

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**MARMARA BÖLGESİ ISLAH ZONUNDA (200-600 m), ÜSTÜN KIZILÇAM
(*Pinus brutia* Ten.) AİLELERİNİN, BAZI ODUN ÖZELLİKLERİNİN ISLAH
DEĞERLERİNİN TAHMİN EDİLMESİ**

Kubilay ÖZYALÇIN

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2021**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

MARMARA BÖLGESİ ISLAH ZONUNDA (200-600 m), ÜSTÜN KIZILÇAM
(*Pinus brutia* Ten.) AİLELERİNİN, BAZI ODUN ÖZELLİKLERİNİN ISLAH
DEĞERLERİNİN TAHMİN EDİLMESİ

Kubilay ÖZYALÇIN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İrfan KANDEMİR

Marmara Bölgesi *Pinus brutia* döl denemelerinin sekizinci yaşa ait boy analizi sonuçlarına göre en iyi gelişme gösteren 60 aile ve 4 kontrol, bu çalışmanın materyalini oluşturmaktadır. Bu ailelerin ve kontrollerin 12 yaşındaki ~1100 bireyinde, 22 adedi anatomik olmak üzere toplam 26 karakter için bazı genetik parametreler hesaplanmıştır. Genetik parametre ve ıslah değerleri tahmin edilen yirmi karakter için aile ortalamaları kalıtım dereceleri ($h^2_f = 0 - 0,66$) arasında değişiklik göstermektedir. Odun anatomik verileri, denemelerin bütünü ile karşılaştırıldığında görece olarak oldukça az sayıdaki bireyden elde edilmiştir. Buna karşın kalıtım derecesi en yüksek tahmin edilen ilk iki karakterin anatomik karakter olması oldukça dikkat çekici bulunmaktadır. Bu çalışmanın bulgularına göre kızılçamda büyüme hızı ile hacim ağırlık değeri arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamaktadır. Hem hacim ağırlık karakteri hem de büyüme karakterleri bakımından yüksek ıslah değerlerine sahip aileler tespit edilmiştir. Ortalama lümen genişliği (OLG) karakteri ile onikinci yaş boy karakteri arasında negatif yönlü %92 düzeyinde genetik korelasyon bulunmaktadır. Odun kalitesini önemli düzeyde etkileyen hacim ağırlık, ilkbahar odunu traheid genişliği ve traheid boyu karakterleri, seleksiyon potansiyelleriyle de ön plana çıkmışlardır.

Ocak 2021, 252 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Pinus brutia*, genetik parametreler, odun anatomisi, ağaç ıslahı

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

ESTIMATION OF BREEDING VALUE OF SOME WOOD CHARACTERS FOR
SUPERIOR TURKISH RED PINE (*Pinus brutia* Ten.) FAMILIES IN BREEDING
ZONE (200-600 m) OF MARMARA REGION

Kubilay ÖZYALÇIN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. İrfan KANDEMİR

According to the analysis result of eight-year-old data of *Pinus brutia* progeny tests in the Marmara Region, the best growing 60 families and 4 controls constitute the material of this study. Some genetic parameters were calculated for a total of 26 characters, 22 of which were anatomical, in the 12-year-old ~ 1100 individuals of these families and controls. For the twenty characters for which genetic parameters and breeding values are estimated, family averages heritabilities vary between ($h^2_f = 0 - 0.66$). Wood anatomical data have been obtained from a relatively small number of individuals compared to the overall tests. On the other hand, it is quite remarkable that the first two characters whose heritabilities are the highest predicted are anatomic characters. According to the findings of this study, there is no significant correlation between growth and volume weight value in Turkish red pine. Families with high breeding values have been identified in terms of both volume-weight character and growth characteristics. There is a negative 92% genetic correlation between the mean lumen width (OLG) character and the twelve-year-old height character. Volume weight, spring wood traheid width and traheid length characters which significantly affect wood quality have come to the fore with their selection potential.

January 2021, 252 pages.

Key Words: *Pinus brutia*, genetic parameters, wood anatomy, tree breeding

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Araştırmalarımın her aşamasında öneri ve yardımlarını esirgemeyerek çalışmalarına katkıda bulunan danışman hocam Prof. Dr. İrfan KANDEMİR'e, bir doktora çalışması yapmam gerektiği konusunda beni ikna eden OGM - Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürü Ercan VELİOĞLU'na, Odun Anatomisi ve Palinoloji konusunda temel bilgileri ve araştırma tekniklerini edinmemde katkıları olan hocam merhum Prof. Dr. Burhan AYTUĞ'a, çalışmanın materyali olan döl denemelerinin kuruluşunda, odun anatomisi çalışmalarını olanaklı kılan laboratuvar araçlarının Enstitü Müdürlüğüne kazandırılmasında ve istatistik analizlerle ilgili bilgi birikiminin sağlanmasındaki katkılarından ötürü hocam Dr. Hikmet ÖZTÜRK'e, Dr. Murat ALAN'a, çalışmalarım süresince birçok fedakârlıklar göstererek beni destekleyen eşim H. Gülşah ÖZYALÇIN'a, oğlum Tayga ÖZYALÇIN'a, kızım İzgi ÖZYALÇIN'a, kardeşim Filiz ÖZYALÇIN ÖZÜBERK'e içten teşekkür ederim.

Uzun yıllar alan bu çalışmalarım, ne yazık ki çeşitli nedenlerle kesintiye uğramıştır. Bunlara rağmen bu araştırmayı yılmadan sürdürmemi sağlayan özgüveni ve benlik saygısını bana kazandıran, babam merhum Osman Nuri ÖZYALÇIN'a ve annem İnci ÖZYALÇIN'a içtenlikle ayrıca teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, OGM tarafından "Diğer Çalışmalar" kapsamında desteklenmiştir.

Kubilay ÖZYALÇIN
Ankara, Ocak 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1 Kızılçam	5
2.2 Kızılçamın Yayılış Alanı	7
2.3 Türkiye Ormanlığı ve Kızılçam	9
2.4 Odun Özellikleri ve Kızılçam	13
2.5 Ağaç Islahı Çalışmaları ve Kızılçam.....	37
3. MATERYAL VE YÖNTEM	52
3.1 Materyal	52
3.2 Yöntem	64
3.2.1 Ağaç boyu ve çapı.....	66
3.2.2 Gövde düzgünlüğü.....	68
3.2.3 İlkbahar ve yaz odunu genişlikleri – yıllık halka.....	69
3.2.4 Hacim ağırlık değeri.....	70
3.2.5 Traheid boyu.....	78
3.2.6 Traheid genişliği ve diğer anatomik karakterler	82
3.2.7 İstatistik analizler	89
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	102
4.1 Ağaç Boyu ve Çapı	102
4.2 Gövde Düzgünlüğü (GD)	103
4.3 Tekstür Değeri (TE)	105
4.4 Hacim Ağırlık Değeri (HA)	105
4.5 Traheid Boyu, Traheid Genişliği ve İlişkili Karakterler	107
4.5.1 Traheid boyu (TB).....	107
4.5.2 İlkbahar odunu traheid genişliği (IOTG).....	110
4.5.3 Yaz odunu traheid genişliği (YOTG).....	112

4.5.4 Ortalama traheid genişliği (OTG)	114
4.5.5 Keçeleşme oranı (TBOG).....	116
4.5.6 İlkbahar odunu çeper kalınlığı (IOCK)	117
4.5.7 Yaz odunu çeper kalınlığı (YOCK).....	118
4.5.8 Teğet kesitte ilkbahar odunu çeper kalınlığı (TIOC).....	119
4.5.9 Ortalama çeper kalınlığı (OCK)	120
4.5.10 Rijidite katsayısı (RK)	122
4.5.11 F oranı (FO).....	124
4.5.12 İlkbahar odununda lümen genişliği (IOLG).....	125
4.5.13 Yaz odununda lümen genişliği (YOLG).....	127
4.5.14 Ortalama lümen genişliği (OLG)	127
4.5.15 Runkel oranı (RO).....	129
4.5.16 Elastiklik katsayısı (EK)	131
4.5.17 İlkbahar odunu çeper kalınlıkları oranı (RTIO).....	133
4.5.18 İlkbahar/Yaz odunu lümen genişlikleri oranı (IYOL)	134
4.5.19 İlkbahar/yaz odunu çeper kalınlıkları oranı (IY).....	134
4.5.20 Traheid boyu/ilkbahar odunu traheid genişliği oranı (TBIOG)	135
4.5.21 Traheid boyu/yaz odunu traheid genişliği oranı (TBYOG).....	137
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	140
KAYNAKLAR.....	159
EKLER.....	197
EK 1 Boy Karakteri için Anatomik Veri Alınan Bireylere Ait Varyans Analiz Çizelgesi	198
EK 2 Çap Karakteri için Anatomik Veri Alınan Bireylere Ait Varyans Analiz Çizelgesi	199
EK 3 Gövde Düzgünlüğü Karakteri için Anatomik Veri Alınan Bireylere Ait Varyans Analiz Çizelgesi	200
EK 4 Tekstür Değeri Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	201
EK 5 Hacim Ağırlık Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	202
EK 6 Traheid Boyu Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	203
EK 7 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	204
EK 8 Yaz Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	205
EK 9 Ortalama Traheid Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	206
EK 10 Keçeleşme Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	207
EK 11 İlkbahar Odunu Çeper kalınlığı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	208
EK 12 Yaz Odunu Çeper kalınlığı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	209
EK 13 Teğet Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi..	210
EK 14 Ortalama Çeper Kalınlığı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	211
EK 15 Rijidite Katsayısı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	212
EK 16 F Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	213

EK 17 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	214
EK 18 Yaz Odununda Lümen Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	215
EK 19 Ortalama Lümen Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	216
EK 20 Runkel Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	217
EK 21 Elastiklik Katsayısı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	218
EK 22 İlkbahar Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	219
EK 23 İlkbahar/Yaz Odunu Lümen Genişlikleri Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	219
EK 24 İlkbahar/Yaz Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi .	221
EK 25 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı için Varyans Analizi Çizelgesi	222
EK 26 Traheid Boyu/Yaz Odunu Traheid Genişliği Oranı için Varyans Analizi Çizelgesi	223
EK 27 Hacim Ağırlık Karakteri için Islah Değerleri	224
EK 28 Traheid Boyu Karakteri için Islah Değerleri	226
EK 29 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Islah Değerleri.....	228
EK 30 Yaz Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Islah Değerleri	230
EK 31 Ortalama Traheid Genişliği Karakteri için Islah Değerleri	232
EK 32 Ortalama Çeper Kalınlığı Karakteri için Islah Değerleri.....	234
EK 33 Rijidite Katsayısı Karakteri için Islah Değerleri	236
EK 34 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği Karakteri için Islah Değerleri	237
EK 35 Ortalama Lümen Genişliği Karakteri için Islah Değerleri.....	238
EK 36 Runkel Oranı Karakteri için Islah Değerleri.....	242
EK 37 Elastiklik Katsayısı Karakteri için Islah Değerleri.....	243
EK 38 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı Karakteri için Islah Değerleri	244
EK 39 Analizlerde Kullanılan SAS Kodları.....	248
ÖZGEÇMİŞ.....	251

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$\sigma_{f_y}^2$	y Karakterine Ait Genetik Varyans
σ_{pfam}^2	Aile Ortalamaları Fenotipik Varyansı
$\sigma_{h_i}^2$	Aile Ortalamaları Kalıtım Derecesinin Standart Hatası
$\sigma_{f(s)}^2$	Aile Varyansı
$\sigma_{r_{B_g}}$	B Tipi Genetik Korelasyonun Standart Hatası
$\sigma_{p_i}^2$	Bireysel Fenotipik Varyans
$\sigma_{f_x}^2$	x Karakterine Ait Genetik Varyans
σ_{xy}	x ve y Karakterleri Arasındaki Genetik Kovaryans
σ_{fb}^2	Blok Aile Etkileşimi Varyansı
σ_{ft}^2	Deneme Alanı Aile Etkileşimi Varyansı
σ_e^2	Deneysel Hataya Ait Varyans
$S.E(\sigma_{f(s)}^2)$	Aile Varyansının Standart Hatası
$S.E(h_i^2)$	Bireysel Kalıtım Derecesinin Standart Hatası
$S.E(\sigma_a^2)$	Eklemeli Genetik Varyansın Standart Hatası
$S.E(\sigma_p^2)$	Fenotipik Varyansın Standart Hatası
r_{B_p}	B Tipi Fenotipik Korelasyon
r_{B_g}	B Tipi Genetik Korelasyon
r_g	Karakterler Arasındaki Genetik Korelasyon
h_f^2	Aile Ortalamaları Kalıtım Derecesi
h_i^2	Bireysel Kalıtım Derecesi
\overline{BV}_s	İslah Değeri En Yüksek İlk 20 Ailenin İslah Değerleri Ortalaması
BV_K	Kontrol Materyalinin İslah Değeri Ortalaması
MBV_k	Kontrol Materyalinin Mutlak İslah Değeri Ortalaması
\bar{X}	Popülasyon ortalaması
\bar{X}_S	Seçilen bireylerin ortalaması
ΔG	Ölçülen Karakterler Bakımından Gerçekleşen Genetik Kazanç
μ	Genel Ortalama
G_t	Tam Kuru Ağırlık (gr)

V_y	Tam Yaş Nem Düzeyinde Hacim (cm ³)
V_G	Genotipik Varyans
V_P	Fenotipik (Toplam) Varyans
°C	Santigrat Derece
μm	Mikrometre
k	Döl İle Ebeveyni Arasındaki Genetik Kovaryans
kg	Kilogram
L	Litre
M	Metre
ml	Mililitre
y_{ijk}	i . Blokta, j . Ailenin, k . Bireyinin Gözlem Değeri
y_{ijkl}	i . Deneme Alanında, j . Blokta, k . Ailenin, l . Bireyinin Gözlem Değeri
BF_{ij}	İstatistik Modelde Blok-Aile Etkileşimi
$BF_{jk(i)}$	İstatistik Modelde (i) Deneme Blok Aile Etkileşimi
B_i	İstatistik Modelde (i) Bloğun Etkisi
$B_{j(i)}$	İstatistik Modelde (i) Deneme Alanındaki j . Bloğun Etkisi
e_{ijk}	İstatistik Modelde Deneysel Hata
F_j	İstatistik Modelde j . Ailenin Etkisi
FS_{ik}	İstatistik Modelde Deneme Alanı Aile Etkileşimi
S_i	İstatistik Modelde i . Deneme Alanının Etkisi

Kısaltmalar

ABA	Absisik Asit
BO	Basınç Odunu
ÇKO_I	İşinsal Kesitte Çeper Kalınlık Oranı
ÇKO_{IT}	İşinsal/Teğetsel Kesitte Çeper Kalınlık Oranı
ÇK_i	İşinsal Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı (μm)
ÇK_{it}	Teğetsel Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı (μm)
ÇK_y	İşinsal Kesitte Yaz Odunu Çeper Kalınlığı (μm)
ÇAU	Çizgiler Arası Uzaklık (μm)
ÇK	Traheid Çeper Kalınlığı (Aritmetik Ortalama)
DHC	Doku Hazırlama Cihazı
DKMPGM	Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü
EK	Elastiklik Katsayısı (%)
F	Tamamlama-Dolgu Bireyi
FO	F Oranı
GBY	Genel Birleşme Yeteneği (GCA)
GKO	Gen Koruma Ormanı
GYÇ	Göğüs Yüksekliği Çapı
HA	Hacim - Ağırlık Değeri (g/cm ³)
IAWA	International Association of Wood Anatomists
ID	İslah Değeri
IOCK	İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı (İşinsal Kesit)
IOLG	İlkbahar Odunu Lümen Genişliği (ISNSL)
IOTG	İlkbahar Odunu Traheid Genişliği (μm)

IY	İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı / Yaz Odunu Çeper Kalınlığı
IYOL	İlkbahar Odunu Lümen Genişliği/Yaz Odunu Lümen Genişliği
İOG	İlkbahar Odunu Genişliği (mm)
K	Kontrol Bireyi
KEA	Kademeli Evrim Algoritması (<i>Differential Evolution Algorithm</i>)
KGA	Kenarlı Geçit Başına Ortalama Alan - (μm^2)*100000
KGOC	Kenarlı Geçit Odacık Çapı (μm)
KGPC	Kenarlı Geçitlerde Porus Çapı (μm)
LG	Ortalama Lümen Genişliği (μm)
LG _i	İlkbahar Odunu Ortalama Lümen Genişliği (IOLG)
LG _y	Yaz Odunu Ortalama Lümen Genişliği (YOLG)
MFA	Mikrofibril Açısı
MID	Mutlak Islah Değeri
MO	Mühlstep Oranı
OATIAEM	Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
OCK	Ortalama Çeper Kalınlığı (μm)
OÇK _i	İlkbahar Odunu Ortalama Çeper Kalınlığı (IOCK)
OÇK _y	Yaz Odunu Ortalama Çeper Kalınlığı (YOCK)
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
OIA	Öz Işını Başına Ortalama Alan – [(μm^2) *100000]
OLG	Ortalama Lümen Genişliği (μm)
OTB	Ortalama Traheid Boyu (μm)
OTG	Ortalama Traheid Genişliği (μm)
OTG _i	İlkbahar Odunu Ortalama Traheid Genişliği (IOTG)
OTG _y	Yaz Odunu Ortalama Traheid Genişliği (YOTG)
PO	Kenarlı Geçit Porus Çapı/ Kenarlı Geçit Odacık Çapı
RK	Rijidite Katsayısı
RO	Runkel Oranı
RTIO	İlkbahar Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı (Işınsal/Teğetsel)
SNP	Tek Nükleotid Farklılaşması (<i>Single Nucleotid Polymorphism</i>)
TAPPI	Technical Association of the Pulp and Paper Industry
TB	Traheid Boyu (μm)
TBIOG	Traheid Boyu /İlkbahar Odunu Traheid Genişliği
TBOG	Traheid Boyu /Ortalama Traheid Genişliği
TBYOG	Traheid Boyu /Yaz Odunu Traheid Genişliği
Te	Tekstür Değeri
TIOC	İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı (Teğetsel Kesit) (μm)
TM	Tohum Meşçeresi
TS	Çizginin Kestiği Toplam Traheid Sayısı
TUS	Çizgiler Arasında Kalan Traheid Uçlarının Sayısı
YHG	Yıllık Halka Genişliği (mm)
YOCK	Yaz Odunu Çeper Kalınlığı (Işınsal Kesit)
YOG	Yaz Odunu Genişliği (μm)
YOLG	Yaz Odunu Lümen Genişliği (Işınsal Kesit)
YOTG	Yaz Odunu Traheid Genişliği (μm)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Kızılcâmın Yayılış Haritası (EUFORGEN 2009).....	8
Şekil 2.2 Ağaçlandırma için ıslah edilmiş tohum üretim maliyeti (\$/yıl) (Willan 1988)	10
Şekil 2.3 Yıllara göre odun hamuru, lifli selülozik madde ithalat rakamları (x 1000 ABD doları) (Anonim 2018b).....	11
Şekil 2.4 Yıllara göre ağaç ve ağaçtan mamul eşya ithalat rakamları (x1000 ABD doları) (Anonim 2018b).....	12
Şekil 2.5 Reaksiyon Odunu (Çizim H. Yamamoto; Gril vd. 2017)	34
Şekil 2.6 Tohum Meşcerelerinin Yıllara Göre Tür, Adet ve Alan Değişimi (Anonim 2019).....	42
Şekil 2.7 Türkiye Milli Ağaç Islahı Stratejisi (Anonim 2019).....	43
Şekil 2.8 Tohum Bahçelerinin ve Tohum Plantasyonlarının Yıllara Göre Tür, Adet ve Alan Değişimi (Anonim 2019).....	45
Şekil 2.9 Gen Koruma Ormanlarının Yıllara Göre Tür, Adet ve Alan Değişimi (Anonim 2019).....	46
Şekil 2.10 Seçilen Alt Popülasyonlarla Tüm Popülasyon Ortalaması Arasındaki Fark	47
Şekil 2.11 Seleksiyon Farklılığı Diyagramı	50
Şekil 3.1 Kızılcâm Islah Zonları (Anonim 2019)	52
Şekil 3.2 Döl Denemelerinin Konumları	54
Şekil 3.3 Marmara Bölgesi 200-600 m Islah Zonu Kızılcâm Döl Denemelerinin Genel Kuruluş Yapısı	56
Şekil 3.4 Deneme Deseni Örneği, Bloklar ve Setler, Parsel Düzeni.....	58
Şekil 3.5 Test 9A'da Eğitim Yönü.....	59
Şekil 3.6 Test 9B'de Eğitim Yönü.....	60
Şekil 3.7 Test 9C'de Eğitim Yönü.....	60
Şekil 3.8 En İyi Gelişim Gösteren İlk 60 Aile (Temsili)	61
Şekil 3.9 Kesilen Bireylerin Göğüs Yüksekliğinden (1,3 m) Gövde Örneği Alındıktan Sonra (21.12.2013)	61
Şekil 3.10 Eğitim Yönü İşaretili Örnekler.....	62
Şekil 3.11 Gövde Kesitlerinin Standart Hale Getirilmesi için Kesilmeleri (23.3.2016).....	65
Şekil 3.12 Odun Kesit Yüzeyleri (Bond ve Hammer 2002)	66
Şekil 3.13 Bayramiç (9B) Döl Denemesinde Boy Ölçümü (23.12.2013).....	67
Şekil 3.14 Bayramiç (9B) Döl Denemesinde Ölçüm Ekibi (23.12.2013).....	68
Şekil 3.15 Gövde Düzgünlüğü Ölçütü (Alan vd. 2014).....	68
Şekil 3.16 İlkbahar ve Yaz Odunu Genişliklerinin Ölçülmesi (29.5.2015)	69
Şekil 3.17 Yıllık Halka Ölçümleri Tamamlanan Örneklerin Hacim Ağırlık Ölçümü için Yeniden Kesimi (21.7.2016).....	72
Şekil 3.18 Tam Kuru Odun Elde Etmek için Ön İşlem Uygulaması (26.7.2016).....	73
Şekil 3.19 Örneklerin Tam Yaş Nem Düzeyine Getirilmesi ve Hacimlerinin Tartılı Daldırma Yöntemiyle Ölçümü (23.8.2016)	74
Şekil 3.20 Kesit Alımı için Örneklerin Doku Hazırlama Cihazıyla Yumuşatılması (17.10.2017).....	76
Şekil 3.21 Gliserin - Jelatin Karışımının Hazırlanması (4.1.2018).....	77
Şekil 3.22 LEICA SM 2010 R Mikrotom ve Hazırlanmaları Devam Eden Preparatlar (19.6.2018).....	78

Şekil 3.23 Gymnosperm Odununun Genel Mikroskopik Yapısı ve Temel Öğeleri (Anonim 2012)	79
Şekil 3.24 Hücre Uçlarının Şematik Gösterimi (Ladell 1959).....	80
Şekil 3.25 Ladell'in (1959) Yöntemine göre Traheid Ortalama Boyu Tahminine ait Ölçüm (10.10.2018).....	81
Şekil 3.26 285 Numaralı Örneğin Enine Kesiti (18.1.2019).....	83
Şekil 3.27 273 Numaralı Örneğin Enine Kesiti (18.1.2019).....	84
Şekil 3.28 863 Numaralı Örneğin Işınal Kesitinde Traheid Genişlikleri Ölçümü (18.1.2019) .	85
Şekil 4.1 Hacim Ağırlık Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği	106
Şekil 4.2 Traheid Boyu Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği	109
Şekil 4.3 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği	111
Şekil 4.4 Yaz Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği	113
Şekil 4.5 Ortalama Traheid Genişliği Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği	115
Şekil 4.6 Ortalama Çeper Kalınlığı Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği.....	121
Şekil 4.7 Rijidite Katsayısı Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği	123
Şekil 4.8 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği	126
Şekil 4.9 Ortalama Lümen Genişliği Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği	128
Şekil 4.10 Runkel Oranı Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği.....	130
Şekil 4.11 Elastiklik Katsayısı Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği	132
Şekil 4.12 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği.....	136
Şekil 5.1 Islah Değerleri Arasındaki Korelasyonlar ile Kalıtım Dereceleri Diyagramı.....	140
Şekil 5.2 Genetik Kazanç ve Genetik Varyasyon Katsayıları Diyagramı.....	141
Şekil 5.3 Karakterler Arasındaki Fenotipik ve Genetik Korelasyonlar Matrisi	144

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Denemelere Ait Tanımlayıcı Bilgiler	55
Çizelge 3.2 Döl Denemelerinde Test Edilen Üstün (Plus) Ağaçların Bulunduğu Meşcereler	57
Çizelge 3.3 Kontrol Materyallerine İlişkin Bilgiler	57
Çizelge 3.4 Sekizinci Yaşa Ait Tespite Göre Döl Denemelerinin Bloklarında Yaşayan Birey Sayıları	63
Çizelge 3.5 Örneklerin Alındığı Bloklar	63
Çizelge 4.1 Deneme Alanlarında Anatomik Veri Alınan Bireylere ait Çap ve Boy Karakterleri için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	102
Çizelge 4.2 Deneme Alanlarında Anatomik Veri Alınan Bireyler ait Çap ve Boy Karakterleri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	103
Çizelge 4.3 Deneme Alanlarındaki Anatomik Veri Alınan Bireylere ait Gövde Düzgünlüğü Karakteri (GD) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	104
Çizelge 4.4 Deneme Alanlarındaki Anatomik Veri Alınan Bireylere ait Gövde Düzgünlüğü Karakteri (GD) için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	104
Çizelge 4.5 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği (IOLG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	105
Çizelge 4.6 Hacim Ağırlık Karakteri (HA) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	105
Çizelge 4.7 Hacim Ağırlık Karakteri (HA) için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	106
Çizelge 4.8 Hacim Ağırlık Karakteri (HA) için Hesaplanan GxE Katsayıları	107
Çizelge 4.9 Traheid Boyu (TB) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	108
Çizelge 4.10 Traheid Boyu Karakteri (TB) için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	108
Çizelge 4.11 Traheid Boyu Karakteri (TB) için Hesaplanan GxE Katsayıları	109
Çizelge 4.12 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği (IOTG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	110
Çizelge 4.13 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Karakteri (IOTG) için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	110
Çizelge 4.14 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Karakteri (IOTG) için Hesaplanan GxE Katsayıları	111
Çizelge 4.15 Yaz Odunu Traheid Genişliği (YOTG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	112
Çizelge 4.16 Yaz Odunu Traheid Genişliği Karakteri (YOTG) için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	112
Çizelge 4.17 Yaz Odunu Traheid Genişliği Karakteri (YOTG) için Hesaplanan GxE Katsayıları	113
Çizelge 4.18 Ortalama Traheid Genişliği (OTG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	114
Çizelge 4.19 Ortalama Traheid Genişliği (OTG) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	114
Çizelge 4.20 Ortalama Traheid Genişliği (OTG) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları	115
Çizelge 4.21 Keçeleşme Oranı (TBOG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	116
Çizelge 4.22 Keçeleşme Oranı (TBOG) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	116
Çizelge 4.23 İlkbahar Odunu Çeper kalınlığı (IOCK) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	117
Çizelge 4.24 İlkbahar Odunu Çeper kalınlığı (IOCK) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	117
Çizelge 4.25 Yaz Odunu Çeper kalınlığı (YOCK) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	118
Çizelge 4.26 Yaz Odunu Çeper kalınlığı (YOCK) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri ...	118
Çizelge 4.27 Teğet Kesitte İlkbahar Odunu Çeper kalınlığı (TIOC) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	119

Çizelge 4.28 Teğet Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı (TIOC) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri.....	119
Çizelge 4.29 Ortalama Çeper kalınlığı (OCK) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler .	120
Çizelge 4.30 Ortalama Çeper kalınlığı (OCK) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	120
Çizelge 4.31 Ortalama Çeper kalınlığı (OCK) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları	121
Çizelge 4.32 Rijidite Katsayısı (RK) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler.....	122
Çizelge 4.33 Rijidite Katsayısı (RK) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri.....	122
Çizelge 4.34 Rijidite Katsayısı (RK) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları.....	123
Çizelge 4.35 F Oranı (FO) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	124
Çizelge 4.36 F Oranı (FO) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri.....	124
Çizelge 4.37 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği (IOLG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	125
Çizelge 4.38 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği (IOLG) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	125
Çizelge 4.39 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği (IOLG) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları.....	126
Çizelge 4.40 Yaz Odununda Lümen Genişliği (YOLG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	127
Çizelge 4.41 Ortalama Lümen Genişliği (OLG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	127
Çizelge 4.42 Ortalama Lümen Genişliği (OLG) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	128
Çizelge 4.43 Ortalama Lümen Genişliği (OLG) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları	129
Çizelge 4.44 Runkel Oranı (RO) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	129
Çizelge 4.45 Runkel Oranı (RO) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	130
Çizelge 4.46 Runkel Oranı (RO) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları	131
Çizelge 4.47 Elastiklik Katsayısı (EK) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler.....	131
Çizelge 4.48 Elastiklik Katsayısı (EK) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri.....	132
Çizelge 4.49 Elastiklik Katsayısı (EK) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları	133
Çizelge 4.50 İlkbahar Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı (RTIO) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	133
Çizelge 4.51 İlkbahar/Yaz Odunu Lümen Genişlikleri Oranı (IYOL) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	134
Çizelge 4.52 İlkbahar/Yaz Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı (IY) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	134
Çizelge 4.53 İlkbahar/Yaz Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı (IY) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri.....	135
Çizelge 4.54 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı (TBIOG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	135
Çizelge 4.55 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı (TBIOG) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	136
Çizelge 4.56 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı (TBIOG) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları	137
Çizelge 4.57 Traheid Boyu/Yaz Odunu Traheid Genişliği Oranı (TBYOG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler	137
Çizelge 4.58 Traheid Boyu/ Yaz Odunu Traheid Genişliği Oranı (TBYOG) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri	138
Çizelge 4.59 Çalışılan Karakterler için G.K., GxE ve Genetik Parametre Değerleri	139

1. GİRİŞ

Bitkilerin toprakta hazır bulunan besini bünyelerine aldıkları inancı Aristo'dan 18inci yüzyılın sonlarına dek, yaklaşık 2000 yıl boyunca pek sorgulanmamıştır. Enderlin, 1767'de ağaçların büyümesi ile orman toprakları arasındaki ilişkiye dikkat çekmiştir; G. Heyer'in 1852'de ağaçların büyümesinde ışık ve gölgenin önemini belirtmesinden (Kramer 1986) günümüze, ağaçların büyümesi insanlar için çok daha yaşamsal bir önem kazanmış bulunmaktadır.

Dünya genelinde bütün ülkelerin yaklaşık üçte ikisini kapsayan, dört milyar ha'dan daha fazla bir alan, çölleşme ve çevresel bozulma tehdidi altında bulunmaktadır (FAO 2007a). Buna karşılık, doğal kaynaklara olan talebin her geçen gün arttığı gözlenmektedir. 2050 yılına gelmeden dünya nüfusunun 9 milyarı bulacağı ve bu nüfusun gereksinimlerinin karşılanabilmesi için dört adet dünyaya daha gerek duyulacağı öngörülmektedir (Guillebaud 1999). OECD (2016) verilerine göre 2050 yılına kadar dünya nüfusunun 9,8 milyar olacağı, bunun yanı sıra kişi başına gelirin üç kat artacağı öngörülmektedir. Bu durumun doğal kaynaklar üzerinde ek bir dengesizlik oluşturacağı, tüketim baskısını ve dolayısıyla tüketimi artırabileceği öngörülmektedir.

Yaklaşık 10.000 kadar kullanım alanı bulunan odun hammaddesinin temel kaynağı ormanlar gün geçtikçe azalmaktadır. Dünyada ortalama olarak yılda ~13 milyon ha orman alanı tahrip edilmekte, 1990-2005 arasındaki 15 yıl için hesaplanan net ormansızlaşma miktarı ise yıllık ortalama 8 milyon ha olmuştur (FAO 2007b). Yine FAO'nun (2015) verilerine göre 2010-2015 yılları arasında dünya ormanları her yıl %0,13 azalmış bulunmaktadır. 1990 – 2015 yılları arasında dünya orman alanları %31,6'dan %30,6'ya gerilemiştir. Hala dünya nüfusunun üçte birlik bölümüne denk gelen ~2,4 milyar insan, temel ihtiyaçları için gereken enerjiyi ormanlardan sağlamaktadır (FAO 2018).

Atmosferdeki CO₂'nin miktarını azaltabilmek için en etkili ve doğal yolların başında, yakılmadan çeşitli biçimlerde yıllarca kullanılabilen yapacak odun miktarını artırmak gelmektedir. Çünkü odun, karbonu tutup yıllarca depolayabilme yeteneğinde, erişimi, üretimi ve kullanımı kolay olan tek materyaldir (Bowyer vd. 2007, Buchanan 2006).

Dünyanın toplam enerji gereksiniminin yaklaşık %85'inin karşılandığı fosil yakıtların yakılması yoluyla her yıl yaklaşık olarak 8 milyar ton CO₂ atmosfere salınmaktadır (Beyer vd. 2006). Tipik bir ağaç ise her bir m³'lük hacim artımıyla atmosferden 1 ton CO₂'yi çekerek 0,7 ton oksijen üretmektedir. Beton ya da tuğla gibi üretim sürecinde çok fazla CO₂ salınan materyalin yerine ahşap malzemenin kullanılması durumunda ise 1 m³ ahşap ile toplamda 2 ton CO₂ atmosferden uzak tutulmaktadır (Beyer vd. 2006, Nath 2017). Ayrıca, ahşap geri dönüştürülüp yeniden kullanımı sonrası, hizmeti sona erdiğinde bile doğal peyzaja bütünüyle uyum sağlayabilen ender materyallerden birisidir (Sinha 2017).

Bu nedenle küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılması için odun hammaddesinin kullanımını teşvik eden, siyasal ve sivil toplum örgütlerince yürütülmekte olan pek çok ulusal ve uluslararası program bulunmaktadır (IPCC 2006, Zanetti 2017). Sürdürülebilir kalkınma kavramının üç temel dayanak noktası bulunmaktadır. Bunlar, ekonomik optimizasyon, olumsuz çevresel etkilerin azaltılması ve insan refahının artırılmasıdır (Sinha 2017). Dolayısıyla gerek sürdürülebilir kalkınma gerekse odun hammaddesine ve ormanların çok sayıdaki ekosistem hizmetlerine olan küresel talep artışının karşılanabilmesi için plantasyon ormancılığının önemi her geçen gün daha da artmaktadır (Sutton 1999, Carle ve Holmgren 2008, Nath 2017). Üretimde verimliliğin artırılabilmesi için iki temel aygıt bulunmaktadır. Bunlardan birincisi genetik ilerleme, diğeri ise silvikültürel yöntemlerdir (White vd. 2007, Ruotsalainen 2014, Burdon 2017).

Türkiye'de nüfus artışına koşut olarak ormanlık alan miktarı artmamaktadır. Artan nüfus göz önünde bulundurularak, VIII. ve IX. Kalkınma Planları'nda ortalama odun hammaddesi arz açığının, yılda 2 milyon m³ kadar olabileceği öngörülmüştür (DPT 2002, DPT 2007). Türkiye'de nüfusun 82 milyonun üzerinde ve ormanlarda yıllık ortalama endüstriyel ve yakacak odun üretiminin toplam ~18,8 milyon m³ (TOD 2019) olduğu göz önüne alındığında, kişi başına üretim miktarı ~0,23 m³'ten daha azdır. Kişi başına odun hammaddesi tüketim miktarı ise gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için neredeyse eşit miktarda olup ~0,5 m³ ten biraz daha fazladır. Gelişmiş ülkelerde bu miktarın %80'i endüstriyel odun olarak tüketilmekte iken gelişmekte olan ülkelerde bu oran yakacak odun olarak tüketilmektedir (FAO 2003). Bu verilerden hareketle

Ülkemizdeki arz açığının kapatılabilmesi için üretim en az iki kat artırılması gerektiği görülmektedir. Nitekim TUİK verileri de odun hammaddesi bakımından dış alım miktarlarımızın yksekliliğini göstermektedir (Bkz. Şekil 3, Şekil 4).

Türkiye’de kişi başına düşen orman alanı miktarı sürekli azalmaktadır. Doğal ormanlara odun üretimi yanı sıra biyolojik çeşitlilik, ekoturizm, su üretimi vd. gibi yeni işlevlerin yüklenmesiyle, doğal orman alanlarından yapılan üretim artırılması olanakları, oldukça sınırlı kalmaktadır. Türkiye’nin engebeli toporafyası, doğal ormanlar için bir sıınak işlevi de görmektedir. Yüksek eğimli ormanlarda üretim planlaması çoğunlukla ne ekonomik ne de sürdürülebilir bir uygulama olamamaktadır. Buna karşılık I. ve II. bonitet (iyi yetişme ortamları), düz ya da az eğimli alanlarda kurulan ve entansif yönetimi salanabilen plantasyonlardan, Libby’nin (2002) belirttiğine göre doğal ormanlara göre 2-25 kat daha fazla odun ürünü sağlanabilmektedir. Örneğin, Stantuth vd.’nin (2003) belirttiğine göre doğal ormanlarında *Pinus taeda* L.’dan 5 m³/ha/yıl ortalama artım sağlanırken, üçüncü nesil entansif yönetilen plantasyonlarda ortalama artım, 25 m³/ha/yıl’a erişmiştir. Kızılçamda yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır; Alemda (1962), I. bonitet doğal ormanlarda son hasılatın 184 m³/ha olduğunu belirtmektedir; Erkan (1996a)’da 25 yıl idare süresi için yine I. bonitet doğal ormanlarda son hasılatı 241 m³/ha olarak belirtmektedir. Ağaçlandırma alanlarında bu miktar 289 m³/ha’a çıkmaktadır (Usta 1991).

Plantasyonlarda verimliliğin yüksek olmasında, silvikültürel uygulamalar ve genetik ışlah çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Ülkemizdeki en geniş yayılışlı orman ağacı türü olan kızılçamın (Anonim 2018a), odununun inşaat malzemesinden deniz taşıtlarına pek çok kullanım alanı olması (Erten ve nal 1987) bu türü diğerlerinin arasından ne çıkarmaktadır. Bu nedenle odun hammaddesi üretiminde verimliliimizi artırmak üzere, ülkemizde plantasyon ormancılıı açısından en uygun tür olan kızılçamda genetik ışlah çalışmaları yürütülmektedir.

Herhangi bir genetik test sonucuna bağlı olmaksızın yalnızca fenotipik özelliklerine göre seçilmiş olan *plus* ağaçlarla kurulan bahçeler fenotipik tohum baheleridir. Fenotipik tohum bahçelerinden elde edilen genetik kazanç, göreli düşük olmaktadır. Bu durumun temel nedeni olarak, ağaç boyu ve çapı gibi büyümeye ilişkin karakterlerde

kalıtım derecesinin düşük oluşu gösterilmektedir; bir başka deyişle bu karakterler bakımından fenotipik değer ile genotipik değer arasındaki ilişki zayıftır (Wright 1976, Zobel ve Talbert 1984, Cornelius 1994).

Genetik ıslah çalışmaları kapsamında 2019 yılı sonuna dek Türkiye’de 33 farklı ağaç türünde olmak üzere 317 adet ve 42.549 ha toplam büyüklükte tohum meşçeresi seçilmiştir. Bu tohum meşçerelerinin de dahil olduğu doğal ormanlardan 18 farklı ağaç türünde 8271 adet *plus* ağaç seçimi tamamlanmıştır. Bu ağaçların birçoğunun vejetatif üretimleri yapılmış ve bunlarla 11 türde 180 adet ~1410 ha büyüklükte klonal tohum bahçeleri kurulmuştur (Anonim 2019).

180 adet klonal tohum bahçesinin 12 adedi, kızılçam için çeşitli tarihlerde çeşitli ıslah zonları için kurulmuş döl denemelerinden elde edilen sonuçlara göre kurulmuşlardır (Anonim 2019). Bu bahçeler, genotipik tohum bahçeleri olarak adlandırılırlar. Bu bahçelerde kullanılan klonların ıslah değerleri yüksek olduğundan bahçeden elde edilecek genetik kazanç da yüksek olmaktadır.

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) için bugüne dek yürütülen ıslah çalışmaları çoğunlukla büyüme karakterleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Gövde kalitesi sınıflandırması yoluyla kısmen gövde düzgünlüğü bakımından da genetik ilerleme sağlanabilmektedir. Ancak odunun gerek fiziksel mekaniksel özellikleri, gerekse kimyasal işlem gerektiren üretim süreçleri sonunda odundan elde edilecek her türlü ürünün kalitesini doğrudan etkileyen, odunun anatomik öğelerine ait bir ıslah çalışması bulunmamaktadır. Bu çalışma ile birçok çap, boy, gövde düzgünlüğü, hacim ağırlık gibi karakterlerin yanı sıra birçok anatomik karakter için genetik parametre tahminleri yapılması ve bu karakterlerin birbirleriyle ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Kızılçam

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), taksonomik olarak *Pinaceae* familyası altında bulunan en geniş cins olan, *Pinus* cinsine ait yüzden fazla türden biridir (The Gymnosperm Database 2019). Bir cinsli bir evcikli (*monoik*), rüzgârla tozlaşan (*anemogam*) bir bitkidir (Kayacık 1965, Yaltırık 1988).

Kızılçam, 15 – 25 m (-40m) boyunda bir orman ağacıdır. Yaprakları (10-) 12 – 18 cm uzunluğunda olup, Halepçamiyla (*Pinus halepensis* Mill.) benzerlik gösterse de daha koyu yeşil renklidir. Gençlikte sivri ve dar tepeli, ilerleyen yaşlarda yayvan tepeli ağaçlardır. Serbest büyümeleri durumunda kalın dallı yayvan tepe oluşturma eğilimindedirler (Boydak vd. 2006).

Kozalakları 6 – 11 cm uzunluğunda parlak, açık kahverengi, topaç benzeri ve kısa saplı ya da sapsız olup Halepçamiinkine göre göbeği büyük ve basıktır. Kozalak sürgünlerde dikine ya da yan durur (Kayacık 1965, Yaltırık 1993, Sarıbaş 2008, Farjon 2010). Kozalaklar, kalın karpelleriyle içinde sakladığı kalın kabuklu tohumu yangınlara karşı büyük ölçüde koruyabilmektedir. Kısmen kavrulmuş olan kozalakların içinde bile canlılığını koruyan tohumlar bulunabilmektedir (Boydak vd. 2006).

Tenore'nin, kızılçamın Latince adlandırmasını yaparken, güney İtalya'da bugün "*Calabria*" olarak bilinen "*Brutium*" bölgesinden esinlendiği belirtilmektedir (Frankis 1999, Farjon 2010). Yine Frankis'in (1999) belirttiğine göre Kızılçamın en yakın akrabasının Halepçami (*P. halepensis* Mill.) olduğu, bu türle arasındaki en belirgin ayırıcı özelliğinin dolu tohum ağırlığı olduğu (Kızılçamda 42 – 58 mg, Halepçamında 20 mg), bunun dışında kozalak yapısı daha iri, sert, sivri çıkıntılı ve daha büyük apofizli, daha geniş tohum kanatlı olan Halepçamından morfolojik ayrımının yapılabildiği (Nahal 1983, Panetsos 1981, Conkle vd 1988) belirtilmektedir. Frankis (1999)'a göre Kızılçamın, Halepçamiinin bir alt türü varsayıldığı (örnek: Christensen 1997) çalışmaların yanı sıra Halepçamiinin kızılçam benzeri bir atadan türemiş olabileceğine işaret eden çalışmalar da (Örnek: Conkle vd 1988) bulunmaktadır.

Kızılçam ve Halepçamının biyokimyasal ve moleküler karakterler bakımından farklı olduğu Korol ve Ark. (2002) tarafından yapılan bir çalışmayla ortaya konulmuştur. Halepçamı ve kızılçam doğal ya da yapay hibritler oluşturabilmektedirler (Panetsos 1981). Ancak yapay melezlemenin ancak kızılçam dişi, Halepçamı erkek olduğunda olanaklı olduğu belirtilmektedir (Panetsos 1986).

Critchfield ve Little (1966)'ın belirttiğine göre kızılçamın, *Pinus brutia* Ten. subsp *brutia*, - subsp *stankewiczii*, - subsp *pityusa*, -subsp *eldarica* olmak üzere dört alt türü bulunmaktadır. Bununla birlikte *Pinus brutia* Ten. subsp *brutia* ulusal ve uluslararası yayımlarda *Pinus brutia* Ten. olarak tür düzeyinde ele alınmaktadır (Boydak ve Ark. 2006). Bu anlamda bir karışıklık oluşturmamak üzere bu çalışmada da *Pinus brutia* Ten. olarak tür düzeyinde ele alınmıştır.

Kızılçamın *P.b. var. brutia*, *P.b. var. agrophlottii* Papaj., *P.b. var. pyramidalis* Selik, *P.b. var. pendulifolia* Frankis, *P.b. var. densifolia* Yalt. ve Boydak olmak üzere beş adet varyetesi bulunmaktadır (Boydak 2005, Yaltırık ve Akkemik 2011, Akkemik 2014). Farjon (2010) a göre kızılçam, dört varyete (*P.b. var. brutia*, *P.b. var. eldarica*, *P.b. var. pendulifolia*, *P.b. var. pityusa*) ile temsil edilmektedir.

Ülkemizde, *Pinus brutia* Ten. var. *agrophlottii* Papaj. için 1988 yılında kurulmuş bir klon parkı, *Pinus brutia* Ten. var. *pyramidalis* Selik için Menderes – Gümüldür, Edremit - Çınarlıhan, Sındırgı – Ulus 'ta olmak üzere toplam üç adet Gen Koruma Ormanı ve *Pinus brutia* Ten. var. *densifolia* Yalt. ve Boydak için Karaisalı – Kızıldağ'da bir adet Gen koruma Ormanı bulunmaktadır (Anonim 2019).

Kızılçam hızlı büyüyen bir ağaç türü olup aynı yıl üç dört sürgün verebilmektedir (Selik 1963). Polisiklik bir büyüme ritmine sahip olması nedeniyle vejetatif gelişimini birden çok sürgün ile büyüme döneminin tamamına yayabilmektedir. Yıllık sürgün sayısı çoğunlukla üç adettir (Boydak ve Ark. 2006).

Tipik bir ışık ağacı olarak Kızılçam (Pamay 1966, Saatçioğlu 1976, Boydak ve Ark. 2006), genellikle aynı yaşlı ve tek katlı meşcereler oluşturmaktadır ancak Kızılçamın tabakalı meşcere kuruluşlarına da rastlanmaktadır (Eler 1985). Kızılçamın ışık isteği

daha birinci yaşımdan itibaren yüksek olup yaşayabilmesi için en az % 60-65 ışık entansitesi gerekmektedir; iyi bir gelişim gösterebilmesi için % 70'ten fazla ışık entansitesi gerekmektedir (Pamay 1966, Özdemir 1977).

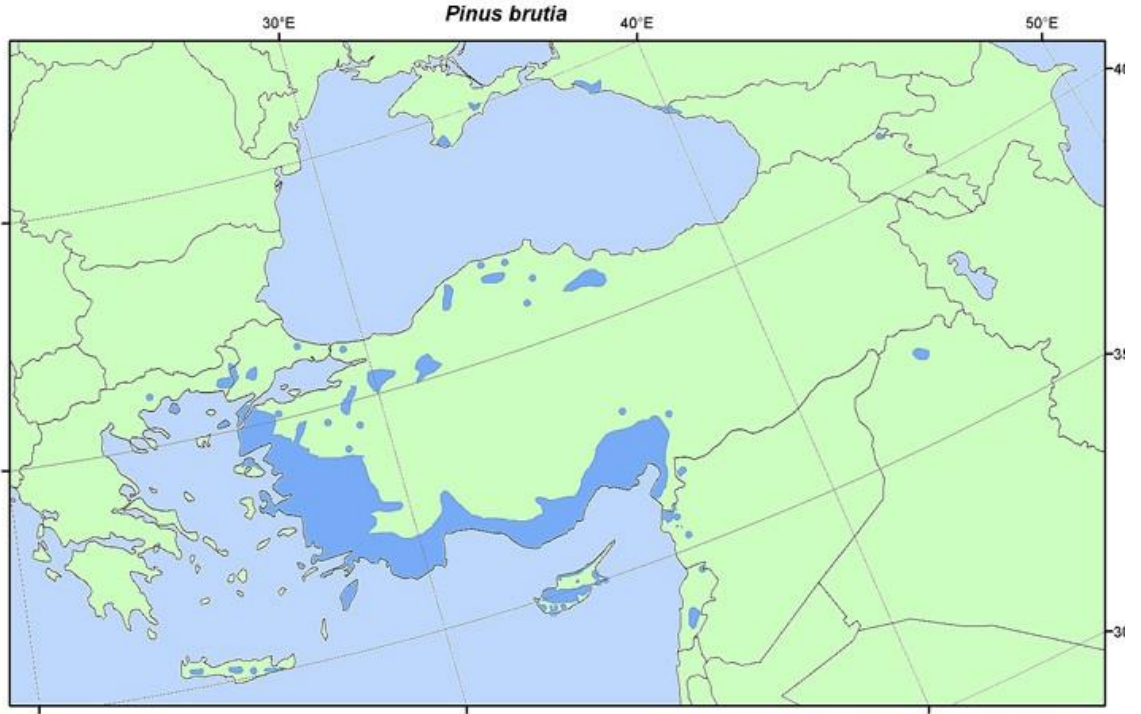
İbre anatomisi çalışmaları da Kızılçamın transpirasyonla su kaybına Halepçamından daha dayanıklı olduğunu göstermektedir (Abido 1983).

Frankis (1999)'a göre bilinen en yüksek boylu kızılçam ağacının İsrail'de bulunan Mermon Dağı'nda kültüre alınmış 35 m boyunda bir birey olduğu (Earle 1998) belirtilmesine karşın Isparta – Bucak – Pamucak'ta bulunan Gen Koruma Ormanında doğal olarak yetişmiş olan 43 m boyunda kızılçam bireyi bulunmaktadır; bunun dışında 40 m ve daha uzun boylu birçok kızılçam bireyi belirlenmiştir (Anonim 2019, Boydak ve Ark. 2006). Yine aynı yazara göre en kalın çaplı birey Muğla – Kemer'de 2,1 m çapındadır (H. Karaca in litt.).

Kızılçamın, Türkiye'deki doğal çam türleri arasında en erken yaşta çiçeklenme yeteneğine sahip olduğu belirtilmektedir (Selik 1963). Çiçeklenme yaşının görece küçüklüğü, kızılçam için ıslah süresini kısaltarak ıslah çalışmalarının etkinliğini artırıcı bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır.

2.2 Kızılçamın Yayılış Alanı

Kızılçamın doğal yayılış alanı Türkiye, Yunanistan'ın doğusu, küçük parçalar halinde Kırım, Kafkasya'nın sahil kısımları, Ukrayna, Krasnodar, Abhazya, Azerbaycan, Afganistan, Gürcistan, Irak'ın kuzeyi, İran'ın kuzey batısı, Suriye, Lübnan, Filistin, Ürdün, Kıbrıs ve Girit'tir (Kayacık 1965, Critchfield & Little 1966, Yaltırık 1993, Sarıbaş 2008, Farjon 2010). Kızılçam, dünya üzerindeki en geniş yayılışını Türkiye'de yapmaktadır. Ülkemizde bulunan kızılçam alanlarının yaklaşık % 47'si Akdeniz Bölgesinde, % 40'ı Ege Bölgesinde, % 10'u Marmara Bölgesinde ve geri kalanı da Karadeniz Bölgesinde bulunmaktadır (Sarıbaş 2008).



Şekil 2.1 Kızılçamın Yayılış Haritası (EUFORGEN 2009)

Doğal yayılış alanı dışında, gerek park ve bahçe ağacı olarak gerekse tomruk üretimi amaçlanarak İsrail'in güneyinde, İspanya'nın batısında, Pakistan'ın doğusunda, Avustralya'da, Yeni Zelanda'da, Güney Afrika'da, Kaliforniya ve Arizona'da çoğaltılmıştır (Frankis 1999). Kızılçamlar, sahil kesimlerinde 1200 m yükseltiye kadar çıkabilmektedirler ve Türkiye'de yayılış alanlarında dikey yönde iki kademe oluştururlar. Aşağı kademedeki olanlar genel olarak kısa ve eğri gövdeli, dağınık tepeli ağaçlardır. Rakım yükseldikçe ağaçların gövdeleri düzgünleşmeye, boylar artmaya, tepeler sivrileşmeye ve dallar incelmeye başlar (Kayacık 1965). Bu genellemenin istisnalarından biri olarak Bafra-Yakakent'te bulunan kızılçam tohum meşçeresini (TM 349) özellikle belirtmek gerekir. Denizden ~50 m yükseklikte bulunan bu meşçerede kızılçamlar şaşkırtıcı düzeyde düzgün gövdelidirler.

Frankis (1999)'in bildirdiğine göre Birinci Dünya Savaşı sırasında Anzak birliklerinin referans noktası olarak kullandıkları ve "Lone Pine" (yalnız çam) olarak adlandırdıkları, Gelibolu yarımadasında bulunan bir kızılçam bireyinin tohumları, savaş gazilerince Avustralya'ya götürülerek orada çoğaltılmıştır (Hawker 1990).

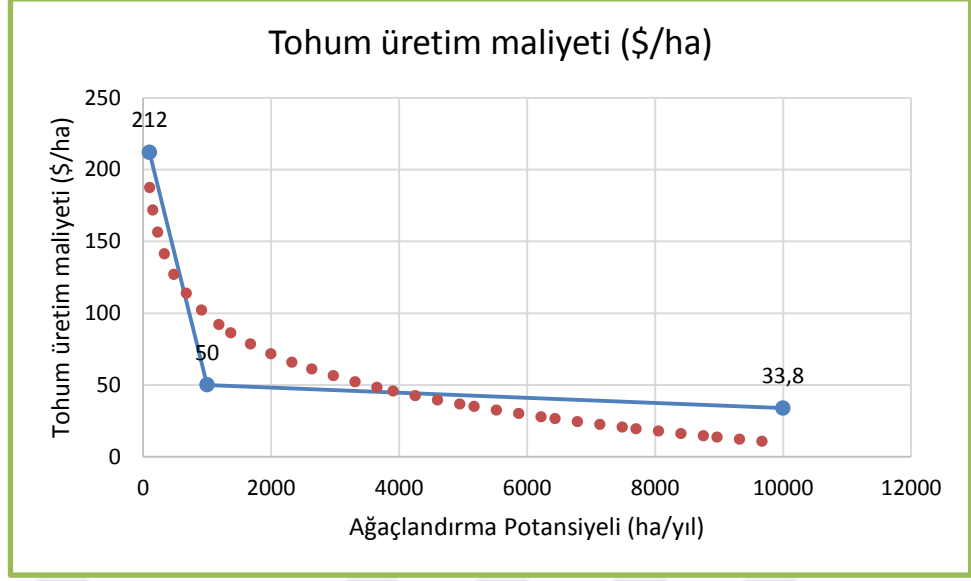
2.3 Türkiye Ormancılığı ve Kızılçam

2018 yılı verilerine göre, Türkiye'nin 78.543.963 ha lık toplam yüzölçümünün % 28,8 lik bölümüne karşılık gelen 22.621.935 hektarı orman alanıdır. Bu alanın ~%26 lik bölümüne karşılık gelen 5.854.673 hektarı ise kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanı alanıdır (Anonim 2018a). Saf ibreli ormanlarımızın yaklaşık olarak % 53'ünü kızılçam ormanları oluşturmaktadır. Türkiye genelinde toplam kızılçam serveti 323.286.041 m³, kızılçam ormanlarının yıllık artım miktarları da 10.185.229 m³/yıl olarak hesaplanmıştır (TOD 2019). En iyi yetişme ortamında (I. Bonitet) bulunan doğal ormanlarında 11,4 m³/ha/yıl (Erkan 1996b), ağaçlandırma alanlarında ise 15,4 m³/ha/yıl artım yapma yeteneğinde (Usta 1991) olduğu belirtilmektedir.

Bir türün genetik ıslah çalışmalarına konu edilebilmesi için yayılış alanının büyük olması, bu tür için gençleştirme materyaline gereksinim bulunması, türün plantasyon ormancılığına konu olmasının gerektiği belirtilmektedir (Namkoong ve ark. 1980, Zobel ve Talbert 1984); bu bakımdan kızılçamın, Türkiye'deki genetik ıslah çalışmaları için çok uygun olduğu rahatlıkla söylenebilmektedir.

1946-2017 yılları arasında orman ağaçları ile yapılan ağaçlandırma miktarı 3,37 milyon ha olmuştur. Bu alan toplam orman alanının ~%15'i, verimli ormanlarımızın ise ~%26,5 ine karşılık gelmektedir (TOD 2019). Türkiye'de gerçekleştirilen yapay gençleştirmelerin % 58'i kızılçam türüyle yapılmaktadır (Anonim 2015). Ağaçlandırmalar Türkiye ormancılığı için, kızılçam türü de ağaçlandırma çalışmaları için çok büyük önem taşımaktadır. Nitekim ağaçlandırma çalışmalarında kullanılmak üzere her yıl 50 – 60 milyon adet kızılçam fidanı ağaçlandırmalarda kullanılmak üzere orman fidanlıklarında üretilmektedir (Anonim 2011).

Kızılçamın ağaçlandırma potansiyelinin yüksek oluşu, genetik ıslah çalışmalarının oransal maliyetini de düşürmektedir. Ağaç ıslahının ekonomik getirilerinin irdelendiği ve tohum üretim maliyet analizi içeren bir çalışma (Willan 1988), birim alan başına maliyet düşüşünü çarpıcı biçimde göstermektedir (Şekil 2.2).

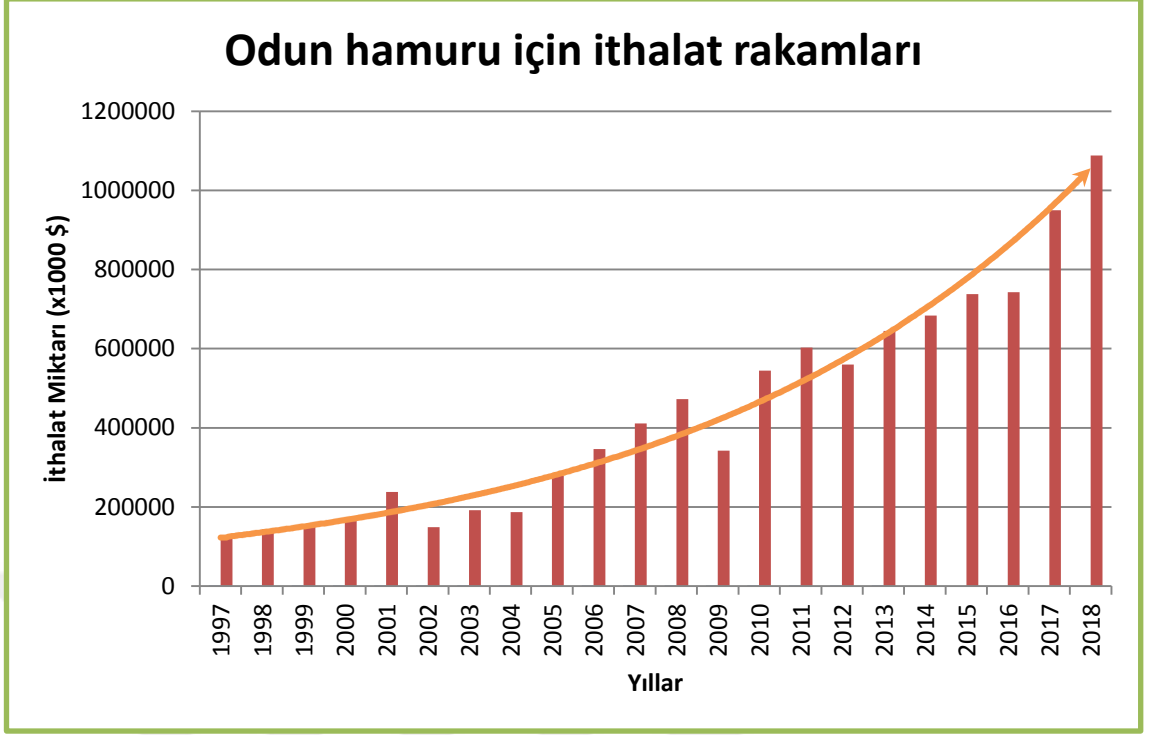


0.2 Şekil 2.2 Ağaçlandırma için ıslah edilmiş tohum üretim maliyeti (\$/yıl) (Willan 1988)

Birim alandan yapılacak ağaçlandırma için tohum üretim maliyeti bakımından da kızılçam türü, ıslah çalışmaları bakımından özellikle önem taşımaktadır.

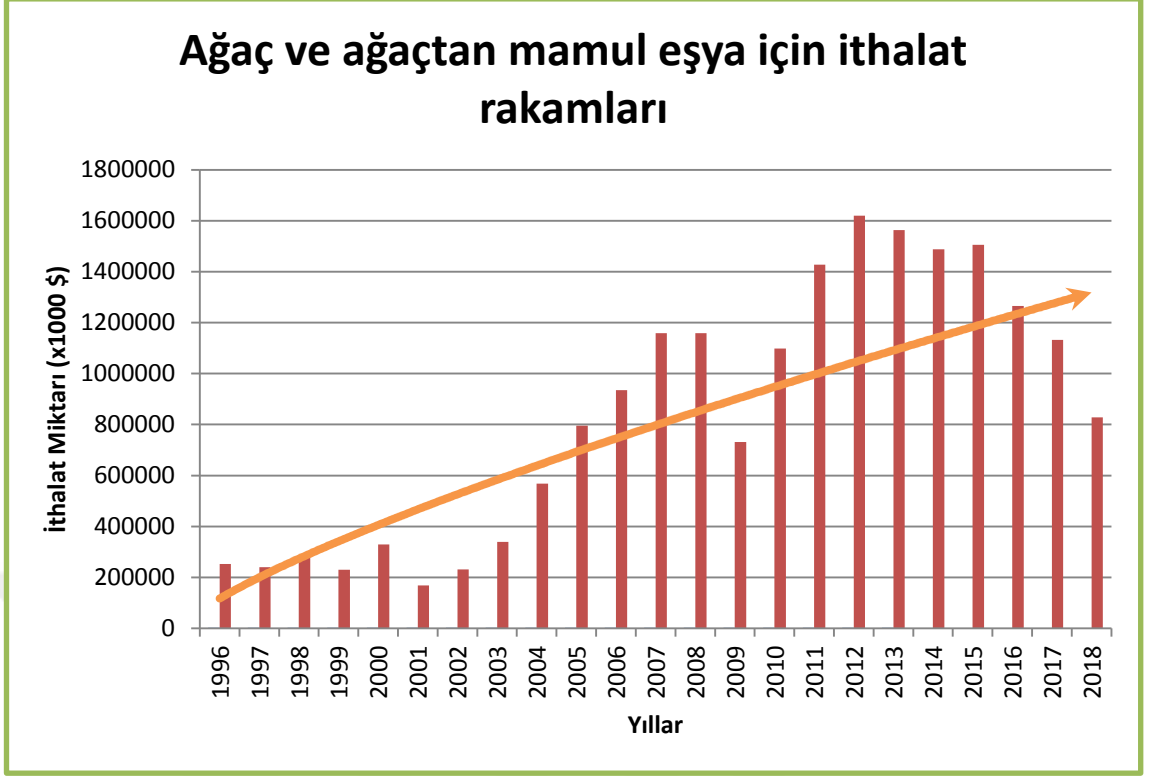
Kızılçamın genetik çeşitliliğinin belirlenmesine yönelik pek çok çalışma yapılagelmektedir (Işık 1980, Işık 1986, Kaya ve Işık 1997, Işık ve Kara 1997, Işık 1998, Işık vd 1999, Işık ve Işık 1999, Özel 2001, Gülbaba ve Özkurt 2001, Işık vd 2002, İçgen 2002, İçgen vd 2006). Yüksek genetik çeşitliliğe sahip oluşu da kızılçamın ıslah çalışmalarının yürütülebilmesi bakımından önemli bir ölçüt olmaktadır.

Türkiye’de, devlet ormanlarından üretilen endüstriyel odun içinde tomruk miktarının oranı düşüktür. Üretilen kızılçam tomruklarının da çok büyük bir oranı en düşük sınıf olan 3. sınıf tomruk olarak sınıflandırılmaktadır. Bu konularda oluşan arz açığı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Bu durum verimli orman varlığı yönünden sınırlı olan ülke ormanlarının bir an önce geliştirilmesi ve genişletilmesini stratejik hale getirmektedir (Anonim 2007). Orman ürünlerindeki arz açığının bir diğer önemli nedeni olarak da kaliteli tomruk üretiminin azlığı gösterilmektedir. Türkiye’deki toplam tomruk üretiminin ancak % 4 ü birinci ve ikinci sınıf olup, kalan % 96 ise üçüncü sınıf tomruk olarak piyasaya sunulmaktadır (Öztürk vd 2004).



Şekil 2.3 Yıllara göre odun hamuru, lifli selülozik madde ithalat rakamları (x 1000 ABD doları) (Anonim 2018b)

Türkiye İstatistik Kurumunun yıllara göre odun hamuru ithalat rakamlarına bakıldığında odun hamuru ithalatında 1997 yılından bu yana sürekli bir yükseliş olduğu, bu yükselişin önümüzdeki yıllarda da devam etme olasılığının yüksek olduğu görülmektedir. Ağaç ve ağaçtan mamul eşya ithalat rakamlarının ise son dört yıldır azalma eğiliminde olmakla birlikte 1996 yılından bugüne kadarki genel eğiliminin yine artış yönünde olduğu görülmektedir. Odun hamuru ithalatı için ödenen döviz miktarı 1997 yılından bu yana yaklaşık beş kattan fazla artmıştır (Anonim 2018b).



Şekil 2.4 Yıllara göre ağaç ve ağaçtan mamul eşya ithalat rakamları (x1000 ABD doları) (Anonim 2018b)

Onuncu Kalkınma Planında, ağaçlandırma çalışmalarının hızlandırılacağı, endüstriyel nitelikte olanlar başta olmak üzere odun ürünlerinin üretiminde etkin yönetim sağlanacağı belirtilmektedir. Plana göre 2018 yılında toplam ağaçlandırma alanında 3,7 milyon ha'a ulaşılması öngörülmüştür. (Anonim 2013). 1946 – 2017 yılları arasında yapılan ağaçlandırmaların toplam alanı 3,37 milyon hektarı bulmuştur (TOD 2019). Planlanan hedef büyük ölçüde gerçekleştirilmiş olsa da Türkiye'nin artan nüfusu ile birlikte değerlendirildiğinde, odun üretiminin yine yetersiz kaldığı görülmektedir.

Ülkemizde gerek duyulan yıllık yaklaşık 31.000.000 m³'ün 2016 yılı için yaklaşık 26.000.000 m³'ü devlet ormanlarının üretim için ekonomik fonksiyon atanmış bölümlerinden karşılanabilmiştir. Bu miktarın da yaklaşık 5.000.000 m³'ü yakacak odun sınıfındadır. Özellikle lif-yonga için üretilecek endüstriyel oduna olan gereksinim ise her geçen yıl daha da artmaktadır (Anonim 2017). Kızılçam ıslah çalışmalarının yoğunlaşarak ve geliştirilerek sürdürülmesi, Türkiye'nin, odun üretimi açığını azaltma yolundaki en önemli seçeneği olarak görülmektedir.

2.4 Odun Özellikleri ve Kızılçam

Odun, her yıl karasal bitkilerce tutulan yaklaşık 56.000.000.000 ton CO₂'nin büyük bir çoğunluğunun depolandığı (Field vd. 1998), sera gazı düzeyini düzenlemenin yanı sıra çok çeşitli kullanım alanları bulunan, önemli bir doğal kaynaktır (Carroll ve Somerville 2009). Günümüzden yaklaşık 2320 yıl önce, MÖ 300 civarında yaşadığı belirtilen, Aristo ve Plato'nun öğrencisi Theophrastus'un, bitkileri ilk kez kabaca sınıflandırdığı ve iklim koşullarının bitkilerin büyümesine etkisini belirttiği ifade edilmektedir (Kramer 1986). Odunun kalitesine ilişkin olarak bilinen ilk kayıtlı gözlemin de yine Yunan gezgin filozof Theophrastus'a ait olduğu belirtilmektedir. Theophrastus, kuzey bakıda yetişen ağaçların odununun daha sağlam ve iyi kalitede olduğunu belirtmektedir (Hort 1966).

Odun kalitesi denildiğinde tek bir özellik bakımından belirli bir düzey ve üzeri anlaşılabilir. Oysaki odun hammaddesinin kullanım alanlarının olabildiğince çeşitlendiği günümüzde, artık tek bir ya da birkaç özellik bakımından kaliteden söz etmek olanaklı değildir. Materyalin kalitesini gösterenin, odun hammaddesinin son kullanım amacına uygunluğu olduğu belirtilmektedir (Perstorper vd. 1995). Bir kullanım amacı bakımından istenmeyen özellikte "kalitesiz" bir materyal, başka bir amaç için yüksek kalitede olabilir.

