

**KIZILÇAM (*Pinus brutia Ten.*) AKDENİZ BÖLGESİ ALÇAK RAKIM  
ISLAH PROGRAMI KAPSAMINDAKİ ODUN HAMMADDESİ  
ÜRETİMİNİ ARTIRMAK İÇİN KIZILÇAM ODUN KALİTESİNDE  
(YOĞUNLUK, LİF KARAKTERLERİ, İLKBAHAR VE YAZ  
ODUN ORANI) KALİTESİ VE GENETİK  
KAZANÇ BELİRLENMESİ**

**PROJE NO: TOVAG 1060392**

**TARIM, ORMANCILIK VE VETERİNERLİK ARAŞTIRMA GRUBU**

**AGRICULTURE, FORESTRY & VETERINARY RESEARCH GRANT  
COMMITTEE**

**KIZILÇAM (*Pinus brutia Ten.*) AKDENİZ BÖLGESİ ALÇAK RAKIM  
ISLAH PROGRAMI KAPSAMINDAKİ ODUN HAMMADDESİ  
ÜRETİMİNİ ARTIRMAK İÇİN KIZILÇAM ODUN KALİTESİNDE  
(YOĞUNLUK, LİF KARAKTERLERİ, İLKBAHAR VE YAZ  
ODUN ORANI) KALITSALLIK VE GENETİK  
KAZANÇ BELİRLENMESİ**

**PROJE NO: TOVAG 1060392**

PROF.DR. ZEKİ KAYA  
ARAŞ.GÖR.KUBİLAY YILDIRIM  
DR. HİKMET ÖZTÜRK  
SADİ ŞIKLAR  
DR. MURAT ALAN  
EMEL İLTER

NİSAN 2008  
ANKARA

## ÖNSÖZ

Türkiye'nin orman alanlarındaki mevcut toplam ağaç servetinin yaklaşık 1,3 milyar m<sup>3</sup> olduğu ve hektar başına düşen ortalama hacim miktarının da 56 m<sup>3</sup>/ha olduğu belirtilmektedir. Ormanlarımızın yıllık artımı 1,4 m<sup>3</sup>/yıl/ha civarında olup, bu değer özellikle Avrupa ülkelerine kıyasla oldukça düşüktür. Örneğin bu rakam, Almanya için 5,63, Fransa için 4,15, ve Yunanistan içinse 2,05 m<sup>3</sup>/yıl/ha. dır. Türkiye'de yıllık 5,5 milyon m<sup>3</sup>'ün üzerinde bir odun üretim açığı söz konusudur. Bunun 1,5 milyon m<sup>3</sup>'e yakını ithalatla karşılanmakta ve ülke ekonomisine önemli yükler getirmektedir. Odun üretimindeki bu açığın ortaya çıkmasına yol açan faktörlerin başında, üretimin miktarındaki yetersizlik ve 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'de ilk ağaç ıslahı çalışmalarına 1960 yılında tohum transfer ve ıslah zonlarının belirlenmesiyle başlanmış ve bugüne kadar 9 türde 7316 adet üstün (plus) ağaç seçimi yapılmıştır. Aşılama ve klonlama teknikleriyle bu plus ağaçlardan 8 tür için toplam 169 adet 1163,5 hektarlık alanda tohum bahçesi tesis edilmiştir. Ancak tohum bahçelerinden elde edilecek kazancın artırılması için tohum bahçelerinde bulunan ve fenotipik özellikleri dikkate alınarak seçilen klonların genetik yapılarının yapılacak döl denemeleriyle belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda Türkiye'de ıslah çalışmaları 1994 yılında "Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı"nın hazırlanmasıyla birlikte büyük bir hız kazanmış ve döl denemelerinin kurulmasına önem verilmiştir. Bu programda ekonomik ve biyolojik özelliklerine göre 5 ağaç türü yoğun ıslah çalışmaları için belirlenmiştir (KOSKİ and ANTOLA, 1993). Ancak, yayılış alanının büyüklüğü, odununun kullanım alanlarının çeşitliliği, ağaçlandırma potansiyeli, erken çiçeklenme yaşı ve genetik çeşitliliğinin yüksek oluşu gibi özellikleri nedeniyle en önemli öncelik kızılçam (*Pinus brutia*) verilmiştir.

TÜBİTAK, Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu tarafından desteklenen (TOVAG-1060392) bu projeye, Kızılçam ıslah programı için, odun özgül ağırlığının kalıtsallığının ve bu karakterinin erken yaşlarda ıslahı ile

sağlanabilecek genetik kazancın belirlenmesi, buna göre mevcut Kızılcam ıslahının yönlendirilmesi ve etkinleştirilmesi amaçlanmıştır. Proje verileri kızılçam genetik ıslah programında yer alan Akdeniz Bölgesi Alçak Rakım Islah Populasyonundaki ebeveyn ağaçların ıslah değerlerini belirlemekte kullanılacak, böylece yapılacak seleksiyonda kağıt endüstrisi için verimliliği ve odun kalite değerleri yüksek genotiplerin geliştirmesi mümkün olacaktır.

Projeyi Destekleyen TÜBİTAK-TOVAG'a ve Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Ağaçları ve Tohumları Arştırma Müdürlüğü, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü'ne çok teşekkür ediyoruz.

Ankara, Ağustos 2008

PROF.DR. ZEKİ KAYA  
ARAŞ.GÖR.KUBİLAY YILDIRIM  
DR. HİKMET ÖZTÜRK  
SADİ ŞIKLAR  
DR. MURAT ALAN  
EMEL İLTER

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	3
İÇİNDEKİLER.....	5
ÇİZELGE LİSTESİ .....	7
Çizelge 1.1 1996 ve 2004 yılları itibari ile Türkiye’de üretilen ve tüketilen ve ithal edilen endüstriyel odun miktarları .....	14
ŞEKİL LİSTESİ .....	8
ÖZET .....	9
ABSTRACT .....	11
1-GİRİŞ.....	13
1.1 Türkiye’de Ormancılık Sektörü .....	13
Çizelge 1.1 1996 ve 2004 yılları itibari ile Türkiye’de üretilen ve tüketilen ve ithal edilen endüstriyel odun miktarları .....	14
1.2 Genetik İslah Çalışmalarından Elde Edilen Kazanç: .....	15
1.3 Türkiye’de Ağaç İslahı Çalışmaları.....	17
1.4 Kızılçam’ın Genetik İslah Çalışmaları Açısından Özellikleri .....	17
1.5 Kızılçamda Genetik İslah Çalışmaları .....	20
1.6 Odun Özgül Ağırlığı (Odun Yoğunluğu) ve Lif Uzunluğunun Ağaç İslahındaki Yeri ve Önemi .....	21
1.7 Amaç.....	26
2. MATERYAL-METHOD .....	28
2.1 Örneklerin Toplanması .....	29
2.2 Özgül Ağırlığın, Lif Uzunlukları ve Yıllık Halka Boyunun Belirlenmesi .....	31
2.3 Biyoistatistiksel Analizler:.....	32
2.4 Genetik Parametrelerin Tahmini .....	33
2.4.1 Kalıtım Derecelerinin Hesaplanması.....	33
i) Bireysel kalıtım derecesi ( $h^2_i$ ) ve standart hatası.....	33
ii) Bireysel kalıtım standart hatası :( BECKER 1992).....	34
iii) Aile ortalamaları kalıtım derecesi.....	34
2.4.2 Genetik korelasyonlar.....	35

<b>2.5 İslah Değerinin (Breeding Value) Tahmini ve Genetik Kazancın Hesaplanması :</b> .....	<b>35</b>
a) Fenotipik tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazanç ( $\Delta G_{FTB}$ ), .....	36
b) Ayıklanmış tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazanç ( $\Delta G_{ATB}$ ), .....	37
c) Genotipik tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazanç( $\Delta G_{1.5TB}$ ).....	37
<b>3.BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>38</b>
<b>3.1. Karakterlerin Ortalama Değerleri</b> .....	<b>38</b>
<b>3.2 Genetik parametreler</b> .....	<b>43</b>
<b>3.3 Karakterler Arasındaki Korelasyonlar</b> .....	<b>47</b>
<b>3.4 Tahmin edilen ıslah değerleri ve seleksiyonla sağlanacak genetik kazanç</b> .....	<b>50</b>
<b>3,4, Sonuç ve öneriler</b> .....	<b>57</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>60</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>69</b>
<b>PROJE ÖZET BİLGİ FORMU</b> .....	<b>79</b>

## ÇİZELGE LİSTESİ

<b>Çizelge 1.1</b> 1996 ve 2004 yılları itibari ile Türkiye’de üretilen ve tüketilen ve ithal edilen endüstriyel odun miktarları .....	14
<b>Çizelge 2.1</b> Akdeniz Bölgesi Alçak Rakım (0-400) İslah Zonu Döl Denemelerinde kullanılan materyallere ait bilgiler.....	28
<b>Çizelge 2.2</b> Döl denemelerinde kullanılan bireylerin ait olduğu tohum bahçeleri ile bu bahçelerin orijinlerine ait bilgiler.....	29
<b>Çizelge 3.1</b> Tüm karakterlere ait ANOVA tablosu.....	39
<b>Çizelge 3.2</b> Deneme alanında boy karakterine ilişkin bazı fenotipik parametreler...40	
<b>Çizelge 3.3</b> Türkiye’de yetişen bazı türlerin odun özgül ağırlığı ve bu çalışmadaki sonuç ile karşılaştırılması.....	40
<b>Çizelge 3.4</b> Yıllık halka uzunluğunun ile ilkbahar ve yaz odunun üç yıl içerisinde gösterdiği değişim.....	41
<b>Çizelge 3.5</b> Karakterler için hesaplanan varyans bileşenleri, bunların toplam varyans içindeki oranları ve bazı genetik parametreler.....	46
<b>Çizelge 3.6</b> Fenotipik (alt diyagonal) ve genetik korelasyonları(üst diyagonal) ile standart hataları.....	48
<b>Çizelge 3.7</b> Odun özgül ağırlığı bakımından istatistik olarak anlamlı farklılık gösteren tohum bahçeleri.....	51
<b>Çizelge 3.8</b> Özgül ağırlık ve gövde hacmine göre tohum bahçelerinde yer alan ailelerin ıslah değerleri ortalamaları.....	52
<b>Çizelge 3.9</b> Gövde hacmi ve özgür ağırlık açısından, denemede test edilen ailelerin dağılımı ve her iki karakter açısından ilk ona giren ailelerden elde edilen kazanç.....	56
<b>Ek A</b> . Amerika’da yetişen bazı ağaç türlerinin ortalama özgül ağırlıkları ve Kızılçamla karşılaştırılması.....	69
<b>Ek B</b> . Ceyhan döl denemesinde test edilen ailelerin odun özgül ağırlığı açısından ortalama ıslah değerleri (ID), mutlak ıslah değerleri (MID), genel birleşme yeteneği (GBY) ve ailelerin ait olduğu tohum meşcereleri.....	70

**Ek C.** Ceyhan döl denemisinde test edilen ailelerin gövde hacmi açısından ortalama ıslah değerleri (ID), mutlak ıslah değerleri (MID), genel birleşme yeteneği (GBY) ve ailelerin ait olduğu tohum meşcereleri.....74

**Ek D.** Ceyhan 1C deneme alanında ailelerin gövde hacmi (ABS\_BV\_V) ve odun özgül ağırlığı (ABS\_BV\_DENS) mutlak ıslah değerleri ile gövde odunu kuru madde miktarları.....78

## ŞEKİL LİSTESİ

**Şekil 1.1** Genetik olarak ıslah edilmiş, gövde düzgünlüğü ve odun kalitesi açısından oldukça yüksek özellik gösteren *P.taeda* kerestesi ve doğal ormanlardan elde edilmiş *P. brutia* (Kızılçam) kerestesi.....16

**Şekil 1.2** Kızılçam sürgün ve kozalak ve gövde yapısı .....19

**Şekil 1.3** Kızılçam'ın Türkiye'deki genel yayılışı ve ıslah zonları.....20

**Şekil 2.1** Ceyhan döl denemesinin şematik gösterimi ve denemeye ait resimler.....30

**Şekil 3.1** Dip ve 1.3m yüksekliklerinden alınan kesitlerde yıllık halkalar.....42

**Şekil 3.2** Deneme alanlarına göre tohum bahçelerinde genetik ayıklama sonrası elde edilecek genetik kazanç.....53

**Şekil 3.3** Özgül ağırlık ile gövde hacmi için tahmin edilen ıslah değerlerine göre fenotipik, ayıklanmış ve genotipik tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazançlar.....54

**Şekil 3.4** Gövde hacmi ve özgül ağırlık açısından, denemede test edilen ailelerin dağılımı ve her iki karakter açısından ilk ona giren ailelerden elde edilen kazanç.....55



## ÖZET

Uzun vadede Kızılçamda odun hammaddesi üretimini artırmak amacıyla, Ceyhan Orman Fidanlığında altı adet klonal tohum bahçesinden toplanan tohumlarla kurulan 168 üvey kardeş aileli Kızılçam (*Pinus brutia*) döl denemesi kullanılarak, bu türdeki odun özgül ağırlığı, lif boyu ve büyüme karakterlerinin genetik kontrolü çalışılmıştır. Gerekli odun örnekleri denemenin yedinci yaştaki aralama esnasında kesilen ağaçlardan elde edilmiştir. Bu çalışmadaki ulaşılmak istenen ana amaçlar; (1) odun özgül ağırlığı ve büyüme karakterleri açısından test edilen aileler arasındaki farklılıklar ile bu farklılığa ait bileşenlerin araştırılması, (2) özgül ağırlığın kalıtsal özelliği ile büyüme karakteri ve lif uzunluğu ile arasındaki genetik korelasyonların belirlenmesi, (3) fenotipik, ayıklanmış ve genotipik tohum bahçelerinin kurulmasıyla elde edilecek genetik kazancın hesaplanması için özgül ağırlık ve gövde hamisi açısından 168 aileye ait ıslah değerlerinin ortaya konması olarak belirlenmiştir.

Odun özgül ağırlığı açısından 168 aile birbirinden oldukça farklı değerler göstermiştir (0.35 ile 0.44 arasında). Elde edilen bu farklılık tahmin edilen aile ( $0.55 \pm 0,03$ ) ve bireysel ( $0.42 \pm 0,07$ ) kalıtım derecelerinin yüksek değerlere ulaşmasını sağlamıştır. Benzer sonuçlar büyüme karakterlerinde ve lif uzunluğunda da gözlenmiştir. Ancak ilkbahar odunun yaz odununa oranında aileler arasında bir fark ortaya çıkmamıştır. Özgül ağırlık ile büyüme karakterleri arasındaki genetik ve fenotipik korelasyonlar istatistiki olarak anlamsızken, lif karakteri özgül ağırlık ile azda olsa negatif, büyüme karakterleriyle ise pozitif bir ilişki göstermiştir.

Yedinci yaştaki tek bir karaktere göre yapılan seleksiyonda kontrol materyaline göre fenotipik tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazanç, gövde hacmi için % 8.4 olarak hesaplanırken, bu değer özgül ağırlık açısından oldukça düşük olup (%0.37) istatistiki olarak anlamsızdır. Her bir tohum bahçesinde 20 klon bırakılacak şekilde bir genetik ayıklama yapılması sonucunda tohum bahçelerinden elde edilecek genetik kazanç ise gövde hacmi için % 16.1 ve özgül ağırlık içinde %1.7 olarak tahmin edilmiştir. ıslah değerlerine göre bir ve ikinci seri denemelerde en yüksek ıslah değerine sahip 30 klonla kurulacak genotipik tohum bahçelerinden elde edilecek

genetik kazanç, gövde hacminde % 35, özgül ağırlıkta %5.2 ve lif boyu içinse %12 olarak bulunmuştur. Özgül ağırlık ile büyüme karakterleri arasında genetik ve fenotipik bir ilişkini olmaması her iki karakter açısından da bir seleksiyon yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Her iki karakter açısından en yüksek 10 ailenin seçilmesiyle elde edilen genetik kazanç gövde hacmi için % 27.7 iken özgül ağırlık için % 5.6 olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Pinus brutia*, Odun Özgül Ağırlığı, Döl Denemeleri, Kalıtım Derecesi, Genetik ve Fenotipik Korelasyonlar, Genetik Kazanç

## ABSTRACT

In long term, to increase wood production in Turkish red pine (*Pinus brutia*), genetic control of wood specific gravity (WSG), fiber length and growth traits was investigated. Open pollinated Ceyhan progeny trial, which was established with the seeds collected from 168 clones originated from six clonal Turkish red pine seed orchards was used to realize this investigation. 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 specific gravity (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 ( $0.42 \pm 0.07$ ) and family mean ( $0.55 \pm 0.03$ ) heritabilities. Family differences and high heritabilities were also observed for all growth traits and fiber length. 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. On the other hand, although the same correlation was negative for wood specific gravity and fiber length, a positive genetic correlation between fiber length and growth traits was observed.

Realized genetic gain for single trait selection at age of seven was insignificant (0.37 %) for WSG and 8.4 % for stem volume in phenotypic seed orchards. Average genetic gain in breeding zone after rouging, by leaving the best 20 clones in each seed orchard, reached 1.7 % for WSG and 16.1 % for stem volume. 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, 35 % for stem volume and 12% for fiber length. Multi-trait selection was also proposed in this

study for the same traits. Selection of best 10 families for the highest WSG and stem volume breeding values produce 5.6 % genetic gain for WSG and 27.7 % genetic gain for stem volume.

**Keywords:** *Pinus brutia*, Wood Specific Gravity, Progeny Test, Heritabilities, Genetic and Phenotypic Correlations, Genetic Gain

# 1-GİRİŞ

## 1.1 Türkiye’de Ormancılık Sektörü

Türkiye’nin 20,2 milyon hektar büyüklüğünde olan orman alanı son yıllardaki ağaçlandırma çalışmalarındaki gelişmeler sonucunda 1999 yılı sonu itibariyle 20.763.247 hektar olarak belirlenmiştir. Bu miktar ülke alanımızın %26,6’sını teşkil etmekte olup, bu alanlar içersinde normal koru ve normal baltalık ormanları 10.027.568 ha. ile Türkiye ormanlık alanının % 48,3’ünü, çok bozuk koru ve çok bozuk baltalık ormanları 10.735.679 ha. ile Türkiye ormanlık alanının %51,7’sini oluşturmaktadır. Yaklaşık % 25’i ağaçlandırma ile verimli hale getirilmesi mümkün görülen ormanlarımızın 3,5 milyon hektarı aynı zamanda orman üstü ve orman içi mera niteliğindedir. (ANONİM, 2001)

Ülkemizde kişi başına düşen orman alanı 0,34 ha olup, gelişmiş ülkelere ve dünya ortalamasına göre oldukça düşük bir düzeydedir. Kişi başına düşen orman alanı miktarı Amerika’da 1,13 ha, Finlandiya’da 4,2 ha, Norveç’te 2 ha, İsveç’te 3,1, Yunanistan’da 0,92, tüm Avrupa’da 1,4 ha ve Dünya’da ise 0,6 hektardır. Kişi başına düşen verimli orman alanı ise çok daha düşük değerlerde olup (0,15ha), Dünya (0,64 ha) ve Avrupa (0,26 ha) ortalamalarının altında kalmaktadır. (DANCHEV ve ark, 2005).

Orman alanlarımız üzerindeki mevcut toplam ağaç serveti 1,3 milyar m<sup>3</sup> olmasına rağmen hektar başına düşen ortalama hacim miktarı (56 m<sup>3</sup>/ha) ve yıllık odun artımı, tahribata uğramış verimsiz ve bozuk orman alanlarımızın büyüklüğü nedeniyle diğer ülkelere nazaran oldukça düşük seviyelerdedir. Ormanlarımızın yıllık artımı ise 1,4 m<sup>3</sup>/yıl/ha civarındadır olup bu değer Almanya için 5,63, Fransa için 4,15, Yunanistan için 2,05 m<sup>3</sup>/yıl/ha. dır.Yıllık toplam cari odun artımı, 36,4 milyon m<sup>3</sup>, öngörülen eta ise 17,2 milyon m<sup>3</sup> civarındadır (ANONİM, 2006).

Orman alanlarımızın tahribatı yanında, mülkiyet durumu da orman alanlarının yönetilmesi açısından sorunlar doğurmaktadır. Ülkemiz ormanlarının hemen hemen

tümü ( % 99,987 ) devlet ormanı olup, bu oran Kanada da %94, Yeni Zelanda da %79, İrlanda da %77.3, Yunanistan da %73,5 devlete ait iken, ABD’de %71,7, AB de %61,1 özel sektöre ait bulunmaktadır. Devlet ormanları dışında mülkiyeti özel şahıslara ait orman alanları toplam ormanların % 1’inden az bir alan kaplamakta olup bu alanlardan üretilen odun miktarı çok mütevazı seviyelerdedir.

Ülkemizde son yıllarda yapılan ağaçlandırma çalışmaları sayesinde verimli orman alanlarındaki artışa rağmen, bozuk ve verimsiz karakteri ağır basan ormanlarımızın büyüklüğü, yeterli miktarda ve kalitede odun üretilmemesine, böylece Türkiye’de artan nüfusa bağlı olarak orman ürünlerine olan talebin karşılanamamasına sebep olmaktadır. Çizelge 1.1’ den anlaşılacağı üzere Türkiye’de yıllık 5,5 milyon m<sup>3</sup>’ün üzerinde bir arz açığı söz konusudur (ANONİM, 2001). Bu durum kayıt dışı ve kaçak kesimlerin artmasına böylece mevcut durumu zaten bozuk olan ormanlarımızın daha da çok verimsizleşmesine sebep olmaktadır. Bunun yanında odun açığının yıllık ortalama 1,5 milyon m<sup>3</sup>’ü ithalatla karşılanmakta, böylece ülke ekonomisine önemli yükler getirmektedir. Arz açığının ortaya çıkmasına yol açan faktörlerin başında, üretimin azlığının yanında istenilen kalitede odun üretilmemesi gelmektedir. Türkiye’de toplam kerestelik odun üretiminde en üst kaliteyi oluşturan I. ve II. sınıf tomrukların oranı sadece % 4’tür (ÖZTÜRK, 2004)

**Çizelge 1.1** 1996 ve 2004 yılları itibari ile Türkiye’de üretilen ve tüketilen ve ithal edilen endüstriyel odun miktarları

X1000	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>ÜRETİM</b>	<b>26 042</b>	<b>24 598</b>	<b>23 935</b>	<b>23 796</b>	<b>23 440</b>	<b>22 425</b>	<b>23 607</b>	<b>22 605</b>	<b>23 478</b>
<b>OGM</b>	15 331	13 992	13 444	13 446	13 225	12 461	13 695	13 182	14 343
<b>İllegal</b>	6 312	6 110	5 915	5 725	5 475	5 213	4 950	4 650	4 350
<b>Özel Sektör</b>	4 399	4 495	4 577	4 625	4 740	4 751	4 762	4 773	4 785
<b>TÜKETİM</b>	<b>26 948</b>	<b>25 641</b>	<b>25 146</b>	<b>25 389</b>	<b>25 911</b>	<b>23 521</b>	<b>24 900</b>	<b>24 050</b>	<b>25 106</b>
<b>İthalat</b>	1170	1099	1 271	1 500	1 880	1 068	1 490	1 448	2 103

Ülkemizde odun dışı ürünlere talebin artması, ormanların çevresel ve kolektif fonksiyonlarının ön plana çıkması üretim amaçlı orman alanlarında daralmaya sebep olmaktadır. Ancak bu daralmaya karşın, kaliteli oduna olan ihtiyaç her geçen gün

artmaktadır. Bu durum verimli orman varlığı yönünden sınırlı olan ülke ormanlarının bir an önce geliştirilmesi ve genişletilmesini stratejik hale getirmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar ise verimliliğin ve kalitenin artırılmasında en etkili ve maliyeti en düşük çalışmaların genetik ağaç ıslahı çalışmaları olduğunu göstermektedir.

