.4143	0.72
157	8544	7	0.4194	-0.0101	-0.0202	0.4141	0.73
158	8651	11	0.4119	-0.0103	-0.0207	0.4136	0.73
159	8454	4	0.4186	-0.0104	-0.0208	0.4135	0.73
160	8785	16	0.4109	-0.0108	-0.0217	0.4126	0.73
161	8643	11	0.4058	-0.0112	-0.0224	0.4119	0.66
162	8505	5	0.4075	-0.0116	-0.0231	0.4112	0.70
163	8419	3	0.4151	-0.0119	-0.0239	0.4105	0.72
164	8767	16	0.4042	-0.0129	-0.0257	0.4086	0.68
165	8430	3	0.4096	-0.0133	-0.0265	0.4078	0.69
166	8782	16	0.4073	-0.0136	-0.0272	0.4072	0.75
167	8459	4	0.4093	-0.0156	-0.0313	0.4031	0.75
168	8483	5	0.3984	-0.0163	-0.0326	0.4017	0.70
169	8493	5	0.3969	-0.0187	-0.0373	0.3970	0.73

EK-2 : Ceyhan 1C deneme alanında ailelerin gövde hacmi (ABS_BV_V) ve odun yoğunluğu (ABS_BV_DENS) mutlak ıslah değerleri ile gövde odunu kuru madde miktarları

Sıra No	Aile Kodu	Tohum Bahçesi No	ABS_BV_V (dm ³)	ABS_BV_DENS (gr/cm ³)	Kuru Madde Miktarı (kg)
1	8497	5	61.74	0.418	25.82
2	8475	4	58.08	0.444	25.82
3	8547	7	56.93	0.441	25.12
4	8464	4	54.03	0.457	24.67
5	8442	4	55.84	0.442	24.67
6	8492	5	57.51	0.424	24.41
7	8474	4	53.53	0.453	24.26
8	8460	4	50.45	0.468	23.63
9	8455	4	51.57	0.445	22.95
10	8787	16	52.91	0.433	22.93
11	8447	4	54.11	0.424	22.92
12	8481	5	49.53	0.462	22.88
13	8426	3	51.98	0.435	22.63
14	8465	4	51.05	0.439	22.42
15	8450	4	50.37	0.445	22.41
16	8443	4	51.32	0.436	22.38
17	8501	5	50.68	0.442	22.38
18	8472	4	50.41	0.441	22.25
19	8496	5	52.00	0.428	22.24
20	8633	11	49.06	0.450	22.10
21	8463	4	48.68	0.454	22.09
22	8539	7	52.09	0.423	22.03
23	8482	5	48.27	0.455	21.98
24	8477	5	48.33	0.454	21.95
25	8559	7	50.32	0.436	21.94
26	8505	5	53.33	0.411	21.93
27	8631	11	49.29	0.445	21.92
28	8470	4	51.55	0.424	21.86
29	8649	11	50.44	0.433	21.84
30	8632	11	48.89	0.445	21.78
Ortalama			52.143	0.440	22.94
111	Kontrol		38.67	0.4325	16.72