Odun oluşumunu düzenleyen içsel ve dışsal faktörler bulunmaktadır. İçsel faktörler arasında oksin, giberellin, sitokinin, etilen ve jasmonik asit gibi fitohormonlar (Aloni 2013) ile eşgüdümlü olarak ifade edilen birçok gen sayılmaktadır. Dışsal faktörler ise iklimsel faktörler, abiyotik ve mekanik stres faktörleri olarak özetlenebilmektedir (Fromm 2013). Kuraklık ve tuzluluk stresinin odun oluşumunda önemli etkilerinin bulunduğu belirtilmektedir (Lautner 2013). Yetiştirme ortamı özelliklerinin odun özellikleri üzerinde önemli düzeyde etkili olabileceği belirtilmektedir (Cown vd. 1991). Odun kalitesinin, yetiştirme ortamı, genetik ve silvikültürün bir bileşimi olarak ortaya çıktığı ifade edilmektedir (Cown 2005). Ladin türleri için hazırlanan bir derleme çalışmada (Rozenberg ve Cahalan 1997), odun özelliklerinin büyüme ve adaptasyon karakterlerine göre daha yüksek kalıtsallığı olduğu ancak daha az değişken oldukları ifade edilmektedir. Aynı çalışmada, odun özelliklerinin genetik varyasyonunun erken

yaşta tahmin edilemeyeceği; ağaçların en azından 5 – 7 yaşında olması gerektiği belirtilmektedir.

Odun özelliklerinin genel olarak orta ve yüksek düzeyde kalıtsallığa sahip oldukları kabul edilmektedir (Wu vd. 2008, Watt vd. 2010). Bu özellikler için uygulamada anlamlı kazançlar sağlanabilir. Odun özelliklerinin büyük çoğunluğu büyüme hızı, form ve uyum yeteneğinden bağımsız olarak kalıtsaldır. Odun oluşumu oldukça karmaşık olup birden çok genin kontrolü altında (poligenik) bulunmaktadır (Burley 1982). Bu genlerin tamamı eşgüdüm içinde çalışmaktadırlar (Zhong ve Ye 2013).

Odun oluşumuna ilişkin genomik analizler, uyarı mekanizmaları, transkripsiyonel düzenleme, hücre iskeletinin oluşumu, programlı hücre ölümü ve hücre çeperi senteziyle bağlantılı binlerce genin, belirli bir düzende etkin hale geldiğini göstermektedir (Wang vd. 2009, Wilkins vd. 2009, Dharmawardhana vd. 2010). Bununla birlikte bu olguyla ilgili bütün genellemelere dair, tür, yetişme yeri, vb. istisnalar da bulunabilmektedir (Zobel ve Jett 1995). *Pinus radiata*'nın birçok popülasyonunda, karakterlerin genetik korelasyonları arasındaki tutarlılığın pleiotropi göstergesi olduğu belirtilmektedir (Lasserre vd. 2009). Bir markıra ait polimorfizm ile amaç karakteri arasında bulunan ilişkinin, istatistik olarak kanıtlanması için uygulanan bir teknik olan ilişki haritalama (*Association Mapping*) yöntemiyle de odun kalitesine yönelik bazı aday genlerin SNP (Tek Nükleotid Farklılaşması) markırları tespit edilebilmektedir (Thavamanikumar vd. 2014).

Ağaçlar, diğer organizmalarla karşılaştırıldığında iki kattan daha fazla varyasyona sahiptir; koniferler ise diğer bitkilerden daha fazla varyasyona sahiptirler (Hamrick vd. 1979; Conkle 1980). Bu geniş varyasyon, özellikle koniferler bakımından odun özellikleri de dâhil olmak üzere seleksiyon için büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Odun özelliklerinde görülen varyasyon aynı zamanda eğer bir seleksiyon yapılmamışsa üretim bakımından bir sorun oluşturabilmektedir. Bir ormandan üretilen odunun özelliklerinin heterojenliği, bu hammaddeyi kullanacak olan sanayi bakımından sıkıntı yaratabilmektedir. Kâğıt hamuru üretilecekse sürecin aşamalarında kullanılacak kimyasal madde miktarının belirlenmesindeki güçlük, kereste olarak kullanılacaksa farklı mekaniksel özelliklerin kullanım alanlarında zayıflıklara neden olması gibi

sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Nitekim Zobel ve Jett (1995), odun yoğunluğunun yanı sıra istikrarlı bir homojenliğin istenilen bir karakter olduğunu pek çok kez vurgulamıştır. Yine kerestenin fiziksel mekaniksel karakterlerinde ortaya çıkacak çeşitliliğin, bir mühendislik materyali için başta gelen olumsuz özellik olduğu belirtilmektedir (Thompson 1992).

Odun özellikleri bakımından ağaç içi varyasyon, Duff ve Nolan (1953) sınıflandırması kullanılarak üç düzeyde incelenebilir. Bunlardan birincisi, belirli bir yıla ait ve bir kılıf gibi ağacı saran tek yıllık halka üzerinde değişik yükseklik ve yönlerdeki varyasyondur. İkincisi, belirli bir yükseklikten alınan enine kesitte özden başlayarak birbirlerini izleyen yıllık halkalardaki varyasyondur. Üçüncüsü ise değişik yüksekliklerde alınan kesitlerde belirlenen –söz gelimi özden itibaren üçüncü halka- yıllık halkalar arasındaki varyasyondur. Bunlar arasında özellikle özden kabuğa doğru ağaç içi varyasyonunun yüksek olduğu belirtilmektedir (Zobel ve van Buijtenen 1989, Cown 1999).

Gövde düzgünlüğü, önemli bir ıslah karakteri olarak kabul edilmektedir. *Pinus taeda*'da yapılan çalışmalar, düzgün gövdeli bireylerin belirgin biçimde daha yüksek hasılat verdiği, daha iyi yırtılma direnci gösterdikleri ve eğri gövdelilere göre %13 kadar daha fazla gelir getirdikleri belirtilmektedir (Zobel vd. 1977; Bridgwater 1984). Bu özellik, genetik olarak en kolay kontrol edilebilen karakterler arasında sayılmaktadır (Martin 1984; Blair ve Olson 1984). Bununla birlikte Magalska ve Howe (2014)'ün duglas göknarında yapmış oldukları bir çalışmada, çatal ve kalın dallı gövde oluşumunun, verimli yetiştirme ortamları ile sahile yakın yetiştirme ortamlarında az da olsa bir miktar arttığı belirtilmektedir. Çatal gövde oluşumu için kalıtım dereceleri ($h^2_i = 0,02 - h^2_f = 0,28$) olarak tahmin edilmiştir ve ıslah yoluyla gövde şekil bozukluklarının azaltılabileceği belirtilmektedir. *P. taeda*'da pek çok gövde ve dallanma karakterinin kalıtım tahmininin yapıldığı bir çalışmada (Cumbie vd. 2007), yarım kardeş ailelerin aile ortalamaları kalıtımlarının tam kardeşlere göre yüksek çıktığı görülmektedir. Yarım kardeş aile ortalamaları kalıtım değerlerinin çatal gövde için ($h^2_f = 0,91$), gövde düzgünlüğü için ($h^2_f = 0,94$), dal açısı için ($h^2_f = 0,71$), dal çapı için ($h^2_f = 0,91$) ve dal sıklığı için ($h^2_f = 0,97$) olduğu belirtilmektedir. *P. taeda*'da yapılan bir başka çalışmada da (Cumbie vd. 2012), çatal gövde oluşumu için benzer değerler ($h^2_i = 0,04 - 0,15$; $h^2_f = 0,73 - 0,92$) bulunmuştur.

Odunun fiziksel-mekaniksel özelliklerinden biri olan ve odun kalitesinin (sertliğinin) bir göstergesi olarak kabul edilen esneklik katsayısı da (*Modulus of Elasticity*) ıslah edilebilir önemli karakterlerden birisidir (Raley vd. 2007). Bu karakteri, ağacı kesmeden ölçebilmek üzere son dönemde ses iletkenliği (*Acoustic Velocity*) yönteminin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu karakterin, büyüme karakterleriyle (çap, boy ve hacim) genetik korelasyonu, çalışılan ağaç türüne göre ve ağaç yaşına göre çok değişiklik göstermektedir. Söz gelimi Douglas göknarında yapılan çalışmalarda, genetik korelasyon negatif değerlerden (-0,46), pozitif değerlere (0,35) değişiklik gösterebilmektedir (Jayawickrama vd. 2011, Urhan vd. 2014).

Kambiyum, odun oluşumundan sorumlu olan sekonder meristem dokusudur; primer meristem doku ise (apikal meristem) sürgün uçlarında bulunan prokambiyumdur (Larson 1994, Evert 2006, Matte Risopatron vd. 2010). Prokambiyumun ilk olarak embriyoda oluştuğu ve sürgün uçlarında da varlığını sürdürdüğü, prokambiyumdan kambiyuma geçiş durumunun ise metakambiyum olarak adlandırıldığı belirtilmektedir (Larson 1982).

Kambiyum, bölünen başlangıç hücreleri ile ksilem ve floem ana hücrelerinden oluşmaktadır. Ksilem ana hücreleri bölünerek en dış yıllık halkaya yeni bir halka daha ekleyecek biçimde ağacın odun dokusunu oluştururlar. Floem ana hücreleri de kabuk tarafına yeni floem hücreleri eklerler. (Fromm 2013, Kampe ve Magel 2013). Kambiyumun bu üç tabakalı yapısı, titrek kavaktan elde edilen 20 µm kalınlığındaki kesitlerden mikroarray tekniği ile elde edilen gen ifadesi verisi ile kanıtlanmıştır (Schrader vd. 2004).

Ksilem ana hücreleri, birçok türde floem ana hücrelerinden çok daha fazla bölünürler. Bununla birlikte bunun bazı istisnaları bulunmaktadır. Tropik bir kapalı tohumlu olan *Mimusops elengi*'de bölünme miktarları birbirine eşit (Ghouse ve Hashmi 1983) iken, *Thuja occidentalis*'teki ksilem ana hücreleri, floem ana hücrelerinden 15 kat daha fazla bölünmektedirler (Bannan 1955). Ksilem oluşumunu, morfogenezle birlikte oksin yoğunluğunun düzenlediği belirtilmektedir (Kramer 2001, Schrader vd. 2003, Drew vd. 2010). Artan oksin konsantrasyonunun ışınal yönde traheid genişliğini çok belirgin biçimde artırdığı tespit edilmiştir (Welsh 2006).

Sundberg vd. (2000), oksin hormonunun odun oluşumunda başrolde olduğunu, kavak ve çamda ışınal yönde oksin yoğunluğunun en çok, bölünen kambiyum hücrelerinde olduğunu belirtmektedir. Genç yaprakların üretmiş olduğu oksin hormonu, ağacın kök uçlarına dek giden yukarıdan aşağıya yolculuğu boyunca, odun dokusunun oluşumu için uyarıcı ve düzenleyici bir etki göstermektedir (Uggla vd. 1996, Scarpella ve Helariutta 2010, Aloni 2013). *Pinus halepensis*'te, yapılan bir çalışma, ilkbahardaki kambiyum hücre sayısı ile sulamanın anlamlı ve pozitif yönde ilişkili olduğunu göstermektedir (de Luis vd. 2011).

Meristem dokusu bulunan herhangi bir bitkisel yapının, geçici olarak büyümesini durdurması, dormansi olarak adlandırılmaktadır. Kambiyum dormansisi, dinlenme ve uyuşukluk olmak üzere iki aşamalıdır (Catesson 1994, Larson 1994). Kambiyum dinlenme aşamasından uyuşukluk aşamasına geçtiğinde oksine duyarlılığını yeniden kazanmaktadır (Heide 1993). Kambiyum etkinliğini etkileyen dışsal faktörlerden birisinin de ağacın sosyal durumu olduğu belirtilmektedir. Çevresindeki diğer ağaçlara göre daha baskın durumda bulunan ağaçların kambiyumlarının dormansiden daha erken çıktıkları ve daha geç dormansiye girdikleri belirtilmektedir (Rathgeber vd. 2011).

Kambiyum oluşumunun, bitkinin karbon ve su ilişkilerinden güçlü biçimde etkilendiği bilinmektedir (Larson 1994, Savidge 2001). Bitkinin karbon ve su ilişkileri ise özellikle büyüme hormonu oksin düzeyini ve ksilem hücrelerini üretecek olan kambiyum hücrelerindeki turgor basıncını etkilemektedir (Fritts 2001, Kramer 2001, Vaganov vd. 2006). Yaz mevsimi sonundaki yağışlar, kambiyum faaliyetini her zaman tetiklemeyebilmektedir (Wilkinson vd. 2015). Toprak kurumaya başladığında, köklerdeki meristematik hücrelerde üretilen absisik asit (ABA), gövde boyunca aşağıdan yukarıya yol alarak stres işaretini yayar ve kambiyum bölünmesi yavaşlar, stomalar azalan su miktarına göre kapanmaya başlar (Koiwai vd. 2004, Hou vd. 2006, Taiz ve Zeiger 2006). ABA'nın, bitkinin soğuğa toleransını artırmada da önemli bir etkisi bulunduğu belirtilmektedir (Galiba vd. 2009).

Odun kalitesini etkileyen faktörler arasında genç odun miktarı ve özellikleri önem taşımaktadır (Burdon vd. 2004a, Kimberley vd. 2015). Genç kambiyumun oluşturduğu oduna genç odun adı verilmektedir; bu odunun oluşumunda ağacın yaşı değil,

kambiyumun yaşı önem taşımaktadır (Fromm 2013). Ağaçlar büyümeye tepeden başlamaktadırlar ve gövdenin üst kısımlarındaki kambiyum dip kısımlardakinden daha gençtir. *Pinus pinaster*'de, ksilem dokusunun gelişimine ait gen ifadesinde de benzer farklılığın bulunduğu; tepe tacındaki kambiyum etkinliğinin dip kısma göre daha fazla hücre bölünmesi ve genişlemesi gösterdiği belirtilmektedir. Ağacın dip kısmında ise traheid çeper kalınlığıyla ilgili genlerin uyarılmış olduğu (*upregulation*) ifade edilmektedir (Paiva vd. 2008). *P. taeda* ve *Pseudotsuga menziessii*'de yapılan çalışmalar, gövdede bulunan genç odun miktarının, genetik kontrol altında olduğunu göstermektedir (Loo vd. 1985, Abdel-Gadir ve Kraemer 1993, Vargas-Hernandez vd. 1994).

Genel kabule göre uzun ömürlü türlerin genç odun oluşum dönemleri de uzun olmaktadır (Bozkurt 1982, Bamber ve Burley 1983, Megraw 1985, Senft vd. 1985, Zobel ve Buijtenen 1989, Clark ve Saucier 1991, Zobel ve Sprague 1998, Barnett ve Jeronimidis 2003). Genç odun, ağaçların -türe bağlı olarak- özden (5-) 10 - 20 yaşlarına kadar oluşturmuş oldukları odundur (Shmulsky ve Jones 2019). Yaşlı odun, -türlerine göre değişmekle birlikte- 200 yaşından sonra başlamaktadır (Bozkurt 1982). *Picea glauca*'da yapılan bir çalışmaya göre (Yang 1994), ağaçlandırmalarda kullanılan fidanların dikim noktaları arasındaki aralık mesafe değerlerinin de genç odun oluşum süresini etkileyebileceği belirtilmektedir. Bu odunu olgun odundan ayıran kimyasal ve anatomik farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkların bir sonucu olarak da genç odun ve olgun odun farklı teknolojik özellikler göstermektedir. Ağacın normal yapısal özelliklerini olgun odun göstermektedir; genç odun, hem fiziksel ve mekanik hem de anatomik özellikler bakımından olgun oduna göre daha düşük değer taşımaktadır (Göker 1998). Bununla birlikte genç odun ve olgun odun arasında odun kalitesi karakterleri bakımından güçlü bir pozitif korelasyon bulunmaktadır; ancak 6 yaştan daha genç bireylerde ölçülen odun özellikleri yanıltıcı olmaktadır (Rozenberg ve Cahalan 1997).

Özellikle açıktohumlu ağaçlarda genç odun, olgun odundan düşük kalitede olup yıllık halkalar arası heterojenliği fazladır. Genç odunun özgül ağırlığının daha düşük, hücrelerinin daha kısa, mikrofibril açısının daha büyük, traheid miktarının daha az, yaz odunu oranının daha düşük, hücre çeperinin daha ince, lümen çapının daha geniş, daha

düşük selüloz ve daha çok lignin içeriğine sahip, hemiselüloz miktarının daha fazla, elastiklik özelliklerinin daha düşük olduğu belirtilmektedir (Panshin ve De Zeeuw 1980, Bozkurt 1982, Senft vd. 1985, Maeglin 1987, Göker 1998, Kretschmann 1998, Bowyer vd. 2007, Zobel ve Sprague 1998, Larson vd. 2001, Burdon vd. 2004b, Alteyrac vd. 2006, Fromm 2013, Shmulsky ve Jones 2019).

Kapalı tohumlu ağaçların odunlarında, açık tohumlu ağaçların odunlarına göre genç ve olgun odun arasında daha az farklılık bulunmaktadır (Panshin ve De Zeeuw 1980, Larson vd. 2001). 30 yaşındaki kızılçamlar üzerinde yapılan bir araştırmaya (Güller 2012) göre, kızılçamda genç odundan yaşlı oduna geçiş 12 nci yaşta gerçekleşmektedir. Bununla birlikte Burdon vd. (2004b), genç odundan olgun oduna biyolojik ilerlemenin yıllık halka sayısı ile tam olarak yansıtılamayacağını belirtmektedir. Genç odundan olgun oduna geçiş yaşının kalıtım derecesi, Douglas göknarında ($h^2 = 0,30$) olarak bulunmuştur (Vargas-Hernandez vd. 1994).

Odun yoğunluğu, odun kalitesine ilişkin karakterler arasında en geniş çaplı kullanılan, büyük öneme sahip ve belki de pek çok ürün bakımından en temel odun karakteri olarak tanımlanmıştır (Bunn 1981, Zobel ve Van Buijtenen 1989). Odun yoğunluğu başta olmak üzere, mikrofibril açısı ve esneklik katsayısı, odun özelliklerini etkileyen en önemli odun karakterleri olarak sayılmaktadır (Chauhan ve Walker 2006).

Pinus radiata'da odun hammaddesi üretim verimliliği ve kârlılık artışında tek başına etkili olan odun karakterleri arasında, odun yoğunluğu, yaz odunu oranı, esneklik katsayısı, kopma katsayısı, takma aşınma direnci, traheid boyu, traheid çeper kalınlığı, düşük çalışma miktarı, yıllık halka genişliği, mikrofibril açısı, lif kıvrıklığı, traheid ışımsal genişliği ve kurutma direnci sayılmaktadır (Burdon 2018).

Mikrofibril, ana maddesi selüloz olan, ~3–10 nm kalınlığındaki odunun temel yapı taşı olarak tanımlanmaktadır (Somerville 2006). Selüloz mikrofibrillerinin, kambiyum dormansisi sırasında da gelişerek hücre çeperini kalınlaştırdıkları belirtilmektedir (Catesson 1994). Mikrofibril açısı (MFA) ile kastedilen, hücre çeperinin yaklaşık %80'ini oluşturan, sekonder çeperin S₂ tabakasında bulunan mikrofibrillerin, hücrenin boyuna eksenine yaptığı açıdır. Mikrofibril açısı, ağaçta bulunduğu yere, ağacın türüne

ve yaşına göre değişiklik gösterebilmektedir (Tsoumis 1992, Donaldson 1991, Cave 1997, Booker 1998, Reiterer vd. 1999).

Hücre çeperinin diğer tabakalarındaki mikrofibril açıları düzensiz ya da çok büyük olmakla birlikte, biyokütlenin büyük çoğunluğu S₂ tabakasında bulunduğundan, odunun mekanik özelliklerini pek etkileyemezler (Fromm 2013). Hücre çeperinin içinde mikrofibrillerin bir araya gelmesiyle oluşan ~15–500 nm kalınlığındaki yapıya da makrofibril denilmektedir (Donaldson 2007, Fromm 2013).

Çeşitli türlerde yapılan çalışmalar, mikrofibril açısı ile traheid boyunun (Echols 1958, Dadswell ve Nicholls 1959, Megraw 1985, Donaldson 1993, Zobel ve Jett 1995), ve çeper kalınlığının (Hiller 1964) güçlü pozitif korelasyonu bulunduğunu göstermektedir. Mikrofibril açısı, ürünün kalitesini ve direnç niteliklerini etkilediği kadar (Cave 1997, Reiterer vd. 1999, Yamamoto vd. 2001, Donaldson 2008) kurutma sırasında oluşan çekme özelliklerini de etkileyen (Meylan 1967), hücre çeperine ait önemli karakterlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Mikrofibril açısının, kâğıt özelliklerinde de önemli etkileri bulunduğu belirtilmektedir (Donaldson 1993). Bununla birlikte *Pinus taeda*'da yapılan bir başka çalışmaya göre mikrofibril açısının hiçbir etkisinin bulunmadığı belirtilmektedir (Watson ve Hodder 1954); ortaya konulan pek çok çalışma mikrofibril açısının, traheid genişliği ve çeper kalınlığıyla birlikte traheid boyuna göre daha düşük genetik kontrol altında olduğunu göstermektedir.

Mikrofibril açısının, basınç odunu oluşumu ve genç odunla yakın ilişkili olduğu belirtilmektedir (Zobel ve Jett 1995). Basınç odununda mikrofibril açısı normal oduna göre daha yüksek olmaktadır (Fagerstedt vd. 2014). Basınç odununun esneklik katsayısı (Young'ın) en çok mikrofibril açısı ile ilişkili bulunmaktadır (Yamamoto ve Kojima 2002, Barnett ve Bonham 2004).

Hızlı büyüyen ağaçların gerek genç odununda gerekse olgun odununda mikrofibril açısının büyük olduğu belirtilmektedir (Brändström, 2002). Kapalı tohumlu ağaçların mikrofibril açısının, açık tohumlulara göre genellikle daha küçük olduğu

belirtilmektedir (Reiterer, 1999). Büyük mikrofibril açısı kurutma sırasında odunda boyuna yönde çekmeyi artırıp ve enine yönde çekmeyi azaltmaktadır (Fromm 2013). *Pinus radiata*'da, mikrofibril açısı ve hücre çeperi mekaniği ile ilişkili aday genler, transkriptom belirlenerek tanımlanmıştır (Li vd. 2011). Kuraklık stresinin MFA'nın küçülmesine neden olarak odunun çekme direncini artırdığı (Wimmer vd. 2002), büyük MFA'nın ise odunun elastikliğini artırdığı belirtilmektedir (Watson ve Dadswell 1964, Mark ve Gillis 1973).

Odunun temel bileşenlerinden bir diğeri olan lignin içeriği bakımından yapılan çalışmalar, *Pinus elliottii*'de ($H^2=0,72$; $h^2=0,25$) ve *Populus tremuloides*'te ($H^2=0,58$) yüksek bir kalıtım derecesi olduğunu göstermektedir (Einspahr vd. 1964; Einspahr vd. 1967). Bununla birlikte *Pinus radiata*'da anlamlı bir kalıtım bulunamamıştır (Dadswell vd. 1961).

Odun ekstraktif maddelerinden oleoresin miktarı bakımından *Pinus radiata*'da yapılan bir çalışma yaklaşık 1,0 düzeyinde çok yüksek bir kalıtım derecesi bulunduğunu göstermektedir (Burdon vd. 1992). Bununla birlikte beş yaşındaki *Pinus taeda* bireylerinde çok düşük ($h^2=0,05$) bir kalıtım bulunmuştur (Stonecypher ve Zobel 1966); benzer biçimde altı yaşlı *Pinus virginiana* bireylerinde de anlamlı bir kalıtım bulunamamıştır (Rink ve Thor 1973). *Pinus taeda*'da odunun glukoz, arabinoz, ksiloz, mannoz ve galaktoz içeriği bakımından anlamlı bir kalıtım bulunamamıştır (Zobel 1971).

Odun kimyasal özellikleri genetik olarak çalışılması zor karakterler olmasına karşın yapılan çalışmalar, kimyasal olarak dikkat çekici farklılıkları ortaya koymakla birlikte bu karakterlerin özellikle kâğıt yapımında, hücre morfolojisine göre oldukça küçük etkileri olduğunu göstermektedir. Odun ıslahında hesaplanan genetik kazanç, eğer üzerinde çalışılan odun genç odun ise hatası yüksek olabilmektedir. Odunun genetik kontrolü, kambiyumun yaşına bağımlıdır. İster odun olsun isterse kâğıt olsun, son ürünün kalitesi büyük oranda odun anatomisine bağlıdır (Zobel ve Jett 1995).

Açık tohumlularda traheidlerin boyutları, üretilecek olan emvalin kalitesini doğrudan etkilemektedir (Burley 1982). Bu nedenle ıslah çalışmalarının odunun anatomik

karakterlerine yönelmesi önem taşımaktadır. Williams (1994) de ham madde kalitesi ve traheid karakterlerinin son ürünün kalitesiyle iyi düzeyde korelasyonu bulunduğunu belirtmektedir. Nitekim güçlü kalıtsallığa sahip odun özellikleri, ormancılık ekonomisi açısından belirleyici bir etki oluşturabilmektedir. *Pinus elliottii* üzerinde yapılan bir ekonomik analiz, kâğıt hamuru üretiminde birim maliyetin, 10 yaşındaki bireylere göre 20-25 yaşlarında yarıya kadar düştüğünü göstermektedir. Bu maliyet düşüşü, odun içindeki genç odun miktarıyla ilişkilendirilmektedir ve buna ilişkin odun karakterleri de ıslah uygulamalarıyla değiştirilebilmektedir (Howell vd. 1984).

Odun dokusunun yaklaşık %90-95'ini oluşturan traheidler (Shmulsky ve Jones 2019), köklerden yapraklara su iletiminde önemli bir görev üstlenmişlerdir; boyut, biçim ve kümelenme biçimleri bakımından büyük çeşitlilik göstermektedirler (Carlquist 2001). Traheidlerin enine kesitte biçimleri, dikdörtgene ya da altıgene yakın olabilmektedir. *Pinus pinaster*'de yapılan bir çalışmada (Wilkinson vd. 2015), traheid en kesit biçimlerinin hangisinin daha baskın olduğu sorgulanmış ancak ikisi arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Genetik kontrol altında olan traheid boyu, özellikle ibreli ağaçların odunlarının önemli bir özelliğidir. Pek çok kullanım alanı bakımından uzun traheidler tercih edilmektedir (Shmulsky ve Jones 2019). En az traheid boyu kadar önemli olan diğer özellikler ise traheid boyunun çeper genişliğine ve lümen genişliğine oranlarıdır (Zobel ve Jett 1995). Traheidlerin boyları 3-4 mm, çapları ise 25-45 µm arasında değişmektedir (Shmulsky ve Jones 2019).

Pinus elliottii Englem. ve *Pinus taeda* L. üzerinde yapılan araştırmalar, traheid boyunun sonraki döle aktarılmasında dişi ebeveynin daha etkili olduğunu ortaya koymuştur (Jackson ve Greene 1958; Zobel 1961). Bu iki tür için traheid boyu, ıslah çalışmalarının verimli yürütülebilmesi bakımından yeterli düzeyde güçlü genetik kontrol altında bulunmaktadır (Zobel ve Van Buijtenen 1989; Zobel ve Jett 1995).

Traheid boyutlarının kâğıt özelliklerinde önemli etkisi bulunmaktadır (Bozkurt 1971); elde edilecek kâğıdın gerek niteliği gerekse niceliğine ilişkin öngörülebilir bulunabilmesi de traheid boyutu ile mümkün olabilmektedir (Casey 1980). Kâğıdın direnç özelliklerini en

çok lif uzunluğunun etkilediği ve iğne yapraklı ağaçlardan, geniş yapraklı ağaçlara göre daha sağlam kâğıt üretilmediği belirtilmektedir (Horn 1973). Traheid boyu, ağaç yaşı ilerledikçe en üst boya ulaşana kadar artmaya devam etmektedir. En üst boya ulaşma süresi ağaç türlerine göre değişiklik göstermektedir; bu süreç bazı türlerde 6-7 yılda tamamlanabildiği gibi kimi türlerde de 300 yaşında bile halen devam edebilir. En üst boy, ilk uzunluğun 3-5 katı olabilmektedir. Bu aşamadan sonra traheid boyunda iniş çıkışlı bir seyir olabilmektedir (Bozkurt 1982). Ujvliri ve Szonyi (1973), *Picea abies*'te 60 yaşında ulaşılabilecek traheid boyuna, en uzun boylu ailelerin ebeveyn olarak seçilmesi durumunda 40 yaşında ulaşılabileceğini belirtmektedir.

Pinus sylvestris ve *Picea abies*'te yapılan çalışmalar (Ericson 1960), traheid özelliklerinin çok büyük oranda genetik farklılıklara bağlı olduğunu göstermektedir. *Pinus nigra*'nın yirmiyedi orijiniyle yapılan bir deneme (Lee 1979), traheid boyları bakımından orijinler arasında anlamlı farklılık bulunduğunu göstermektedir. Benzer biçimde *Pinus sylvestris*'te yapılan çalışmalar da (Dorn 1969, Miller vd. 1979) traheid boyu bakımından orijinler arasında anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermektedir.

Traheid boyu için tahmin edilen kalıtım derecelerinin, Dadswell vd. (1961)'e göre *Pinus radiata*'da (0,73 – 0,83); Hannrup vd. (2000)'e göre *Pinus sylvestris* 'te (0,31 – 0,48) ve Ikovich vd. (2002)'ye göre *Picea glauca*'da (0,30 – 0,59) olduğu belirtilmektedir.

Bertolucci vd.'nin (1992) odunun kimyasal ve anatomik özelliklerini kullanarak yapmış olduğu çalışma, odun yoğunluğu karakterinin kâğıt hamuru kalitesi için bir dolaylı seleksiyon karakteri olduğunu göstermektedir. Ayrıca, odun yoğunluğunun üretilen kâğıdın yırtılma ve kopma dirençleriyle doğrudan ilişkili olduğu belirtilmektedir (Zobel ve Jett 1995).

Traheid boyu ile yıllık halka genişliği ve odun yoğunluğu arasındaki ilişki pek çok araştırmaya konu olmuştur ancak bu araştırmaların geneli değerlendirildiğinde, bu ilişkinin yönü hakkında kesin bir bilgi sağlanamamaktadır. Kimi araştırmalar yıllık halka genişliği arttıkça odun yoğunluğunun ve traheid boyunun arttığını göstermektedir (Dinwoodie 1965, Tsoumis 1992, DeBell vd 1994, Dutilleul vd 1998, Fujiwara ve Yang 2000, Mäkinen vd 2000); kimi araştırmalar da tersi sonuçlar göstermektedir (Echols

1955, Zobel ve Van Buijtenen 1989, Zhang 1995, Koga ve Zhang 2002, Lin ve Chiu 2007).

Pinus taeda'da yapılan bir çalışmada traheid boyunun, tohum kaynağının enlemi azaldıkça arttığı belirtilmektedir (Strickland 1960). Topraktaki tuzluluğun, odun yoğunluğunun artmasına neden olurken, traheid boyunda da kısalmayı sağladığı belirtilmektedir (Khamis ve Hammad 2007). Traheid boyu üzerinde poliploidinin etkisi bulunabilmektedir. 21 yaşlı tetraploid *Pinus thunbergii*'de, diploid bireylere göre daha kalın çeperli ve daha kısa traheidler bulunmaktadır (Otsuka vd. 1964).

Pinus radiata'da traheid boyu için geniş anlamli kalıtım derecesinin öz çevresindeki yıllık halkada 0,60 iken dokuzuncu yıllık halkada 0,24 e düştüğü ve yirmibeşinci yıllık halkada yeniden 0,60'a çıktığı belirtilmektedir (Nicholls 1965). Benzer biçimde aynı türde yapılan bir diğer çalışmada, traheid boyu için geniş anlamli kalıtım derecesinin öz çevresindeki yıllık halkada 0,20 kadar iken dokuzuncu yıllık halkada 0,50 ye kadar arttığı ve kabukta yeniden 0,20'ye düştüğü belirtilmektedir (Nicholls 1967). Çeşitli ağaç türleri için traheid boyuna ait dar anlamli kalıtım derecelerinin 0,01 – 0,97 arasında, geniş anlamli kalıtım derecelerinin ise 0,28 – 0,84 arasında değerler aldığı belirtilmektedir (Zobel ve Jett 1995). *Pseudotsuga menziessii*'de traheid boyu bakımından aileler arasında kalıtsal farklılıklar bulunduğu belirtilmektedir (McKimmy ve Nicholas 1971).

Traheid boyunun yanı sıra traheidlerin genişliği, lümen genişliği, çeper kalınlığı ölçümleri ve bu değişkenlerin birbirleri arasındaki ilişkiler, kâğıt özelliklerini etkilemektedir. Bu nedenle bu karakterlerin birbirleri arasındaki oranlar, kâğıt üretiminde kullanılması düşünülebilecek herhangi bir bitki için belirleyici göstergeler olarak kullanılmaktadır (Bozkurt 1971, Göksel 1986, Tank vd. 1990).

Keçeleşme Oranı (TBOG) = Traheid uzunluğu (TB) / Traheid genişliği (OTG)

Elastiklik Katsayısı (EK) = (Lümen genişliği (OLG) / Traheid genişliği (OTG)) × 100

Rijitide Katsayısı (RK) = (Traheid çeper kalınlığı (OCK)/ Traheid genişliği (OTG)) × 100

Runkel Oranı (RO) = (Traheid çeper kalınlığı (OCK) × 2) / Lümen genişliği (OLG)

F Oranı (FO) = 100 x (Traheid uzunluğu (TB) / Traheid çeper kalınlığı (OCK))

Mühlstep Oranı (MO)= 100 x (Traheid çeper alanı) / Traheid enine kesit alanı

Barefoot vd. (1964), çamlar için kâğıtlık özelliklerinin belirlenmesi bakımından Runkel Oranının en iyi gösterge olduğunu belirtmektedir. Yukarıda belirtilen oranlardan *Mühlstep* oranı dışında kalanlar, teze konu materyal olan tüm bireyler için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Traheid enine kesit alanı ve çeper alanları ölçülmediği için bu oran hesaplanmamıştır.

Smith (1966) tarafından yapılan bir çalışmada, traheid uzunlukları bakımından döl değerleri arasında anlamlı farklılıklar bulunduğu; yaz odunu traheidlerinin ilkbahar odunu traheidlerine göre daha fazla kalıtılabilir oldukları belirtilmektedir. Goggans (1962), yaz odunu traheid çeper kalınlıklarının kalıtım derecesinin, ilkbahar odunununkilere göre çok yüksek olduğunu belirtmektedir.

Pinus taeda'da traheid çeper kalınlığının ve traheid genişliğinin kalıtım derecesinin ($h^2=0,13 - 0,84$) arasında değerler alabildiği belirtilmektedir (Goggans 1964). *Pinus pinaster*'de yapılan bir çalışmada (Wilkinson vd. 2015), traheid çeper kalınlığının gerek yıllık halka içinde gerekse yıllık halkalar arasında hiç değişmeden kaldığı belirtilmektedir. Dolayısıyla yıllık halka içinde ve yıllık halkalar arasında odun yoğunluğu bakımından gözlenen varyasyonun aslında traheid lümen genişliğindeki varyasyonun bir sonucu olduğu anlaşılmaktadır. Uzayan yaz koşullarının, yaz odunu traheidlerinde hücre çeperinin S₂ (sekonder çeper) tabakasını kalınlaştırma eğilimine soktuğunu ve dolayısıyla traheid çeper kalınlığını artırdığı belirtilmektedir (Kozłowski 1971, Plomion vd. 2001, Vaganov vd. 2006). *Pinus cembra*'da sıcaklık ve bazı anatomik odun karakterleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Buna göre geç ilkbahar ile

yaz sıcaklıklarının lümen alanı ile traheid çeper kalınlıkları üzerinde, yıllık halka kalınlığına göre daha güçlü bir etkisinin bulunduğu belirtilmektedir (Carrer 2018).

Zhu ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, traheid ışımsal genişliği ve traheid teğetsel genişliğinin yıllık ortalama büyüme oranı ve ortalama traheid uzunluğu azaldıkça, ortalama yıllık halka genişliğinin de azaldığı belirtilmektedir. Traheid genişliği ve çeper kalınlığı, güçlü kalıtsallık gösteren özelliklerdendir; ancak bunların özgül ağırlıkla yakın ilişkili oldukları belirtilmektedir ve bu özellikler için ayrı ayrı genetik ıslah ender olarak uygulanmaktadır (Zobel ve Jett 1995).

Kızılçam odununun diri odunu kırmızı beyaz renkli öz odunu kırmızımsı kahverengidir. Yıllık halka sınırları belirgin olup reçine kanalları yıllık halkalar içinde dağınık halde bulunur (Sarıbaş 2008). Tank ve arkadaşlarının (1990) yapmış olduğu bir çalışmada, kızılçamın genç yaşlarda selülozik lif üretimine elverişli olduğu, hatta kızılçamın bu anlamda yabancı türler olan *P. maritima* Lamb. ve *P. radiata* D. Don' dan daha üstün niteliklere sahip olduğu belirtilmektedir. Göksel (1984), Türkiye kızılçamlarının Runkel (1949) sınıflamasına göre "ince çeperli lifler" sınıfına dâhil olduğunu ve bu nedenle kızılçam odununun, kâğıt yapımı için çok elverişli olduğunu belirtmektedir.

Sertmehmetoğlu ve arkadaşlarının (1968) yapmış olduğu bir çalışmada, güney Anadolu kızılçamlarından kâğıt hamuru bakımından en yüksek kuru madde verimi sağlanabilmesi için 1. bonitette 40 yıl, 2. bonitette 44 yıl ve 3. bonitette 56 yıllık idare süresi önerilmektedir.

Güller (2007), tarafından yapılan bir çalışmada, kızılçam plantasyonlarında yapılan aralama uygulamalarıyla sağlanan çap artımının, traheid boyuna herhangi bir etkisinin görülmediği belirtilmektedir.

Yaz odunu dokusu, odunun mekanik direncini ve sertliğini sağlayan iskelet olarak, ilkbahar odunu dokusu ise ılıman iklimlerde bitki özsu taşıyıcısı olarak tanımlanmaktadır (Fournier vd. 2014). Yıllık halka genişliğinin ve her bir yıllık halkadaki ilkbahar ve yaz odunu miktarlarının, odunun özgül ağırlığı ve direnç özellikleri üzerine etkileri çeşitli çalışmalarla araştırılmıştır. Bunlardan yıllık halka

genişliğinin odun özellikleri üzerindeki etkisinin ibreli türlerde, dağınık traheli yapraklı ağaçlarla karşılaştırıldığında çok yüksek olduğu belirtilmektedir (Berkel 1970). Yine ibreli ağaçlarda, yaz odunu miktarının özgül ağırlıkla önemli düzeyde ilişkili olduğu belirtilmektedir (Pillow 1954; Kennedy 1966; Pearson ve Fielding 1961; Kennedy ve Warren 1969; Syzmanski 1991). Özgül ağırlığa en çok etki eden odun ögeleri arasında ışımsal yönde hücre genişliği ile yaz odunu traheidi çeper kalınlığı sayılmaktadır (Wimmer 1995). 17 yaşındaki *P. pinaster* döl denemelerinde yapılan bir çalışmaya (Gaspar vd. 2009) göre yaz odunu oluşumu, göğüs çapı gelişimini ilkbahar odununa göre daha fazla etkilemektedir. Yine aynı çalışma, *P. pinaster*'in Akdeniz bölgesinde daha hızlı büyümesinin de yaz odunu oluşum döneminin uzun oluşuyla ilişkili olabileceğini belirtmektedir. Wilkinson vd. (2015) yıllık halka genişliğinin ana belirleyicisinin yıllık halka içindeki traheid sayısı olduğunu belirtmektedir.

Çamlarda, yıllık halka içindeki yaz odunu miktarı (*Tekstür Değeri*), yaşa ve yıllık halkanın gövdede bulunduğu yüksekliğe bağlı olarak değişim göstermektedir. Gövdenin alt bölümlerinde yaz odunu miktarı yukarı bölümlerinden fazla olmaktadır (Bozkurt 1982). Orta yaşlara kadar bu oran artmakta, yaşın ilerlemesiyle azalmaya başlamaktadır; ağaç gövdesinde dipten yukarıya doğru gidildikçe de aynı yıla ait halka içindeki tekstür değerinin azaldığı belirtilmektedir (Berkel 1970). İğne yapraklı ağaçlarda çoğunlukla, yıllık halka genişliği arttıkça yıllık halka içindeki yaz odunu katılım oranının da azaldığı belirtilmektedir (Göker 1998). Bununla birlikte, iğne yapraklı ağaçlarda yıllık halka genişliği ile yaz odunu katılım oranı arasındaki ilişkinin ağaç türlerine göre değişiklik gösterdiği belirtilmektedir (Bozkurt 1982). Bazı çalışmalar, *Pinus sylvestris*'te geniş yaz odunu miktarı ve yüksek odun yoğunluğunun, kuraklığa bağlı ölüm oranıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (Hoffmann vd. 2011, Kukowski vd. 2013).

Karaçamda (*P. nigra* Arn. subsp. *pallasiana*) yapılan bir çalışma (Gassner ve Christiansen-Weniger 1942), yıllık halka genişliğinin ilkbahar ve kış yağışlarıyla pozitif korelasyonu olduğunu, seyrek ve düzensiz yaz yağışlarının bu bakımdan bir etkisinin bulunmadığını göstermiştir. Berkel (1970), yıllık halka genişliğini etkileyen faktörler arasında toprak altı su düzeyi, önceki yılın ekstrem iklim koşulları, sıcaklık, toprak nemi, yapay gübreleme, bol tohum yılları, orman yangınları, böcek zararları, hava kirliliği vb. de saymaktadır. Wingate vd. (2010) Ağustos sonunda toprak suyu

miktarının ani yükselişinin transpirasyon miktarını artırdığını ancak kambiyumun aynı biçimde ışımsal yönde traheid genişliğini artırmaya yönelik bir tepki veremediğini belirtmektedir.

Orman ağaçlarında büyüme, yaprak alanı, net fotosentez miktarı ve solunum miktarıyla kantitatif olarak ilişkilendirilebilmektedir (Teskey vd. 1987). Her 10°C sıcaklık artışının, bitki solunum miktarını yaklaşık iki kat artırdığı belirtilmektedir. Sıcaklığın 35°C'yi aşması fotosentez miktarını da azaltmaktadır. Böylece yüksek sıcaklıklarda net karbonhidrat sentezi daha da azalmaktadır. Sıcak geçen gecelerin de aynı nedenle bitki büyümesini azalttığı belirtilmektedir (Kramer 1986). Gece sıcaklığının 23°C'den 17°C'ye düşmesi, *P. taeda* fidanlarında önemli miktarda boy büyümesine neden olmuştur (Kramer 1957).

Pinus resinosa'da (Rees ve Brown 1954), *Pinus taeda*'da (Saucier ve Taras 1967), *Pinus banksiana*'da (Kennedy 1971) ve *Picea abies*'te (Worrall 1975) yapılan çalışmalar, yaz odunu oluşumunda asıl etkili faktörün çevre koşulları olduğunu, farklı orijinlerin aynı yetiştirme ortamında denenmesi durumunda bu karakter bakımından farklılığın ihmal edilebilir düzeyde küçük olduğunu belirtmektedirler. Bunun yanı sıra *Abies grandis*'te yapılan bir çalışma (Polge 1968) yıllık halka içindeki yaz odunu miktarının orijinlerle güçlü bir korelasyonu bulunduğunu belirtmektedir.

Birçok odun özelliği çeşitli düzeylerde önem taşımaktadır ancak bunlar arasında tartışmasız olarak en önemlisinin odun yoğunluğu olduğu belirtilmektedir (Zobel ve Jett 1995, Uthappa vd. 2017, Shmulsky ve Jones 2019). Odun yoğunluğunun ekolojik ve filogenetik önemi bulunmakta olup büyüme ve yaşama yüzdesiyle (Muller-Landau 2004, Mcculloh vd. 2011), su tutma sığasıyla ve ksilem boşalmasına dirençle (Santiago vd. 2004) ve gövdenin patojenlerle mekanik zararlara direnç düzeyi ile yakın ilişkili (Turner 2001) olduğu belirtilmektedir. Odun yoğunluğunun, odun hamuru özelliklerinden sayfa yoğunluğu, çekme ve kopma dirençleriyle negatif korelasyon gösterdiği (Elliott 1970) ya da herhangi bir biçimde etkilenmediğini (Kennedy 1995) gösteren çalışmalar bulunmaktadır.

Odun yoğunluğu bakımından erken seleksiyon oldukça karmaşık ve zor bir süreçtir. Bunun yapılabilmesi için seleksiyon yaşındaki odun yoğunluğu ile idare süresi sonundaki genel odun yoğunluğu arasındaki genetik ve fenotipik kovaryansların bilinmesi gerekmektedir (Vargas-Hernandez ve Adams 1992). Bunun yanı sıra olgun odun yoğunluğunun *Pinus banksiana*'da 6-7 yaşlarında, *Picea mariana*'da ise 12-15 yaşlarında tahmin edilebildiği belirtilmektedir (Villeneuve vd. 1987). Seleksiyon başarısında ağaç türünün de önemi bulunmaktadır. Nitekim Fowler ve Morris (1977) *Picea resinosa*'da odun ıslahının başarılı olamadığını belirtmektedir. Cornelius (1994) tarafından hazırlanan bir derleme çalışmada, çok sayıda ağaç türü için özgül ağırlığa ait kalıtım derecesinin diğer karakterlere göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir.

Genç ağaçlarda reaksiyon odunu oranının fazla oluşu, yaşlı odunda daha fazla ekstraktif madde bulunması gibi nedenlerden ötürü, odun özellikleri bakımından ebeveyn ile yavrular arasındaki korelasyon, yaşlı odun ile genç odunun karşılaştırılmasını gerektireceğinden çok fazla değişiklikler gösterebilir. Bununla birlikte, genç odun yoğunluğu yüksek olan aile/bireylerin olgun odununun da yüksek olduğu genel olarak söylenebilmektedir (Zobel ve Jett 1995).

Odun yoğunluğunun şiddetli kuraklık koşullarında bir adaptif karakter olduğu kabul edilmektedir (Jacobsen vd. 2005, Meinzer vd. 2008). Topraktaki tuzluluktan kaynaklanan stres koşullarında da odun yoğunluğunun arttığı belirtilmektedir (Stiller 2009). Çeşitli ağaç türlerinde yapılan çalışmalar, yağış miktarı, yaprak alanı ve yaprak boyutunun, odun yoğunluğuyla negatif ilişkili olduğunu göstermektedir (Cornelissen vd. 2003, Kraft vd. 2008, Malhado vd. 2009, Udayakumar ve Sekar 2017).

Gonzalez ve Kellogg (1978), gerek kâğıt hamuru gerekse kereste için hammadde sağlanmasına yönelik seleksiyon için tek bir karakter seçilecek olsa bunun tartışmasız odun özgül ağırlığı olması gerektiğini belirtmektedir. Odunda hacim ağırlık değeri de gövde düzgünlüğü de güçlü genetik kontrol altında olmalarına karşın bu iki özellik, - istisnaları bulunmakla birlikte- birbirlerinden bağımsız genetik mekanizmaların denetiminde bulunmaktadır (Van Buijtenen 1965, Allen 1977, Allen 1985, Lima 1987, Zobel ve Jett 1995). Bu durum ıslah çalışmaları bakımından bir avantaj sağlamaktadır; bu iki karakter için sağlanan genetik kazancın bir diğer karakter

bakımından kayıp anlamına gelmesi olasılığı düşmektedir. Orman ağaçlarında büyüme karakterlerinde elde edilen genetik ilerlemeyle karşılaştırıldığında odun yoğunluğu karakteri bir miktar geride kalmaktadır (Jayawickrama 2000).

Pseudotsuga menziessii'de odunun özgül ağırlığı bakımından aileler arasında kalıtsal farklılıklar bulunduğu belirtilmektedir (McKimmy ve Nicholas 1971). *Pinus pinaster*'de odun yoğunluğu ile kullanılabilir toprak suyu miktarı arasında bir negatif ilişki olduğu belirtilmektedir (Wilkinson vd. 2015). Kaya vd. (2008)'nin yaptığı bir çalışmada kızılçamda odun özgül ağırlığı, traheid boyu ve büyüme karakterlerinin genetik kontrolü araştırılmıştır. Sekiz yaşındaki bireyler üzerinde yapılan bu araştırmanın sonuçlarına göre özgül ağırlık ile büyüme karakterleri arasında bir ilişki bulunamamış, traheid boyu ve özgül ağırlık arasında negatif, traheid boyu ve büyüme karakterleri arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür. Özgül ağırlık için bireysel kalıtım derecesi ($h^2_i = 0,42$) aile ortalamaları derecesi ise ($h^2_f = 0,58$) olarak tahmin edilmiştir. Aynı biçimde traheid uzunluğu için kalıtım dereceleri ($h^2_i = 0,42$) ve ($h^2_f = 0,59$) olarak tahmin edilmiştir.

Odun yoğunluğuna ait kalıtım derecesi ile kambiyumun yaşı arasında da bir ilişki bulunmaktadır. Keller'in (1973) *Pinus pinaster*'de yaptığı bir çalışma, onbir yaşında bireyler için odun yoğunluğu kalıtım derecesi ($h^2 = 0,38$) olarak tahmin edilmiş iken, otuz yaşlı bireyler için bu değer ($h^2 = 0,13$) olarak tahmin edilmiştir. Bununla birlikte, yüksek odun yoğunluğuna sahip ebeveyn ağaçların yavruları yine yüksek odun yoğunluğuna sahip genç odun, düşük yoğunluğa sahip ebeveynlerin yavruları da düşük odun yoğunluğuna sahip genç odun oluşturmaktadır (Zobel 1973). *Pinus radiata*'da (Burdon ve Young 1991) ve *Picea glauca*'da (Corriveau vd. 1987) yapılan çalışmaların da gösterdiği gibi genç ve yaşlı odun arasında odun yoğunluğu bakımından pozitif ilişki bulunmaktadır. Odun yoğunluğuna ait kalıtım derecesinin, çam ağaçları rekabete girene kadar hızlı bir yükseliş gösterdiği daha sonra ise yataya döndüğü belirtilmektedir. Bunun yanı sıra kalıtım dereceleri mutlak ve kesin değerler olarak kabul edilmemelidir; ağaçlar büyüdükçe ve olgunlaştıkça çevre koşulları da değişmektedir. Kalıtım derecesi çevresel varyansı da içerdiği için koşullar değiştiğinde genetik kontrol aynı düzeyde kalıyor olsa bile kalıtım derecesi değişebilecektir (Zobel ve Jett 1995).

Pinus elliottii'de yapılan bir çalışmada odun yoğunluğu için hem dar anlamlı hem de geniş anlamlı kalıtım tahmin edilmiş olup dar anlamlı kalıtım, geniş anlamlının %60'ı kadar bulunmuştur (Einspahr vd. 1964). Yapılan birçok çalışma da odun özelliklerinin çoğunluğunun yüksek kalıtım derecesine sahip olduğunu ve ıslahta başarı sağlanabileceğini göstermektedir. Ancak çevresel faktörlerin, ağacın fizyolojisini etkilemek suretiyle üretilecek odunu da etkileyebileceği hatırlanmalıdır. Bununla birlikte, birçok ıslah programının hedefleri arasında odun özellikleri bulunmamaktadır (Zobel ve Jett 1995).

Odun özgül ağırlığı konusunda yapılan çeşitli çalışmalar, bu karakterin yüksek genetik kontrol altında olduğunu belirtmektedir (Loo vd. 1984, Birks ve Barnes 1991, Cornelius 1994, Barnes vd. 1994, Burdon ve Moore 2018). Çeşitli ibrelili ağaç türlerinde yapılan çalışmalar, büyüme hızı ve odun özgül ağırlığı arasında negatif yönlü korelasyon olduğunu göstermektedir (Zobel ve Jett 1995). 46 yarım kardeş aile ve 552 adet 17 yaşında *P. pinaster* bireyi üzerinde yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre hızlı büyüme karakterine yönelik seleksiyonun, odun yoğunluğunda bir azalmaya neden olmayacağı belirtilmektedir (Gaspar vd. 2009). *Pinus taeda*'da ve diğer bazı açık tohumlu ağaçlarda yapılan çalışmalar ise yaz odunu oranının ve dolayısıyla odun özgül ağırlığının gübreleme ile azaltılabildiğini göstermektedir (Posey 1965, Clark vd. 2004, Weetman 1971, Gray ve Kyanka 1974).

Picea abies'te yapılan bir araştırmaya göre (Worrall 1970) geç sürgün uzatan ağaçların daha düşük odun özgül ağırlığına sahip oldukları belirtilmektedir. *Pseudotsuga menziesii*'de yapılan bir çalışma (Vargas-Hernandez 1990) yaz odununu oluşturmaya erken başlayan ailelerin daha yüksek odun yoğunluğuna sahip olduğunu; ayrıca odun yoğunluğunun kambiyum etkinlik dönemi ile pozitif korelasyonu bulunduğunu, tomurcuk patlatma zamanının ise bir korelasyonu bulunmadığını belirtmektedir. Yine aynı türde yapılan bir başka çalışmaya göre (McKimmy 1966) ise genç odun bölgesinin ötesindeki özgül ağırlık ile tomurcuk patlatma zamanı arasında güçlü pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. *Pinus taeda*'da yapılan bir çalışma (Schmidtling ve Amburgey 1982), odun yoğunluğu azaldıkça öz çürüklüğüne duyarlılığın arttığını göstermektedir.

Adamopoulos ve arkadaşlarının (2012), 14 – 22 yaşlarındaki kızılçamalarda yaptıkları bir araştırma sonucunda, yaz odunu oranının odun yoğunluğuyla güçlü ve pozitif bir ilişkisi olduğu; traheid boyunun hızlı büyüme ile negatif, yüksek odun yoğunluğuyla pozitif ilişkisi olduğu bulunmuştur. Örneklemlerin iyi ve orta düzeydeki yetiştirme ortamlarında yapıldığı bu çalışmada, yetiştirme ortamının kızılçamda traheid uzunluğuna herhangi bir etkisinin olmadığı belirtilmektedir.

Pinus radiata'da yapılan bir çalışmada odun yoğunluğunun enlem ve rakım arttıkça azaldığı, en yüksek korelasyonu ise yıllık ortalama sıcaklık ile gösterdiği belirtilmektedir (Cown vd. 1991). *Pinus taeda*'da yapılan bir çalışmada odun yoğunluğunun, tohum kaynağının enlemi arttıkça arttığı; odun yoğunluğunun enlemle ($r=0,98$) ve boylamla ($r=0,95$) olmak üzere yüksek düzeyde korelasyonu bulunduğu belirtilmektedir (Strickland 1960). *Pinus nigra*'da odun yoğunluğu bakımından genetik kazancın düşük olduğu belirtilmektedir (Nanson vd. 1975).

Güller ve arkadaşlarının (2012) kızılçamda yaptığı bir araştırma sonucuna göre, ilkbahar odunu yoğunluğu, yaz odunu yoğunluğu ve yıllık halkanın ortalama yoğunluğu, ilkbahar odunu, yaz odunu ve tüm yıllık halka genişliğine göre belirgin olarak düşük varyasyon göstermektedir. Çalışmanın sonucuna göre, odun yoğunlukları ve yıllık halka genişlikleri, varyasyon katsayıları bakımından iki ayrı grup olarak ortaya çıkmaktadır.

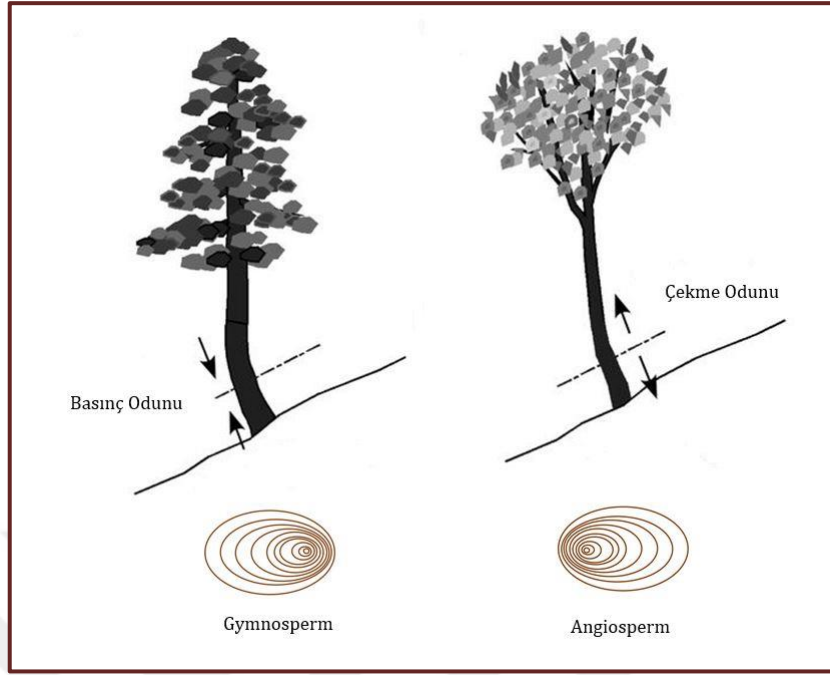
Gövde düzgünlüğü, hastalıklara direnç, çatal gövde oluşumu gibi karakterlerin kalıtsallıkları yüksektir; buna karşılık odunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kalıtsallıklarının düşük olduğu ve kolay tahmin edilemediği belirtilmektedir (Tunçtaner 2007).

Ağaç gövdesinin rüzgâr, kar, eğimli arazi, ışık vb çeşitli etkenler nedeniyle ekseninden saparak eğilmesi sonucu ortaya çıkan mekanik gerilmelerin etkisiyle oluşan odun dokusu, *reaksiyon odunu* olarak adlandırılmaktadır. Bu oduna, iğne yapraklı ağaçlarda basınç odunu, geniş yapraklı ağaçlarda çekme odunu adı verilmektedir (Berkel 1970, Fisher ve Stevenson 1981, Timell 1986, Bozkurt 1982, Örs ve Keskin 2001, Moulia 2006). Reaksiyon odununu, normal odunun olağan dışı bir formu olarak değil, bazı özel

genlerin dahil olduğu farklı bir sürecin ürünü olarak değerlendirmek daha doğru olabilir (Clair ve Thibaut 2014).

Yerçekimsiz ortamda yapılan bir deneyin sonuçlarına göre reaksiyon odunu oluşumu için mekanik stresin uyarıcı rolü olduğu belirtilmektedir (Kwon vd. 2001). Ancak basınç ya da çekme stresinin bizatihi uyarıcı olmadığı, bunların biyomekanik bir yanıt olduğu hatırdadır. Bu odun dokusu, bitkinin yönelimi için gerekli olan kas dokusu olarak da ifade edilmektedir (Fournier vd. 2014). Basınç odununun (BO) oluşumunu sağlayan karmaşık süreçlerin biraz daha iyi anlaşılabilmesini sağlayan transkriptomik ve genomik çalışmalar da bulunmakla birlikte, bu süreç henüz tam olarak çözülememiştir (Fagerstedt vd. 2014).

Basınç odunu oluşumunda, oksin ve etilenin de aralarında bulunduğu bazı fitohormonların da etkisinin olduğu belirtilmektedir (Telewski 2006, Du ve Yamamoto 2007, Vahala vd. 2013, Felten ve Sundberg 2013, Tocquard 2014). Ancak bazı çalışmalar da BO oluşumunda oksinin bir etkisinin bulunmadığına işaret etmektedir (Wilson vd. 1989). Reaktif oksijen içeren kimyasal bileşik grupları ile kalsiyumun da BO oluşum sürecinde etkili olabilecekleri ifade edilmektedir (Fagerstedt vd. 2014, Tocquard 2014.). MikroRNA (miRNA)'nın, BO oluşumu da dahil pek çok fizyolojik süreçte rolünün olduğu belirtilmekle birlikte (Griffiths-Jones vd. 2008, Zhang vd. 2010), miRNA ile reaksiyon odunu oluşumu arasında bulunabilecek doğrudan bir ilişki, henüz kanıtlanabilmiş değildir (Tocquard 2014).



Şekil 2.5 Reaksiyon Odunu (Çizim H. Yamamoto; Gril vd. 2017)

Nadiren de olsa bazı ağaçlarda spiral basınç odunu oluşumu da görülebilmektedir; ancak bu oluşumun nedeni henüz anlaşılmamıştır (Barnett vd. 2014). *Gymnospermae* olmalarına karşın *Cycadales* and *Gnetales* üyelerinde basınç odunu oluşumu görülmemektedir (Westing 1965, Fisher ve Marler 2006, Altaner vd. 2010).

Normal koşullarda yoğunluğu fazla olan odun daha yüksek direnç özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir. Ancak basınç odunu (BO) söz konusu olduğunda yoğunluk ve direnç özellikleri arasındaki bu ilişki bozulmaktadır (Clair ve Thibaut 2014). BO, kurutuldukça gevrekleşen, işlenmesi güç bir dokudur ve odun kullanımında pek çok olumsuzluğa neden olabilmektedir (Timell 1986, Duncker 2014, Wimmer ve Johansson 2014, Gardiner vd. 2014b). Basınç odununda hücreler arası boşluklar bulunmakta, traheid boyları aynı ağaçtaki normal oduna göre daha kısa olmaktadır (Shelbourne ve Ritchie 1968, Siripatanadilok ve Leney 1985, Lee ve Eom 1988, Shmulsky ve Jones 2019). Basınç odunu traheidleri enine kesitte normal traheidlere göre dairesel yapıdadırlar (Archer 2013, Donaldson ve Singh 2013, Gardiner vd. 2014a, Duncker 2014, Ruelle 2014). Orta lamel ve S₂ tabakasında lignin birikimi sonucu kalınlaşma, mikrofibril açısında artış, daha kalın S₁ tabakası (Bozkurt 1992, Brändström 2004,

Donaldson 2008, Donaldson ve Singh 2013, Ruelle 2014, Shmulsky ve Jones 2019), daha çok lignin ve galaktan görülmektedir (Floyd 2005, Brennan vd. 2012, Fagerstedt vd. 2014). Basınç odununda traheid sekonder çeperine ait S₃ tabakası bulunmamakla birlikte (Wardrop ve Dadswell 1950, Ruelle 2014), çekme odununda –ve istisnai olmak üzere basınç odununda da (Jacquiot ve Trenard 1974)- S₂ tabakasından sonra bir jelatinimsi tabaka bulunabilmektedir (Fang vd. 2007, Barnett vd. 2014, Clair ve Thibaut 2014).

Basınç odununda normal oduna göre daha koyu renk, daha yüksek yoğunluk, daha düşük esneklik katsayısı (Young'ın), daha fazla boyuna çekme, daha küçük enine çekme, daha düşük akustik hız (Sharma vd. 2017) ve daha yüksek basınç direnci görülmektedir. Yüksek MFA ve düşük selüloz içeriği nedeniyle normal oduna göre esneklik katsayısı daha düşük olmaktadır (Timell 1986, Gindl 2002, Clair ve Thibaut 2014, Wimmer ve Johansson 2014), ancak bu da ağaca iskelet sağlama işlevi bakımından olumlu bir özellik olarak değerlendirilmektedir (Fournier vd. 2014). Bunun dışında, düşük su çekme özelliği, pürüzsüz yüzey verebilme özelliği ve mantar zararına karşı daha yüksek direnç gösterebilmesi de basınç odununun (Wimmer ve Johansson 2014), düşük lignin ve yüksek selüloz oranı nedeniyle bazı kâğıtların kolay üretilmesi de çekme odununun olumlu özellikleri arasında sayılmaktadır (Gardiner vd. 2014b).

Angiospermlerde görülen çekme odununda ise MFA, normal oduna göre daha düşük olmaktadır (Clair ve Thibaut 2014). Farklı türlere ait basınç odunları karşılaştırıldığında, elastik davranışın doku düzeyinde, traheid düzeyine göre daha belirgin biçimde değişim gösterdiği belirtilmektedir; buna göre traheid diziliminin odun davranışına katkısı önemli bir unsur olarak ortaya çıkabilecektir (Burgert vd. 2004).

Pinus radiata'da üretim miktarının artırılmasına yönelik gübrelemenin basınç odunu oluşumunu artırabileceği belirtilmektedir (Burdon 1975). İyi yetiştirme ortamları da genç ağaçlarda tepe-gövde dengesini bozarak benzer sonuçlar verebilmektedir (Cown ve McConkie 1981, Rune ve Warensjö 2002). Reaksiyon odununun önemli düzeyde çevre koşulları etkisiyle oluştuğu bilinmekle birlikte, kalıtsallığının zayıf olduğu belirtilse (Zobel ve Jett 1995) ve istisnai kabul edilse de bu karakter için oldukça yüksek kalıtım

dereceleri de ($h^2 = 0,95$) (Shelbourne vd. 1969), ($h^2 = 0,61$) (Burdon ve Young 1991), ($h^2 = 0,64$) (Cown vd. 1992) tahmin edilebilmektedir. Basınç odunu için tahmin edilen kalıtım derecelerinin ($h^2 = 0,3 - 0,9$) arasında değerler alabildiği belirtilmektedir (Donaldson ve Singh 2013).

Kızılçam basınç odununda, normal oduna göre % 4 daha az α -selüloz bulunurken yaklaşık % 5 daha çok lignin bulunmaktadır; sıcak su çözünürlük değeri ise % 1 artmaktadır. Bunlara koşut olarak basınç odununun özgül ağırlığı normal odundan % 15 – 40 oranında yüksek çıkmaktadır (Kılıç ve ark. 2010). Basınç odunu, biçme ve işleme sırasında da hammadde kayıplarına neden olabilmekte ve verimliliği azaltıcı bir etkisi bulunmaktadır (Pillow ve Bray 1935, Gril vd. 2017).

Odunun özgül ağırlığını etkileyen faktörler arasında odunun nem düzeyi, öz odunu oluşumu ve odun yapısına katılan diğer yabancı maddeler, hücre çeperi ve lümen oranı, ilkbahar ve yaz odunu katılım oranları, yıllık halka genişliği, dal – kök odunu, reaksiyon odunu, ağaç yaşı, yetiştirme ortamı, coğrafi konum vb sayılmaktadır (Kurtoğlu 1984).

Türkiye'nin doğal çam türleri arasında en yüksek özgül ağırlık kızılçamdadır (Erten ve Önal 1987). Kurtoğlu (1984)'te Kızılçam için tam kuru özgül ağırlık değeri ortalama $0,53 \text{ gr} / \text{cm}^3$ olarak belirtilmektedir. Göker'in (1998) belirttiğine göre 'te Kızılçam için tam kuru özgül ağırlık değeri $0,51 \text{ gr} / \text{cm}^3$, hava kurusu özgül ağırlık değeri $0,55 \text{ gr} / \text{cm}^3$ 'tür. Hacim ağırlık değeri ise $453 \text{ kg} / \text{m}^3 (= 0,453 \text{ gr} / \text{cm}^3)$ olarak belirtilmektedir.

Çam türlerinin odununda bulunan ve ekstraktif maddeler dışında kalan kimyasal bileşiklerin % 39'unu selülozun, % 30,5'ini ligninin, % 30,1'ini ise hemiselülozun oluşturduğu belirtilmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000). Kızılçamın selülozik lif üretimi dışında da pek çok çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır (Berkel 1957, Kırıcı ve Bostancı 1992, Bozkurt ve Göker 1996, Bozkurt ve Erdin 1997, Eroğlu ve Usta 2000). Kızılçam kerestesi, yüksek talep görmekte olup çok çeşitli kullanım alanlarına hitap etmektedir (Göksel ve Özden 1993, Ürgenç 1998).

Gerek genotip x çevre etkileşimleri gerekse odun özelliklerinin güçlü genetik kontrolü, seçilecek bireyler ve aileler bakımından odunun orijine tepkisini öngörmeyi oldukça

güçleştirmektedir (Zobel ve Jett 1995). Bu bakımdan, kimi zaman uygulamada kolaylık ve zamandan tasarruf sağlanması bakımından, tercih edilen niteliklere sahip orijinlerin plantasyonlar için tohum kaynağı olarak kullanılabilir. Ancak plantasyon yapılacak ekolojik koşullarda kullanılacak aile ya da bireylerin net olarak tespit edilebilmesi için döl denemeleri kurulması önem taşımaktadır.

2.5 Ağaç Islahı Çalışmaları ve Kızılçam

Geniş ölçekte başarılı ağaçlandırmaların tarihinin, dünya üzerinde 19'uncu yüzyılın sonlarına denk geldiği belirtilmektedir. Ağaç ıslahı çalışmalarının ise ilk kez II. Dünya Savaşı yıllarında İskandinavya'da, tahıl ıslahı ilkeleriyle uygulandığı belirtilmektedir. 1950'li yılların başlarında ise ağaç ıslahı, dünyanın çeşitli ülkelerinde uygulanmaya başlamıştır (Kellison 2007).