## **1.2 Genetik Islah Çalışmalarından Elde Edilen Kazanç:**

Ormancılık alanında, ağaç ıslahı çalışmalarına yapılan yatırımlar ve ıslah edilmiş genetik materyallerle tesis edilen ağaçlandırma alanları, son 50 yıl içerisinde dünyadaki odun ihtiyacının karşılanması açısından oldukça önemli bir paya sahiptir. Dünya üzerindeki plantasyonların orman alanlarına oranı sadece %5 olmasına karşın, bu alanlardan üretilen odun miktarı dünya ihtiyacının %35' ini karşılamaktadır (FRA, 2000). Türkiye'de yaklaşık 200.000 ha alanı kaplayan ve büyük çoğunluğu kavak türleri ile (160.000 ha) tesis edilmiş bulunan özel sektöre ait hızlı gelişen tür ağaçlandırmaları ise toplam odun üretim ve arzı içinde önemli bir katkı payına (%12) sahiptir. Devlet kredi desteği ile özel sektörde tesis edilen ve özellikle son yıllarda önemli bir artış göstermekte olan diğer tür (çoğunlukla ibreli) ağaçlandırmaları 32.000 ha civarında olduğu tahmin edilmektedir (ANONİM, 2006). Ancak yinede tesis edilen ağaçlandırma sahaları diğer ülkelere göre oldukça düşük seviyelerde kalmaktadır. Bugün Yeni Zelanda, Brezilya ve Şili de odun ihtiyacının sırasıyla %99'u, %62' si ve %83'ü doğal ormanlar yerine bu tür ağaçlandırma sahalarından karşılanmaktadır (FRA, 2000).

Dünyada ağaç ıslah çalışmalarının en yoğun uygulandığı ülkelerin başında Amerika gelmektedir. Amerika'da *P. taeda* ve *Pinus elliotti* genetik ıslah çalışmaları 1950'lerde başlamış ve bugün dünyada ulaşılan en üst seviye olan üçüncü jenerasyona ulaşılmıştır. Her yıl ortalama, genetik olarak ıslah edilmiş 1,2 milyar *P taeda* ve *P. elliotti* fidanı kullanılarak 450.000 hektar alan ağaçlandırılmaktadır. Bu ağaçlandırma sahaları toplam orman alanının % 15'ine karşılık gelmesine rağmen ülkenin % 50'lik dünyanın ise %15-20'lik odun ihtiyacını karşılamaktadır (FAO, 2001). *Pinus taeda*'da birinci kuşak genotipik tohum bahçelerinden üretilen tohumlardan yetiştirilen fidanlarla yapılan plantasyon alanlarında, idare süresi sonundaki (kesim çağında) odun hacmi, ıslah edilmemiş materyale kıyasla % 13–21 daha fazladır. İkinci kuşak tohum bahçelerinde ise bu kazanç oranı % 26-35'e çıkmaktadır (LI ve ark, 1999).

Odun üretimindeki verim artışının yanında, gövde düzgünlüğü gibi odun kalitesini etkileyen karakterlerin ıslah edilmesi yoluyla sağlanan ekonomik kazanç, bunun çok daha üzerindedir. ıslah edilmiş ağaçlarla kurulan plantasyonlardan elde edilen kereste ile verimliliği düşük doğal ormanlardan elde edilen kereste arasında büyük kalite farkı bulunmaktadır (Şekil 1.1).



**Şekil 1.1.** Genetik olarak ıslah edilmiş, gövde düzgünlüğü ve odun kalitesi açısından oldukça yüksek özellik gösteren *P.taeda* kerestesi ve doğal ormanlardan elde edilmiş *P. brutia* (Kızılçam) kerestesi

Kalitatif ve kantitatif verim artışından başka, ağaç ıslahı çalışmalarıyla çeşitli hastalıklara, kuraklığa ya da soğuğa karşı dayanıklılığın artırılması da sağlanmaktadır. *Pinus taeda*'da pas mantarı (*fusiform rust*) zararları, genetik yolla ıslah edilmiş materyal kullanımı ile % 50 oranında azaltılabilmekte ve böylelikle odun üretimindeki kayıpların önüne geçilebilmektedir (LI ve ark, 1999). Hızlı gelişen tropik çam türlerinde, yalnız % 10 oranında genetik kazanç sağlanan ıslah edilmiş materyalle yıllık 1000 ha plantasyon kurulması halinde, her 1000 hektara 600.000 USD ilave kar elde edilebileceği öne sürülmektedir (WILLAN, 1988).



### 1.3 Türkiye’de Ağaç Islahı Çalışmaları

Türkiye’de ilk ağaç ıslahı çalışmalarına 1960 yılında tohum transfer ve ıslah bölgelerinin belirlenmesiyle başlanmıştır (ATALAY, 1998). Bunu takiben, 27 türde 338 adet 46.086 hektarlık mevcut koşullar altında istenilen karakterler bakımından üstün özelliklere sahip ağaçların bulunduğu, belirli bir coğrafik bölgede yer alan ve tohum üretimi için özel bir yönetim ve işletmeye tabi tutulan meşcereler belirlenmiştir. Bu meşcereler içerisinde fenotipik özelliklerine göre (büyüme hızı, gövde düzgünlüğü, dallanma özellikleri vb.) 9 türde 7316 adet üstün (plus) ağaç seçimi yapılmıştır. Aşılama ve klonlama teknikleriyle bu plus ağaçlardan 8 tür için toplam 169 adet 1163 hektarlık tohum bahçesi alanı tesis edilmiştir. Ancak tohum bahçelerinden elde edilecek kazancın artırılması için tohum bahçelerinde bulunan ve fenotipik özellikleri dikkate alınarak seçilen klonların genetik yapılarının yapılacak döl denemeleriyle belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle döl denemesi çalışmalarına ağırlık verilerek, bu çalışmalardan elde edilen veriler ışığında mevcut tohum bahçeleri genetik ayıklamaya tabi tutulmalı ve böylece genetik olarak yeterli olmayan bireyler bu bahçelerden uzaklaştırılmalıdır. Ancak bugün Türkiye’deki mevcut tohum bahçelerinin tamamı ilk jenerasyonda olup şimdiye kadar herhangi bir genetik ayıklamaya tabi tutulmamışlardır. Döl denemeleri tesisine 1994 yılında “Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı”nın hazırlanmasıyla birlikte büyük bir hız verilmiştir. Bu programda ekonomik ve biyolojik özelliklerine göre 5 ağaç türü yoğun ıslah çalışmaları için belirlenmiştir(KOSKİ and ANTOLA, 1993). Ancak, yayılış alanının büyüklüğü, odununun kullanım alanlarının çeşitliliği, ağaçlandırma potansiyeli, erken çiçeklenme yaşı ve genetik çeşitliliğinin yüksek oluşu gibi özellikleri nedeniyle en önemli öncelik kızılçama (*Pinus brutia*) verilmiştir( ÖZTÜRK ve ŞIKLAR, 2000).

### 1.4 Kızılçam’ın Genetik Islah Çalışmaları Açısından Özellikleri

Genetik ıslah çalışmalarına konu olacak türlerin seçiminde dikkat edilecek unsurların başında türün yayılış alanının büyüklüğü gelir (NAMKOONG ve ark., 1980). Çünkü bir türün toplumun orman ürün ve hizmetlerine olan ihtiyacını karşılamadaki payı, türün yayılış alanı ile doğru orantılıdır. Kızılçam Türkiye Orman Envanteri verilerine

göre 4,2 milyon ha. alan ile ülkemizde en geniş yayılış alanına sahip türlerin başında gelmektedir (ANONİM, 2006). Toplam ormanlık alanın % 20'si kızılçam ormanları ile kaplıdır.

Genetik ıslah çalışmalarına konu olacak türlerin seçiminde ikinci temel kıstas, gençleştirme materyaline (tohum ya da fidan) olan ihtiyaçtır. Yaygın olarak yapay yolla gençleştirilen türler ile plantasyon ormancılığına konu olan türler için gençleştirme materyali ihtiyacı fazladır. Kızılçam Türkiye'de ağaçlandırmalarda en yaygın olarak kullanılan türdür. Ayrıca kızılçam doğal gençleştirme çalışmalarında bile çoğu zaman tohum takviyesi yapılmaktadır. Türkiye'de yapılan ağaçlandırmalarda kızılçamın payı % 40'a yaklaşmaktadır (GÜNAY ve TACENUR, 1993). Ormancılık Ana Planına göre kızılçamın potansiyel ağaçlandırma alanı 2,2 milyon ha'dır. Kızılçamın ağaçlandırma potansiyelinin yüksek olması, genetik ıslah çalışmalarının daha düşük maliyetle gerçekleşmesi açısından da önemli bir özelliktir (ANONİM 1988). WILLAN (1988), 100 ha/yıl ağaçlandırma için ıslah edilmiş tohumun maliyeti 212 US \$/ha iken, 10.000 ha/yıl ağaçlandırma yapılması halinde bunun 33,8 US \$/ha'a düştüğünü bildirmektedir.

Kızılçam odunu kağıt endüstrisi bakımından elverişli özellikler taşımaktadır (BEKTAŞ ve ark., 1999). Ara hâsılat ürünleri bile teknolojik bakımdan kâğıt endüstrisi için uygun özelliklere sahiptir (GÖKSEL ve ÖZDEN, 1993). Türkiye'de doğal çam türleri arasında özgül ağırlığı en yüksek olan tür kızılçamdır (ERTEN ve ÖNAL, 1987). Saf kızılçam odunu kullanılarak üretilen yonga levhalardan iyi sonuçlar elde edilmiştir (GÖKER ve ark., 1993). Kereste olarak yüksek miktarlarda talep görmekte, ambalaj sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır (GÖKSEL ve ÖZDEN, 1993). Odununun çok çeşitli kullanım alanlarına uygun olması nedeniyle kızılçam tesis değeri yüksek olan bir türdür (ÜRGENÇ, 1998).

Kısa idare süreleri ile işletilen türlerde genetik ıslah çalışmalarının etkinliği yüksek olmaktadır (RISBRUDT ve McDONALD, 1986). Bu açıdan bakıldığında, kızılçam hızlı gelişen orman ağaçları arasında yer alan bir türdür. Doğal ormanlarda idare süresi sonunda genel ortalama artımı birinci bonitet alanlarda 10 m<sup>3</sup> iken, ağaçlandırma sahalarında bu miktar 15 m<sup>3</sup> civarına ulaşmaktadır (USTA, 1991; ERKAN, 1996). Bu

özelliği nedeniyle, kızılçam Türkiye'nin ibreli orman ağacı türleri arasında en kısa idare süresi ile işletilebilmektedir. Doğal kızılçam ormanlarında idare süresi, bonitete bağlı olarak 40-60 yıldır, kızılçam plantasyonlarında ise bunun 25-35 yıl olacağı ifade edilmektedir (USTA, 1991).

Islah çalışmaları, seleksiyon (seçme) ve eşleştirme (çaprazlama) olmak üzere iki temel işlemlle sürdürülen çalışmalardır. Kuşaklar arası geçiş süresi bu iki çalışma için gerekli süreye bağlıdır. Eğer bir türün çiçeklenmeye başladığı yaş, optimal seleksiyon yaşından daha büyük ise, seçilen genotipler arasında çaprazlama yapmak için beklenilmek zorunda kalınır. Bu halde ıslah programının süresi uzar ve birim sürede elde edilecek kazanç azalır. Bu nedenle orman ağaçları için çiçeklenme



**Şekil 1.2** Kızılçam sürgün ve kozalak ve gövde yapısı (<http://www.arbolesornamentales.com/Pinusbrutia.htm>)

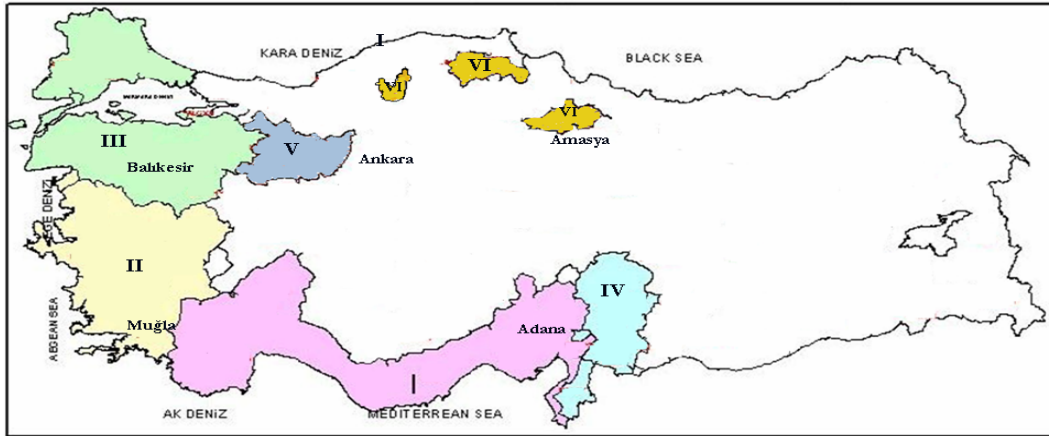
yaşı ıslah çalışmalarının etkinliği açısından önemlidir. Kızılçam Türkiye'deki doğal çam türleri arasında en erken çiçeklenen türdür, 2. yaştan itibaren çiçeklenmektedir (SELİK, 1963). Çiçeklenme özelliği ile de kızılçam ıslah çalışmalarının efektif olarak yürütüleceği bir tür olarak dikkat çekmektedir.

Islah çalışmalarında başarılı olabilmenin ön şartlarından biri de türdeki genetik çeşitliliktir (NAMKOONG ve ark. 1988). Tüm yukarıda açıklanan özellikler uygun olsa bile, eğer türde genetik çeşitlilik (varyasyon) az ise, genetik ıslah çalışmaları ile sağlanacak kazanç (genetik kazanç) sınırlı olacaktır. Yapılan moleküler genetik çalışmalar, ortak bahçe çalışmaları ve orijin denemeleri kızılçamın yüksek bir genetik çeşitliliğe sahip olduğunu göstermektedir. Çok sayıda morfolojik karakterde yapılan gözlemlerde moleküler genetik çalışmalara paralel sonuç vermiştir. Kızılçamda gerek popülasyonlar arası, gerekse popülasyon içi genetik çeşitlilik, genetik ıslah

çalışmalarıyla önemli miktarda genetik kazanç elde edilebileceğini göstermektedir (IŞIK, 1986; KAYA ve IŞIK, 1997; IŞIK, 1998; IŞIK ve IŞIK, 1999; IŞIK ve ark., 1999; IŞIK ve KARA, 1997, GÜLBABA ve ÖZKURT, 2001).

### 1.5 Kızılçamda Genetik İslah Çalışmaları

Kızılçam için genetik ıslah çalışmaları, milli ağaç ıslahı programının hazırlanmasını takiben ıslah zonlarının ortaya çıkarılmasıyla başlamıştır. Ülkemizde çok farklı ekolojik bölgelerde yayılış gösterdiğinden, kızılçamın doğal yayılışı alanları, ana iklim ve değişen çevre koşullarına dayanarak önce 6 ana ıslah zonuna, daha sonra ana ıslah zonlarındaki rakımsal dağılım dikkate alınarak alt ıslah zonlarına ayrılmıştır (şekil 1.2) (ATALAY,1998). Kızılçam ıslah çalışmalarının başlangıcından günümüze kadar yaklaşık 78 tohum meşçeresi (12.000 ha.) belirlenmiş, bu meşçereleden yaklaşık 2450 plus ağacın fenotipik özelliklerine göre seçimi yapılmıştır.



ISLAH ZONU		YÜKSELTİ ARALIĞI		YÜKSEKLİK
I	AKDENİZ	1.1	ALÇAK	0-400
		1.2	ORTA	401-800
		1.3	YÜKSEK	801-1200
II	EGE	2.1	ALÇAK	0-400
		2.2	ORTA	401-800
III	MARMARA	3.1	ALÇAK	200-600
IV	AMANOS DAĞLARI	4.2	ORTA	401-800
V	DOĞU ANADOLU	5.2	ORTA	300-800
VI	KARADENİZ	6.1	ALÇAK	0-500

Şekil 1.3 Kızılçam'ın Türkiye'deki genel yayılışı ve ıslah zonları (ALAN, 2006)

Bu ağaçlardan alınan aşı kalemleriyle 63 adet (450 ha.) klonal tohum bahçesinin tesisi tamamlanmıştır. Böylelikle fenotipik değerlerine göre seçilen genotiplerden; ucuz, kolay ve daha bol miktarlarda tohum üretilmeye başlanmıştır. 2002 yılı sonuna kadar yaklaşık 603.000 hektarlık alan kızılçam ile ağaçlandırılmış, bu ağaçlandırma için gerekli tohumların büyük kısmı bahsedilen tohum meşçeresi ve klonal tohum bahçelerinden toplanmıştır. Türkiye’de kızılçam genetik ıslah çalışmaları uzun yıllar tohum bahçeleri düzeyinde kalmış olup tamamı ilk generasyon düzeyindedir ve henüz genetik ayıklamalar uygulanmamıştır (İÇGEN, 2002). Oysa bir ıslah çalışmasından en yüksek genetik kazancın elde edilmesi fenotipik olarak seçilen bireylerin genotipik değerlerinin bilinmesiyle ve böylelikle genotipi kötü bireylerin elenmesiyle mümkün olmaktadır. Bunu sağlamanın tek yolu ise genetik test tipi olan döl denemelerinin kurulmasıdır. Bu kapsamda, Kızılçam için bugüne kadar 5 ıslah zonunda 25 adet döl denemesinin kurulumu tamamlanmıştır (ALAN, 2006). 2005 yılı itibariyle bu döl denemelerinin aralama yaşı geldiğinden tohum bahçeleri ve seçilen plus ağaçların genotipik değerlerinin belirlenmesi için gerekli bilgiler elde edilmeye başlanmıştır.

Islah programlarındaki en önemli aşamalardan biriside seleksiyon yapılacak karakter yada karakterlerin belirlenmesidir. Dünyada uygulanan orman ağaçları genetik ıslah programlarında büyüme hızı ve gövde düzgünlüğü dışında, ıslahçıların üzerinde hemfikir olduğu yegâne karakter odun özgül ağırlığıdır. Bu nedenle kızılçam ıslah programında başlıca seleksiyon karakteri olarak odun yoğunluğu seçilmiştir.

## **1.6 Odun Özgül Ağırlığı (Odun Yoğunluğu) ve Lif Uzunluğunun Ağaç Islahındaki Yeri ve Önemi**

Ormancılık literatüründe oldukça geniş yer kaplayan odun yoğunluğu, odunun yaş haldeki birim hacimdeki 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 (SARANPAA, 2003). Çoğu zaman odun yoğunluğu, özgül ağırlık

(specific gravity) ile aynı olduğu düşünölmekte, çok sayıda yayında odun yoğunluğu çalışmaları, odun özgöl ağırlığına göre yapılmaktadır. Odunun özgöl ağırlığı odun yoğunluğunun +4° C'de saf suyun yoğunluğuna oranıdır ve bu nedenle birimsizdir (ZOBEL ve TALBERT, 1984). +4° C'de saf suyun yoğunluğunun 1 gr/cm<sup>3</sup> olması nedeniyle matematiksel olarak odun yoğunluğu ile odun özgöl ağırlığı aynı değere gelmektedir.

Odun özgöl ağırlığı esasen odun hücre çeperlerinin yoğunluğunun bir ölçüsü olarak da ele alınmaktadır. İbrelili ağaçların gövde odununda hücre çeperinin kimyasal yapısına bakıldığında, en bol bulunan maddenin  $\alpha$ -sellüloz olduğu ve hücre çeperinin %40-50'sini teşkil ettiği, %20-25'inin hemisellüloz ve %15-35'ininde ligninden olduğu bildirilmektedir (SARANPAA, 2003). Oranlar arasındaki farklılıklar esasen türe göre değişmektedir. Örneğin; Avrupa ladininde hücre çeperinin %48.1'i sellüloz, %21.2'si hemisellüloz ve %28.9'unun da ligninden olduğu bildirilmektedir.(ŞAHİN, 2002). İbrelili ağaçlarda selülozun yoğunluğunun 1556.5 kg/m<sup>3</sup>, hemisellülozun yoğunluğu 1622 kg/m<sup>3</sup> (BEALL, 1972) ve Avrupa ladininde lignin yoğunluğunun da 1347 kg/m<sup>3</sup> olduğu rapor edilmektedir. Bu halde Avrupa ladininde hücre çeperi yoğunluğunun hesaplanabilmekte ve yaklaşık olarak 1509 kg/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Gövde odununda hücre çeperi yoğunluğunun oldukça sabit olduğu ve büyüme hızına göre değişmediği bildirilmektedir (SARANPAA, 2003). Bu durumda, odun özgöl ağırlığının gövdenin çeşitli yüksekliklerinde, aynı yükseklikte farklı yıllık halkalarda, hatta aynı yıllık halka içinde değişimine neden olan faktörler incelenmelidir.

Odun özgöl ağırlığına etki eden temel faktörler, esasen hücre çeperi kalınlığı, lümen genişliği ve odun içeriğindeki çıkarılabilir madde miktarıdır. Bunlar içinde radyal hücre çapı ile yaz odunu hücre çeperinin kalınlığı odun özgöl ağırlığına en fazla etki eden unsurlardır (WIMMER, 1995). Sözü edilen bu faktörler açısından ele alındığında, odun özgöl ağırlığının tek ağacın gövde odununda aynı yıllık halka içinde farklılık gösterdiği bilinmektedir. am türlerinde tomurcukların patlaması ile kambiyum faaliyeti de başlamakta, böylece sürgün ve yeni oluşan ibrelerin uzaması sürecinde geniş lümenli ve ince çeperli hücreler meydana gelmektedir (LARSON ve ark, 2001). Yıllık halka içinde üretilen bu tip hücrelerin oluşturduğu 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 ve buna da yaz odunu adı verilmektedir. İlbahar odunu ile yaz odunu oluşumu topraktaki yararlanabilir 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, 1969; GORDON ve LARSEN, 1970).

Yaz odunu miktarı ibreli ağaçlarda odun özgül ağırlığının tahmininde kullanılan en iyi belirleyicilerin başında gelmektedir (WIMMER, 1995). Örneğin, adi Douglas'ta odun özgül ağırlığındaki varyasyonun % 60'ının yaz odunu miktarı ile açıklanmaktadır (de DEKORT ve ark., 1991). Benzer şekilde, sarıçamda odun özgül ağırlığı varyasyonunun %73'ünde de ışınal 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 erken yaşlarda ve henüz tepe kapalılığın oluşmadığı, gövdenin tümüyle yeşil taçla ile kaplı olduğu dönemde oldukça düşük bir oranda gövdenin en alt kesimlerinde üretilmeye başlamaktadır. Ağaç uzaması ile birlikte, gövdede doğal budanma meydana gelmekte, böylece yaz odunu oranının yüksek olduğu gövde kısmı, gövdenin üst kısımlarına doğru kaymaktadır. Bu da bir ağaçta odun özgül ağırlığının, farklı gövde yüksekliklerinde değişiklik göstermesine neden olmaktadır. Aynı yıllık halka içinde meydana gelen olaylar yanında ağacın büyüme hızı, yaşı ve kalıtsal özellikleri de odun özgül ağırlığı üzerinde etkili olmaktadır (ZOBEL ve JETT, 1995). Büyüme hızı üzerinde etkili bonitetde odun özgül ağırlığında farklılıkların bir diğer kaynağıdır. Büyüme hızı ile odun özgül ağırlığı arasında genelde negatif bir ilişki bulunmakta, büyüme hızı arttıkça odun özgül ağırlığı azalmaktadır (BOZKURT ve ERDİN, 2000; BELONGER ,1998). Ormanda yapılan aralama, sık dikim aralıkları, gübreleme vb

insan etkileri de odun özgül ağırlığında değişmeye neden olabilmektedir (LARSON ve ark., 2001).

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

Odun özgül ağırlığındaki varyasyonun temel kaynaklarından birisi de genetik farklılıklardır. Aynı türün popülasyonları ve popülasyon içinde bireyler arasında odun özgül ağırlığı bakımından önemli farklılıkların olduğunu ortaya koymuştur (ZOBEL ve JETT, 1995). Yürütülen genetik çalışmalar odun özgül ağırlığın yüksek derecede genetik kontrol altında olduğunu göstermektedir. (BARNES ve ark., 1994; CORNELIUS, 1994; BIRKS ve BARNES, 1991, LOO, 1984). Çamlar için yayımlanmış odun özgül ağırlığı bireysel kalıtım dereceleri 0.40–0.80 arasındadır. Oysa çap, boy, gövde hacmi gibi büyümeye ilişkin karakterler için bu değer 0.15-0.25 arasında değişmektedir (SHELBOURNE ve ark., 1997). Bu özellik özgül ağırlık açısından büyüme karakterlerine oranla daha fazla kazanç sağlanabileceğini göstermektedir. Odun özgül ağırlığının ıslah çalışmaları açısından bir diğer önemli özelliği de büyüme karakterlerinin aksine, genotip-çevre etkileşiminin olmaması ya da çok düşük



değerlerde bulunmasıdır. JETT ve ark. (1991) Loblloly çamında, 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 özgül ağırlığı 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 özgül ağırlığının Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı'nda ıslah edilecek karakterler arasına alınması akılcı olacaktır.

Odun özgül ağırlığı odunun temel direnç özellikleri ile olduğu kadar kağıt üretimi ve kalitesiyle, odunun makinalerde işlenmesiyle, tutkallama ve çok sayıda son ürünün özellikleri ile yakından ilişkilidir (GÖKER ve DÜNDAR, 1999; ZOBEL ve JETT, 1995, PEARSON ve GILMORE, 1980; BLAIR ve ark, 1976). HARRIS (1970), odun özgül ağırlığının veya yaz odunu oranının artırılmasıyla birim odundan üretilen kağıt miktarının arttığını ve kağıdın yırtılma direncinde iyileşme olduğunu bildirmektedir. BLAIR ve ark. (1976) odun özgül ağırlığının artırılmasıyla kağıt üretiminde ve kağıt yırtılma direncinde %10'luk bir artış sağlanacağını bildirmektedirler. Odun özgül ağırlığı çok sayıda kullanımla ilişkili olduğu kadar, kendisi de odundaki çok sayıdaki 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 karakterdir (NYLINDER, 1965). Bahsedilen bu özelliklerin her birinin kendine has kalıtsallıkları bulunmaktadır. Bu nedenle bu özelliklerin bir bileşkesi olarak nitelendirebileceğimiz odun özgül ağırlığı genetik ıslah çalışmalarında üzerinde en fazla çalışılan karakterdir. Bunun nedeni; hem belirtilen bu özellikler ile yüksek ilişkiye sahip olması (VARGAS and ADAMS, 1994) hem de diğerlerine göre ölçülmesi en kolay olanı olmasıdır (ZOBEL ve JETT, 1995).

Trake (lif) uzunluğu, odun özgül ağırlığından sonra en çok araştırılan karakterlerden birisidir. Lif uzunluğu özellikle kağıt kalitesinde lifler arası bağların güçlü olmasına ve böylece yırtılma mukavemetine sağladığı katkı nedeniyle kağıt ve kağıt hamuru üretiminde önemli bir yere sahiptir. Uzun, dar ve ince çeper kalınlığına sahip lifli odun,

kağıt hamurunun mekaniksel ve kimyasal kalitesi açısından en tercih edilen özelliktir. Ayrıca lif uzunluğunun hücre çeperine oranı esnekliğin indeksi olarak da kabul edilmektedir (SMOOK, 1992) . Lif uzunluğunu belirleyen ve varyasyona sebep olan en önemli faktörlerin başında kambiyum hücrelerinin boyu ve bu hücrelerin bölünme sıklığı gelmektedir. Kambiyum hücreleri “anticlinal” bir bölünme geçirdiğinden oluşan yeni yavru hücreler ana hücrenin yarısı kadardır. Bu bölünmeyi takiben, hücreler uzayarak ortalama lif boyuna ulaşmaktadırlar. Ancak büyümenin hızlı olduğu zamanlarda iki kambiyal bölünme arası kısaldığından oluşan yeni hücreler ortalama boy uzunluğuna erişmeden tekrar bir bölünme geçirmektedir. Bu nedenle oluşan hücreler çok daha kısa olmaktadır (BELONGER, 1998). Bir türde bireyler arasındaki lif uzunluğunun da görülen farklılığın en temel nedeni bu iki bölünme arasındaki zaman miktarıdır. Büyümenin hızlı olduğu ilkbahar döneminde kambiyum hücreleri çok daha sık bölünme geçirdiğinden bu dönemde oluşan ilkbahar odun lifleri, yaz odununa göre çok daha kısadır. Lif uzunluğu, odun özgül ağırlığından farklı olarak, genç odundan olgun oduna geçiş yılını takiben oldukça hızlı bir artış göstermekte ve zaman içerisinde bu artış sürekli olarak devam etmektedir (MEGRAW, 1985). Odun özgül ağırlığındaki artış ise çok daha yavaş olup, olgun odunda bir zaman sonra sabit bir düzeye ulaşmaktadır. Ortalama lif uzunluğunda rapor edilen kalıtım dereceleri bu karakterin ortalama düzeyde genetik kontrol altında olduğunu göstermiştir. Ancak sahip olduğu varyasyon ve 0.01 ile 0.97 arasında rapor edilen kalıtım dereceleri ile lif uzunluğundan elde edilecek genetik kazancın üst seviyelerde olabileceğini göstermektedir (ZOBEL ve JETT, 1995). Bu karakterde yapılacak iyileştirmeler hem kağıt ve kağıt hamuru kalitesindeki artışın yanında Kızılçam da hızlı büyüyen bireylerin belirlenmesine de ışık tutacaktır.

### **1.7 Amaç**

Odun özgül ağırlığının ağaç seleksiyon için temel karakter olarak belirlenmesinin en önemli nedeni, temel direnç özellikleri ile olduğu kadar kâğıt üretimi ve kalitesiyle, odunun makinelerde işlenmesiyle, tutkallama ve çok sayıda son ürünün özellikleri ile yakından ilişkili olmasıdır. Odun özgül ağırlığına göre yapılan seleksiyon, ileride odunun kullanım alanlarında olabilecek değişikliklere karşı esneklik sağlaması açısından da önemlidir. Yürütülen genetik çalışmalar odun özgül ağırlığının yüksek derecede genetik kontrol altında olduğunu, ayrıca büyüme karakterlerinin aksine

genotip çevre etkileşiminin odun özgül ağırlığı üzerinde çok az etki yarattığını göstermiştir.

Bu çalışmayla, Kızılçam ıslah programı için, odun özgül ağırlığının kalıtsallığının ve bu karakterinin erken yaşlarda ıslahı ile sağlanabilecek genetik kazancın belirlenmesi, buna göre mevcut Kızılçam ıslahının yönlendirilmesi ve etkinleştirilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca odun özgül ağırlığının gerek büyüme, gerekse lif boyu karakterleriyle olan genotipik ve fenotipik ilişkisi araştırılarak bu karakterlerin seleksiyondan nasıl etkilenecekleri belirlenecektir. Bu projenin tamamlanması ile elde edilen veriler kızılçam genetik ıslah programında yer alan Akdeniz Bölgesi Alçak Rakım Islah Populasyonundaki ebeveyn ağaçların ıslah değerlerini belirlemede kullanılacak, böylece yapılacak seleksiyonda kağıt endüstrisi için verimliliği ve odun kalite değerleri yüksek genotiplerin geliştirmesi mümkün olacaktır.

## 2. Materyal-Method

Akdeniz Bölgesi Alçak (0-400m) Yükselti Kuşağı Kızılçam Islah Zonu Döl Denemeleri iki seri halinde tesis edilmiştir. Birinci seri denemelerin tesisi için 1996 yılında her biri ayrı orijinden gelen altı klonal tohum bahçesindeki 168 klondan kozalak toplanmıştır. Bunlardan elde edilen tohumlarla üretilen fidanlarla Fethiye(1A), Antalya(1B) ve Ceyhan(1C)'de 1998 yılı Şubat ve Mart ayında birinci seri döl denemelerinin tesisi tamamlanmıştır. İkinci seri döl denemeleri ise 1998 yılında orijinal plus ağaçlardan toplanan tohumlardan elde edilen fidanlarla yine Fethiye(2A), Antalya(2B) ve Ceyhan(2C)'da 1999 yılında tesis edilmiştir. (Çizelge 2.1). Buna ilave olarak denemelerle karşılaştırma sağlamak için altı tohum meşçeresinden toplanan tohumlar kontrol materyali olarak tüm denemelere dâhil edilmiştir.

**Çizelge 2.1** Akdeniz Bölgesi Alçak Rakım (0-400) Islah Zonu Döl Denemelerinde kullanılan materyallere ait bilgiler (ÖZTÜRK ve ark., 2004).

	Birinci Seri (1997)			İkinci Seri (1998)		
	Fethiye 1A	Antalya 1B	Ceyhan 1C	Fethiye 2A	Antalya 2B	Ceyhan 2C
Aile Sayısı	168	168	168	136	136	136
Kontrol Sayısı	6	6	6	6	6	6
Set Sayısı	4	4	4	4	4	4
Set içindeki Aile Say.	42	42	42	36	35	35
Alt-bloklama Tipi	B*	B*	R**	B*	B*	B*
Blok Sayısı	15	25	7	15	8	7

Denemelerde kullanılan tohum bahçeleri ve orijinlerine ait bilgiler Çizelge 2.2'de gösterilmiştir (ÖZTÜRK ve ark., 2004). 1998 yılında tesisi tamamlanan birinci seri döl denemeleri 2005 yılı itibari ile aralama yapılacak aşamaya ulaşmıştır. İlk aralama Ceyhan döl denemesine uygulandığından, bu çalışma için gerekli olan örnekler denemenin aralanma işlemi esnasında kesilen ağaçlardan elde edilmiştir. Denemelerde çevresel varyansı azaltmak için *rastlantı blokları deneme* deseni kullanılmıştır. Ceyhan döl denemesinde diğerlerinin aksine R tipi (set içinde

bloklama) alt bloklama yöntemi uygulanmıştır. Bu düzenleme ile tüm deneme materyali belirli ailelerden oluşan sabit bloklara, her blok ise sabit setlere bölünmüştür. Her bir set içine kontrol materyallerinin tümü dahil edilmiştir (ÖZTÜRK ve ark., 2004).

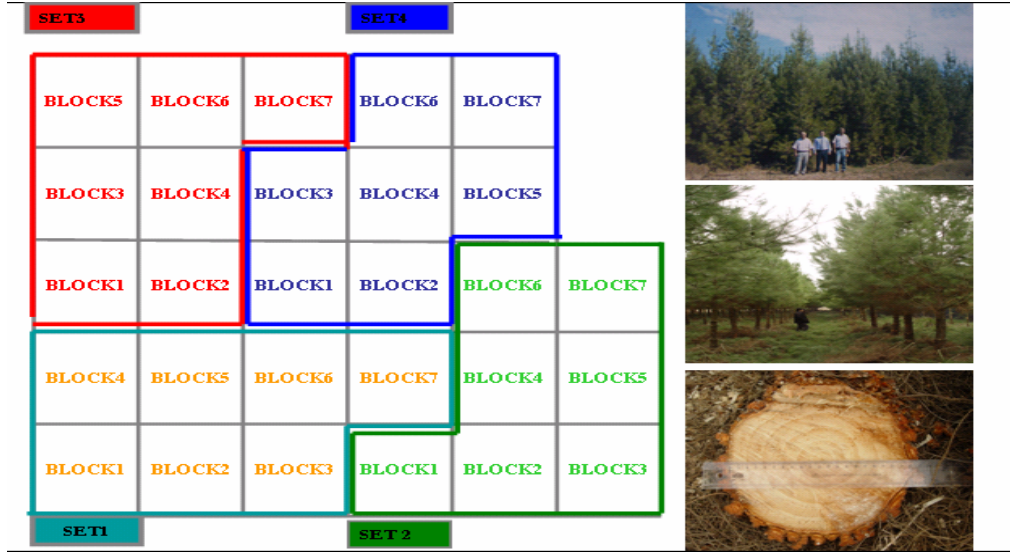
**Çizelge 2.2** Döl denemelerinde kullanılan bireylerin ait olduğu tohum bahçeleri ile bu bahçelerin orijinlerine ait bilgiler.

Tohum Bahçesi						
No	3	4	5	7	11	16
Klon sayısı	24	35	29	30	25	25
Ramet Sayısı	857	1032	927	516	1200	2710
Kurulum Yılı	1977	1977	1978	1978	1982	1984
Tohum Bahçelerinin Orjini						
Meşcere no	21	32	37	25	39	45
İli	K.maraş	Mersin	Antalya	Mersin	Antalya	Antalya
İlçesi	Antakya	Silifke	Alanya	Anamur	Kumluca	Antalya
Yöresi	Uluçınar	Akdere	Kargı	Gökçesu	Kumluca	Kemer
Yaş	76	57	83	97	80	63
Rakım	385	100	350	400	250	320
Enlem	36° 21'K	36° 13'K	36° 36'K	36° 11'K	36° 26'K	36° 35'K
Boylam	30° 57'D	33° 42'D	31° 57'D	32° 45'D	30° 15'D	30° 28'D
Ortalama	19.7	18.8	18.1	19.3	18.4	18.4
Yıllık Yağış (mm)	740.7	611.6	1000.3	970.2	933.3	1043

## 2.1 Örneklerin Toplanması

Ceyhan döl denemesinde (R tip deneme deseni, Şekil 2.1) altı farklı tohum bahçesinden toplanan 168 aileye ek olarak, kontrol amacıyla tohum meşcerelerinden elde edilen 6 adet aile test edilmiştir. Parsel düzenlemesi 4 ağaçlı sıra şeklindedir, dolayısıyla her bir aile denemde toplam 28 ağaçla temsil edilmiştir. Denemenin tarımsal araziye kurulması ağaçların gelişmesini hızlandırmış ve ağaçlar arası dikim aralığının 2x3 m olması nedeni ile ağaçlar arası mücadele diğer döl denemelerine göre daha erken başlamıştır. Bu nedenle 2005 yılında sistematik aralama yapılması

gereği duyulmuştur. Mart 2005 yılında yapılan bu sistematik aralama ile mevcut bireylerin %50'si olan 2436 (168 aile +6 kontrol x 14 birey) adet ağaç denemeden çıkarılmıştır. Ağaçların kesilmesi sırasında her ağacın boyu ve göğüs boyu çapı (1.30 m.de çapı) ölçülmüş, ayrıca kuzey yönü işaretlenerek 10 cm kalınlığında gövde diskleri alınmıştır.



**Şekil 2.1:** Ceyhan döl denemesinin şematik gösterimi ve denemeye ait resimler.

Buna ek olarak odun özgül ağırlığının ağacın çeşitli yüksekliklerinde değişimini gözlemlemek için 4.set ikinci blokta bulunan (Şekil 2.1) 48 aileye ait ağaçlardan üç farklı yaş grubunu temsilen, dip (toprak yüzeyi), 1.30 ve 4. metre yüksekliklerinden kesitler alınmıştır. Belirtilen yüksekliklerden alınan disklerin tamamı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü'ne nakledilmiş ve hangarlarda hava kurusu haline gelinceye kadar yaklaşık üç ay bekletilmiştir. Hava kurusu haline getirilen gövde odunu disklerinden İç Anadolu Araştırma Müdürlüğü, Odun Teknolojisi Laboratuvarı'nda 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. Ayrıca USTA (1991) da bahsedildiği üzere aşağıda gösterilen fonksiyon kullanılarak gövde hacmi bulunmuştur.

$$\text{Gövde Hacmi} = 0,1252 + \text{çap}^{1,676} + \text{boy}^{0,845}$$

## 2.2 Özgül Ağırlığın, Lif Uzunlukları ve Yıllık Halka Boyunun Belirlenmesi

Disklerden çıkarılan örneklerde Odun özgül ağırlığının belirlenmesi de (TSE) 2472 nolu standartta açıklandığı üzere yapılmıştır. Alınan kesitler su doygunluğuna ulaşması için 2 gün boyunca distile su içerisinde bekletilmiştir. Su doygunluğuna ulaşmış kesitlerin önce yaş ağırlıkları ölçülmüş, daha sonra taşan su (**water displacement**) yöntemiyle hacimleri belirlenmiştir. Bu ölçümlerden sonra kesitler fırına konularak  $102 \pm 3$  °C de 2 gün boyunca içeriğinde bulunan suyun tamamen uzaklaştırılması için bekletilmiştir. Fırın kurusu haline gelmiş kesitlerin ağırlıkları ölçülmüş, fırın kurusu ağırlıkları hacme bölünerek özgül ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu şekilde bulunan odun özgül ağırlığı hacim-yoğunluk değeri olarak da isimlendirilmektedir (ÖKTEM, 1987; ÖKTEM ve SÖZEN, 1996; AKYÜZ, 1997; ERTEN ve SÖZEN a,b, 1997).

Lif uzunluğunun odun özgül ağırlığıyla olan ilişkisini anlamak üzere 168 aile odun özgül ağırlıklarına göre sıraya dizilmişlerdir. Daha sonra en yüksek, ortalama ve en küçük odun özgül ağırlığına sahip aileler belirlenmiş, her gruba giren aileler içinden yirmişer aile seçilmiştir. Böylece toplam 60 aile ve 840 bireyle ( $60 \times 14 = 840$ ) Ceyhan döl denemesinde bulunan aileler lif ölçümü açısından örneklendirilmiştir. Ölçümler için gerekli örnekler odun özgül ağırlığını belirlemek üzere kesilen  $2 \times 2 \times 3$  boyutlarındaki kesitlerden elde edilmiştir. Lifler, Schultze'nin ıslatma (maceration) yöntemi kullanılarak serbest hale getirilmiş ve ölçümler yapılmıştır. Schultze yöntemi, gerek odun elemanlarına en az zarar verme açısından gerekse kolay uygulanabilirliği bakımından seçilmiştir. Maserasyon işleminden önce, örnekler kibrit çöpü büyüklüğünde parçacıklara ayrıldıktan sonra elde edilen parçacıklar, beher içine konulup biraz su ilave edildikten sonra nitrik asit ve sodyum kloritle muamele edilmiştir. Bu ortamda ağaç malzeme reaksiyon başlayacak kadar ısıtılıp, ışıktan uzak bir ortamda lifler serbest hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Malzeme beyazlaştıktan sonra manyetik karıştırıcı ile karıştırılarak elemanlar serbest hale getirilmiş, süzme işlemi ile sudan tamamen arındırılarak küçük şişelere depolanmıştır. Ölçme işleminden önce metilen mavi ile boyanan lifler lam ve lamel arasına alınmıştır. Her preparattan en az 30 lifin boyu ölçülerek her bireyin ortalama lif boyu hesaplanmıştır. (ZOBEL ve JETT, 1995; WIMMER, 1995).

Lif uzunluğu ve odun özgül ağırlığı ile birlikte yıllık halkalardaki ilkbahar ve yaz odun miktarlarının tayini için tüm Ceyhan döl denemesinden çıkarılan kuzey yönü işaretlenmiş 10 cm'lik disklerin bir yüzeyinden 2 cm kalınlığında ince kesit alınmıştır. Alınan tüm kesitler zımparalanarak yıllık halkaların belirginleştirilmesi sağlanmıştır. Elde edilen örnekler Tubitak desteği (TOVAG 106O392) sayesinde alınan morfometrik mikroskop sistemiyle ölçülerek kuzey ve güney yönünden sondan üç yıllık halkadaki yaz odunu ve ilkbahar odun miktarlarıyla bunların birbirine oranı belirlenmiştir. Analizlerde yaz odununun ilkbahar odununa oranı kullanılmıştır.