Orman ağacı türlerinde ıslah çalışmalarının bir aşaması olan tohum bahçesi kuruluşu, dünyada ilk kez İskoçya'da 1931 yılında *Larix eurolepis* Henry türüyle gerçekleştirilmiştir. 1949 yılında çamlardan ilk olarak Sarıçam türüyle İsveç'te bir tohum bahçesi kurulmuştur. ABD'de tohum bahçelerinin kuruluşu 1956 yılında başlamıştır (Tunçtaner 2007). Güney Kore'de tohum bahçeleri kuruluşu 1968 yılında (*Pinus densiflora*) başlamıştır (Kim vd. 2007). Yeni Zelanda'da 1970'lerde genetik seleksiyonun önemini farkederek ormancılar 40 yıldan daha uzun olan idare süresini 25 yıla indirmişlerdir. Bu ülkedeki plantasyonların %90'ı yaklaşık 50 m³/ha/yıl üretim sığasına sahip *Pinus radiata* türüyle gerçekleştirilmektedir; ikinci sırada *Pseudotsuga menziesii* gelmektedir (Cown 2005).

Plantasyonları 1970'lerin ortalarında başlayan *Pinus taeda*'da, bugün gelinen noktada tüm plantasyonların %95'inden fazlasında ıslah edilmiş materyal kullanılmaktadır. 2000 – 2007 yılları arasında ABD'nin güney kesiminde, 94 milyondan fazla tam kardeş fidan, 10 milyon somatik embriyogenetik ramet ağaçlandırmalarda kullanılmıştır (McKeand vd. 2007). Dördüncü nesil döl denemelerinin verileri alınmaya başlanmış ve genomik seleksiyon popülasyonu tamamlanmıştır (NCSU-TIP 2018). İlk olarak Meuwissen vd. (2001) tarafından ortaya atılan genomik seleksiyon yöntemi ile “*Association Mapping*” (İlişki Haritalama) ve “*Quantitative Trait Locus*” (QTL) gibi yöntemlerle

açıklanamayan “Kayıp Kalıtım”ın büyük bir bölümü açıklanabilmektedir. Böylece büyüme ve odun kalitesi karakterleri bakımından geleneksel fenotipik seleksiyonda elde edilen isabet düzeyine erişilebilmektedir (Resende vd. 2012).

Hayvan ıslahında kullanılan kademeli evrim algoritmasının (KEA) (Kinghorn 2011), döl denemelerinin etkinliğini artıran eksik blok deneme deseninin ve birim zamanda genetik kazancı artıran geçişken cephe (*rolling front*) test stratejisinin (Borralho ve Dutkowski 1998) kullanımıyla *Pinus taeda*'da 2010 yılında başlatılmış olan dördüncü nesil denemelerin 14 yılda tamamlanabileceği belirtilmektedir. *Pinus taeda*'da beşinci nesil ıslahı için ise genomik seleksiyonun uygulanması planlanmaktadır (Işık ve McKeand 2019).

Pinus taeda ve *Pseudotsuga menziessii*'nin iyi yönetilen meşcerelerinde yapılabilen üretim miktarının kuramsal potansiyelin %50'si kadar bile olmadığı belirtilmiştir (Farnum vd. 1983). Çeşitli ıslah ve silvikültürel yöntemlerin uygulanması sonucu Avrupa ormanlarındaki servet, 18inci yüzyıldan 20nci yüzyıla kadar 100 m³/ha'dan 300 m³/ha'a ulaşmıştır. ABD'deki bazı yerli türlerin güney Florida'da endüstriyel plantasyonu ile 100 m³/ha olan servet 450 m³/ha'a kadar artırılabilmiştir (Zanetti 2017).

Türkiye'de Orman ağaçlarının ıslahına yönelik ilk çalışmalar İ.Ü. Orman Fakültesince, Prof. Dr. Fehim FIRAT öncülüğünde 1948 yılında okalıptüs cinsi ile başlamıştır. 1951 yılında Sahilçamı ve Duglas, 1958 yılında da melez türleriyle deneme alanları kurularak devam etmiştir. 1981 yılında bu denemelerin ilk sonuçları yayımlanmıştır (Akalp 1982). Tohum ve ağaç ıslahı çalışmaları 1959 yılında Ormancılık Araştırma Enstitüsünce yürütülmeye başlanmıştır.

Türkiye'de kızılçamı ıslah çalışmaları Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programının hazırlanmasından çok önce, 1960'lı yıllarda tohum kaynaklarının seçimi ve üstün nitelikli ağaçlarla bahçe kurulması biçiminde başlamıştır. Ülkemizde ilk olarak 1964 yılında biri karaçam diğeri sarıçam türüyle olmak üzere iki adet tohum bahçesi kurulmuştur (Saatçioğlu ve Ürgenç 1963, Anonim 2019).

1964 yılında orman ağacı tohumlarının kalite kontrolünün yapılması amacıyla kurulmuş olan Orman Tohumları Laboratuvar Müdürlüğü, 1969 yılında tohum meşçeresi seçimi, tohum bahçesi kuruluşu ve orman ağacı tohumlarının ithalat ve ihracatı görevleri eklenerek Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü Müdürlüğüne dönüştürülmüştür. Bu kurum 1992 yılında, ağaç ıslahı ve tohum teknolojisi araştırmaları yapma görevi eklenerek bugünkü haline dönüştürülmüştür (Anonim 2019). 1992 yılında Tohum Kaynak Planlaması yapılarak uygulamaya geçirilmiştir. Bu planlamayla orman bölge müdürlükleri sınırları temel alınarak var olan tohum kaynakları ve bu kaynakların tohum verimleri ortaya konulmuş, seçilmesi gereken tohum meşçereleri ile kurulması gereken tohum bahçeleri belirtilmiştir (Anonim 1992).

Türkiye’de 5 asli orman ağacı türünde (*Pinus nigra* J.F. Arnold, *Pinus brutia* Ten., *Cedrus libani* A. Rich., *Pinus sylvestris* L., *Fagus orientalis* Lipsky) yoğun ıslah çalışmalarının yapılması öngörülmüştür (Koski ve Antola, 1993). Bu türlerden kızılçamda, toplam 3500 ailenin test edileceği, her bir ıslah zonunda en az 2 adet olmak üzere toplam 14 adet ve 56 ha açık tozlaşma döl denemesi kurulması planlanmıştır. Bu denemeler sonucunda sağlanan bilgiler kullanılarak “*Plus*” ağaçların ıslah değerlerine göre mevcut tohum bahçelerinde genetik ayıklama yapılması ve 1,5 nesil yeni tohum bahçeleri kurulması öngörülmüştür.

Bir ıslah zonu, ağaç türlerinde ekotiplerin oluşmasına giden bir genetik farklılığın bulunmadığı, çevre koşullarının benzer olduğu bir coğrafi alan olarak tanımlanmaktadır. Bir ıslah zonundan seçilen tüm “*plus*” ağaçlar bir ıslah popülasyonunda kombine edilebilir, bir grup halinde test edilebilir ve tohum bahçelerinde bir araya getirilebilir. Bir ıslah zonu içinde tohum transferi yapılabilir. Pek çok ülkede tohum transferi için üst sınır olarak kabul edilip uygulanan 400 m yükselti basamağı, Türkiye için kabul edilen ana ıslah zonlarının alt zonları için ölçüt olarak kabul edilmiştir (Koski ve Antola 1993).

Orman ağaçlarının ıslah yöntemleri, selektif ıslah, mutasyon ıslahı ve melezleme ıslahı olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadır. Bir popülasyon içinden belirli ölçütlere göre bireyler seçilmesi ve bunların birbirleriyle çaprazlanmasının sağlanması, bir selektif ıslah çalışmasıdır. Selektif ıslah, kitle seleksiyonu, aile ve klon seleksiyonunu kapsamaktadır. Kitle seleksiyonu popülasyonların seçimini temel almaktadır; tohum

meşcerelerinin seçimi de bu kapsamda değerlendirilmektedir (White vd. 2007, Tunçtaner 2007). Ağaç seçiminde, aile içi eşleşme (*inbreeding*) etkisinin az oluşu ve seçilecek birey sayısının olabildiğince az olmasının bir seleksiyon çalışmasında çok önemli iki nokta olduğu belirtilmektedir. Yalnız bir karakter yönünden seleksiyon yapılması çalışmanın etkinliğini artırmaktadır. (Zobel ve Talbert 1984, Tunçtaner 2007).

Tohum meşceresi, belirli bir coğrafik bölgede mevcut koşullar altında kabul edilebilir nitelikteki ormanlarla karşılaştırıldığından daha üstün özelliklere sahip seçkin ağaçların bulunduğu, tohum üretimi için özel bir idare ve işletme uygulanan meşcere olarak tanımlanmaktadır (Anonim 1989). Tohum meşceresindeki üstün fenotipik özelliklerin kalıtsal mı çevre koşullarından mı kaynaklandığını söyleyebilmek olanaksızdır. Gelecek nesillerin ebeveyn ağaçları yalnızca fenotiplerine göre seçiliyorsa bu türlü seçim çalışmaları kitle seleksiyonu olarak adlandırılmaktadır (Shelbourn 1969, Wright 1976a). Doğal gençleştirme alanlarında, tohum meşcerelerinde tohum ağaçlarının seçilmesi de bir kitle seleksiyonu olup en basit düzeyde ağaç ıslahı çalışmalarına örnektir. Seçilen “*plus*” ağaçlarla tohum bahçesi kuruluşu kitle seleksiyonunun bir ileri aşaması olarak görülmektedir (Namkoong vd 1988).

Kantitatif karakterler hacim, boy, çap, hacim-yoğunluk gibi sürekli karakterlerdir. Ağaç ıslahının temeli de bu karakterlere bağlıdır. Bu karakterler birçok genin eklemeli etkisi altındadır; bir başka deyişle bunlardan herhangi biri, tek bir gen ile kontrol edilmezler. Çok sayıda genin etkileri bir arada birbirlerine eklenerek bu karakterlerde kendilerini ifade ederler. Az sayıda genin kontrol ettiği kalitatif karakterler söz konusu olduğunda, çevre etkisinin fenotip üzerinde sınırlı bir etkisi bulunmaktadır. Bu karakterlerin kalıtları görece olarak kolaylıkla izlenebilmektedir (Hartle 1981). Seleksiyona konu karakterlerin epistatik ya da dominans varyansından ziyade çoğunlukla eklemeli varyans etkisinde olduğu belirtilmektedir (Hill vd. 2008).

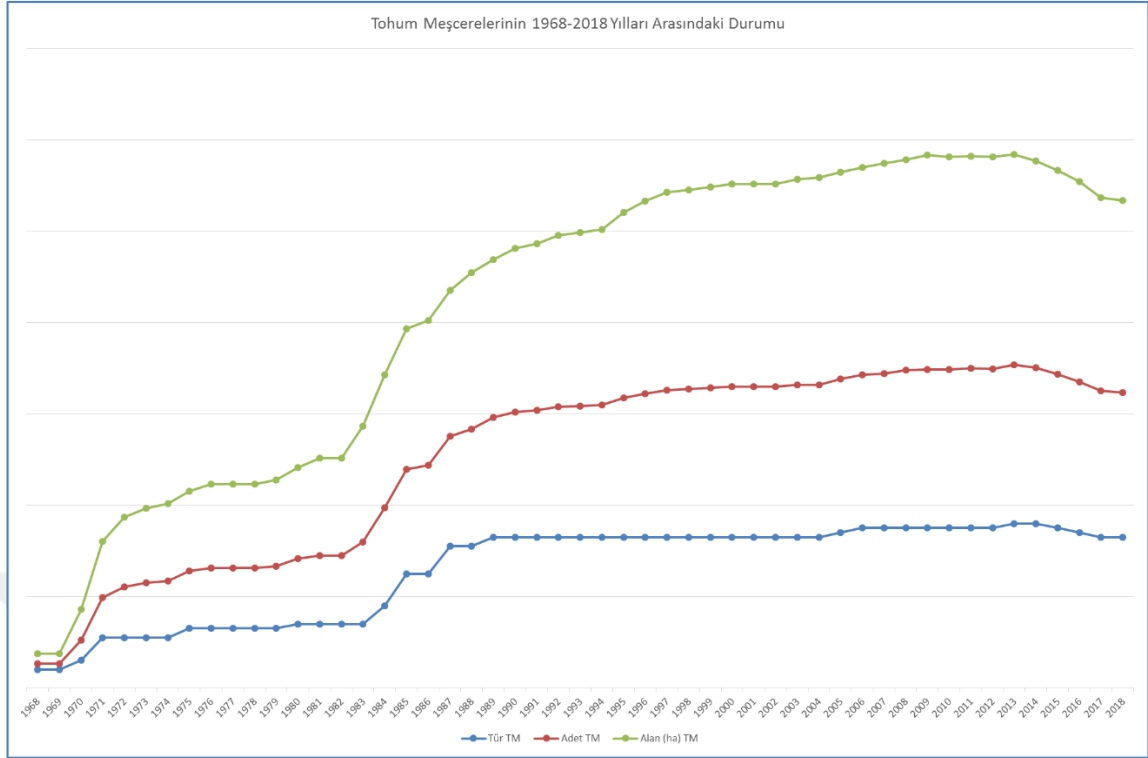
Yüksek genetik kontrol altındaki karakterler söz konusu olduğunda kitle seleksiyonunun etkin bir yöntem olduğu belirtilmektedir (Shelbourn 1969). Ancak birçok genin kontrol ettiği, büyüme, odun kalitesi gibi ekonomik önemi olan kantitatif karakterler zayıf ya da orta derecede genetik kontrol altındadır; bu nedenle bu karakterlere yönelik ıslah

çalışmaları için kitle seleksiyonunun uygun bir yöntem olmadığı belirtilmektedir (Zobel ve Talbert 1984). Kitle seleksiyonunun etkinliğini ortaya koymak üzere, kurulan döl denemelerinde ölçümler yapılarak ebeveyn ağaçlar ile dölleri arasındaki ilişkiler belirlenir (White vd. 2007, Tunçtaner 2007).

Ağaçların çap ve boy karakterleri, ıslah çalışmalarında yoğunlukla kullanılan ve en kolay ölçülebilen karakterlerin başında gelmektedir. Odun özelliklerine ilişkin bilgi sağlamak genellikle ağaca zarar veren ve oldukça zaman alan ve de pahalı çalışmalardandır. Bununla birlikte, bazı odun özellikleri, akustik hız yöntemiyle ya da reziztografya belirlenerek ağaçlara zarar vermeden bu karakterler de ıslah programlarında kullanılabilir (Kumar vd. 2002, Işık ve Li 2003, Raley vd. 2007, Matheson vd. 2008, Uthappa vd. 2017). Hatta odunun ses iletimine ilişkin elde edilecek verinin, odun sertliği yerine kullanılabilirliği; bu verinin, esneklik katsayısı ve mikrofibril açısındaki farklılıklarla doğrudan ilintili olduğu belirtilmektedir (Raley 2007). Öz odun kalitesinin, erken seleksiyonla geliştirilebileceği; bunun da rezonans akustik tekniği kullanılarak çok hızlı ve ucuz yapılabileceği belirtilmektedir (Sharma vd. 2017).

Genetik kazanç, erkek ve dişi ebeveynlerin yavruya aktarmış oldukları genetik değerlerin bir sonucu olarak popülasyon ortalamasında elde edilen artış olarak ifade edilmektedir (Griffin 1982). Genetik kazanç elde edebilmek üzere ıslah zonları –ve varsa her bir alt ıslah zonu- içinde bulunan, aynı yaşlı (45-50 yaşlı), fazla müdahale görmemiş, çok sık olmayan, toprak ve topoğrafik özellikleri bakımından olabildiğince homojen, kaliteli ve sağlıklı doğal meşcerelerden meşcere içindeki yükseklik farkı 100 m’yi aşmayacak biçimde, en az 5-10 ha büyüklükte, 125 tohum ağacı/ha bulduran tohum meşcereleri seçilir. Tohum toplanacak alanı çevreleyen 100 – 150 m genişlikte bir yalıtım zonu da bulunmalıdır (Ürgeç 1982, Koski ve Antola 1993, Tunçtaner 2007).

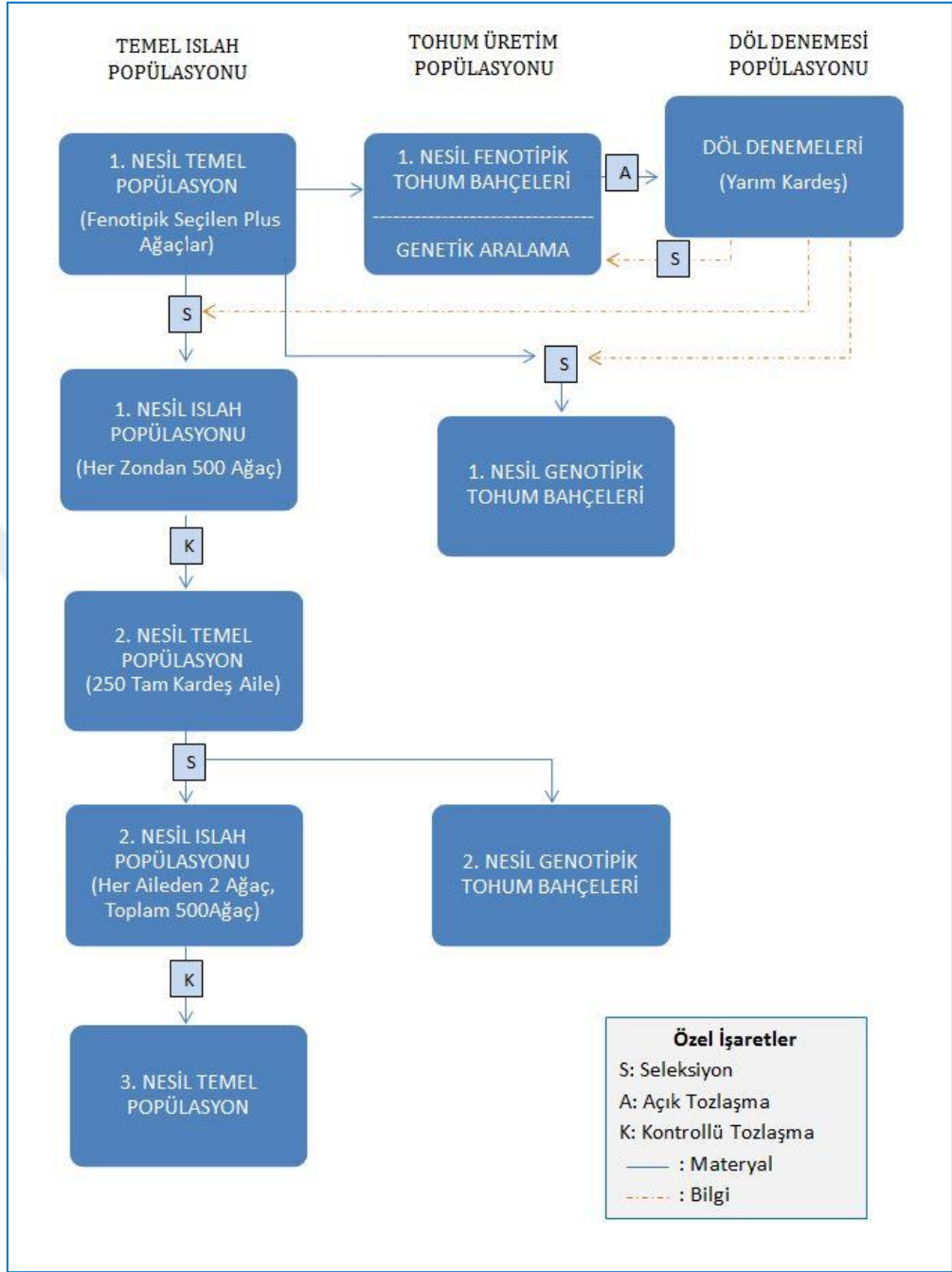
Türkiye’de 2019 yılı sonu itibarıyla 33 ağaç türünde toplam 347 adet tohum meşceresi bulunmaktadır. Bunların toplam alanı 41.992 ha’dır. Bu meşcerelerin 72 adedi kızılçam tohum meşceresidir (Anonim 2019).



Şekil 2.6 Tohum Meşçerelerinin Yıllara Göre Tür, Adet ve Alan Değişimi (Anonim 2019)

Orman ağaçlarının ıslah çalışmaları kapsamında tohum bahçeleri ve sonrasında döl denemeleri kurulmasında kullanılmak üzere “*plus*” (seçkin) ağaçlar seçilmektedir. “*Plus*” ağaç, büyüme hızı, dallanma ve büyüme şekilleri, tali ürün verimi, hastalıklara dayanıklılık gibi dış görünüş karakterleri bakımından istenen özellikleri gösteren, bu özellikleriyle çevresindeki aynı yaşlı ağaçlardan kolayca ayırt edilebilen ancak genetik üstünlüğü denemelerle henüz kanıtlanmamış olan ağaç olarak tanımlanmaktadır (Anonim 1989, Tunçtaner 2007). “*Plus*” ağaçlar, nesiller dizisinde geniş genetik varyasyonun sürekliliğini sağlayacak ıslah popülasyonunun ataları olarak kullanılabilirler. Her bir ıslah zonu için gerekli ıslah popülasyonunun en az 500 “*plus*” ağaçtan oluşması önerilmektedir (Koski ve Antola 1993). Uygulanması önerilen ıslah stratejisi şekil 2.7’de gösterilmektedir.

Halen Tarım ve Orman Bakanlığınca yürütülen ağaç ıslahı çalışmaları sonucunda 1964 yılından 2019 yılı sonuna dek toplam 18 orman ağacı türünde 8271 “*Plus*” ağaç seçilmiştir. Bunların 3014’ü kızılçamda seçilmiş olup, 2399 adedi aşu yolu ile kopyalanarak, tohum bahçelerine aktarılmıştır (Anonim 2019).

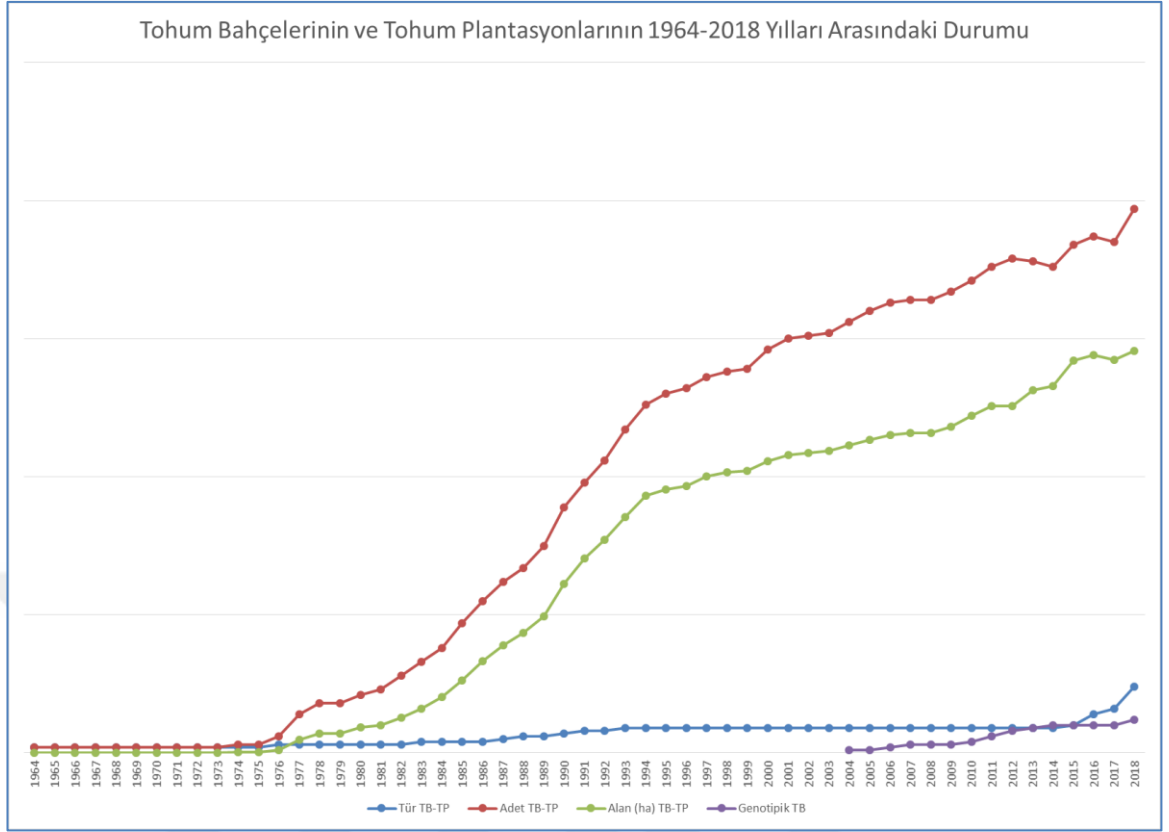


Şekil 2.7 Türkiye Milli Ağaç Islahı Stratejisi (Anonim 2019)

Yapılan programa göre, Marmara Bölgesi'nde yapılacak ağaçlandırmalar için gerekli duyulacak tohumun miktarı 2366 kg/yıl olarak öngörülmüştür. Bu miktarda tohum elde edilebilmesi için 198 ha büyüklükte tohum bahçelerinin kurulmasının gerekli olduğu belirtilmiştir (Koski ve Antola 1993). Genetik olarak ıslah edilmiş kaynaklardan bu tohum gereksiniminin sağlanması üretim verimliliğinin gözetilmesi bakımından önem

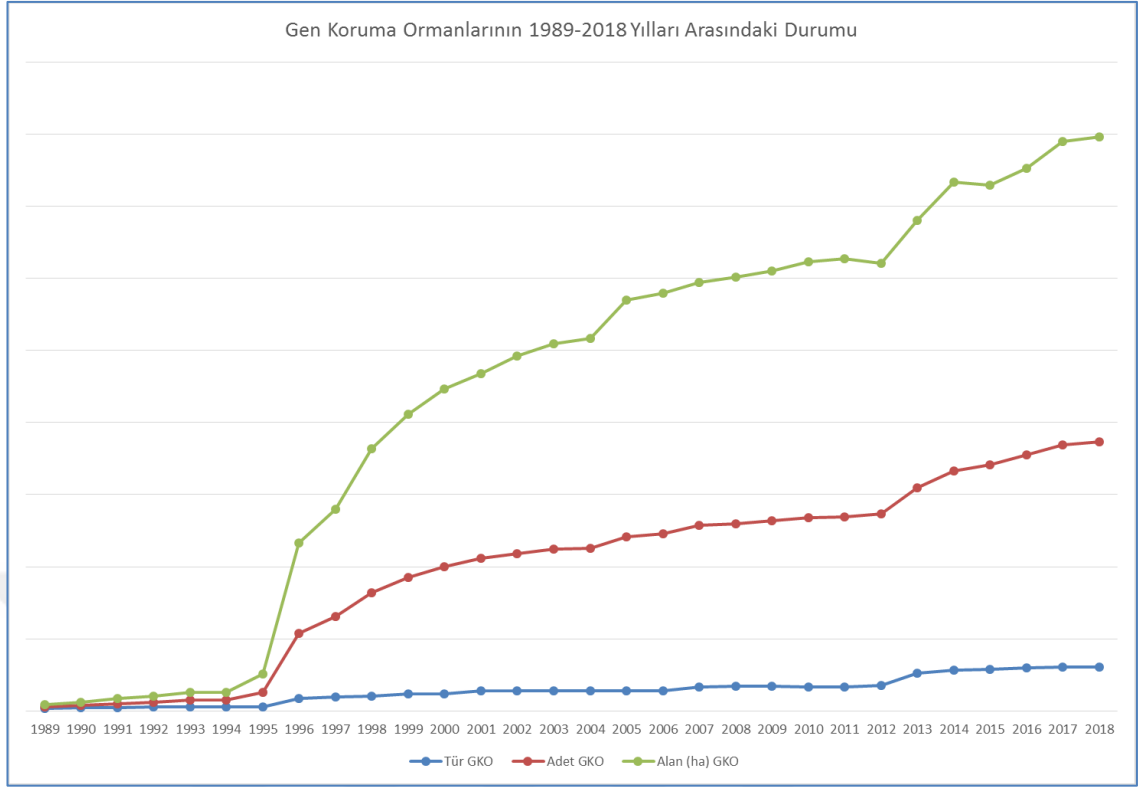
taşımaktadır. Bu programa göre, kurulacak döl denemeleri ile seçilen *plus* ağaçların ıslah değerleri bulunmalı; bu bilimsel bulgulara göre seleksiyon yapılmalıdır. Bir yandan yeni genotipik tohum bahçeleri kurulması öte yandan o zamana kadar zaten kurulmuş olan tohum bahçelerinde gerekli klonal ayıklamanın uygulanması önerilmiştir. 2019 yılı sonu itibarıyla Türkiye’de bulunan tohum bahçelerinin (tohum plantasyonları dahil) toplam sayısı 197 olup bunun 76 adedi (toplam 641 ha) kızılçam türüyle kurulmuştur.

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütünün (OECD 2019) kabul etmiş olduğu tanıma göre tohum bahçesi, istenmeyen polen kaynaklarından yalıtılmış, sık, bol ve kolay tohum üretmek üzere seçilmiş klon ya da döllere kurulan ve yönetilen bir plantasyondur. Tohum bahçelerinin kurulacağı yerlerin belirlenmesinde, bahçe kurulacak türün doğal yayılışının en güneyinden daha güneyde ve en düşük yükseltisinden daha alçak yerler öncelikle değerlendirilmelidir (Tunçtaner 2007). Yabancı polenlerden kaynaklanacak genetik kirliliğin önlenmesi amacıyla çam türleriyle kurulacak tohum bahçesi çevresinde oluşturulacak yalıtım bölgesinin genişliğinin en az 122 m olması gerektiği belirtilmektedir (Zobel ve Talbert 1984); ancak uygulamada her zaman bu sayılan koşullar sağlanamamaktadır. Orman ağacı türleriyle kurulan tohum bahçelerinde genetik kirlenme miktarlarının araştırıldığı çalışmalarda % 21-90 arasında (Kaya ve Işık 2001) ve % 1,3-2,2 arasındaki (Tayanç vd. 2018) oranlarda genetik kirlilik bulunduğu belirtilmektedir.



Şekil 2.8 Tohum Bahçelerinin ve Tohum Plantasyonlarının Yıllara Göre Tür, Adet ve Alan Değişimi (Anonim 2019)

Uzun dönemde ıslah amacının değişebileceği göz önünde bulundurulduğunda, gerekli olan varyasyonun orijinal gen havuzundan sağlanması zorunlu olabilir. Tohum meşcereleri bu konuda yetersiz olabilir çünkü bu meşcerelerden sınırlı sayıda genotip seçilerek varyasyon daraltılmaktadır. Bu nedenle, doğal popülasyonlardan gen koruma ormanları seçilerek genetik varyasyonun korunması ve sonraki nesle aktarılması amaçlanmaktadır. 1989 yılından bu yana 61 ağaç türünde 312 adet olmak üzere toplam 42.329 ha büyüklükte Gen Koruma Ormanı seçilmiştir (Anonim 2019).



Şekil 2.9 Gen Koruma Ormanlarının Yıllara Göre Tür, Adet ve Alan Değişimi (Anonim 2019)

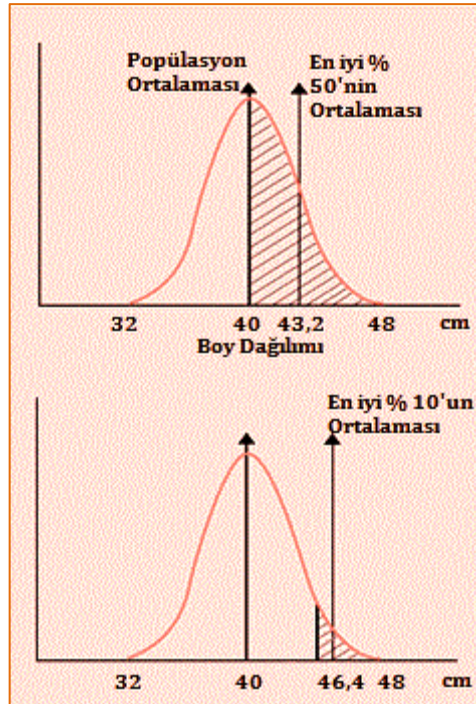
Yapılan fenotipik seleksiyonun başarılı olabilmesi seçilen bireylerin fenotipik ve genotipik değerleri arasındaki ilişkiye bağlıdır. Bu ilişkinin derecesi kalıtım derecesi ile anlaşılabilir. Kalıtım derecesi ebeveyn-döl ilişkileri kullanılarak elde edilebildiği gibi yarım-kardeş (açık tozlaşma) ya da tam-kardeş (kontrollü tozlaşma) döl denemeleri kurularak ve ailelerin kareler ortalaması ile varyansları bulunarak kalıtım, varyansın bir fonksiyonu olarak da hesaplanabilmektedir (Tunçtaner 2007).

Bir bireyin bir özelliğini başka bir bireyle çaprazlama sonrasında kalıtım yoluyla döllerine aktarabilme yeteneğine birleşme yeteneği denmektedir. Birleşme yeteneği, genel ve özel birleşme yeteneği olmak üzere iki alt sınıfta tanımlanmaktadır. Genel birleşme yeteneği, ebeveynin diğer tüm ebeveynlerle ayrı ayrı çaprazlandığında istenen bir özelliğini döllerine aktarabilme yeteneğidir. Söz gelimi basitleştirerek ifade edilirse, A bireyinin diğer tüm bireylerle çaprazlama ürünlerinin çap ortalaması, B bireyinin diğer tüm bireylerle çaprazlama ürünlerinin çap ortalamasından daha büyük ise A bireyinin genel birleşme yeteneği çap özelliği bakımından B bireyine göre daha

yüksektir. Özel birleşme yeteneği ise ebeveynin belirli bir başka ebeveynle çaprazlanması durumunda özelliğini döllerine aktarabilme yeteneğidir (Wright 1976a, Tunçtaner 2007). Özel birleşme yeteneğinin, odun özelliklerinin değerlendirilmesi bakımından çok sınırlı bir kullanım alanı bulunmaktadır (Zobel ve Talbert 1984; Zobel ve Jett 1995).

Açık tozlaşma döl denemelerinde belirli ebeveynlerin -kuramsal olarak- diğer tüm ebeveynlerle yapmış olduğu çaprazlama ürünleri test edilmektedir. Genel birleşme yeteneğinin tanımından da anlaşılacağı gibi, açık tozlaşma döl denemelerinde de aslında “plus” ağaçların genel birleşme yeteneği test edilmektedir. Açık tozlaşma döl denemeleri, diğer tüm (Çoklu çaprazlama, tam diallel, değiştirilmiş diallel, kısmi diallel, faktöriyel, tek eşli, vd) eşleşme desenlerine göre en düşük maliyetli ve en az iş gücü gerektiren yöntem olarak öne çıkmaktadır (Ditlevsen 1985, Öztürk 2000, Zobel ve Talbert 1984).

İslah popülasyonundan seleksiyonla elde edilecek alt popülasyonun durumu ve seleksiyon farklılığı şekil 2.10’da şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.10 Seçilen Alt Popülasyonlarla Tüm Popülasyon Ortalaması Arasındaki Fark

Bu çalışma, kızılçam ıslah zonlarından Marmara Bölgesi Kızılçam Islah Zonu'nu kapsamaktadır. Bu döl denemelerinin dördüncü yaş boy ölçümleri yapılarak (Öztürk vd. 2007), sekizinci yaş çap ve boy ölçümleri yapılarak (Alan vd. 2011) teknik bülten olarak yayınlanmıştır.

Kalıtım derecesi, ebeveynlerde gözlenen bir kantitatif karakterin varyansının ne oranda genotipten kaynaklandığını ifade eder (Falconer 1989, Griffiths vd 1994). Bir başka biçimde, gözlenen kantitatif karakterin yavrulara aktarılma oranı olarak da ifade edilmektedir (Zobel ve Talbert 1984). Burada ifade edilen “aktarılma oranı” yanlış yorumlanabilmektedir. Bu ifadenin, genotip ve fenotip arasındaki ilişki düzeyi çerçevesinde algılanması daha uygun olur. Genetik varyans, üzerinde çalışılan popülasyonu oluşturan bireyler arasındaki genetik farklılığı göstermektedir; ıslah çalışmalarının potansiyel başarısıyla doğru orantılıdır. Çünkü popülasyonda genetik çeşitliliğin fazla oluşu, çok iyi niteliklere sahip bireylerin seçilebilmesi olasılığını artırmaktadır.

Genetik varyans bileşenleri kullanılarak “Dar” ve “Geniş” anlamlı olmak üzere iki ayrı kalıtım derecesi hesaplanabilir. Dar Anlamlı Kalıtım Derecesi, eklemeli genetik varyansın fenotipik varyansa oranı olup, açık (kontrolsüz) tozlaşma yoluyla döller üreten popülasyonların ıslahında kullanılmaktadır. Geniş Anlamlı Kalıtım Derecesi, toplam genetik varyansın fenotipik varyansa oranıdır. Genetik varyansın tamamından yarar sağlamayı amaçlayan çalışmalarda bu kalıtım derecesi kullanılmaktadır (Van Buijtenen 1992).

Kalıtım derecesi “ h^2 ” ile ifade edilir.

$$h^2 = V_G / V_P$$

V_G : Genotipik Varyans, V_P : Fenotipik (Toplam) Varyans

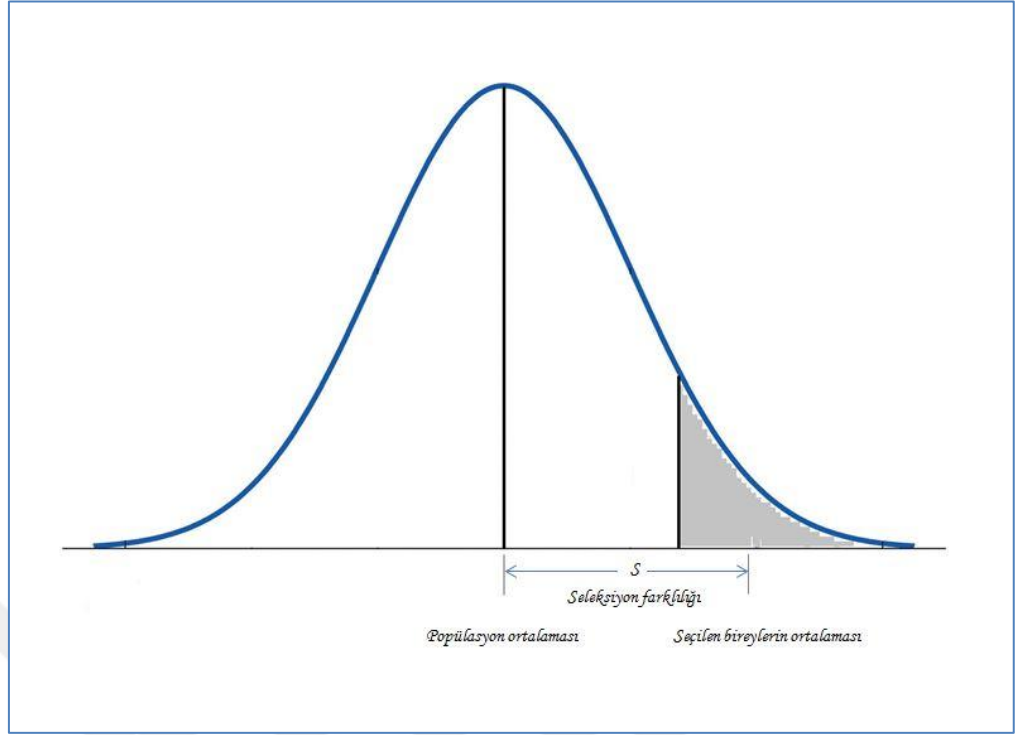
Yüksek kalıtım değeri, popülasyonda gözlenen varyasyonun, üzerinde çalışılan karakter bakımından yüksek oranda genotipten kaynaklandığını ifade etmektedir. Genotipik varyans, bireyin genlerinin eklemeli, dominant ve epistatik etkilerini kapsamaktadır.

Vejetatif üretimi kolay olmayan Kızılcım gibi türlerde genotipik seleksiyon için ıslah değeri (*breeding value*) kullanılmaktadır (Zobel ve Talbert 1984).

Bir ağacın ıslah değeri, o ağacın gözlenen bir kantitatif karakterinin, ait olduğu popülasyonun dölllerinin ortalamasından sapması olarak ifade edilmektedir. Aileler, döl denemelerinden elde edilen sonuçlara göre ıslah değerlerine göre sıralanmaktadır. Bu sıralamaya göre en iyi aileler, var olan tohum bahçelerinden geriye doğru seçilerek –bir başka deyişle kurulu tohum bahçelerinden ıslah değeri düşük ailelere ait bireyler çıkarılarak– 1. nesil tohum bahçelerinden 1,5. nesil tohum bahçelerine geçiş sağlanabilmektedir. Zobel ve Talbert (1984), bu bahçeleri 1,5. nesil tohum bahçesi değil büyük ölçüde ıslah edilmiş 1. nesil tohum bahçeleri olarak nitelemektedir (Koski ve Antola 1993).

Döl denemeleri temelde birer genetik testtir. Bu test ile ebeveyn ağaçların ıslah değerleri bulunmakta ve bir ağaç ıslahı programı için en önemli verilerden biri elde edilmektedir. Bu kapsamda kızılçam için yukarıda belirtilen programda, toplam olarak 56 ha büyüklüğünde döl denemesi kurulması planlanmıştır (Koski ve Antola 1993). Birbirlerinden çok farklı ekolojik koşullarda yayılış gösteren kızılçam popülasyonlarını tek bir ıslah popülasyonu altında toplamanın sakıncalı olacağı değerlendirilmiştir. Bu nedenle ıslah çalışmalarının ıslah zonları bazında yürütülmesi öngörülmüştür.

2019 yılı sonu itibarıyla, kurulan döl denemelerinin toplam sayısı 29 olup bunun 27 adedi kızılçam, geri kalan 2 adedi sarıçam türüyle kurulmuştur. Yaklaşık 105 ha'lık bir alanda kurulu bulunan bu denemelerin tümünde toplam 1676 adet yarım kardeş aile (açık tozlaşma ürünü) bulunmaktadır (Anonim 2019).



Şekil 2.11 Seleksiyon Farklılığı Diyagramı

$$\text{Seleksiyon Farklılığı: } S = \bar{X}_S - \bar{X}$$

\bar{X}_S : Seçilen bireylerin ortalaması

\bar{X} : Popülasyon ortalaması

Genetik kazanç, seleksiyon yoluyla popülasyon ortalamasına göre elde edilen farktır. Fenotipe dayalı olarak yapılan *plus* ağaç seçimindeki başarı da genetik kazanç olarak ifade edilmektedir (Zobel ve Talbert 1984, Tunçtaner 2007). Seleksiyon farklılığı, seçilmiş bireylerin ortalaması ile popülasyon ortalaması arasındaki farkı ifade etmektedir; şematik olarak şekil 2.11’de gösterilmiştir. Fenotipik varyasyon büyüdükçe seleksiyon farklılığı da artmaktadır (Zobel ve Talbert 1984). Genetik kazanç, seleksiyon farklılığı ve kalıtım değeri kullanılarak aşağıdaki biçimde hesaplanmaktadır.

$$G = h^2 \times S$$

G: Genetik kazanç

h^2 : Kalıtım değeri

S: Seleksiyon farklılığı

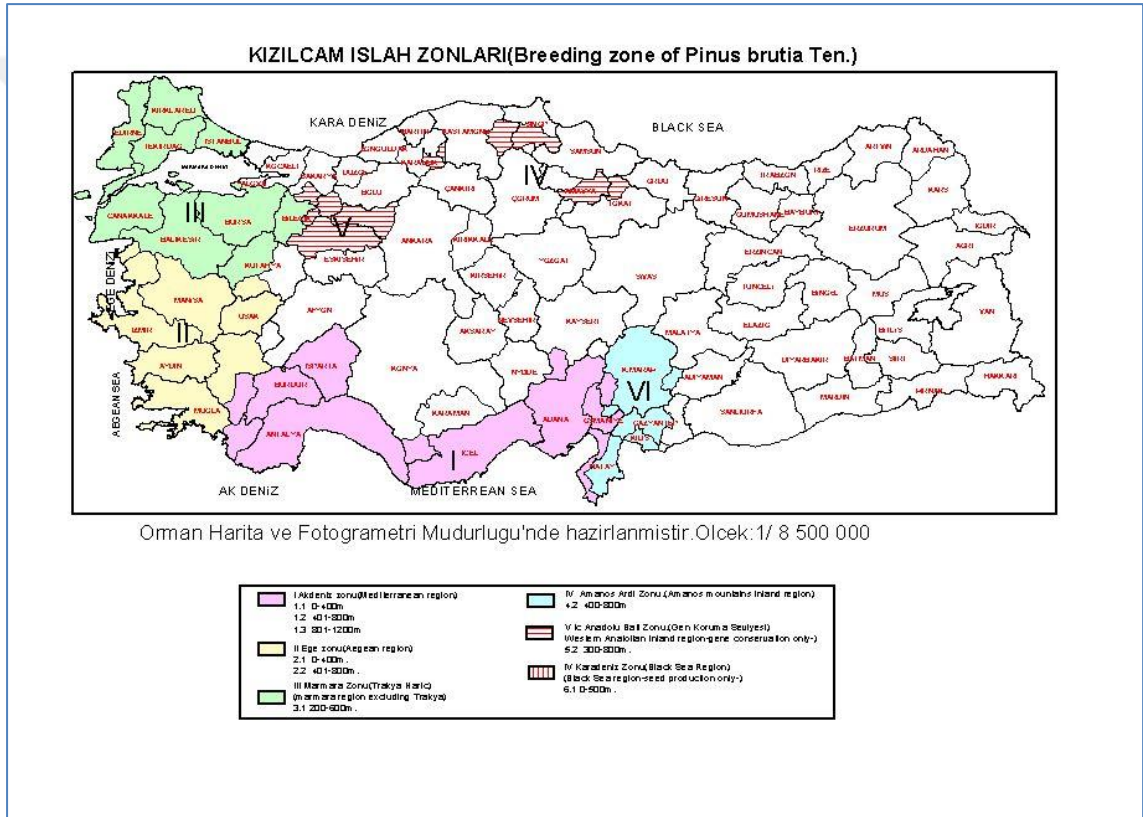
Islah edilmemiş materyalin ıslah edilmiş materyalle karşılaştırılmasıyla elde edilen kazanca gerçekleşen genetik kazanç denilmektedir (Zobel ve Talbert, Dhakal vd. 1996, Matziris 2000). Marmara Bölgesi Kızılçam Islah Zonu döl denemelerinde kontrol materyali olarak, aynı coğrafik bölge ağaçlandırmalarında kullanılan tohum meşcerelerinden sağlanan yığın tohumlar kullanılmıştır. Bu nedenle, bu denemede ayrı bir aile gibi deneme deseni içine konulan yığın kontrol materyali, ıslah edilmemiş materyali temsil etmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada karşılaştırma materyali olarak aynı bölgeye ait tohum meşcerelerinin yığın tohumları kullanılarak, gerçekleşen genetik kazanç hesaplanmıştır.

Pinus taeda için yapılan bir çalışmada, ıslah çalışmalarının ekonomik olarak sürdürülebilirliğini sağlayabilmek için %2,5-4 kadar genetik kazanç elde etmenin yeterli olduğu belirtilmektedir (Talbert vd. 1985). Yine aynı tür için yapılan basit bir ekonomik analiz, 30 yıllık idare süresinde, iki aralama geçiren bir meşcere için hektarda yaklaşık 300 ABD doları kadar bir kazanç olduğunu göstermektedir (McKeand vd. 2007). Kızılçam türü için yapılan bir ekonomik analiz çalışmasında, %30 genetik kazancın iç karlılık oranını %30 kadar artırabileceği belirtilmektedir (Erkan 2006). Hacimde sağlanan genetik kazanç, boyda sağlanan kazanca göre iki kat daha fazla olabilmektedir (Xie ve Yanchuk 2003; Öztürk vd. 2008). *Pinus radiata* türü için yapılan bir çalışmada, %15-20 düzeyinde bir genetik kazanç elde edilmesi durumunda bunun ekonomik getiriye %68-260 oranında artırabileceği belirtilmektedir (Le 1994).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Kızılçam Islah Programına (Koski ve Antola 1993) göre ıslah zonlarının herbiri ayrı birer ıslah birimidir. Kızılçam ıslah zonlarının coğrafik dağılımı şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Kızılçam Islah Zonları (Anonim 2019)

Her bir ıslah birimi için kendi içindeki doğal popülasyonlardan ıslah popülasyonları seçilmelidir. Her bir ıslah birimini temsil edecek döl denemelerinin de yine aynı ıslah birimi (zonu) içinde kurulması gerekmektedir. Döl denemelerindeki aileler, III numaralı kızılçam ıslah zonu (Marmara Bölgesi) içinde bulunan doğal ormanlardan seçilmişlerdir (Öztürk vd. 2007).

Denemelerin kurulmasında, meşcere içinde bulunan ve daha önce seçilmiş olan seçkin ağaçların açık tozlaşma ile oluşturdukları tohumlar kullanılmıştır. 2000 yılının Şubat ayı sonu ile Mart ayı başında, daha önceden seçilmiş olan seçkin (*plus*) ağaçlardan 20-40 kozalak toplanmış ve etiketlenmiştir. Kozalıklardan tohum elde edilerek ekim zamanına kadar soğuk hava deposunda saklanmıştır (Öztürk vd. 2007).

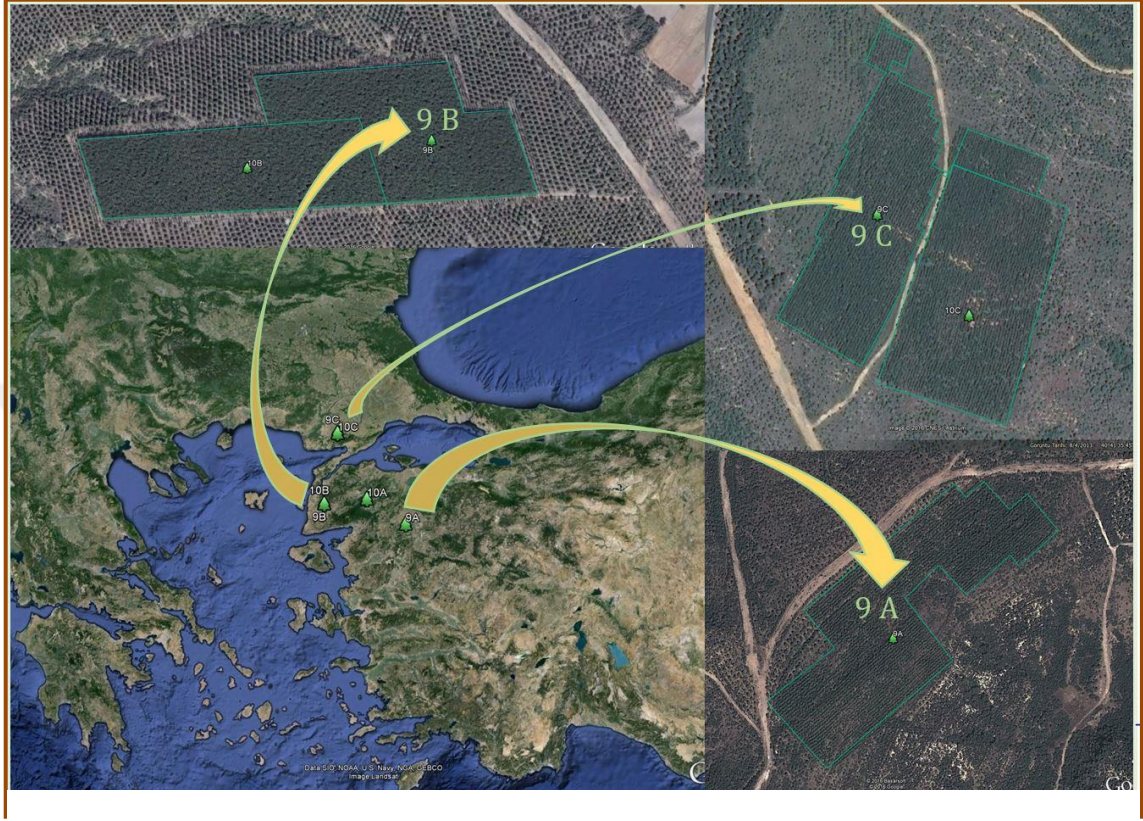
2-4 Nisan 2001 tarihlerinde bu tohumlar ENSO tipi tepsilere ekilmiştir. Fidan üretim süreci Gökova Orman Fidanlığınca yönetilmiştir. ENSO tepsiler 259 cm³ hacimli 45 adet göz (tüp) içermektedir. Tohum ekilen yetiştirme ortamı olarak %100 Finlandiya turbası kullanılmıştır. Ekilmeden önce tohumlara, çeşitli zararlılara karşı koruma sağlanması bakımından “*Pomarsal Forte*” uygulanmıştır (Öztürk vd. 2007).

Tohum ekimi sırasında tepsilere aile numaralarını içeren etiketler konulmuş olup, ayrıca herhangi bir karışıklık olmaması için silinmez kalemle tepsiler üzerine de aile numaraları yazılmıştır. Denemelerin kuruluşu için fidanlar deneme alanlarına taşınmadan önce, her bir fidan etiketlenmiştir (Öztürk vd. 2007). Dikimlerin doğruluğu fidanların boğazındaki etiketlerin kontrolü ile sağlanmıştır.

Bu genetik testlerin kurulacağı yerlerin, son ürün olarak elde edilecek genetik olarak ıslah edilmiş tohumların kullanılacağı ağaçlandırma alanlarını temsil edebilmesi, ıslah çalışmalarının amacına ulaşabilmesi için çok büyük önem taşımaktadır (Zobel ve Talbert 1984; Loo-Dinkins 1992). Kurulan döl denemelerinin, III numaralı Kızılcım Islah Zonu sınırları içindeki potansiyel sahaları temsil etmesi öngörülmüştür (Öztürk vd. 2007).

Islah zonu içinde yalnızca bir adet döl denemesi kurulması durumunda, elde edilecek ıslah değerleri, aynı ıslah zonu içinde farklı ekolojik özellikteki yerlerde geçerli olmayabilmektedir. Bir denemeden hesaplanacak aile varyansı ve ıslah değerleri olduğundan yüksek çıkabilmektedir. Bunun nedeni ise genotip-çevre etkileşimi varyansının sıfırdan büyük olması ve bu varyansın tek deneme analizinde ortaya çıkamaması, aile varyansının içinde gizli kalmasıdır (Namkong ve ark. 1966; Zobel ve Talbert 1984; Nyquist 1991). Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak ve varsa genotip çevre

etkileşimi varyansının da miktarını tahmin edebilmek üzere aynı zon içindeki üç farklı ekolojik koşulda denemeler kurulmuştur (Öztürk vd. 2007).



Şekil 3.2 Döl Denemelerinin Konumları

Tüplü fidanlar elde edildikten sonra dikilecekleri alanlarda gerekli arazi hazırlıkları (diri örtü temizliği ve riparli dozerle toprak işleme, diskaro) yapılmıştır. Dikim alanlarında (3x2 m) aralık mesafede piketaj uygulanmıştır. 9C testi (Çınarlıdere) 2002 yılı Mart ayında, diğer testler 2002 yılı Şubat ayında kurulmuştur. Tohumlar açık tozlaşma ürünü olduğu için elde edilen fidanların anaları belirli seçkin ağaçlar olmakla birlikte, babaları meşcere içinde bulunan ancak kesin olarak bilinemeyen bireylerdir (Öztürk vd. 2007, Alan vd. 2011).

Denemeler kurulurken rastlantı blokları deneme deseni uygulanarak, deneme alanındaki heterojen çevre etkilerinin daha küçük blok alanlarında azaltılması amaçlanmıştır. Ancak gerek test edilecek aile sayısının çokluğu gerekse bu ailelerin pek çok kez deneme alanında yinlendiği göz önünde bulundurulduğunda, bloklamada dahi her bir

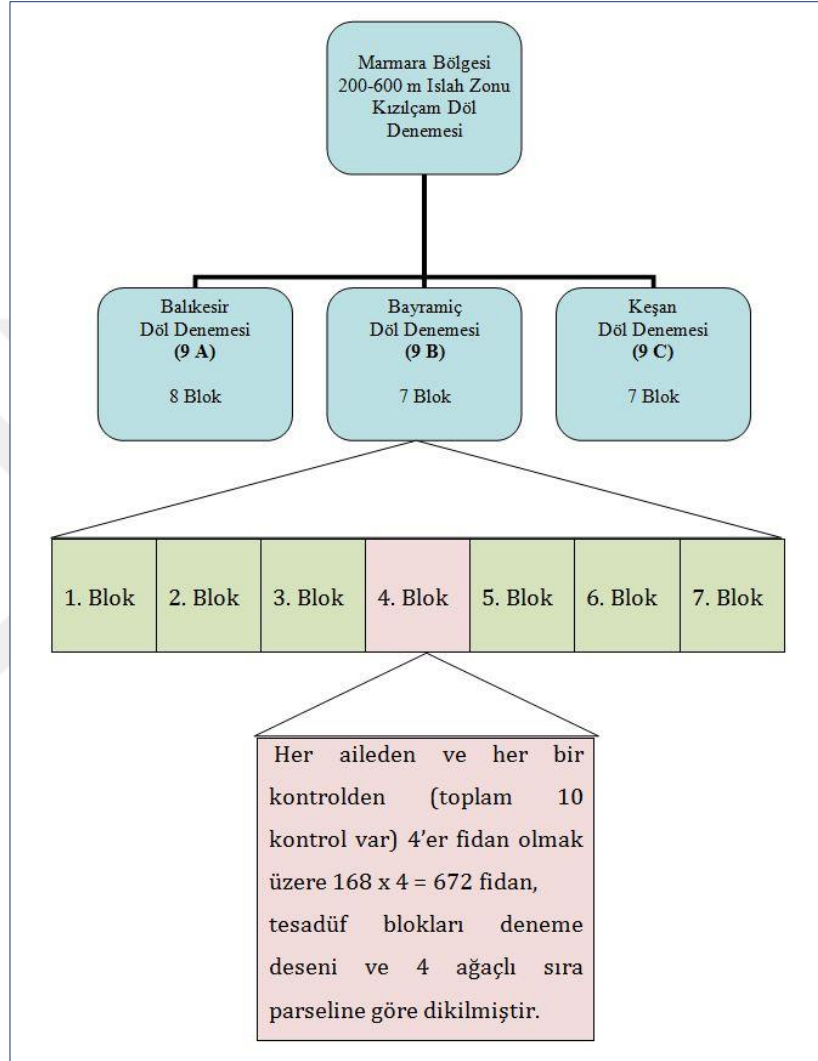
blok için oldukça büyük alanlara gerek bulunmaktadır. Açık arazide alanın büyümesi denetlenemeyen bir heterojenlik artışı anlamına gelmektedir. Bu nedenle, çevre varyansını en alt düzeyde tutabilmek için B tipi (*sets in rep*) alt bloklama (Schutz ve Cockherham 1966, Öztürk vd. 2004) yapılmıştır.

Çizelge 3.1 Denemelere Ait Tanımlayıcı Bilgiler

Tanımlayıcı Bilgiler	Denemeler		
	9A	9B	9C
İşletme Müdürlüğü	Balıkesir	Bayramiç	Keşan
İşletme Şefliği	Balıkesir	Bayramiç	Çınarlıdere
Bölme No	194	18	379-380
Alan (ha)	3,5	3	3
İslah Zonu	3.1	3.1	3.1
Blok Sayısı	8	7	7
Alt Bloklama	B (Sets in Rep)	B (Sets in Rep)	B (Sets in Rep)
Set Sayısı	24	21	21
Popülasyon Sayısı	8	8	8
Aile Sayısı	152	158	158
Kontrol Sayısı	10	10	10
Parsel Düzeni	4 Ağaçlı Sıra	4 Ağaçlı Sıra	4 Ağaçlı Sıra
Fidan Sayısı	5760	5040	5040
Aralık Mesafe (m)	3x2	3x2	3x2
Kuruluş Tarihi	Şubat 2002	Şubat 2002	Mart 2002
Enlem (K)	39° 29' 00"	39° 44' 42"	40° 41' 45"
Boylam (D)	27° 51' 20"	26° 26' 23"	26° 39' 20"
Rakım (m)	285	100	300
Eğim (%)	15	10	15
Bakı	Güney-Doğu	Güney	Güney
Yıllık Ort. Yağış (mm)	609.2	635.7	648.8
Yıllık Ort. Sıcaklık (°C)	14.6	19.5	14.4

Döl denemelerinde yaşayan birey sayısının olabildiğince çok tutulabilmesi, hata varyansının görece düşük kalmasına ve dolayısıyla yapılacak istatistik tahminlerin güvenilirliğinin artmasına yarar sağlayacaktır (Wright 1976b). Bu nedenle, daha sağlıklı bilgi üretebilmek için döl denemelerinin dikimleri tamamlandıktan sonra denemeler, olası hayvan zararlarına karşı dikenli tel ile çevrilmiştir; ilk yıllarda diri örtüden kaynaklanabilecek zararların önüne geçilmesi bakımından fidan çevrelerinde çapalama ve sürgün kontrolü kapsamında kültür bakımı yapılmasına özen gösterilmiştir (Öztürk vd. 2007). Dikimi izleyen yeşerim dönemi sonunda yapılan denetimde Balıkesir (9A) denemesinde % 17, Bayramiç (9B) denemesinde % 0,4 ve Çınarlıdere (9C) denemesinde % 4,3 oranlarında kuruma olduğu belirlenmiştir (Öztürk vd. 2007).

Kuruyan fidanların yerlerine aynı ailelere ait yedek fidanlarla tamamlama yapılmıştır. Tamamlama yapılan fidanlara ait veri, istatistik olarak farklılık gösterdiğinden analizlerde bunlara ait veri kullanılmamıştır.



Şekil 3.3 Marmara Bölgesi 200-600 m Islah Zonu Kızılcım Döl Denemelerinin Genel Kuruluş Yapısı

Eşleşme düzeni ve meşcere dinamiğine ilişkin yeterli bilgi bulunmaması durumunda, açık tozlaşma sonucu oluşan ailelerin yarım kardeş olarak kabul edilebileceği belirtilmektedir (Hodge and White 1992). Bu nedenle her bir seçkin ağaçtan elde edilen fidanlar, anaları aynı birey olduğu ancak her birinin babaları farklı olabileceği için yarım kardeş (ya da üvey kardeş) aile olarak ifade edilmektedir.

Bu denemelerde, tohum meşcerelerinde bulunan seçkin ağaçlardan toplanan tohumlardan üretilen ve 158 yarım kardeş aileyi temsil eden bireylerle standart tohum meşcerelerinden elde edilen 10 adet kontrol materyalini temsil eden bireyler test edilmektedir. Bu çalışmada ıslah zonu içinde kalan dört kontrol materyali karşılaştırmada kullanılmıştır.

Çizelge 3.2 Döl Denemelerinde Test Edilen Üstün (*Plus*) Ağaçların Bulunduğu Meşcereler

Ulusal Kayıt No	Bölge Müdürlüğü	İşletme Müdürlüğü	İşletme Şefliği	Enlem	Boylam	Rakım (m)	Yaş	Seçkin Ağaç Sayısı
TM 12	Balıkesir	Sındırgı	Seydan	39° 12'	28° 08'	557	76	34
TM 16	Çanakkale	Ayvacık	Baharlar	39° 36'	26° 34'	450	80	30
TM 331	Bursa	Mustafa Kemal Paşa	Burhandağ	39° 55'	28° 37'	400	68	24
TM336	Çanakkale	Ayvacık	Baharlar	39° 38'	26° 37'	600	64	13
TM 347	Balıkesir	Bigadiç	Bigadiç	39° 24'	28° 21'	450	70	24
GKO 1	Çanakkale	Bayramiç	Gökçeçi	39° 55'	26° 30'	270	68	13
GKO 4	Çanakkale	Yenice	Asar	39° 50'	27° 18'	220	97	12
GKO 52	Balıkesir	Alaçam	Kireç	39° 33'	28° 17'	340	74	8
TOPLAM								158

TM: Tohum Meşceresi

GKO: Gen Koruma Ormanı

Çizelge 3.3 Kontrol Materyallerine İlişkin Bilgiler

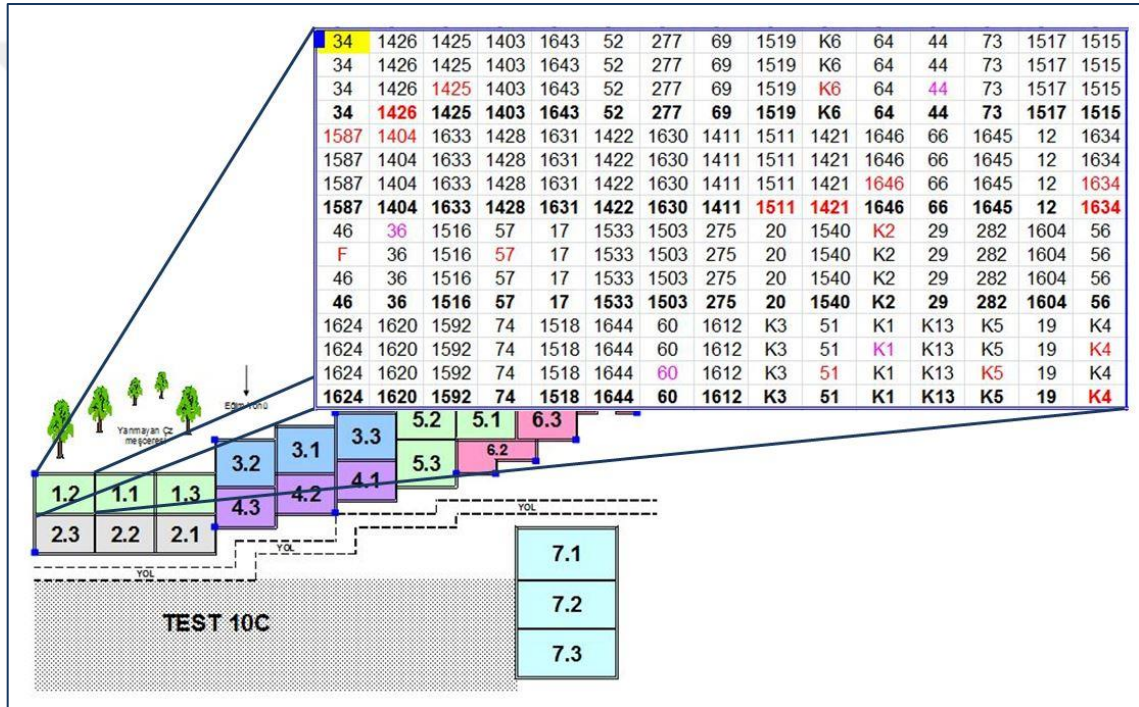
Özellikler	Kontrol Materyal Numarası			
	K11*	K12*	K13*	K14*
Ulusal Ka. No	TM-12	TM-16**	TM-331**	TM-13
Islah Zonu	3.1	3.1	3.1	3.1
Bölge Müd.	Balıkesir	Çanakkale	Bursa	Bursa
İşletme Müd.	Sındırgı	Ayvacık	M.K.Paşa	M.K.Paşa
İşletme Şefl.	Seydan	Baharlar	Burhandağı	Çaltılıbük
Enlem	39°12'00"	39°36'40"	39°55'43"	39°58'45"
Boylam	28°08'00"	26°34'00"	28°37'45"	28°40'54"
Rakım	557	450	400	250
Yaş	76	80	68	90

* K11, K12, K13 ve K14 tek standart kontrol materyali olarak kullanılmıştır.

** Tohum gereksinimi kalmaması nedeniyle TM 16, 2017 yılında 309 UKN Gen Koruma Ormanına dönüştürülmüştür.

Tohum gereksinimi kalmaması nedeniyle TM 331, 2016 yılında 306 UKN Gen Koruma Ormanına dönüştürülmüştür

Denemelerde 4 ağaçlı sıra parseli, rastlantı blokları deneme deseni ile birlikte kullanılmıştır; şekil 3.4’te gösterilmiştir. Toplam 22 bloktan oluşan üç denemedeki tüm bireylerin boy ve çapları her dört yılda bir düzenli olarak ölçülmektedir. Bu ölçümlerden dördüncü yaş boy verisine ait sonuçlar (Öztürk vd. 2007), sekizinci yaş boy ve çap verisine ait sonuçlar (Alan vd. 2011), onikinci yaş boy ve çap verisine ait sonuçlar (Alan vd. 2016) yayımlanmıştır. Onaltıncı yaş çap verisine ait sonuçlar ise ara sonuç raporu olarak OGM Araştırma Enstitüsü Müdürlükleri İhtisas Grupları Toplantısında sunulmuştur.