### **2.3 Biyoistatistiksel Analizler:**

Biyoistatistiksel analizlerde yine Tubitak desteği (TOVAG 106O392) ile alınan SAS istatistik paket programı (SAS Statistics, Version 9.1) kullanılmıştır. Veriler analize tabi tutulmadan önce yapılabilecek muhtemel hesap hataları kontrol edilmiş, böylece sıra dışı değerler ayıklanmıştır. Sıra dışı değerlerin oluşumunda etki eden faktörlerden başında, iklimsel ve biyolojik nedenlerle zarar gören fertlerin deneme alanında yer alması olarak gösterilebilir. Diğer bir neden ise ölçme ve kayıt esnasında yapılan kaba hatalardır. Bu nedenle yapılan ayıklamalar ile sıradışı değere sahip bireyler uzaklaştırılmıştır. Sıradışı değerlerin verilerden ayıklanması için % 99 güven aralığı kriter olarak kullanılmıştır.

Yeterince tekerrürü sağlanmış denemelerde aileler arasında, istatistik olarak anlamlı farklılıklar yoksa, ıslahçılar için gerekli diğer parametreleri hesaplamanın haklı bir gerekçesi kalmamaktadır. Bu nedenle her bir deneme alanında F testi ile ailelerin anlamlı farklılıklar gösterip göstermediğini belirlemek için varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. ANOVA için SAS'ın GLM seçeneği kullanılmıştır.

Daha öncede belirtildiği gibi Ceyhan deneme alanında Antalya ve Fethiye deneme alanlarından farklı olarak, *R tipi Deneme Deseni* kullanılmış olup her bir set sanki ayrı bir deneme gibi kurulmuş, bloklar setler içine yerleştirilmiştir. R tipi deneme desenlerinde ailelerin blok içinde farklı mikro koşullarla yüzyüze kalabildiklerini ve setler arasındaki çevresel varyansın yüksek olması halinde bunun genetik varyansa yansıdığını bildirmektedir (Öztürk ve ark., 2004). Bu nedenle seleksiyonda set etkisi



dikkate alınmıştır. Verilen bu bilgiler doğrultusunda varyans ve kovaryans analizlerinde aşağıdaki doğrusal model kullanılmıştır.

Ceyhan 1C deneme alanı (*R tipi desen*, 4 ağaçlı sıra parseli);

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

Bu Modelde;

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

$\mu$ : genel ortalama,

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

$B_{j(i)}$ : *i.* sette *j.* blok etkisi,  $j=1, 2, \dots, b_i$ ,

$F_{k(i)}$ : *i.* setteki *k.* ailenin etkisi,  $k=1, 2, \dots, f_i$ ,

$FB_{jk(i)}$ : aile blok etkileşimi,

$e_{ijkl}$ : deneysel hata.

## 2.4 Genetik Parametrelerin Tahmini

### 2.4.1 Kalıtım Derecelerinin Hesaplanması

i) **Bireysel kalıtım derecesi ( $h_i^2$ ) ve standart hatası**, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$h_i^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_{pi}^2}$$

Bu Formülde

$\sigma_{pi}^2 = \sigma_f^2 + \sigma_{fb}^2 + \sigma_e^2$ : fenotipik varyans

$\sigma_f^2$ : Aile varyansı

$\sigma_{fb}^2$ : aile blok etkileşimi

$\sigma_e^2$ : hata varyansı

$k$ : Döl ve ebeveyn arasındaki genetik kovaryans =  $\frac{1}{4}$

Yarım kardeş ailelerde  $k$ ,  $\frac{1}{4}$  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 ölmektedir (GULBERG ve ark. 1985). 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 düşünülerek, 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, 1998). Kullanılan formül aşağıda gösterilmiştir.

**ii) Bireysel kalıtım standart hatası :( BECKER 1992)**

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

Formülde;

**S.E (h<sup>2</sup><sub>i</sub>)**: bireysel kalıtım derecesinin standart hatasını,

**S.E (σ<sup>2</sup><sub>a</sub>)**: eklemeli genetik varyansın standart hatasını,

**S.E (σ<sup>2</sup><sub>p</sub>)**: fenotipik varyansın standart hatasını göstermektedir.

**S.E (σ<sup>2</sup><sub>a</sub>)** değeri k=1/4 alındığından, 4x S.E (σ<sup>2</sup><sub>f</sub>): olarak hesaplanmıştır.

**iii) Aile ortalamaları kalıtım derecesi, (h<sup>2</sup><sub>f</sub>)**, ise aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$h_f^2 = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_{pfa m}^2}$$

**σ<sup>2</sup><sub>p fam</sub>**= [(σ<sup>2</sup><sub>f</sub> + σ<sup>2</sup><sub>fb</sub>)/(c<sub>1</sub>/c<sub>2</sub>)]+[σ<sup>2</sup><sub>e</sub> /c<sub>1</sub>]<sup>1</sup> olup, aile ortalamaları fenotipik varyansıdır. Burada **c<sub>1</sub>** ve **c<sub>2</sub>** katsayıları sırasıyla SAS Proc GLM ile yapılan analizde

TYPE3 beklenen kareler ortalamasında aile varyansı ve blok aile etkileşimi varyansının katsayılarıdır. Bu değerler Varyans Analizi Tablolarında verilmiştir.

$\sigma_f^2$  : Aile varyansı,  $\sigma_{fb}^2$  : Aile-blok etkileşim varyansı,  $\sigma_e^2$  : Hata varyansı

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 ( $\sigma_f^2$ ) kullanılmıştır.

**2.4.2 Genetik korelasyonlar** (odun hacmi, yükseklik, çap ve özgül ağırlık arasındaki genetik korelasyonlar ) aşağıdaki eşitlikle bulunmuştur (BURDON 1977).

$$\text{Genetic Corr.} [R_g(x,y)] = \frac{\text{Cov}_g(x,y)}{\sqrt{\sigma_{fx}^2 \cdot \sigma_{fy}^2}}$$

Formülde,

$\text{Cov}_{g(x,y)}$ : x ve y karakterleri arasındaki genetik kovaryansı

$\sigma_{fx}^2$ : x karakterine ait genetik varyansı

$\sigma_{fy}^2$ : y karakterine ait genetik varyansı

Genetik korelasyonların standart hataları ise *DELTA yöntemine* göre bulunurken, karakterler arası **fenotipik korelasyonlar** ile bu korelasyona ait standart hata tahminleri BURDON (1977) belirtildiği üzere hesaplanmıştır.

## **2.5 Islah Değerinin (Breeding Value) Tahmini ve Genetik Kazancın Hesaplanması :**

Bu çalışmada ıslah değerinin tahmini hem sabit etkileri hem de rastlantısal genetik etkileri aynı anda hesaplayan, karışık (mixed) model çözümlemesine dayanan Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) yöntemi kullanılmıştır. BLUP ile yapılan ıslah değeri tahminleri sabit ve rastlantısal etkileri en sağlıklı şekilde (unbiased) tahmin etmekte; rastlantısal aile etkilerinin sıralamasının gerçek değere yakın olma olasılığını ve tahmin edilen ıslah değeri ile gerçek ıslah değeri arasındaki korelasyonu maksimize etmektedir. Bu özellikleri ile BLUP ile verilerin çok dengesiz olduğu durumların üstesinden gelinebilmektedir (HENDERSON 1984). BLUP yöntemi

ile her bir aile için tahmin edilen ıslah değeri (BV) aynı zamanda ölçülen karakterin birimi cinsinden genetik kazancın kendisidir (WHITE ve HODGE 1989). Ancak bu kazanç gerçekleşen kazanca denk gelmemektedir. Islah programlarında gerçekleşen genetik kazanç, ıslah edilmiş materyalin ıslah edilmemiş materyalle kıyaslanması yapılarak verilmektedir (ZOBEL ve TALBERT 1984; DHAKAL ve ark. 1996; MATZIRIS 2000). Bu kıyaslamayı sağlamak üzere kontrol materyali sanki ayrı bir aileymiş gibi ıslah değerlerinin tahmini hesaplamalarına katılmıştır. BLUP değerleri ile tahmin edilen ıslah değerlerinin ortalaması sıfır olduğundan, genetik kazancın kontrol materyaline oranı hesaplanamamaktadır. Bunu sağlamak için her bir ailenin tahmin edilen ıslah değerine, denemenin genel ortalama değeri eklenerek mutlak ıslah değeri (MBV) hesaplanmıştır. Genetik kazanç hesaplamaları aşağıda gösterilen formüllerle hesaplanmıştır.

**a) Fenotipik tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazanç (  $\Delta G_{FTB}$  ),**

Fenotipik tohum bahçesi, bir tohum bahçesinin herhangi bir müdahale yapılmadan, ilk kurulduğu andaki içerdiği klonlarla olan durumudur. Bu çalışmada her bir tohum bahçesi farklı klonlarla kurulduğundan, her bir tohum bahçesindeki klonların ıslah değerleri ortalamasının kontrol materyalinden olan farkı, o bahçeden elde edilen genetik kazancı ifade etmektedir. Bu kapsamda bir fenotipik tohum bahçesinden elde edilen genetik kazancın hesabında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\Delta G_{FTB} = \frac{(BV_A - BV_K)}{MBV_K} \cdot 100$$

Formülde;

**BV<sub>a</sub>** : Döl denemesinde test edilen bahçedeki klonların ıslah değeri ortalamasını,

**BV<sub>k</sub>** : Kontrol materyali için hesaplanan ıslah değerini,

**MBV<sub>k</sub>** : Kontrol materyali için hesaplanan mutlak ıslah değerini ifade etmektedir.

Klonların ıslah değerleri ortalaması ile kontrol materyali değeri arasındaki fark, ıslah zonu için fenotipik tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazançtır. Bu çalışma için yukarıdaki formülde  $BV_A$  yerine, 168 ailenin ıslah değerleri ortalaması konularak, ıslah zonu için fenotipik tohum bahçelerinden elde edilen kazanç bulunmuştur.

**b) Ayıklanmış tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazanç (  $\Delta G_{ATB}$  ),**

Fenotipik tohum bahçelerinde ıslah değerleri en yüksek belli sayıda klon bırakılır, diğer klonlar bahçeden uzaklaştırılırsa yapılan bu işleme genetik ayıklama denilmektedir. Bir fenotipik tohum bahçesi genetik ayıklama sonrasında ayıklanmış tohum bahçesi (rogued seed orchard) olarak isimlendirilmektedir. Bu doğrultuda, bir tohum bahçesinde genetik ayıklama sonunda elde edilecek genetik kazanç (  $\Delta G$  ) aşağıdaki formül kullanılarak bulunmuştur.

$$\Delta G_{ATB} = \frac{(BV_{AF} - BV_K)}{MBV_K} \cdot 100$$

Formülde;

**$BV_{AF}$** : Genetik ayıklama sonunda bir tohum bahçesinde kalan klonların ıslah değeri ortalamasıdır. Diğer terimler yukarıda açıklandığı gibidir.

$BV_{AF}$  'nin bulunması için her bir tohum bahçesinde kaç klon kalacağını bilmesi gerekir. Bu çalışmada her tohum bahçesinde 20 klon kalması öngörülmüştür.

**c) Genotipik tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazanç (  $\Delta G_{1.5TB}$  )**

Genotipik tohum bahçesi, bir ıslah zonunda çalışılan tüm klonlar (örneğin bu çalışmada 168) arasından, en iyi ıslah değerine sahip sınırlı sayıda (örneğin 30) klonun seçilmesi ve bunlardan üretilen aşılı fidanlarla yeniden tesis edilen tohum bahçeleridir. Birinci generasyonda kurulan genotipik tohum bahçeleri 1.5 generasyon tohum bahçesi olarak da bilinmektedir (ZOBEL ve TALBERT 1984). Genotipik tohum bahçesinden elde edilecek genetik kazanç (  $\Delta G_{1.5TB}$  ) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\Delta G_{1.5TB} = \frac{(BV_S - BV_K)}{MBV_K} \cdot 100$$

Formülde;

**$BV_S$**  :Islah değeri en yüksek ilk 30 ailenin ıslah değerleri ortalamasıdır.

### 3.Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Karakterlerin Ortalama Değerleri

Deneme alanında özgül ağırlık, lif uzunluğu, çap, gövde hacmi ve boy karakteri bakımından tüm aileler arasındaki farklılıklar  $p<0.001$  olasılık düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 3.1). Ancak tablodan da anlaşılacağı üzere yaz odununun ilkbahar odununa oranında aileler arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Bu durum yıllık halka oluşumlarının tamamen çevresel koşullar sonucu oluştuğunu göstermektedir. Oysa ilkbahar ve yaz odun miktarlarının ayrı ayrı analizlerinde aileler arasındaki farklılık anlamlı düzeydedir. Böyle bir sonucun çıkmasının, incelenen kesitlerde ilkbahar odunundan yaz odununa geçişin çok belirgin olmayışı ve yaz odun miktarının ilkbahar odununa göre oldukça az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Blok aile etkileşimi boy, çap ve hacim için istatistik olarak anlamsız iken, lif boyu, yaz odununun ilkbahar odununa oranı ve odun özgül ağırlığı için istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır.

Deneme alanında ortalama boy 685,2 cm, ortalama çap 11,95 cm ve ortalama gövde hacmi 43,3 dm<sup>3</sup> olmuştur. Buna göre yıllık ortalama boy artımı 94 cm, ortalama çap artımı 1,71 cm ve ortalama hacim artımı 6,9 dm<sup>3</sup>'tür. Elde edilen bu veriler Kızılçamın hızlı büyüyen bir tür olduğunu göstermektedir. Odun özgül ağırlığının belirlenmesi için her ağaçtan kuzey ve güney yönünden alınan kesitlerden elde edilen veriler istatistiksel olarak her iki kesitte odun özgül ağırlığı açısından anlamlı bir farklılığın olmadığını göstermiştir. ÖKTEN ve SÖZEN (1997) de ağacın farklı yönlerinde odun özgül ağırlığının değişmediğini belirtmektedirler. Bu nedenle değerlendirmede kullanılan analizler her iki kesitin ortalaması alınarak yapılmıştır. Ortalama odun özgül ağırlığı 0,438 gr/cm<sup>3</sup> olup, diğer karakterlerle karşılaştırıldığında en düşük varyasyon katsayısı (CV) değerine sahip karakter olmuştur (Çizelge 3.2).

**Çizelge 3.1 Tüm karakterlere ait ANOVA tablosu.**

	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi (DF)	Kareler Ortalaması (MS)	F Value	Prob F
Özgül Ağırlık	Blok x Set	27	0,065**	2,71	<,0001
	Aile	173	0,053**	2,25	<,0001
	Blok x Aile	1082	0,024 <sup>ns</sup>	0,99	0,5671
	Hata	982	0,024		
Hacim	Blok x Set	27	34,6**	30,19	<,0001
	Aile	173	2,7**	2,4	<,0001
	Blok x Aile	1082	1,16*	1,15	0,0142
	Hata	982	1,01		
Çap	Blok x Set	27	93,03**	26,65	<,0001
	Aile	173	8,02**	2,29	<,0001
	Blok x Aile	1082	3,53*	1,16	0,0083
	Hata	982	3,04		
Boy 7, Yaş	Blok x Set	27	175796**	27,49	<,0001
	Aile	173	17070**	2,66	<,0001
	Blok x Aile	1082	6552,6*	1,14	0,013
	Hata	982	5670,1		
Boy 4, Yaş	Blok x Set	24	1080988**	33,12	<,0001
	Aile	173	845255,8**	3,59	<,0001
	Blok x Aile	1082	2036085**	1,38	<,0001
	Hata	982	1359,97		
Lif Uzun,	Blok x Set	27	2949281,9**	1,99	0,00357
	Aile	56	5879683,8**	1,91	0,00047
	Blok x Aile	284	12981031,7 <sup>ns</sup>	0,83	0,92
	Hata	221	54686,92		
Yaz/ İlkbahar Odun Oranı	Blok x Set	27	0,14 <sup>ns</sup>	4,32	0
	Aile	173	0,05 <sup>ns</sup>	0,79	0,84
	Blok x Aile	1082	0,29 <sup>ns</sup>	0,85	0,89
	Hata	982	0,00026		

\* p<0.05'te anlamlı \*\*p<0.01de anlamlı ns: anlamsız

**Çizelge 3.2** Deneme alanında ölçülen karakterine ilişkin bazı fenotipik parametreler

	Ort.	St. Sapma	CV %	Ort. FMİN.	Ort.FMAX
<b>Özgül Ağ.</b>	0,438	0,03	6,7	0,35	0,62
<b>Çap(m)</b>	11,95	2,39	20	5,78	19
<b>Gövde Hac.(dm<sup>3</sup>)</b>	43,3	18,4	42,2	8,8	113
<b>Boy 7. Yaş(m)</b>	685,2	104,5	15,2	322	1014
<b>Boy 4. Yaş(m)</b>	268,6	51,5	19,1	129	431
<b>Lif Boyu(µm)</b>	1933,6	240.1	12.1	1150	2802

Elde edilen bu veriler kızılçamın özgül ağırlık açısından oldukça iyi bir performans sergilediğini göstermiştir. Ancak iğne yapraklılarda ağaç türüne göre değişmekle birlikte genelde büyümenin ilk 5-20 yılı içerisinde üretilen odunun büyük kısmını özgül ağırlık açısından oldukça düşük değerlere sahip genç odun oluşturmaktadır (GÖKER ve DÜNDAR, 1999). İncelenen materyalin çok genç ve üretilen odunun tamamen genç odun özelliklerini göstermesine rağmen hesaplanılan ortalama odun özgül ağırlığı ÖKTEM (1987) değerlerine oldukça yakın bulunmuştur. Bazı türlere ait odun özgül ağırlığı ortalamaları Çizelge 3.3'de gösterilmiştir. Çizelgede görüleceği üzere bu çalışmada elde edilen ortalama odun özgül ağırlığı, genç odun olmasına rağmen Sedir, ve Doğu Ladini ile aynı değerde bulunmuştur.

**Çizelge 3.3** Türkiye’de yetişen bazı türlerin odun özgül ağırlığı ve bu çalışmadaki sonuç ile karşılaştırılması

<b>Ağaç Türleri</b>	<b>Özgül Ağırlık</b>	<b>Kaynak</b>
<i>Abies nordmanniana</i>	0,41	BOZKURT ve ERDİN (2000)
<i>Cedrus libani</i>	0,43	BOZKURT ve ERDİN (2000)
<i>Juniperus foetidissima</i>	0,47	BOZKURT ve ERDİN (2000)
<i>Picea orientalis</i>	0,43	BOZKURT ve ERDİN (2000)
<i>Pinus sylvestris</i>	0,49	BOZKURT ve ERDİN (2000)
<i>Pinus pinea</i>	0,47	ERTEN ve SÖZEN (1997)(a)
<i>Pinus halepensis</i>	0,47	ERTEN VE SÖZEN (1997) (b)
<i>Pinus brutia</i>	0,44	ÖKTEM (1987)
<i>Pinus brutia</i>	0,47	ÖKTEM ve SÖZEN (1996)
<b><i>Pinus brutia</i></b>	<b>0,43</b>	Bu çalışma



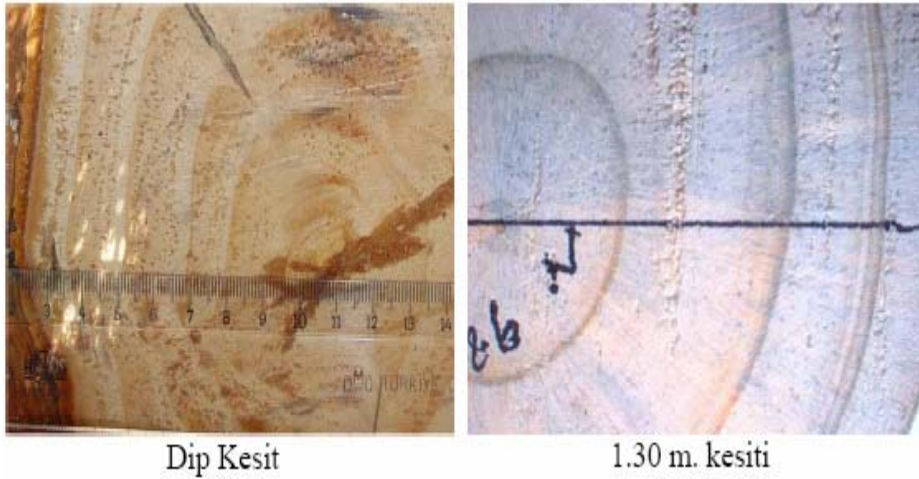
Ayrıca EK –A da yer alan çizelgede Amerika da yetişen ve ıslah programlarının yoğun uygulandığı birçok ağaç türüne ait özgül ağırlık değerlerinin dağılımını göstermektedir. Bu türlerle karşılaştırıldığında da kızılçamın özgül ağırlığı odun özgül ağırlığı yüksek olan türler arasında oldukları göze çarpmaktadır. Ancak bilindiği üzere genç odunun en önemli özelliği yoğunluğu az olan ilkbahar odunun yaz odununa oranla çok daha fazla olmasıdır. Kızılçamda yedinci yaştaki bu oran ortalama olarak %12 gibi oldukça düşük bir değerde bulunmuştur (Çizelge 3.4). Oysa bu oranın olgun odunda % 40-50'lere kadar çıktığı ve bununla beraber odun özgül ağırlığında %20-40 arasında bir artışın olduğu bilinmektedir. Ayrıca özgül ağırlığın türden türe değişmesine rağmen genelde 2,5 mm den daha küçük yıllık halkaya sahip bireylerde en büyük değere ulaştığı, yıllık halkadaki artışla beraber özgül ağırlıkta bir düşüşün gözlemlendiği bildirilmiştir (LARS, 2005). Kızılçamda yedinci yaşta yıllık halkaların ortalama uzunluğu 5,54 mm olarak gözlenmiştir (Çizelge 3.4). Bu sonuçlar ilerleyen yaşlarda olgunluk odunuyla birlikte özgül ağırlık açısından çok daha yüksek değerlere ulaşılacağı tahmin edilmektedir. Nitekim GÖKSEL ve ÖZDEN (1993) yaptıkları çalışmayla bu tezi doğrulamaktadır. Yapılan çalışmada 12. yaşta bulunan 0,413 özgül ağırlık değeri 36. yaşta 0,496'ya yükselmiştir.

**Çizelge 3.4** Yıllık halka uzunluğunun ile ilkbahar ve yaz odunun üç yıl içerisinde gösterdiği değişim

Yıl	2002	2003	2004	Ortalama (mm)
Yıllık Halka Genişliği(mm)	4,09	7,43	5,10	5,54
İlkbahar Odunu(mm)	3,74	6,80	4,25	4,93
Yaz Odunu(mm)	0,35	0,62	0,86	0,61
Yaz- İlkbahar Oranı (%)	9,24	9,15	20,21	12,87

Üç yaşı temsilen 4. set 2. bloktaki her bir ağacın, üç farklı yüksekliğinden (0, 1.30 ve 4 metre) alınan örneklerin incelenmesi sonucu, dip bölgesinden alınan örneklerin diğer yüksekliklere göre özgül ağırlığının ( $0,473 \text{ kg/m}^3$ ) daha fazla olduğu ancak göğüs boyu ( $0,437 \text{ kg/m}^3$ ) ile dördüncü metrelerden ( $0,430 \text{ kg/m}^3$ ) alınan örneklerin özgül ağırlık farklılığının istatistikî olarak ( $p < 0.001$  düzeyinde) olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Bu durum Kızılçam'ın yedinci yaşta genç odundan olgun oduna doğru

dip bölgeden başlayarak bir geçişin başladığını göstermektedir. Olgun odunda yaz ile ilkbahar odunu arasındaki oran genç oduna nazaran daha fazla olup dip bölgesindeki odun özgül ağırlığındaki artış sebebini açıklamaktadır. Nitekim dipten alınan odun örneklerinde ilkbahar ve yaz odunu kolaylıkla ayırt edilebilmekte, yaz odunu katılım payı 1.3 m ve 4m kesitlerine nazaran daha yüksek olmaktadır (Şekil 3.1). Ayrıca çizelge 3.4'te görüleceği üzere 2002 ve 2003 yılında yaz odununun ilkbahar odununa oranı %9,24 ile %9,15 olmasına karşın, aynı değer 2004 yılı içerisinde ani bir yükselişle % 20 ulaşmıştır. Yıllık halkadaki bu ani değişimlerin genelde genç odundan olgun oduna geçişte rastlandığı bildirilmektedir. Ancak yaz odunundaki bu değişim iklimsel faktörlere bağlı olduğundan bu sonuca varabilmek için yedinci yaştan sonraki değişimlerinde gözlenmesi gerekmektedir. Ancak yinede elde edilen veriler olgun oduna geçişin Kızılcım'da yedinci yaştan itibaren başladığını işaret etmektedir.



**Şekil 3.1** Dip ve 1.3m yüksekliklerinden alınan kesitlerde yıllık halkalar

Genç odun gerek kimyasal kompozisyonu gerekse anatomik, fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri açısından doğal bir büyüme kusuru olarak değerlendirilmektedir. Bu oluşum, özellikle genç yaştaki ağaç gövdelerinin endüstriyel olarak değerlendirilmesinde, gerek işleme karakteristikleri ve gerekse son kullanım yerlerindeki davranış özellikleri bakımından bir takım problemlere sebep olmakta odunun kullanım değerini büyük oranda sınırlamaktadır (GÖKER ve DÜNDAR, 1999). Örneğin genç odundaki yüksek lignin oranı, lignini çözüp uzaklaştırarak odun liflerini ayıran kimyasal kağıt hamur üretimi için çok düşük kağıt verimi ile sonuçlanır. Ayrıca lignini uzaklaştırmak için daha fazla kimyasal madde tüketimi, üretim

maliyetlerinde %10'a varan artışı da beraberinde getirmektedir (GÖKSEL ve ÖZDEN, 1993). Kızılcâmın yedinci yaştan itibaren genç odundan olgun oduna geçmeye başlaması hızlı büyüme özelliğine sahip bu tür için önemli avantajlar sunmaktadır. Çünkü, plantasyonlarda 25-30 yıllık idare süresine sahip bu türde elde edilecek odundaki genç odun miktarı bu özellik sayesinde oldukça düşük olacaktır. Ayrıca özgül ağırlık açısından en iyi ağaçlardan toplanan tohumlarla yapılacak plantasyonlarda genç odunun odun özgül ağırlığı ve kalitesi açısından önemli iyileştirmeler sağlanabilecektir. Bu özellikler açısından Kızılcâm'ın ıslah çalışmalarında öncelikli tür olarak belirlenmesinin oldukça isabetli bir yaklaşım olduğu görülmektedir.

Kızılcâmın yedinci yaştaki ortalama lif uzunluğu (1,9mm) diğer türlerle karşılaştırıldığında ortalama değerlerin altında kalmaktadır. Türden türe değişmekle birlikte lif uzunluğu iğne yapraklılarda ortalama 3 ile 5 mm arasında kabul edilmektedir. Ancak çam türleri için verilen ortalama değerler bu çalışmada bulunan lif uzunluğu değerleriyle uyumludur. Çamlarda lif uzunluğunun 1.3 ile 4.5 arasında değiştiği bildirilmiştir (BOZKURT ve ERDİN, 2000). Lif uzunluğunu etkileyen en önemli etken odun özgül ağırlığında olduğu gibi genç odunun varlığıdır. Genç odundaki yaz odun miktarının azlığı (%12) ortalama lif boyunun da kısa olmasına sebep olmaktadır. Çünkü hızlı büyümeyle birlikte oluşan ilkbahar odununda, lifler yeteri kadar büyümeden tekrar bölünme geçirmektedir böylece oluşan lifler yaz odununa göre oldukça kısa olmaktadır (BELONGER, 1998). Ayrıca yine odun özgül ağırlığında olduğu gibi lif uzunluğunda da genç odundan olgun oduna geçişle birlikte kambiyum hücre boyutlarında hızlı bir artışın gözlemlendiği ve kambiyum hücrelerinin yaşlanmasıyla birlikte hücre boyutlarının sabit kaldığı bildirilmektedir. Bu nedenle Kızılcâmda ilerleyen yaşlarda kağıt üretimi için oldukça önemli olan lif boyunun yüksek değerlere ulaşacağı tahmin edilmektedir.

### **3.2 Genetik parametreler**

Tüm genetik parametreler ve kalıtım dereceleri karşılaştırma amacıyla odun özgül ağırlığı ve lif boyu ile birlikte büyüme karakterleri ( çap, boy gövde hacmi ) içinde hesaplanmıştır. Deneme alanında, lif boyu, odun özgül ağırlığı, boy, çap ve hacim

için bulunan parametreler Çizelge 3.5’de gösterilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği üzere büyüme karakterlerinde set ve blok varyansının toplam varyans içindeki payı %40’in üzerinde iken, odun özgül ağırlığı ve lif boyu için bu değer oldukça küçüktür(%3-5). Bu sonuç çevresel faktörlerin bu iki karakter üzerinde diğer büyüme karakterleri kadar varyasyona neden olmadığını ve bu karakterlerin ağaçlarda daha çok genetik yapıya bağlı olduğunu göstermektedir.

Aile varyansının toplam varyans içindeki oranı odun özgül ağırlığı için %10,1, yedinci yaştaki boy için %7,7, dördüncü yaştaki boy için çap için%8,3, çap için %5,8, gövde hacmi için %6,0 ve lif uzunluğu içinse % 10,1 olarak hesaplanmıştır. Bu değer CORNELIUS (1994)’un odun özgül ağırlığı için bulduğu ortalama değer (%5,34) biraz üzerindedir. İncelenen karakterler arasında eklemeli genetik varyansın toplam varyans içindeki payı odun özgül ağırlığı ve lif uzunluğu için diğer boy, çap ve hacim karakterlerinden daha yüksek bulunmuştur. Buna karşılık eklemeli genetik varyansın değişkenlik katsayısı ( $CV_{ga}$ ) boy, çap ve hacim karakterlerinden oldukça düşüktür. CORNELIUS (1994) de toplam 32 yayından aldığı derlemesinde odun özgül ağırlığında eklemeli genetik değişkenlik katsayısının diğer morfolojik ve büyümeye ilişkin karakterlerden düşük olduğunu bildirmektedir. Genetik varyansın toplam varyans içindeki payının çap, boy ve hacim karakterlerinden daha yüksek olmasına karşılık, genetik değişkenlik katsayısının bu karakterlerde daha düşük çıkmasının nedeni, odun özgül ağırlığı fenotipik varyansının diğer karakterlerden düşük olmasıdır (Bak Çizelge 3.2).

Odun özgül ağırlığı için bireysel kalıtım derecesi  $0.42\pm 0.08$  ve aile ortalamaları kalıtım derecesi ise  $0.58\pm 0.05$  olarak tahmin edilmiştir. 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. Kızılçam’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 özgül ağırlığı için 0.14 ile 0.26 arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. ROSERNBERG ve CAHALAN (1997) ise *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 için bireysel kalıtım derecesi  $0.40 \pm 0.08$ , ağaç boyu (7.yaş) için  $0.56 \pm 0.05$ , hacim için  $0.58 \pm 0.05$  ve lif içinse  $0,42 \pm 0,12$  olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere bakıldığında boy karakteri hariç, odun özgül ağırlığına ilişkin bireysel ve aile ortalamaları-kalıtım derecesi çap ve gövde hacmi karakteri için bulunan değerlere oldukça yakın olup lif uzunluğu ile aynı değerde olduğu görülmektedir. Ağaç boyu için bulunan bireysel kalıtım derecesi 4. yaşta bulunan kalıtım derecesi ile oldukça uyumludur (ÖZTÜRK ve ark, 2004).

Bu değerler kızılcamda yedinci yaşta ölçülen odun ve büyüme karakterlerinin yüksek derecede genetik kontrol altında olduğunu göstermektedir. Aile ortalamaları kalıtım derecesinde de benzer şekilde odun özgül ağırlığı ile çap ve gövde hacmi karakterleri arasında paralellik olduğu belirlenmiştir. Ayrıca aile ortalamaları-kalıtım dereceleri de oldukça yüksek değerlere sahip olup, kızılcam ıslah programında hem aile hemde bireysel düzeyde yapılacak seleksiyonla önemli ölçüde kazanç elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Ancak elde edilen bu genetik parametreler, özellikle eklemeli genetik varyans ( $\sigma_a^2$ ), 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-evre etkileşimi varyansını da içermektedir. Genotip-evre etkileşimi varyansının sıfırdan büyük olması halinde, eklemeli genetik varyans olduğundan daha yüksek olarak 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 özgül ağırlığında genotip-evre etkileşimi varyansının büyüklüğü ıslah programları açısından önemlidir. Bu nedenle, diğer kızılcam dl denemelerindeki verilerden yararlanarak odun özgül ağırlığı için genotip-evre etkileşiminin ortaya konması yararlı olacaktır

**Çizelge 3.5** Karakterler için hesaplanan varyans bileşenleri, bunların toplam varyans içindeki oranları ve bazı genetik parametreler

	Özgül Ağırlık			Gövde Hacmi			Çap			Boy 7.Yaş			Boy 4. Yaş			Lif Uzunluğu		
	Ort.	± SD	%	Ort.	± SD	%	Ort.	± SD	%	Ort.	± SD	%	Ort.	± SD	%	Ort.	± SD	%
$\sigma^2_s$	0,00043	0,00051	1,6 ns	0,473	0,4532	21,3**	1,205	1,162	19,3**	2605	248,7	20,9**	403,3	156,3	13,6**	876,8	1557	1,45ns
$\sigma^2_b$	0,00055	0,00026	2,0**	0,533	0,1588	24**	1,398	0,419	22,4**	2807	839,3	22,5**	639,9	182,1	21,6**	2190	1168	4,2**
$\sigma^2_f$	0,00274	0,00054	10,1**	0,132	0,0261	6,0**	0,361	0,075	5,8**	964,6	170,0	7,7**	245,6	122,0	8,33**	6131	1933	10,1**
$\sigma^2_{fb}$	0,00076	0,00084	2,8 ns	0,095	0,0389	4,3*	0,304	0,118	4,9*	444,7	219,5	3,6**	225,6	134,5	7,65**	0,00	0,00	0ns
$\sigma^2_e$	0,02722	0,00106	83,5	0,987	0,0461	44,4	2,969	0,139	47,6	5666	264,6	45,3*	1436	245,4	48,6	50960	2759	84,71
$\sigma^2_t$	0,03170			2,220			6,237			12487,3			3072			60160		
$\sigma^2_a$	0,01096	0,00217	40,3	0,529	0,1047	23,8	1,446	0,300	23,2	3858	680,0	30	984	160,0	33,3	24520	7733	40,76
$\sigma^2_{pi}$	0,02624	0,00089		1,215	0,0417		3,635	0,124		7075	250,3		1908	172,5		57090	3189	
$\sigma^2_{pfam}$	0,00474	0,00053		0,227	0,0257		0,651	0,073		1499	168,0		403	188,3		10310	1921	
$CV_{ga}$	4.53			9.05			10.05			11.30			12.40			5.53		
$h^2_i \pm S,E$	0,42± 0,07			0,40± 0,08			0,40±0,08			0,55±0,09			0,52±0,08			0,42±0,12		
$h^2_f \pm S,E$	0,58± 0,05			0,58±0,05			0,56±0,05			0,64±0,04			0,61±0,05			0,59±0,08		

$\sigma^2_s$ : Set varyansı,  $\sigma^2_b$ : Blokset varyansı,  $\sigma^2_f$ : Aile varyansı,  $\sigma^2_t$ : Toplam varyans ,  $\sigma^2_a$ : Eklemeli Genetik Varyans ( $4 \sigma^2_f$ ) ,  $\sigma^2_{pi}$ : Fenotipik varyans,  $\sigma^2_{pfam}$ : Aile ortalamaları fenotipik varyansı,  $h^2_i$ :Bireysel kalıtım,  $h^2_f$ : Aile kalıtımı,  $S,E$  :Standard Hata, \* önemli  $p<0,05$ , \*\*:Önemli at  $p<0,01$ , ns: önemsiz,

Ayrıca optimal seleksiyon yaşının belirlenmesi için yapılacak analizler için gerekli parametrelerin başında kalıtım derecesinin yaşa göre değişimi gelmektedir (JOHNSON ve ark. ,1997). IŞIK ve ark. (1999). tarafından yapılan bir çalışmada Kızılçamda boy karakteri açısından bireysel kalıtım derecesinin 10., 13. ve 17. yaşlarda değişmediği, bu durumda 17. yaşa kadar beklenilmeden, 10. yaşta seleksiyon yapılmasıyla birim sürede elde edilecek genetik kazancın daha yüksek olacağını işaret etmektedir. Yapılan bu çalışmada ise boy karakterinin 4. ve 8. yaşlardaki kalıtım derecelerinde yüksek bir değişim gözlenmemektedir. Bu sonuçlar 10. yaşın uygun bir seleksiyon yaşı olabileceğini ancak gerek büyüme karakterleri gerekse özgül ağırlık ve lif boyu açısından çalışmaya konu olan Ceyhan döl denemesiyle birlikte diğer döl denemelerinde periyodik ölçmelerle kalıtım derecesinin gelişim seyrinin ortaya konulması, buna bağlı olarak en uygun seleksiyon yaşının belirlenmesi ıslah programına yön verilmesi açısından gerekli görülmektedir.

### 3.3 Karakterler Arasındaki Korelasyonlar

Islah çalışmalarında birden fazla karakterin ıslah edilmesi gelecekte oluşacak taleplere karşılık verilebilmesi açısından son derece önemlidir. Bu durumda 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 (ZOBEL ve TALBERT,1984)

ZOBEL ve JETT (1995) tarafından yapılan bir incelemede 38 yayın taranmış ve büyüme karakterleriyle özgül ağırlık arasındaki genetik ilişkiler özetlenmiştir. Bu çalışmaya göre *Picea spp* ve *Abies spp* gibi birçok türde büyüme hızıyla özgül ağırlık arasında negatif bir ilişki gözlenmiştir, fakat özellikle sert odunlu çamlarda (**hard pines**) aynı karakterler arasında çok küçük ya da istatistikî olarak anlamsız ilişkiler gözlenmiştir. Fenotipik düzeyde ise ZOBEL ve BUJITENEN (1982) yaptıkları çalışmada aynı karakterler arasında negatif ve pozitif ilişkilerin rapor edildiğini bilmişlerdir. 59 makalenin özetlendiği çalışmada özellikle sert odunlu çamlardan 35'inde büyüme hızıyla özgül ağırlık arasında herhangi bir ilişkiye rastlanmazken, 9 unda çok küçük oranda 11 inde ise hızlı büyümeyle birlikte özgül ağırlıkta büyük

düşüşler gözlenmiştir. Hızlı büyüyen sadece 4 türde özgül ağırlığın büyüme hızıyla birlikte yüksek değerlere ulaştığı saptanmıştır.

Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş olup Çizelge 3.6'da kızılçamın karakterler arası genetik ve fenotipik ilişkileri gösterilmiştir. Odun özgül ağırlığı ile 7.yaş ağaç boyu, çap ve gövde hacmi karakterleri arasında genetik ilişkilerin istatistik olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Yalnız 4. yaş ağaç boyu ile odun özgül ağırlığı arasındaki negatif genetik ilişki, anlamlı ve  $-0.21 \pm 0.04$  olarak hesaplanmıştır. (Çizelge 3.6). Benzer şekilde HANNRUP ve ark (2001), Sarıçamda 2 ile 33 yaş arasında dörder yıllık halka genişliği ile odun özgül ağırlığı arasında negatif yönde bir ilişki olmasına rağmen, ağaç boyu karakteri ile genetik ve fenotipik korelasyonları sıfıra yakın bulmuşlardır. Bunun yanında büyüme karakterleri arasında gerek fenotipik gerekse genetik olarak oldukça yüksek korelasyonların olduğu gözlemlenmiştir.

**Çizelge 3.6.** Fenotipik (alt diyagonal) ve genetik korelasyonları(üst diyagonal) ile standart hataları (*parantez içinde*)

	Çap	Boy 7. Yaş	Boy 4. Yaş	Gövde Hac.	Özgül Ağır.	Lif Uzun.
Çap		0,69 (0,02)	0,81 (0,01)	0,96 (0,003)	0,00 (0,04)	0,25 (0,22)
Boy 7.Yaş	0,76		0,85 (0,01)	0,86 (0,01)	-0,03 (0,05)	0,37 (0,20)
Boy 4. Yaş	0,77	0,80		0,86 (0,01)	-0,21 (0,04)	0,31 (0,20)
Gövde Hac.	0,97	0,85	0,80		0,01 (0,04)	0,32 (0,21)
Özgül Ağır.	-0,15	-0,11	-0,17	-0,13		-0,17 (0,24)
Lif Uzunluğu	0,23	0,28	0,25	0,25	-0,16	
Yaz/İlkbahar Odun Oranı	-0,31	-0,26	-0,31	-0,30	0,02	

Bu sonuçlar kızılçamda özgül ağırlık ile diğer karakterler arasında herhangi bir genetik bağı olmadığını, özgül ağırlık açısından uygun yaşta yapılacak bir



seleksiyonun çap, boy ya da gövde hacmi açısından herhangi bir kayba neden olmayacağını göstermiştir. Bunun yanında büyüme karakterlerinin herhangi birisine göre yapılacak seleksiyonun dolaylı olarak diğer tüm karakterler açısından pozitif sonuçlanacağı da söylenebilmektedir. Ancak hemen belirtmek gerekir ki 7. yaşta denemede üretilen odun hala genç odundur. Olgun odun ile genç odun özellikleri birbirinden farklı olduğundan odun özgül ağırlıklarının da ileride farklılaşması beklenebilir. Dolayısıyla, bu çalışmada elde edilen parametreler ve odun özgül ağırlığı ile diğer karakterler arasındaki ilişkiler değişebilir. İleriki yaşlarda bu ilişkilerin tekrar değerlendirilmesi yararlı olacaktır. Ancak, çoğu çalışmada gençlik odunu özgül ağırlığı ile olgun odun özgül ağırlığı arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Örneğin, *Pinus taeda*'da genç odun özgül ağırlığı ile olgun odun özgül ağırlığı arasındaki genetik korelasyonun 0,88 olduğu bildirilmektedir (JETT ve TALBERT, 1982).

Ancak Kızılçam'da ergin odun özgül ağırlığı ile genç odun özgül ağırlığı arasında genetik ilişki hakkında henüz yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle ileri yaşlarda bu döl denemelerinde değerlendirmelerin tekrarlanması, genç odun özgül ağırlığı ile ergin odun özgül ağırlığı 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 özgül ağırlığı bakımında yüksek değerlere sahip genotiplerin erken seçimi mümkün olacaktır.

Lif uzunluğunun beklenildiği gibi büyüme karakterleriyle pozitif bir ilişki göstermesine rağmen odun özgül ağırlığı ile zayıf ve negatif bir fenotipik ve genotipik korelasyon göstermiştir. Lif uzunluğu yaz odunun içerisinde maksimum değerlerine ulaşmaktadır. Ancak alınan örneklerde ilkbahar odununun çok geniş olması ve yaz odun miktarının düşük olması lif boyu ile odun özgül ağırlığı arasındaki korelasyonun negatif çıkmasının sebebi olabilir. Çünkü yaz odunu miktarı arttıkça hem odun özgül ağırlığında hem de lif boyunda bir artışın gözlemlendiği bugüne kadarki yapılan birçok çalışmada rapor edilmiştir (BOZKURT ve ERDİN, 2000). Ancak bu çalışmada ölçülen lif boyu çoğunlukla ilkbahar odunundan elde edilen bir veri olduğundan odun özgül

ağırlığı ile negatif bir korelasyon göstermesi normaldir. Bu sonuç yaz odununun ilkbahar odununa oranı ile odun özgül ağırlığı arasındaki korelasyonlarla da desteklenmektedir. Yaz odun miktarıyla odun özgül ağırlığı arasında pozitif ve yüksek bir korelasyon beklenirken bu oran bu çalışmada sıfıra (0,02) yakın bulunmuştur.

### 3.4 Tahmin edilen ıslah değerleri ve seleksiyonla sağlanacak genetik kazanç

Pek çok türün genetik ıslah programlarında olduğu gibi, orman ağaçları genetik ıslah programlarında da döl denemeleri ıslah çalışmalarının en kritik aşamalarından birini teşkil etmektedir. Çünkü vejetatif olarak kitlesel üretimin sorunlu olduğu türlerde, seleksiyonda temel alınan unsur ıslah değeridir ve ıslah değeri ancak döl denemeleri ile tahmin edilebilmektedir. Adayların ıslah değerlerinin bilinmesi, denemelerde yer alan genotiplerden en iyilerini belirleyerek tohum üretimi için gerekli populasyonların oluşturulmasına imkan vermektedir. Böylece yapılan seleksiyonun etkinliği ile genetik kazanç maksimize edilebilmektedir. Bu kapsamda denemede yer alan tüm ailelerin ıslah değerleri özgül ağırlık ile birlikte çap ve yükseklik değerlerine göre hesaplanan gövde hacmine ( $V: 0,1252+d^{1,676}+h^{0,845}$  (USTA,1991)) göre hesaplanarak Ek-B ve Ek- C de gösterilmiştir. Bu çalışmada genetik kazanç ıslah edilmemiş materyalle kıyaslanarak verildiğinden, denemelerde yer alan kontrol materyallerinin tümü sanki bir aile imiş gibi ele alınmış ve genetik kazanç tahminleri kontrol materyaline göre hesaplanmıştır.