Şekil 3.4 Deneme Deseni Örneği, Bloklar ve Setler, Parsel Düzeni

K: Kontrol Bireyi

F: Tamamlama-Dolgu Bireyi

2013 yılı yeşerim dönemi sonunda döl denemelerinde 12 nci yaş çap ve boy ölçümlerinin yanı sıra döl denemelerinin sistematik aralama kesimleri yapılmıştır. Aralama uygulamasıyla her bir ailenin her bir bloktaki dört bireyinden ikisi, gövdeleri

arazi eğimi yönünde işaretlenmiş olarak kesilerek alandan çıkarılmış ve böylece döl denemelerinde bulunan toplam fidan sayısı yarıya indirilmiştir.

9A test numaralı denemede, kesilecek bireylerin gövdeleri, basınç odunu oluşma ihtimali öngörülerek 1,3 m yükseklikte güneydoğu yönünde işaretlenmiştir.



Şekil 3.5 Test 9A'da Eğim Yönü

9B test numaralı denemede, kesilecek bireylerin gövdeleri, basınç odunu oluşma ihtimali öngörülerek 1,3 m yükseklikte batı yönünde işaretlenmiştir.



Şekil 3.6 Test 9B'de Eğim Yönü

9C test numaralı denemede, kesilecek bireylerin gövdeleri, basınç odunu oluşma ihtimali öngörülerek 1,3 m yükseklikte güneydoğu yönünde işaretlenmiştir.



Şekil 3.7 Test 9C'de Eğim Yönü

Döl denemelerinin sekizinci yaşa ait boy ölçüleriyle yapılan analizlerin sonuçlarına (Alan ve ark. 2011) göre en iyi gelişme gösteren 60 aile ile aynı ıslah zonuna ait bulunan 4 adet kontrol materyalinin, göğüs yüksekliğinden ($h= 1,30$ m) alınan odun örnekleri, çalışmanın materyalini oluşturmaktadır. Her bir döl denemesinden üçer blok (üç yineleme) seçilmiştir.



Şekil 3.8 En İyi Gelişim Gösteren İlk 60 Aile (Temsili)



Şekil 3.9 Kesilen Bireylerin Göğüs Yüksekliğinden (1,3 m) Gövde Örneği Alındıktan Sonra (21.12.2013)

Kesilen bireylerin göğüs yüksekliğinden (1,3 m) alınan 8-10 cm yüksekliğindeki silindirik parçalar, ağaçların buldukları arazinin eğim yönü üzerlerinde işaretli olarak, motorlu testere ile kesilip alınarak Ankara'da bulunan OGM'ye bağlı OATIAEM deposuna getirilmiştir.



Şekil 3.10 Eğim Yönü İşaretli Örnekler

Blokların seçiminde, en fazla canlı birey bulduranlar yeğlenerek örnek sayısının herbir denemeye ait üç blokta en fazla olması amaçlanmıştır. 3 Deneme alanında üçer bloktan altmışar aile ve dörder kontrol materyalinin her birine ait ikişer ağaçtan (3 x 3 x 64 x 2 = toplamda 1152 ağaç) örnek alınması öngörülmüştür.

Dolayısıyla bu deneme alanlarına ait iki ayrı veri seti bulunmaktadır. Birincisi, yukarıda anlatıldığı gibi odun anatomisine ilişkin ölçümlerin yapılacağı ~1100 ağaca ait verilerdir. İkinci veri seti ise hem sistematik aralamada kesilen hem de kesilmeyen ağaçları ve dolayısıyla denemedeki bütün bloklardaki bütün ağaçları (~14.000 ağaç) kapsayan çap ve boy verileridir. Çap ve boy karakterleri ile anatomik karakterlerin bir arada değerlendirilmesi durumunda, doğal olarak yalnızca anatomik veri setini oluşturmak üzere kullanılan ağaçların çap ve boy verileri kullanılmıştır.

Çizelge 3.4 Sekizinci Yaşa Ait Tespite Göre Döl Denemelerinin Bloklarında Yaşayan Birey Sayıları

9 A		9 B		9 C	
Blok No	Yaşayan Birey Sayısı	Blok No	Yaşayan Birey Sayısı	Blok No	Yaşayan Birey Sayısı
1	549	1	638	1	649
2	582	2	652	2	663
3	504	3	689	3	609
4	467	4	694	4	640
5	618	5	697	5	612
6	426	6	673	6	548
7	456	7	694	7	556
8	445				

Çizelge 3.5 Örneklerin Alındığı Bloklar

Odun Örneklerinin Alındığı Bloklar		
9 A	9 B	9 C
1	4	1
2	5	2
5	7	4

Balıkesir – Balıkesir’de kurulu 9A denemesinde yukarıda belirtilen üç blokta, daha önce kurumuş ağaçların yerine dolgu ağacı olarak dikilenler çıkarıldıktan sonra ölçüm yapılabilir 1695 ağaç kalmıştır. Bayramiç – Bayramiç’te kurulu 9B denemesinde, yukarıda belirtilen üç blokta, daha önce kurumuş ağaçların yerine dolgu ağacı olarak

dikilenler çıkarıldıktan sonra ölçüm yapılabilir 1902 ağaç kalmıştır. Keşan – Çınarlıdere’de kurulu 9C denemesinde yukarıda belirtilen üç blokta, daha önce kurumuş ağaçların yerine dolgu ağacı olarak dikilenler çıkarıldıktan sonra ölçüm yapılabilir 1941 ağaç kalmıştır.

Ağaç çap ve boy ölçümleri denemelerin bütün bloklarını kapsamaktadır. Üç döl denemesinin belirtilen bloklarında toplam 5538 ağaçtan göğüs yüksekliği kesitleri alınmış olup bunlar arasında sekizinci yaş boy sonuçlarına göre en iyi gelişme gösteren 60 aileye ve kontrol bireylerine ait olan toplam 1038 adet örnek üzerinde mikroskobik ölçümler yapılmıştır.

3.2 Yöntem

Yıllık halka genişlikleri ağaç gövdesi boyunca eşit olmayıp farklı yüksekliklerde farklı miktarlardadır. En geniş ve en dar yıllık halkanın bulunduğu yükseklik ise ağacın genç ya da yaşlı olmasına göre değişmektedir. Ağacın yetiştirme yeri koşulları ile yaşamı boyunca maruz kaldığı silvikültürel teknikler de yıllık halka genişliğinin yüksekliğe bağlı genişliğini etkilemektedir. Bununla birlikte, gövdenin 1/3’ü kadar olan yüksekliğinin, yıllık halka genişliklerinin en yeknesak olduğu bölüm olduğu belirtilmektedir (Berkel 1970). Bu nedenle ölçümler için ağaç gövdesinin göğüs yüksekliğinden örnekleme yapılmıştır.

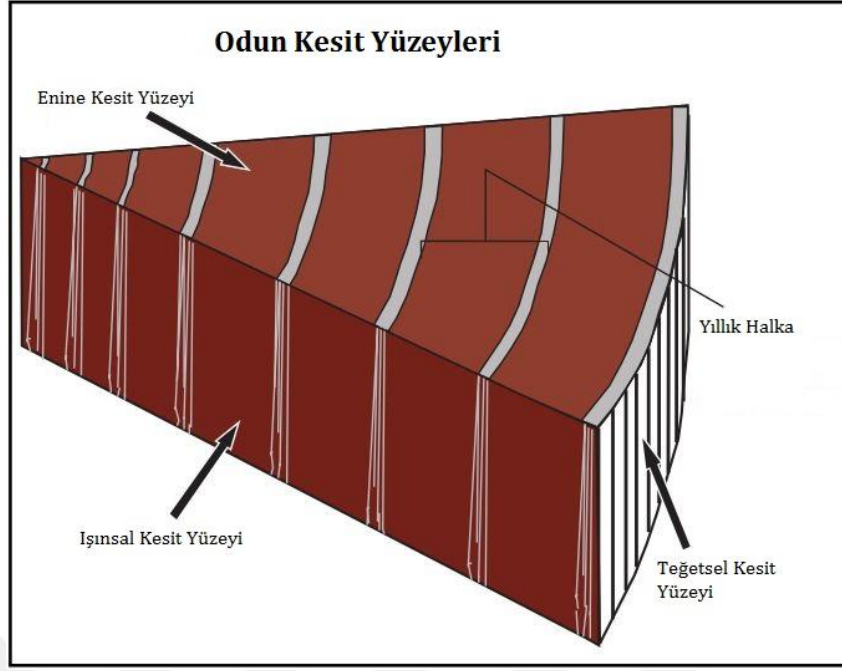
Göğüs yüksekliği (1,30 m) ayrıca, ormancılıkta yaygın olarak kullanıldığı için bu yükseklikten elde edilecek verilerin farklı çalışmalarla karşılaştırma olanağı da bulunmaktadır. Ayrıca, göğüs yüksekliğinde çalışmak, uygulama kolaylıkları sağlamaktadır ve bu yükseklikten yapılacak odun örnekleme tüm ağaca ait iyi bir tahmini değer sağlayabilmektedir. Büyük hataya neden olabileceği için ağacın dibinden 0,5-1 m’ye kadar olan yükseklikten odun örnekleme yapılmamıştır (Zobel ve Jett 1995). Bazı doğu Afrika açık tohumlu ağaçlarında yapılan bir çalışmada (Paterson 1967), bazı odun özellikleri bakımından tüm ağaç ile göğüs yüksekliğindeki örnekleme arasındaki korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Buna göre odun yoğunluğu, yaz odunu oranı, traheid uzunluğu, lif kıvrıklığı açısı karakterleri için elde edilen korelasyon değerleri 0,8 – 0,99 arasında bulunmuştur.



Şekil 3.11 Gövde Kesitlerinin Standart Hale Getirilmesi için Kesilmeleri (23.3.2016)

Ağaçların gövdelerinde göğüs yüksekliğinden alınan örneklerden öncelikle 3 cm yüksekliğinde standart parçalar üretilerek hava kurusu hale getirilmiştir. Bunların bir yüzleri yıllık halka ölçümlerinin yapılabilmesi için zımparalanmıştır. Eksantrik gövde etkisinin yıllık halka genişlikleri ölçümüne etkisinin en aza indirilmesi amacıyla her bir örneğe, arazide buldukları konumdaki eğim yönü işaretlenmiştir. Ölçümler, bu eğim yönüne dik eksen üzerinde yapılmıştır.

Mikroskobik ölçümler son yıllık halka üzerinde yapılmıştır. Güller (2012)'nin belirttiğine göre, kızılçamda genç odundan yaşlı oduna geçiş 12 nci yaşta gerçekleşmekteyse de plantasyon ağaçlarında, benzer boyutlu ve doğal olarak yetişen ağaçlara göre daha fazla genç odun bulunabileceğinden ötürü (Senft ve ark. 1985), ölçümlerin genç odunun son yıllık halkalarından biri üzerinde yapılmış olduğu öngörülmektedir.



Şekil 3.12 Odun Kesit Yüzeyleri (Bond ve Hammer 2002)

3.2.1 Ağaç boyu ve çapı

Ağaç boyu ve çapına ait ölçümler, ağaçlar dikili halde iken ve deneme alanlarında bulunan tüm bloklarda yapılmıştır. Boy ölçümü için *fiberglass* teleskopik boy ölçerler kullanılmıştır. Çap ölçümü şerit çap ölçer kullanılarak göğüs yüksekliğindeki gövde çevresinden mm duyarlılıkta yapılmıştır. Şerit çap ölçer kullanımıyla, gövde en kesitinde dairesellikten sapmalardan kaynaklanacak hatalı verilerin üretilmemesi amaçlanmıştır. Ağacın çapı, göğüs yüksekliğindeki gövde çevresinden hesaplanarak üretildiği için ağaca ait güvenilir ortalama bir çap değeri vermektedir.



Şekil 3.13 Bayramiç (9B) Döl Denemesinde Boy Ölçümü (23.12.2013)

Bu çalışmaya konu materyalin ait olduğu Marmara Bölgesi Islah Zonu Kızılcım Döl Denemelerinin çap ve boy değerleri, 4 yaşından başlayarak – dört yaşa ait çap değerleri, fidan boyları göğüs yüksekliğine ulaşmadığı için alınamamıştır-, odun kesitlerinin alındığı 12 nci yaş da dâhil olmak üzere her dört yılda bir ölçülerek, bu verilere ait genetik parametreler tahmin edilmiştir (Öztürk vd. 2007; Alan vd. 2011; Alan vd. 2016).

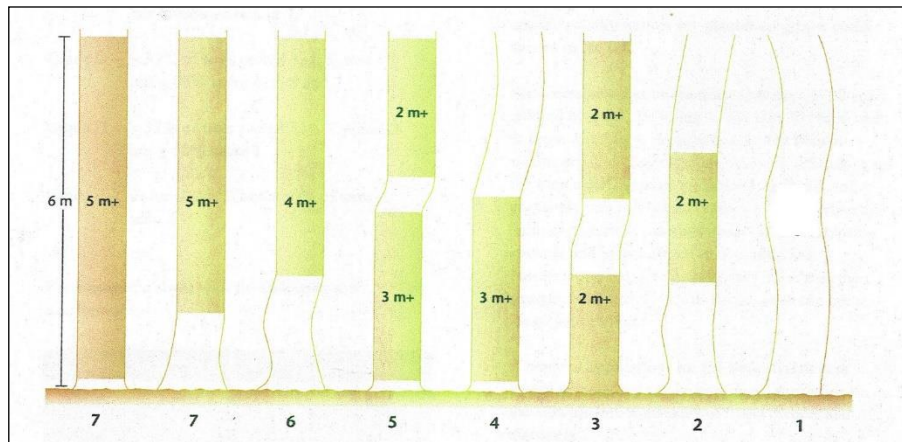
Bu tez çalışmasının devam ettiği süreç içinde söz konusu döl denemeleri 16 ncı yaşına ulaşmıştır. Denemelerin (9A döl denemesi dışında) 1,3 m çap değerleri ölçülerek analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bir ara sonuç raporu olarak (Özyalçın vd. 2018), OGM araştırma enstitü müdürlükleri ihtisas grupları toplantısında sunularak kabul edilmiştir.



Şekil 3.14 Bayramiç (9B) Döl Denemesinde Ölçüm Ekibi (23.12.2013)

3.2.2 Gövde düzgünlüğü

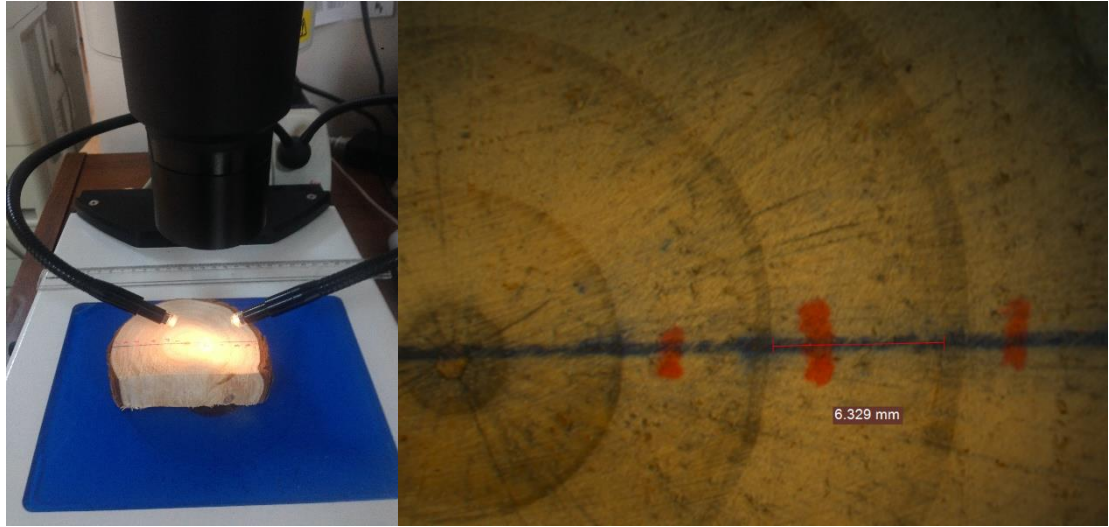
Gövde düzgünlüğü ölçümünde, aşağıdaki şekilde tanımlanan standart kullanılmıştır. Kaliteli düzgün tomruk üretme potansiyeli bakımından en düzgün gövdeli bireyler 7 (en yüksek), en kötü gövdeli bireyler ise 1 (en düşük) puan almıştır.



Şekil 3.15 Gövde Düzgünlüğü Ölçütü (Alan vd. 2014)

3.2.3 İlkbahar ve yaz odunu genişlikleri – yıllık halka

Mevsim ilkbahardan yazı dönuştükçe ve topraktaki ağaclarca kullanılabilir su miktarı azaldıkça, geniş lümenli ilkbahar odunu traheidlerinin ardından yavaş yavaş dar lümenli yaz odunu traheidleri oluşmaktadır. İlkbahar odunu ve yaz odununun ayrılması için mikroskobik ölçümler ve ardından hesaplama gerektiren bir yöntem bulunmakla birlikte (Berkel 1970) bu, uzun zaman alması bakımından çok sayıda örneğe uygulanabilir bir yöntem olarak değerlendirilmemektedir. Kızılcım, ilkbahar odunundan yaz odununa geçişin ani olmadığı türlerdendir (Bozkurt ve Erdin 2000). Mikroskobik gözlemler de bunun böyle olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte pratik olarak bir ölçüm yapabilmek için yıllık halkaların yaz odunu bölümleri ıslatma yöntemiyle belirginleştirilerek, aşağıdaki şekilde görüldüğü biçimde kontrast farkı temel alınarak, ölçümler 1/1000 mm duyarlıkta ve öze göre çift yönlü olarak tamamlanmıştır.



Şekil 3.16 İlkbahar ve Yaz Odunu Genişliklerinin Ölçülmesi (29.5.2015)

İlkbahar ve yaz odunu genişlikleri, 3 cm yüksekliğinde hazırlanmış ve bir yüzü zımparalanmış olan standart parçalar üzerinden binoküler kesit mikroskobu (LEICA S8AP0) ile eğim yönüne dik olarak çift yönlü ölçülmüştür. Her bir yıllık halka için iki ölçümün ortalaması alınmıştır. Çift yönlü ölçüm sonuçlarının ortalamalarının alınması

yoluyla ağaçların kesitlerinde az miktarda da olsa görülen basınç odunu oluşumunun, yıllık halka genişlikleri ölçümünde yaratacağı hata etkisini azaltmak amaçlanmıştır.

Yıllık halka içindeki yaz odunu genişliğinin yıllık halka genişliğine oranı yüzey sertliğini belirlemektedir. Bu oran, tekstür değeri olarak ifade edilmektedir (Örs ve Keskin 2001).

$$TE = \frac{YOG}{YHG}$$

TE: Tekstür Değeri

YOG: Yaz Odunu Genişliği

YHG: Yıllık Halka Genişliği

Yıllık halka genişlik verisi kullanılarak, mikroskopik ölçümlerin yapıldığı son yıla ait tekstür değerleri, çift yönlü olarak hesaplanmıştır. Bu iki değerlerin ortalaması da o bireyin o yıla ait yıllık halkasının tekstür değerini vermektedir.

3.2.4 Hacim ağırlık değeri

Hacim ağırlık değeri ile özgül ağırlık arasında çok yüksek düzeyde pozitif korelasyon bulunmasına (Kurtoğlu 1984) karşın iki terim arasında, tanımları bakımından küçük bir fark bulunmaktadır. Özgül ağırlık, bir cismin ağırlığının hacmine oranıdır. Hesaplanacak olan odun özgül ağırlığı olduğunda, odunun nem düzeyi, içinde bulunulan çevre koşullarına göre değişiklik gösterdiğinden aynı hacimdeki materyaller farklı çevre koşullarında farklı ağırlıklara sahip olacaktır. Dolayısıyla özgül ağırlık standart bir sonuç verememektedir. Tam kuru halde ağırlık ölçüldüğünde ise odunun çekmesi nedeniyle odun örneği, hava kurusu halinden daha küçük bir hacme sahip olmaktadır. Bu durumda da özgül ağırlık, olması gerekenden daha büyük bir değer almaktadır. Odun parçasının mükemmel bir prizma olarak kesilmesi de uygulamada çok kolay değildir. Bu nedenle, kesilen kuru parçanın hacminin de hatasız hesaplanabilmesi güçtür. Bu nedenlerle hacim ağırlık değerinin kullanılması, çevre koşullarından

bağımsız net ağırlığın, yine çevre koşullarından bağımsız olan gerçek hacme oranını vermektedir.

Hacim ağırlık değeri, odunun tam kuru ağırlığının, odunun taze halindeki hacmine oranı olarak tanımlanmıştır (Kurtoğlu 1984). Sağlam ve dikili halde bulunan bir ağaç gövdesinin durumu, taze hal olarak tanımlanmaktadır (Kantay 1986). Bu haldeki odunun, hücreleri (traheid) içindeki boşluklarda (lümen) akıcı – damlayıcı olan serbest su, hücre çeperi içinde bulunan miseller ve fibrillerin arasında ise hücre çeperine bağlı olan higroskopik su bulunmaktadır. Taze haldeki nem düzeyi, ağacın türüne, yaşına, gövde bölümlerine, mevsime, yetiştirme ortamına vb faktörlere bağlı olarak değışiklik gösterebilmekte ise de hiçbir zaman lif doygunluğu nem düzeyinin altına düşmemektedir (Kantay 1986). Bir başka deyişle taze halde, hücre çeperi içinde en yüksek miktarda higroskopik su her zaman bulunmaktadır.

Ağaçların gövdelerinde göğüs yüksekliğinden alınan ve 3 cm yüksekliğinde kesilen standart parçalar, yıllık halkalara ait ölçümler tamamlandıktan sonra, TS 2472'de (1976) belirtilen biçimde hacim ağırlık ölçümü yapılmak üzere, deney parçalarının hazırlanması için daire testere ile kesilmişlerdir. Deney parçaları odunun özünü ortalayarak, özün her iki yanındaki yıllık halkaları içermektedir. Deney parçalarında olası basınç odunu etkisinin en aza indirilmesi amacıyla – basınç odununun arazi eğimi yönünde oluşacağı öngörülerek- parçalar, arazi eğimine dik yönde alınmışlardır.



Şekil 3.17 Yıllık Halka Ölçümleri Tamamlanan Örneklerin Hacim Ağırlık Ölçümü için Yeniden Kesimi (21.7.2016)

Kesilen parçaların tam kuru hale getirilmeleri için $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de (Kurtoğlu 1984, Kantay 1986) ne kadar süre tutulmaları gerektiğini bulmak üzere 35 örnek üzerinde ön işlem gerçekleştirilmiştir. İklim dolabında (WTC Binder) $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 6 saat, 8 saat ve 10 saat olmak üzere üç farklı süre, işlem olarak uygulanmıştır. 8 saat ve 10 saat sonunda örneklerin ağırlıklarında 0,01 gr duyarlıkta hiçbir değişiklik gözlenmemesi üzerine süre, en az 8 saat olarak belirlenmiştir. Uygulamada tüm örnekler 8 saatten daha uzun sürelerde (çoğunlukla >24 sa) iklim dolabında $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de tutulmuşlardır.



Şekil 3.18 Tam Kuru Odun Elde Etmek için Ön İşlem Uygulaması (26.7.2016)

Deney parçalarında çarpılma, kıvrılma olmaması için örneklerin ısıtılmasına $60\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ile başlanmıştır ve sonrasında iki kademedeki $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaştırılmıştır.

Tam kuru hale gelen örneklerin 0,01 gr duyarlılıkta tartılma işlemi örnekler, iklim dolabından çıktıktan sonra havadaki nemi alarak ağırlıklarının değişmemesi için her seferinde en çok 10 - 15 örnek alınarak ve hızla tartılmaları yoluyla tamamlanmıştır.

Tam kuru ağırlıkları ölçülen örneklerin, hacimlerinin ölçülebilmesi için tam yaş nem düzeyine ulaştırılması gerekmektedir. Tam yaş nem düzeyi, odun içinde bulunan bütün hava boşluklarının suyla dolu olduğu durumu ifade etmektedir (Kantay 1986). Hacim

ölçümü, suya daldırma yöntemiyle yapılacağı için odunun iç bölümündeki havanın bütünüyle suyla dolması, ölçme sırasında, örneğin içine su alarak hatalı hacim ölçümüne neden olunmaması gerekmektedir. Ayrıca, deney parçalarının, farklı nem koşullarında boyutlarında da farklılık olacağı göz önünde tutularak, hacim ölçümünü standartlaştırmak için tam yaş nem düzeyi kullanılmıştır.



Şekil 3.19 Örneklerin Tam Yaş Nem Düzeyine Getirilmesi ve Hacimlerinin Tartılı Daldırma Yöntemiyle Ölçümü (23.8.2016)

Örnekleri tam yaş nem düzeyine getirmek üzere distile su ile dolu kovaların içine konulan örnekler, suya batmaları için üzerlerine ağırlık konularak en az bir hafta bekletilmişlerdir. Sürenin yeterli olup olmadığını görmek üzere yapılan ön işlemlerde, örnekleri 3 gün suda bekletmenin yeterli olduğu görülmüştür.

Hacim ölçümünde Arşimet'in (*Archimedes*), bir sıvı içine batırılan bir cisim, taşıdığı hacim kadar ağırlığından kaybeder ilkesinden yararlanılarak, tartılı suya daldırma yöntemi kullanılmıştır (Shmulsky ve Jones 2019). 1 cm³ suyun 4°C sıcaklıkta ağırlığının 1 gr olmasından hareketle, içine örnek daldırılan su, düzenli olarak yenilenecek 4°C sıcaklık koşulu sağlanmıştır.

4°C sıcaklıktaki su dolu kap, 0,01 gr duyarlıkta terazi üzerine konulup darası sıfırlanmıştır. Bir üçayak laboratuvar standı üzerine sabitlenmiş mıknaş ve ıslak havlu ile üzerinde bulunan fazla suyu silinen odun örneğine, bir iki milimetre kadar saplanmış bir çuvaldız yardımıyla örnekler bütünüyle suyla kaplanacak kadar suyun içine daldırılmıştır. Terazide gösterge okunan rakam örneğin hacmini 0,01 cm³ duyarlıkta vermektedir. Örnek kabın dibine kadar batırılmadığı ve suyun içinde çuvaldız ucunda asılı bulunduğu için terazide okunan değer, örneğin hacmine eşit hacimdeki 4°C sıcaklıkta suyun eklenmesiyle oluşacak ek ağırlığa (su dolu kabın ağırlığı terazide sıfırlandığı için) eşit olmaktadır.

Bu yöntem uygulanarak, örneklerin fark edilemeyecek kadar küçük de olsa kırılma, çatlama, kıvrılma vb biçim bozukluklarından kaynaklanacak hatalı ölçümlerin önüne geçilmiş, hacimde de 0,01 cm³ duyarlık sağlanabilmiştir (Olesen 1971). Hacim ağırlık değerleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$HA = \frac{G_t}{V_y}$$

HA: Hacim Ağırlık Değeri (gr / cm³)

G_t : Tam Kuru Ağırlık (gr)

V_y : Tam Yaş Nem Düzeyinde Hacim (cm³)

Mikroskobik Ölçümler

Mikroskobik ölçümlerin yapılacağı kesitlerin alınabilmesi için hacim ağırlık ölçümleri tamamlanan deney parçaları hava kurusu hale getirilmiş ve bu parçalardan en dışta bulunan son yıllık halkaları içerecek küpler (~2 x 2 x 2 cm) kesilmiştir. Kesim için yine

elektrikli daire testere kullanılmıştır. Daire testere ile kesilemeyecek kadar küçük deney parçaları (toplam 283 adet), kesilmeden oldukları gibi alınmıştır.

Hazırlanan odun küpleri, mikrotom ile kesit alınabilecek yumuşaklığa gelmeleri için, özel olarak yaptırılan doku hazırlama cihazında (DHC) en az 24 saat tutulmuşlardır. Yapılan ön işlemlerde, örneklerin 98°C sıcaklıkta 1 saat süreyle distile su içinde ısıtıldıktan sonra, DHC içinde cihaz kapağı kapalı halde bir gün bekletilmelerinin yeterli olduğu görülmüştür. Örneklerin mikroskopik kesit alımı için istenilen yumuşaklığa geldiği, soğuk suda dibe batmalarıyla anlaşılmıştır.



Şekil 3.20 Kesit Alımı için Örneklerin Doku Hazırlama Cihazıyla Yumuşatılması (17.10.2017)

Mikroskopik kesitlerin preparat haline getirilmelerinde Gliserin-jelatin karışımı kullanılmıştır. Bu karışımın hazırlanmasında Charpin ve Surinyach (1974) tarafından izlenen yöntem kullanılmıştır. 7 gram jelatin, 42 ml distile su içinde 2 saat bırakılarak şişmesi sağlanmış, bunun üzerine 50 ml gliserin ilave edilmiştir. İki madde, 45-50°C

sıcaklıkta su banyosunda birbiriyle karışıp iyice eriyinceye kadar 10-15 dakika tutulur. Karışımı mantar ve bakteri enfeksiyonundan korumak için 1 gram fenol eklenmiştir. Bu karışım 80°C'ye kadar ısıtılarak, gerekmesi durumunda boya maddesi olarak 1-2 ml bazik fuksin eklenmiştir. Hava kabarcıklarının oluşmasına neden olmamak için karışımın sıcaklığı kontrol altında tutulmuş, kaynamamasına özen gösterilmiştir. Karışım petri kaplarına eşit miktarda dökülüp katılaşması için soğumaya bırakılmıştır.



Şekil 3.21 Gliserin - Jelatin Karışımının Hazırlanması (4.1.2018)

Kesit alınabilecek yumuşaklığa getirilen parçalardan, LEICA SM 2010 R mikrotomla $14 \pm 2 \mu\text{m}$ kalınlığında ışınsal kesitler, $12 \pm 2 \mu\text{m}$ kalınlığında teğetsel kesitler alınarak, gliserin jelatinle sabit preparatlar üretilmiştir.



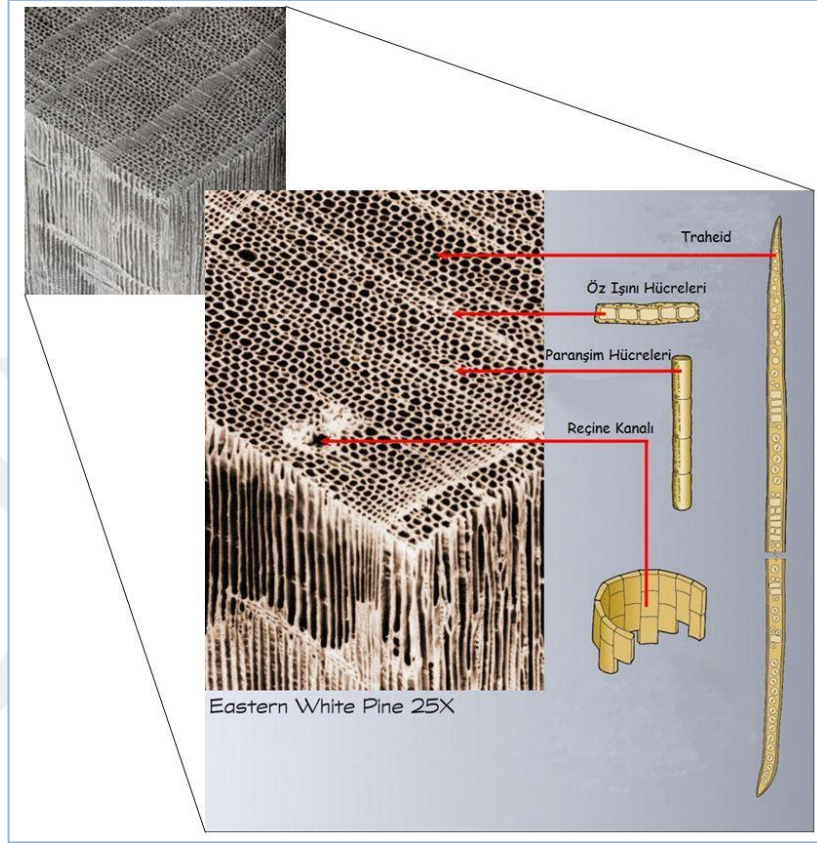
Şekil 3.22 LEICA SM 2010 R Mikrotom ve Hazırlanmaları Devam Eden Preparatlar (19.6.2018)

Hazırlanan preparatlardan, ışınal kesitlerde 10x / 0.22 objektif kullanılarak birer adet, teğetsel kesitlerde 4x / 0.10 objektif kullanılarak preparatın farklı yerlerinden en az iki fotoğraf çekilmiştir. Ölçme işlemi, çekilen fotoğraflar üzerinde, LAS (*Leica Application Suite V4.12.0*) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.5 Traheid boyu

Çamlarda odun dokusunun % 90'ından fazlasını oluşturan, iletim ve destek görevi yapan, enine kesitleri 4-6 köşeli olabilen uçları kapalı hücrelere traheid adı verilmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000). Bu çalışmada traheid olarak belirtilen hücreler, ağacın boyuna yönünde uzanan “boyuna traheid”lerdir. Bunlardan başka çok az

miktarda da olsa ağaç gövdesinde ışınal yönde uzanan, enine traheidler de (Öz ışını traheidleri) bulunmaktadır. Enine traheidler üzerinde herhangi bir ölçüm yapılmamıştır.

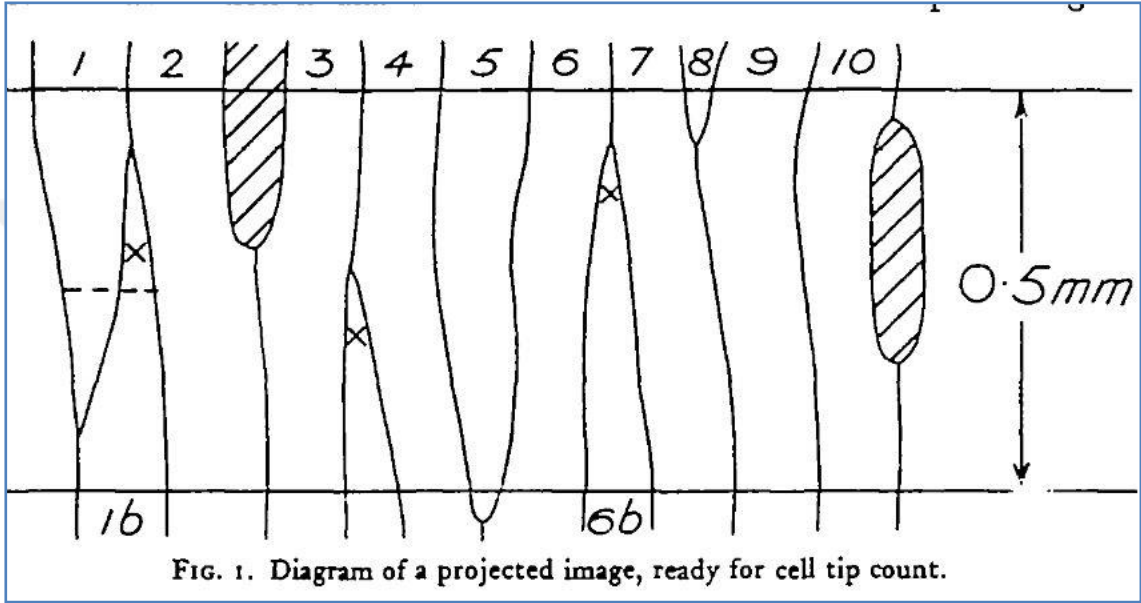


Şekil 3.23 Gymnosperm Odununun Genel Mikroskopik Yapısı ve Temel Öğeleri (Anonim 2012)

Teğet kesitler, yıllık halkanın ilkbahar odunu bölümünden alınmış olup traheid boyları, ilkbahar odunu için ortalama boy değerlerini yansıtmaktadır. Aynı meşcere içinde hızlı büyüyen ağaçların, yavaş büyüyenlere göre traheidlerinin daha uzun olduğu belirtilmektedir (Bozkurt 1982).

Traheid boyu ölçümü için birçok teknik bulunmaktadır ve uygulanagelmektedir (Jackson ve Greene 1957; Echols 1961; Kallmes ve Bernier 1963; Yazawa ve Kurata 1963; Valley ve Morse 1965; Wooten ve Barefoot 1965; Philips 1965; Polge 1967; Britt 1967; Smith 1967; Hart ve Hafley 1967; Quirk ve Smith 1975). Traheid boyu, maserasyon yöntemi (Chaffey 2002) uygulanarak birbirlerinden ayrılan traheidlerin

ölçümü ile istatistik olarak aynı sonucu veren (Wilkins ve Bamber 1983), Ladell (1959)'in odun kesiti yöntemi uygulanarak, preparatlardan ışık mikroskobu (LEICA DM LB2) kullanılarak ölçülmüştür. Bu yöntemle göre ortalama traheid boyu, teğetsel kesitte traheidlerin uzun eksenlerine dik ve aralarında belirli bir uzaklık bulunan iki çizgi arasında kalan traheid uçları –ya yalnızca alt uçlar ya da yalnızca üst uçlar– sayılarak ve aşağıdaki formülde yerine konularak bulunmaktadır.



Şekil 3.24 Hücre Uçlarının Şematik Gösterimi (Ladell 1959)

$$OTB = \frac{TS \times \text{ÇAU}}{TUS}$$

OTB: Ortalama Traheid Boyu (TB)

TS: Çizginin Kestiği Toplam Traheid Sayısı

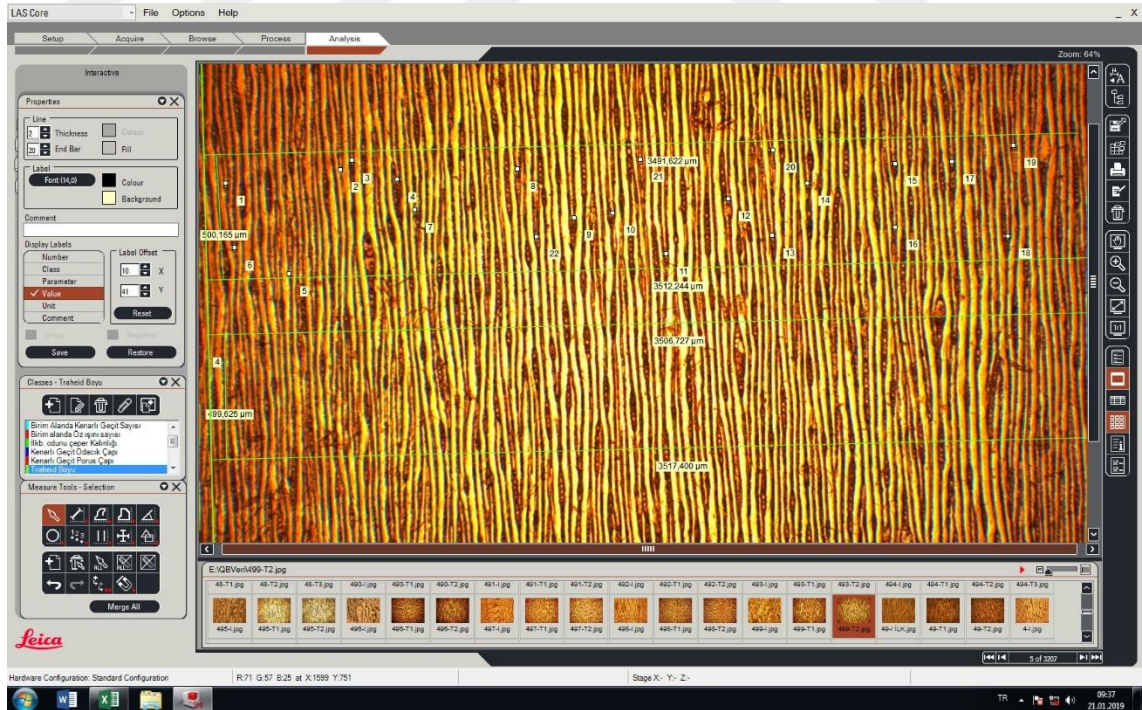
ÇAU: Çizgiler Arası Uzaklık

TUS: Çizgiler Arasında Kalan Traheid Uçlarının Sayısı

Yöntem, çizgiler arasında traheid ucunun bulunmasını, binominal dağılım gösteren ve ortalama traheid boyu ile ilişkili bir olay olarak kabule dayanmaktadır (Ladell 1959). Yöntemin teorisine göre iki çizgi arasında traheid ucuna rastlamak iki olasılıklı bir durumdur; her bir traheid için çizgiler arasına denk gelen bir uç ya vardır ya da yoktur.

Ortalama traheid boyu kısaltıldıkça koşut çizgiler arasında traheid ucuna rastlama olasılığı artar; benzer biçimde ortalama traheid uzunluğu arttıkça da bu olasılık azalır. Birbirine bitişik traheidler örneklendiğinde elde edilen dağılım, bitişik hücreler arasında negatif korelasyon göstermektedir. Bir başka deyişle, bir traheidin ucunun çizgiler arasında bulunmaması, yanındaki komşu traheidin ucunun çizgiler arasında bulunma olasılığını artırmaktadır (Ladell 1959). Bu yöntemle traheid boyu için güvenilir ve ortalama bir tahmini değer elde edilebilmekte, ancak tek tek traheidlerin boyları ölçülmediği için de doğal olarak traheid boylarının istatistik dağılımına ilişkin bir bilgi elde edilememektedir.

Bu yöntemde, iki koşut çizgi arası uzaklık isteğe bağlı olmakla birlikte bu uzaklığın örnekteki en küçük traheidin uzunluğundan daha küçük bir değer olarak seçilmesi önem taşımaktadır. Bu uzaklık, en küçük traheid boyutuna yaklaştığı ölçüde, hesaplanacak ortalama traheid uzunluğunun hata miktarı azalmaktadır (Ladell 1959). Wilkins ve Bamber (1983)'in çalışmasında bu uzaklığın, ortalama traheid boyunun % 80'i kadar olması, ölçme etkinliğini en üst düzeye çıkarmıştır.



Şekil 3.25 Ladell'in (1959) Yöntemine göre Traheid Ortalama Boyu Tahminine ait Ölçüm (10.10.2018)

Traheid ölçümü için koşut çizgi aralığının belirlenmesinde, yapılan ön işlemden en kısa traheid boyu 724 µm olarak ölçülmüştür. Koşut çizgiler arasındaki uzaklık, en kısa traheid boyunun yaklaşık % 80'i kadar olmak üzere, 500 µm olarak alınmıştır.

Sağlıklı bir ortalama boy tahmini elde edebilmek için toplamda üst çizgi tarafından kesilen (bu çalışmada traheidlerin alt uçları sayıldığı için üst çizgiler referans alınmaktadır) 500 adet traheid için sayım yapılması gerekmektedir (Ladell 1959). Tek bir teğetsel kesit fotoğrafında yan yana 500 adet traheid bulunmadığı için bu sayımlar en az iki fotoğraf kullanılarak ve her bir örnek için toplamda en az 500 traheid sayılarak gerçekleştirilmiştir.

Odon teğetsel kesitinden traheid boyu ölçümünün, maserasyon yöntemi ile traheidleri birbirlerinden ayırarak tek tek ölçmeye göre karşılaştırıldığında, zamandan ve işgücünden çok büyük ölçüde kazanç sağladığı görülmektedir. Ayrıca ölçülen traheidlerin, yıllık halkanın içinde bulunduğu konuma ilişkin daha net bilgi sağlaması gibi bir ek avantajı da bulunmaktadır.

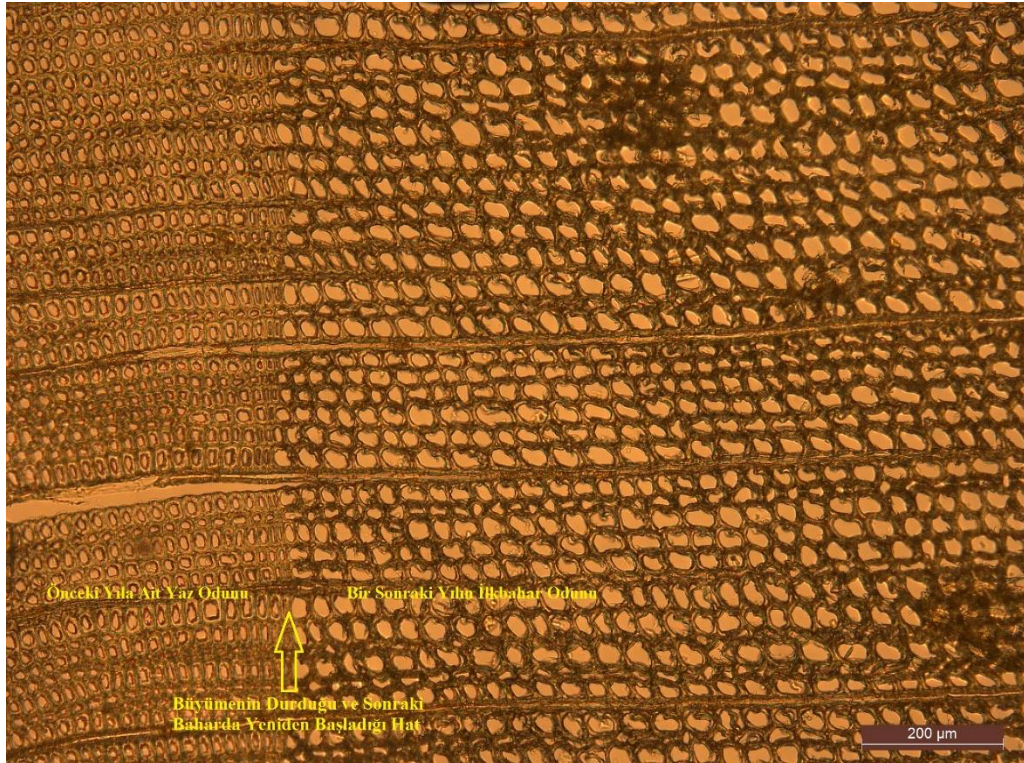
Teğetsel kesit üzerinde, traheidlerin çift çeper kalınlıkları da ölçülmüştür. Kesitler ilkbahar odununda alındığı için çeper kalınlıkları da ilkbahar odununa ait teğet kesit çeper kalınlıklarını yansıtmaktadır. Bununla birlikte, ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş sürecinde traheid genişlikleri yavaş yavaş daraldığı göz önünde bulundurulduğunda, ilkbahar odunu içinde de tam bir homojenlik bulunmadığı açıkça görülmektedir. İlkbahar odununun farklı aşamalarından örnekleme önüne geçilmesi bakımından kesitlerin, yeşerim dönemi başlangıcındaki ilk birkaç haftalık bölüme denk getirilmesine özen gösterilmiştir.

3.2.6 Traheid genişliği ve diğer anatomik karakterler

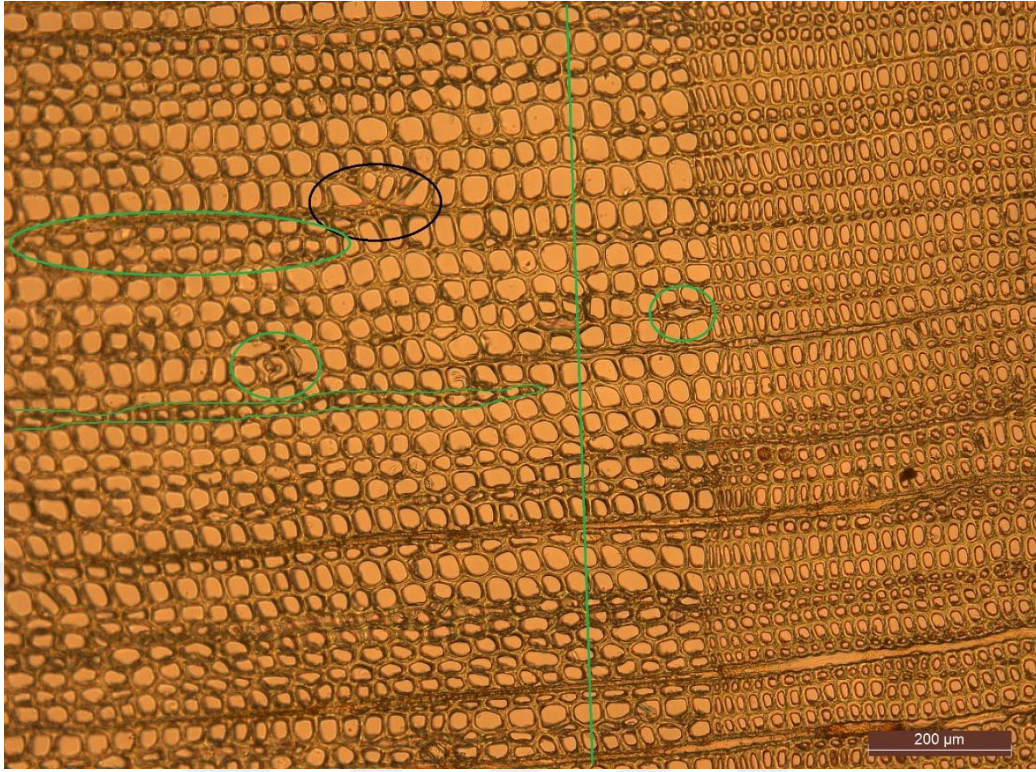
Traheidlerin teğet kesitteki çapları hem yıllık halka boyunca hem de ağacın yaşına bağlı olarak çok az değişim göstermektedir (Bozkurt ve Erdin 2000). Traheid hücreleri - genellikle- gerek aynı yıla ait yıllık halka içinde gerekse birbirini izleyen yıllara ait halkalar içinde, ardışık olarak düzenli biçimde dizili bulunmaktadır. Bununla birlikte, traheid genişliğinin teğetsel kesit üzerinde ölçülmesi çok hatalı veri üretimine neden

olabilir. Çünkü traheid enine kesitleri genellikle 4-6 köşeli olup kimi zaman da eliptik ya da daireye yakın biçimlerde olabilmektedir; traheidlerin en kesitleri düzgün bir geometrik biçim göstermemektedir. Dolayısıyla teğet kesitin traheidleri kestiği yere bağlı olmak üzere, traheid genişliği olduğundan daha fazla ya da az ölçülebilmektedir. Enine kesit üzerinden genişlik ölçümü de kesitin bazı traheidleri ince çaplı olan uç kısımlarından kesmesi durumunda bu traheidlerin çaplarının olduğundan daha dar olarak ölçülmesine neden olabilecektir (Şekil 29, 30).

Bazen de traheidlerin yıllık halka içindeki dizilişleri beklenildiği kadar düzgün olmayabilmektedir. Açıklanan nedenlerden ötürü traheid genişlikleri, mikrotomla 14 ± 2 μm kalınlığında alınan ışınal kesitler üzerinde her bir traheidin ortasına denk gelecek bölümden, ilkbahar ve yaz odunu için ayrı ayrı olmak üzere ışık mikroskobu kullanılarak ölçülmüştür.



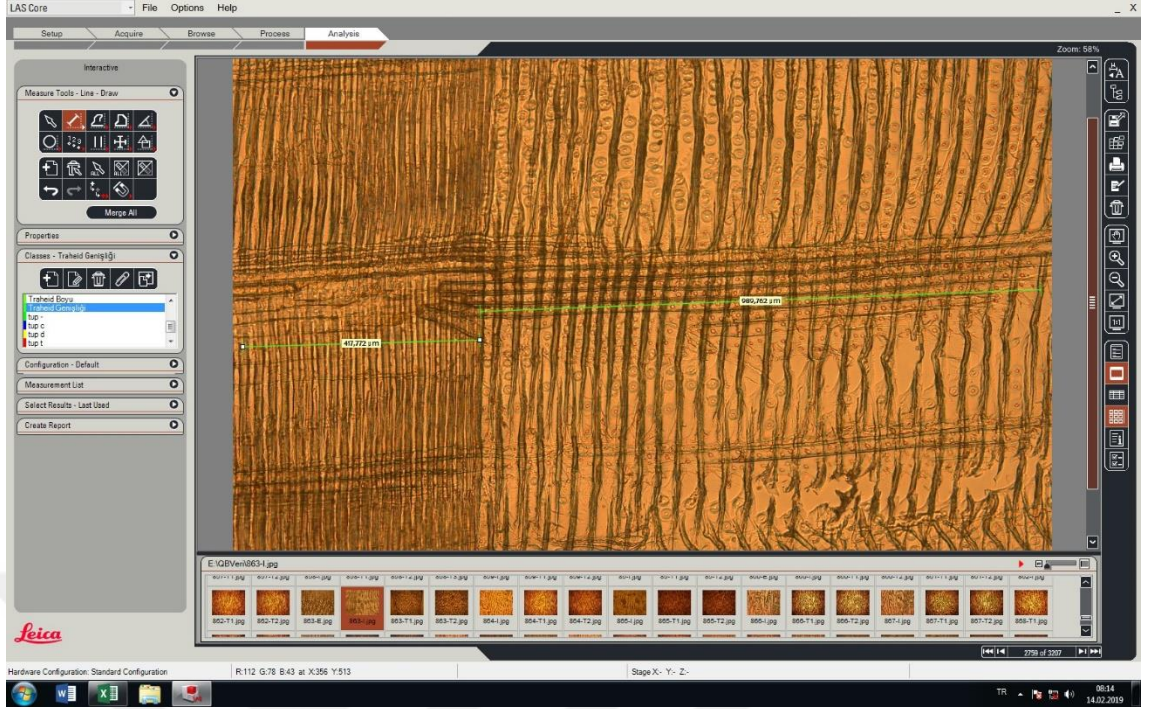
Şekil 3.26 285 Numaralı Örneğin Enine Kesiti (18.1.2019)



Şekil 3.27 273 Numaralı Örneğin Enine Kesiti (18.1.2019)

İlkbahar odununda yaz odununa geçiş, Kızılçamda yavaş yavaş olduğu için ilkbahar odunu içinde yaz odununa yaklaştıkça traheidlerin genişliklerinin daraldığı, ilkbahar yağışlarının olduğu dönemlerde ise yine bazı genişlemeler bulunduğu görülebilmektedir. Benzer biçimde yaz odununun da ilkbahar odununa yakın bölümlerinde traheid genişliklerinin arttığı görülmektedir. Örneklemede ve ölçümlerde belirli ölçüde standart sağlamak ve bütün örneklerde aynı bölgelerin temsil edilebilmesi için odun kesitlerinin en son yıllık halkalarında, ardışık yıllara ait yaz odunu ve ilkbahar odunu bölümleri esas alınmıştır.

Işınsal kesitte ölçümde kullanılmak üzere fotoğraf çekilirken, bir önceki yıla ait yaz odununun son 20-25 traheidi ile bir sonraki yıla ait ilkbahar odununun ilk 20-25 traheidi; toplamda –örneğe ait ortalama traheid genişliklerine göre değişmek üzere- 45-50 traheidi kapsayan bir preparat bölgesi kadraja alınmıştır.



Şekil 3.28 863 Numaralı Örneğin Işımsal Kesitinde Traheid Genişlikleri Ölçümü (18.1.2019)

Yıllık halka üzerindeki traheidlerin bu biçimde örneklenmesiyle ölçülen yaz odunu traheid genişliklerinin, tüm örneklerde son 20-25 traheide, ilkbahar odunu traheidlerinin de izleyen yılın ilk 20-25 traheidine ait olması sağlanmıştır. Bu yolla, yaz ve ilkbahar odunları için yaklaşık olarak eşit sayıda ve her bir ağaç için yılın aynı dönemini yansıtan traheidler üzerinde ölçme yapılarak, karşılaştırma için bir standart bölge sağlanabilmiştir.

İlkbahar odunu ve yaz odunu için ayrı ayrı traheid genişliği ortalamaları hesaplanmıştır (IOTG ve YOTG). Elde edilen bu ortalama değerlerin de aritmetik ortalaması alınarak her bir birey için ortalama traheid genişliği (OTG) hesaplanmıştır.

Işımsal kesit üzerinden ölçme yöntemiyle gerek aynı yılın halkası içinde, gerekse izleyen yıllık halkalar içinde aynı doğrultuda yer alarak, birbirlerine komşu halde bulunan traheidlerin genişliklerine ait güvenilir bir ortalama değer elde edilebilmiştir. Bu yolla, enine kesit ve teğet kesitte bu karakter bakımından ortaya çıkabilecek, yukarıda açıklanan hatalardan kaçınılması hedeflenmiştir.

Işınsal kesitler üzerinde traheid genişliklerinin yanı sıra hem ilkbahar hem de yaz odunu traheidlerine ait çift çeper kalınlıkları da ölçülmüştür.

Her bir örneğe ait traheid genişliği ortalama değerleri ile traheidlerin yaz ve ilkbahar odunlarına ait çift çeper kalınlığı ortalama değerleri arasındaki fark hesaplanarak ilkbahar ve yaz odunu traheidlerine ait ortalama lümen genişlikleri ortaya konulmuştur.

$$LG_i = OTG_i - 2ÇK_i$$

LG_i: İlkbahar Odunu Ortalama Lümen Genişliği (IOLG)

OTG_i: İlkbahar Odunu Ortalama Traheid Genişliği (IOTG)

ÇK_i: İlkbahar Odunu Ortalama Çeper Kalınlığı (IOCK)

Benzer biçimde aynı hesaplamalar yaz odunu lümen genişliği için de yapılmıştır.

$$LG_y = OTG_y - 2ÇK_y$$

LG_y: Yaz Odunu Ortalama Lümen Genişliği (YOLG)

OTG_y: Yaz Odunu Ortalama Traheid Genişliği (YOTG)

ÇK_y: Yaz Odunu Ortalama Çeper Kalınlığı (YOCK)

İlkbahar odunu ortalama lümen genişliğinin (IOLG), yaz odunu ortalama lümen genişliğine oranlanmasıyla ilkbahar – yaz odunu lümen genişlik oranı (IYOL) hesaplanmıştır.

$$IYOL = \frac{LG_i}{LG_y}$$

IYOL: İlkbahar – Yaz Odunu Lümen Genişlik Oranı

LG_i: İlkbahar Odunu Ortalama Lümen Genişliği (YOLG)

LG_y: Yaz Odunu Ortalama Lümen Genişliği (YOLG)

Her bir ağaca ait ilkbahar odunu ortalama lümen genişliği (IOLG) ile yaz odunu ortalama lümen genişliği (YOLG) değerlerinin ortalaması alınarak o ağacın ortalama lümen genişliği (OLG) hesaplanmıştır.

$$OLG = \frac{LG_i + LG_y}{2}$$

OLG: Ortalama Lümen Genişliği

LG_i: İlkbahar Odunu Ortalama Lümen Genişliği (IOLG)

LG_y: Yaz Odunu Ortalama Lümen Genişliği (YOLG)

Işınsal kesitte ilkbahar odunu traheidlerine ait çift çeper kalınlığı (IOCK) ile yaz odunu traheidlerine ait çift çeper kalınlıkları (YOCK) ölçülmüştür. Bu ölçümlerde de diğer ölçümlerde olduğu gibi her bir birey için her bir karaktere ait yaklaşık yirmi adet ölçümün ortalaması alınmıştır. Ölçülen ilkbahar ve yaz odunu çeper kalınlıklarının birbirlerine oranları hesaplanmıştır (IY).

$$\mathcal{C}KO_I = \frac{\mathcal{C}K_i}{\mathcal{C}K_y}$$

$\mathcal{C}KO_I$: Işınsal Kesitte Çeper Kalınlık Oranı (IY)

$\mathcal{C}K_i$: Işınsal Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı (IOCK)

$\mathcal{C}K_y$: Işınsal Kesitte Yaz Odunu Çeper Kalınlığı (YOCK)

Işınsal kesitte ölçülen, ilkbahar odunu traheidinin teğetsel yöndeki çeper kalınlığı (IOCK) ile teğetsel kesitte ölçülen, ilkbahar odunu traheidinin ışınsal yöndeki çeper kalınlığı (TIOC) değerleri de birbirlerine oranlanarak (RTIO) bu karakterler bakımından da bir karşılaştırma olanağı elde edilmiştir.

$$\mathcal{C}KO_{IT} = \frac{\mathcal{C}K_i}{\mathcal{C}K_{it}}$$

$\mathcal{C}KO_{IT}$: Işınsal/Teğetsel Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı (RTIO)

$\mathcal{C}K_i$: Işınsal Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı (IOCK)

$\mathcal{C}K_{it}$: Teğetsel Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı (TIOC)

Traheid çeper kalınlıkları ışınsal kesitte ilkbahar ve yaz odunları için ayrı ayrı ölçülmüştür. Ayrıca teğetsel kesitte de ilkbahar odunu traheidlerinin çeper kalınlıkları ölçülmüştür. Ortalama çeper kalınlığı (OCK) hesabında öncelikle ilkbahar odununa ait ışınsal ve teğetsel çeper kalınlıklarının ortalaması alınarak ilkbahar odunu çeper kalınlığına ait bir ortalama değer elde edilmiştir. Bu değer ile yaz odunu çeper kalınlığının ortalaması alınarak ölçüm yapılan ağaca ait ortalama çeper kalınlığı elde edilmiştir.

$$OCK = \frac{\check{C}K_i + \check{C}K_{it} + 2\check{C}K_y}{4}$$

OCK: Ortalama Çeper Kalınlığı

$\check{C}K_i$: Işınsal Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı (IOCK)

$\check{C}K_{it}$: Teğetsel Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı (TIOC)

$\check{C}K_y$: Işınsal Kesitte Yaz Odunu Çeper Kalınlığı (YOCK)

Işınsal kesitte ölçülen ilkbahar odunu çeper kalınlığı ortalamasının yine aynı kesitte ölçülen yaz odunu çeper kalınlığı ortalamasına oranlanmasıyla İlkbahar/Yaz Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı (IY) elde edilmiştir.

$$IY = \frac{\check{C}K_i}{\check{C}K_y}$$

IY: İlkbahar/Yaz Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı

$\check{C}K_i$: Işınsal Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı (IOCK)

$\check{C}K_y$: Işınsal Kesitte Yaz Odunu Çeper Kalınlığı (YOCK)

$\check{C}K_y$: Işınsal Kesitte Yaz Odunu Çeper Kalınlığı (YOCK)

Ortalama traheid boyunun, İlkbahar odunu traheid genişliğine oranlanmasıyla traheid boyu/ilkbahar odunu traheid genişliği oranı (TBIOG) elde edilmiştir.

$$TBIOG = \frac{TB}{IOTG}$$

TBIOG: Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı

TB: Traheid Boyu

IOTG: İlkbahar Odunu Traheid Genişliği

Ortalama traheid boyunun, yaz odunu traheid genişliğine oranlanmasıyla traheid boyu/yaz odunu traheid genişliği oranı (TBYOG) elde edilmiştir.

$$TBYOG = \frac{TB}{YOTG}$$

TBYOG: Traheid Boyu/Yaz Odunu Traheid Genişliği Oranı

TB: Traheid Boyu

YOTG: Yaz Odunu Traheid Genişliği

Odunun kâğıtlık özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan karakterlerin hesaplanmalarına ilişkin formüller aşağıda verilmiştir (Bostancı 1987, Bozkurt ve Göker 1996, Bektaş vd. 1999, Kırıcı 2000).

Keçeleşme Oranı (TBOG) = Traheid uzunluğu (TB) / Traheid genişliği (OTG)

Rijitide Katsayısı (RK) = (Traheid çeper kalınlığı (OCK) / Traheid genişliği (OTG)) × 100

F Oranı (FO) = (Traheid boyu (TB) / Traheid çeper kalınlığı (OCK))

Runkel Oranı (RO) = (Traheid çeper kalınlığı (OCK) × 2) / Lümen genişliği (OLG)

Elastiklik Katsayısı (EK) = (Lümen genişliği (OLG) / Traheid genişliği (OTG)) × 100

3.2.7 İstatistik analizler

Sıra dışı veriler, aynı bireylere ait daha önceki (sekiz ve dördüncü yaş) ölçüm verileriyle de karşılaştırılarak belirlenmişler ve veri seti dışına çıkarılmıştır. Ağaçların çeşitli (biyotik – abiyotik) etkiler nedeniyle bir biçimde zarar görmesi ya da ölçme, veri

aktarımı vb sırasında yapılan kaba hatalar nedenleriyle sıra dışı veriler ortaya çıkabilmektedir. Deneme alanlarının kuruluşlarından sonra yapılan denetimlerde kurduğu belirlenen fidanların yerlerine tamamlama olarak dikilen fidanlar ile aynı aileden yedek fidan kalmaması nedeniyle dolgu amaçlı dikilen fidanlar, analizlere dahil edilmemiştir.

Aileler arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını görmek üzere deneme alanları için F testi uygulanmıştır (SAS PROC MIXED prosedürü ve Type 3 seçeneği (Littell vd. 2000)). Denemelerin tek tek değerlendirilmesine yönelik yapılan ön analizlerde, set ve blok etkileri tüm karakterler için istatistik olarak anlamsız bulunmuştur. Tek tek analizlerde karakterler için veri sayısı, tüm verinin yaklaşık olarak üçte biri kadar olmaktadır. Elde edilecek genetik parametre değerlerinin bu nedenlerle sağlıklı olmayacağı ve bu tez çalışmasının hacmini de aşırı miktarda artıracığı öngörülerek, her bir deneme alanı için ayrı ayrı genetik parametre tahminlerinin bu tez çalışması içinde gösterilmesine gerek görülmemiştir.

Döl denemelerinin tek tek varyans analizlerini yapmak üzere aşağıdaki doğrusal model (Özyalçın vd 2018a, Özyalçın vd 2018b, Özyalçın vd 2018c, Özyalçın vd 2019) SAS Proc GLM ANOVA seçeneği ile kullanılmıştır.

$$y_{ijkl} = \mu + B_i + S_{j(i)} + BS_{j(i)} + F(S)_{k(j)} + BF(S)_{ik(j)} + e_{ijkl}$$

Eşitlikte;

y_{ijk} : i. blokta, j. ailenin, k. bireyinin gözlem değerini,

μ : genel ortalamayı,

B_i : i. bloğun etkisini,

$S_{j(i)}$: j. Setin etkisini,

$BS_{j(i)}$: Blok ve set etkileşimini,

$F(S)_k$: k. ailenin etkisini,

$BF(S)_{ik}$: blok, aile etkileşimini,

e_{ijkl} : deneysel hatayı göstermektedir.

Dengesiz verilerin analizinde en sağlıklı tahmini verdiği belirtilen (Swallow ve Monahan 1984, Searle vd 1992) REML (*Restricted Maximum Likelihood*) yöntemi ile varyans bileşenlerinin tahmininde SAS Proc Varcomp REML algoritması kullanılmıştır.

Varyans bileşenleri tahmin edilirken yıl, blok, deneme alanı faktörleri, karma modellerde rastlantısal etkili olarak kabul edilmektedir (White ve Hodge 1989). Kalıtım derecesi hesaplanırken ise bu faktörler dikkate alınmamaktadır (Shelbourne 1969, Cotterill 1987). Dolayısıyla kalıtım derecesi hesabında ailelere ait değerlerin yıl, blok ve deneme alanı gibi sabit etkilerden arındırılmış olması gerekmektedir (White ve Hodge 1989, Cotterill 1987).

Bu çalışmada analiz edilen verilerin tümü aynı yıl kurulan döl denemelerine aittir; bu nedenle yıl, bir faktör değildir. Blok, set ve deneme alanı, ıslah değerlerinin tahmininde, F istatistiklerinde ve varyans analizlerinde modelde sabit faktör olarak kabul edilmiştir (White ve Hodge 1989). Varyans analizlerinin yapılmasında SAS Proc Mixed - Type3 seçeneği kullanılmıştır (LITTELL ve ark. 2000).

Tüm deneme alanlarının ortak analizlerinde, IOTG (İlkbahar Odunu Traheid Genişliği), YOTG (Yaz Odunu Traheid Genişliği), TB (Traheid Boyu), IOCK (İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı), YOCK (Yaz Odunu Çeper Kalınlığı), IY (İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı / Yaz Odunu Çeper Kalınlığı), TIOC (Tg Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı), RTIO (İlkbahar Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı (Rd/Tg)), IOLG (Işınsal Kesitte İlkbahar Odununda Lümen Genişliği), YOLG (Işınsal Kesitte Yaz Odunu Lümen Genişliği), IYOL (İlkbahar Odunu Lümen Genişliği/Yaz Odunu Lümen Genişliği), OTG (Ortalama Traheid Genişliği), TBIOG (Traheid Boyu /İlkbahar Odunu Traheid Genişliği), TBYOG (Traheid Boyu /Yaz Odunu Traheid Genişliği), TBOG (Traheid Boyu /Ortalama Traheid Genişliği), HA (Hacim - Ağırlık Değeri), OLG (Ortalama Lümen Genişliği), EK (Elastiklik Katsayısı), OCK (Ortalama Çeper Kalınlığı), RK (Rijidite Katsayısı), RO (Runkel Oranı), FO (F Oranı), BY4 (Dördüncü Yaş Boy), BY8 (Sekizinci Yaş Boy), CP8 (Sekizinci Yaş Çap), BY12 (Onikinci Yaş Boy), CP12 (Onikinci Yaş Çap), GD (Gövde Düzgünlüğü), TE (Tekstür Değeri), karakterleri için aşağıdaki doğrusal model (Özyalçın vd 2018a, Özyalçın vd 2018b,

Özyalçın vd 2018c, Özyalçın vd 2019) SAS Proc GLM ANOVA seçeneği ile kullanılmıştır.

$$y_{ijklm} = \mu + T_i + B(T)_{j(i)} + S_{k(ij)} + TS_{k(ij)} + BS(T)_{k(ij)} + F(S)_{l(k)} + TF(S)_{il(k)} + TBF(S)_{ijl(k)} + e_{ijklm}$$

Eşitlikte,

y_{ijkl} : i. deneme alanında, j. blokta, k. sette, l. ailenin, m. bireyinin gözlem değerini,

μ : genel ortalamayı,

T_i : i. deneme alanının etkisini,

$B(T)_{j(i)}$: i. deneme alanındaki j. bloğun etkisini,

$S_{k(ij)}$: i. deneme alanındaki j. blokta, k. setin etkisini,

$TS_{k(i)}$: deneme alanı set etkileşimini,

$BS(T)_{k(ij)}$: i. deneme alanında blok set etkileşimini,

$F(S)_{l(k)}$: aile etkisini,

$TF(S)_{il(k)}$: deneme alanı, aile etkileşimini,

$TBF(S)_{ijl(k)}$: (i) deneme alanı, blok, aile etkileşimini,

e_{ijklm} : deneysel hatayı göstermektedir.