Odun özgül ağırlığı için en yüksek ıslah değeri  $0,034 \text{ gr/cm}^3$ , en düşük ıslah değeri –  $0,037 \text{ gr/cm}^3$  olarak bulunmuştur. Tahmin edilen ıslah değeri ile gerçek ıslah değeri arasındaki korelasyon ( $Corr(g,\hat{g})$ ) ortalama 0.73'tür. ıslah değerlerine göre yapılan sıralamada kontrol materyali  $0,4325 \text{ gr/cm}^3$  lük ıslah değeri ile 99. sırada yer almıştır. Bu kontrol materyalinin ortalamadan düşük bir değerde olduğunu göstermektedir. Bununla beraber seçilen plus ağaçların ortalamaları bir grup, kontrol materyali diğer bir grup olmak üzere yapılan karşılaştırmada seçilmiş plus ağaçlar ile kontrol materyali arasındaki farklılık anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 3.7). Bu odun özgül ağırlığı tüm tohum bahçelerinden üretilen tohumların bir tohum üretim partisi yapılması halinde odun özgül ağırlığı bakımından kazanç sağlanamadığını

göstermektedir. Bununla beraber tek tek tohum bahçelerine bakıldığında odun özgül ağırlığı bakımından tohum bahçeleri ortalamaları anlamlı farklılıklar göstermektedir.

**Çizelge 3.7** Odun özgül ağırlığı bakımından istatistik olarak anlamlı farklılık gösteren tohum bahçeleri

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

Çizelge 3.7'nin incelenmesinden görüleceği üzere sadece 4 ve 16 nolu klonal tohum bahçesi kontrol materyalinden anlamlı farklılık göstermektedir. Silifke-Akdere orijinli 4 nolu tohum bahçesi en yüksek ıslah değeri ortalamasına sahip bahçe iken, Kemer-Kemer orijinli 16 nolu bahçe en düşük ıslah değeri ortalamasına sahip bahçe olmuştur (Çizelge 3.8). En yüksek ıslah değeri ortalamasına sahip 4 nolu tohum bahçesi kontrol materyalinin yanı sıra, Alanya-Kargı orijinli 5 nolu tohum bahçesinden ve 4 nolu tohum bahçesinden anlamlı farklılık göstermektedir. Kemer-Kemer orijinli tohum bahçesi ise diğer tüm tohum bahçelerinden farklıdır.

Her ne kadar 3, 5, 7 ve 11 nolu tohum bahçelerinde odun özgül ağırlığı açısından genetik kazanç görülse bile, bu farklılık anlamlı değildir. Odun özgül ağırlığı açısından tohum bahçelerinden elde edilen ortalama genetik kazanç 0,37 olarak hesaplanmış olup istatistiki olarak bir değer taşımamaktadır. Sadece 4 nolu tohum bahçesinden sağlanan genetik kazanç anlamlıdır ve bu bahçeden fenotipik seleksiyonla elde edilen kazanç %1,3 olarak hesaplanmıştır. Odun özgül ağırlığı

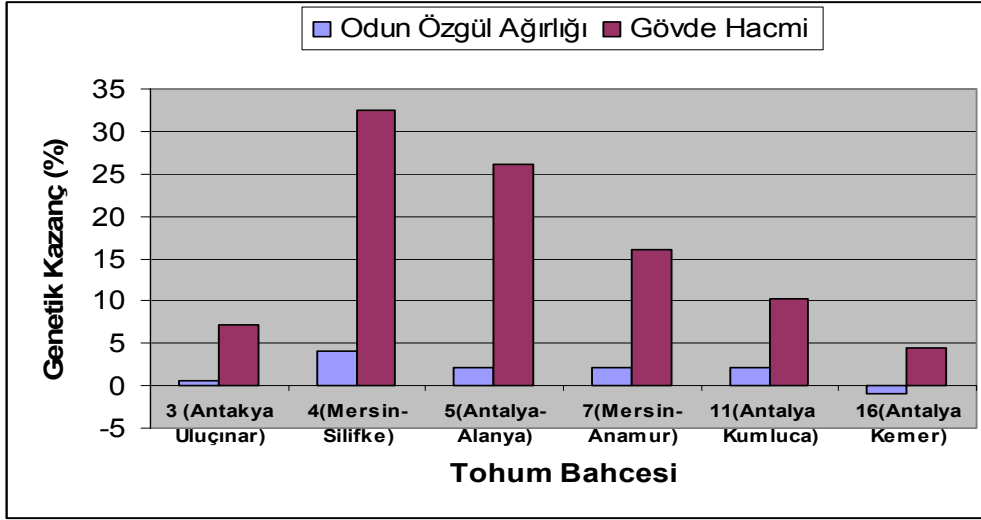
ıslah değeri ortalaması bakımından en düşük bahçe olan 16 nolu Antalya-Kemer orijinli tohum bahçesi 4. yaşta ağaç boyu ve 8. yaşta, ağaç boyu, çap ve hacim karakterleri bakımından da en düşük ıslah değerleri ortalamasına sahip tohum bahçesidir (ÖZTÜRK ve ark, 2004). Bu bahçeden toplanacak tohumların ağaçlandırılmalarda kullanılması halinde özgül ağırlık açısından % 1'lik bir kaybın olacağı hesaplanmıştır. Bu özellikleri dikkate alındığında 16 nolu tohum bahçesinden ağaçlandırmalarda kullanılmak üzere tohum üretilmemesi yerinde olacaktır. Ancak bu sonuçların tek bir döl denemesine ait veriler olduğu unutulmamalıdır. Kesin bir yargıya varabilmek için diğer döl denemelerinin de en hızlı şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

**Çizelge 3.8** Özgül ağırlık ve gövde hacmine göre tohum bahçelerinde yer alan ailelerin ıslah değerleri ortalamaları

Tohum bahçesi	Odun Özgül Ağırlığı			Gövde Hacmi		
	Ort. MBV	Fenotipik tohum bahçesi genetik kazancı, (%)	Genetik aralama sonrası genetik kazanç (%)	Ort. MBV	Fenotipik tohum bahçeleri genetik kazancı, (%)	Genetik aralama sonrası genetik kazanç (%)
3(Antakya Uluçınar)	0,432	0,0	0,7	39,64	2,5	7,1
4(Mersin-Silifke)	0,438	1,3	4,0	46,39	20,0	32,5
5(Antalya-Alanya)	0,434	0,4	2,2	45,35	17,3	26,2
7(Mersin-Anamur)	0,435	0,6	2,1	41,20	6,5	16,1
11(Antalya-Kumluca)	0,437	1,1	2,2	40,88	5,7	10,3
16(Antalya Kemer)	0,428	-1,0	-0,9	38,63	0,0	4,5
Genel Ortalama	0,434	0,37	1,70	42,34	8,6	16,1
Kontrol Ortalaması	0,45			38,67		
Genotipik tohum bahçelerinden elde edilecek genetik kazanç(%)		5,2		35		

Tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazanç gövde hacminde ise çok daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu karakter bakımından elde edilen ortalama genetik kazanç % 8,6 olarak tahmin edilirken, tüm tohum bahçelerindeki genetik kazanç

anlamli bulunmuştur. Odun özgül ağırlığına paralel olarak gövde hacminde de en yüksek ıslah değeri 4 nolu bahçesinde gözlenirken 16 nolu tohum bahçesi yine en düşük performansa sahip tohum bahçesi olmuştur.

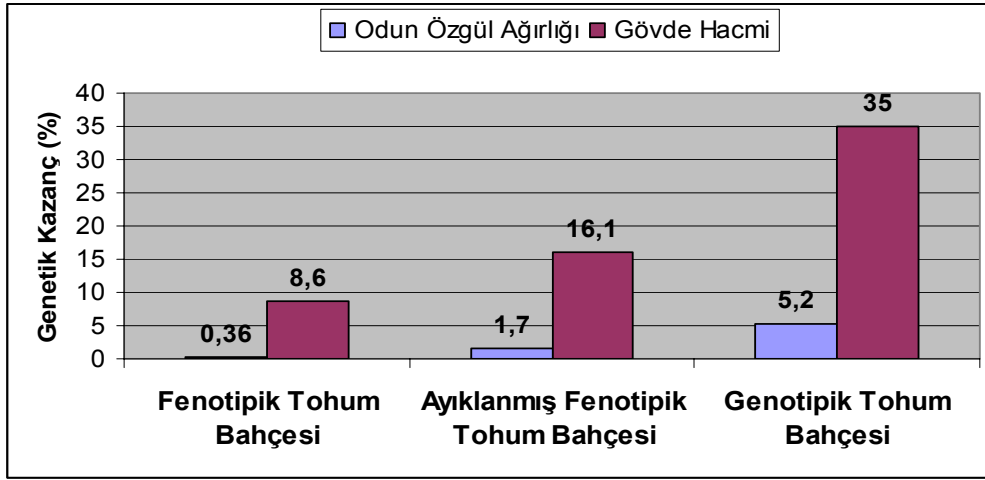


**Şekil 3.2** Deneme alanlarına göre tohum bahçelerinde genetik ayıklama sonrası elde edilecek genetik kazanç

Genotipik tohum bahçeleri tohum üretimine başlayıncaya kadar, zorunlu olarak, tohum temininde mevcut fenotipik tohum bahçelerinden yararlanılacaktır. Bu süreçte genetik kazancı artırmanın başlıca yolu, düşük ıslah değerine sahip klonları bahçeden uzaklaştırmak, yani tohum bahçelerinde genetik ayıklamalar yapmaktır. Bu durumda ayıklanmış tohum bahçeleri ortaya çıkar. Eğer denemelerde yer alan her bir tohum bahçesinde ıslah değerlerine göre en iyi 20 klon kalacak şekilde genetik ayıklama yapılırsa, tüm tohum bahçelerinden elde edilecek genetik kazanç, özgül ağırlık için % 1.7 olarak hesaplanmıştır. Bu değer küçümsenmeyecek bir değerdir, zira 4 nolu tohum bahçesinde bu değer %4'e kadar ulaşmaktadır. Genetik olarak ayıklanmış tohum bahçelerinden elde edilen ortalama genetik kazanç gövde hacmi içinse tatminkâr değerlere (%16) ulaştığı gözlenmiştir. (Şekil 3.2)

Islah çalışmalarında genetik kazancı maksimize etmenin tek yolu ise tüm aileler içerisinde belli bir yüzdelik dilime giren ailelerin seçilerek yeni tohum bahçeleri kurmaktır. Bu şekilde kurulan bahçelere genotipik tohum bahçesi denmektedir. Kızılçamda Ceyhan döl denemesinde test edilen ailelerin tümünde odun özgül

ağırlığı yada gövde hacimlerine göre ilk 30'a giren aileleri içeren bir tohum bahçesi kurulduğunda ortalama genetik kazanç odun özgül ağırlığı için %5,2, gövde hacmi içinse %35 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler Kızılçam ıslah çalışmalarında genetik olarak yüksek kazanç elde edilebileceğini göstermektedir. Gövde hacmi ile odun özgül ağırlığı karakterleri için kalıtım dereceleri aynı değerde hesaplanmış olmasına rağmen, genetik kazancın her iki karakterde bu kadar farklılaşmasının nedeni; odun özgül ağırlığı karakterinde varyasyonun gövde hacmi karakterinden çok düşük olmasıdır (Çizelge 3.2)



**Şekil 3.3** Özgül ağırlık ile gövde hacmi için tahmin edilen ıslah değerlerine göre fenotipik, ayıklanmış ve genotipik tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazançlar

Bu çalışmada odun özgül ağırlığı ve gövde hacmindeki genetik kazanç hesaplamalarının yanında lif uzunluğu açısından da ilk 20 ailenin seçilmesi halinde elde edilecek genetik kazanç hesaplanmıştır. Lif boyu ölçümleri için Ceyhan denemesinde test edilen 168 aileden odun özgül ağırlıklarına göre 60 aile seçilerek populasyon bu karakter açısından örneklendirilmiştir. Çalışmanın sadece 60 aile ile sınırlı olması ıslah değerinin tahminini anlamsız kılmıştır. Bu nedenle lif boyundaki ilk 20 ailenin seleksiyonuyla elde edilene genetik kazanç aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

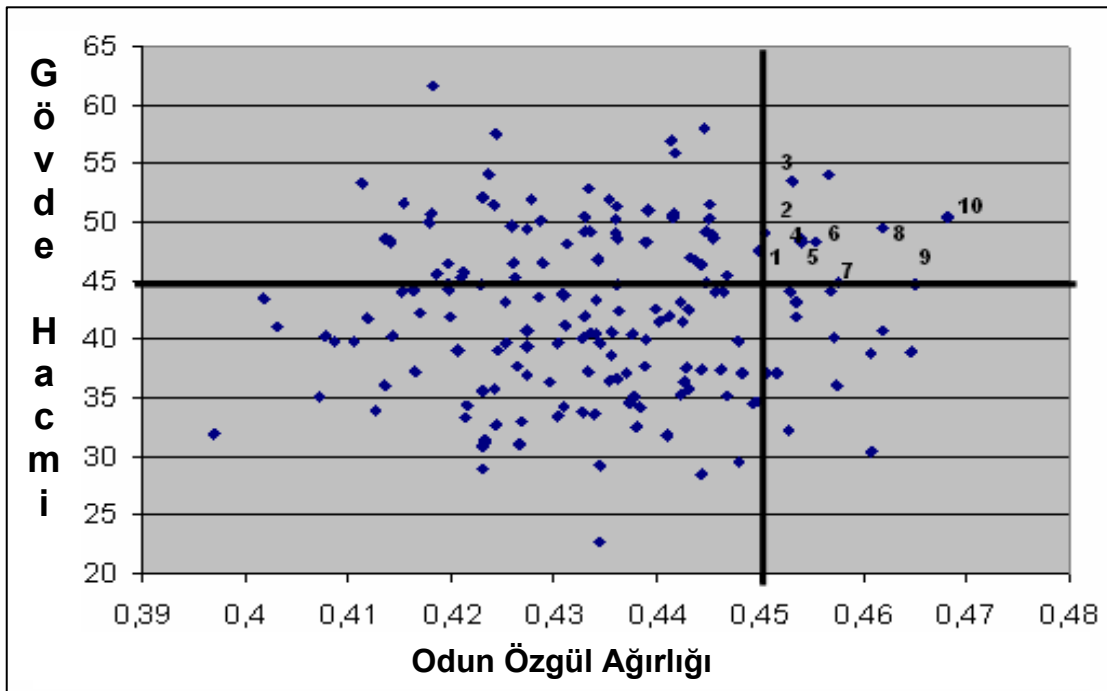
$$\text{Genetik Kazanç} = h^2_i \cdot S \quad (\text{FALCONER, 1989})$$

Formülde  $h^2_i$  bireysel kalıtım derecesini  $S$  ise seçilen ailelerden elde edilecek ortalama lif uzunluğunun ortalama lif uzunluğundan farkını göstermektedir. Bu

formüle göre elde edilen sonuçlar lif uzunluğu çalışılan 60 aileden en iyi 20 ailenin seçilmesi ile lif uzunluğunda 0.2 mm'lik bir kazancın sağlandığını ve bunun %12 lik bir genetik kazanca denk geldiği hesaplanmıştır.

İslah çalışmalarında en çok arzu edilen seleksiyon yöntemlerinden birisi çok-karakterli (multi-traits) seleksiyondur. Bu yolla, tek bir seleksiyonla birçok karakter üstünde iyileştirmeler sağlanmakta, böylece ıslah çalışmalarının gelecekteki yönü açısından esneklik sağlanmaktadır. Bu çalışmada kızılçam odun özgül ağırlığının diğer büyüme karakterleriyle arasında herhangi bir bağın bulunmadığı ve herhangi birisi açısından yapılacak seleksiyonun diğer karakterler de bir kayba sebep olmayacağı saptanmıştır.

Bu durum hem odun özgül ağırlığı hem de büyüme karakterleri açısından en yüksek performansı gösteren ailelerin seçilmesine imkân sunmuştur. Nitekim gövde hacmi ve özgül ağırlığın bir grafik üzerinde dağılımına bakıldığında özgül ağırlık olarak 0.45'ten büyük on ailenin aynı zamanda gövde hacmi açısından da 45 m<sup>3</sup> 'ün üstünde bir değere sahip olduğu görülmüştür (Şekil 3.4). Bu on aile ile yapılacak bu seleksiyonla odun özgül ağırlığı açısından % 5,6'lık bir kazanç sağlanırken, aynı andan gövde hacminde % 27'nin üzerinde bir genetik kazanç elde etmek mümkün olacaktır.



Şekil 3.4 Odun özgül ağırlığı ve gövde hacmi karakterleri ıslah değeri dağılımı

Ancak Çizelge 3.9'un incelenmesinden görüleceği üzere odun özgül ağırlığı ıslah değeri bakımından en yüksek 10 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. Söz konusu bu 10 genotipin seçilmesi halinde gövde hacmi bakımından elde edilecek genetik kazanç düşmektedir. Kaldı ki bir genotipik tohum bahçesinde kendileme riskini azaltmak için 10 genotip yeterli değildir. Hacim için genetik kazancı düşürmeden, odun özgül ağırlığında 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.

**Çizelge 3.9** Gövde hacmi ve özgül ağırlık açısından, denemede test edilen ailelerin dağılımı ve her iki karakter açısından ilk ona giren ailelerden elde edilen kazanç.

Hacim Sıralaması	Odun Özgül Ağırlığı Sıralaması	Tohum Bahçesi No	Aile	ABS_BV Hacim (dm <sup>3</sup> )	ABS_BV odun özgül ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )
7	12	4 (Mersin-Silifke)	8464	11,81	0,457
8	18	4 (Mersin-Silifke)	8474	11,31	0,453
21	1	5(Antalya-Alanya)	8460	8,23	0,468
29	4	5(Antalya-Alanya)	8481	7,31	0,462
35	23	5(Antalya-Alanya)	8633	6,84	0,450
37	15	4 (Mersin-Silifke)	8463	6,46	0,454
42	14	4 (Mersin-Silifke)	8477	6,11	0,454
43	13	11(Antalya-Kumluca)	8482	6,05	0,455
46	24	4 (Mersin-Silifke)	8453	5,37	0,450
62	2	4 (Mersin-Silifke)	8468	2,48	0,465
Ortalama				7,985	0,456
Genetik Kazanç (%)				27,7	5,6

Bu açıklamalar doğrultusunda ailelerin gövde hacmi ıslah değerleri ve odun özgül ağırlığı ıslah değerleri kullanılarak her bir ailenin gövde odunu kuru madde miktarları hesaplanmış, en yüksek gövde odunu kuru madde miktarına sahip 30 adet aile



belirlenmiştir (EK-D). Kuru madde miktarı bakımından en yüksek değere sahip bu 30 ailelerin seleksiyonu ile gövde hacmi için elde edilecek genetik kazanç oranı, kontrol materyaline göre, %34,5, odun özgül ağırlığı için ise %2 olarak hesaplanmıştır.

### **3,4, Sonuç ve Öneriler**

- Bu çalışmada elde edilen veriler, kızılçam için sadece tek bir döl denemesine (Ceyhan-Adana) dayanmasına rağmen odun özgül ağırlığının Kızılçam ıslah programına seleksiyon karakteri olarak dahil edilip edilemeyeceği konusunda net fikirler vermektedir. Bu çalışmadan elde edilen odun özgül ağırlığı değerleri ile bu değerlerin diğer tür ve çalışmalarla karşılaştırılması, odun özgül ağırlığına göre seçilen iyi ailelerin, plantasyonlar için odun özgül ağırlığı ve kalitesi açısından oldukça yüksek performansla sahip ağaçların ıslah edilebileceğini göstermiştir.
- Bireysel ve aile kalıtım dereceleri çalışılan tüm karakterlerde oldukça yüksek değerlerde bulunmuştur. Bu sonuç kızılçamda odun özgül ağırlığı ile birlikte diğer büyüme ve lif karakterlerinin genetik kontrol altında olduğunu ve yapılacak seleksiyonlardan tatminkâr genetik kazançların elde edileceğini göstermiştir. Ayrıca aile kalıtım derecelerinin yüksekliği ıslah programında aile seleksiyonunun isabetli bir yaklaşım olduğunu göstermiştir.
- odun özgül ağırlığı ile büyüme karakterleri arasındaki genetik ve fenotipik korelasyonlar bu karakterlerin genetik olarak birbirlerinden bağımsız olduğunu göstermiştir. Bu genetik bağımsızlık bir karakter açısından yapılan seleksiyonun diğer bir karakterde herhangi bir etki yaratmayacağını, böylece ıslah programında çoklu karakter seçimine dayanan seleksiyon yönteminin benimsenebileceğini göstermiştir. Nitekim yapılan tahminlerde hem gövde hacmi hem de odun özgül ağırlığına göre yapılacak seleksiyonda sırasıyla %27 ve % 5'in üzerinde kazançlara ulaşılabileceği görülmüştür.
- Kızılçam ıslah programında en yüksek genetik kazancın elde edilebilmesi için en iyi 30 aileden oluşan genetik tohum bahçelerinin kurulması önerilmiştir.

Böylece odun özgül ağırlığı ve gövde hacminden elde edilen edilecek kazanç sırasıyla %5 ve % 30'un üzerinde olacaktır. Ancak bu bahçelerin kurulması ve tohum üretmeye başlaması çok uzun yıllar alacağından, kısa vadede var olan fenotipik tohum bahçelerinden yararlanılması gerekmektedir. Ancak bu bahçelerden odun özgül ağırlığı açısından elde edilecek genetik kazanç yok denecek kadar azdır (0,37), Bu nedenle bu bahçelerin mümkün olan en kısa zamanda en iyi 20 aile kalacak şekilde genetik ayıklamaya tabi tutulması önerilmiştir. Bu durumda elde edilen genetik kazancın odun özgül ağırlığı için % 1,7, gövde hacmi içinse % 16 olduğu görülmüştür.