Yapılan ön analiz sonuçlarına göre yukarıda sayılanların dışında kalan, RTIO (İlkbahar Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı (Rd/Tg)), YOLG (Işınsal Kesitte Yaz Odunu Lümen Genişliği), İYOL (İlkbahar Odunu Lümen Genişliği/Yaz Odunu Lümen Genişliği) ve TE (Tekstür Değeri), karakterleri için yukarıda kullanılan istatistik model anlamlı bulunmadığından bu karakterler bir sonraki analizin dışında tutulmuşlardır. Bu karakterler için genetik parametre tahmini yapılmamıştır. Uygulanan bütün modeller için faktörler arasındaki kovaryans değerleri sıfır kabul edilmiştir.

Genotip çevre etkileşimi varyansının (aile deneme alanı etkileşimi varyansı) istatistik olarak anlamlı olup olmadığına bakılmaksızın tüm karakterler için GxE katsayıları hesaplanmıştır. Deneme alanlarının ikiyeşerli gruplar halinde her bir karakter için varyans bileşenleri tahmin edilerek, genotip x çevre (GxE) etkileşimi katsayıları hesaplanmıştır.

$$G \times E = \frac{F(S)_{l(k)}}{TF(S)_{il(k)} + F(S)_{l(k)}}$$

GxE: Genotip x Çevre etkileşimi katsayısı

F(S)_{l(k)}: Varyans bileşenlerinin tahmininde ailenin payı

TF(S)_{il(k)}: Varyans bileşenlerinin tahmininde deneme alanı - aile etkileşiminin payı

Genotip x Çevre etkileşimi, farklı çevre koşullarında kurulan birden çok denemelerde, belirli genotiplerin/ailelerin çevre koşullarındaki farklılığa bağlı olarak performanslarında değişiklik olması durumudur. Test edilen bitkisel materyal, bir açık tozlaşma ürünü (genetik olarak heterojen) olabileceği gibi klonlar da (genetik olarak homojen) olabilir. Burada çevre koşulları ile iklimsel özellikler, toprak özellikleri, biyotik etmenler ile belirli bir deneme alanında aynı yıl içindeki uygulanması olası farklı işletme biçimleri de kastedilebilmektedir (Zobel ve Talbert 1984, Annicchiarico 2002).

Aile varyansının, genotip x çevre etkileşimi varyansına oranının “2” olması durumunda, B tipi Genetik Korelasyon katsayısının 0,67 değerine eşit olacağı belirtilmektedir (Hodge ve White 1992). Bu değer “2” ve daha yüksek olması, test edilen deneme alanları arasında genetik korelasyonun yüksek olduğunu ve temsil edilen ekolojik bölgeler göz önünde bulundurularak bir alt ıslah zonu oluşturulmasına gerek olmadığı anlamına gelmektedir. Aile varyansının, genotip çevre etkileşimi varyansının iki katından daha küçük olması halinde, test edilen farklı yetişme ortamlarında aynı ailelerin kullanılmasının, önemli düzeyde genetik kazanç kayıplarına neden olabileceği belirtilmektedir (Shelbourne 1972).

Çevrenin odun özelliklerine etkisi, ağaç türüne göre değişiklik göstermektedir. Bu konuda en belirgin tepkiye sahip türler arasında *Pinus radiata*'nın geldiği belirtilmektedir (Cown vd. 1991).

Kalıtım derecesi, bir popülasyonda bulunan bireyler arasındaki genetik farklılıklara atfedilebilen varyasyon oranını ifade etmektedir. Bir karaktere ait popülasyonda gözlenen yüksek kalıtsallık, o karaktere ait varyasyonun çoğunluğunun genetik

orijininin kaynaklandığını ifade etmektedir. Böylelikle, ıslahçının o karakter bakımından iyi fenotipleri seçmesi, aynı zamanda iyi genotiplere sahip ebeveynleri de seçmiş olma olasılığını yükseltmektedir (Zobel ve Talbert 1984).

Kalıtım derecesi, popülasyona özgü bir parametre olması nedeniyle aileler bakımından sabit bir değerdir. Kalıtım derecesi hesabında fenotipik varyans bölen olduğu için büyük fenotipik varyans daha düşük, küçük fenotipik varyans ise daha büyük kalıtım derecesi anlamına gelmektedir (Litell vd. 2000). Dolayısıyla fenotipik değerleri aynı olan ancak denemede temsil edilen birey sayılarındaki farklılıktan ötürü fenotipik varyansları farklı olan iki aile ele alındığında, birey sayısı az olanın kalıtım derecesi diğerine göre daha düşük tahmin edilmektedir. Bu durum, her bir ailenin denemelerde eşit sayıda ya da birbirine çok yakın sayıda bireyle temsil edilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada açık tozlaşma döl denemelerinden elde edilen veriler analiz edildiği için dar anlamlı kalıtım dereceleri hesaplanmıştır. Bireysel kalıtım derecesi (*individual heritability*) h_i^2 , için kullanılan denklem aşağıda gösterilmektedir.

$$h_i^2 = \frac{\sigma_{f(s)}^2}{k(\sigma_{pi}^2)}$$

Formülde;

$(\sigma_{pi}^2 = \sigma_{f(s)}^2 + \sigma_{tf(s)}^2 + \sigma_{ibf(s)}^2 + \sigma_e^2)$: fenotipik varyansı (tek deneme alanında $\sigma_{ibf(s)}^2$ terimi bulunmamaktadır),

$\sigma_{f(s)}^2$: aile varyansını,

$\sigma_{tf(s)}^2$: deneme alanı aile etkileşimi varyansını,

$\sigma_{ibf(s)}^2$: deneme alanı blok aile etkileşimi varyansını,

σ_e^2 : hataya ait varyansı göstermektedir.

k : döl ile ebeveyni arasındaki genetik kovaryansı göstermektedir. Üvey kardeşler (yarım kardeş aileler) arasında bu değer $\frac{1}{4}$ olarak alınmaktadır (Becker 1992).

Bireysel kalıtım derecesinin standart hatası ($\sigma_{h_i}^2$) aşağıda gösterilen denklem ile hesaplanmıştır (Becker 1992).

$$\sigma_{h_i}^2 = 4 \sqrt{\frac{2(N-1)(1-t)^2 \left[1 + (n-1)t \right]^2}{(N-s)(s-1)n^2}}$$

Bu formülde;

t : sınıflar arası korelasyon olup $t = \frac{\sigma_{f(s)}^2}{\sigma_p^2}$, eşitliği ile bulunur.

n : Ailelerdeki birey sayısının harmonik ortalaması,

N : Denemedeki birey sayısı ($N = n_1 + n_2 + \dots + n_s$),

s : Denemedeki aile sayısıdır.

Aile ortalamaları kalıtım derecesi (*family heritability*), h_f^2 hesabında kullanılan formül (Becker 1992) aşağıda gösterilmektedir.

$$h_f^2 = \frac{\sigma_{f(s)}^2}{\sigma_{p_{fam}}^2}$$

$\sigma_{p_{fam}}^2 = \sigma_{f(s)}^2 + \sigma_{fb}^2 / (c_1 / c_2) + \sigma_e^2 / c_1$ olup, aile ortalamaları fenotipik varyansıdır.

Burada c_1 ve c_2 katsayıları sırasıyla SAS Proc GLM ile yapılan analizde Type 3 beklenen kareler ortalamasında aile varyansı ve blok aile etkileşimi varyanslarının katsayılarıdır.

Denemelerin ortak analizinde ise $\sigma_{p_{fam}}^2$ aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\sigma_{p_{fam}}^2 = \sigma_{f(s)}^2 + \sigma_{ft}^2 / (c_1 / c_2) + \sigma_{fbt}^2 / (c_2 / c_3) + \sigma_e^2 / c_1$$

C_1 , SAS Proc GLM - Type 3 beklenen kareler ortalamasında aile varyansının katsayısını, C_2 , aynı çizelgede deneme alanı aile etkileşimi varyansının katsayısını, C_3 ise blok aile etkileşimi varyansının katsayısını ifade etmektedir.

Aile ortalamaları kalıtım derecesinin standart hatası ($\sigma_{h_f}^2$) ise aşağıda gösterilen formül ile hesaplanmıştır (Anderson ve Bancroft 1952).

$$\sigma_{h_f}^2 = \frac{S.E.(\sigma_{f(s)}^2)}{\sigma_{pfam}^2}$$

$S.E.(\sigma_{f(s)}^2)$: aile varyansının standart hatası aşağıdaki formül ile bulunmuştur (Becker 1992).

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

c_f : Aile varyansının katsayısı,

MS_g^2 : Aile varyansının tahmininde kullanılan g . terimin kareler ortalaması,

df_g : Aile varyansının tahmininde kullanılan g . terimin serbestlik derecesidir.

Karakterler arasındaki genetik korelasyonların (r_g) hesaplanmasında, aşağıdaki denklem kullanılmıştır (BURDON 1977).

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

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

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

Analizlerde, C. R. Henderson (1975) tarafından geliştirilen BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*) yöntemi kullanılmıştır. Bunun için ölçülen karakterlerde, her bir deneme alanında aile ortalamaları, aile varyansları ve deneme alanı genel ortalama değerleri hesaplanmıştır.

BLUP yönteminin, standart ıslah değeri hesaplama yöntemlerine göre önemli bir avantajı bulunmaktadır. Bu yöntemde, aile içi varyanslar eşit kabul edilmemektedir; dolayısıyla denemelerde her bir blokta yinelenen aynı aileye ait birey sayılarında zamanla ortaya çıkabilecek eşitsizliklerden kaynaklanabilecek, hatası yüksek aile ortalamalarının önüne geçilebilmektedir. BLUP aile varyanslarını eşit almamakta, her bir aileye ait birey sayılarına bağlı olarak fenotipik aile varyansı hesaplamaktadır ve algoritma, ıslah değerleri tahmininde bu varyansları kullanmaktadır. Aile ortalamaları da aile ortalamaları kalıtım derecesine bağlı olarak popülasyon ortalamasına yakınsanmaktadır (*shrinkage estimation*) (Cotterill vd 1983).

Islah değeri tahmininde –döl denemeleri arasında varyans farklılıkları olmaması durumunda- aritmetik ortalama dahi kullanılabilirdi. Bunun yanı sıra, en küçük kareler, ağırlıklandırılmış en küçük kareler yöntemleri de kullanılabilirdi; varyans farklılıkları da çeşitli dönüşümler uygulanarak dengelenebilirdi (Öztürk vd. 2004). Bununla birlikte yukarıda sayılan yaklaşımlar, aileyi sabit etki olarak kabul ettikleri için kullanılmamışlardır. BLUP yöntemi, sabit ve rastlantısal etkileri aynı anda hesaplayan bir karma (*mixed*) model çözümlemesine dayanmaktadır. Bu nedenle ıslah değerleri yansız (*unbiased*) tahmin edilebilmektedir. Bunun yanı sıra tahmin edilen ıslah değeri, gerçek ıslah değerine en yakın değeri alabilmektedir. Bu iki ıslah değeri arasındaki korelasyon $Corr(g, \hat{g})^1$ ile ifade edilmektedir. (Öztürk vd. 2004).

$Corr(g, \hat{g})$ ' nin hesaplanmasında aşağıdaki formül (Mrode 1996) kullanılmıştır:

¹ Ekteki Islah Değerleri Çizelgelerinde “CORR_G_G” olarak gösterilmiştir.

$$Corr(g,\hat{g}) = \sqrt{1 - \frac{PEV}{\sigma_{f(s)}^2}}$$

Formülde,

$Corr(g,\hat{g})$: Gerçek ıslah değerleri ile tahmin edilen ıslah değerleri arasındaki korelasyonu,

PEV: ıslah değeri tahmininin hata varyansını,

$\sigma_{f(s)}^2$: aile varyansını göstermektedir

Gözlem yapılan yaş ilerledikçe $Corr(g,\hat{g})$ artmaktadır ve kuramsal olarak idare süresi sonunda bu korelasyon değeri “1” e eşitlenmektedir (White ve Hodge 1989, Wu 1998). Uygulayıcı için esas olan, kızılçamın en yüksek odun ürünü amaçlı idare süresi – ki 27 ila 35 yıl olarak belirtilmektedir (Usta 1991)- sonundaki gözlem değerlerinden elde edilen ıslah değeridir. Bu değer, zaten gerçekleşmiş olan bir durumun tespiti olmakla birlikte 27 ila 35 yıl kadar beklemeyi gerektirmektedir. Bu uzun zaman da ıslah çalışmalarının verimliliği bakımından bir olumsuzluk nedenidir. Zira bu kadar bekledikten sonra en iyi aileler belirlenerek, bunlardan tohum kaynağı oluşturulacak ve tohum elde edilmesi beklenecek, ardından ağaçlandırma yapılacak ve kazanç beklenecektir. Bu süreci kısaltmaya yönelik bazı uygulama teknikleri kullanılabilse de en iyimser bakış açısıyla bile yaklaşık olarak 30 yıllık bir süre söz konusu olmaktadır. Seleksiyon yaşının geciktirilmesi, yıllık ortalama genetik kazancı her geçen yıl biraz daha azaltmakta olduğundan (Lambeth 1980), ıslah değeri tahminlerinin kullanılması bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır.

$Corr(g,\hat{g})$ hesabına, test edilen aile sayısı, her bir ailedeki birey sayısı, veriler arası ilişkiler ve söz konusu karakter için tahmin edilen kalıtım derecesi etki etmektedir (Costa Silva vd. 2000). Bu çalışmanın materyalini oluşturan aileler, denemelerde test edilen 158-160 ailenin ilk 60 ailesidir. Örneklem de denemelerin tüm bloklarında değil her denemeden üç blokta yapılmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada hem aile sayısı, hem de her bir ailedeki birey sayısı, denemenin bütünü oluşturulan tüm bloklar ve tüm ailelerle karşılaştırıldığında oldukça azdır. Dolayısıyla birçok karakter için hesaplanan $Corr(g,\hat{g})$

değerleri, çap ve boy karakterleri için tüm bireylerden alınan veri için hesaplanan değerden küçük bulunmuştur.

Tahmin edilen ıslah değeri –ki bu çalışmada BLUP yöntemi ile elde edilmiştir-, söz konusu karakterin ölçümünde kullanılan ölçü birimi cinsinden genetik kazanç anlamına gelmektedir (WHITE ve HODGE 1989). Burada belirtilen genetik kazanç, gerçekleşen kazanç değildir; gerçekleşen genetik kazanç, ıslah edilmiş materyalin, konu olan karakter bakımından edimi (performansı) ile ıslah edilmemiş materyalin edimi arasındaki fark olarak verilmektedir (Zobel ve Talbert 1984; Dhakal ve ark. 1996; Matziris 2000). Gerçekleşen genetik kazanç bundan sonra kısaca genetik kazanç olarak ifade edilecektir.

Denemelerde aynı ailelere ait bireylerden dört adedi her bir blok (tekrar) içinde bir sıra halinde (dört ağaçlı sıra parseli) dikilmişlerdir. Dört bireyden oluşan bu sıranın kapladığı alana parsel denilmektedir. Bu parsel içindeki çevre koşullarının heterojen olması aile varyansını ve buna bağlı olarak tahmin edilen bütün genetik parametreleri etkilemektedir. Gerek parsel düzeyinde gerekse set ve blok düzeylerinde homojen çevre koşullarına ne kadar yaklaşılabilsen elde edilecek veriden genetik parametre tahmini o denli sağlıklı olacaktır. Denemelerden elde edilen verinin güvenilir olup olmadığının, bir başka deyişle deneme alanlarındaki çevresel varyansın ne ölçüde denetim altında tutulabildiğinin ölçüsünü parsel varyasyon katsayısı ile görebilmek olanaklıdır (Loo-Dinkins ve Tauer 1987).

Parsel varyasyon katsayısı (C_{vp}) aşağıdaki biçimde hesaplanmıştır

$$CV_p = \frac{\sqrt{(\sigma_{ft}^2 / c_1) + (\sigma_e^2 / c_2)}}{\mu} \times 100$$

Formülde,

C_{vp} : parsel varyasyon katsayısını

μ : genel ortalamayı,

σ_{ft}^2 : deneme alanı aile etkileşimi varyansını,

σ_e^2 : hataya ait varyansı göstermektedir.

Deklemde C_1 simgesi ile gösterilen değer, SAS Proc GLM - Type 3 analizi sonucu elde edilen beklenen kareler ortalamasında aile varyansının katsayısı; C_2 simgesi ile gösterilen değer ise deneme alanı ve ailenin etkileşimi varyansının katsayısıdır.

Pinus taeda döl denemelerinde bu katsayı için eşik değerin %10 olarak kabul edildiği belirtilmektedir (Öztürk vd. 2004). Bir başka çalışmada, parsel varyasyon katsayısının %8' in altında olmasının, parselden kaynaklanan çevresel varyansın denetimi bakımından kabul edilebilir olduğu belirtilmektedir (McKeand ve Bridgwater 1995).

Genetik varyasyon katsayısı (C_{vg}) kantitatif genetik çeşitliliğin bir ölçüsü olarak değerlendirilmektedir (Işık 1991) ve aşağıdaki biçimde hesaplanmıştır.

$$CV_g = \frac{\sqrt{\sigma_a^2}}{\mu} \times 100$$

Formülde,

C_{vg} : genetik varyasyon katsayısını

μ : genel ortalamayı,

σ_a^2 : eklemeli genetik varyansı göstermektedir.

Denemelerin kuruluşunda 10 farklı tohum meşçeresi kontrol materyali olarak kullanılmıştır. Bu on tohum meşçeresinden altı tanesi, bu çalışmanın konusu olan III numaralı Kızılcım Islah Zonu dışından olup, bu zon içinde kalan ağaçlandırmalarda kullanılmayacak tohum kaynaklarıdır. Bu nedenle genetik kazanç bakımından doğru bir karşılaştırma yapılabilmesi için yalnızca zon içinde kalan 11, 12, 13 ve 14 nolu meşçereler (bkz. Çizelge 3.3) kontrol grubu olarak alınmış ve hesaplamalarda standart materyal olarak kullanılmıştır. Ölçüm yapılan karakterlere ait genetik kazançların hesaplanması için aşağıda verilen denklem kullanılmıştır.

$$\Delta G = \frac{(\overline{ID}_s - ID_k)}{MID_k} * 100$$

Formülde;

ΔG : Ölçülen Karakterler Bakımından Elde Edilen Genetik Kazanç,

\overline{ID}_s : Islah Değeri En Yüksek 20 Ailenin Islah Değerlerinin Ortalaması,

ID_k : Kontrol Materyalinin Islah Değeri,

MID_k : Kontrol Materyalinin Mutlak Islah Değeri.

Islah biriminde yapılan genetik testlerin sonuçlarına göre, en iyi ıslah değerine sahip sınırlı sayıda (örneğin 20) ailenin seçilmesi ve bunların doğal ormanlarda bulunan analarından üretilen aşılı fidanlarla kurulan tohum bahçelerine, genotipik tohum bahçeleri denilmektedir. İlk nesil genetik testlerin sonuçlarıyla kurulan genotipik tohum bahçeleri 1,5 nesil tohum bahçesi olarak da adlandırılabilir (Wright 1976a, Zobel ve Talbert 1984).

Klonal tohum bahçelerinde genetik çeşitliliği ölçmek üzere, grup eş atasallığının yarısının devriği olarak ifade edilen, sosyal durum numarası (status number) tanımlanmıştır (Lindgren vd. 1996). Johnson ve Lipow'un (2002) derleme çalışması, 20 klonla oluşturulan tohum bahçelerinde, soy içi eşleşme ve kendilemenin (*inbreeding, selfing*) kabul edilebilir bir düzeyde tutulabildiğini ve bu şekilde kurulan tohum bahçelerinde, genetik çeşitlilik kabul edilebilir düzeyde tutulurken genetik kazancın da üst düzeyde elde edilebileceğini göstermiştir. Yine benzer biçimde, Velioğlu ve ark. (2003) tarafından, kızılçam tohum bahçeleri, kızılçam ağaçlandırma alanı ve kızılçam tohum meşçeresi örneklenerek yapılan bir moleküler çalışmada, tohum bahçesinde bulunan 25 klonun, ağaçlandırma alanındaki ve tohum meşçeresindeki genetik çeşitlilikle aynı düzeyde genetik çeşitliliğe sahip olduğu görülmektedir.

Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, kurulacak bir genotipik tohum bahçesinde, genetik çeşitlilikten taviz vermeden genetik kazancı en üst düzeye çıkarabilmek için en yüksek ıslah değerlerine sahip ilk 20 ailenin anaları olan ortetlerin klonlanması yeterli ve uygun olacaktır (Lindgren ve Prescher 2005).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Ağaç Boyu ve Çapı

Bu çalışmada, ağaç boyu ve çapı için odun anatomisi verisi için preparat hazırlanan bireylerin (~1.040 adet) çap ve boy verileri kullanılarak analiz yapılmıştır. Ayrıca, denemedeki tüm bireylere (~13.000 adet) ait veri seti kullanılarak çap, boy ve gövde düzgünlüğü karakterleri bakımından genetik parametre tahminlerinin yapıldığı, yayımlanmış bir ortak çalışma da bulunmaktadır (Alan vd. 2016).

Denemedeki tüm bireylere ait verilerle elde edilen sonuçlara göre (Boy için $h^2_i = 0,19$ ve $h^2_f = 0,47$; çap için $h^2_i = 0,14$ ve $h^2_f = 0,49$) (Alan vd. 2016), bu çalışmada elde edilen bireysel ve aile ortalamaları kalıtım dereceleri çok düşük tahmin edilmiştir.

Çizelge 4.1 Deneme Alanlarında Anatomik Veri Alınan Bireylere ait Çap ve Boy Karakterleri için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (cm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
Boy	9A, 9B ve 9C	1038	620,4±5,4	28,4	5,17	3,8	0,09±0,06	0,16±0,0015
Çap	9A, 9B ve 9C	1037	10,5±0,1	31,8	7,6	0	0	0

* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi
Varyans Analizi Çizelgeleri için (Bkz. EK 3 ve EK 4)

Boy için kalıtım derecelerinin çok düşük çıktığı, çap için kalıtım değeri tahmin edilemediği görülmektedir. Yine benzer biçimde, tüm bireylere ait veri setiyle tahmin edilen varyans bileşenleri ile anatomik veri alınan bireylere ait veri setiyle tahmin edilen varyans bileşenleri karşılaştırıldığında, ikinci veri seti ile tahmin edilen aile varyansı çok düşük çıkmıştır. Hata varyansı kısmen biraz daha iyi gibi olsa da sabit faktörlerden olan deneme alanına ait varyansın daha yüksek olduğu görülmektedir. Birey sayısının azlığı, deneme alanı etkisinin daha ön planda kalarak ailesel farklılıkları gölgelemesine neden olmaktadır.

Çizelge 4.2 Deneme Alanlarında Anatomik Veri Alınan Bireyler ait Çap ve Boy Karakterleri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (boy)		Varyans bileşenleri (çap)	
		(%)		(%)
σ_t^2	35623.4	82.32	9.90204	68.01
$\sigma_{b(t)}^2$	961.56244	2.22	0.55031	3.78
σ_s^2	0	0	0.04991	0.34
σ_{ts}^2	0	0	0	0
$\sigma_{bs(t)}^2$	201.0024	0.46	0.06074	0.42
$\sigma_{f(s)}^2$	138.0768	0.32	0	0
$\sigma_{ft(s)}^2$	0	0	0	0
$\sigma_{fbt(s)}^2$	1179.2	2.73	0.80394	5.52
σ_e^2	5170.5	11.95	3.19351	21.93
σ_T^2	43273.74164	100	14.56045	100
σ_a^2	552.3072	1.28	0	0
σ_f^2/σ_{ft}^2				

* σ_t^2 : deneme alanı varyansı, $\sigma_{b(t)}^2$: blok varyansı, σ_s^2 set varyansı, σ_{ts}^2 deneme alanı ile set etkileşimi varyansı, $\sigma_{bs(t)}^2$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma_{f(s)}^2$: aile varyansı, $\sigma_{ft(s)}^2$: deneme alanı ile aile etkileşimi varyansı, $\sigma_{fbt(s)}^2$: blok aile ve deneme alanının etkileşimi varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans, σ_T^2 : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgeleri için (Bkz. EK 3 ve Ek4)

İstatistik analizlerde kullanılan doğrusal karma model, yalnızca odun anatomisi verisi için preparat hazırlanan bireylerin (~1.040 adet) boy verileri kullanılarak yapılan analizde, bu veri setlerinden yalnızca onikinci yaş boy veri seti için aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı olmuştur. Bununla birlikte aynı karakter için daha büyük bir veri seti bulunduğu için daha küçük olan ile ayrıca ıslah değeri ve genetik kazanç hesaplamasına gerek görülmemiştir. Aynı nedenle GxE katsayılarının da hesaplanmasına gerek görülmemiştir.

İstatistik analizlerde kullanılan doğrusal karma model, odun anatomisi verisi için preparat hazırlanan bireylerin (~1.040 adet) çap verileri kullanılarak yapılan analizde, bu karakter için tüm yaşlara ait veri setleri bakımından anlamlı bulunmuştur. Bu veri setlerinden hiçbirinde aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır.

4.2 Gövde Düzgünlüğü (GD)

Kaliteyi ve verimliliği doğrudan etkileyen bir ağaç ıslahı karakteri olan gövde düzgünlüğünde önemli düzeyde genetik kazanç sağlanabilmektedir.

Çizelge 4.3 Deneme Alanlarındaki Anatomik Veri Alınan Bireylere ait Gövde Düzgünlüğü Karakteri (GD) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (g/cm ³)	C _{v_f}	C _{v_p}	C _{v_g}	h ² _i	h ² _f
GD	9A, 9B ve 9C	1025	5,03±0,05	32,9	11,4	9,06	0,11±0,06	0,20±0,002

*C_{v_f}: fenotipik varyasyon katsayısı, C_{v_p}: parsel varyasyon katsayısı, C_{v_g}: genetik çeşitlilik katsayısı, h²_i: bireysel kalıtım derecesi, h²_f: aile ortalamalarına ait kalıtım derecesi

Çizelge 4.4 Deneme Alanlarındaki Anatomik Veri Alınan Bireylere ait Gövde Düzgünlüğü Karakteri (GD) için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (GD)	
	(GD)	(%)
σ^2_t	0.70021	23.45
$\sigma^2_{b(t)}$	0.33306	11.15
σ^2_s	0	0.00
σ^2_{ts}	0.0038555	0.13
$\sigma^2_{bs(t)}$	0.0005591	0.02
$\sigma^2_{f(s)}$	0.05199	1.74
$\sigma^2_{ft(s)}$	0	0.00
$\sigma^2_{fbt(s)}$	0.27011	9.05
σ^2_e	1.6264	54.46
σ^2_T	2.9861846	100
σ^2_a	0.20796	6.96

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s set varyansı, σ^2_{ts} deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$ blok ve set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{ft(s)}$: deneme alanı ile aile etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: blok aile deneme alanı etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 9)

İstatistik analizlerde kullanılan doğrusal karma model, yalnızca odun anatomisi verisi için preparat hazırlanan bireylerin (~1.040 adet) gövde düzgünlüğü verileri kullanılarak yapılan analizde anlamlı bulunmuştur. Bu veri setine göre aileler arasında ortaya çıkan farklılık da istatistik olarak anlamlı olmuştur. Bununla birlikte aynı karakter için daha büyük bir veri seti bulunduğu için daha küçük olan ile ayrıca ıslah değeri ve genetik kazanç hesaplamasına gerek görülmemiştir. Aynı nedenle bu karakter için GxE katsayılarının da hesaplanmasına gerek görülmemiştir.

4.3 Tekstür Değeri (TE)

Yıllık halka içindeki yaz odunu genişliğinin yıllık halka genişliğine oranı olarak ifade edilen tekstür değeri, odunun yüzey sertliğinin bir göstergesidir.

Çizelge 4.5 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği (IOLG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
TE	9A, 9B ve 9C	1003	0,22±0,002	32,8	-	-	-	-

* Cv_f :fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p :parşel varyasyon katsayısı, Cv_g :genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i :bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi
Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 10)

İstatistik analizlerde kullanılan doğrusal karma model, son yıla ait yıllık halkanın ilkbahar ve yaz odunu genişlikleri kullanılarak hesaplanan tekstür değerine (TE) ait veri seti için anlamlı bulunmadığından bu karakter için diğer istatistik hesaplamalar yapılmamıştır.

4.4 Hacim Ağırlık Değeri (HA)

Çizelge 4.6 Hacim Ağırlık Karakteri (HA) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (g/cm ³)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
HA	9A, 9B ve 9C	1030	0,452±0,001	7,46	3,11	5,05	0,47±0,11	0,66±0,06

* Cv_f :fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p :parşel varyasyon katsayısı, Cv_g :genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i :bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

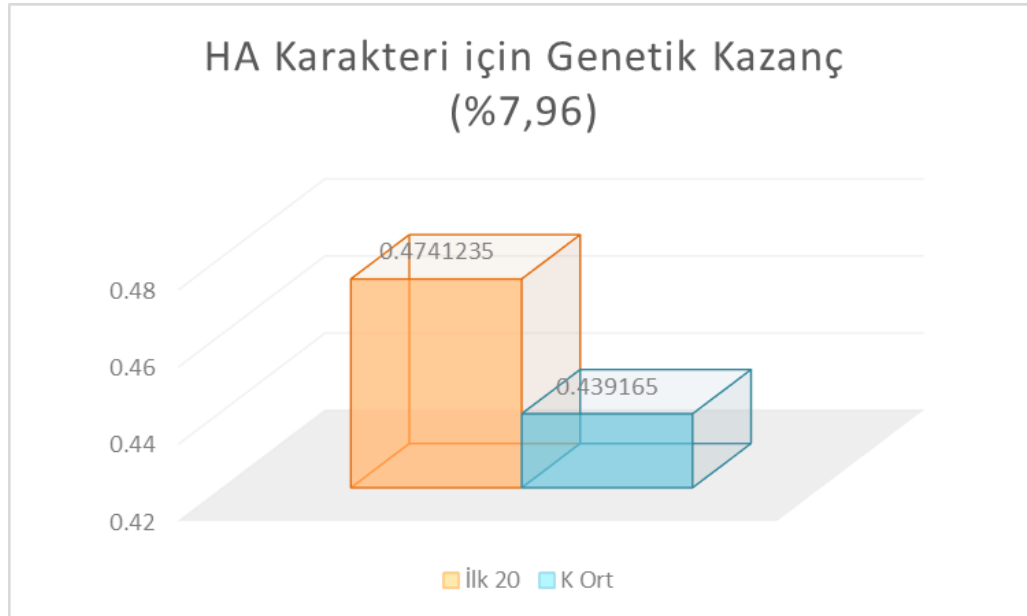
Bu çalışmada araştırılan karakterler arasında en yüksek kalıtım derecesi, hacim ağırlık karakteri için tahmin edilmiştir. Odun kalitesi bakımından en önemli göstergelerin başında sayılan bu karakterde, kızılçam türü için de önemli bir ıslah potansiyeli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.7 Hacim Ağırlık Karakteri (HA) için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (HA)	(%)
σ_t^2	0.0000297	2.56
$\sigma_{b(t)}^2$	0.00001011	0.87
σ_s^2	0	0
σ_{ts}^2	0	0
$\sigma_{bs(t)}^2$	0	0
$\sigma_{f(s)}^2$	0.0001304	11.3
$\sigma_{ft(s)}^2$	0	0
$\sigma_{fbt(s)}^2$	0.00000355	0.31
σ_e^2	0.0009849	85.003
σ_T^2	0.001158661	100
σ_a^2	0.00052	45.02

* σ_t^2 : deneme alanı varyansı, $\sigma_{b(t)}^2$: blok varyansı, σ_s^2 set varyansı, σ_{ts}^2 deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma_{bs(t)}^2$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma_{f(s)}^2$: aile varyansı, $\sigma_{ft(s)}^2$: deneme alanı ile aile etkileşimi varyansı, $\sigma_{fbt(s)}^2$: blok aile ve deneme alanı etkileşiminin varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans, σ_T^2 : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 11)

Aile varyansının toplam varyans içindeki oranı % 11,3 gibi yüksek bir oran çıkmıştır. Bu oran hem Öztürk vd. (2008) de bulunan % 10,1'den hem de Cornelius (1994)'ün belirttiği ortalama değer olan % 5,34'ün oldukça üzerindedir.



Şekil 4.1 Hacim Ağırlık Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ve ıslah değerleri tahmin edilmiştir. Hacim Ağırlık karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre % 8 kadar kazanç sağlanmaktadır (Islah Değerleri Çizelgesi için Bkz. EK 36).

Çizelge 4.8 Hacim Ağırlık Karakteri (HA) için Hesaplanan GxE Katsayıları

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
HA	9A (Balıkesir)	-	
	9B (Bayramiç)	0,90	-
	9C (Çınarlıdere)	0,85	1

Aile deneme alanı etkileşimi varyansı olarak da ifade edilen genotip çevre etkileşimi (GxE) varyansı istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (EK 11). Yüksek GxE katsayıları, hacim ağırlık karakteri bakımından deneme alanları arasında genotip çevre etkileşiminin çok önemsiz düzeyde olduğunu göstermektedir. Jett vd (1991) de odun yoğunluğunun bu özelliğini bir avantaj olarak belirtmektedir.

4.5 Traheid Boyu, Traheid Genişliği ve İlişkili Karakterler

Bu bölümde, traheid boyu, ilkbahar ve yaz odununa ait traheid genişlikleri, ortalama traheid genişlikleri, keçeleşme oranı, ilkbahar odunu çeper kalınlığı, yaz odunu çeper kalınlığı, teğet kesitte ilkbahar odunu çeper kalınlığı, ortalama çeper kalınlığı, rijidite katsayısı, F oranı, ilkbahar odununda lümen genişliği, yaz odununda lümen genişliği, ortalama lümen genişliği, Runkel oranı, elastiklik katsayısı, ilkbahar odunu çeper kalınlıkları oranı, ilkbahar/yaz odunu lümen genişlikleri oranı, ilkbahar/yaz odunu çeper kalınlıkları oranı, traheid boyu/ilkbahar odunu traheid genişliği oranı ve traheid boyu/yaz odunu traheid genişliği oranı karakterlerine ilişkin bulgular verilmektedir.

4.5.1 Traheid boyu (TB)

Traheid boyunun uzun olması, traheidler arasındaki bağ direncini artırmaktadır; dolayısıyla elde edilecek kâğıdın yoğunluğu artmakta, su alma, şişme değerleri

iyileşmektedir (İstek vd 2009). Traheid boyu uzun kâğıt hamuru ile üretilen kâğıtların kopma, patlama ve yırtılma dirençleri yüksek olmaktadır (Horn ve Setterholm 1990).

Çizelge 4.9 Traheid Boyu (TB) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (µm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
TB	9A, 9B ve 9C	1023	2520±16,6	20,5	7,84	5,93	0,11±0,06	0,30±0,003

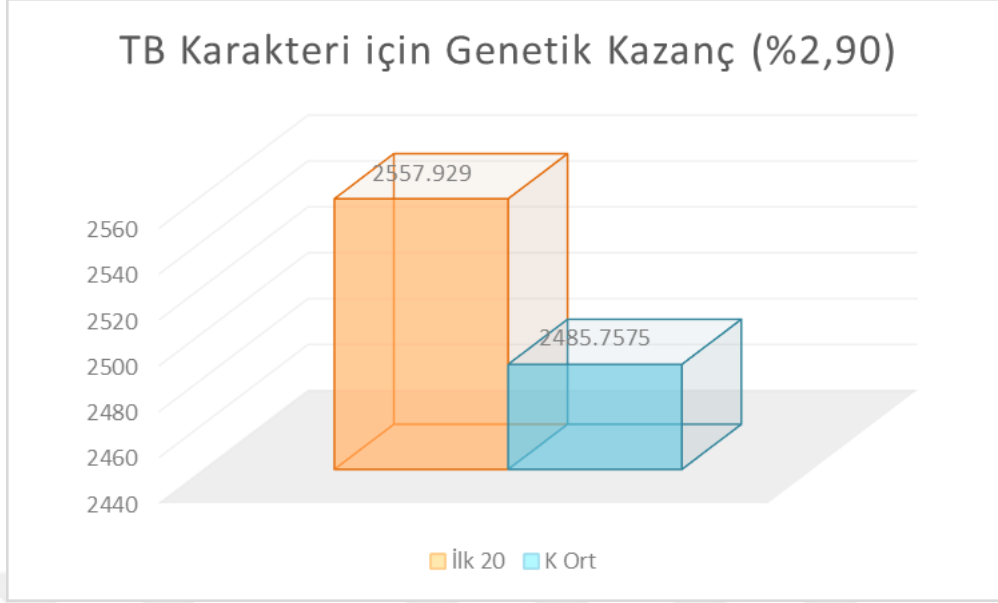
* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Düzgüneş vd. (1996), *plus* ağaç seçiminde isabet derecesinin, seçim yapılan özellikteki kalıtım derecesinin karekökü kadar olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmaya konu ağaçlar traheid boylarına göre değil çap ve boy büyümeleri ile gövde düzgünlüklerine göre seçilmişlerdir. Yine de bu karakter için isabet derecesi hesaplandığında %55 bulunmaktadır.

Çizelge 4.10 Traheid Boyu Karakteri (TB) için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (TB) (%)	
σ^2_t	111339.7	35.67
$\sigma^2_{b(t)}$	3252.5	1.04
σ^2_s	0	0
σ^2_{ts}	0	0
$\sigma^2_{bs(t)}$	273.62	0.09
$\sigma^2_{f(s)}$	5579.1	1.79
$\sigma^2_{ft(s)}$	0	0
$\sigma^2_{fbt(s)}$	0	0
σ^2_e	191665.1	61.41
σ^2_T	312110.02	100
σ^2_a	22316	7.15

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s set varyansı, σ^2_{ts} deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{ft(s)}$: deneme alanı ile aile etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: blok aile ve deneme alanı etkileşiminin varyansı, σ^2_e : hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 12)



Şekil 4.2 Traheid Boyu Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ve ıslah değerleri tahmin edilmiştir. Traheid boyu karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre % 3 kadar kazanç sağlanmaktadır (Islah Değerleri Çizelgesi için Bkz. EK 37).

Çizelge 4.11 Traheid Boyu Karakteri (TB) için Hesaplanan GxE Katsayıları

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
TB	9A (Balıkesir)	-	
	9B (Bayramiç)	0,89	-
	9C (Çımarlıdere)	1	1

GxE varyansı istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (EK 12). Yüksek GxE katsayıları, traheid boyu karakteri bakımından deneme alanları arasında genotip çevre etkileşiminin çok önemsiz düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu veriler ışığında, traheid boyu gözetilerek yapılacak bir seleksiyonun, üç deneme alanının temsil ettiği ekolojik koşullarda benzer sonuçlar vereceği beklenir.

4.5.2 İlkbahar odunu traheid genişliği (IOTG)

Çizelge 4.12 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği (IOTG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (µm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
IOTG	9A, 9B ve 9C	1018	38,47±0,14	11,3	4,65	5,77	0,28±0,09	0,50±0,002

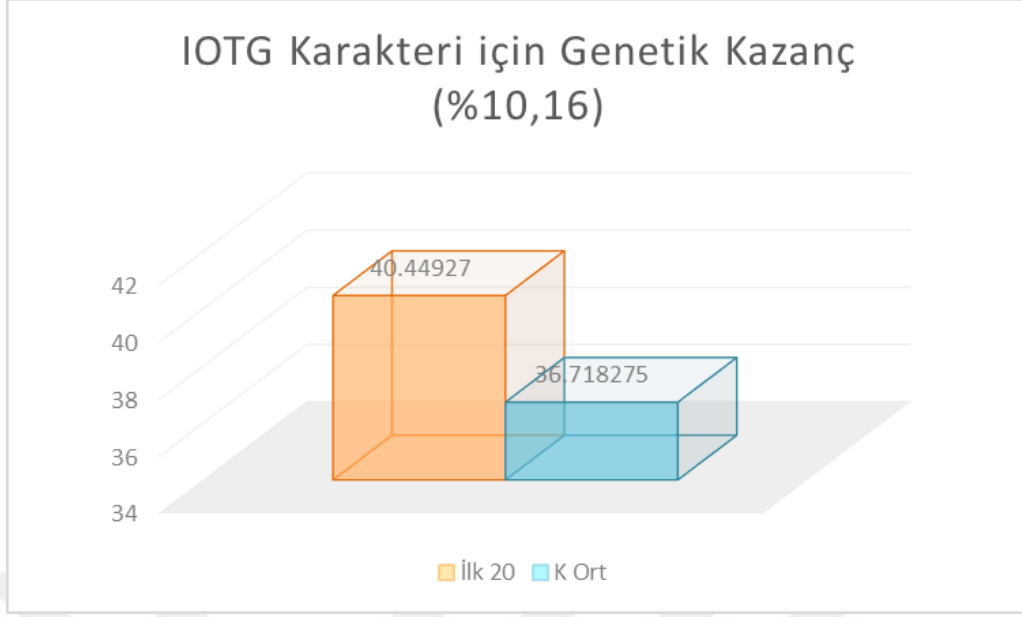
* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Bu karakter için *plus* ağaç seçimindeki isabet derecesi hesaplandığında %71 bulunmaktadır.

Çizelge 4.13 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Karakteri (IOTG) için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (IOTG)	(%)
σ^2_t	1.94	9.79
$\sigma^2_{b(t)}$	0.51	2.579
σ^2_s	0	0
σ^2_{ts}	0	0
$\sigma^2_{bs(t)}$	0	0
$\sigma^2_{f(s)}$	1.23	6.22
$\sigma^2_{ft(s)}$	0	0
$\sigma^2_{fbt(s)}$	0.40	2.04
σ^2_e	15.74	79.39
σ^2_T	19.83	100
σ^2_a	4.93	24.89

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s set varyansı, σ^2_{ts} deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{ft(s)}$: deneme alanı aile etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: blok aile deneme alanı etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 13)



Şekil 4.3 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ve ıslah değerleri tahmin edilmiştir. İlkbahar Odunu Traheid Genişliği karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre % 10 kadar kazanç sağlanmaktadır (Islah Değerleri Çizelgesi için Bkz. EK 38).

Çizelge 4.14 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Karakteri (IOTG) için Hesaplanan GxE Katsayıları

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
IOTG	Balıkesir (9A)	-	
	Bayramiç (9B)	1	-
	Çınarlıdere (9C)	0,78	1

GxE varyansı istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (EK 13). Yüksek GxE katsayıları da İlkbahar Odunu Traheid Genişliği karakteri bakımından deneme alanları arasında genotip çevre etkileşiminin önemsiz düzeyde olduğunu göstermektedir.

4.5.3 Yaz odunu traheid genişliği (YOTG)

Çizelge 4.15 Yaz Odunu Traheid Genişliği (YOTG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (µm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
YOTG	9A, 9B ve 9C	1007	21,03±0,08	11,4	4,69	2,51	0,06±0,05	0,15±0,002

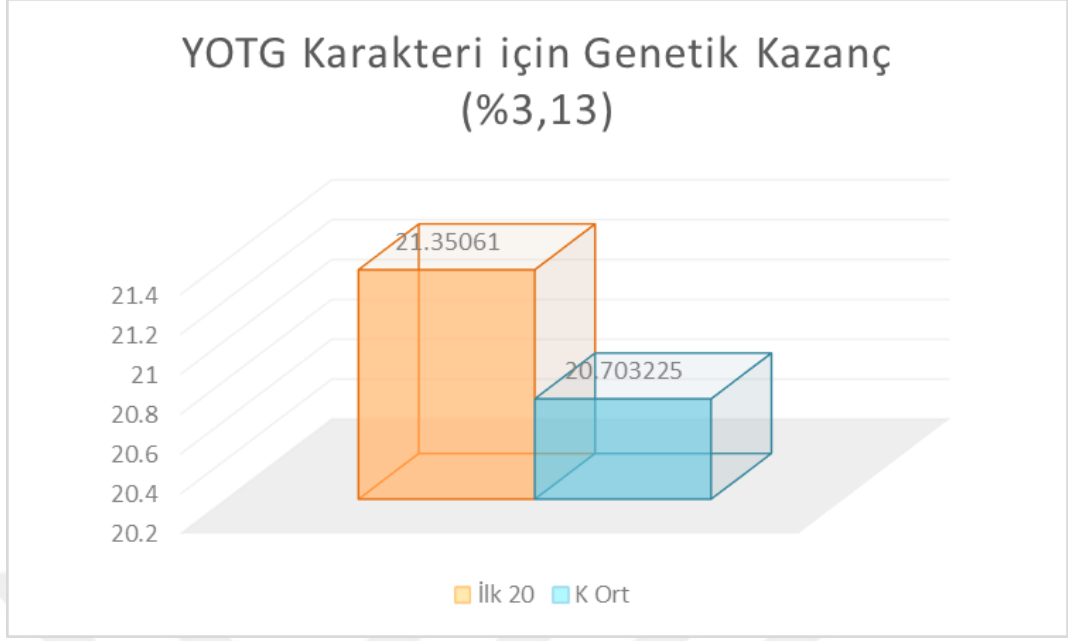
* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Bu karakter için kalıtım dereceleri oldukça küçük bulunmuştur. Yeşerim dönemi sonunda oluşturulan traheidlerde ailesel farklılıklar büyük ölçüde gözlenememiştir. Ağacın kışa hazırlık aşamasında oluşturduğu bu traheidlerde çevre koşullarının etkisinin çok fazla olduğu; dolayısıyla bütün ailelerin su açığının çok yüksek olduğu bu dönemde birbirlerine yakın çapta traheidler oluşturdukları söylenebilir.

Çizelge 4.16 Yaz Odunu Traheid Genişliği Karakteri (YOTG) için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (YOTG) (%)	
σ^2_t	0.76	12.92
$\sigma^2_{b(t)}$	0.14	2.39
σ^2_s	0	0
σ^2_{ts}	0	0
$\sigma^2_{bs(t)}$	0.06	1.07
$\sigma^2_{f(s)}$	0.07	1.19
$\sigma^2_{ft(s)}$	0.17	2.89
$\sigma^2_{fbt(s)}$	0	0
σ^2_e	4.66	79.55
σ^2_T	5.86	100
σ^2_a	0.28	4.75

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s set varyansı, σ^2_{ts} deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{ft(s)}$: deneme alanı ile aile etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: aile blok ve deneme alanının etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 14)



Şekil 4.4 Yaz Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ve ıslah değerleri tahmin edilmiştir. Yaz Odunu Traheid Genişliği karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre % 3 kadar kazanç sağlanmaktadır (Islah Değerleri Çizelgesi için Bkz. EK 39).

Çizelge 4.17 Yaz Odunu Traheid Genişliği Karakteri (YOTG) için Hesaplanan GxE Katsayıları

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
YOTG	9A (Balıkesir)	-	
	9B (Bayramiç)	-	-
	9C (Çınarlıdere)	1	0,95

GxE varyansı istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (EK 14). 9A ve 9B denemelerinin ortak varyans bileşenleri tahmin edildiğinde aile varyansı “0” bulunduğu için YOTG karakteri için bu denemeler arasındaki GxE katsayısı hesaplanamamıştır. 9C denemesinin hem 9A ile hem de 9B ile genotip çevre etkileşimlerinin çok önemsiz düzeyde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla 9A ile 9B arasında da yüksek bir GxE katsayısı olması beklenebilir.

4.5.4 Ortalama traheid genişliği (OTG)

Çizelge 4.18 Ortalama Traheid Genişliği (OTG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (µm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
OTG	9A, 9B ve 9C	1011	29,78±0,09	9,5	3,81	4,31	0,24±0,09	0,46±0,002

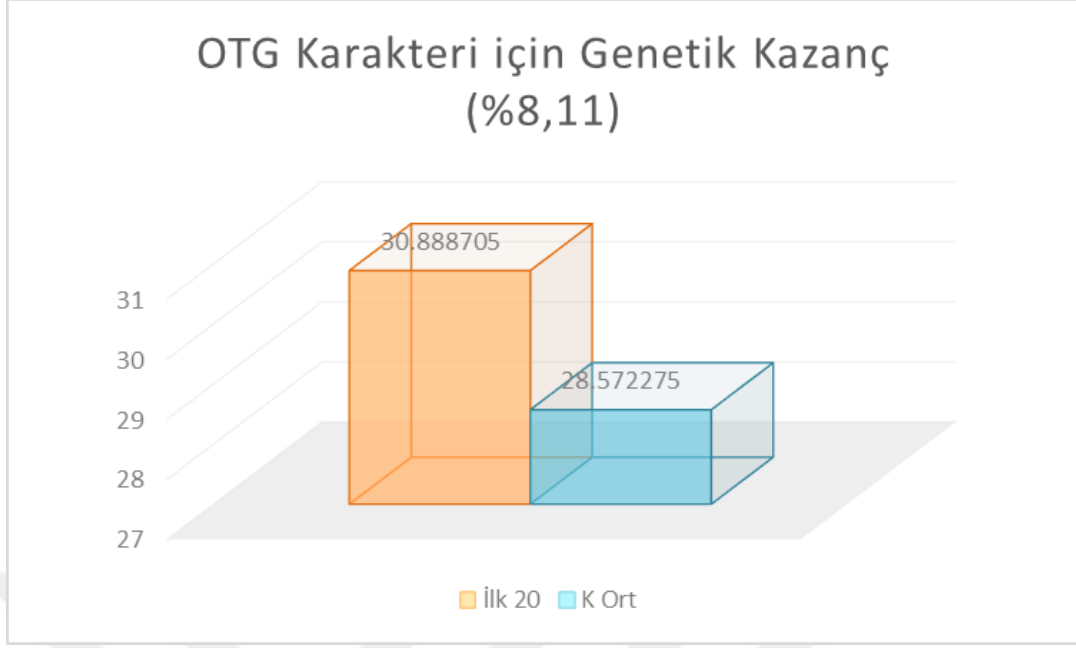
* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Bu veri seti, her bir bireye ait ilkbahar odunu traheid genişliği ile yaz odunu traheid genişliği ortalamaları hesaplanarak türetilmiştir. IOTG için tahmin edilen yüksek kalıtım dereceleri ile YOTG için tahmin edilen düşük kalıtım dereceleri göz önünde bulundurulduğunda, bu karakter için tahmin edilen yüksek kalıtım derecelerinin aslında içerdiği IOTG değerlerinden kaynaklandığı söylenebilir. Bununla birlikte elde böyle bir veri seti bulunması durumunda bile bunun aile seleksiyonu için kullanılabileceği görülmektedir.

Çizelge 4.19 Ortalama Traheid Genişliği (OTG) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (OTG) (%)	
σ^2_t	1.34	15.77
$\sigma^2_{b(t)}$	0.28	3.34
σ^2_s	0	0
σ^2_{ts}	0	0
$\sigma^2_{bs(t)}$	0.025	0.30
$\sigma^2_{f(s)}$	0.411	4.85
$\sigma^2_{ft(s)}$	0	0
$\sigma^2_{fbt(s)}$	0.14	1.61
σ^2_e	6.28	74.13
σ^2_T	8.48	100
σ^2_a	1.64	19.39

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s set varyansı, σ^2_{ts} deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{ft(s)}$: deneme alanı aile etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: blok aile deneme alanı etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans
Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 15)



Şekil 4.5 Ortalama Traheid Genişliği Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ve ıslah değerleri tahmin edilmiştir. Ortalama Traheid Genişliği karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre % 8 kadar kazanç sağlanmaktadır (Islah Değerleri Çizelgesi için Bkz. EK 40).

Çizelge 4.20 Ortalama Traheid Genişliği (OTG) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
OTG	9A (Balıkesir)	-	
	9B (Bayramiç)	1	-
	9C (Çınarlıdere)	1	1

GxE varyansı istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (EK 15). OTG karakteri bakımından deneme alanları arasındaki genotip çevre etkileşimlerinin bulunmadığı görülmektedir.

4.5.5 Keçeleşme oranı (TBOG)

Çizelge 4.21 Keçeleşme Oranı (TBOG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (µm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
TBOG	9A, 9B ve 9C	992	84,86±0,5	18,7	7,81	6,13	0,13±0,07	0,31±0,002

* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Traheid boyunun traheid genişliğine oranı keçeleşme oranını vermektedir. Bu oran, traheid morfolojisinin kâğıt yapımına uygun olup olmadığını belirlemede kullanılmaktadır. Bu değer "70" ten büyük olması, üretilecek olan kâğıdın sağlam olacağını; yırtılma, kopma, çift katlama dirençlerinin yüksek olacağını göstermektedir (Bektaş vd. 1999; Kırıcı 2000). Tüm bireylerin ortalaması dahi sınır değer "70" in üzerindedir. İslah değerlerine göre belirlenecek en iyi bireylerin ortalaması "84" ten de büyük olacaktır. Bu karakter bakımından yapılacak bir aile seleksiyonu ile kaliteli kâğıtlık ürünü sağlayacak tohum kaynağı oluşturulabilecektir.

Çizelge 4.22 Keçeleşme Oranı (TBOG) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (TBOG) (%)	
σ^2_t	63.92	22.90
$\sigma^2_{b(t)}$	0	0.00
σ^2_s	0	0.00
σ^2_{ts}	0.432	0.15
$\sigma^2_{bs(t)}$	0.14	0.05
$\sigma^2_{f(s)}$	6.77	2.43
$\sigma^2_{ft(s)}$	0	0.00
$\sigma^2_{fbt(s)}$	0	0.00
σ^2_e	207.90	74.47
σ^2_T	279.16	100
σ^2_a	27.1	9.71

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s set varyansı, σ^2_{ts} deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{ft(s)}$: deneme alanı ile ailenin etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: aile blok deneme alanının etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 16)

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır; bu nedenle ıslah değerleri tahmin edilmemiştir. Aynı nedenle GxE katsayılarının da hesaplanmasına gerek görülmemiştir.

4.5.6 İlkbahar odunu çeper kalınlığı (IOCK)

Çizelge 4.23 İlkbahar Odunu Çeper kalınlığı (IOCK) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (μm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
IOCK	9A, 9B ve 9C	1019	6,23 \pm 0,02	12,8	5,16	0	0	0

* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

İlkbahar Odunu Çeper kalınlığı (IOCK) karakteri için varyans bileşenleri tahmininde aile varyansı “0” olarak tahmin edildiğinden genetik çeşitlilik katsayısı ile kalıtım dereceleri de “0” olarak hesaplanmıştır. Bu durumda, bu karakter için ıslah değerleri hesaplamının bir anlamı bulunmamaktadır; dolayısıyla bu karakter için seleksiyon yapılamaz.

Çizelge 4.24 İlkbahar Odunu Çeper kalınlığı (IOCK) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (IOCK) (%)	
σ^2_t	0.03395	5.31
$\sigma^2_{b(t)}$	0.0086828	1.36
σ^2_s	0.0018209	0.28
σ^2_{ts}	0	0.00
$\sigma^2_{bs(t)}$	0	0.00
$\sigma^2_{f(s)}$	0	0.00
$\sigma^2_{ft(s)}$	0.02612	4.09
$\sigma^2_{fbt(s)}$	0.06655	10.41
σ^2_e	0.50205	78.55
σ^2_T	0.6391737	100
σ^2_a	0	0

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s : set varyansı, σ^2_{ts} : deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$: blok set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{ft(s)}$: deneme alanı ile ailenin etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: aile blok deneme alanının etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 17)

4.5.7 Yaz odunu çerper kalınlığı (YOCK)

Çizelge 4.25 Yaz Odunu Çerper kalınlığı (YOCK) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (µm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
YOCK	9A, 9B ve 9C	1009	6,53±0,03	13,9	5,50	1,63	0,02±0,05	0,05±0,002

* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Yaz Odunu Çerper kalınlığı (YOCK) karakteri için kalıtım dereceleri oldukça düşük tahmin edilmiştir.

Çizelge 4.26 Yaz Odunu Çerper kalınlığı (YOCK) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (YOCK) (%)	
σ^2_t	0.19818	22.76
$\sigma^2_{b(t)}$	0.01123	1.29
σ^2_s	0	0.00
σ^2_{ts}	0	0.00
$\sigma^2_{bs(t)}$	0	0.00
$\sigma^2_{f(s)}$	0.0028264	0.32
$\sigma^2_{fb(s)}$	0.02228	2.56
$\sigma^2_{fbt(s)}$	0.01754	2.01
σ^2_e	0.61872	71.05
σ^2_T	0.8707764	100
σ^2_a	0	0

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s set varyansı, σ^2_{ts} deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{fb(s)}$: deneme alanı ile ailenin etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: aile blok ve deneme alanının etkileşimi varyansı, σ^2_e : hataya ait varyans, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 18)

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmadığı için ıslah değerleri tahmin edilmemiştir. Aynı nedenle GxE katsayılarının da hesaplanmasına gerek görülmemiştir.

4.5.8 Teğet kesitte ilkbahar odunu çeper kalınlığı (TIOC)

Çizelge 4.27 Teğet Kesitte İlkbahar Odunu Çeper kalınlığı (TIOC) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (µm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
TIOC	9A, 9B ve 9C	1023	7,96±0,04	14,7	6,14	3,72	0,07±0,06	0,21±0,002

* Cv_f :fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p :parsel varyasyon katsayısı, Cv_g :genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i :bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Teğet Kesitte İlkbahar Odunu Çeper kalınlığı (TIOC) karakteri bakımından, düşük düzeyde kalıtım dereceleri tahmin edilmiştir. Bu karakter için de aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmadığı için ıslah değerleri tahmin edilmemiştir. Aynı nedenle GxE katsayılarının da hesaplanmasına gerek görülmemiştir.

Çizelge 4.28 Teğet Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı (TIOC) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (TIOC) (%)	
σ^2_t	0.26531	18.15
$\sigma^2_{b(t)}$	0	0.00
σ^2_s	0	0.00
σ^2_{ts}	0	0.00
$\sigma^2_{bs(t)}$	0	0.00
$\sigma^2_{f(s)}$	0.02189	1.50
$\sigma^2_{ft(s)}$	0	0.00
$\sigma^2_{fbt(s)}$	0	0.00
σ^2_e	1.17457	80.35
σ^2_T	1.46177	100
σ^2_a	0.09	5.99

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s set varyansı, σ^2_{ts} deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{ft(s)}$:deneme alanı ile aile etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: aile blok deneme alanının etkileşimi varyansı, σ^2_e :hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 19)

4.5.9 Ortalama çerper kalınlığı (OCK)

Çizelge 4.29 Ortalama Çerper kalınlığı (OCK) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (µm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
OCK	9A, 9B ve 9C	1023	6,81±0,02	11	5,21	2	0,04±0,06	0,08±0,004

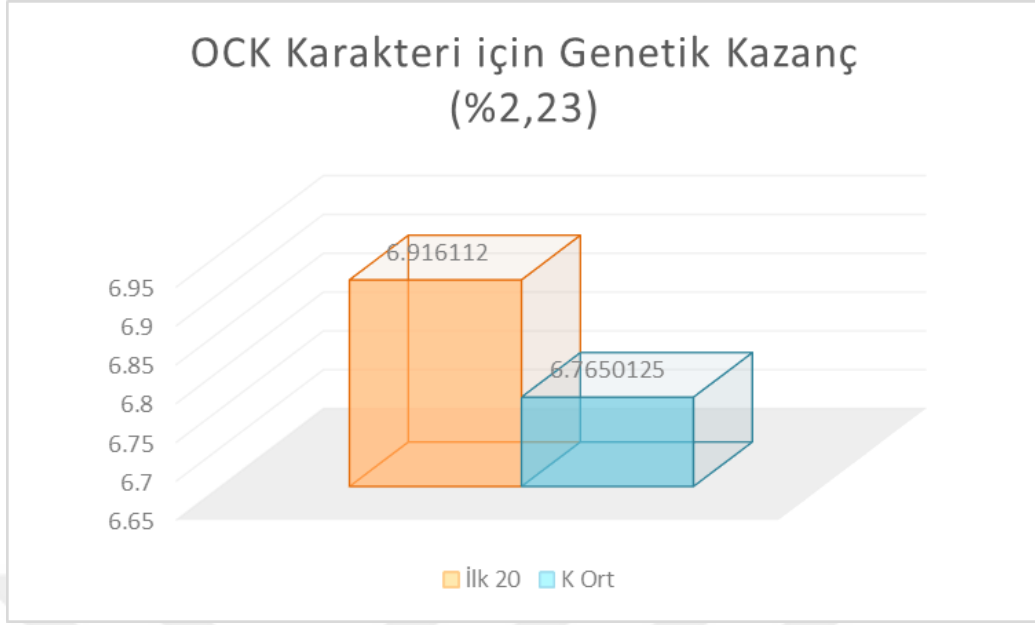
* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Ortalama Çerper kalınlığı (OCK) karakteri bakımından tahmin edilen kalıtım dereceleri düşük bulunmuştur; ailelerin ıslah değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.30 Ortalama Çerper kalınlığı (OCK) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (OCK) (%)	
σ^2_t	0.1537	25.21
$\sigma^2_{b(t)}$	0.0077553	1.27
σ^2_s	0	0.00
σ^2_{ts}	0	0.00
$\sigma^2_{bs(t)}$	0	0.00
$\sigma^2_{f(s)}$	0.0046724	0.77
$\sigma^2_{ft(s)}$	0.02843	4.66
$\sigma^2_{fbt(s)}$	0	0.00
σ^2_e	0.41513	68.09
σ^2_T	0.6096877	100
σ^2_a	0.019	3.07

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s set varyansı, σ^2_{ts} deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{ft(s)}$: aile deneme alanı etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: aile blok deneme alanı etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 20)



Şekil 4.6 Ortalama Çeper Kalınlığı Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuş ve ıslah değerleri tahmin edilmiştir. Ortalama Çeper Kalınlığı karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre % 2 kadar kazanç sağlanmaktadır (Islah Değerleri Çizelgesi için Bkz. EK 43).

Çizelge 4.31 Ortalama Çeper kalınlığı (OCK) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
OCK	9A (Balıkesir)	-	-
	9B (Bayramiç)	0,34	-
	9C (Çınarlıdere)	0,32	-

GxE varyansı istatistik olarak anlamlı ($p < 0,05$) bulunmuştur (EK 20). 9C ve 9B denemelerinin ortak varyans bileşenleri tahmin edildiğinde aile varyansı “0” bulunduğu için OCK karakteri için bu denemeler arasındaki GxE katsayısı hesaplanamamıştır. 9A denemesinin hem 9C ile hem de 9B ile önemli düzeyde genotip çevre etkileşimlerinin olduğu görülmektedir. Bu durumda kesin olmamakla birlikte 9C ile 9B arasında da orta düzeyde bir genotip çevre etkileşimi olması beklenebilir.

4.5.10 Rijidite katsayısı (RK)

Çizelge 4.32 Rijidite Katsayısı (RK) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
RK	9A, 9B ve 9C	1011	22,9±0,07	10,2	4,48	1,7	0,03±0,05	0,08±0,002

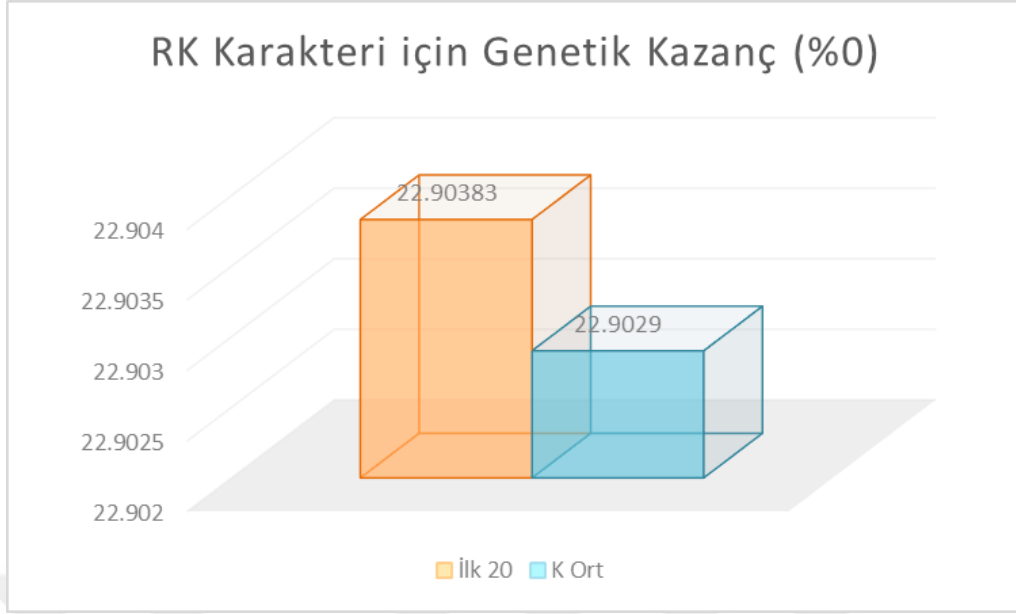
* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Bu karakter bakımından kalıtım dereceleri çok düşük tahmin edilmiştir; ailelerin ıslah değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.33 Rijidite Katsayısı (RK) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (RK)	(%)
σ^2_f	0.00001663	2.94
$\sigma^2_{b(t)}$	0.00000854	1.51
σ^2_s	0	0.00
σ^2_{ts}	0	0.00
$\sigma^2_{bs(t)}$	0	0.00
$\sigma^2_{f(s)}$	0.00000379	0.67
$\sigma^2_{ft(s)}$	0.00003137	5.54
$\sigma^2_{fbt(s)}$	0	0.00
σ^2_e	0.0005056	89.34
σ^2_T	0.000565941	100
σ^2_a	0.0000152	2.68

* σ^2_f : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s set varyansı, σ^2_{ts} deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{ft(s)}$: aile deneme alanı etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: aile blok deneme alanının etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans
Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 21)



Şekil 4.7 Rijidite Katsayısı Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuş ve ıslah değerleri tahmin edilmiştir. Bununla birlikte rijidite katsayısı karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda bile kontrol grubuna göre kazanç sağlanamamaktadır (Islah Değerleri Çizelgesi için Bkz. EK 44).

Çizelge 4.34 Rijidite Katsayısı (RK) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
RK	9A (Balıkesir)	-	-
	9B (Bayramiç)	0,39	-
	9C (Çınarlıdere)	0,28	-

GxE varyansı istatistik olarak anlamlı ($p < 0,05$) bulunmuştur (EK 21). RK karakteri bakımından deneme alanları arasındaki genotip çevre etkileşimlerinin orta düzeyde bulunduğu görülmektedir. 9C ve 9B denemelerinin ortak varyans bileşenleri tahmin edildiğinde aile varyansı “0” bulunduğu için RK karakteri için bu denemeler arasındaki GxE katsayısı hesaplanamamıştır. 9A denemesinin hem 9B ile hem de 9C ile genotip çevre etkileşimlerinin önemli düzeyde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla 9A ile 9C arasında da düşük bir GxE katsayısı olması beklenebilir. Bu değerler, deneme alanlarının temsil ettiği ekolojik koşullara göre, test edilen ailelerin performanslarında önemli ölçüde farklılıklar olduğu anlamına gelmektedir. Bu karaktere göre bir

seleksiyon yapılması durumunda seçilen aileler üç bölgeye aynı anda hitap edemeyeceklerdir.

4.5.11 F oranı (FO)

Çizelge 4.35 F Oranı (FO) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
FO	9A, 9B ve 9C	1004	371,08±2,27	19,4	8,23	5,58	0,09±0,06	0,25±0,002

* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

F faktörü olarak da bilinen F Oranı, odun hamurundan elde edilecek kâğıdın esnekliğine ilişkin bilgi vermektedir. Bu değer yüksek oluşu, elde edilecek kâğıdın esnekliğinin fazla olacağını göstermektedir (Casey 1961). Kızılçamda yapılan bir çalışmada bu değer 606,66 olarak bulunmuştur (Bektaş vd. 1999). Bu çalışmada aileler arasında istatistik olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Ailelerin birbirlerinden ayrılmamasının ve FO değerinin düşük oluşunun, kullanılan materyalin genç olmasıyla ilişkisi olabilir. Bu karakter bakımından ıslah değerleri tahmin edilmemiştir.