- Denemede yer alan tohum bahçeleri içinde hem odun özgül ağırlığı hem de gövde hacmi bakımından en yüksek ıslah değeri ortalamasına sahip bahçe 4 nolu Silifke-Şehitler orijinli tohum bahçesi olurken, odun özgül ağırlığı ve gövde hacmi için en düşük ıslah değeri ortalamasına sahip tohum bahçesi 16 nolu Kemer-Kesmeçay orijinli tohum bahçesi olmuştur. Bu veriler ışığında Akdeniz Bölgesi 0-400m rakımları arasında özellikle Adana bölgesi "endüstriyel amaçlı" yapılacak ağaçlandırmalarda öncelikle 4 nolu tohum bahçesi tohumlarının tercih edilmeli, 16 nolu tohum bahçesinden ise zorunlu olmadıkça tohum üretimi yapılmamalıdır.
- Ağaç ıslah programlarında en önemli konuların başında erken seleksiyon yaşı gelmektedir. Kızılçamda odun özgül ağırlığı açısından gözlenen yüksek kalıtım dereceleri, diğer karakterle olan genetik bağımsızlığı ve genç odundan olgun oduna geçiş zamanı göz önüne alındığında yedinci yaşın seleksiyon için en erken yaş ve uygun bir yaş olabileceği söylenebilir. Ancak bu sonucun doğrulanması için benzer çalışmaların ilerleyen yıllarda da tekrarlanması böylece yaş-yaş korelasyonları ve kalıtım dereceleri bu yıllar içerisinde de takip edilmelidir,
- Yapılan seleksiyonlardan elde edilen kazancın ekonomik olarak en yükseğe çıkarılması ve ıslahçılara yol göstermesi açısından tüm karakterlerin genetik özelliklerine göre çoklu-karakter seleksiyon indekslerinin hazırlanması

zorunludur, Bu tür indeksler ailelerin gelecekteki seleksiyonunda ıslah programına esneklik kazandırılması açısından oldukça önemlidir,

- Elde edilen veriler Kızılçam ıslah programının gerek odun kalitesi gerekse odun miktarı açısından oldukça verimli sonuçlar doğuracağını göstermesine rağmen bu sonuçların sadece tek bir döl denemesine göre yapıldığı unutulmamalıdır, Nihayi bir karara varmak için Fethiye ve Antalya'da kurulmuş olan diğer döl denemelerinin de benzer şekilde incelenmesi gerekmektedir, Ayrıca benzer çalışmalar ilerleyen yıllarda da tekrarlanarak hem odun özgül ağırlığının hem de büyüme karakterlerini seyri takip edilmelidir,

## KAYNAKÇA

**AKYÜZ , M.,** Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, DKOA Tek ,Bül, No: 3 (1997),

**ALAN, M.,** Ege Bölgesinde (0-400 m) Kızılcım (*Pinus brutia* Ten,) Tohum Meşcerelerindeki Ailelerin Islah Değerlerinin Tahmini (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 152s,Ankara, (2006)

**ANONİM ,** VIII Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın No: DPT-2531- ÖİK:547, Ankara, 539 ss, (2001),

**ANONİM,** Ormancılık Ana Planı 1990-2009 Tarım Orman Ve Köy işleri Bakanlığı,Ankara (1988) 176pp

**ANONİM,** IX Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara, 110 ss (2006)

**ATALAY İ.,** Kızılcım (*Pinus brutia* Ten,) Ormanlarının Ekolojik Özellikleri ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Yayın No:6, Ankara,108 ss, (1998)

**BARNES R. D., Birks J. S., Battle G., and Mullin L J.,** The genetic control of ring width, wood density and tracheid length in the juvenile core of *Pinus patula*, South African Journal of Forestry 169, pp, 15-20, (1994)

**BEALL F. C.,** Introduction to thermal analysis in the combustion of wood, Wood Science 5: 102-108 (1972),

**BECKER. W. A.,** Manual of Quantitative Genetics (Fifth edition), Academic Enterprises, Pullman, Washington, 192 pp, (1992)

**BEKTAŞ L., Tutus A., Eroğlu H.,** Türkiye'de doğal olarak yetişen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunlarının lif morfolojisinin kağıt yapımına uygunluğunun araştırılması, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 589-597, (1999)

**BELONGER P.J.,** Variation in selected juvenile wood properties in four southern provenances of loblolly pine, (Master Thesis) College of Forest Resources, North Carolina State University (1998),

**BIRKS J.S, and Barnes R.D.,** The genetic control of wood density in *Pinus patula*, ODA Research Scheme R4616, Oxford Forestry Institute, pp, 29, (1991)

**BLAIR, R., Zobel B., Hitchings R. G., and Jett J. B.,** Pulp yield and physical properties of young loblolly pine with high-density juvenile wood. Eighth Cellulose Conf., , N. Y. May 19 - 23. pp. 66-67. Syracuse (1975)

**BOZKURT A.Y., ve Erdin N.,** Odun Anatomisi, İ, Ü, Orman Fakóltesi Yayın No: 4263, Dilek Matbaası, İSTANBUL, (2000) 346 sayfa

**BURDON R. D.,** Genetic correlation as a concept for studying genoty-environment interaction in forest tree breeding, *Silvae Genetica*, 26(5-6): 168-175, (1997)

**CORNELIUS, J.,** Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in forest trees, *Can J For Res* 24: 372-379, (1994)

**DANCHEV A., Dağdaş S., Türker M., and Kayacan B.,** Turkey, *Acta, silv, Ling, Hung*, Special Edition 779-811, (2005)

**DEKORT I., Loeffen V., and BAAS P.,** Ring width, density and, wood anatomy of Douglas fir with different crown vitality, *IAWA (Int, Assoc, Wood Anat,) Bull, New Ser*, 12: 453–465,(1991)

**DHAKAL L. P., White T. L., Hodge G. R.,** Realized gains from slash pine tree improvement, *Silvae Genetica*, 45(4): 190-197, (1996)

**ERKAN, N.**, Kızılcamda (*Pinus brutia* Ten,) meşcere gelişmesinin simülasyonu, Güneydoğu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Serisi, No: 1, Elazığ,148 ss, (1996)

**ERTEN, P., Önal S.**, Kızılcam odunun özellikleri, korunması, reçine üretimi ve kullanım yerleri, Editör: Öktem, E, "Kızılcam", Ormancılık Araştırma Enstitüsü El Kitabı Dizisi No:2, Ankara, (1987) pp: 171-182,

**ERTEN P., ve Sözen R.,(a)** Sahil Çamının (*Pinus pinaster* Ait) Bazı Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Belirlenmesi, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:200, 27 Sayfa (1997),

**ERTEN P., ve Sözen R., (b)** Halep çamı (*Pinus halepensis* Mill) Odununun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Belirlenmesi, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:268, 40 Sayfa (1997),

**FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)**, State of the world's forests, 2001, Rome, Italy: (2002)

**FALCONER D.S.**, Introduction to Quantitative Genetics, - 2<sup>nd</sup> ed, 335 pp, (1981)

**FRA.**, Global Forest Resource Assessment Series title, FAO Forestry Paper-140pp,(2000)

**Fries, A., Ericson T.**, Estimating genetic parameters for wood density of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L), *Silvae Genetica* v, 55(2) p, 84-92 (2006)

**GORDON J.C., Larson P.R.**, Seasonal course of photosynthesis, respiration, and distribution of <sup>14</sup>C in young *Pinus resinosa* trees as related to wood formation, *Plant Physiol*, 43:1617–1624, (1970)

**GÖKSEL E., ve Özden Ö.,** Kağıt Endüstrisinde Kızılcım, Uluslararası Kızılcım Sempozyumu, Marmaris, (1993) pp: 648-654,

**GÖKER Y., As N., ve Akbulut T.,** Kalitesiz Orman Emvalinin Yonga Levha ve Kontrplak Üretiminde Kullanılmasının Sakıncaları ve Levha Kalitesi Üzerine Etkileri, 1, Ormancılık Şurası, III, Cilt, Ankara, (1993) s,392-398,

**GÖKER Y., Dünder T.,** Genç Odun Özelliklerinin Odun Kalitesi ve Kullanım Yeri Üzerine Etkileri, İ, Ü, Orman Fakültesi Dergisi, 49(1-2-3-4), 31-43,(1999)

**GÜNAY T., Tacenur A.,** Türkiye'de mevcut kızılçım (*Pinus brutia* Ten,) fidanlıklarının genel ekolojik özellikleri ve üretilen fidanların fizyomorfolojik kaliteleri, Uluslararası Kızılcım Sempozyumu, Marmaris, (1993) pp: 356-367,

**GÜLBABA A. G., ve Özkurt N.,** Bolkar Dağları Doğal Kızılcımlarında (*Pinus brutia* Ten,) Genetik Çeşitlilik ve Gen Koruma ve Yönetim Alanlarının Belirlenmesi, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi, No: 12, Tarsus, 38 ss, (2001)

**GULBERG U., Yazdani R., ve Nyman N.,** Allozyme variation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L,) in Sweden, *Silvae Genetica*, 34(6): 193-201, (1985)

**HANNRUP B., Danell Ö., Ekberg I., ve Moell M.,** Relationship between wood density and tracheid dimensions in *Pinus sylvestris* L, *Wood Fiber Science*, 3, 178-185 (2001),

**HARRIS J.M.,** Breeding improve wood quality Unasyuva (FAO). Vol 24 (2-3), no 97-98, p. 32-36. (1970)

**HENDERSON C. R.,** Application of Lineer Models in Animal Breeding, University of Guelph, Ontario, (1984) 462 pp,

**IŞIK F.**, Kızılcıamda (*Pinus brutia* Ten) Genetik Çeşitlilik, Kalıtım Derecesi ve Genetik Kazancın Belirlenmesi, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 7, Antalya, 211 ss, (1998)

**IŞIK F., Işık K.**, Genetic variation in *Pinus brutia* Ten, in Turkey: II branching and crown tarits, *Silvae Genetica*, 48(6): 293-301, (1999)

**IŞIK F., Işık K., Lee S.**, Genetic variation in *Pinus brutia* Ten, in Turkey: I, Growth, biomass and stem quality traits, *Forest Genetics*, 6(2): 89-99, No: 15, Antalya, 42 sayfa, (1999)

**IŞIK K.**, Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten, seed and seedling characteristics, *Silvae Genetica*, 35(2-3): 58-66, (1986)

**IŞIK K., ve Kara N.**, Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten, and its implication for genetic conservation and seed transfer in Southern Turkey, *Silvae Genetica*, 46(2-3): 113-119, (1997)

**İÇGEN Y.**, Genetic Composition of *Pinus brutia* Ten, Forest established with seeds from seed stands and orchards determined by using DNA markers, ( Phd Thesis) Middle East Technical university, Graduate Shcool of Natural and Applied Sciences, Ankara, 131 pp, (2002)

**JETT J.B., and Talbert J.T.**, The place of wood specific gravity in the development of advanced-generation seed orchards and breeding programs, *South, J, Appl, For*, 6: 177- 1 80, (1982)

**JETT J. B., Mckeand S.E., and Weir. J.**, Stability of juvenile woodspecific gravity of loblolly pine in diverse geographic areas, *Can, J,For, Res*, 21:1080-1085, (1991)

**JOHNSON G. R., Sniezko R. A., Mandel N. L.**, Age trends in Douglas fir genetic parameters and implication for optimum selection age, *Silvae Genetica*, 46(6): 349-358, (1997)



**KAYA Z., and Işık F.**, The pattern of genetic variation in shoot growth of *Pinus brutia* Ten, populations sampled from the Toros Mountains in Turkey, *Silvae Genetica* 46:73-81,(1997)

**KOSKI V., Antola J.**, 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,(1993)

**LARS K., Tommy M., Owe M.**, Wood Density, Annual Ring Width and Latewood Content in Larch and Scots Pine, *Eurasian J For Res*, Vol,8-2,No.,Page,91-96 (2005)

**LARSON P.R., Kretschmann D.E., Clarck A., Isebrand J.G.**, Formation and Properties of Juvenile Wood in Southern Pines, USDA Technical Report FPL-GTR-129, 41 pages, (2001)

**LARSON P.R.**, Wood formation and the concept of wood quality. *Sch. For. Bull.* 74. New Haven, CT: Yale University. (1969) 54 p.

**LI B., Mckeand S, E., Weir R. J.**, Tree improvement and sustainable forestry, impact of two cycles of loblolly pine breeding in the U,S *Forest Genetics*, 6(4): 229-234, (1999)

**LOO J.A., Tauer C.G., and van BUIJTENEN J.P.**, Juvenile-mature relationships and heritability estimates of several traits in loblolly pine (*Pinus taeda*), *Canadian Journal of Forestry Research*, Vol, 14, 822-825, (1984)

**LYNCH M., Walsh B.**, Genetic and Analyses of Quantitative Traits, Sinauer Ass, Inc, Publ., Sunderland, (1997) 980 pp,

**MATZIRIS D. I.**, Genetic variation and realized genetic gain from Aleppo pine tree improvement, *Silvae Genetica*, 49(1): 5-10, (2000)

**MEGRAW R.A.**, Wood quality factors in loblolly pine, TAPPI Pres,170pp(1985)

**NAMKOONG G., Barnes R. D., Burley J.**, A Philosophy of Breeding Strategy for Tropical Forest Trees, Commonwealth Forestry Institute, Tropical Forestry Papers No: 16, Oxford University Press, Oxford, 66 pp, (1980).

**NYLINDER P.**, Non-destructive field sampling systems for determining the wood density of standing timber over large areas, Proc, IUFRO Section 41, Vol, 2, (1965).

**ÖKTEM E.**, Kızılçam, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi, No:2, Ankara, (1987)182 s.

**ÖKTEM E., Sözen R.**, Reçine Üretiminin Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri Üzerine Etkisi, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Serisi No:256, (1996).

**ÖZTÜRK H., Şıklar S.**, Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı (Özellikleri ve Gerçekleştirilen Çalışmalar), *Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Dergisi*, 1: 1-41, (2000).

**ÖZTÜRK H., Şıklar S., Alan M., Ezen T., Korkmaz B., Gülbaba A., Sabuncu R., Tulukçu M.S., Derilgen I.**, Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonunda (0-400 m)Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (4, Yaş Sonuçları) Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik bülten No: 12,147s, Ankara (2004).

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

**ÜRGENÇ S.**, Ağaçlandırma Tekniği, (yenilenmiş ve genişletilmiş II, baskı), İ,Ü, Orman Fakültesi Yayınları No: 141, İstanbul, 600 ss, (1998).

**PEARSON R.G., and Gilmore R.C.**, Effect of fast growth rate on the mechanical properties of loblolly pine, *Forest Prod, J*, 30(5):47-54, (1980).

**ROZENBERG P., & Cahalan C.**, Spruce and wood quality: Genetic aspects (A review), *Silvae Genet*, 46(5): 270–279, (1997).

**RISBRUDT C. D., Mcdonald S. E.**, How effective are tree improvement programs in the 50 States, USDA North Central Forest Experiment Station, Research Paper, NC-276, 6 pp, (1986).

**SAS INSTITUTE INC.**, SAS Online Doc 9,1,3, Cary, NC: SAS Institute Inc. (2004).

**SARANPAA P.**, Wood density and growth, In: Wood Quality and its Biological Basis, J,R, Barnett and G, Jeronimidis, Eds,, Blackwell Pub,, Oxford, , (2003). p,87-117.

**SELİK M.**, Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.)'in Botanik Özellikleri Üzerine Araştırmalar ve Bunların Halepçımı (*Pinus halepensis* Mil.) Vasıfları ile Mukayesesi, OGM Yayını, No: 353/36, Ankara, (1963) 88 ss.

**SHELBOURNE C.J.A., Apiolaza L.A., Jawawickrama K.J.S., Sorenson C.T.**, Developing breeding objectives for Radiata pine in New Zealand, Proc of IUFRO 97, Genetics of Radaita Pine, Rotorua, New Zealand, December 1997 FRI Bulletin No:203, 160-168, (1997).

**SMOOK G. A.**, Handbook for Pulp & Paper Technologists: 2nd Edition, Friesen Printers,Vancouver, Canada, (1992) p, 113-117.

**SORENSEN F. C., and White T. L.**, Effect of natural inbreeding on variance structure in tests of wind pollinated Douglas-fir progenies, *Forest Science*, 34(1): 102-118, (1988).

**Şahin,T.**, Odun ve selülozda meydana gelen renk değişimleri üzerine araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 57-70 (2002)

**TALBERT J. T., Jett J. B., Bryant R.L.**, Inheritance of wood specific gravity in an unimproved Loblolly pine population: 20 years of results, *Silvae Genetica*, 32 (1-2):33-37, (1983),

**VARGAS J., and Adams W.T.,** Genetic relationships between wood density components and cambial growth rhythm in young coastal Douglas-fir, Canadian Journal of Forest Research 24:1871-1876, (1994)

**WHITE, T, L., Hodge G. R.,** Predicting breeding values with applications in forest tree improvement, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 367 pp, (1989)

**WILLAN R. L.,** Economic returns from tree improvement in tropical and subtropical condition, Danida Forest Seed Center Technical Note, No, 36, Humlabaek, 25 pp, (1988)

**WIMMER R.,** Intraannual cellular characteristics and their implications for modeling softwood density, Wood Fiber Sci, 27: 413– 420, (1995)

**WOOD HANDBOOK,** U,S,Dept, Agr, Handbook No:72 ( 1955 )

**ZOBEL B.J., and Jett J.B.,** Genetics of wood production, Springer-Verlag, NY, 337p, (1995)

**ZOBEL B.J., and Talbert J.,** Applied Forest Tree Improvement, John Wiley & Sons, New York, 1984, (1984) 511 p,

**ZOBEL B.J., Vanbuijtenen J.P.,** Wood Variation – Its Causes and Control, Springer Series in Wood Science, Timell T,E, (Ed.), Springer Verlag, (1989) 363 p,

## EKLER

### Ek A

Amerika'da yetişen bazı ağaç türlerinin ortalama özgül ağırlıkları ve Kızılçamla karşılaştırılması

Türler	Ortalama	Minimum	Maksimum
<b>Cedar</b>			
<b>Alaska</b> ( <i>Chamaecyparis nootkatensis</i> )*	0,42	0,34	0,50
<b>Incense</b> ( <i>Calocedrus decurrens</i> )*	0,35	0,28	0,42
<b>Port Orford</b> ( <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> )*	0,39	0,31	0,47
<b>Western redcedar</b> ( <i>Thuja plicata</i> )*	0,31	0,25	0,37
<b>Coast Douglas fir</b> ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> )*	0,45	0,36	0,54
<b>Fir</b>			
<b>Grand</b> ( <i>Abies grandis</i> )*	0,35	0,28	0,42
<b>Noble</b> ( <i>Abies procera</i> )*	0,37	0,30	0,44
<b>Pasific silver</b> ( <i>Abies amabilis</i> )*	0,40	0,32	0,48
<b>White</b> ( <i>Abies concolor</i> )*	0,37	0,30	0,44
<b>Hemlock,western</b> ( <i>Tsuga heterophylla</i> )*	0,42	0,34	0,50
<b>Lacrh,Western</b> ( <i>Larix laricina</i> )*	0,48	0,38	0,58
<b>Pine</b>			
<b>Lodgepole</b> ( <i>Pinus contorta</i> )*	0,38	0,30	0,46
<b>Ponderosa</b> ( <i>Pinus ponderosa</i> )*	0,38	0,30	0,46
<b>Sugar</b> ( <i>Pinus lambertiana</i> )*	0,34	0,27	0,41
<b>Western white</b> ( <i>Pinus monticola</i> )*	0,35	0,28	0,42
<b>Slash</b> ( <i>Pinus elliotii</i> )*	0,61	0,53	0,71
<b>Loblolly</b> ( <i>Pinus taeda</i> )*	0,54	0,42	0,66
<b>Turkish red pine</b> ( <i>Pinus Brutia</i> )**	<b>0,43</b>	<b>0,35</b>	<b>0,62</b>

\*Kaynak: Wood Handbook

\*\* Bu çalışmada

**Ek B:**

Ceyhan döl denemisinde test edilen ailelerin odun özgül ağırlığı açısından ortalama ıslah değerleri (ID), mutlak ıslah değerleri (MID), genel birleşme yeteneği (GBY) ve ailelerin ait olduğu tohum meşcereleri

No	Aile	Tohum Bahçe No	Odun yoğun,	GBY	ID	MID
1	8460	4	0,4674	0,017	0,034	0,4683
2	8468	4	0,4698	0,0154	0,0308	0,4651
3	8469	4	0,4645	0,0152	0,0303	0,4646
4	8481	5	0,4564	0,0138	0,0276	0,4619
5	8549	7	0,4635	0,0138	0,0276	0,4619
7	8428	3	0,4607	0,0132	0,0263	0,4607
6	8783	16	0,4542	0,0132	0,0264	0,4607
8	8637	11	0,4504	0,0117	0,0233	0,4576
9	8535	7	0,4592	0,0116	0,0232	0,4575
10	8639	11	0,4496	0,0115	0,0229	0,4572
11	8448	4	0,4574	0,0113	0,0225	0,4569
12	8464	4	0,4581	0,0112	0,0223	0,4566
13	8482	5	0,4505	0,0105	0,021	0,4554
14	8477	5	0,4472	0,0099	0,0198	0,4541
15	8463	4	0,4547	0,0097	0,0195	0,4538
16	8640	11	0,4472	0,0096	0,0192	0,4535
17	8543	7	0,4566	0,0096	0,0191	0,4534
18	8474	4	0,4486	0,0095	0,0189	0,4532
19	8487	5	0,4484	0,0093	0,0187	0,453
20	8473	4	0,449	0,0092	0,0184	0,4527
21	8484	5	0,4471	0,0087	0,0173	0,4516
22	8655	11	0,447	0,0082	0,0164	0,4507
23	8633	11	0,448	0,0081	0,0162	0,4505
24	8453	4	0,4521	0,0079	0,0157	0,45
25	8647	11	0,4461	0,0078	0,0155	0,4498
26	8424	3	0,4526	0,0076	0,0151	0,4494
27	8461	4	0,4489	0,007	0,014	0,4483
28	8534	7	0,4509	0,0068	0,0136	0,4479
29	8416	3	0,4509	0,0068	0,0135	0,4478
30	8436	3	0,4481	0,0062	0,0124	0,4468
31	8451	4	0,4504	0,0062	0,0123	0,4467
32	8531	7	0,4489	0,006	0,0121	0,4464
33	8636	11	0,4413	0,0059	0,0119	0,4462
34	8556	7	0,4469	0,0057	0,0113	0,4456
35	8498	5	0,4413	0,0056	0,0111	0,4454
36	8632	11	0,4439	0,0056	0,0111	0,4454
38	8450	4	0,4478	0,0053	0,0107	0,445
37	8455	4	0,4459	0,0053	0,0107	0,445