Çizelge 4.36 F Oranı (FO) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (FO)	(%)
σ^2_t	852.43176	15.37
$\sigma^2_{b(t)}$	12.9823	0.23
σ^2_s	3.02662	0.05
σ^2_{ts}	0	0.00
$\sigma^2_{bs(t)}$	61.89178	1.12
$\sigma^2_{f(s)}$	107.29699	1.93
$\sigma^2_{ft(s)}$	0	0.00
$\sigma^2_{fbt(s)}$	35.19758	0.63
σ^2_e	4472.9	80.65
σ^2_T	5545.72703	100
σ^2_a	429.188	7.74

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s set varyansı, σ^2_{ts} deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{ft(s)}$: aile deneme alanı etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: aile blok deneme alanının etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 22)

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmadığı için ıslah değerleri tahmin edilmemiştir. Aynı nedenle GxE katsayılarının da hesaplanmasına gerek görülmemiştir.

4.5.12 İlkbahar odununda lümen genişliği (IOLG)

Çizelge 4.37 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği (IOLG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

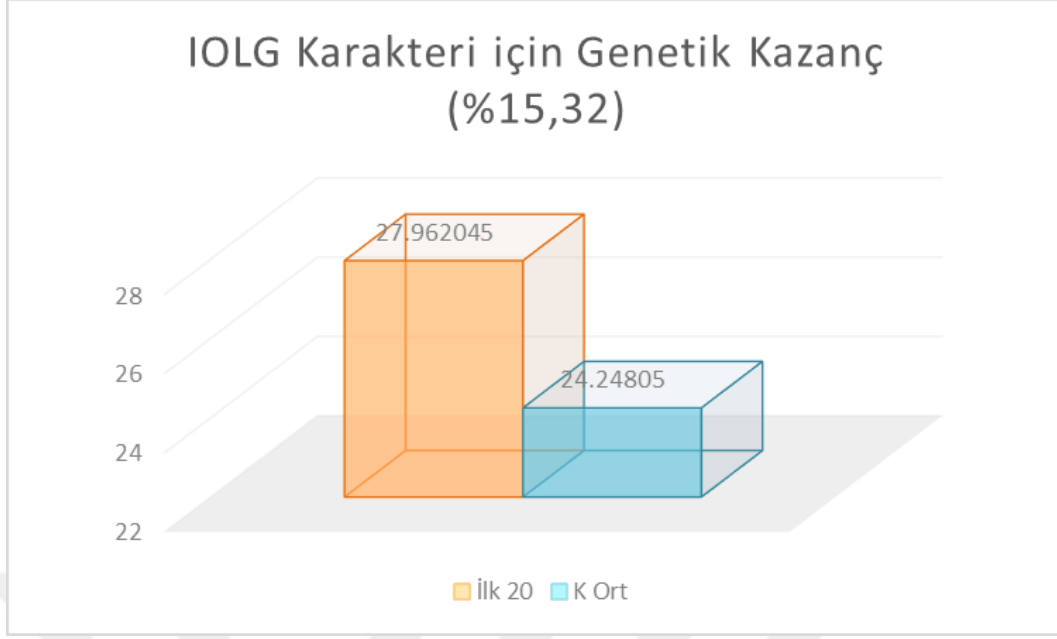
Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (μm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
IOLG	9A, 9B ve 9C	1018	25,99±0,13	15,8	6,54	8,38	0,30±0,09	0,49±0,002

* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Çizelge 4.38 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği (IOLG) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (IOLG) (%)	
σ^2_t	0.99738	5.73
$\sigma^2_{b(t)}$	0.37111	2.13
σ^2_s	0	0.00
σ^2_{ts}	0	0.00
$\sigma^2_{bs(t)}$	0	0.00
$\sigma^2_{f(s)}$	1.1865	6.81
$\sigma^2_{ft(s)}$	0.11507	0.66
$\sigma^2_{fbt(s)}$	0.59657	3.43
σ^2_e	14.14728	81.24
σ^2_T	17.41391	100
σ^2_a	4.75	27.25

* σ^2_t : deneme alanı varyansı, $\sigma^2_{b(t)}$: blok varyansı, σ^2_s set varyansı, σ^2_{ts} deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{bs(t)}$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{f(s)}$: aile varyansı, $\sigma^2_{ft(s)}$: aile deneme alanı etkileşimi varyansı, $\sigma^2_{fbt(s)}$: aile blok deneme alanının etkileşimi varyansı, σ^2_e : hata varyansı, σ^2_a : eklemeli genetik varyans, σ^2_T : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 23)



Şekil 4.8 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuş ve ıslah değerleri tahmin edilmiştir.

İlkbahar Odununda Lümen Genişliği karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre % 15 kadar kazanç sağlanmaktadır (Islah Değerleri Çizelgesi için Bkz. EK 46).

Çizelge 4.39 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği (IOLG) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
IOLG	Balıkesir (9A)	-	
	Bayramiç (9B)	1	-
	Çınarlıdere (9C)	0,35	1

GxE varyansı istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (EK 23). IOLG karakteri bakımından 9A ile 9C deneme alanları arasında orta düzeyde GxE etkileşimi bulunduğu görülmektedir. Diğer deneme alanları çiftleri arasında genotip çevre etkileşimlerinin bulunmadığı görülmektedir.

4.5.13 Yaz odununda lümen genişliği (YOLG)

Çizelge 4.40 Yaz Odununda Lümen Genişliği (YOLG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (μm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
YOLG	9A, 9B ve 9C	1007	7,97 \pm 0,07	28,3	-	-	-	-

* Cv_f :fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p :parsel varyasyon katsayısı, Cv_g :genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i :bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi
Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 24)

İstatistik analizlerde kullanılan doğrusal karma model, yaz odununda lümen genişliğine (YOLG) ait veri seti için anlamlı bulunmadığından bu karakter için diğer istatistik hesaplamalar yapılmamıştır ve ıslah değerleri tahmin edilmemiştir.

Bu karakter için GxE varyansı istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (EK 24).

4.5.14 Ortalama lümen genişliği (OLG)

Çizelge 4.41 Ortalama Lümen Genişliği (OLG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama (μm)	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
OLG	9A, 9B ve 9C	1008	16,99 \pm 0,08	14,3	6,16	6,27	0,20 \pm 0,08	0,42 \pm 0,002

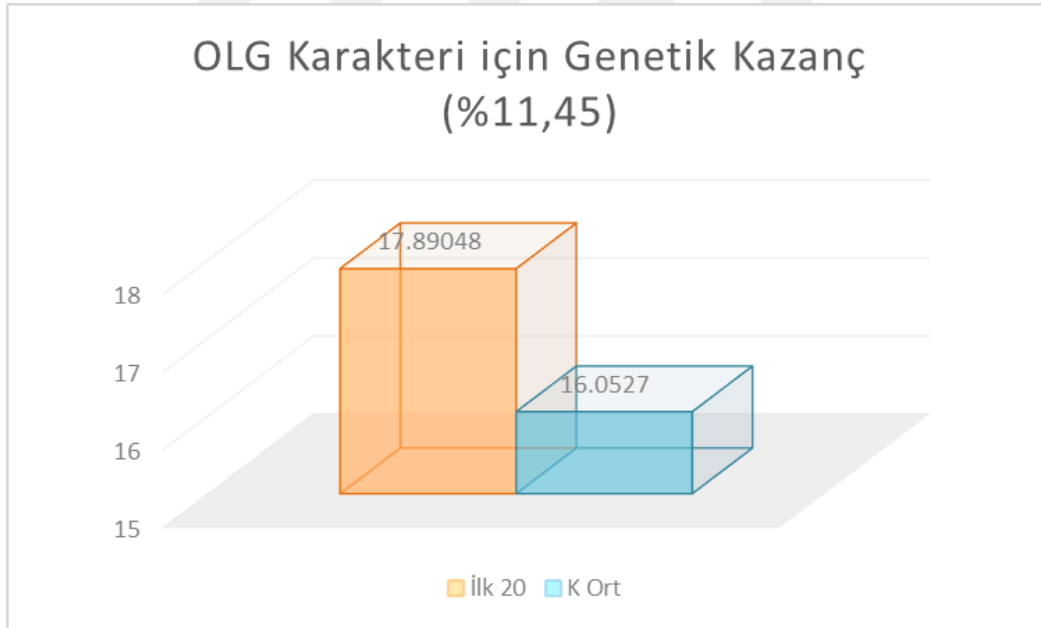
* Cv_f :fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p :parsel varyasyon katsayısı, Cv_g :genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i :bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Bu veri seti, her bir bireye ait ilkbahar odunu ortalama lümen genişliği (IOLG) ile yaz odunu ortalama lümen genişliği (YOLG) ortalamaları hesaplanarak türetilmiştir.

Çizelge 4.42 Ortalama Lümen Genişliği (OLG) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (OLG)	(%)
σ_t^2	0.19747	3.26
$\sigma_{b(t)}^2$	0.19472	3.21
σ_s^2	0	0.00
σ_{ts}^2	0	0.00
$\sigma_{bs(t)}^2$	0.000993	0.02
$\sigma_{f(s)}^2$	0.28345	4.68
$\sigma_{ft(s)}^2$	0.05892	0.97
$\sigma_{fbt(s)}^2$	0.03489	0.58
σ_e^2	5.28659	87.28
σ_T^2	6.057033	100
σ_a^2	1.13	18.72

* σ_t^2 : deneme alanı varyansı, $\sigma_{b(t)}^2$: blok varyansı, σ_s^2 set varyansı, σ_{ts}^2 deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma_{bs(t)}^2$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma_{f(s)}^2$: aile varyansı, $\sigma_{ft(s)}^2$: aile deneme alanı etkileşimi varyansı, $\sigma_{fbt(s)}^2$: aile blok deneme alanının etkileşimi varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans, σ_T^2 : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 25)



Şekil 4.9 Ortalama Lümen Genişliği Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuş ve ıslah değerleri tahmin edilmiştir. Ortalama Lümen Genişliği karakteri bakımından ıslah

değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre % 11,5 kadar kazanç sağlanmaktadır (İslah Değerleri Çizelgesi için Bkz. EK 47).

Çizelge 4.43 Ortalama Lümen Genişliği (OLG) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
OLG	9A (Balıkesir)	-	
	9B (Bayramiç)	1	-
	9C (Çınarlıdere)	0,47	1

GxE istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (EK 25). OLG karakteri bakımından 9A ile 9C deneme alanları arasında orta düzeyde GxE etkileşimi bulunduğu görülmektedir. Diğer deneme alanları çiftleri arasında önemli düzeyde genotip çevre etkileşimlerinin bulunmadığı görülmektedir.

4.5.15 Runkel oranı (RO)

Çizelge 4.44 Runkel Oranı (RO) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
RO	9A, 9B ve 9C	999	0,81±0,005	17,56	7,72	2,21	0,02±0,05	0,04±0,002

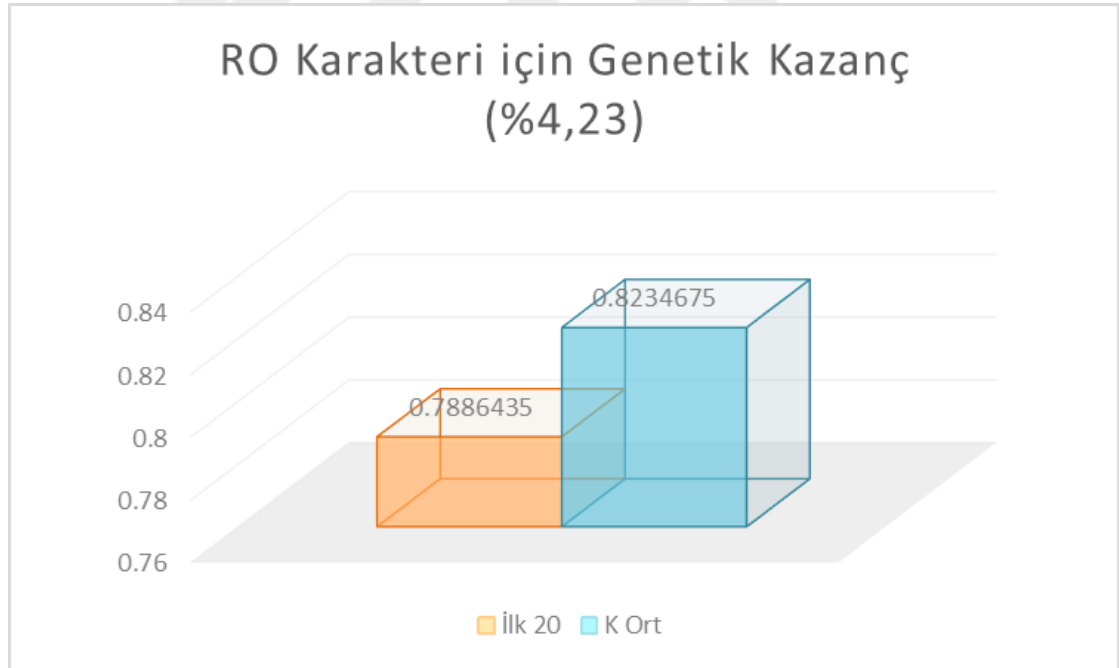
* Cv_f :fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p :parsel varyasyon katsayısı, Cv_g :genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i :bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Bu karakter için kalıtım dereceleri oldukça küçük tahmin edilmiştir. Bu karakter bakımından ıslah değerleri hesaplanmıştır. İstenen niteliğe sahip bireyler küçük runkel oranına sahip olanlar olduğu için ıslah değerleri çizelgesinde en düşük değer alanlar tercih edilmektedir.

Çizelge 4.45 Runkel Oranı (RO) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (RO)	(%)
σ_t^2	0.0004537	2.18
$\sigma_{b(t)}^2$	0.0002993	1.44
σ_s^2	0	0.00
σ_{ts}^2	0	0.00
$\sigma_{bs(t)}^2$	0	0.00
$\sigma_{f(s)}^2$	0.00008068	0.39
$\sigma_{ft(s)}^2$	0.0008549	4.12
$\sigma_{fb(t)}^2$	0.0004116	1.98
σ_e^2	0.01867	89.89
σ_T^2	0.02077018	100
σ_a^2	0.00032	1.55

* σ_t^2 : deneme alanı varyansı, $\sigma_{b(t)}^2$: blok varyansı, σ_s^2 set varyansı, σ_{ts}^2 deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma_{bs(t)}^2$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma_{f(s)}^2$: aile varyansı, $\sigma_{ft(s)}^2$: aile deneme alanı etkileşimi varyansı, $\sigma_{fb(t)}^2$: aile blok deneme alanının etkileşimi varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans, σ_T^2 : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 26)



Şekil 4.10 Runkel Oranı Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuş ve ıslah değerleri tahmin edilmiştir. Runkel Oranı karakteri bakımından ıslah değeri en

yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre % 4 kadar kazanç sağlanmaktadır (İslah Değerleri Çizelgesi için Bkz. EK 48).

Çizelge 4.46 Runkel Oranı (RO) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
RO	9A (Balıkesir)	-	-
	9B (Bayramiç)	0,56	-
	9C (Çınarlıdere)	0,22	-

GxE varyansı %5 güven düzeyi için sınır değerinin biraz üzerindeki olasılık değeriyle ($p=0,0512$) istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (EK 26). RO karakteri bakımından deneme alanları arasındaki genotip çevre etkileşimlerinin, 9A – 9B arasında orta ve 9A – 9C arasında önemli düzeyde bulunduğu görülmektedir. 9C ve 9B denemelerinin ortak varyans bileşenleri tahmin edildiğinde aile varyansı “0” bulunduğu için RO karakteri için bu denemeler arasındaki GxE katsayısı hesaplanamamıştır. 9A denemesinin hem 9B ile hem de 9C ile genotip çevre etkileşimlerinin bulunduğu görülmektedir. Dolayısıyla 9B ile 9C arasında da GxE olması beklenebilir.

4.5.16 Elastiklik katsayısı (EK)

Çizelge 4.47 Elastiklik Katsayısı (EK) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
EK	9A, 9B ve 9C	1012	56,98±0,15	8,31	3,58	1,45	0,03±0,05	0,08±0,002

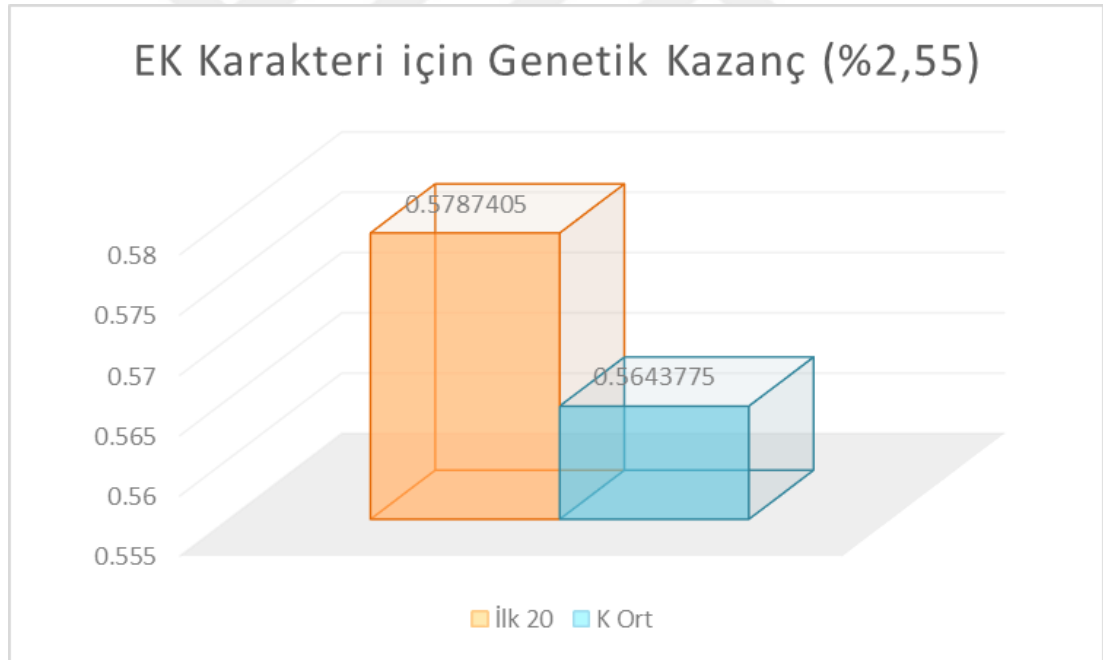
* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Bu karakter için düşük düzeyde kalıtım dereceleri tahmin edilmiştir. Varyans bileşenleri de aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir.

Çizelge 4.48 Elastiklik Katsayısı (EK) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (EK)	(%)
σ_t^2	4.97E-06	0.22
$\sigma_{b(t)}^2$	0.00005453	2.40
σ_s^2	6.00E-06	0.26
σ_{ts}^2	0	0.00
$\sigma_{bs(t)}^2$	0	0.00
$\sigma_{f(s)}^2$	0.00001709	0.75
$\sigma_{ft(s)}^2$	0.0001591	7.00
$\sigma_{fbt(s)}^2$	0.00005264	2.32
σ_e^2	0.001977	87.04
σ_T^2	0.002271328	100.00
σ_a^2	0.00006836	3.01

* σ_t^2 : deneme alanı varyansı, $\sigma_{b(t)}^2$: blok varyansı, σ_s^2 set varyansı, σ_{ts}^2 deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma_{bs(t)}^2$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma_{f(s)}^2$: aile varyansı, $\sigma_{ft(s)}^2$: aile deneme alanı etkileşimi varyansı, $\sigma_{fbt(s)}^2$: aile blok deneme alanı etkileşimi varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans, σ_T^2 : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 27)



Şekil 4.11 Elastiklik Katsayısı Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuş ve ıslah değerleri tahmin edilmiştir. Elastiklik Katsayısı karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre % 2,5 kadar kazanç sağlanmaktadır (Islah Değerleri Çizelgesi için Bkz. EK 49).

Çizelge 4.49 Elastiklik Katsayısı (EK) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
EK	9A (Balıkesir)	-	-
	9B (Bayramiç)	1	-
	9C (Çınarlıdere)	0,12	-

GxE varyansı istatistik olarak anlamlı ($p < 0,01$) bulunmuştur (EK 27). EK karakteri bakımından deneme alanları arasındaki genotip çevre etkileşimlerinin, 9A – 9B arasında bulunmadığı, 9A – 9C arasında önemli düzeyde bulunduğu görülmektedir. 9C ve 9B denemelerinin ortak varyans bileşenleri tahmin edildiğinde aile varyansı “0” bulunduğu için EK karakteri için bu denemeler arasındaki GxE katsayısı hesaplanamamıştır.

4.5.17 İlkbahar odunu çeper kalınlıkları oranı (RTIO)

Çizelge 4.50 İlkbahar Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı (RTIO) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
RTIO	9A, 9B ve 9C	1004	0,79±0,004	14,8	-	-	-	-

* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i : bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi
Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 28)

İstatistik analizlerde kullanılan doğrusal karma model, ışınsal kesitte ilkbahar odunu çeper kalınlığının ve teğetsel kesitte ilkbahar odunu çeper kalınlığına oranlanmasıyla elde edilen RTIO karakterine ait veri seti için anlamlı bulunmadığından bu karakter için diğer istatistik hesaplamalar yapılmamıştır. Bu karakter için GxE varyansı istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (EK 28).

4.5.18 İlkbahar/Yaz odunu lümen genişlikleri oranı (IYOL)

Çizelge 4.51 İlkbahar/Yaz Odunu Lümen Genişlikleri Oranı (IYOL) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
IYOL	9A, 9B ve 9C	996	3,47±0,04	32,3	-	-	-	-

* Cv_f :fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p :parsel varyasyon katsayısı, Cv_g :genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i :bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi
Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 29)

İstatistik analizlerde kullanılan doğrusal karma model, İlkbahar Odunu Ortalama Lümen Genişliğinin (IOLG), Yaz Odunu Ortalama Lümen Genişliğine (YOLG) oranlanmasıyla elde edilen IYOL karakterine ait veri seti için anlamlı bulunmadığından bu karakter için diğer istatistik hesaplamalar yapılmamıştır (EK 29).

4.5.19 İlkbahar/yaz odunu çeper kalınlıkları oranı (IY)

Çizelge 4.52 İlkbahar/Yaz Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı (IY) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
IY	9A, 9B ve 9C	1009	0,97±0,004	13,35	5,44	0	0	0

* Cv_f :fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p :parsel varyasyon katsayısı, Cv_g :genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i :bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

İlkbahar/Yaz Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı (IY) karakteri için varyans bileşenleri tahmininde aile varyansı "0" olarak tahmin edildiğinden, genetik çeşitlilik katsayısı ile kalıtım dereceleri de "0" olarak hesaplanmıştır. Bu karakter için aileler arasında istatistik olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (EK 30). Kalıtım derecelerinin de "0" tahmin edilmesi nedeniyle bu karakter için ıslah değerleri hesaplanmamıştır. Aynı nedenle GxE katsayılarının da hesaplanmasına gerek görülmemiştir.

Çizelge 4.53 İlkbahar/Yaz Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı (IY) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (IY) (%)	
σ_t^2	0.0013509	8.18
$\sigma_{b(t)}^2$	0.00008971	0.54
σ_s^2	3.32E-06	0.02
σ_{ts}^2	0	0.00
$\sigma_{bs(t)}^2$	0.0001669	1.01
$\sigma_{f(s)}^2$	0	0.00
$\sigma_{ft(s)}^2$	0.0005232	3.17
$\sigma_{fbt(s)}^2$	0.0011487	6.95
σ_e^2	0.01324	80.13
σ_T^2	0.016522728	100
σ_a^2	0	0

* σ_t^2 : deneme alanı varyansı, $\sigma_{b(t)}^2$: blok varyansı, σ_s^2 set varyansı, σ_{ts}^2 deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma_{bs(t)}^2$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma_{f(s)}^2$: aile varyansı, $\sigma_{ft(s)}^2$: aile deneme alanı etkileşimi varyansı, $\sigma_{fbt(s)}^2$: aile blok deneme alanının etkileşimi varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans, σ_T^2 : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 30)

4.5.20 Traheid boyu/ilkbahar odunu traheid genişliği oranı (TBIOG)

Çizelge 4.54 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı (TBIOG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h_i^2	h_f^2
TBIOG	9A, 9B ve 9C	998	65,8±0,41	19,5	8,15	7,78	0,18±0,08	0,40±0,002

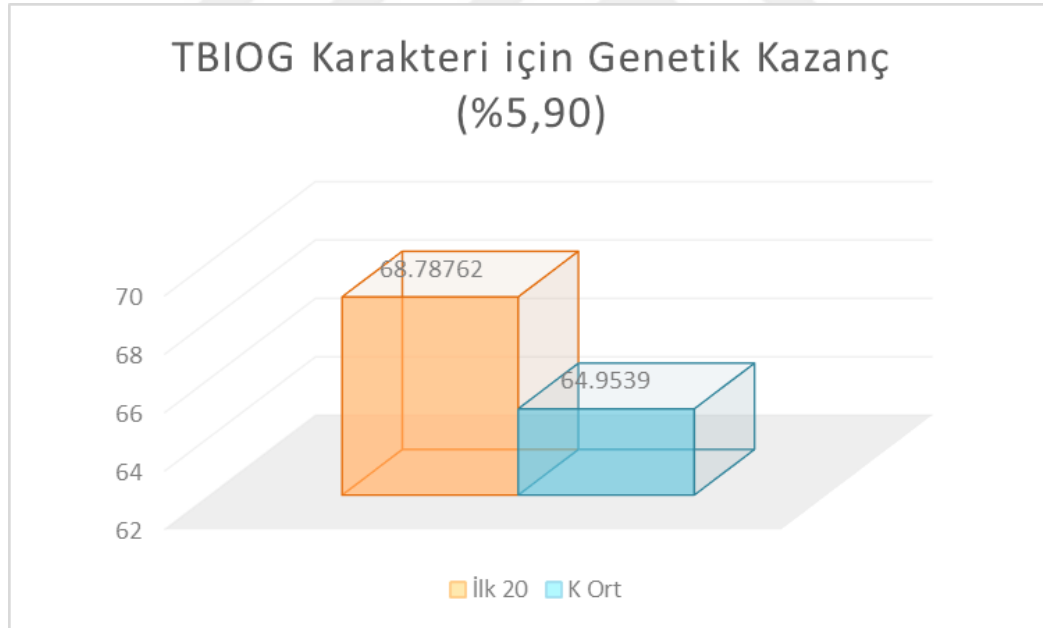
* Cv_f : fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p : parsel varyasyon katsayısı, Cv_g : genetik çeşitlilik katsayısı, h_i^2 : bireysel kalıtım derecesi, h_f^2 : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuş ve ıslah değerleri hesaplanmıştır (EK 50).

Çizelge 4.55 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı (TBIOG) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (TBIOG) (%)	
σ_t^2	39.29822	21.46
$\sigma_{b(t)}^2$	0	0.00
σ_s^2	0	0.00
σ_{ts}^2	0.21683	0.12
$\sigma_{bs(t)}^2$	0.11777	0.06
$\sigma_{f(s)}^2$	6.572	3.59
$\sigma_{ft(s)}^2$	0	0.00
$\sigma_{fbt(s)}^2$	0	0.00
σ_e^2	136.91657	74.77
σ_T^2	183.12139	100
σ_a^2	26.29	14.36

* σ_t^2 : deneme alanı varyansı, $\sigma_{b(t)}^2$: blok varyansı, σ_s^2 set varyansı, σ_{ts}^2 deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma_{bs(t)}^2$ blok set etkileşimi varyansı, $\sigma_{f(s)}^2$: aile varyansı, $\sigma_{ft(s)}^2$: aile deneme alanı etkileşimi varyansı, $\sigma_{fbt(s)}^2$: aile blok deneme alanının etkileşimi varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans, σ_T^2 : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 31)



Şekil 4.12 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı Karakteri için Genetik Kazanç Grafiği

Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre % 6 kadar kazanç sağlanmaktadır (Islah Değerleri Çizelgesi için Bkz. EK 50).

Çizelge 4.56 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı (TBIOG) Karakteri için Hesaplanan GxE Katsayıları

Özellik	Testler	Balıkesir (9A)	Bayramiç (9B)
TBIOG	9A (Balıkesir)	-	
	9B (Bayramiç)	1	-
	9C (Çınarlıdere)	1	1

Bu karakter için GxE varyansı istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (EK 31). TBIOG karakteri bakımından deneme alanları arasında genotip çevre etkileşimi bulunmadığı görülmektedir. Bu karakter bakımından yapılacak seleksiyonun, her üç deneme alanının temsil ettiği ekolojik koşullarda birbirine çok yakın performans göstereceği beklenir.

4.5.21 Traheid boyu/yaz odunu traheid genişliği oranı (TBYOG)

Çizelge 4.57 Traheid Boyu/Yaz Odunu Traheid Genişliği Oranı (TBYOG) için Tanımlayıcı Bilgiler ve Bazı Genetik Parametreler

Özellik	Testler	Parametreler*						
		Ağaç Sayısı	Ortalama	Cv_f	Cv_p	Cv_g	h^2_i	h^2_f
TBYOG	9A, 9B ve 9C	990	120,7±0,8	20,2	8,54	4,32	0,05±0,06	0,16±0,002

* Cv_f :fenotipik varyasyon katsayısı, Cv_p :parsel varyasyon katsayısı, Cv_g :genetik çeşitlilik katsayısı, h^2_i :bireysel kalıtım derecesi, h^2_f : aile ortalamaları kalıtım derecesi

Bu karakter bakımından aileler arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmadığı için ıslah değerleri tahmin edilmemiştir. Aynı nedenle GxE katsayılarının da hesaplanmasına gerek görülmemiştir. Varyans bileşenleri, aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir.

Çizelge 4.58 Traheid Boyu/ Yaz Odunu Traheid Genişliği Oranı (TBYOG) Karakteri için Tahmin Edilen Varyans Bileşenleri

Parametreler*	Varyans bileşenleri (TBYOG) (%)	
σ_t^2	126.3188	19.79
$\sigma_{b(t)}^2$	0	0.00
σ_s^2	0	0.00
σ_{ts}^2	0	0.00
$\sigma_{bs(t)}^2$	4.32397	0.68
$\sigma_{f(s)}^2$	6.79412	1.06
$\sigma_{ft(s)}^2$	0	0.00
$\sigma_{fbt(s)}^2$	0	0.00
σ_e^2	500.99643	78.47
σ_T^2	638.43332	100
σ_a^2	27.1765	4.26

* σ_t^2 : deneme alanı varyansı, $\sigma_{b(t)}^2$: blok varyansı, σ_s^2 : set varyansı, σ_{ts}^2 : deneme alanı set etkileşimi varyansı, $\sigma_{bs(t)}^2$: blok set etkileşimi varyansı, $\sigma_{f(s)}^2$: aile varyansı, $\sigma_{ft(s)}^2$: aile deneme alanı etkileşimi varyansı, $\sigma_{fbt(s)}^2$: aile blok deneme alanının etkileşimi varyansı, σ_e^2 : hata varyansı, σ_a^2 : eklemeli genetik varyans, σ_T^2 : toplam varyans Varyans Analizi Çizelgesi için (Bkz. EK 32)

Çalışılan bütün karakterlere ilişkin olarak hesaplanan genetik kazançlar ile elde edilen genetik parametre değerleri aşağıdaki çizelgede topluca gösterilmektedir.

Çizelge 4.59 Çalışılan Karakterler için G.K., GxE ve Genetik Parametre Değerleri

		G.K. %	h ² i	h ² f	CVf	CVp	CVg	Corr g g	G x E
1	HA	7,96022	0,47	0,66	7,46	3,11	5,05	0,803923	☑
2	IOTG	10,16114	0,28	0,50	11,3	4,65	5,77	0,72178	☑
3	IOLG	15,31667	0,3	0,49	15,8	6,54	8,38	0,736767	?
4	ÇAP ¹	10,35	0,14	0,49	24,2	5,23	9,49	0,7462	☑
5	BOY ¹	10,01	0,19	0,47	17,93	4,16	7,05	0,7422	☑
6	OTG	8,107265	0,24	0,46	9,5	3,81	4,31	0,676046	☑
7	OLG	11,44842	0,2	0,42	14,3	6,16	6,27	0,670028	?
8	TBIOG	5,902217	0,18	0,40	19,5	8,15	7,78	0,5799	☑
9	GD ¹	16,68	0,09	0,37	35,92	-	7,47	0,7684	☑
10	TBOG ³	-	0,13	0,31	18,7	7,81	6,13	0,495425	-
11	TB	2,903401	0,11	0,30	20,5	7,84	5,93	0,354134	☑
12	FO ³	-	0,09	0,25	19,4	8,23	5,58	0,431641	-
13	TIOC ³	-	0,07	0,21	14,7	6,14	3,72	0,311453	-
14	TBYOG ³	-	0,05	0,16	20,2	8,54	4,32	0,299799	-
15	YOTG	3,126977	0,06	0,15	11,4	4,69	2,51	0,45925	☑
16	OCK	2,233544	0,04	0,08	11	5,21	2	0,469986	? ?
17	RK	0,004061	0,03	0,08	10,2	4,48	1,7	0,498786	? ?
18	EK	2,544928	0,03	0,08	8,31	3,58	1,45	0,519347	? ?
19	YOCK ³	-	0,02	0,05	13,9	5,5	1,63	0,386661	-
20	RO	4,228946	0,02	0,04	17,56	7,72	2,21	0,462866	? ?
21	IY ³	-	0	0	13,35	5,44	0	-	-
22	IOCK ³	-	0	0	12,8	5,16	-	-	-
23	TE ²	-	-	-	32,8	-	-	-	-
24	YOLG ²	-	-	-	28,3	-	-	-	-
25	RTIO ²	-	-	-	14,8	-	-	-	-
26	IYOL ²	-	-	-	32,3	-	-	-	-

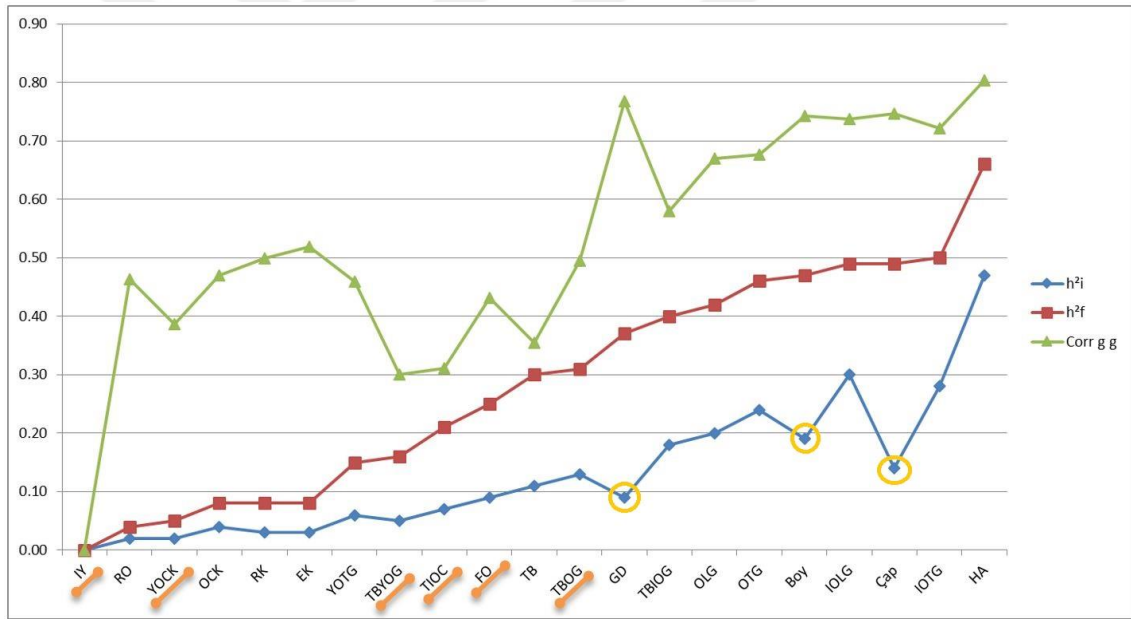
¹Çap, boy ve gövde düzgünlüğü karakterlerine ait değerler, denemelerde bulunan bütün bireylere ait (~13.000 adet) veri seti kullanılarak hazırlanan ortak çalışmadan (Alan vd. 2016) alınmıştır.

²Analizde kullanılan istatistik model, TE, YOLG, RTIO ve IYOL karakterlerine ait veri setleri için anlamlı çıkmamıştır.

³Yapılan analizlerde, bu karakterler için aileler arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

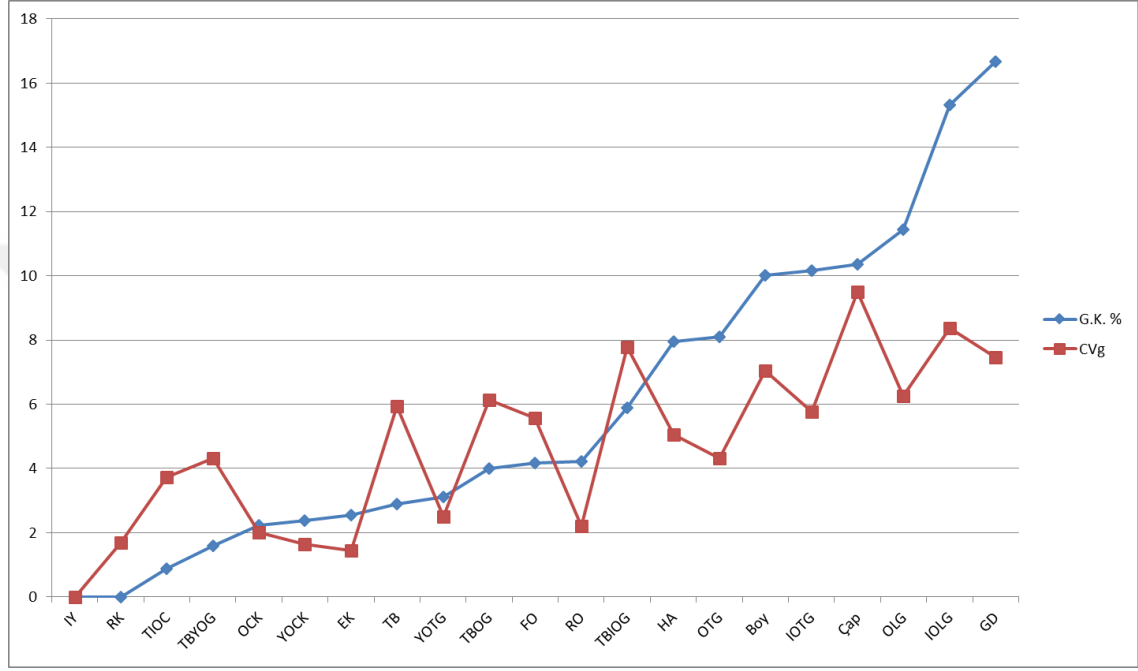
Aile ortalamaları kalıtım derecelerine göre karakterlerin küçükten büyüğe sıralamasında, odun anatomisi karakterlerine ait bireysel kalıtım derecelerinin de aile ortalamaları kalıtım dereceleriyle uyumlu biçimde arttığı görülmektedir. Ağaçların büyümeye ilişkin karakterleri olan gövde düzgünlüğü, boy ve çapa ait bireysel kalıtım derecelerinin, grafiğin genel seyrine göre biraz fazla düşük oldukları görülmektedir. Bu durum, bu karakterler için daha fazla birey sayısı bulunması ile bir çelişki oluşturmaktadır. Zira daha fazla birey sayısı, o karakter için daha düşük fenotipik varyans ve dolayısıyla daha yüksek kalıtım derecesi anlamına gelmektedir (Litell vd. 2000).



Şekil 5.1 İslah Değerleri Arasındaki Korelasyonlar ile Kalıtım Dereceleri Diyagramı

Yapılan varyans analizlerinde, aileler arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık bulunmamasıyla birlikte kullanılan istatistik modelin veri setiyle uyumlu bulunduğu karakterler, altları turuncu renkle çizili olarak belirtilmiştir. Bu karakterlerden iki tanesinin (IY ve YOÇK) kalıtım derecelerinin en düşükler arasında olmasına karşın diğer dördünün (TBYOG, TIOC, FO ve TBOG) ortalarda bulunduğu görülmektedir.

İdare süresi sonunda ulaşılabileceği varsayılan gerçek ıslah değerleri ile tahmin edilen ıslah değerleri ile arasındaki korelasyon değerlerinin, HA karakteri için en büyük değeri aldığı, bunu sırasıyla GD, Çap, Boy, IOLG ve IOTG karakterlerinin izledikleri görülmektedir.



Şekil 5.2 Genetik Kazanç ve Genetik Varyasyon Katsayıları Diyagramı

Islah değerleri en yüksek yirmi bireyin seçilmesiyle, tohum kaynağı olarak kullanılan standart popülasyona göre en fazla genetik kazancın gövde düzgünlüğü karakterinde elde edilebileceği görülmektedir. Bu karakteri IOLG, OLG, Çap, IOTG, Boy, OTG ve HA karakterleri izlemektedir. Genetik çeşitliliğin bir ölçüsü olarak da değerlendirilebilen genetik varyasyon katsayısı bakımından en yüksek değeri Çap karakterinin aldığı; bunu IOLG, TBIOG, GD, Boy ve OLG karakterlerinin izlediği görülmektedir.

Öztürk vd. (2008) Akdeniz Bölgesi alçak zon Kızılçam döl denemesinde yapmış oldukları çalışmada, sekiz yaşındaki bireylere ait ortalama hacim ağırlık değeri 0,438 g/cm³ olarak bulunmuştur. Yine aynı çalışmada bu karakter için aile ortalamaları kalıtım derecesini (0,58±0,05), bireysel kalıtım derecesini (0,42±0,08) olarak tahmin

etmişlerdir. Shelbourne vd. (1997), çamların odun yoğunluğuna ilişkin olarak bulunan bireysel kalıtım derecelerinin 0,40 – 0,80 arasında olduğunu belirtmektedir. Kızılcım odun yoğunluğuna ilişkin yapılan diğer çalışmalarda da odun yoğunluğu 0,44 g/cm³ (Öktem 1996), 0,47 g/cm³ (Öktem ve Sözen 1996) olarak belirtilmektedir. Bu çalışmada genç odundan elde edilen hacim ağırlık değeri ve kalıtım derecelerinin literatürle uyumlu ve bir miktar yüksek olduğu görülmektedir.

Odun özelliklerinin büyük çoğunluğunun aralarındaki korelasyonların genellikle zayıf olduğu ya da aralarında hiç korelasyon bulunmadığı belirtilmektedir. Bununla birlikte bazı karakterler arasında güçlü ilişkiler bulunabilmektedir. Buna örnek olarak özgül ağırlığı yüksek olan ağaçların alfa selüloz içeriklerinin de en yüksek düzeyde bulunuşu gösterilmektedir (Zobel ve Jett 1995). *Pinus taeda*'da olası bütün traheid karakterlerinin kombinasyonu arasında korelasyon bulunamamıştır (Zobel vd. 1962). *Pseudotsuga menziessii*'de yapılan bir çalışmada özgül ağırlık, traheid boyu ve büyüme hızı arasında tutarlı bir ilişki bulunamamıştır (McKimmy ve Nicholas 1971). Hızlı büyüyen ağaçların daha uzun ya da daha kısa traheidlere sahip olacağına ilişkin bir genelleme yapmak olanaklı değildir (Zobel vd. 1969, Stairs vd. 1966). Odunun özgül ağırlığı ile çeper kalınlığı, lümen çapı, traheid genişliği ve teğet kesitte traheid genişliği karakterleri arasında zayıf korelasyon bulunduğu belirtilmektedir (Goggans 1964). Açık tohumlu ağaçlarda genel olarak çeper kalınlığı ile odun yoğunluğu arasında güçlü korelasyon bulunduğu (Larson 1973), özgül ağırlık ile basınç odunu oluşumu arasında pozitif yönlü bir korelasyon bulunduğu belirtilmektedir (Timell 1986).

Basınç odunu oluşumu bir istisna olarak kabul edildiğinde odun özgül ağırlığı ile gövde düzgünlüğü arasında *Pinus oocarpa*'da bir korelasyon bulunamamıştır (Lima 1987). *Pinus elliottii*'de, gövde düzgünlüğünde sağlanan genetik ilerlemenin diğer odun özelliklerine herhangi bir olumsuz etkisi bulunmamaktadır nitekim, gövde düzgünlüğü ve basınç odunu arasında da korelasyon bulunamamıştır; (Allen 1977, Allen 1985). Bunun yanı sıra *Pinus taeda*'da odun özgül ağırlığı arttıkça gövde formunda iyileşme olduğu da belirtilmektedir (Van Buijtenen 1965).

Picea abies'te yapılan bir çalışmada odun yoğunluğu ve büyüme hızı arasında güçlü negatif yönlü ($r = -0,87$) bir ilişki bulunmuştur (Stairs 1969). *Pinus nigra*'da hızlı

büyümenin yüksek odun yoğunluğu ile pozitif ilişkili olduğu belirtilmektedir (Rendle ve Phillips 1958); *Pinus ponderosa*'da da benzer bir sonuca ulaşılmıştır (McKimmy ve King 1978). *Pinus radiata*'da odun yoğunluğu ile büyüme arasında bir korelasyon bulunamamış ya da zayıf korelasyon bulunmuştur (Nicholls vd. 1980, Bannister ve Vine 1981, Cown vd. 1991). Bir başka çalışmada *Pinus radiata*'nın odun yoğunluğunun çapla negatif boyla pozitif fenotipik ve genetik korelasyonu olduğu belirtilmektedir (Burdon ve Low 1992). Yine *Pinus radiata*'da yapılan bir çalışmada, odun yoğunluğunun büyüme hızıyla negatif korelasyonunun sıklıkla görülebildiği belirtilmektedir (Burdon ve Young 1991). *Pinus sylvestris*'te odun yoğunluğunun hacimle negatif korelasyonu olduğu (Velling 1974), *Pinus taeda*'da odun yoğunluğu ile büyüme arasında zayıf korelasyon olduğu ya da hiç korelasyon bulunmadığını belirten çalışmaların (Zobel 1956, Geyer ve Gilmore 1965, Zobel vd. 1969, Bridgwater vd. 1983, Syzmanski 1991) yanı sıra bu iki karakter arasında güçlü negatif korelasyon olduğunu belirten çalışmalar da (Byram ve Lowe 1988, Loo-Dinkins vd. 1984, McKinley vd. 1982) bulunmaktadır.

Çap ve boy karakterlerine ait farklı yıllara ait veri setleri arasındaki genetik korelasyonlar, 0,59 – 0,94 arasında değerler almıştır. Onikinci yaşa ait çap ve boy arasındaki korelasyon oldukça düşük (0,48) bulunmuştur. Bu düşük oran, ağaçların büyümeleri nedeniyle artık çok sıkışık olmalarından kaynaklanan çap gelişiminin yeterince gerçekleştirilememesinin bir sonucu olabilir (Alan vd. 2016). Ege bölgesi alçak ıslah zonu Kızılcım döl denemeleri için yapılan bir çalışmada onaltıncı yaş çap – boy genetik korelasyonu (0,92), onikinci yaş çap – boy genetik korelasyonu (0,97) olarak bulunmuştur (Özyalçın 2016). Işık vd (1999) yaptığı bir çalışmada, kızılçam için onüçüncü yaşta çap ve boy arasındaki genetik korelasyon (0,89) olarak belirtilmektedir.

Islah programlarında en uygun seçim (*selection*) yaşının belirlenmesi için genetik korelasyon değerleri yol gösterici olmaktadır. En iyi bireyler ne kadar erken yaşta seçilebilirse, ıslah programı da hız kazanabilmektedir (Atwood ve ark., 2002). Onikinci yaşta en iyi gelişim gösterebilen bireyleri en yüksek isabetle sekizinci yaş çap değerlerine bakarak bulabileceğimiz görülmektedir. Dördüncü yaşa ait boy değerlerine göre yapılacak bir seçimin onikinci yaşta da geçerli olabilme oranı %67 olarak görülmektedir.

		FENOTİPİK KORELASYON																									
		IOTG	YOTG	TB	IOCK	YOCK	IY	TIOC	IOLG	OTG	TBIOG	TBYOG	TBOG	HA	OLG	EK	OCK	RK	RO	FO	BY4	BY8	CP8	BY12	CP12	GD	
GENETİK KORELASYON	IOTG	1	0.237 <.0001	0.2421 <.0001	0.2943 <.0001	0.2674 <.0001	-0.001 0.983	0.1567 0.003	0.9359 <.0001	0.9028 <.0001	-0.331 <.0001	0.089 0.0937	-0.193 0.0002	-0.12 0.0241	0.7842 <.0001	0.4126 <.0001	0.3114 <.0001	-0.46 <.0001	-0.447 <.0001	0.0676 0.2031	0.1614 0.0023	0.2282 <.0001	0.2524 <.0001	0.2297 <.0001	0.2877 <.0001	0.085 0.1094	
	YOTG	0.20	1	0.1665 0.0016	0.1036 0.0508	0.3549 <.0001	-0.258 0.0388	0.1096 0.0388	0.2092 <.0001	0.6318 <.0001	0.0245 0.6456	-0.388 <.0001	-0.139 0.0088	-0.111 0.0361	0.5218 <.0001	0.2351 <.0001	0.2933 <.0001	-0.243 <.0001	-0.238 <.0001	0.0138 0.7955	0.0997 0.0603	0.1447 0.0062	0.122 0.0213	0.1618 0.0022	0.1759 0.0009	0.0066 0.9008	
	TB	0.01	0.58	1	0.218 <.0001	0.1021 0.0543	0.098 0.0648	0.2963 <.0001	0.1718 0.0011	0.2668 <.0001	0.8284 <.0001	0.8366 <.0001	0.8793 <.0001	-0.085 0.1081	0.1841 0.0005	0.0486 0.3607	0.2489 <.0001	0.0065 0.9029	-0.026 0.6236	0.8485 <.0001	0.1297 0.0143	0.1564 0.0031	0.1572 0.0029	0.138 0.0091	0.1524 0.0004	0.1173 0.0269	
	IOCK	*	*	*	1	0.4874 <.0001	0.4332 <.0001	0.3142 <.0001	-0.061 0.2498	0.2806 <.0001	0.0456 0.1463	0.1463 0.0057	0.0842 0.1128	-0.024 0.6534	-0.169 0.0013	-0.594 <.0001	0.704 <.0001	0.4371 <.0001	0.5123 <.0001	-0.172 0.0011	0.1997 0.0001	0.1714 0.0012	0.1422 0.0072	0.1659 0.0017	0.1475 0.0053	0.0823 0.121	
	YOCK	*	*	*	-0.58	1	-0.563 <.0001	0.2457 <.0001	0.0992 0.0614	0.3704 <.0001	-0.054 0.3086	-0.093 0.0798	-0.076 0.1534	0.0333 0.531	-0.096 0.071	-0.554 <.0001	0.8525 <.0001	0.496 <.0001	0.5282 <.0001	-0.353 <.0001	0.2382 <.0001	0.3042 <.0001	0.2359 <.0001	0.2551 <.0001	0.236 <.0001	0.1237 0.0195	
	IY	*	*	*	-0.68	0.22	1	0.0532 0.3167	-0.16 0.0024	-0.115 0.0301	0.0989 0.0624	0.2277 <.0001	0.1555 0.0033	-0.069 0.1962	-0.059 0.267	0.0135 0.7999	-0.208 <.0001	-0.096 0.0702	-0.062 0.2449	0.1987 0.0002	-0.047 0.3723	-0.143 0.007	-0.101 0.0562	-0.1 0.0596	-0.097 0.0683	-0.064 0.2283	
	TIOC	0.78	0.39	0.60	*	*	*	1	0.048 0.3666	0.1735 0.001	0.1953 <.0001	0.2201 <.0001	0.217 <.0001	-0.009 0.8667	0.006 0.9108	-0.167 0.0016	0.6653 <.0001	0.4828 <.0001	0.3519 <.0001	-0.064 0.2294	0.1598 0.0025	0.2125 <.0001	0.1893 0.0003	0.1995 0.0002	0.2697 <.0001	0.0653 0.2189	
	IOLG	*	0.18	0.19	*	*	*	0.78	1	0.8394 <.0001	-0.363 0.4687	0.0385 <.0001	-0.233 <.0001	-0.116 0.0282	0.8815 <.0001	0.65 0.2167	0.0656 <.0001	-0.641 <.0001	-0.656 0.0118	0.1334 0.0738	0.0949 0.0009	0.175 <.0001	0.2109 0.0007	0.179 0.0007	0.2462 <.0001	0.0576 0.2787	
	OTG	0.97	0.42	0.16	*	*	*	0.82	0.99	1	-0.253 0.0578	-0.216 <.0001	-0.144 0.0064	0.8568 <.0001	-0.149 0.0064	0.266 <.0001	-0.189 0.0003	0.0628 0.2371	0.268 <.0001	0.2303 0.0001	0.7848 0.2588	0.033 0.0011	0.0178 <.0001	0.0099 <.0001	-0.002 <.0001	-0.019 0.0001	0.0689 0.1872
	TBIOG	-0.73	0.31	0.68	*	*	*	-0.14	-0.62	-0.59	1	0.7615 0.9676	-0.024 <.0001	-0.266 0.6583	-0.189 <.0001	0.0628 0.0003	0.268 0.2371	0.2303 0.0001	0.7848 0.2588	0.033 0.0011	0.0178 <.0001	0.0099 <.0001	-0.002 <.0001	-0.019 0.0001	0.0689 0.1872	0.1946	
	TBYOG	-0.05	0.16	0.90	*	*	*	0.54	0.16	0.00	0.63	1	0.899 0.53	-0.033 0.0238	-0.12 0.0877	-0.091 0.1477	0.1486 0.0049	0.0769 0.0301	0.115 0.0001	0.7792 0.2259	0.0643 0.1762	0.074 0.1634	0.0426 0.4228	0.0388 0.4653	0.111 0.0363		
	TBOG	-0.60	0.29	0.79	*	*	*	0.02	-0.45	-0.48	0.98	0.78	1	-0.025 0.633	-0.23 0.0001	-0.164 0.002	0.0693 0.0001	0.2405 0.0001	0.2015 0.0001	0.829 0.372	0.0475 0.4686	0.829 0.5033	0.0475 0.8136	0.014 0.9791	0.0897 0.091		
	HA	-0.62	0.31	0.14	*	*	*	-0.25	-0.74	-0.49	0.53	0.01	0.42	1	-0.159 0.0027	-0.132 0.8333	0.0103 0.8464	0.1383 0.009	0.1388 0.0087	-0.097 0.0685	-0.003 0.9529	-0.07 0.1857	-0.088 0.0963	-0.086 0.1065	-0.021 0.6963	-0.065 0.2233	
	OLG	*	0.52	0.51	*	*	*	0.86	0.97	*	-0.38	0.36	-0.22	-0.61	1	0.8333 <.0001	-0.102 0.0551	-0.81 <.0001	-0.831 <.0001	0.2377 0.4267	0.0423 0.0448	0.1064 0.005	0.1485 0.0111	0.1344 0.0001	0.2023 0.8903	0.0073 0.0733	
	EK	*	*	*	*	*	*	-0.62	*	*	*	*	*	*	*	1	-0.573 <.0001	-0.912 <.0001	-0.967 <.0001	0.3591 0.0325	-0.113 0.1439	-0.078 0.7714	-0.015 0.5282	-0.034 0.5146	0.0347 0.1262	-0.065 0.0172	
	OCK	*	0.60	-0.77	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-0.81	*	*	1	0.6302 <.0001	0.614 <.0001	-0.291 <.0001	0.269 0.3245	0.1064 0.0001	0.1485 0.0001	0.1344 0.0001	0.2023 0.0172	
	RK	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	0.9786 <.0001	-0.333 <.0001	0.1182 0.0257	0.1101 0.0378	0.0458 0.2454	0.0617 0.6296	0.0644 0.2254	
	RO	*	*	*	*	*	0.71	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	-0.356 <.0001	0.1184 0.0255	0.0978 0.0653	0.0324 0.5424	0.049 0.3562	-0.007 0.8887	0.0651 0.2206
	FO	-0.32	0.46	1.00	*	*	*	0.15	-0.23	-0.18	0.93	0.96	*	0.25	-0.04	*	-0.78	*	*	1	-0.024 0.6531	-0.021 0.6987	0.0096 0.8569	-0.024 0.6511	-0.013 0.8123	0.0477 0.3698	
	BY4	-0.64	0.84	0.19	*	*	*	-0.11	-0.70	-0.39	0.55	-0.18	0.38	-0.05	-0.27	*	*	*	*	0.45	1	0.6541 0.0001	0.682 0.0001	0.5455 0.0001	0.5996 0.0001	0.0223 0.6749	
	BY8	-0.53	0.02	0.18	*	*	*	-0.07	-0.49	-0.49	0.47	0.26	0.44	0.21	-0.23	*	*	*	*	0.59	0.73	1	0.8063 0.0001	0.7706 0.0001	0.7301 0.0001	0.2067 0.0001	
	CP8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	0.6268 0.0001	0.7808 0.0001	0.1143 0.0311	
	BY12	*	-0.54	-0.11	*	*	*	-0.55	*	*	0.72	0.18	0.62	0.58	-0.92	*	*	*	*	0.54	0.21	0.98	*	1	0.6739 0.0001	0.2716 0.0001	
	CP12	*	-0.45	-0.57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-0.45	*	*	*	1	0.1218 0.0215	
	GD	0.53	-0.46	0.36	*	*	*	-0.09	0.56	0.37	-0.09	0.69	0.13	-0.09	0.51	*	-0.42	*	*	0.30	-0.48	-0.78	*	-0.18	0.99	1	

Şekil 5.3. Karakterler Arasındaki Fenotipik ve Genetik Korelasyonlar Matrisi

* Genetik Korelasyon Hesaplanmadı.

Karakterler arasındaki korelasyonlar matrisinin oluşturulmasında, odun anatomisi karakterlerinin birbirleri ve çap, boy gövde düzgünlüğü karakterleri ile aralarındaki ilişki derecesi ortaya konmak istenmiştir. Bu nedenle korelasyon matrisinin oluşturulmasında, çap, boy ve GD karakterleri için de anatomik veri alınan bireylere ait veri seti kullanılmıştır. Bu karakterlerin kendi aralarındaki korelasyon değerleri, denemelerde bulunan bütün ağaçların verisi kullanılarak elde edilen değerlerden farklılık göstermektedir.

Şekil 5.3'te gösterilen korelasyon matrisi incelendiğinde farklı yaşlara ait çap, boy ve gövde düzgünlüğü gibi makroskobik olarak ölçülebilen karakterler ile mikroskobik karakterler arasında genel olarak, istatistik bakımdan anlamlı olmayan ya da anlamlı olmakla birlikte düşük düzeyde fenotipik ve genetik korelasyon olduğu görülmektedir. Bu genel duruma istisnaların başında dördüncü yaş boy karakteri ile yaz odunu traheid genişliğinin (YOTG) yüksek düzeyde pozitif yönlü korelasyonu (0,84) gelmektedir. Yine aynı karakterin, ilkbahar odunu traheid genişliği (IOTG), ilkbahar odunu lümen genişliği (IOLG), Traheid Boyu /İlkbahar Odunu Traheid Genişliği (TBIOG) karakterleriyle orta düzeyde negatif yönlü genetik korelasyonu bulunduğu görülmektedir. Onikinci yaş boy karakteri ile Traheid Boyu /İlkbahar Odunu Traheid Genişliği (TBIOG) karakterleriyle yüksek düzeyde sayılabilecek (0,72) pozitif yönlü genetik korelasyonu, Ortalama Lümen Genişliği (OLG) karakteri ile ise yüksek düzeyde negatif yönlü (-0,92) genetik korelasyonu bulunduğu görülmektedir.

Korelasyon matrisi bu yönüyle incelendiğinde, onikinci yaş boy karakteri ile odun anatomik karakterleri arasındaki yüksek değerler özellikle önem taşımaktadır. Oniki yaş, dört yaşa göre ağaçların idare süresine çok daha yakın olması nedeniyle de asıl odaklanılması gereken yaştır. Elde edilen bulgulara göre odun anatomik karakterleri ile en yüksek genetik korelasyon değerlerinin onikinci yaş boy karakteri arasında olması, boy büyümesi bakımından yeni bir seleksiyon ölçütü bulunabilmesi bakımından umutlandırıcı bir durumdur. Bu konuda daha kesin sonuçlar elde edebilmek üzere, denemelerdeki ağaçların tohumlarının toplandığı üstün ağaçlar ormanda yeniden bulunarak, bu yaşlı ağaçlardan alınacak odun örnekleri ile araştırmalar derinleştirilebilir. Bu araştırmalarda, özellikle OLG karakteri bakımından bir seleksiyon yapılmış olsaydı, bunun döllerin büyüme karakterlerine ne yönde etki etmiş olabileceği sorgulanarak,

OLG karakterinin de fenotipik seçim ölçütlerinden biri olup olamayacağı da ortaya konulabilir. Zira bu araştırmada elde edilen bulguların, onüç yaşındaki ağaçların göğüs yüksekliğindeki gövde parçalarından sağlandığı hatırd tutulmalıdır.

Genetik parametre ve ıslah değerleri tahminlerinin yapıldığı yirmi karakter değerlendirildiğinde, tüm karakterler için bireysel kalıtım derecelerinin aile ortalamaları kalıtım derecelerinden belirgin ölçüde düşük olduğu görülmektedir. Bu anlamda, incelenen tüm karakterler için aile seleksiyonunun uygun olduğu söylenebilir. Tahmin edilen aile ortalamaları kalıtım dereceleri ($h_f^2 = 0 - 0,66$) arasında değişiklik göstermektedir. Odun anatomik verilerinin, denemelerin bütünü ile karşılaştırıldığında görel olarak oldukça az sayıdaki bireyden elde edildiği göz önünde bulundurulduğunda bile, kalıtım derecesi en yüksek tahmin edilen ilk iki karakterin anatomik karakter olması oldukça dikkat çekici bulunmaktadır.

Üçüncü ve beşinci sırada çap ve boy karakterleri gelmektedir. Çap ve boy karakterleri için yapılan kalıtım derecesi tahmini için denemelerdeki tüm bireylere ait veriler kullanılmıştır. Bu da anatomik veri için kullanılan birey sayısının yaklaşık olarak oniki katına denk gelmektedir. Çap ve boy karakteri bakımlarından her bir aileyi temsil eden birey sayısının, anatomik veri setiyle karşılaştırıldığında çok fazla oluşu, çap ve boy karakterleri için fenotipik varyans değerini küçülterek, tüm diğer koşulların aynı olduğu varsayılması durumunda, kalıtım derecesinin de görel olarak daha yüksek tahminine yol açmış olabilir. Bu mantıkla hareket edildiğinde, anatomik veri ölçümünün 1040 değil de söz gelimi 5000 ağaçta yapılması durumunda, bu anatomik karakterler için tahmin edilecek kalıtım derecelerinin bu çalışmada tahmin edilenlerden daha da yüksek olacağı söylenebilir.

Parsel varyasyon katsayılarının 8,54 ile 3,11 arasında değiştiği görülmektedir. Araştırmaya konu denemeler için aynı aileye ait dört adet bireyin dikilmiş olduğu alanı ifade eden parsel içindeki heterojenliğin kontrol edilebilir düzeyde olduğu söylenebilir. *P. taeda* için yapılan bir çalışmada bu değer %10 olarak kabul edildiği belirtilmektedir (Öztürk vd. 2004). Bir başka çalışmada, parsel varyasyon katsayısının %8' in altında olmasının, parselden kaynaklanan çevresel varyansın denetimi bakımından kabul edilebilir olduğu belirtilmektedir (McKeand ve Bridgwater 1995).

Yine aynı çalışmada, parsel varyasyon katsayısıyla kalıtım derecesi arasında negatif korelasyon bulunduğu belirtilmektedir; bununla birlikte bu çalışmada böyle bir bulguya ulaşılmamıştır.

Genetik varyasyon katsayıları 1,45 ile 9,49 arasında değer almıştır. Genetik varyasyon katsayısı, genetik çeşitliliğin bir göstergesidir. Her bir deneme alanı için ve tüm alanların birlikte analizinde bu katsayının %15'ten küçük olduğu görülmektedir; bu durum, orman ağaçlarında genetik çeşitlilik katsayısının %15'ten küçük olduğunu belirten Cornelius (1994)'un bulgusuyla uyumludur.

Hacim ağırlık karakteri, yaz odunu oranı, çeper kalınlığı, hücre boyutu vb. özelliklerin bir bileşkesi olarak ortaya çıkmaktadır. Böyle bir karmaşıklık barındırmasına karşın genetik olarak yalın ve tek bir karakter özelliği göstermektedir (Zobel ve Jett 1995). Bu konuda yapılan çalışmalar (Loo vd. 1984, Birks ve Barnes 1991, Cornelius 1994, Barnes vd. 1994) göstermektedir ki, bu karakter yüksek genetik kontrol altındadır. Bu çalışmanın bulguları da bu bilgiyi doğrular niteliktedir. Kalıtım derecesi ($h^2_f = 0,66$) ile ölçüm yapılan bütün karakterler arasında en yüksek tahmin edilen, hacim ağırlık karakteri olmuştur. Bu değer, sekiz yaşındaki kızılçam bireyleri üzerinde yapılan bir araştırmaya (Kaya vd. 2008) göre tahmin edilen aile ortalamaları kalıtım derecesiyle ($h^2_f = 0,58$) karşılaştırıldığında da yüksek bulunmaktadır. Odunun fiziksel ve mekaniksel direnç özelliklerine, dolayısıyla kalitesine oldukça önemli katkı sağlayan bu karakter bakımından aile seleksiyonunun başarıyla uygulanabileceği ve önemli kazançlar sağlanabileceği görülmektedir.

Hacim ağırlık ölçümleri yapılırken yaşlı ağaçlarla çalışılması durumunda, ölçüm öncesi reçine vb ekstraktif maddelerin çıkartılmasının, hatanın önüne geçilmesi bakımından önem taşıdığı belirtilmektedir (Zobel ve Jett 1995). Bu çalışmada genç ağaçlarla çalışıldığı için bu işleme gerek duyulmamıştır.

Hacim ağırlık karakterinde elde edilebilecek potansiyel kazancın hemen hemen her zaman %10'dan daha az olacağı belirtilmektedir (Zobel ve Jett 1995). Bu karakter için yapılacak seleksiyonla, ~0,44 g/cm³ olan standart ortalama değeri, ~0,47 g/cm³ ve daha da üzerine çıkarmak olanaklı olmuştur. Yüzdesel olarak bu fark ~%8 lik bir kazanç

karşılık gelmektedir. Bu değer, kızılçam özgül ağırlığına ilişkin yapılan çalışmaların bulgularına göre biraz düşük bulunmakla birlikte burada kullanılan materyalin oniki yaşında olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu değerlerin daha küçük oluşu olağan karşılanmalıdır.

Çeşitli ibreli ağaç türlerinde yapılan çalışmalar, büyüme hızı ve odun özgül ağırlığı arasında negatif yönlü korelasyon olduğunu göstermektedir (Zobel ve Jett 1995). Bu çalışmanın bulgularına göre ise kızılçamda büyüme hızı ile hacim ağırlık değeri arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamaktadır. Yanchuk ve Kiss (1992)'in *Picea glauca*'da yapmış olduğu çalışmada da odun yoğunluğu ile büyüme hızı arasında negatif yönlü orta düzeyde ($r = -0,40$) bir fenotipik korelasyon bulunmasına karşın herhangi bir genetik korelasyon bulunamamıştır.

Pinus taeda'nın odun yoğunluğu karakteri için genotip x çevre etkileşiminin çok küçük olduğu belirtilmektedir (Van Buijtenen 1978); çevre koşullarının aşırı derecede farklı olmaması durumunda odun özellikleri için genotip x çevre etkileşiminin de genellikle küçük olacağı ifade edilmektedir (Zobel ve Jett 1995). Bu çalışmayla *Pinus brutia* için de benzer biçimde genotip x çevre etkileşimi çok küçük bulunmuştur.

Zobel ve Jett'in (1995) belirttiğine göre, ibreli ağaç türlerinde odun özgül ağırlığı ve büyüme hızı ilişkileri incelendiğinde bu iki karakter arasında negatif yönlü korelasyon bulunmaktadır. Bu durum, hızlı büyüyenlerde daha geniş lümen çapı olacağı ve daha boşluklu olan odun yapısının hacim ağırlığı düşüreceği varsayımıyla tutarlıdır. Dolayısıyla bir karakter bakımından elde edilecek genetik ilerlemenin diğeri bakımından gerilemeye neden olabileceği öngörülebilir. Oysaki bu çalışmada, kızılçam için her iki karakter bakımından da ilerlemenin olanaklı olduğu ortaya konulmuştur. Hem boy büyümesi iyi, hem de hacim ağırlık değeri yüksek bireyler elde edilmesi bakımından ıslah değerleri çizelgeleri incelendiğinde, hacim ağırlık karakteri için örneklenen altmış aile arasından ilk otuza giren bireylerden onüç adedinin, boy karakteri bakımından da 158 aile arasından ilk otuz içinde olduğu görülmektedir. Bu onüç aile ile hem iyi boy büyümesi hem de yüksek hacim ağırlık değeri elde edilebilecektir. Bu kesişim kümesine yine ilk otuz aile dikkate alınarak çap ile boy kesişimi ve çap ile hacim ağırlık kesişimi de eklendiğinde toplam aile sayısı onyediye çıkmaktadır.

Çeper kalınlığının türe, yetiştirme yerine, her bir ağacın kendi özelliklerine göre geniş ölçüde değişiklik gösterebildiği belirtilmektedir (Zobel ve Jett 1995). Özgül ağırlığa en çok etki eden odun öğeleri arasında ışınsal yönde hücre genişliği ile yaz odunu traheidi çeper kalınlığı sayılmaktadır (Wimmer 1995). Bu çalışma bulgularına göre kızılçamda hacim ağırlık karakteri ile ışınsal yönde lümen genişliği ve traheid genişliği arasında orta düzeyde denilebilecek negatif yönlü bir korelasyon bulunduğu görülmektedir. Lümen genişliğinin ve dolayısıyla hücre içi boşluğun artmasıyla odun yoğunluğunun azalması zaten öngörülebilir bir durumdur. Hacim ağırlık karakteri ile yaz odunu çeper kalınlığı arasında bir ilişki bulunmamaktadır.

Benzer olarak traheid boyu, odun yoğunluğu arasındaki ilişkinin araştırıldığı birçok araştırma, farklı düzey ve yönlerde korelasyon değerlerini işaret etmektedir. Bu çalışmada ise traheid boyu ile hacim ağırlık karakteri arasında istatistik olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Hacim ağırlık karakterinden sonra en yüksek kalıtım derecesi ilkbahar odunu traheid genişliği (IOTG) karakteri için tahmin edilmiştir. Bilindiği üzere çamlarda traheid genişliği, topraktaki kullanılabilir su miktarına bağlı olarak kuraklık etkileri oluştuğunda tedrici olarak daralmakta ve sonucunda da yaz odunu traheidleri oluşmaktadır. Kuraklık koşulları devam ettikçe de traheid oluşumu durmaktadır. Bu karaktere ait ölçüm yapılırken ağacın yeşerim dönemi başlangıcında oluşturduğu ilk 20-25 traheid esas alınmıştır. Dolayısıyla henüz bahar mevsiminin başlarında ve toprakta su açığı bulunmadığı bir döneme denk gelen bu traheidlerin oluşum sürecinde, çevre faktörlerinin kalıtsal özellikleri gölgeleyemediği ve kalıtım derecesinin de bu nedenle yüksek görülebildiği değerlendirilmektedir. Bozkurt ve Erdin (2000), çamlar için traheid genişliğinin ortalama 30-45 µm arasında olması durumunda bu ağaçların orta tekstürlü olarak sınıflandırıldığını belirtmektedir. Bu çalışmada örneklenen kızılçamlar da (38,47 µm) bu sınıfa girmektedir. Traheid genişliğinin fazla olması, öz odun oluşumu sırasında geçit aspirasyonundan kaynaklanan ve öz odununun emprenye edilebilmesi güçlüğünü azaltan bir özelliktir (Ay ve Şahin 1998).

IOTG karakterinin, hacim ağırlık karakteri ile %62 negatif genetik korelasyonu bulunmaktadır. Bu durum, traheid genişliği arttıkça hücre içi boşluk artacağı ve

dolayısıyla yoğunluk azalacağı için beklentiyle uyumludur. Bunun yanı sıra dördüncü yaş boy ile negatif yönlü %64, sekizinci yaş boy ile negatif yönlü %53 ve gövde düzgünlüğü ile de yine negatif yönlü %53 genetik korelasyonu bulunmaktadır. Buna göre, boy büyümesi fazla olan, gövde düzgünlüğü daha iyi olan ağaçların ilkbahar odunu traheidleri bir miktar dar olmaktadır. Uzun boylu ağaçlar rüzgâr, kar gibi etmenlere dayanımlarının artması için traheid mukavemetini artırmaktadır. Traheid genişliğinin daralması, daha yükseğe su iletimini de kolaylaştırıcı bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

Çap, kalıtım derecesi en yüksek üçüncü karakter olmuştur. Ancak bu kalıtım derecesi, denemelerdeki bütün bireylere ait veri analiziyle tahmin edilmiş olan değerdir. Yalnız anatomik veri alınan bireylerin çap verisi ile aileler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Birey sayısının azlığının, çap ve boy karakterlerine ait ölçümler yapılırken olabilecek ölçüm hatalarının ve çevresel etkenlerden kaynaklanan istatistiksel gürültünün (*noise*), fenotipik varyansı, genetik ve çevresel bileşenlere ayırmayı güçleştirdiği görülmektedir. Çok sayıda bireyle yapılan analizde aileler arasındaki büyüme farklılıkları ve bu karakterlerin kalıtılabilirlikleri net biçimde görülürken, az sayıda bireyle bu görülememiştir.

Tüm bireylere ait veriler kullanılarak elde edilen, boy karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre boyda % 10 kadar kazanç sağlanmaktadır; çap karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda, kontrol grubuna göre çapta % 10,3 kadar kazanç sağlanmaktadır. Boy ve çap karakterleri için deneme alanlarında bulunan bütün bireylerden elde edilen verilerle hesaplanan, deneme alanları arasındaki genetik korelasyonlar genel olarak yüksek bulunmuştur (Alan vd. 2016). B tipi korelasyon değerlerinin genotip çevre etkileşiminin miktarı hakkında bilgi verdiği göz önünde bulundurulduğunda, deneme alanlarının bulunduğu ekolojik bölgelere göre ıslah zonlarında bir değişiklik ya da alt zonlama yapmaya gerek bulunmadığı görülmektedir (Burdon 1977, Johnson 1997, Bian vd. 2014). Islah programlarının küçük küçük değişik bölgelere göre değişiklik göstermesi, geniş alanlarda tek bir ıslah programı uygulamaya göre çok daha masraflı olmaktadır (Atwood vd 2002). Bu bakımdan Marmara Bölgesi Kızılcım ıslah programı alt zonlamaya gerek duyulmayan, görece ekonomik bir program olmaktadır.

Aile ortalamaları kalıtım derecesi bakımından bir sonraki karakter ilkbahar odununda lümen genişliği (IOLG) olmuştur. Bu karakter, ilkbahar odunu traheid genişliği değerinden ilkbahar odunu çift çeper kalınlığının çıkarılmasıyla türetilmiştir. Dolayısıyla bu karakterin gerek ilkbahar odunu çeper kalınlığıyla (%78) gerekse ortalama lümen genişliğiyle (%97) yüksek düzeyde pozitif genetik korelasyonu bulunmaktadır. Benzer biçimde, IOTG karakterinde olduğu gibi hacim ağırlık karakteriyle negatif yönlü (%74) genetik korelasyonu bulunmaktadır.

İlkbahar odunu traheid genişliği içinde bulunan iki ayrı bileşenden lümen genişliği ile çeper kalınlığı (IOCK) için ayrı ayrı genetik parametre tahmini yapılarak hangi bileşenin kalıtsal olarak daha fazla ayırt edici olduğu anlaşılabilmiştir. IOCK karakteri için aileler arası farklılık istatistik olarak anlamlı olmasına karşılık hem bireysel hem de aile ortalamaları kalıtım dereceleri “0” olarak tahmin edilmiştir. Buradan hareketle IOTG karakterinin kalıtım derecesinin yüksekliğinde asıl etkenin ilkbahar odunu lümen genişliği olduğu görülmektedir.

Boy, kalıtım derecesi en yüksek beşinci karakter olmuştur. Ancak bu kalıtım derecesi de çapta olduğu gibi denemelerdeki bütün bireylere ait veri analiziyle tahmin edilmiş olan değerdir. Yalnız anatomik veri alınan bireylerin boy verisi ile aileler arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu veri seti ile tahmin edilen kalıtım dereceleri doğal olarak büyük veri setiyle elde edilene göre oldukça düşük kalmıştır. Bu noktada, deneme alanlarının tek tek analizlerinde elde edilen kalıtım derecelerinin *biased* (etkilenmiş) olduğunu da hatırlamak gereklidir. Çünkü tek tek analizlerde kalıtım derecesi içinde genotip x çevre etkileşimi de saklı halde bulunmaktadır (White vd. 2007). Birden çok deneme alanına ait veri analizinde modele deneme alanı etkisi de eklenmekte, aile varyansının yanı sıra deneme alanı – aile etkileşimi de tahmin edildiğinden aile varyansı daha net biçimde ortaya konulabilmektedir.

Bir sonraki karakter olan ortalama traheid genişliği (OTG), ilkbahar odunu traheid genişliği (IOTG) ile yaz odunu traheid genişliği (YOTG) değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak türetilmiştir. YOTG karakterinin kalıtım derecesi oldukça düşük olduğundan, OTG karakterine ait kalıtım derecesinde büyük oranda IOTG karakterinin etkisinin olduğu değerlendirilmektedir. OTG karakterinin sekizinci yaş boy karakteri ile

negatif yönlü %49 düzeyinde genetik korelasyonu bulunmaktadır. Bu bulgu da IOTG nin yine aynı karakterle benzer düzeydeki negatif korelasyonu ile uyumlu bulunmaktadır. Zhu ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, traheid ışımsal genişliği ve traheid teğetsel genişliğinin yıllık ortalama büyüme oranı ve ortalama traheid uzunluğu azaldıkça, ortalama yıllık halka genişliğinin de azaldığı belirtilmektedir. Bu çalışmada, ölçümler olabildiğince en son yıllık halka üzerindeki odun elemanları üzerinde yapılmıştır ve bu yönde bir sorgulama yapılmamıştır.

Ortalama lümen genişliği (OLG) karakteri, ilkbahar odunu lümen genişliği (IOLG) ile yaz odunu lümen genişliğinin (YOLG) aritmetik ortalaması alınarak türetilmiştir. Bu veri seti, her bir bireye ait ilkbahar odunu ortalama lümen genişliği (IOLG) ile yaz odunu ortalama lümen genişliği (YOLG) ortalamaları hesaplanarak türetilmiştir. IOLG için tahmin edilen yüksek kalıtım dereceleri ($h^2_i=0,30$; $h^2_f=0,49$) ile YOLG için kalıtım dereceleri tahmin edilememesi göz önünde bulundurulduğunda, bu karakter için tahmin edilen yüksek kalıtım derecelerinin aslında içerdiği IOLG değerlerinden kaynaklandığı rahatlıkla söylenebilir.

OLG karakteri ile onikinci yaş boy karakteri arasında negatif yönlü %92 düzeyinde genetik korelasyon bulunmaktadır. Boy uzadıkça lümen çapının daralması, gerek mukavemet gerekse su iletimi bakımlarından, IOTG karakteriyle de uyumlu bir bulgudur. Ancak korelasyon değerinin bu kadar yüksek olması bu karakterin seleksiyon için de kullanılabilme olasılığını ortaya çıkarmaktadır.

Traheid boyunun ilkbahar odunu traheid genişliğine oranlanmasıyla türetilen TBIOG karakterine ait kalıtım derecesinin önemli ölçüde ilkbahar odunu traheid genişliğinden etkilendiği değerlendirilmektedir. Bu karakter, traheid boyunun ortalama traheid genişliğine oranlanmasıyla elde edilen keçeleşme oranıyla (TBOG) benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla bu karakterin de odun hammaddesinden elde edilecek kâğıdın kalitesine yönelik bir gösterge olarak kullanılabilmesi değerlendirilmektedir.

Gövde düzgünlüğünün orta derecede güçlü kalıtsal özellik gösterdiği belirtilmektedir (Timell 1986; Zobel ve Jett 1995). Gövde düzgünlüğü (GD) karakteri için tahmin edilen

kalıtım derecesi de çapta ve boyda olduğu gibi denemelerdeki bütün bireylere ait veri analiziyle tahmin edilmiş olan değerdir.

Denemedeki tüm bireylere ait verilerle elde edilen sonuçlara göre kalıtım dereceleri ($h^2_i = 0,09$ ve $h^2_f = 0,37$) olarak tahmin edilmiştir; Gövde dzgnlĞu karakteri bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın seçilmesi durumunda kontrol grubuna göre % 16,7 kadar kazanç sağlanmaktadır.

(Alan vd. 2016). Yalnız anatomik veri alınan bireylerin GD verisi analiz edildiğinde aileler arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Gövde dzgnlĞu karakteri bakımından anatomik veri alınan bireylerden elde edilen kalıtım dereceleri, büyük veri setinden elde edilene göre bir miktar düşük bulunmakla birlikte, iki veri seti arasında, kalıtım dereceleri bakımından çap ve boy karakterlerinde gözlenen kadar büyük bir fark ortaya çıkmamıştır.

Keçeleşme oranı olarak bilinen, traheid boyunun ortalama traheid genişliğine oranı (TBOG) karakteri, özellikle kâğıt üretiminde traheid morfolojisinin ne ölçüde elverişli olduğunu göstermesi nedeniyle önem taŐıtmaktadır. Bu karakter bakımından kontrol grupları dâhil incelenen tüm ailelerin ortalaması, sınır değer “70” in üzerindedir. Buna göre, araştırmaya konu materyalin tümü, yırtılma, kopma, çift katlama dirençleri bakımlarından iyi nitelikte kâğıt üretimine elveriŐlidir. Yapılan varyans analizine göre aileler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Ailelerin hepsinin bu karakter bakımından iyi nitelikte olduğu anlaşılmaktadır.

Traheid boyu için yapılan çalışmalar bu karaktere ait kalıtım derecelerinin çok düşük değer (0,01) alabildiği gibi çok yüksek değerler de alabileceğini (0,97) göstermektedir (Zobel ve Jett 1995). Traheid boyu (TB) doğrudan ya da dolaylı olarak odun kalitesini etkileyen en önemli anatomik karakterlerden birisidir. Bunun yanı sıra traheid boyu, odunun biçilmesi sırasındaki yüzey düzgünlüğünü de etkilemektedir (rs 1978). Islah uygulamalarıyla olgun odundaki traheid boyunun 1 mm kadar büyük miktarda dahi uzatılabilmesinin, son ürün üzerindeki etkisinin oldukça az olacağı ve aslında genç oduna ait kısa traheid boyunun uzatılabilmesinin özel önem taşıdığı belirtilmektedir (Zobel ve Jett 1995). Dolayısıyla bu çalışmaya ait materyalin genç odun oluşu dikkate

alındığında, elde edilen sonuçların etkisi görünenden daha fazla olabilecektir. Smith (1966) tarafından yapılan bir çalışmada, traheid boyu bakımından döl değerleri arasında anlamlı farklılıklar bulunduğu; yaz odunu traheidlerinin ilkbahar odunu traheidlerine göre daha fazla kalıtılabilir oldukları belirtilmektedir.

Bozkurt ve Erdin (2000), çamlar için traheid uzunluğunun 1,3-4,5 mm arasında olduğunu; ılıman iklimde yetişen iğne yapraklı ağaçların yaz odunu traheidlerinin ilkbahar odunu traheidlerinden %10-15 kadar daha uzun olabileceğini belirtmektedir. Kaya vd. (2008) Akdeniz Bölgesi alçak ıslah zonuna ait sekiz yaşlı Kızılcamlarda maserasyon yöntemiyle yapmış oldukları çalışmada ortalama traheid boyu 1933 µm olarak bulunmuştur. Yine aynı çalışmada traheid boyu için aile ortalamaları kalıtım derecesi ($0,59 \pm 0,08$), bireysel kalıtım derecesi ($0,42 \pm 0,12$) olarak tahmin edilmiştir.

Bu çalışmada yaz odunu traheid boyları ölçülmemiş olup ilkbahar odunu traheid boyu için de, diğer anatomik karakterlerle bir karşılaştırma yapıldığında orta düzeyde bir kalıtım derecesi bulunmuştur. Bu karaktere ait kalıtım derecelerinin, literatüre göre bir miktar düşük bulunmasının, traheid boyu ölçümünün ilkbahar odunu içinde ve teğet kesit üzerinde yapılmasıyla ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir. Bütün bireylerin aynı yıllık halkalarının aynı bölgesindeki traheidlerde ölçüm yapılması yoluyla ölçümde yeknesaklık sağlanması amaçlanmıştır. Bu yöntem, ilkbaharın başlarında, su açığı yaşanmayan bir dönemde oluşturulan traheidlerde ailesel farklılıkların yeterince gözlenememesi sonucunu doğurmuş olabilir.

F oranı ya da F faktörü olarak bilinen FO karakteri, traheid boyunun ortalama çeper kalınlığına oranlanmasıyla hesaplanmaktadır. Ortalama çeper kalınlığının hesabında üç karakter kullanılmıştır. İlkbahar odunu çeper kalınlığı hem teğet kesit üzerinde (TIOC) hem de ışınsal kesit üzerinde (IOCK) ölçüldüğünden bu ikisinin aritmetik ortalaması alınarak ilkbahar odunu ortalama çeper kalınlığı hesaplanmış, bu değerle ışınsal kesit üzerinde ölçülen yaz odunu çeper kalınlığının (YOCK) aritmetik ortalaması alınarak ortalama çeper kalınlığı hesaplanmıştır. F oranı, odun hamurundan elde edilecek kâğıdın esnekliğine ilişkin bilgi vermektedir. Bu çalışmada elde edilen F oranı, literatüre göre bir miktar düşük bulunmuştur. Bunun, çalışılan materyalin genç olması nedeniyle

traheid boyunun görelî kısa olmasından kaynaklanmış olabileceği değerlendirilmektedir.

Teğet kesit üzerinde ilkbahar odunu çeper kalınlığı (TIOC) ile traheid boyunun yaz odunu traheid genişliğine oranı (TBYOG) karakterleri bakımından aileler arasında istatistik olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Tahmin edilen ıslah değerleri kullanılarak seçilen en iyi 20 ağaç ortalamasıyla kontrol grubu ortalaması arasında da önemli bir fark bulunmamaktadır.

Yaz odunu traheid genişliği (YOTG) için tahmin edilen kalıtım derecelerinin görelî düşük oluşu, ölçüm yapılan traheidlerin yeşerim döneminin son 20-25 traheidi olması nedeniyle su kıtlığının son aşamalarının traheid genişliğinde kalıtsallığı perdelemesi olarak değerlendirilmektedir.

Elastiklik katsayısı (EK), ortalama lümen genişliğinin ortalama traheid genişliğine oranlanmasıyla elde edilen ve kâğıt üretimi bakımından direnç göstergelerinden biri olarak önem taşımaktadır. Elastiklik katsayısı arttıkça, materyalden üretilecek olan kâğıdın fiziksel nitelikleri ile direnç özellikleri de artmaktadır. Ayrıca, elastiklik katsayısının ağaç yaşıyla doğru orantılı olduğu belirtilmektedir (İstek vd. 2009). Bu karakter bakımından kalıtım derecesi de oldukça küçük tahmin edilmiştir. Yine de aileler arası farklılık anlamlı bulunmuş olup az da olsa kazanç elde edilebilecek bir seleksiyon olanağı bulunmaktadır.

Rijidite katsayısı (RK), ortalama çeper kalınlığının, ortalama traheid genişliğine oranlanmasıyla elde edilen ve kâğıdın kopma, patlama, yırtılma direncinin göstergelerinden biri olarak önem taşımaktadır. Katılık katsayısı olarak da bilinen rijidite katsayısının, iğne yapraklı ağaçlar için genellikle 10-20 arasında bir değer aldığı belirtilmektedir. Bu değer yükseldikçe üretilecek kâğıdın kopma, patlama, yırtılma dirençleri azalmaktadır (İstek vd. 2009). Bu karakter için tahmin edilen kalıtım derecesi de oldukça düşük olmuştur. Kabul edilebilir bir genetik kazanç olanağı da bulunmamaktadır.

Runkel oranı, kâğıt yapımında traheidlerin kolay ezilerek iyi bağ yapıp yapamayacağına, dolayısıyla kâğıdın direnç özelliklerinin iyi olup olmayacağına bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Bu değerin “1” den küçük olması, o materyalin ince çeperli ve geniş lümenli olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Kırcı 2000, İstek vd. 2009).

Ortalama çeper kalınlığı (OCK) ile runkel oranı (RO) karakterleri için aileler arası farklılık anlamlı bulunmakla birlikte oldukça düşük düzeyde kalıtım dereceleri tahmin edilmiştir. Her iki karakter bakımından az miktarda kazanca olanak tanıyan bir seleksiyon olanağı bulunmaktadır. Çeper kalınlığı ile traheid genişliği ve özgül ağırlık arasında yakın bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir (Zobel ve Jett 1995); ancak bu çalışmanın bulguları bu yönde değildir.

Yaz odunu çeper kalınlığı (YOCK) ile ilkbahar odunu çeper kalınlığının yaz odunu çeper kalınlığına oranlanmasıyla elde edilen (IY) karakterleri için aileler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. YOCK karakterinin kalıtım derecesi çok küçük, IY karakterininki “0” olarak tahmin edilmiştir. Her iki karakter için de bir seleksiyon ve genetik kazanç olanağı bulunmamaktadır.

Odunun yüzey sertliğinin bir göstergesi olarak değerlendirilen ve yıllık halka içindeki yaz odunu genişliğinin yıllık halka genişliğine oranı olan tekstür değeri için bir kalıtım derecesi tahmin edilememiştir. Yaz odununun yıllık halka içindeki oranının, hacim ağırlık karakterinden bile daha yüksek kalıtsallığı olduğu belirtilmesine karşın (Zobel ve Jett 1995), bu çalışmada bu yönde bir bulgu elde edilememiştir. *Pinus elliottii* için yapılan çalışmalarda bu karakter için dar anlamlı kalıtım derecesi 0,25 civarında ve odun yoğunluğu kalıtımının yarısı kadar bulunmuştur (Squillace vd. 1962; Echols ve Dorman 1962). Dar anlamlı kalıtım derecesinin, *Pinus taeda*'da 0,25 – 0,92 arasında (Goggans 1962), *Pinus radiata*'da 0,15 – 0,72 arasında (Dadswell vd. 1961; Nicholls vd. 1980) değerler alabildiği görülmektedir. Kalıtım derecesindeki bu değişkenlik ile bu çalışmada bir değer hesaplanamamış olması, yaz odunu miktarının net olarak tespit edilerek ölçülmesindeki güçlük olabilir. Zira ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş tedrici olmakta, bu nedenle traheidlerin hangi çaptan itibaren yaz odunu öğeleri olarak kabul edileceği konusu ölçmeyi zorlaştırmaktadır.

Genetik kazanç, gözlenen kantitatif karakter bakımından ıslah değeri en yüksek yirmi ağacın ortalaması ile kontrol grubunun ortalaması arasındaki farkın kontrol ortalamasına oranı olarak hesaplandığı için kazancın fazla ya da az oluşu kontrol grubunun değerlerinin ne kadar düşük ya da yüksek oluşuyla doğrudan ilgilidir. Dolayısıyla kalıtım derecesinin yüksek oluşu genetik kazancın da yüksek olacağı ya da tersi anlamına gelmemektedir. Bu anlamda, incelenen karakterler bakımından elde edilebilecek genetik kazanç düzeyleri, en düşük olan rijidite katsayısından gövde düzgünlüğüne doğru artan sırada gösterilmiştir (Şekil 5.2). Hem kalıtım derecesi hem de genetik kazanç bakımından ilk dokuz karakterin sıralamalarda ufak değişiklikler olsa da aynı karakterler olduğu dikkat çekmektedir. Bunların arasında, ilkbahar odunu lümen genişliği karakterinin seleksiyon için kullanılabilme olanakları daha fazla araştırılmalıdır.

Çapta elde edilen %10'luk genetik kazancın ekonomik olarak ne ifade ettiğine ilişkin bir fikir vermek üzere, –gövde şekil emsali değerlerinin farklı olduğu unutulmadan-Akdeniz bölgesindeki Kızılçam plantasyonları için hazırlanmış (Usta 1991) hasılat tablolarından yararlanılmıştır. Buna göre, oniki yaşında çaptaki %10 luk kazanç, birinci bonitette, 6m² potansiyel büyüme alanında, hacimde %25 artışa karşılık gelmektedir. Yine Usta'nın (1991) hasılat çalışmasından yararlanılarak, OGM üçüncü sınıf normal boy Kızılçam tomruk ortalama 2019 yılı satış fiyatı (~350 TL/m³) ve %70 verim yüzdesi üzerinden bir hesap yapıldığında yalnızca tohum kaynağı seçilerek yapılacak bir ağaçlandırmada başka ek hiçbir uygulama yapılmadan 1000 ha büyüklükte bir kızılçam ağaçlandırmasından 3.920.000 TL ek gelir elde edilebilmektedir. Bu değer, Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonunda yirmi yaşındaki kızılçamlar için ~25.000.000 TL/1000 ha olarak (Özyalçın vd. 2019) hesaplanmıştır.

Deneme alan çiftleri için hesaplanan G x E katsayıları değerlendirildiğinde, incelenen karakterlerin önemli bir bölümü bakımından genotip x çevre etkileşiminin önemsiz düzeyde olduğu görülmektedir. Orta ve yüksek düzeyde G x E etkileşimi görülen OCK, RK, EK ve RO karakterlerinin kalıtım derecelerinin ($h^2_f = 0,08$) ve bundan daha küçük oldukları görülmektedir. Bu karakterler arasında, yetiştirme ortamları arasındaki G x E etkileşimlerinin en güçlü olduğu yerlerin Keşan (9C) ve Balıkesir (9A) olduğu görülmektedir. IOLG ve OLG karakterleri arasında yine Keşan (9C) ve Balıkesir (9A)

deneme çifti dışında bir G x E etkileşimi olmadığı, bu iki yetiştirme ortamı arasındaki etkileşimin de orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Her ne kadar bu araştırmaya konu aileler, büyüme karakterleri bakımından seçilmiş olsalar da, büyüme karakterleri için olduğu gibi anatomik karakterler için de genotip x çevre etkileşiminin önemsiz olduğu görülmektedir. Ancak, odunun kâğıtlık özelliklerini etkileyen traheid lümen genişliği ve traheid çeper kalınlığıyla ilişkili karakterlerde bir seleksiyonun söz konusu olması durumunda, Keşan ve Balıkesir yetiştirme ortamları için ıslah değerlerine göre oluşturulacak farklı aile seçeneklerinin kullanılması yoluna gidilebilir.

Bazı anatomik karakterlerin birbirlerinden türetildiği göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmanın sonuçları, Marmara Bölgesi Kızılcım ıslah zonu bakımından, temel olarak üç ana odun kalitesi karakterini vurgulamaktadır. Bunlar, hacim ağırlık karakteri, -ilkbahar odunu traheid çeper kalınlığı ve ilkbahar odunu lümen genişliğini de içeren- ilkbahar odunu traheid genişliği ve traheid boyu karakterleridir. Bu üç karakterde – araştırma materyali için- genetik ilerleme potansiyelinin yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bunlarda elde edilecek genetik ilerleme sayesinde, odunun fiziksel ve mekaniksel özellikleri bakımından ve odun hamuru kalitesinin artırılması bakımlarından ülke ekonomisine katkılar sağlanabilecektir. Kalitedeki artış bir yana, odun ürünleri sanayisine belirli bir karakter bakımından homojen hammadde sağlanması bile ülke ekonomisine katkı sağlayabilecek bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abido, M. S. 1983. Drought Tolerance Comparison of Aleppo Pine and Brutia Pine Seedlings. Thesis Summary. Forestry Abstracts, 44(11), s. 705.
- Abdel-Gadir, A. Y., Kraemer, R. L. 1993. Estimating the Age of Demarcation of Juvenile and Mature Wood in Douglas-fir. Wood and Fiber Science 25(3), 242 – 249.
- Adamopoulos, S., Wimmer, R., Milios, E. 2012. Tracheid Length – Growth Relationships of Young *Pinus brutia* Grown on Reforestation Sites. IAWA Journal, Vol. 33 (1), s. 39 – 49.
- Akalp, T. 1982. Orman Hasılatı ve Biyometri Kürsüsünce Hızlı Gelişen Türler Üzerinde Yürütülmüş Araştırmalar. Türkiye’de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Simpozumu. 21-26 Eylül 1981, s. 231-237, Kefken – Korudağı - Dardanos (Çanakkale).
- Akkemik, Ü. (Edt.) 2014. Türkiye’nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıkları - I. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 736 s., Ankara.
- Alan, M., Öztürk, H., Şıklar, S., Ezen, T., Çalışkan, B. ve Özler, H. 2011. Marmara Bölgesi Islah Zonu’nda (200-600 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl denemeleri (8. Yaş sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 25, 72s., Ankara.
- Alan M., Ezen T., Öztürk H., Şıklar S. Özyalçın K., Ünal C., 2014. Marmara Bölgesi Islah Zonu’nda (200-600 m) Kızılçam (*Pinus brutia*) Döl Denemeleri: 12. Yaş Sonuçları. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, (Yayımlanmamış) Ara Sonuç Raporu, Ankara.
- Alan M., Özyalçın K., Ezen T., Ünal C., Öztürk H., Şıklar S. 2016. Marmara Bölgesi Islah Zonu’nda (200-600 m) Kızılçam (*Pinus brutia*) Döl Denemeleri: 12. Yaş Sonuçları. Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisi 1(3):01-13 DOI: 10.17568 /oad. 95017
- Alemdağ, Ş. 1962. Türkiye’deki Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılatı ve Amenajman Esasları. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 11, 160 s., Ankara.
- Allen, P.J. 1985. Estimation of genetic parameters for wood properties in slash pine in southeast Queensland. Res. Note 41 Dept. For. Queensland, Australia, 15 s.
- Aloni, R. 2013. The Role of Hormones in Controlling Vascular Differentiation. In: Cellular Aspects of Wood Formation. Plant Cell Monographs. Fromm, J. (Edt.). Springer Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 260 s.

- Altaner, C.M., Jarvis, M.C., Fisher, J.B., Marler, T.E. 2010. Molecular xylem cell wall structure of an inclined *Cycas micronesica* stem, a tropical gymnosperm. IAWA J 31:3–11.
- Alteyrac, J., Cloutier, A., Zhang, S. Y. 2006. Characterization of Juvenile Wood to Mature Wood Transition Age in Black Spruce (*Picea mariana* (Mill.) BSP) at Different Stand Densities and Sampling Heights. Wood Science and Technology, 40: 124-138 s.
- Anderson, R. L. and Bancroft, T.A. 1952. Statistical Theory in Research. McGraw-Hill Book Co., New York, 399 s.
- Annicchiarico, P. 2002. Genotype x Environment Interactions - Challenges and Opportunities for Plant Breeding and Cultivar Recommendations. Rome, FAO Paper, 126 s.
- Anonim, 1976. TS 2472, Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Birim Hacim Ağırlığı Tayini, 3 s., Ankara.
- Anonim, 1989. TS 6587, Orman Ağaçları – Orijin Deneme Kuralları, 26 s., Ankara.
- Anonim, 1992. Tohum Kaynak Planlaması, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü Müdürlüğü, 80 s., Ankara.
- Anonim, 2000. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, 1999 Yılı Çalışma Raporu 2000 Yılı Çalışma Programı. Muhtelif Yayınlar Serisi No: 17 , 126 s., Ankara.
- Anonim, 2007. DPT (Devlet Planlama Teşkilatı), Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013) Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ankara.
- Anonim, 2011. Ormancılık İstatistikleri, 2011. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 134 s., Ankara.
- Anonim, 2012. www.thesolidwoodflooringcompany.com. Erişim tarihi 18.12.2012.
- Anonim, 2013. Onuncu Kalkınma Planı, 212 s., T.C. Kalkınma Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2014. Orman Genel Müdürlüğü, Türkiye Orman Varlığı, 24 s., Ankara.
- Anonim, 2015. Orman Genel Müdürlüğü, Silvikültür Dairesi Başkanlığı Arşivi. Erişim Tarihi: 23.10.2015.
- Anonim, 2016. Türkiye Orman Varlığı. Orman Genel Müdürlüğü, 32 s., Ankara.
- Anonim, 2017. Ormancılık ve Su Şurası, <http://sura.ormansu.gov.tr/sura/AnaSayfa/Surabelgeleri.aspx?sflang=tr#> , Erişim Tarihi: 21.8.2019.
- Anonim, 2018a. Orman Genel Müdürlüğü, Ormancılık İstatistikleri. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Istatistikler/>

- Anonim, 2018b. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), Dış Ticaret İstatistikleri, 2018. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=12. Erişim Tarihi: 14.3.2019.
- Anonim, 2019. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Arşivi. <https://ortohum.ogm.gov.tr/SitePages/OGM/OGMDefault.aspx> Erişim Tarihi: 26.11.2019.
- Archer, R.R. 2013. Growth stresses and strains in trees. Springer, 240 s. Berlin.
- Atalay, İ. 1977. Türkiye’de Çam Türlerinde Tohum Transfer Rejyonlaması. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 1, 47 s., Ankara.
- Atwood, R. A., White, T. L., Huber, D. A., 2002. Genetic parameters and gains for growth and wood properties in Florida source loblolly pine in the southeastern United States. *Can. J. For. Res.* 32(6): 1025-1038.
- Ay, N., Şahin, H. 1998. Doğu Ladini [*Picea orientalis* (L.) Link.] Öz Odun ve Diri Odununun İç Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22 (1998) 203-207.
- Aytuğ, B. 1958. Certaines Découvertes Morphologiques chez *Abies equi trojani* Aschers et. Sinten. *U. I. Forest. Fac. Rew.* VIII, A 2, s. 211 – 216.
- Bamber, R.K. ve Burley, J. 1983. The wood properties of radiata pine. *Common Agr Bur*, Oxford, England, 84 s.
- Bannan, M.W. 1955. The vascular cambium and radial growth in *Thuja occidentalis* L. *Can J Bot* 33:113–138.
- Bannister, M.H. ve Vine, M.H. 1981. An early progeny trial in *Pinus radiata* 4. Wood density. *N Z J For Sci* 11: 221-243.
- Barefoot, A.C., Hitchings, R.G., Ellwood, E.L. 1964. Wood characteristics of kraft paper properties of four selected loblolly pines. *Tappi* 47: 343-356.
- Barnes, R. D., Birks, J. S., Battle, G. and Mullin, L. J. 1994. The Genetic Control of Ring Width, Wood Density and Tracheid Length in the Juvenile Core of *Pinus patula*. *South African Journal of Forestry*, 15-20 pp.
- Barnett, J. R., Jeronimidis, G. 2003. *Wood Quality and Its Biological Basis*. Blackwell Publishing, 226 s.
- Barnett, J.R., Bonham, V.A. 2004. Cellulose microfibril angle in the cell wall of wood fibres. *Biol Rev* 79(2):461–472.
- Barnett, J.R, Gril, J. Saranpaa, P. 2014. Introduction. In: *The Biology of Reaction Wood*. Gardiner, B. vd. (Edts.) Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 274 s.

- Bektaş, İ., Tutuş, A., Eroğlu, H. 1999. Türkiye’de Doğal Olarak Yetişen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odunlarının Lif Morfolojisinin Kâğıt Yapımına Uygunluğunun Araştırılması. J. of Agriculture and Forestry. 23(3): 589-597.
- Berkel, A. 1957. Kızılçam (*Pinus brutia*)’da Teknolojik Araştırmalar. İ. Ü. Yayın No: 1448, Orman Fakültesi Yayın No:147, İstanbul.
- Berkel, A. 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi Cilt:7, Seri A, Sayı 1, 68 s., İstanbul.
- Beyer, G., Defay, M., Fletcher, J., de Munck, E., de Jaeger, F., Van Riet, C., Van deweghe, K., Wijnendaele, K. 2006. Tackle Climate change-use wood, s. 6-14.
- Bian, L., Shi, J., Zheng, R., Chen, J. Wu, H. X. 2014. Genetic parameters and genotype–environment interactions of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) in Fujian Province *Can. J. For. Res.*44(6): 582-592.
- Birks, J. S. and Barnes, R. D. 1991. The Genetic Control of Wood Density in *Pinus patula*. ODA Research Scheme R4616, Oxford Forestry Institute, 29 pp.
- Blair, R., Olson, J. 1984. Influence of forest management practices on wood quality. Symp: Utilization Changing Wood Resources of the Southern US Raleigh, NC (mimeo), 16 pp.
- Bond, B. ve Hammer, P. 2002. Wood Identification for Hardwood and Softwood Species Native to Tennessee. The University of Tennessee Agricultural Extension Service
- Booker, R. E., Sell, J. 1998. The Nanostructure of the Cell Wall of Softwoods and Its Functions in a Living Tree. *Holz. Roh. Werkst.* 56, 1-8.
- Borralho, N. M. ve Dutkowski, G. W. 1998. Comparison of Rolling Front and Discrete Generation Breeding Strategies for Trees. *Can. J. For. Res.* 28(7):987–993.
- Bostancı, Ş. 1987. Kâğıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi. K.T.Ü. Yayın No:114, Trabzon 516 s.
- Bowyer, J. L., Shmulsky, R. ve Haygreen, J. G. 2007. Forest Products and Wood Science, An Introduction, 5th revised edition. Iowa State University Press, 568 s., ABD.
- Boydak 2005. Plant Diversity, *Phoenix theophrasti* and *Pinus brutia* in Turkey. In: A. J. Karamanos and C. A. Thanos (eds.) Proceedings of the Conference (Theophrastus 2000, 5 - 8 July 2000, Lesbos), s. 251-277, Athena.
- Boydak, M., Dirik, H., Çalikoğlu, M. 2006. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü. Ogem-Vak Yayınları, 364 s., Ankara.
- Boyle, T. J. B. and Yeh, F. C. 1988. Within-population Genetic Variation Implications for Selection and Breeding. Symposium on Tree Improvement Progressing

Together. ED: E. K. Morgenstern & T.J.B. Mullin Canadian Tree Improvement Association: 20-42.

Bozkurt, A. Y. 1971. Doğu Ladini (*Picea orientalis* Link. Et Carr.) ile Toros Karaçamı (*Pinus nigra* Var. *Caramanica* [Loud] Rehd.) dan Birer Ağaçta Lif Morfolojisi Üzerine Denemeler. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi Cilt: XXI, Seri A, Sayı 1, s. 70-93, İstanbul.

Bozkurt, A. Y. 1971. Önemli Bazı Ağaç Türleri Odunlarının Tanımı, Teknolojik Özellikleri ve Kullanış Yerleri. İstanbul Üniversitesi Yayın No:1653, Orman Fakültesi Yayın No: 177, İstanbul.

Bozkurt, A. Y. 1982. Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No:2839, Orman Fakültesi Yayın No: 296, İstanbul.

Bozkurt, A. Y. 1992. Odun Anatomisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No:3652, Orman Fakültesi Yayın No: 415, 298 s., İstanbul.

Bozkurt, A. Y. ve Göker, Y. 1996. Orman Ürünlerinden Faydalanma II. Cilt. İstanbul Üniversitesi Yayın No 3946, Orman Fakültesi Yayın No 437, İ. Ü. Basımevi, 448 s., İstanbul.

Bozkurt, A. Y. ve Erdin, N. 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı. İ. Ü. Yayın No: 3998, Orman Fakültesi Yayın No: 445, 372 s., İstanbul.

Bozkurt, A. Y. ve Erdin, N. 2000. Odun Anatomisi. İ. Ü. Yayın No: 4263, Orman Fakültesi Yayın No: 466, 346 s., İstanbul.

Brändström, J. 2002. Morphology of Norway spruce Tracheids with Emphasis on Cell Wall Organization. Department of Wood SLU. *Sueciae. Silvestria Vol. 237*: 403-415.

Brändström, J. 2004. Microfibril angle of the S1 cell wall layer of Norway spruce compression wood tracheids. *IAWA J* 25:415–423.

Brennan, M., McLean, J.P., Altaner, C.M., Ralph, J., Harris, P.J. 2012. Cellulose microfibril angles and cell-wall polymers in different wood types of *Pinus radiata*. *Cellulose* 19:1385–1404

Bridgwater, F.E., Talbert, J.T., Jahromi, S. 1983. Index selection for increased dry weight in a young loblolly pine plantation. *Silvae Genetica* 32: 157-161.

Bridgwater, F.E. 1984. The impact of genetic improvement of stem straightness on yield and value of lumber. Symp. Utilization Changing Wood Resource in South US Raleigh, NC,80-87.

Britt, K.W. 1967. Wood and fiber properties: measurement and interpretation. Proc 4th For Bioi Conf T APPI, Appleton, WI, 84-98.

- Buchanan, A.H. 2006. Can timber buildings help reduce global CO₂ emissions? In Proceedings of world conference on timber engineering. Portland, Oregon, USA
- Bunn, E. H. 1981. The Nature of the Resource. *New Zealand Journal of Forestry* 26, 162–169.
- Burdon, R.D. 1975. Compression wood in *Pinus radiata* clones on four different sites. *N. Z. J. For. Sci.*, 5, 152–164.
- Burdon, R. D. 1977. Genetic correlation as a concept for studying genoty-environment interaction in forest tree breeding, *Silvae Genetica*, 26(5-6): 168-175.
- Burdon, R.D., Young, G.D. 1991. Preliminary genetic parameter estimates for wood properties from top-ranked *Pinus radiata* progenies and comparisons with controls. Proc 11th Meet Represen. Res. Work. Grp. No.1 (Forest Genetics) Australian For Council Coonawarra, South Australia, 137-140.
- Burdon, R.D., Gaskin, R.E., Zabkiewicz, J.A., Low, C.B. 1992. Genetic survey of *Pinus radiata*. 7: Variation and inheritance of pinene composition in wood oleoresin. *N Z J For Sci* 22: 246-256.
- Burdon, R.D., Low, C.B. 1992. Genetic survey of *Pinus radiata*. 6: Wood properties: variation, heritabilities and interrelationships with other traits. *N Z J For Sci* 22: 228-245.
- Burdon, R., Walker, J., Megraw, B., Evans, R., Cown, D. 2004a. Juvenile wood (sensu novo) in pine. Conflicts and possible opportunities for growing, processing and utilisation. *N. Z. J. For.* 2004, 49, 24–31.
- Burdon, R. D., Kibblewhite, R. P., Walker, J. C. F., Megraw, R. A., Evans R., Cown, D. J. 2004b. Juvenile Versus Mature Wood: A New Concept, Orthogonal to Corewood Versus Outerwood, with Special Reference to *Pinus radiata* and *P. taeda*. *Forest Science*, 50(4), 399-415.
- Burdon, R. D. ve Libby, W. J. 2006. Genetically Modified Forests from Stone Age to Modern Biotechnology. *Forest History Society Yayınları*, 79 s., North Carolina.
- Burdon, R.D., Libby, W.J., Brown, A.G. 2017. Domestication of Radiata Pine. Springer International Publishing AG: Cham, Switzerland, p. xxxv–480.
- Burdon, R.D., Moore, J.R. 2018. Adverse Genetic Correlations and Impacts of Silviculture Involving Wood Properties: Analysis of Issues for Radiata Pine. *Forests* 9, 308; doi:10.3390/f9060308.
- Burgert, I., Frühmann, K., Keckes, J., Fratzl, P., Stanzl-Tschegg, S. 2004. Structure-function relationships of four compression wood types: micromechanical properties at the tissue and fibre level. *Trees* 18:480–485.
- Burley, J. 1982. Genetic Variation in Wood Properties. In: *New Perspectives in Wood Anatomy*. Baas, P. (Edt.), Springer-Science+Business Media, B.V. s. 252.

- Byram, T.D., Lowe, W.J. 1988. Specific gravity variation in a loblolly pine seed source study in the Western Gulf Region. *For. Sci.* 34: 798-803.
- Carle, J., Holmgren, P. 2008. Wood from planted forests: A global outlook 2005–2030. *For. Prod. J.*, 58, 6–18.
- Carrer, M., Unterholzner, L., Castagneri, D. 2018. Wood anatomical traits highlight complex temperature influence on *Pinus cembra* at high elevation in the Eastern Alps. *International Journal of Biometeorology* <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1577-4>.
- Carlquist, S. 2001. *Comparative Wood Anatomy – Systematic, Ecological and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood*. Springer Verlag, 448 s., Berlin.
- Carroll, A., Somerville, C. 2009. Cellulosic biofuels. *Annu Rev Plant Biol* 60:165–182.
- Casey, J. P. 1961. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*. Vol. 2, Second Edition, Wiley Interscience Publisher Inc. New York, pp. 581-1249.
- Casey, J. P. 1980. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*. Third Edition Vol. 1, John Wiley&Sons, New York.
- Catesson, A.M. 1994. Cambial ultrastructure and biochemistry: changes in relation to vascular tissue differentiation and the seasonal cycle. *Int J Plant Sci* 155:251–261.
- Cave, I.D. 1997. Theory of X-ray measurement of microfibril angle in wood. *Wood Sci. Technol.* 31:143–152.
- Chaffey, N. J. 2002. *Wood Formation in Trees Cell and Molecular Biology Techniques*. Edt: Nigel Chaffey, Taylor & Francis, 364 s., Londra.
- Chauhan, S. S. ve Walker, J. C. F. 2006. Variations in Acoustic Velocity and Density with Age, and Their Interrelationships in Radiate Pine. *For. Ecol. and Manage.* 229:388-394.
- Charpin J., Surinyach R. 1974. *Atlas of European Allergenic Pollen*, Paris: Sandoz Editions. 9-18.
- Christensen, K.I. 1997. *Gymnospermae*. Pp. 1-17 in Strid, A. & Tan, K. (eds.), *Flora Hellenica 1*. Königstein.
- Clair, B., Thibaut, B. 2014. Physical and Mechanical Properties of Reaction Wood. In: *The Biology of Reaction Wood*. Gardiner, B. vd. (Edts.) Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 274 s.
- Clark, A., Saucier, J.R. 1991. Influence of planting density, intensive culture, geographic location, and species on juvenile wood formation in southern pine. *Georgia For. Res. Pap.* 85, Georgia For Comm, 13 s.

- Clark, A., Borders, B., Daniels, R. 2004. Impact of vegetation control and annual fertilization on properties of loblolly pine wood at age 12. *For. Prod. J.* 54 (12): 90–96.
- Conkle, M.T. 1980. Amount and distribution of isozyme variation in various species. 17th Can. Tree Impr. Assoc. Newfoundland, Canada, 109-117.
- Conkle, M.T., Schiller, G. ve Grunwald, C. 1988. Electrophoretic analysis of diversity and phylogeny of *Pinus brutia* and closely related taxa. *Systematic Botany*, 13: 411 – 424.
- Cornelissen, J.H.C., Lavorel, S., Garnier, E. vd. 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Aust J Bot* 51:335–380.
- Cornelius, J. 1994. Heritabilities and Additive Genetic Coefficients of Variation in Forest Trees. *Canadian J. of Forest Res.* 24:372-379.
- Corriveau, A., Beaulieu, J., Mothe, F. 1987. Wood density of natural white spruce populations in Quebec. *Canadian J. For. Res.* 17: 675--682.
- Costa e Silva, J., Wellendorf, H., Borralho, N. M. G. 2000. Prediction of breeding values and expected genetic gains in diameter growth, wood density and spiral grain from parental selection in *Picea abies* (L) KARST. *Silvae Genetica*, 49(2):102-109.
- Cotterill, P.P, Correll, R.L., Boardman, R. 1983. Methods of estimating the average performance of families across incomplete open-pollinated progeny tests. *Silvae Genetica*, 32: 28-32
- Cotterill, P. P. 1987. On estimating heritabilities according to practical applications. *Silvae Genetica*, 36(1):46-48
- Cown, D.J., McConkie, D.I. 1981. Effects of thinning and fertiliser application on wood properties of radiata pine. *N Z J For Sci* 3:379–389.
- Cown, D.J., McConchie, D.L., Young, G.D. 1991. Radiata pine-wood properties survey. FRI Bull No. 50 Rotorua, New Zealand, 50 s.
- Cown, D.J., Young, G.D., Burdon, R.D. 1992. Variation in wood characteristics of 20-year-old half-sib families of *Pinus radiata*. *New Zealand J. For. Sci.* 22: 1-10.
- Cown, D. J. 1999. *New Zealand Pine and Douglas-fir: Suitability for Processing* (2nd ed.). Forest Research Bulletin, No: 216, 72 s., Rotorua, New Zealand.
- Cown, D. 2005. Understanding and Managing Wood Quality for Improving Product Value in New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science* 35(2/3): 205–220.

- Critchfield, W.B. & Little, E.L. 1966. Geographic distribution of the pines of the world. U.S.D.A. Forest Service Miscellaneous Publications 991.
- Cumbie, W. P., McKeand, S. E., Espinoza, J., Işık, F., Grissom, J. E. 2007. Improvements in Stem Form and Growth of Elite Genotypes in Loblolly Pine. Proceedings of the 29th Southern Forest Tree Improvement Conference; Tree Improvement in North America: Past, Present, and Future, Galveston, TX, June 19-22, 2007, 194 s.
- Cumbie, W. P., Işık, F., McKeand, S. E., 2012. Genetic improvement of sawtimber potential in loblolly pine. For. Sci. 58, 168–177.
- Çengel, B., Tayanç, Y., Kandemir, G., Velioglu, E. 2012. Gençleştirme Çalışmalarının Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerindeki Genetik Çeşitliliğe Etkisi. T. C. Orman Genel Müdürlüğü Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 31, 30 s., Ankara.
- Dadswell, H.E., Nicholls, J.W. 1959. Assessment of wood qualities for tree breeding I. *Pinus elliottii* var *elliottii* in Queensland. Aust CSIRO Div. Forest Prod. Technol. Pap 4: 1-16.
- Dadswell, H.E., Fielding, J.M., Nicholls, J.W., Brown, A.G. 1961. Tree to tree variations and the gross heritability of wood characteristics of *Pinus radiata*. Tappi 44: 174-179.
- de Luis, M., Novak, K., Raventos, J., Gricar, J., Prislan, P., Cufar, K. 2011. Cambial activity, wood formation and sapling survival of *Pinus halepensis* exposed to different irrigation regimes. For Ecol Manage 262:1630–1638.
- Dhakal, L. P., White, T. L., Hodge, G. R. 1996. Realized gains from slash pine tree improvement. *Silvae Genetica*, 45(4):190-197.
- DeBell, J. D., Tappeiner II, J. C., Kraemer, R. L. 1994. Wood Density of Western Hemlock: Effect of Ring Width. Canadian Journal of Forestry Research, 24 (3): 638 – 641.
- Dharmawardhana, P., Brunner, A.M., Strauss, S.H. 2010. Genome-wide transcriptome analysis of the transition from primary to secondary stem development in *Populus trichocarpa*. BMC Genomics 11:150.
- Dinwoodie, J. M. 1965. The Relationship between Fiber Morphology and Paper Properties: A Review of Literature. Tappi J. 48: 440 – 447.
- Ditlevsen, B. 1985. Economic Considerations in Forest Tree Breeding Programmes. Forest Tree Improvement, FAO Forestry Paper 20, s. 187-196, Rome.
- Donaldson, L.A. 1991. The Use of Pit Apertures as Windows to Measure Microfibril Angle in Chemical Pulp Fibres. Wood and Fibre Science, 23: 290-295.

- Donaldson, L.A. 1993. Variation in microfibril angle among three genetic groups of *Pinus radiata* trees. N Z J For Sci 23: 90-100.
- Donaldson, L. 2007. Cellulose microfibril aggregates and their size variation with cell wall type. Wood Sci Technol 41:443–460.
- Donaldson, L. 2008. Microfibril angle: measurement, variation and relationships – a review. IAWA J. 29:345–386.
- Donaldson, L., Singh, A. 2013. Formation and structure of compression wood. In: Cellular Aspects of Wood Formation. Plant Cell Monographs. Fromm, J. (Edt.). Springer Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 260 s.
- Dorn, D. 1969. Relationship of specific gravity and tracheid length to growth rate and provenance in Scotch pine. 16th Northeastern For Tree Improv Conf Quebec, Canada, 8 s.
- DPT, 2002. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005), Ankara, 303s.
- DPT, 2007. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013) Ormanlık, Ankara, 112s.
- Drew, D.M., Downes, G.M., Battaglia, M. 2010. CAMBIUM, a process-based model of daily xylem development in Eucalyptus. J. Theor Biol. 264:395–406.
- Du, S., Yamamoto, F. 2007. An overview of the biology of reaction wood formation. J Integr Plant Biol 49:131–143.
- Duff, G. H. ve Nolan, N. J. 1953. Growth and Morphogenesis in the Canadian Forest Species. 1. The Controls of Cambial and Apical Activity in *Pinus resinosa*. Canadian Journal of Botany, 31: 471-513.
- Duncker, P. 2014. Detection and Grading of Compression Wood. In: The Biology of Reaction Wood. Gardiner, B. vd. (Edts.) Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 274 s.
- Dutilleul, P., Herman, M., Avella-Shaw, T. 1998. Growth Rate Effects on Correlations among Ring Width, wood Density and Mean Tracheid Length in Norway Spruce (*Picea abies*). Canadian Journal of Forestry Research, 28 (1): 56 – 68.
- Düzgüneş, O. ve Akman, N. 1995. Varyasyon Kaynakları III. Baskı. A. Ü. Ziraat Fak. Yayın No: 1408, 146 s., Ankara.
- Düzgüneş, O., Eliçin, A., Akman, N., 1996. Hayvan Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No:861, Ders Kitabı:229, Ankara.
- Echols, R. M. 1955. Linear Relation of Fibrillar Angle to Tracheid Length, and Genetic Control of Tracheid Length in Slash Pine. Tropical Woods 102: 11 – 12.

- Echols, R.M. 1958. Variation in tracheid length and wood density in geographic races of Scotch pine. Yale Univ. Sch. For. Bull. 64, New Haven, CT, 52 s.
- Echols, R.M. 1961. Liquid dispersion method for mounting wood fibers on slides. For Sci. 7: 369-370.
- Echols, R.M., Dorman, K.W. 1962. Heritability of specific gravity and summerwood percent and relation to other factors in slash pine. Tappi 45: 599-601.
- Einspahr, D.W., Goddard, R.E., Gardner, H.S. 1964. Slash pine wood and fiber property heritability study. Silvae Genetica 13: 103-109.
- Einspahr, D.W., Benson, M.K., Peckham, J.R. 1967. Variation and heritability of wood and growth characteristics of five-year-old quaking aspen. Inst. Pap. Chern Gen. Physiology Note 1, Madison, WI, 1-6.
- Eler, Ü. 1985. Antalya Bölgesi Doğal Kızılçam Meşcerelerinde Kuruluş Biçimi ve Yaş Dağılımı. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No:142.
- Elliott, G. K. 1970 Wood Density in Conifers. Technical Communication n°8, Commonwealth Forestry Bureau, Oxford, England. 44 s.
- Ericson, B. 1959. A mercury immersion method for determining the wood density of increment core sections. Rapp avd Skogsprod Skogsforskn Inst No. 1 Stockholm, Sweden, 31 s.
- Erkan, N., 1996a. Doğal Kızılçam Meşcerelerinde Artım ve Büyümenin Değerlendirilmesi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Sayı: 2, s 33-42, Antalya.
- Erkan, N., 1996b. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Meşcere Gelişmesinin Simulasyonu. Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 1, 148 s, Elazığ.
- Erkan, N., 2006. Economic gains from tree improvement: an example from Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) plantations in Turkey. In: Proceeding IUFRO Division 2 Joint Conference: Low input breeding and genetic conservation of forest tree species, Antalya, 9-13 October 2006 pp.29.
- Erten, P. ve Önal, S. 1987. Kızılçam Odununun Özellikleri, Korunması, Reçine Üretimi ve Kullanım Yerleri. Editör: Öktem, E. "Kızılçam", Ormancılık Araştırma Enstitüsü El Kitabı Dizisi No 2, 171 – 182, Ankara.
- Eroğlu, H. ve Usta, M. 2000. Lif Levha Üretim Teknolojisi. K. T. Ü. Yayın No: 200, Orman Fakültesi Yayın No: 30, 351 s., Trabzon.
- Euforgen, 2009. Distribution Map of Brutia Pine (*Pinus brutia*), www.euforgen.org.

- Evert, R.F. 2006. Esau's plant anatomy, meristems, cells, and tissues of the plant body – their structure, function, and development. 3rd edn.. John Wiley & Sons, Inc., NJ, 601 s.
- Fagerstedt, K.V., Mellerowicz, E., Gorshkova, T., Ruel, K., Joseleau, J-P. 2014. Cell Wall Polymers in Reaction Wood. In: The Biology of Reaction Wood. Gardiner, B. vd. (Edts.) Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 274 s.
- FAO, 2001. State of the World Forest, Rome, 169 pp.
- FAO, 2003. World Agriculture: towards 2015/2030 AN FAO PERSPECTIVE. Edt.: Jelle Bruinsma. Earthscan Publication Ltd., London, 432 pp.
- FAO, 2007a. Dominant type of problem lands. In: Digital Media Series. http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/images/resources/images/Maps/geo_network/probland.png. Erişim Tarihi: 14.3.2017.
- FAO, 2007b. State of the World Forest, Rome.
- FAO, 2015. Global Forest Resources Assessment 2015, Rome.
- FAO, 2018. The State of the World's Forests 2018 - Forest pathways to sustainable development. Rome.
- Falconer, D.S., Latyszewski, M. 1952. The Environment in Relation to Selection for Size in Mice. *Journal of Genetics* 51, 67-80.
- Falconer, D.S., Maccay, T.F.C 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman Group Ltd., 464 s. UK.
- Fang, C-H., Clair, B., Gril, J., Almeras, T. 2007. Transverse shrinkage in G-fibers as a function of cell wall layering and growth strain. *Wood Sci Technol* 41:659–671.
- Farjon, A. 2010. A Handbook of the World's Conifers. 2 Cilt, 1112 s., Brill, Leiden-Boston.
- Farnum, P., Timmis, R., Kulp, J. L. 1983. Biotechnology of Forest Yield. *Science* 219:694-702.
- Felten, J., Sundberg, B. 2013. Biology, chemistry and structure of tension wood. In: Cellular aspects of wood formation, plant cell monographs. Fromm, J. (ed) Springer, Heidelberg, s. 203–224.
- Field, C.B., Behrenfeld, M.J., Randerson, J.T., Falkowski, P. 1998. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science* 281:237–240.
- Fisher, J.B., Stevenson, J.W. 1981. Occurrence of reaction wood in branches of dicotyledons and its role in tree architecture. *Bot. Gaz.* 142(1):82–95.

- Fisher, J.B., Marler, T.E. 2006. Eccentric growth but no compression wood in a horizontal stem of *Cycas micronesica* (Cycadales). IAWA J 27:377–382.
- Floyd, S. 2005. Effect of hemicellulose on longitudinal shrinkage in wood. In: Entwistle KM, Walker CF (eds) The hemicellulose workshop. University of Canterbury, New Zealand, s. 115–120.
- Fournier, M., Almeras, T., Clair, B., Gril, J. 2014. Biomechanical Action and Biological Functions. In: The Biology of Reaction Wood. Gardiner, B. vd. (Edts.) Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 274 s.
- Fowler, D.P., Morris, R.W. 1977. Genetic diversity in red pine: Evidence for low genetic heterozygosity. Canadian J. For. Res. 7: 343-347.
- Frankis, M. 1999. *Pinus brutia* Pinaceae. Curtis's Botanical Magazine, Volume 16, Issue 3, s. 173–184.
- Fritts, H.C. 2001. Tree rings and climate. The Blackburn Press, London.
- Fromm, J. (Edt.) 2013. Cellular Aspects of Wood Formation. Plant Cell Monographs Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 260 s.
- Fujiwara, S. ve Yang, K. C. 2000. The Relationship between Cell Length and Ring Width and Circumferential Growth Rate in Five Canadian Species. IAWA J. 21: 335 – 345.
- Galiba, G., Vagujfalvi, A., Li, C.X., Soltesz, A., Dubcovsky, J. 2009. Regulatory genes involved in the determination of frost tolerance in temperate cereals. Plant Sci 176:12–19.
- Gardiner, B., Barnett, J., Saranpaa, P., Gril, J. (Edts.) 2014a. The Biology of Reaction Wood. Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 274 s.
- Gardiner, B., Flatman, T., Thibaut, B. 2014b. Commercial Implications of Reaction Wood and the Influence of Forest Management. In: The Biology of Reaction Wood. Gardiner, B. vd. (Edts.) Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 274 s.
- Gaspar, M. J., Lousada, J. L., Rodrigues, J. C., Aguiar, A., Almeida, M. H. 2009. Does selecting for improved growth affect wood quality of *Pinus pinaster* in Portugal? Forest Ecology and Management 258 (2009) 115–121.
- Gassner, G., Christiansen-Weniger, F. 1942. Dendroklimatologische Untersuchungen über die Jahresringentwicklung der Kiefern in Anatolien. Nova Acta Leopoldina: Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch deutschen Akademie der Naturforscher N.F., Band 12. Nr. 80.
- Geyer, W.A., Gilmore, A.R. 1965. Effect of spacing on wood specific gravity in loblolly pine in southern Illinois. Agric Exp Stn Note 113 Univ Illinois, Urbana, IL, 5 s.

- Ghouse, A.K.M., Hashmi, S. 1983. Periodicity of cambium and of the formation of xylem and phloem in *Mimusops elengi* L., an evergreen member of tropical India. *Flora* 173:479–487.
- Gindl, W. 2002. Comparing mechanical properties of normal and compression wood in Norway spruce: the role of lignin in compression parallel to the grain. *Holzforschung* 56(4):395–401.
- Goggans, J.F. 1962. The correlation, variation and inheritance of wood properties in loblolly pine. Tech. Rep. 14 School For. Res. NC State Univ Raleigh, NC, 155 s.
- Goggans, J.F. 1964. Correlation and heritability of certain wood properties in loblolly pine (*Pinus taeda*). *Tappi* 47: 318-322.
- Gonzalez, J.S., Kellogg, R.M. 1978. Evaluating wood specific gravity in a tree-improvement program. Can. Dept. Environment West Forest Prod. Lab. Vancouver, British Columbia, 22 s.
- Göker, Y. 1998. Hızlı Gelişen Ağaç Türleri Odunlarının Kullanım Değerinin Üzerine Etkili Olan Faktörler. Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak İşler, Orman Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 83, s. 183-190.
- Göksel, E. 1984. Kızılçamın Lif Morfolojisi ve Odunundan Sülfat Selülozu Elde Etme Olanakları Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını No: 364, 120 s., İstanbul.
- Göksel, E., 1986. Pamuk Saplarının Selüloz ve Kağıt Endüstrisinde Kullanım Olanakları Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi Seri A, 36(1): 38-54.
- Göksel, E. ve Özden, Ö. 1993. Kâğıt Endüstrisinde Kızılçam. Editörler: Çepel, N., Boydak, M., Taşkın, O., Uluslararası Kızılçam Sempozyumu, 648 – 654, Marmaris.
- Gray, R.L. ve Kyanka, G.H. 1974. Potassium fertilization effects on the static bending properties of red pine wood. *For. Prod. J.* 24 (9): 92–96.
- Griffin, A. R. 1982. Clonal Variation in Radiata Pine Seed Orchards. I. Some Flowering, Cone and Seed Production Traits. *Aust. For. Res.* 12: 295-302.
- Griffiths-Jones, S., Saini, H.K., van Dongen, S., Enright, A.J. 2008. miRBase: tools for microRNA genomics. *Nucleic Acids Res* 36:D154–D158.
- Gril, J., Jullien, D., Bardet, S., Yamamoto, H. 2017. Tree Growth Stress and Related Problems. *J. Wood Sci* 63:411-432. DOI 10.1007/s10086-017-1639-y.
- Guillebaud, J. 1999. Population Control: Good Stewardship? *Triple Helix*, Winter, 4-4.

- Gülbaba, A. G. ve Özkurt, N. 1998. Bolkar Dağlarından Örneklenen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Doğal Meşcerelerinde İzoenzim Çeşitliliği. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi. No: 5 . 27 s., Tarsus.
- Gülbaba, A. G. ve Özkurt, N. 2001. Bolkar Dağları Doğal Kızılçamlarında (*Pinus brutia* Ten.) Genetik Çeşitlilik ve Gen koruma ve Yönetim Alanlarının Belirlenmesi. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi. No: 12, 38 s., Tarsus.
- Güller, B. 2007. The Effects of Thinning Treatments on Density, MOE, MOR and Maximum Crushing Strength of *Pinus brutia* Ten. Wood. Annals of Forest Science, 64(4): 467-475.
- Güller, B., Işık, K., Çetinay, Ş. 2012. Variations in the Radial Growth and Wood Density Components in Relation to Cambial Age in 30-year-old *Pinus brutia* Ten. at Two Sites. Trees, 26: 975-986.
- Hamrick, J.L., Metton, L.B., Linhart, Y.B. 1979. Levels of genetic variation in trees: Influence of life history characteristics. Symp. Isozymes North America Forest Trees Berkeley, CA 35-41.
- Han, J. S., Mianowski, T., Lin, Y. 1999. Kenaf Properties, Processing and Products. Mississippi State University, Ag & Bio Engineering, 149-167.
- Hannrup, B., Ekberg, I., Persson, A. 2000. Genetic correlations among wood, growth capacity, and stem traits in *Pinus sylvestris*. *Scand. J. For. Res.* 15 (2): 161–170.
- Hort, A.F. (Çev.) 1966. Theophrastus. (M.Ö. 300). Enquiry into plants. Volume I: Books 1-5, Harvard Univ. Press, Cambridge, s. 512.
- Hart, C.A., Hafley, W.L. 1967. Estimation of wood fiber length from increment cores. *Tappi* 50: 615-618.
- Hartle, D. L. 1981. A Primer of Population Genetics. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts, 191 pp.
- Hawker, J. 1990. Lone Pine – A First World War commemorative planting. *Conifer Society of Australia Newsletter* 8: 6-7.
- Heide, O. 1993. Daylength and thermal time responses of bud burst during dormancy release in some northern deciduous trees. *Physiol Plant* 88:531–540.
- Henderson, C. R. 1975. Best Linear Unbiased Estimation and Prediction under a Selection Model. *Biometrics* 31, 423-447.
- Hill, W. G., Goddard, M. E., Visscher, P. M. 2008. Data and Theory Point to Mainly Additive Genetic Variance for Complex Traits. *PLoS Genet* 4(2):e1000008.
- Hiller, C.H. 1964. Estimating the size of the fibril angle in latewood tracheids of slash pine. *J. For.* 62: 249-252.

- Hodge, G.R., White, T.L., 1992. Genetic Parameter Estimates for Growth Traits at Different Ages in Slash Pine and Some Implications for Breeding. *Silvia Genetica* 41(4/5):252-262.
- Hoffmann, W.A., Marchin, R.M., Abit, P., Lau, O.L. 2011. Hydraulic failure and tree dieback are associated with high wood density in a temperate forest under extreme drought. *Glob. Change Biol.* 17:2731–2742.
- Horn, R. A. 1973. Morphology of Wood Pulp Fiber from Softwoods and Influence on Paper Strength. 58th Annual Meeting of the Technical Association of the Pulp and Paper Industry, Chicago, ABD.
- Horn, R. A., Setterholm, V. C. 1990. Fiber Morphology and New Crops. In: *Advances in New Crops*. J. Janick and J. E. Simon (Eds.), Timber Press. Portland. OR. s. 270-275.
- Hou, H.W., Zhou, Y.T., Mwangi, K.N., Li, W.F., He, X.Q., Cui, K.M. 2006. ABP1 expression regulated by IAA and ABA is associated with the cambium periodicity in *Eucommia ulmoides* Oliv. *J Exp Bot* 57:3857–3867.
- Howell, R.A., Leach, G.N., Nutter, D.E., Steltenkamp, M.S. 1984. Some age-associated trends of planted slash pine as related to kraft pulping. *Symposium Utilization Changing Wood Resources Southern US, NC*, 243-260.
- Ikovich, M., Namkoong, G., Koshy, M. 2002. Genetic variation in wood properties of interior spruce II. Tracheid characteristics. *Can. J. For. Res.* 32 (9): 2128–2139.
- IPCC, 2006. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, Prepared by the National Green house Gas Inventories Programme. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>, erişim tarihi: 22.5.2017.
- Işık, F. 1998. Kızılcım'da (*Pinus brutia* Ten.) Genetik Çeşitlilik, Kalıtım Derecesi ve Genetik Kazancın Belirlenmesi. *Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü. Teknik Bülten No:7*, 211 s. Antalya.
- Işık, F., Işık, K., Lee, S. 1999. Genetic Variation in *Pinus brutia* Ten. in Turkey: I. Growth, Biomass and Stem Quality Traits. *Forest Genetics* 6 (2): 89 – 99.
- Işık, F., Işık, K. 1999. Genetic Variation in *Pinus brutia* Ten. in Turkey: II. Branching and Crown Traits. *Silvae Genetica* 48 (6): 293 – 301.
- Işık, F., Keskin, S., Sabuncu, R., Şahin, M., Baş, M. N., Kaya, Z. 2002. Kızılcımda (*Pinus brutia* Ten.) Farklı Populasyonlara ait fidanların kuraklık stresine morfolojik ve fenolojik tepkileri bakımından genetik çeşitlilik. *Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No. 15*, Antalya, 42 sayfa.
- Işık, F., Li, B. 2003. Rapid assessment of wood density of live trees using the Resistograph for selection in tree improvement programs. *Can J For Res* 30:2426–2435.