39	8631	11	0,4396	0,0052	0,0105	0,4448
40	8646	11	0,4411	0,0052	0,0104	0,4447
41	8475	4	0,4402	0,0051	0,0102	0,4445
43	8467	4	0,4457	0,005	0,01	0,4444
42	8532	7	0,4468	0,005	0,0101	0,4444
44	8422	3	0,4467	0,005	0,01	0,4443
45	8769	16	0,4422	0,0047	0,0094	0,4438
46	8495	5	0,4397	0,0044	0,0089	0,4432
47	8784	16	0,4388	0,0044	0,0088	0,4431
48	8503	5	0,4386	0,0044	0,0087	0,443
49	8478	5	0,4382	0,0043	0,0086	0,4429
50	8558	7	0,4462	0,0042	0,0084	0,4427
51	8504	5	0,4387	0,0041	0,0082	0,4425
52	8546	7	0,4439	0,0039	0,0079	0,4422
53	8548	7	0,4448	0,0039	0,0078	0,4422
54	8442	4	0,445	0,0037	0,0075	0,4418
55	8501	5	0,438	0,0036	0,0072	0,4416
56	8472	4	0,4379	0,0036	0,0071	0,4415
57	8547	7	0,4433	0,0035	0,007	0,4413
58	8440	3	0,4431	0,0035	0,0069	0,4412
59	8775	16	0,4379	0,0033	0,0066	0,4409
60	8642	11	0,4357	0,003	0,0059	0,4402
61	8458	4	0,4418	0,0028	0,0056	0,4399
62	8465	4	0,4413	0,0024	0,0048	0,4391
63	8541	7	0,4422	0,0024	0,0047	0,439
64	8485	5	0,4344	0,0023	0,0046	0,4389
65	8466	4	0,4408	0,0023	0,0045	0,4388
66	8432	3	0,4416	0,0021	0,0041	0,4384
67	8771	16	0,436	0,0018	0,0035	0,4379
68	8650	11	0,4349	0,0017	0,0035	0,4378
69	8479	5	0,4342	0,0017	0,0033	0,4376
70	8489	5	0,4333	0,0015	0,0029	0,4373
71	8488	5	0,4329	0,0013	0,0027	0,437
72	8652	11	0,4326	0,0011	0,0021	0,4364
74	8437	3	0,4387	0,0009	0,0019	0,4362
73	8500	5	0,433	0,0009	0,0019	0,4362
75	8443	4	0,4397	0,0009	0,0018	0,4361
76	8654	11	0,432	0,0009	0,0018	0,4361
78	8456	4	0,4386	0,0008	0,0017	0,436
77	8559	7	0,4386	0,0008	0,0017	0,436
79	8506	5	0,432	0,0006	0,0013	0,4356
80	8551	7	0,4381	0,0006	0,0012	0,4355
81	8776	16	0,4312	0,0006	0,0011	0,4354
82	8426	3	0,439	0,0005	0,001	0,4353
83	8417	3	0,4384	0,0001	0,0002	0,4345

85	8536	7	0,4381	0,0001	0,0001	0,4345
84	8788	16	0,4304	0,0001	0,0002	0,4345
86	8557	7	0,4372	0	0	0,4343
87	8433	3	0,4369	-0,0001	-0,0003	0,434
88	8648	11	0,4313	-0,0002	-0,0003	0,434
89	8765	16	0,4289	-0,0002	-0,0005	0,4339
91	8435	3	0,4365	-0,0004	-0,0008	0,4335
90	8471	4	0,4303	-0,0004	-0,0008	0,4335
92	8429	3	0,437	-0,0005	-0,001	0,4334
93	8787	16	0,4297	-0,0005	-0,001	0,4333
94	8649	11	0,43	-0,0006	-0,0013	0,433
95	8554	7	0,4361	-0,0007	-0,0014	0,4329
96	8641	11	0,4285	-0,0007	-0,0014	0,4329
97	8420	3	0,4369	-0,0008	-0,0015	0,4328
98	8553	7	0,4366	-0,0007	-0,0015	0,4328
99	8444	4	0,4351	-0,0015	-0,0031	0,4313
101	8786	16	0,4276	-0,0017	-0,0034	0,431
103	8445	4	0,4348	-0,0017	-0,0035	0,4309
102	8780	16	0,4276	-0,0017	-0,0034	0,4309
104	8634	11	0,4274	-0,0018	-0,0036	0,4308
106	8653	11	0,4273	-0,002	-0,0041	0,4303
105	8772	16	0,4253	-0,002	-0,004	0,4303
107	8555	7	0,4331	-0,0024	-0,0048	0,4295
108	8533	7	0,4335	-0,0028	-0,0055	0,4288
109	8480	5	0,4252	-0,0028	-0,0056	0,4287
110	8502	5	0,4262	-0,0029	-0,0058	0,4285
111	8496	5	0,4251	-0,0033	-0,0067	0,4277
112	8476	5	0,4242	-0,0034	-0,0069	0,4274
113	8552	7	0,4313	-0,0035	-0,0069	0,4274
115	8645	11	0,4252	-0,0035	-0,0071	0,4273
114	8773	16	0,424	-0,0035	-0,007	0,4273
116	8423	3	0,4318	-0,0037	-0,0075	0,4268
117	8434	3	0,4297	-0,0038	-0,0077	0,4266
118	8491	5	0,4225	-0,004	-0,0079	0,4264
119	8499	5	0,4244	-0,004	-0,008	0,4263
120	8550	7	0,4301	-0,0042	-0,0083	0,426
121	8431	3	0,4295	-0,0043	-0,0085	0,4258
123	8635	11	0,4211	-0,0046	-0,0092	0,4252
122	8777	16	0,4215	-0,0046	-0,0091	0,4252
124	8540	7	0,4297	-0,0049	-0,0098	0,4245
125	8492	5	0,4216	-0,005	-0,0099	0,4244
126	8789	16	0,4222	-0,005	-0,0099	0,4244
127	8781	16	0,4221	-0,0051	-0,0101	0,4242
128	8470	4	0,4284	-0,0051	-0,0103	0,4241
129	8447	4	0,4286	-0,0053	-0,0107	0,4236



130	8427	3	0,4288	-0,0055	-0,011	0,4233
131	8644	11	0,417	-0,0055	-0,011	0,4233
132	8542	7	0,4286	-0,0056	-0,0112	0,4231
133	8774	16	0,4186	-0,0056	-0,0112	0,4231
134	8462	4	0,4269	-0,0057	-0,0113	0,423
135	8539	7	0,4285	-0,0057	-0,0114	0,423
136	8779	16	0,4212	-0,0057	-0,0115	0,4228
137	8530	7	0,4269	-0,0064	-0,0128	0,4215
138	8449	4	0,4267	-0,0065	-0,013	0,4214
139	8770	16	0,4185	-0,0066	-0,0131	0,4212
140	8545	7	0,4242	-0,0067	-0,0133	0,421
141	8778	16	0,4182	-0,0069	-0,0137	0,4206
142	8537	7	0,4259	-0,0072	-0,0144	0,4199
143	8418	3	0,4251	-0,0073	-0,0146	0,4197
144	8425	3	0,4225	-0,0074	-0,0147	0,4196
145	8538	7	0,4253	-0,0074	-0,0148	0,4196
146	8438	3	0,4232	-0,0079	-0,0158	0,4185
147	8497	5	0,4174	-0,0081	-0,0161	0,4182
148	8421	3	0,4243	-0,0082	-0,0163	0,418
149	8452	4	0,4241	-0,0083	-0,0165	0,4178
150	8766	16	0,4131	-0,0087	-0,0175	0,4169
151	8446	4	0,4225	-0,0089	-0,0178	0,4165
152	8494	5	0,4144	-0,009	-0,018	0,4164
153	8638	11	0,4096	-0,009	-0,0181	0,4163
154	8457	4	0,421	-0,0095	-0,0189	0,4154
155	8441	4	0,422	-0,0095	-0,019	0,4153
156	8768	16	0,4116	-0,01	-0,02	0,4143
157	8544	7	0,4194	-0,0101	-0,0202	0,4141
158	8651	11	0,4119	-0,0103	-0,0207	0,4136
159	8454	4	0,4186	-0,0104	-0,0208	0,4135
160	8785	16	0,4109	-0,0108	-0,0217	0,4126
161	8643	11	0,4058	-0,0112	-0,0224	0,4119
162	8505	5	0,4075	-0,0116	-0,0231	0,4112
163	8419	3	0,4151	-0,0119	-0,0239	0,4105
164	8767	16	0,4042	-0,0129	-0,0257	0,4086
165	8430	3	0,4096	-0,0133	-0,0265	0,4078
166	8782	16	0,4073	-0,0136	-0,0272	0,4072
167	8459	4	0,4093	-0,0156	-0,0313	0,4031
168	8483	5	0,3984	-0,0163	-0,0326	0,4017
169	8493	5	0,3969	-0,0187	-0,0373	0,397

### Ek C:

Ceyhan döl denemisinde test edilen ailelerin gövde hacmi açısından ortalama ıslah değerleri (ID), mutlak ıslah değerleri (MID), genel birleşme yeteneği (GBY) ve ailelerin ait olduğu tohum meşcereleri

No	Aile	Tohum Bahçe No	Gövde Hacmi	GBY	ID	MID
1	8497	5	57,72	9,76	19,52	61,74
2	8475	4	57,38	7,93	15,86	58,08
3	8492	5	58,17	7,64	15,29	57,51
4	8547	7	53,55	7,35	14,71	56,93
5	8442	4	67,55	6,81	13,62	55,84
6	8447	4	64,79	5,94	11,89	54,11
7	8464	4	51,77	5,91	11,81	54,03
8	8474	4	55,75	5,66	11,31	53,53
9	8505	5	52,76	5,55	11,11	53,33
10	8787	16	54,08	5,35	10,69	52,91
11	8539	7	62,86	4,93	9,87	52,09
12	8496	5	49,98	4,89	9,78	52,00
13	8426	3	62,77	4,88	9,76	51,98
14	8457	4	48,76	4,72	9,44	51,66
15	8455	4	49,72	4,67	9,35	51,57
16	8470	4	48,66	4,66	9,33	51,55
17	8443	4	62,22	4,55	9,10	51,32
18	8465	4	48,25	4,41	8,83	51,05
19	8421	3	61,77	4,28	8,55	50,77
20	8501	5	49,27	4,23	8,46	50,68
21	8460	4	46,19	4,12	8,23	50,45
22	8649	11	49,61	4,11	8,22	50,44
23	8472	4	51,75	4,09	8,19	50,41
24	8450	4	61,44	4,07	8,15	50,37
25	8559	7	47,64	4,05	8,10	50,32
26	8480	5	40,45	3,97	7,95	50,17
27	8452	4	61,06	3,85	7,70	49,92
28	8431	3	47,81	3,77	7,54	49,76
29	8481	5	39,49	3,66	7,31	49,53
30	8476	5	39,58	3,62	7,24	49,46
31	8471	4	45,64	3,55	7,09	49,31
32	8641	11	36,75	3,54	7,08	49,30
33	8631	11	38,49	3,54	7,07	49,29
34	8456	4	46,42	3,47	6,94	49,16
35	8633	11	40,38	3,42	6,84	49,06
36	8632	11	39,73	3,33	6,67	48,89
37	8463	4	46,41	3,23	6,46	48,68
38	8498	5	48,00	3,21	6,42	48,64
39	8500	5	48,71	3,20	6,41	48,63

40	8454	4	59,98	3,18	6,36	48,58
41	8544	7	46,38	3,09	6,17	48,39
42	8477	5	37,45	3,06	6,11	48,33
43	8482	5	34,60	3,02	6,05	48,27
44	8485	5	39,04	3,02	6,04	48,26
45	8444	4	59,98	3,00	6,00	48,22
46	8453	4	59,47	2,69	5,37	47,59
47	8495	5	48,98	2,36	4,71	46,93
48	8557	7	45,76	2,27	4,54	46,76
49	8769	16	38,77	2,19	4,38	46,60
50	8550	7	44,51	2,17	4,35	46,57
51	8538	7	57,78	2,16	4,31	46,53
52	8533	7	58,20	2,14	4,28	46,50
53	8467	4	44,39	2,10	4,20	46,42
54	8770	16	36,01	1,78	3,56	45,78
55	8438	3	43,66	1,71	3,43	45,65
56	8451	4	58,06	1,63	3,25	45,47
57	8545	7	42,77	1,53	3,05	45,27
58	8499	5	43,99	1,52	3,04	45,26
59	8637	11	33,94	1,33	2,67	44,89
60	8646	11	45,52	1,32	2,65	44,87
61	8779	16	42,86	1,26	2,51	44,73
62	8468	4	43,64	1,24	2,48	44,70
63	8425	3	56,93	1,22	2,43	44,65
64	8437	3	42,57	1,20	2,41	44,63
65	8638	11	33,37	0,99	1,99	44,21
66	8418	3	56,56	0,98	1,97	44,19
67	8448	4	56,23	0,96	1,92	44,14
68	8441	4	56,23	0,96	1,92	44,14
69	8531	7	56,43	0,95	1,91	44,13
70	8494	5	45,47	0,92	1,84	44,06
71	8556	7	42,20	0,92	1,84	44,06
72	8487	5	35,49	0,91	1,82	44,04
73	8445	4	56,13	0,89	1,77	43,99
74	8780	16	45,94	0,77	1,53	43,75
75	8502	5	42,61	0,69	1,38	43,60
76	8483	5	33,46	0,64	1,27	43,49
77	8433	3	41,81	0,55	1,11	43,33
78	8546	7	41,72	0,50	0,99	43,21
79	8543	7	55,94	0,46	0,91	43,13
80	8777	16	31,49	0,45	0,91	43,13
81	8503	5	43,19	0,15	0,30	42,52
82	8458	4	39,81	0,15	0,30	42,52
83	8652	11	45,01	0,12	0,23	42,45
84	8766	16	32,76	0,05	0,11	42,33
85	8537	7	54,48	-0,09	-0,19	42,03
86	8640	11	32,20	-0,10	-0,19	42,03
87	8554	7	40,80	-0,12	-0,23	41,99
88	8440	3	40,62	-0,16	-0,32	41,90
89	8643	11	32,71	-0,19	-0,39	41,83
90	8504	5	44,63	-0,33	-0,66	41,56

91	8642	11	30,43	-0,36	-0,72	41,50
92	8786	16	43,86	-0,48	-0,96	41,26
93	8459	4	38,97	-0,55	-1,09	41,13
94	8549	7	40,08	-0,71	-1,41	40,81
95	8552	7	39,70	-0,72	-1,43	40,79
96	8506	5	42,28	-0,79	-1,57	40,65
97	8435	3	39,50	-0,83	-1,66	40,56
98	8479	5	32,99	-0,87	-1,73	40,49
99	8648	11	39,17	-0,89	-1,77	40,45
100	8768	16	32,01	-0,95	-1,90	40,32
101	8430	3	40,76	-0,99	-1,98	40,24
102	8639	11	30,17	-1,04	-2,08	40,14
103	8420	3	53,06	-1,06	-2,13	40,09
104	8541	7	52,77	-1,12	-2,24	39,98
105	8767	16	33,43	-1,15	-2,31	39,91
106	8419	3	52,68	-1,18	-2,36	39,86
107	8534	7	52,63	-1,20	-2,41	39,81
108	8772	16	32,45	-1,24	-2,49	39,73
109	8635	11	32,04	-1,29	-2,57	39,65
110	8417	3	52,47	-1,30	-2,59	39,63
111	8773	16	30,73	-1,42	-2,84	39,38
112	8540	7	52,04	-1,53	-3,07	39,15
113	8778	16	29,77	-1,56	-3,12	39,10
114	8469	4	38,95	-1,61	-3,22	39,00
115	8783	16	39,91	-1,74	-3,48	38,74
116	8551	7	36,67	-1,78	-3,56	38,66
117	8466	4	36,08	-2,21	-4,42	37,80
118	8491	5	29,75	-2,25	-4,50	37,72
119	8478	5	26,81	-2,35	-4,71	37,51
120	8636	11	29,26	-2,38	-4,76	37,46
121	8422	3	50,26	-2,42	-4,84	37,38
122	8446	4	50,80	-2,44	-4,88	37,34
123	8429	3	50,35	-2,47	-4,93	37,29
124	8484	5	29,21	-2,53	-5,07	37,15
125	8488	5	28,45	-2,55	-5,10	37,12
126	8461	4	35,88	-2,55	-5,11	37,11
127	8655	11	38,19	-2,56	-5,12	37,10
128	8645	11	37,09	-2,62	-5,24	36,98
129	8654	11	42,50	-2,81	-5,62	36,60
130	8776	16	28,05	-2,82	-5,65	36,57
131	8555	7	36,05	-2,93	-5,87	36,35
132	8558	7	37,38	-2,94	-5,87	36,35
133	8535	7	49,59	-3,09	-6,17	36,05
134	8651	11	38,28	-3,11	-6,21	36,01
135	8784	16	38,12	-3,20	-6,39	35,83
136	8781	16	35,31	-3,27	-6,53	35,69
137	8542	7	49,15	-3,32	-6,65	35,57
138	8548	7	31,79	-3,44	-6,88	35,34
139	8782	16	35,75	-3,54	-7,07	35,15
140	8650	11	36,65	-3,56	-7,12	35,10
141	8436	3	32,92	-3,57	-7,14	35,08

142	8647	11	33,01	-3,72	-7,45	34,77
143	8424	3	47,26	-3,84	-7,67	34,55
144	8489	5	23,61	-3,84	-7,69	34,53
145	8530	7	48,00	-3,88	-7,76	34,46
146	8634	11	27,19	-3,96	-7,92	34,30
147	8432	3	33,72	-4,02	-8,04	34,18
148	8785	16	37,17	-4,17	-8,33	33,89
149	8553	7	33,80	-4,23	-8,46	33,76
150	8765	16	24,76	-4,32	-8,65	33,57
151	8653	11	34,51	-4,40	-8,80	33,42
152	8449	4	46,93	-4,42	-8,83	33,39
153	8423	3	46,97	-4,60	-9,20	33,02
154	8789	16	34,83	-4,72	-9,44	32,78
155	8771	16	22,66	-4,82	-9,64	32,58
156	8473	4	32,33	-4,96	-9,91	32,31
157	8493	5	33,92	-5,09	-10,19	32,03
158	8775	16	24,20	-5,19	-10,38	31,84
159	8427	3	45,56	-5,32	-10,64	31,58
160	8644	11	20,59	-5,51	-11,02	31,20
161	8434	3	32,10	-5,59	-11,18	31,04
162	8774	16	21,41	-5,67	-11,35	30,87
163	8428	3	44,89	-5,85	-11,69	30,53
164	8416	3	44,10	-6,30	-12,61	29,61
165	8788	16	30,98	-6,48	-12,95	29,27
166	8462	4	29,87	-6,66	-13,32	28,90
167	8532	7	43,13	-6,90	-13,81	28,41
168	8536	7	37,30	-9,77	-19,53	22,69

## Ek D

Ceyhan 1C deneme alanında ailelerin gövde hacmi (ABS\_BV\_V) ve odun özgül ağırlığı (ABS\_BV\_DENS) mutlak ıslah değerleri ile gövde odunu kuru madde miktarları

Sıra No	Aile Kodu	Tohum Bahçesi No	ABS_BV_V (dm <sup>3</sup> )	ABS_BV_DENS (gr/cm <sup>3</sup> )	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

## PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

**Proje Kodu:** TOVAG-1060392

**Proje Başlığı:** KIZILÇAM (*Pinus brutia Ten.*) AKDENİZ BÖLGESİ ALÇAK RAKIM ISLAH PROGRAMI KAPSAMINDAKİ ODUN HAMMADDESİ ÜRETİMİNİ ARTIRMAK İÇİN KIZILÇAM ODUN KALİTESİNDE (YOĞUNLUK, LİF KARAKTERLERİ, İLKBAHAR VE YAZ ODUN ORANI) KALİTESALLİK VE GENETİK KAZANÇ BELİRLENMESİ

**Proje Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar:**

**Proje Yürütücüsü:**

Prof. Dr. ZEKİ KAYA

**Araştırmacılar:**

KUBİLAY YILDIRIM, DR. HİKMET ÖZTÜRK, SADİ ŞIKLAR, DR. MURAT ALAN EMEL İLTER

**Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:** Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, İnönü Bulvarı, 06531, ANKARA

**Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:** Çevre ve Orman Bakanlığı-Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü

**Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:** 01/09/2006- 01/09/2008

**Öz:** Bu çalışmada uzun vadede odun üretimden sorumlu genlerin belirlenmesi için, Ceyhan Orman Fidanlığında altı adet klonal tohum bahçesinden toplanan tohumlarla kurulan 168 üvey kardeş aileli Kızılçam döl denemesi kullanılarak, bu türdeki odun yoğunluğunun genetik kontrolü ile yoğunluk açısından bu ailelere ait ıslah değerleri dikkate alınarak yapılacak ıslah çalışmalarına yönelik modelleme çalışmaları ve genetik kazanç tahminleri gerçekleştirilmiştir.

Odun yoğunluğu açısından çalışılan 168 aile birbirinden oldukça farklı değerler göstermiştir (0.35-0.44) olup tahmin edilen aile ( $0.55 \pm 0.03$ ) ve bireysel ( $0.42 \pm 0.07$ ) kalıtım değerleri de oldukça yüksek olarak bulunmuştur. Kalıtım derecelerinde ve aileler arasındaki farklılıklar aynı şekilde büyüme karakterlerinde de gözlenmiştir. Odun yoğunluğu ile büyüme karakterleri arasındaki genetik korelasyonlar istatistiki olarak bulunurken, lif uzunluğu ile büyüme karakterleri arasında genetik ilişki pozitif ve odun yoğunluğu ile ise negatif olarak hesaplanmıştır. Her bir tohum bahçesinde 20 klon bırakılacak şekilde bir genetik ayıklama yapılması sonucunda tohum bahçelerinden elde edilecek genetik kazanç odun yoğunluğu için %1,7 ve gövde hacmi içinse %16,1 olarak tahmin edilmiştir.

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

**Projeden Yapılan Yayınlar:**

Yıldırım, K., Öztürk, H., Şıklar, S., and Kaya, Z. 2006. Inheritance of Wood Specific Gravity and Its Genetic Correlation With Growth Traits in Young *Pinus brutia* Progenies, IUFRO

Division 2 Joint Conference: *Low input breeding and genetic conservation of forest tree species*, October 9-13, 2006, Antalya, Turkey (extended abstract).

Yıldırım, K. 2008. Inheritance of Wood-specific Gravity in Young Half-sib *Pinus brutia* Progenies, Master of Science Thesis, Middle East Technical University, Dept. of Biotechnology, 94p, Ankara.

Öztürk, H., Yıldırım, K., Şıklar, S., Ezen, T., Alan, M., İlder, E., Balkız, Ö.D., ve Kaya, Z. 2008. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Akdeniz Bölgesi Alçak Rakım (0-400 m) Islah Zonu Döl Denemesinde Odun Yoğunluğuna İlişkin Genetik Parametreler. TC Çevre ve Orman Bakanlığı-Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayınları, Teknik Bülten No: 22, 57s, Ankara.