- Işık, F. ve McKeand, S. E. 2019. Fourth Cycle Breeding and Testing Strategy for *Pinus taeda* in the NC State University Cooperative Tree Improvement Program. *Tree Genetics & Genomes* (2019) 15:70.
- Işık, K. 1980. Kızılçam'da (*Pinus brutia* Ten.) Popülasyonlar Arası ve Popülasyonlar İçi Genetik Çeşitliliğin Araştırılması. I: Tohum ve Fidan Karakterleri. Doçentlik Tezi, ODTÜ Biyolojik Bilimler Bölümü, 149 s.
- Işık, K. 1986. Altitudinal Variation in *Pinus brutia* Ten. Seed and Seedling Characteristics. *Silvae Genetica* (35): 58 – 66.
- Işık, K., Topak, M., Keskin, A.C. 1987. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Orijin Denemeleri (Altı Farklı Popülasyonun Beş Ayrı Deneme Alanında İlk Altı Yıldaki Büyüme Özellikleri). Orman Genel Müdürlüğü, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü Yayın No: 3, 139 s., Ankara.
- Işık, K. 1991. Varyasyon Profili ve Biyolojik Araştırmalarda Kullanılması. *Tübitak Doğa*, 15: 47-69.
- Işık, K., Kara, N. 1997. Altitudinal Variation in *Pinus brutia* Ten. and Its Implication for Genetic Conservation and Seed Transfer in Southern Turkey. *Silvae Genetica* (46): 113 – 119.
- İçgen, Y. 2002. Genetic Composition of *Pinus brutia* Ten. Forest Established with Seeds from Seed Stands and Orchards Determined by Using DNA Markers. A Phd Thesis Middle East Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, 131 pp., Ankara.
- İçgen, Y., Kaya, Z., Çengel, B., Velioglu, E., Öztürk, H., Önde, S. 2006. Potential Impact of Forest Management and Tree Improvement on Genetic Diversity of Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) Plantations in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 225: 328-336.
- İstek, A., Tutuş, A., Gülsoy, S. K. 2009. Sahilçamı Odununun Lif Morfolojisi ve Kağıt Özellikleri Üzerine Ağaç Yaşının Etkisi. *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1):1-5.
- Jackson, L.W., Greene, I.T. 1957. Methods for fiber measurements. *Journal of For.* 55: 300s.
- Jackson, L.W., Greene, J.T. 1958. Tracheid length variation and inheritance in slash and loblolly pines. *For. Sci* 4: 316-318.
- Jacobsen, A.L., Ewers, F.W., Pratt, R.B., Paddock, W.A., Davis, S.D. 2005. Do xylem fibers affect vessel cavitation resistance? *Plant Physiol* 139:546–556.
- Jacquot, C., Trenard, J. 1974. Note sur la presence de tracheides a parois gelatineuses dans des bois resineux. *Holzforschung* 28:73–76.

- Jayawickrama, K. J. S., Carson, M. J. 2000. A breeding strategy for the New Zealand Radiata Pine Breeding Cooperative. *Silvae Genet.* 49, 82–90.
- Jayawickrama, K. J. S., Ye, T. Z., Howe, G. T. 2011. Heritabilities, Intertrait Genetic Correlations, G X E Interaction and Predicted Genetic Gains for Acoustic Velocity in Mid-Rotation Coastal Douglas Fir. *Silvae Genetica*, 60, 8-18.
- Johnson, G. R. 1997. Site-to-site genetic correlations and their implications on breeding zone size and optimum number of progeny test sites for Coastal Douglas-Fir. *Silvae Genetica* 46(5): 280-285.
- Johnson, R., Lipow, S. 2002. Compatibility of Breeding for Increased Wood Production and Long-Term Sustainability: Genetic Variation of Seed Orchard Seed and Associated Risks. Proceedings from the Wood Compatibility Workshop No 18:169-179.
- Kallmes, O.J., Bernier, G.A. 1963. Estimating the thickness of pulped wood fibres. *Nature* 197(4874): 1330.
- Kampe, A., Magel, E. 2013. New Insights into Heartwood and Heartwood Formation. In: Cellular Aspects of Wood Formation. Plant Cell Monographs. Fromm, J. (Edt.). Springer Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 260 s.
- Kantay, R. 1986. Ağaç Malzemenin Rutubeti ve Ölçülmesi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 36, Sayı 2, s. 58-74.
- Kara, N. 1996. Kızılçam'ın (*Pinus brutia* Ten.) Doğal Populasyonlarında İzoenzim Çeşitliliğinin Araştırılması. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 77 s., Antalya.
- Kaya, N. ve Işık K. 2001. Tohum Bahçelerinde Polen Kirliliği. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Dergisi, Sayı 2, s. 23-46, Ankara.
- Kaya, Z., Işık, F. 1997. 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.
- Kaya, Z., Yıldırım, K., Öztürk, H., Şıklar, S., Alan, M., İlter, M. 2008. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Akdeniz Bölgesi Alçak Rakım Islah Programı Kapsamındaki Odun Hammaddesi Üretimini Artırmak için Kızılçam Odun Kalitesinden (Yoğunluk, Lif Karakterleri, İlkbahar ve Yaz Odun Oranı) Kalıtsallık ve Genetik Kazanç Belirlenmesi. Tübitak Tarım, Ormanlık ve Veterinerlik Araştırma Grubu, Proje No Tovag 1060392, 80 s. Ankara.
- Kayacık, H. 1965. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, 1. Cilt *Gymnospermae*. İ.Ü.O.F. Yayın No: 98, 390 s., İstanbul.
- Keller, R. 1973. Caracteristiques du bois de pin maritime. Variabilite et Transmission Hereditaire. *Ann. Sci. For.* 30: 31-62.

- Kellison, R. 2007. Forest Biotechnology: Its Place in the World. Proceedings of the 29th Southern Forest Tree Improvement Conference; Tree Improvement in North America: Past, Present, and Future, Galveston, TX, June 19-22, 2007, 194 s.
- Kennedy, R.W. 1966. Intra-increment variation and heritability of specific gravity, parallel-to-grain tensile strength, stiffness and tracheid length in clonal Norway spruce. *Tappi* 49: 292-295.
- Kennedy, R.W., Warren, W.G. 1969. Within-tree variation in physical and chemical properties of Douglas-fir. 2nd World Consultation Forest Tree Breeding IUFRO, Washington DC, 19 s.
- Kennedy, R.W. 1971. Influence of provenance and test location on wood formation in *Pinus banksiana* seedlings. *Silvae Genetica* 20: 60-63.
- Kennedy, R. W. 1995. Coniferous Wood Quality in the Future: Concerns and Strategies. *Wood Science and Technology* 29, 321–338.
- Khamis, M.H., Hammad, H.H. 2007. Effect of irrigation by saline ground water on the growth of some conifer seedlings: mortality, growth, biomass and physical wood properties, vol 58. *Bulletin of Faculty of Agriculture, Cairo University*, s. 36–45.
- Kılıç, A., Sariusta, S. E., Hafizoğlu, H. 2010. Sarıçam, Karaçam ve Kızılcım Basınç Odununun Kimyasal Yapısı. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt:12, Sayı:18, 33-39.
- Kırcı, H., Bostancı, Ş. 1992. Alkali Sülfite Antrakinin Etanol (ASAE) Yöntemiyle Kızılcım Odunundan Kâğıt Hamuru Üretimi. Orenko '92 I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi Bildiri Metinleri, II. Cilt, K.T.Ü. Orman Fakültesi, 255-268.
- Kırcı, H. 2000. Kâğıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. K. T. Ü. Orman Fak. Yayın No: 63, Trabzon, 274 s.
- Kim, J. H., Kim, I. S., Jang, K. W., Kang, J. T., Lee, B. S. 2007. Studies on the Pruning Methods for Seed Production in *Pinus densiflora* Seed Orchard. Proceedings of the 29th Southern Forest Tree Improvement Conference; Tree Improvement in North America: Past, Present, and Future, Galveston, TX, June 19-22, 2007, 194 s.
- Kimberley, M.O., Cown, D.J., McKinley, R.B., Moore, J.R., Dowling, L.J. 2015. Modelling variation in wood density within and among trees in stands of New Zealand-grown radiata pine. *N. Z. J. For. Sci.*, 45, 22.
- Kinghorn, B. P. 2011 An Algorithm for Efficient Constrained Mate Selection. *Genet Sel Evol* 43(1):4.
- Koga. S. ve Zhang, S. Y. 2002. Relationships between Wood Density and Annual Growth Rate Components in Balsam Fir (*Abies balsamea*). *Wood and Fiber Science* 34: 146-157.

- Koiwai, H., Nakaminami, K., Seo, M., Mitsuhashi, W., Toyomasu, T., Koshiha, T. 2004. Tissue-specific localization of an abscisic acid biosynthetic enzyme, AAO3, in *Arabidopsis*. *Plant Physiol* 134:1697–1707.
- Korol, L., Shklar, G. ve Schiller, G. 2002. Diversity Among Circum-Mediterranean Populations of Aleppo Pine and Differentiation from Brutia Pine in Their Isoenzymes: Additional Results. *Silvae Genetica* 51, (1): 35-41.
- Koski, V., Antola, J. 1993. National Tree Breeding and Seed Selection Programme for Turkey 1994-2003. 52 s.
- Kozlowski, T.T. 1971. Growth and development of trees: cambial growth, root growth, and reproductive growth. Academic Press, London.
- Kraft, N.J.B., Valencia, R., Ackerly, D.D. 2008. Functional traits and niche-based tree community assembly in an Amazonian forest. *Science* 322:580.
- Kramer, E.M. 2001. A mathematical model of auxin-mediated radial growth in trees. *J Theor Biol* 208:387-397.
- Kramer, P. J. 1957. Some Effects of Various Combinations of Day and Night Temperatures and Photo-period on the Height Growth of Loblolly Pine Seedlings. *For. Sci.* 3:45-55.
- Kramer, P. J. 1986. The Role of Physiology in Forestry. *Tree Physiology* 2, 1-16.
- Kretschmann D. E. 1998. Properties of juvenile wood. Techline: Properties and Use of Wood, Germany. Composites, and Fiber Products, Forest Service, Issued 9.
- Kukowski, K.R., Schwinning, S., Schwartz, B.F. 2013. Hydraulic responses to extreme drought conditions in three co-dominant tree species in shallow soil over bedrock. *Oecologia* 171:819–830.
- Kumar, S., Jayawickrama, K., Lee, J., Lausberg, M. 2002. Direct and indirect measures of stiffness and strength show high heritability in a wind-pollinated radiata pine progeny test in New Zealand. *Silvae Genetica* 51(5–6):256–260.
- Kurtoğlu, A. 1984. Ağaç Malzeme – Ağırlık İlişkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı 1, s. 150-163.
- Kwon, M., Bedgar, D.L., Piastuch, W., Davin, L.B., Lewis, N.G. 2001. Induced compression wood formation in Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) in microgravity. *Phytochemistry* 57:847–857.
- Lambeth, C. C. 1980. Juvenile-Mature Correlation in *Pinaceae* and Implication for Early Selection. *Forest Science*, 26:571-580
- Larson, P.R. 1973. The physiological basis for wood specific gravity in conifers. IUFRO Div. 5 Meet Brisbane, Australia 2: 672-680.

- Larson, P.R. 1982. The Concept of Cambium. In: New Perspectives in Wood Anatomy. Baas, P. (Edt.), Springer-Science+Business Media, B.V. s. 252.
- Larson, P.R. 1994. The Vascular Cambium. Development and structure. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Larson, P.R., Kretschmann, D. E., Clark, A III., Isebrands, J. G. 2001. Formation and Properties of Juvenile Wood in Southern Pines: A Synopsis. United States Department of Agriculture, Forest Service, 42 s., Madison, ABD.
- Lasserre, J.P., Mason, E.G., Watt, M.S., Moore, J.R. 2009. Influence of initial planting spacing and genotype on microfibril angle, wood density, fibre properties and modulus of elasticity in *Pinus radiata* D. Don corewood. For. Ecol. Manag., 258, 1924–1931.
- Lautner, S. 2013. Wood Formation Under Drought Stress and Salinity. In: Cellular Aspects of Wood Formation. Plant Cell Monographs. Fromm, J. (Edt.). Springer Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 260 s.
- Le, S. J. 1994. Breeding radiata pine in New Zealand. *Scottish-Forestry*, 48(1): 9-15.
- Lee, C.H. 1979. Absence of growth-wood property correlation in twenty-seven black pine seed sources. *Wood Fiber* 11: 22-28.
- Lee, P.W., Eom, Y.G. 1988. Anatomical comparison between compression wood and opposite wood in a branch of Korean pine (*Pinus koraiensis*). *IAWA Bull* 9(3):275–284.
- Li, B., McKeand, S., Weir, R. 1999. Tree Improvement and Sustainable Forestry- Impact of Two Cycles of Loblolly Pine Breeding in the U.S.A. *Forest Genetics* 6(4): s 229-234.
- Li, X., Wu, H.X., Southerton, S.G. 2011. Transcriptome profiling of *Pinus radiata* juvenile wood with contrasting stiffness identifies putative candidate genes involved in microfibril orientation and cell wall mechanics. *BMC Genomics* 12:480–496.
- Lima, R.T. 1987. Stability of genotypes of *Pinus oocarpa* for specific gravity in three different environments in South America. MS Thesis Coil. For. Res. NC State Univ. Raleigh, NC, 48 s.
- Lin, C.J., Chiu, C.M. 2007. Relationships Among Selected Wood Properties of 20-year-old Taiwania (*Taiwania cryptomerioides*) trees. *Journal of Wood Science*, 53: pp 61-66.
- Lindgren, D., Gea, L., Jefferson, P. 1996. Loss of Genetic Diversity Monitored by Status Number. *Silvae Genet.* 45: 52-59.
- Lindgren, D., Prescher, F., 2005. Optimal Clone Number for Seed Orchards with Tested Clones. *Silvae Genetica* 54: 80-92.

- Littell, R. C., Milliken, G. A., Stroup, W. W., Wolfinger, R. D., 2000. SAS System for Mixed Models. SAS Institute Inc. NC. USA.
- Loo-Dinkins, J. A., Tauer, C. G., Van Buijtenen, J. P. 1984. Juvenile –Mature Relationship and Heritability Estimates of Several Traits in Loblolly Pine (*Pinus taeda*). Canadian J. of Forestry Res., Vol:14, s 822-825.
- Loo-Dinkins, J. A., Tauer, C. G. and McNew, R. W. 1985. Genetic Variation in the Time of Transition from Juvenile to Mature Wood in Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.). Silvae Genetica 34 (1), 14 –19.
- Loo-Dinkins, J. A., Tauer, C. G. 1987. Statistical efficiency of six progeny test design on three loblolly pine (*Pinus taeda* L.) sites types. *Canadian Journal of Forestry Research*, 17:1066-1070
- Loo-Dinkins, J. A. 1992. Field Test Design. In: Lauren F.; Friedman, S. T. And Brotschol, J. V. (Eds), Quantitative Forest Genetics, Kluwer Academic Publishers, 96-134, Dordrecht.
- Lucidcentral. Ağ adresi. http://keys.lucidcentral.org/keys/jbarker/hardwood_soft_wood/html/Taxa%20factsheets/Callitris_glaucophylla.htm. Erişim Tarihi: 23.05.2013.
- Maeglin, R. R. 1987. Juvenile Wood, Tension Wood, and Growth Stress Effects on Processing Hardwoods. Proceedings of the 15th annual Hardwood Symposium of the Hardwood Research Council, 100-108.
- Magalska, L., Howe, G. T. 2014. Genetic and Environmental Control of Douglas-fir Stem Defects. *Forest Ecology and Management* 318 (2014) 228–238.
- Mäkinen, H., Saranpää, P., Linder, S. 2000. Effect of Growth Rate on Fibre Characteristics in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Holzforschung* 56: 449 – 460.
- Malhado, A.C.M., Malhi, Y., Whittaker, R.J. vd. 2009. Spatial trends in leaf size of Amazonian rainforest trees. *Biogeosciences Discuss* 6:2125–2162.
- Mark, R.E., Gillis, P.P. 1973. Relationship between fiber modulus and S2 angle. *Tappi* 56:164–167.
- Martin, J.W. 1984. Forest management practices that will influence product characteristics of the changing wood resource. *Symposium Utilization Changing Wood Resources Southern US NC State University, Raleigh, NC*, 9 s.
- Matheson, A., Gapare, W., Ilic, J., Wu, H. 2008. Inheritance and genetic gain in wood stiffness in radiata pine assessed acoustically in young standing trees. *Silvae Genetica* 57(2):56–64.
- Matte Risopatron, J.P., Sun, Y., Jones, B.J. 2010. The vascular cambium: molecular control of cellular structure. *Protoplasma* 247:145–161.

- Matziris, D. I. 2000. Genetic variation and realized genetic gain from Aleppo pine tree improvement. *Silvae Genetica*, 49(1): 5-10.
- Mcculloh, K.A., Meinzer, F.C., Sperry, J.S. vd. 2011. Comparative hydraulic architecture of tropical tree species representing a range of successional stages and wood density. *Oecologia* 167:27– 37.
- McKeand, S. E., Bridgwater, F. 1995. Variance Component and Genetic Gain Estimates from 6-year-old diallel tests of loblolly pine. In: Weir, R. J., Hatcher, A. V. (Eds.) 23, Southern Forest Tree Improvement Conference, s. 197-203.
- McKeand, S. E., Zobel, B. J., Byram, T. D., Huber, D. A. 2007. Southern Pine Tree Improvement – A Living Success Story. Proceedings of the 29th Southern Forest Tree Improvement Conference; Tree Improvement in North America: Past, Present, and Future, Galveston, TX, June 19-22, 2007, 194 s.
- McKimmy, M.D. 1966. A variation and heritability study of wood specific gravity in 46-year-old Douglas-fir from known seed sources. *Tappi* 49: 542-549.
- McKimmy, M.D., Nicholas, D.D. 1971. Genetic differences in wood traits among half-century-old families of Douglas-fir. *Wood Fiber* 2: 347-355.
- McKimmy, M.D., King, J.P. 1978. Strength properties in young ponderosa pine of known parentage. 32nd Annual Meeting Forest Products Research Society Atlanta GA Session 8, s. 8.
- McKinley, C.R., Lowe, W.J., Van Buijtenen, J.P. 1982. Genetic improvement of wood specific gravity in loblolly pine (*P. taeda*) and its relation to other traits. TAPPI Research and Development Conference Asheville, NC, 153-158.
- Megraw, R.A. 1985. Wood quality factors in loblolly pine. TAPPI Press, Atlanta, GA, 89 s.
- Meinzer, F.C., Campanello, P.I., Domec, J.C., Gatti, M.G., Goldstein, G., Villalobos-Vega, R., Woodruff, D.R. 2008. Constraints on physiological function associated with branch architecture and wood density in tropical forest trees. *Tree Physiol* 28:1609–1617.
- Meuwissen, T. H., Hayes, B. J., Goddard, M. E. 2001. Prediction of Total Genetic Value Using Genome-Wide Dense Marker Maps. *Genetics* 157: 1819–1829.
- Meylan, B.A. 1972. The Influence of Microfibril Angle on the Longitudinal ShrinkageMoisture Content Relationship. *Wood Science and Technology* 6: 293-301.
- Miller, Z., Miler, A., Pasternak, B. 1979. Wood fibre length in pine provenance samples. *Pr. Komisji Nauk Rolniezychi Komisji Nauk Lesnych* 48: 95-101.

- Morgenstern, E. K. and Mullin, T. J. 1987. Plus-tree selection: Controlling Its Costs. In: E. K. Morgenstern and T. J. Boyle (Eds.) Proceedings of 21th of the Canadian Tree Improvement Association, 108-116.
- Moullia, B., Coutand, C., Lenne, C. 2006. Posture control and skeletal mechanical acclimation in terrestrial plants: implications for mechanical modeling of plant architecture. *Ame. J Bot* 93:1477–1489.
- Mrode, R.A. 1996. Linear Models for Prediction of Animal Breeding Values. CAB International. Wallingford U.K. 187 s.
- Muller-Landau, H.C. 2004. Interspecific and intersite variation in wood specific gravity of tropical trees. *Biotropica* 36:20–32.
- Nahal, I. 1983. Le Pin Brutia (*Pinus brutia* Tenore). *Forêt Méditerranéenne*, 2:165-172.
- Namkoong, G., Barnes, R. D., Burley, J. 1980. A Philosophy of Breeding Strategy for Tropical Forest Trees. Commonwealth Forestry Institute, Tropical Forestry Papers No: 16, Oxford University Press, 66 s., Oxford.
- Namkoong, G., Kang, H.C., Brouard, J.S. 1988. Tree Breeding: Principles and Strategies. Monographs on Theoretical and Applied Genetics, Vol:11, Springer-Verlag, 180 s.
- Nanson, A., de Jamblinne, A., Istas, J.R., Schalk, J. 1975. Inheritance of wood density in *Pinus nigra*. *Bull. Soc. R.For. Belg.* 82: 68-79.
- Nath, S.K. 2017. Use Wood—Combat Climate Change. In: Wood is Good. Pandey, K.K. vd. (Eds.), Springer Nature Singapore Pte Ltd. 480 s.
- NCSU-TIP 2018. NCSU Cooperative Tree Improvement Program 62nd Annual Report, s. 37, NCSU, Raleigh.
- Nicholls, J.W. 1965. Preliminary observations on the change with age of the heritability of certain wood characteristics in *Pinus radiata* clones. *Silvae Genetica* 16: 18-20.
- Nicholls, J.W. 1967. Preliminary observations on the change with age of the heritability of certain wood characters in *Pinus radiata* clones. *Silvae Genetica* 16: 18-20.
- Nicholls, J.W., Morris, J.D., Pederick, L.A. 1980. Heritability estimates of density characteristics in juvenile radiata wood. *Silvae Genetica* 29: 54-61.
- Nyquist, W. E. 1991. Estimation of heritability and prediction of selection response in plant populations. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 10(3):235-322.
- OECD, 2016. Policy guidance on resource efficiency. OECD Publishing, Paris.
- OECD, 2019. OECD Forest Seed and Plant Scheme, Rules and Regulations. Paris, s. 55.

- Olesen, P.O. 1971. The water displacement method. A fast and accurate method of determining the green volume of wood samples. For. Inst. The Royal Veterin. Agric. Univ. of Copenhagen, 57 s.
- Oraler Temizkan, G. 1994. Genetik. İ.Ü. Fen Fakültesi Yayınları No:3805/229, 281s., İstanbul.
- Otsuka, M., Toyama, S., Yonemochi, M. 1964. On the characteristics of tetraploid *Pinus thunbergii*. Bull. Fac. Agric. Univ. Miyazaki 10: 153-161.
- Özel, E. S. E. 2001. The Pattern of Genetic Variation of *Pinus brutia* Ten. Populations from Southern Turkey Determined by Nuclear SSR Markers. Yüksek Lisans Tezi. ODTU, Ankara, 165 pp.
- Örs, Y. 1978. Odunun Tekstürü ve Belirlenmesi Yöntemleri, K.T.Ü. Orman Fak. Dergisi, 1-2, 191-200.
- Örs, Y. ve Keskin, H. 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi. T. C. Ticaret ve Sanayi Bakanlığı, KOSGEB, Kale Matbaacılık Ofset, Ankara.
- Öktem, E. 1996. Yatağan Yöresi Mevcut Çevre Kirliliği Şartlarında Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 255, 24 s.
- Öktem, E. ve Sözen, M. R. 1996. Reçine Üretiminin Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri Üzerine Etkisi. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 256, 53 s.
- Özdemir, T. 1977. Antalya Bölgesinde Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarının Tabii Gençleştirme Olanakları Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 27, Sayı 2, s. 239-293.
- Öztürk, H. 2000. Orman Ağaçları Genetik Islahında Döl Denemeleri. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Dergisi, Sayı:1, s. 93-137, Ankara.
- Öztürk, H. ve Şıklar, S. 2001. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaç Islahı Çalışmaları ve Ülkemiz Odun Hammaddesi Açığını Karşılama Potansiyeli. I. Ulusal Ormancılık Kongresi, Türkiye Ormancılar Derneği, Kongre serisi No:1, 464-479.
- Öztürk, H. Şıklar, S., Alan, M., Ezen, T., Korkmaz, B., Gülbaba, A. G., Sabuncu, R., Tulukçu M. S., Derilgen, S. I. 2004. 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, 147 s., Ankara.
- Öztürk, H., Şıklar S., Alan, M., Korkmaz, B., Ezen, T., Tulukçu, M., Keskin, S., Çalışkan, B. 2007. Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl denemeleri (4. Yaş sonuçları). Orman Ağaçları ve

Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayınları Teknik Bülten Serisi No: 17, Ankara .

Öztürk, H., Şıklar, S., Alan, M., Ezen, T., Korkmaz, B., Gülbaba, A. G., Sabuncu, R., Derilgen, S. I. ve Çalışkan, B. 2008. Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonunda (0-400 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (8. Yaş Sonuçları). Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 18, Ankara.

Öztürk, H., Yıldırım, K., Şıklar, S., Ezen, T., Alan, M., İlter, E., Balkız, Ö. D., ve Kaya, Z. 2008. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Akdeniz Bölgesi Alçak Rakım (0-400 m) Islah Zonu Döl Denemesinde Genç Odun Yoğunluğuna İlişkin Genetik Parametreler. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 22, 48 s., Ankara.

Öztürk, H., Şıklar, S., Alan, M., Ezen, T., Gülbaba, A. G., Sabuncu, R., Polat, O., Çalikoğlu, M., Derilgen, S. I., Çalışkan, B. ve Özler, H. 2010. Akdeniz Bölgesi Orta Yükselti Kuşağı Islah Zonunda (401-800 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (8. Yaş Sonuçları). Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 24, Ankara.

Özyalçın, K., Ezen, T., Altun, Z. G., Ünal C., Alan, M., Öztürk, H., Şıklar, S. 2016. Ege Bölgesi Alt Yükselti Kuşağı Islah Zonu'nda (0-400 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (16. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, (Yayımlanmamış) Ara Sonuç Raporu, Ankara.

Özyalçın, K., Ezen, T., Ünal, C., Acet, M., Kaplan, A. 2018a. Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m) Kızılçam (*Pinus brutia* ten.) Döl Denemeleri (16. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, (Yayımlanmamış) Ara Sonuç Raporu, Ankara.

Özyalçın, K., Ezen, T., Ünal, C., Acet, M., Kaplan, A. 2018b. İç Anadolu Batı Islah Zonunda (1300-1700 m) Sarıçam (*P. Sylvestris* L.) Döl Denemeleri (15. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, (Yayımlanmamış) Ara Sonuç Raporu, Ankara.

Özyalçın, K., Altun, Z. G., Ezen, T., Ünal C., Acet, M., Kaplan A., Aydın S. 2018c. Ege Bölgesi Orta Yükselti Kuşağı Islah Zonu'nda (401-800 m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (4., 12., 14. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, (Yayımlanmamış) Ara Sonuç Raporu, Ankara.

Özyalçın, K., Ezen, T., Sabuncu, R., Polat, O., Özbey, A. A., Çalikoğlu, M., Ünal, C., Derilgen, S. I., Acet, M., Kaplan, A. 2019. Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonu'nda (0-400 m) Kızılçam (*Pinus brutia* ten.) Döl Denemeleri (20. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, (Yayımlanmamış) Ara Sonuç Raporu, Ankara.

- Paiva, J.A.P., Garcés, M., Alves, A. 2008. Molecular and phenotypic profiling from the base to the crown in maritime pine wood-forming tissue. *New Phytol.* 178:283–301.
- Pamay, B. 1966. Türkiye’de Yaş Sınıfları Metodunun Uygulanmasından Doğan Gençleştirme Problemleri (Silvikültürel Planlama). Fakülteler Matbaası, 64 s.
- Panetsos, C.P. 1981. Monograph of *Pinus halepensis* Mill. and *P. brutia* Ten.. *Annals of Forestry* 9/2: 39-77.
- Panetsos, 1986. Genetics and Breeding in the Group *halepensis*. Forêt Méditerranéenne, Tome VII, Numéro 1, s. 5-12.
- Panshin, A. J. ve De Zeeuw, C. 1980. Textbook of Wood Technology, 4th Edition. McGraw-Hill Series in Forest Resources. McGraw-Hill Book Company, 736 s., New York.
- Paterson, D.N. 1967. Spiral grain in East African exotic softwood forest plantations. IUFRO Conf. München, Germany, 14 s.
- Pearson, F.G., Fielding, H.A. 1961. Some properties of individual growth rings in European larch and Japanese larch and their influence upon specific gravity. *Holzforschung* 15: 82-89.
- Perstorper, M., Pellicane, P. J., Kliger, I. R., Johansson, G. 1995. Quality of Timber Products from Norway Spruce. Part 1. Optimization, key variables and experimental study. *Wood Science and Technology* 29, 157–170.
- Philips, E.W. 1965. A consideration of the use of the beta-ray technique in determining cell dimensions. IUFRO Meet. Sect. 41 Melbourne, Australia, 7 s.
- Pillow, M.Y., Bray, M.W. 1935. Properties and sulphate pulping characteristics of compression wood. *Pap. Trade J.* 1-3.
- Pillow, M.Y. 1954. Specific gravity relative to characteristics of annual rings in loblolly pine. *US Forest Ser. FPL No 1989 Madison, WI*, 21 s.
- Plomion, C., Leprovost, G., Stokes, A. 2001. Wood formation in trees. *Plant Physiology* 127:1513–1523.
- Polge, H. 1967. Determination of fiber length using 5 mm increment cores. *Tappi* 50: 460-462.
- Polge, H. 1968. Tests precoces de la qualite du bois sur 25 provenances d' *Abies grandis*. *Ann. Sci. For.* 25: 3-23.
- Posey, C. E. 1965. Effects of fertilization upon wood properties of loblolly pine (*Pinus taeda* L.). *Proc. 8th Conf. Forest Tree Improvement*, pp. 126–130.

- Quirk, J. T., Smith, D. 1975. Comparison of Dual Linear and Dot-Grid Eyepiece Methods for Estimating Wood Properties of Douglas-fir. *Wood Sci.* 8: 92-96.
- Raley, E. M., Myszewski, J. H., Byram, T. D. 2007. The Potential of Acoustics to Determine Family Differences for Wood Quality in a Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Trial. Proceedings of the 29th Southern Forest Tree Improvement Conference; Tree Improvement in North America: Past, Present, and Future, Galveston, TX, June 19-22, 2007, 194 s.
- Rathgeber, C. B. K., Rossi, S., Bontemps, J. D. 2011. Cambial activity related to tree size in a mature silver-fir plantation. *Ann Bot* 108:429–438.
- Rees, L. W., Brown, R. M. 1954. Wood density and seed source in young plantations of red pine. *J. For.* 52: 662-665.
- Reiterer, A., Lichtenegger, H., Tschegg S., Fratzl 1999. Experimental Evidence for Mechanical Function of the Cellulose Microfibril Angle in Wood Cell Walls. *Philosophical Magazine A* 79 (9): 2173-2184.
- Rendle, B. J., Phillips, E. W. 1958. The effect of growth (ring width) on the density of soft- woods. *Forestry* 3 1: 113-120.
- Resende, M. D. V., Resende Jr., M. F. R., Sansaloni, C. P., Petrolí, C. D., Missiaggia, A. A., Aguiar, A. M., Abad, J. M., Takahashi, E. K., Rosado, A. M., Faria, D. A., Pappas Jr., G. J., Kilian, A., Grattapaglia, D. 2012. Genomic Selection for Growth and Wood Quality in Eucalyptus: Capturing the Missing Heritability and Accelerating Breeding for Complex Traits in Forest Trees. *New Phytologist* 194: 116–128.
- Rink, G., Thor, E. 1973. Inheritance and gains of three wood properties in Virginia pine. 12th Southern Forest Tree Improvement Conference Baton Rouge, LA, 24-30.
- Rozenberg, P., Cahalan, C. 1997. Spruce and Wood Quality: Genetic Aspects (A Review). *Silvae Genetica* 46, 5: 270-279.
- Ruelle, J. 2014. Morphology, Anatomy and Ultrastructure of Reaction Wood. In: *The Biology of Reaction Wood*. Gardiner, B. vd. (Edts.) Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 274 s.
- Rune, G., Warensjö, M. 2002. Basal sweep and compression wood in young Scots pine trees. *Scan J For Res* 17:529–537.
- Runkel, R. 1949. Über Die Herstellung Von Zellstoff Aus Holz Der Gattung Eucalyptus und Versuche Mit Zwei Unterschiedlichen Eucalyptusarten. *Das Papier* 3: 476–490.
- Ruotsalainen, S. 2014. Increased forest production through forest tree breeding. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 29 (4): 333–344s.

- Saatçioğlu, F., Ürgenç, S. 1963. Ankara'da Kurulmasına Karar Verilen "Orman Tohumları Tedariki, kontrolü ve Ambarlama İşleri Müessesesinin" Amaç, Plan ve Cihazlandırılmasına Ait Teklifler. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 13, Seri B, İstanbul.
- Saatçioğlu, F. 1976. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri (Silvikültür I). İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No:2187/222, 423 s., İstanbul.
- Santiago, L.S., Goldstein, G., Meinzer, F.C. vd. 2004. Leaf photosynthetic traits scale with hydraulic conductivity and wood density in Panamanian forest canopy trees. *Oecologia* 140:543–550.
- Sarıbaş, M. 2008. Dendroloji I Gymnospermae. Dönmez Ofset, 321 s., Bartın.
- Saucier, J.R., Taras, M.A. 1967. Wood density and percent summerwood variation among nine loblolly pine seed sources grown in Alabama. 9th Southern Conference Forest Tree Improvement Knoxville, TN, 115-119.
- Savidge, R.A. 2001. Intrinsic regulation of cambial growth. *J. Plant Growth Regul.* 20:52–77.
- Scarpella, E., Helariutta, Y. 2010. Vascular pattern formation in plants. *Curr. Top. Dev. Biol.* 91:221–265.
- Schmidting, R.C., Amburgey, T.L. 1982. Genetic variation in decay susceptibility and its relationship to growth and specific gravity in loblolly pine. *Holzforschung* 36: 159-161.
- Schrader, J., Baba, K., May, S.T., Palme, K., Bennett, M., Bhalerao, R.P., Sandberg, G. 2003. Polar auxin transport in the wood-forming tissues of hybrid aspen is under simultaneous control of developmental and environmental signals. *Proc Natl Acad Sci USA* 100:10096–10101.
- Schrader, J., Moyle, R., Bhalerao, R., Hertzberg, M., Lundeberg, J., Nilsson, P., Bhalerao, R.P. 2004. Cambial meristem dormancy in trees involves extensive remodelling of the transcriptome. *Plant J* 40:173–187.
- Schutz, W. M., Cockerham, C. C. 1966. The effect of field blocking on gain from selection. *Biometrics*, 22(4):843-863.
- Searle, S. R., Casella, G., McCulloch, C. E. 1992. Variance components. John Wiley & Sons Inc., New York, 501 s.
- Selik, M. 1963. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'in Botanik Özellikleri Üzerine Araştırmalar ve Bunların Halepçanı (*P. halepensis* Mil.) Vasıfları ile Mukayesesi. Orman Genel Müdürlüğü Yayın No: 353/36, 88s., Ankara.
- Senft, J. F., Bendtsen, B. A., Galligan, W. L. 1985. Weak Wood: Fast-Grown Trees Make Problem Lumber. *Journal of Forestry*, 83(8), 477-484.

- Sertmehmetoğlu, Z., Acar, O. ve Birler, A. S. 1968. Kağıt Endüstrisi Yönünden güney Anadolu Kızıldaam Ormanlarında İdare Müddeti Sorunları ve Endüstriyel Ham Madde Verimi Üzerinde Bazı Araştırmalar. Kavaklılık Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülteni, Seri:3, 153-170.
- Sharma, M., Walker, J.C.F., Chauhan, S.S. 2017. Screening Corewood of Pine for Wood Properties. In: Wood is Good. Pandey, K.K. vd. (Eds.), Springer Nature Singapore Pte Ltd. 480 s.
- Shelbourne, C.J.A., Ritchie, K.S. 1968. Relationships between degree of compression wood development and specific gravity and tracheid characteristics in loblolly pine. *Holzforschung* 22:185–190.
- Shelbourne, C. J. A. 1969. Tree Breeding Methods. New Zealand Forest Research Institute. Technical Paper. No: 55, ODC:163.3/7, New Zealand.
- Shelbourne, C.J.A., Zobel, B.J., Stonecypher, R.W. 1969. The inheritance of compression wood and its genetic and phenotypic correlations with six other traits in 5-year-old loblolly pine. *Silvae Genet* 18:1–56.
- Shelbourne, C. J. A. 1972. Genotype-environment interaction: its study and its implications in forest tree improvement. In: Proc. Joint. Symposium for Forest Tree Breeding of Genetics Subject Group and section 5, Forest Trees of SABRAO. Govt. For. Exp. Sta., s:1-28, Tokyo.
- Shelbourne, C. J. A., Apiolaza, L. A., Jawawickrama, K. J. S., Sorenson, C. T. 1997. Developing Breeding Objectives for Radiata Pine in New Zealand. Proc. Of IUFRO 97. Genetics of Radiata Pine, Rotorua, New Zealand, held on 1-4 December 1997 FRI Bulletin No:203, 160-168.
- Shmulsky, R., Jones, P. D. 2019. Forest Products and Wood Science An Introduction (Seventh Edition). John Wiley & Sons Ltd, 482 p.
- Sinha, A. 2017. How Good is Wood? Facts and Myths Regarding Wood as a Green Building Material. In: Wood is Good. Pandey, K.K. vd. (Eds.), Springer Nature Singapore Pte Ltd. 480 s.
- Siripatanadilok, S., Leney, L. 1985. Compression wood in Western Hemlock *Tsuga heterophylla* (RAF.) Sarg. *Wood Fiber Sci* 17:254–265.
- Smith, W. J. 1966. The Heritability of Fibre Characteristics and its Application to Wood Quality Improvement in Forest Trees. *Silvae Genetica* Band 16, Heft 2: 41-50.
- Smith, D.M. 1967. Microscopic methods for determining cross-sectional cell dimensions. US Forest Ser. Res. Paper FPL-79, Madison, WI, 20 s.
- Sokal, R. R., Rohlf, F. J. 1995. Biometry. Third Edition. W.H. Freeman and Company, New York, 887 s.

- Somerville, C. 2006. Cellulose synthesis in higher plants. *Annu. Rev. Cell. Dev. Biol.* 22:53–78.
- Squillace, A.E., Echols, R.M., Donnan, K.W. 1962. Heritability of specific gravity and summer-wood per cent and relation to other factors in slash pine. *Tappi* 45: 599-601.
- Stairs, G.R., Marton, R., Brown, A.F., Rizzo, M., Petrik, A. 1966. Anatomical and pulping properties of fast- and slow-grown Norway spruce. *Tappi* 49: 296-300.
- Stairs, G.R. 1969. Seed source and growth rate effects on wood quality in Norway spruce. 11th Meeting Committee Forest Tree Breeding in Canada Ottawa, Canada, 231-236.
- Stantuth, J. A., Kellison, R. C., Broerman, F. S., Jones, S. B. 2003. Productivity of southern pines: Where are and how did we get here? *Journal of Forestry* 101(3):26-31.
- Stiller, V. 2009. Soil salinity and drought alter wood density and vulnerability to xylem cavitation of baldcypress (*Taxodium distichum* (L.) Rich.) seedlings. *Environ Exp Bot* 67:164–171.
- Stonecypher, R., Zobel, B.J. 1966. Inheritance of specific gravity of five-year-old seedlings of loblolly pine. *Tappi* 49: 303-305.
- Stonecypher, R.W., Piesch, R.F., Helland, G.G., Chapman, J.G., Reno, H.J. 1996. Results from Genetic Tests of Selected Parents of Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) in an Applied Tree Improvement. *Forest Science Monograph No: 32- 35.*
- Strickland, R.K. 1960. Geographic variations in specific gravity and tracheid length of loblolly pine. MS Thesis Univ. Georgia Athens, GA, 68 s.
- Sundberg, B., Ugglå, C., Tuominen, H. 2000. Cambial growth and auxin gradients. In: Savidge, R.A., Barnett, J.R., Napier, R. (eds) *Cell and molecular biology of wood formation*. BIOS Scientific Publishers, Oxford, s. 169–188.
- Sutton, W.R.J. 1999. The need for planted forests and the example of radiata pine. *New For.*, 17, 95–110.
- Swallow, W.H., Monohan, J.F. 1984. Monte Carlo comparison of ANOVA, MIVQUE, REML AND ML estimators of variance componets. *Technometrics*, 26(1):47-54
- Syzmanski, M.B. 1991. Loblolly pine provenance variation in age of transition from juvenile to mature wood specific gravity. *Forest Sci.* 37: 160-174.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2006. *Plant physiology*, 4th edn. Sinauer Assoc. Inc, Sunderland, MA, 700 s.

- Talbert, J. T., Weir, R. J., Arnold, R. 1985. Cost and Benefits of a Mature First-Generation Loblolly Pine Tree Improvement Program. *Journal of Forestry* 83;162-166.
- Talbert, C. B. 1992. Quantitative Genetics: Why Bother. In Lauren Fins, Sharon T. Friedman and Janet V. Brotschol (Eds) *Handbook of Quantitative Forest Genetics*. Kluwer Academic Publishers. 1-28.
- Tank, T., Göksel, E., Cengiz, M., Gürboy, B. 1990. Hızlı Gelişen Bazı İğne Yapraklı Ağaç Türlerinin Lif ve Kağıt Teknolojisi Yönünden İncelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 40, Sayı 1, s. 40-54, İstanbul.*
- Tayanç, Y., Çengel, B., Kandemir, G., Velioglu, E., Alan, M. 2018. Kızılçam (*Pinus brutia* TEN.) Tohum Bahçelerinde Eşleşme Sistemi ve Polen Kirliliğinin Mikrosatellitlerle Belirlenmesi. Proje Sonuç Raporu, Orman Ağaçları Ve Tohumları İslah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.
- Telewski, F.W. 2006. A unified Hypothesis of Mechanoperception in Plants. *Ame. J Bot* 93:1466–1476.
- Teskey, R. O., Bongarten, B. C., Cregg, M., Dougherty, P. M., Hennessey, T. C. 1987. Physiology and Genetics of Tree Growth Response to Moisture and Temperature Stress: an Examination of the Characteristics of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) *Tree Physiology* 3,41-61.
- Thavamanikumar, S., McManus, L. J., Ades, P. K., Bossinger, G., Stackpole, D. J., Kerr, R., Hadjigol, S., Freeman, J. S., Vaillancourt, R. E., Zhu, P., Tibbits, J. F. G. 2014. Association Mapping for Wood Quality and Growth Traits in *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* Labill Identifies Nine Stable Marker-Trait Associations for Seven Traits.
- The Gymnosperm Database 2019. Ağ Adresi: <https://www.conifers.org/pi/Pinus.php> Erişim Tarihi: 26.2.2019.
- The Solid Wood Flooring, 2012. Ağ adresi. <http://www.thesolidwoodflooringcompany.com/blog/index.php/2013/04/25/characteristics-of-oak-used-in-wood-flooring/>. Erişim Tarihi: 23.05.2013.
- Timell, T.E. 1986. *Compression wood in gymnosperms*. Springer, Berlin Heidelberg New York, 2150 s.
- TS 2472, 1976. Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyleer için Birim Hacim Ağırlığı Tayini. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Tsoumis, G. 1992. *Science and Technology of Wood Structure, Properties and Utilization*. New York: Van Nostrand Reinhold: London; Chapman and Hall, PP 494-501.
- Tocquard, K., Lopez, D., Decourteix, M., Thibaut, B., Julien, J-L., Label, P., Leblanc-Fournier, N., Roeckel-Drevet, P. 2014. The Molecular Mechanisms of Reaction

- Wood Induction. In: The Biology of Reaction Wood. Gardiner, B. vd. (Edts.) Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 274 s.
- TOD, 2019. Türkiye Ormancılığı: 2019, ISBN: 978-975-93478-4-0, 164+20 sayfa, Kuban Matbaacılık Yayıncılık, Ankara.
- Thompson, D. A. 1992. Growth of Sitka Spruce and Timber Quality. In: Rook, D. A. (Ed.): Super Sitka for the 90s. Forestry Commission Bulletin 103, 54 –60.
- Tunçtaner, K. 2007. Orman Genetiği ve Ağaç Islahı. Türkiye Ormancılar Derneği Yayınları Eğitim Dizisi:4, 364 s. Ankara.
- Turner, I.M. 2001. The ecology of trees in the tropical rain forest. Cambridge University Press, UK.
- Udayakumar, M., Sekar, T. 2017. Estimation of Leaf Area–Wood Density Traits Relationship in Tropical Dry Evergreen Forests of Southern Coromandel Coast, Peninsular India. In: Wood is Good. Pandey, K.K. vd. (Eds.), Springer Nature Singapore Pte Ltd. 480 s.
- Uggla, C., Moritz, T., Sandberg, G., Sundberg, B. 1996. Auxin as a positional signal in pattern formation in plants. Proc Natl Acad Sci USA 93:9282–9286.
- Ujvari, E., Szönyi, L. 1973. Expectable gain breeding long fibre Norway spruce. Erdesz Kut 69(2): 93-99.
- Urhan, O. S., Kolpak, S. E., Jayawickrama, K. J. S., Howe, G. T. 2014. Early Genetic Selection for Wood Stiffness in Juvenile Douglas-fir and Western Hemlock. Forest Ecology and Management 320 (2014) 104-117.
- Usta, H. Z. 1991. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No 219, 138 s.
- Uthappa, A.R., Hegde, M., Kumar, P.K., Singh, B.G., Prashanth, R.S. 2017. Rapid Measurement of Density of Wood in Progeny Trial of *Acacia mangium* Willd. Using Resistograph—A Nondestructive Method. In: Wood is Good. Pandey, K.K. vd. (Eds.), Springer Nature Singapore Pte Ltd. 480 s.
- Ürgenç, S. 1967. Türkiye’de Çam Türlerinde Tohum Tedarikine Esas Teşkil Eden Problemlere Ait Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayın Sıra No: 468, Seri No: 44, 192 s. Ankara.
- Ürgenç, S. 1982. Orman Ağaçları Islahı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No:2836/293, 407 s. İstanbul.
- Ürgenç, S. 1998. Ağaçlandırma Tekniği II. Baskı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 141, 600 s. İstanbul.

- Vaganov, E.A., Hughes, M.K., Shashkin, E.A. 2006. Growth dynamics of conifer tree rings: images of past and future environments. Springer, Heidelberg.
- Vahala, J., Felten, J., Love, J., Gorzsas, A., Gerber, L., Lamminmaki, A., Kangasjarvi, J., Sundberg, B. 2013. A genome-wide screen for ethylene-induced ethylene response factors (ERFs) in hybrid aspen stem identifies ERF genes that modify stem growth and wood properties. *New Phytol.* doi:10.1111/nph.12386
- Valley, R.B., Morse, T.H. 1965. Measurement of fiber length using a modified coulter particle counter. *Tappi* 48: 372-376.
- Van Buijtenen, J. P. 1965. Inheritance of fiber properties in North American conifers. IUFRO Section 41, vol 2. Melbourne, Australia, 12 s.
- Van Buijtenen, J. P. 1978. Response of "lost pines" seed sources to site quality. 5th North American Forest Biology Workshop, Gainesville, FL, 7 s.
- Van Buijtenen, J. P. 1992. Fundamental Genetics Principles. In: Handbook of Quantitative Genetics. Fins, K., Friedman, S. T., Brotschol, J. V. (editors), 1992, Kluwer Academic Publisher: 60-65.
- Vargas-Hernandez, J. 1990. Genetic variation of wood density components in coastal Douglas-fir and their relationship to growth rhythm. PhD Thesis, Oregon State Univ. Corvallis, OR, 113 s.
- Vargas-Hernandez, J., Adams, W.T. 1992. Age-age Correlations and Early Selection for Wood Density in Young Coastal Douglas-fir. *Forest Sci.* 38: 467-478.
- Vargas-Hernandez, J., Adams, W.T., Krahmer, R.L. 1994. Family Variation in Age Trends of Wood Density in Young Coastal Douglas-fir. *Wood Fiber Sci.* 17 s.
- Velioğlu, E., İçgen, Y., Çengel, B., Öztürk, H., Kaya, Z. 2003. Moleküler Belirteçler Yardımıyla Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Tohum Meşcerelerinde, Tohum Bahçelerinde ve Ağaçlandırmalarında Bulunan Genetik Çeşitliliğin Karşılaştırılması. Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü Yayınları Teknik Bülten Serisi No: 10.
- Velling, P. 1974. Phenotypic and genetic variation in wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris*). *Folia For.* 188: 29 s.
- Villeneuve, M.E., Morganstern, E.K., Sebastian, L.P. 1987. Variation patterns and age relationships of wood density in families of jack pine and black spruce. *Canadian J. For. Res.* 17: 1219-1222.
- Wang, M., Qi, X., Zhao, S., Zhang, S., Lu, M.Z. 2009. Dynamic changes in transcripts during regeneration of the secondary vascular system in *Populus tomentosa* Carr. revealed by cDNA microarrays. *BMC Genomics* 10:215.
- Wardrop, A.B., Dadswell, H.E. 1950. The nature of reaction wood II. The cell wall organisation of compression wood tracheids. *Aust J Biol Sci* 3:1-13.

- Watson, A.J., Hodder, I.G. 1954. Relationship between fibre structure and handsheet properties in *Pinus taeda*. Australian Pulp Paper Tech. Assoc. Proc 8: 290-310.
- Watson, A.J., Dadswell, H.E. 1964. Influence of fibre morphology on paper properties. 3. Length: diameter (L/D) ratio. 4. Micellar spiral angle, vol 17. APPITA, Melbourne, s. 146–156.
- Watt, M.S., Sorensson, C., Cown, D.J., Dungey, H.S., Evans, R. 2010. Determining the main and interactive effect of age and clone on wood density, microfibril angle and modulus of elasticity for *Pinus radiata*. Can. J. For. Res. 40, 1550–1557.
- Weetman, G.F. 1971. Effects of thinning and fertilization on the nutrient uptake, growth, and wood quality of upland black spruce. Woodland Pap. Pulp Pap. Res. Inst. Can. No. 28.
- Welsh, S. 2006. Hormonal control of wood formation in radiata pine. Ph.D. dissertation. University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.
- Westing, A.H. 1965. Formation and function of compression wood in gymnosperms. Bot Rev 31:381–480.
- White, T. L. and Hodge, G.R. 1989. Predicting Breeding Values with Applications in Forest Tree Improvement. Kluwer Academic Publishers, 367 p., London.
- White T. L., Adams W. T., Neale D. B., 2007. Forest Genetics. 1st. ed. Cambridge, MA, USA: CABI Publishing.
- Wilkins, A. P. and Bamber, R. K. 1983. A Comparison Between Ladell's Wood Section Method and the Macerated Wood Method for Tracheid Length Determination. IAWA Bulletin n.s., Vol 4(4), 245-247.
- Wilkins, O., Nahal, H., Foong, J., Provart, N.J., Campbell, M.M. 2009. Expansion and diversification of the *Populus* R2R3-MYB family of transcription factors. Plant Physiol 149:981–993.
- Wilkinson, S., Ogée1, J., Domec, J.C., Rayment, M., Wingate, L. 2015. Tree Physiology 00, 1–14.
- Willan, R. L. (1988). Economic Returns from Tree Improvement in Tropical and Sub-tropical Conditions. (Revised 1994 ed.) Danida Forest Seed Centre. (Technical Note no. 36; No. 36)
- Williams, M.F. 1994. Matching wood fiber characteristics to pulp and paper processes and products. Tappi 77(3): 227-233.
- Wilson, B.F., Chien, C.T., Zaerr, J.B. 1989. Distribution of endogenous indole-3-acetic acid and compression wood formation in reoriented branches of Douglas-fir. Plant Physiol 91:338–344.

- Wimmer, R. 1995. Intraannual Cellular Characteristics and Their Implications for Modelling Softwood Density. *Wood Fiber Sci.*, 27:413-420.
- Wimmer, R., Downes, G.M., Evans, R. 2002. Temporal variation of microfibril angle in *Eucalyptus nitens* grown in different irrigation regimes. *Tree Physiol* 22:449–457.
- Wingate, L., Ogée, J., Burlett, R., Bosc, A., Devaux, M., Grace, J., Loustau, D., Gessler, A. 2010. Photosynthetic carbon isotope discrimination and its relationship to the carbon isotope signals of stem, soil and ecosystem respiration. *New Phytol* 188:576–589.
- Wooten, T.E., Barefoot, A.C. 1965. Mechanical maceration technique for isolation of individual fibers. *Forest Prod. J.* 25(2): 75.
- Worrall, J. 1970. Interrelationships among some phenological and wood property variables in Norway spruce. *Tappi* 53: 58-63.
- Worrall, J. 1975. Provenance and clonal variation in phenology and wood properties of Norway spruce. *Silvae Genetica* 24: 2-5.
- White, T.L., Adams, W.T., Neale, D.B. 2007. *Forest Genetics*. CABI Publishing: Wallingford, UK; Cambridge, MA, USA, s. 682.
- Wimmer, R., Johansson, M. 2014. Effects of Reaction Wood on the Performance of Wood and Wood-Based Products. In: *The Biology of Reaction Wood*. Gardiner, B. vd. (Edts.) Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 274 s.
- Wright, J.W. 1976a. *Introduction to Forest Genetics*. Academic Press, 463s., New York.
- Wright, J.W. 1976b. Progey testing in practical tree improvement. *Proc. Fifteenth Meeting Canadian Tree Improv. Ass. Pt.2, s.32-41*.
- Wu, H. X. 1998. Study of Early Selection in Tree Breeding. *Silvae Genetica*, 47(2-3):146-155.
- Wu, H.X., Ivkovic, M., Gapare, W.J., Matheson, A.C., Baltunis, B.S., Powell, M.B., McRae, T.A. 2008. Breeding for wood quality and profit in *Pinus radiata*. A review of genetic parameter estimates and implications for breeding and deployment. *N. Zealand J. For. Sci.* 38, 56–87.
- Xie, C. Y., Yanchuk, A. D., 2003. Breeding values of parental trees, genetic worth of seed and yield of improved stocks in British Columbia. *Western Journal of Applied Forestry* 18(2):88-100.
- Yaltrık, F. 1993. *Dendroloji (Gymnospermae)*, Cilt I. , İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:386, Sayfa 382, İstanbul.

- Yaltrık, F., Akkemik, Ü. 2011. Türkiye'nin Doğal Gymnospermleri (Açık Tohumlular). TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 214 s. Ankara.
- Yamamoto, H., Sassus, F., Ninomiya, M., Gril, J. 2001. A model of anisotropic swelling and shrinking process of wood. Part 2. Asimulation of shrinking wood. *Wood Sci. Technol.* 35:167–181.
- Yamamoto, H., Kojima, Y. 2002. Properties of cell wall constituents in relation to longitudinal elasticity of wood Part 1. Formulation of the longitudinal elasticity of an isolated wood fiber. *Wood Sci Technol* 36:55–74.
- Yanchuk, A.D., Kiss, G.K. 1992. Genetic variation of growth and wood specific gravity and its utility in the improvement of interior spruce in British Columbia. *Silvae Genetica* 42: 141-148.
- Yang, K.C. 1994. Impact of spacing on width and basal area of juvenile and mature wood in *Picea mariana* and *Picea glauca*. *Wood Fiber Sci.* 26 (4): 479–488.
- Yazawa, K., Kurata, H. 1963. Study on the measurement of cell elements of wood with the dimensions calculator by facsimile process. *J. Japan Wood Res. Soc.* 7: 193-198.
- Zanetti, E.A. 2017. Wood is Good for REDD+! In: *Wood is Good*. Pandey, K.K. vd. (Eds.), Springer Nature Singapore Pte Ltd. 480 s.
- Zhang, S. Y. 1995. Effect of Growth Rate on Wood Specific Gravity and Selected Mechanical Properties in Individual Species from Distinct Wood Categories. *Wood Science and Technology* 29: 451 – 465.
- Zhang, Z., Yu, J., Li, D., Zhang, Z., Liu, F., Zhou, X., Wang, T., Ling, Y., Su, Z. 2010. PMRD: plant microRNA database. *Nucleic Acids Res* 38:D806–D813.
- Zhong, R., Ye, Z-H. 2013. Transcriptional Regulation of Wood Formation in Tree Species. In: *Cellular Aspects of Wood Formation*. Plant Cell Monographs. Fromm, J. (Edt.). Springer Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 260 s.
- Zhu, J. Y., Scott, C. T., Scallon, K. L., Myers, G. C. 2006. Using Ring Width Correlations to Study the Effects of Plantation Density on Wood Density and Anatomical Properties of Red Pine (*Pinus resinosa* Ait.). *Proceedings of 3rd International Symposium on Emerging Technology of Pulping and Papermaking*, South China University of Technology Press.
- Zobel, B.J. 1956. Genetic, growth and environmental factors affecting specific gravity in loblolly pine (Comments by Schreiner EJ). *Forest Prod. J.* 6: 442-337.
- Zobel, B. J. 1961. Inheritance of Wood Properties in Conifers. *Silvae Genetica* 10(3), 65-70.

- Zobel, B.J., McElwee, R.L., Browne, C. 1962. Interrelationship of wood properties of loblolly pine. 6th Southern Forest Tree Improvement Committee, Gainesville, FL, 142-162.
- Zobel, B.J., Kellison, R.C., Mathias, M. 1969. Genetic improvement in forest trees - growth rate and wood properties in young loblolly pine. 10th Southern Conference Forest Tree Improvement, Houston, TX, 57-75.
- Zobel, B. J. 1971. Genetic manipulation of wood of the southern pines including chemical characteristics. *Wood Sci. Technology* 54: 255-271.
- Zobel, B. J. 1973. Improvement of trees through genetics and the resultant physical and chemical properties of fibres. TAPPI-API Management Meeting, Mobile, Alabama, 16 s.
- Zobel, B.J., Jett, J.B., McVickers, G.W. 1977. Effects of tree form on yield and quality of plywood. Mimeo Rep NC State Univ, 11 s.
- Zobel, B. J., Talbert, J. 1984. *Applied Forest Tree Improvement*. John Wiley and Sons Inc., 505 s., New York.
- Zobel, B. J., Van Buijtenen, J. 1989. *Wood Variation: Its Causes and Control*. Springer Series in Wood Science, 363 s., Springer-Verlag, New York.
- Zobel, B. J., Jett, J. B. 1995. *Genetics of Wood Production*. Springer-Verlag, NY, 337 s.

EKLER

EK 1 Boy Karakteri için Anatomik Veri Alınan Bireylere Ait Varyans Analiz Çizelgesi	198
EK 2 Çap Karakteri için Anatomik Veri Alınan Bireylere Ait Varyans Analiz Çizelgesi	199
EK 3 Gövde Düzgünlüğü Karakteri için Anatomik Veri Alınan Bireylere Ait Varyans Analiz Çizelgesi	200
EK 4 Tekstür Değeri Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	201
EK 5 Hacim Ağırlık Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	202
EK 6 Traheid Boyu Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	203
EK 7 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	204
EK 8 Yaz Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	205
EK 9 Ortalama Traheid Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	206
EK 10 Keçeleşme Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	207
EK 11 İlkbahar Odunu Çeper kalınlığı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	208
EK 12 Yaz Odunu Çeper kalınlığı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	209
EK 13 Teğet Kesitte İlkbahar Odunu Çeper Kalınlığı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	210
EK 14 Ortalama Çeper Kalınlığı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	211
EK 15 Rijidite Katsayısı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	212
EK 16 F Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	213
EK 17 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	214
EK 18 Yaz Odununda Lümen Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	215
EK 19 Ortalama Lümen Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	216
EK 20 Runkel Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	217
EK 21 Elastiklik Katsayısı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi.....	218
EK 22 İlkbahar Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	219
EK 23 İlkbahar/Yaz Odunu Lümen Genişlikleri Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	219
EK 24 İlkbahar/Yaz Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi	221
EK 25 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı için Varyans Analizi Çizelgesi.....	222
EK 26 Traheid Boyu/Yaz Odunu Traheid Genişliği Oranı için Varyans Analizi Çizelgesi.....	223
EK 27 Hacim Ağırlık Karakteri için Islah Değerleri.....	224
EK 28 Traheid Boyu Karakteri için Islah Değerleri	226
EK 29 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Islah Değerleri.....	228
EK 30 Yaz Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Islah Değerleri.....	230
EK 31 Ortalama Traheid Genişliği Karakteri için Islah Değerleri	232
EK 32 Ortalama Çeper Kalınlığı Karakteri için Islah Değerleri	234
EK 33 Rijidite Katsayısı Karakteri için Islah Değerleri	236
EK 34 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği Karakteri için Islah Değerleri	237
EK 35 Ortalama Lümen Genişliği Karakteri için Islah Değerleri	238
EK 36 Runkel Oranı Karakteri için Islah Değerleri	242
EK 37 Elastiklik Katsayısı Karakteri için Islah Değerleri.....	243
EK 38 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı Karakteri için Islah Değerleri.....	244
EK 39 Analizlerde Kullanılan SAS Kodları.....	248

EK 1 Boy Karakteri için Anatomik Veri Alınan Bireylere Ait Varyans Analiz Çizelgesi

Bağımlı Değişken: BY12					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	520	26673967.43	51296.09	9.78	<.0001
Hata	439	2301886.67	5243.48		
Düzeltilmiş Toplam	959	28975854.1			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	BY12 Mean	
	0.920558	11.488	72.41186	630.349	
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.707 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9586 \sigma_{ft(s)}^2 +$	9641244.64	1838.71	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.7274 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(BL(DNM),BL*SET(DNM))$	87564.56	16.7	<.0001
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6952 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9084 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.54 \sigma_{f(s)}^2 +$	12863.44	2.45	0.0872
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.7078 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9599 \sigma_{ft(s)}^2 +$	2971.46	0.57	0.6869
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.7306 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(BL*SET(DNM))$	17640.06	3.36	0.0001
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.7259 \sigma_{fbf(s)}^2 + 5.0322 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.93 \sigma_{f(s)}^2$	8848.1	1.69	0.0021
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7526 \sigma_{fbf(s)}^2 + 5.1247 \sigma_{ft(s)}^2$	7185.37	1.37	0.014
BL*FAM*DNM(SET)	325	$\sigma_e^2 + 1.8152 \sigma_{fbf(s)}^2$	7252.49	1.38	0.0008
Hata	439	σ_e^2	5243.477601		

EK 2 Çap Karakteri için Anatomik Veri Alınan Bireylere Ait Varyans Analiz Çizelgesi

Bağımlı Değişken: CP12					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	520	8895.11308	17.10599	5.37	<.0001
Hata	438	1394.3275	3.1834		
Düzeltilmiş Toplam	958	10289.44058			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	CP12 Mean		
0.864489	16.743	1.784207	10.6562		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.7055 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9544 \sigma_{ff(s)}^2 +$	2580.720639	810.68	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.7259 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL(DNM),BL*SET(DNM)})$	52.915169	16.62	<.0001
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6937 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9042 \sigma_{ff(s)}^2 + 14.528 \sigma_{ff(s)}^2$	20.311571	6.38	0.0019
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.7062 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9552 \sigma_{ff(s)}^2 +$	2.226609	0.7	0.5927
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.7289 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL*SET(DNM)})$	6.952811	2.18	0.0117
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.7226 \sigma_{fbf(s)}^2 + 5.0222 \sigma_{ff(s)}^2 + 14.9 \sigma_{ff(s)}^2$	3.818587	1.2	0.1624
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7495 \sigma_{fbf(s)}^2 + 5.1153 \sigma_{ff(s)}^2$	4.920733	1.55	0.0011
BL*FAM*DNM(SET)	325	$\sigma_e^2 + 1.8128 \sigma_{fbf(s)}^2$	4.812817	1.51	<.0001
Hata	438	σ_e^2	3.183396		

EK 3 Gövde Düzgünlüğü Karakteri için Anatomik Veri Alınan Bireylere Ait Varyans Analiz Çizelgesi

Bağımlı Değişken: GD					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	518	1827.359205	3.52772	2.22	<.0001
Hata	428	679.166667	1.586838		
Düzeltilmiş Toplam	946	2506.525871			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	GD Mean		
0.729041	24.817	1.259698	5.07603		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6846 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.8722 \sigma_{ff(s)}^2 +$	217.940182	137.34	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.7064 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL(DNM),BL*SET(DNM)})$	33.0065161	20.8	<.0001
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6737 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.8225 \sigma_{ff(s)}^2 + 14.285 \sigma_{ff(s)}^2$	2.3936823	1.51	0.2224
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6851 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.8719 \sigma_{ff(s)}^2 +$	2.7728265	1.75	0.1386
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.7092 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL*SET(DNM)})$	2.2196433	1.4	0.163
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.7026 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9392 \sigma_{ff(s)}^2 + 14.65 \sigma_{ff(s)}^2$	3.1373886	1.98	<.0001
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7296 \sigma_{fbf(s)}^2 + 5.0328 \sigma_{ff(s)}^2$	2.1839168	1.38	0.0132
BL*FAM*DNM(SET)	323	$\sigma_e^2 + 1.7947 \sigma_{fbf(s)}^2$	2.1188393	1.34	0.0026
Hata	428	σ_e^2	1.586838		

EK 4 Tekstür Değeri Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: TE					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	513	2.75437537	0.00536915	1.03	0.3886
Hata	416	2.174667	0.00522756		
Düzeltilmiş Toplam	929	4.92904237			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	TE Mean		
0.558805	32.455	0.072302	0.222778		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6629 \sigma_{fb(t)}^2 + 4.7523 \sigma_{ft(s)}^2 +$	0.00540224	1.03	0.3567
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6754 \sigma_{fb(t)}^2 + Q(BL(DNM), BL*SET(DNM))$	0.00882201	1.69	0.1225
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6471 \sigma_{fb(t)}^2 + 4.6889 \sigma_{ft(s)}^2 + 13.873 \sigma_{ff(s)}^2$	0.00036173	0.07	0.9332
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6657 \sigma_{fb(t)}^2 + 4.7552 \sigma_{ft(s)}^2 +$	0.00501916	0.96	0.4292
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6805 \sigma_{fb(t)}^2 + Q(BL*SET(DNM))$	0.00487153	0.93	0.5147
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6837 \sigma_{fb(t)}^2 + 4.8186 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.283 \sigma_{ff(s)}^2$	0.00788919	1.51	0.0133
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7128 \sigma_{fb(t)}^2 + 4.9024 \sigma_{ft(s)}^2$	0.00556659	1.06	0.327
BL*FAM*DNM(SET)	318	$\sigma_e^2 + 1.7743 \sigma_{fb(t)}^2$	0.00487965	0.93	0.7414
Hata	416	σ_e^2	0.005228		

EK 5 Hacim Ağırlık Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: HA					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	520	0.65757731	0.00126457	1.26	0.0067
Hata	432	0.43434742	0.00100543		
Düzeltilmiş Toplam	952	1.09192473			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	HA Mean		
0.602219	7.00194	0.031709	0.452854		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6903 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9105 \sigma_{fi(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00966487	9.61	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.7096 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00252179	2.51	0.0214
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6774 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.8571 \sigma_{fi(s)}^2 + 14.388 \sigma_{fi(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00052921	0.53	0.5911
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6913 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9124 \sigma_{fi(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00102877	1.02	0.3949
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.713 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00074025	0.74	0.716
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.7102 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9859 \sigma_{fi(s)}^2 + 14.791 \sigma_{fi(s)}^2$	0.00301286	3	<.0001
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7359 \sigma_{fbf(s)}^2 + 5.0751 \sigma_{fi(s)}^2$	0.00094866	0.94	0.6389
BL*FAM*DNM(SET)	325	$\sigma_e^2 + 1.7996 \sigma_{fbf(s)}^2$	0.00098567	0.98	0.5738
Hata	432	σ_e^2	0.001005		

EK6 Traheid Boyu Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: TB					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	518	166090734.8	320638.5	1.57	<.0001
Hata	426	87185617.3	204661.1		
Düzeltilmiş Toplam	944	253276352.1			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	TB Mean		
0.655769	17.8665	452.3948	2532.086		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6777 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.8412 \sigma_{ff(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	29658863	144.92	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.704 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	598620.74	2.92	0.0083
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6652 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.7923 \sigma_{ff(s)}^2 + 14.194 \sigma_{ff(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	347131.26	1.7	0.1846
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6779 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.8423 \sigma_{ff(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	147863.49	0.72	0.5769
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.7065 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	213400.13	1.04	0.4082
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6905 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9096 \sigma_{ff(s)}^2 + 14.562 \sigma_{ff(s)}^2$	295611.13	1.44	0.0239
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7162 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9989 \sigma_{ff(s)}^2$	156376.48	0.76	0.9567
BL*FAM*DNM(SET)	323	$\sigma_e^2 + 1.7889 \sigma_{fbf(s)}^2$	189966.36	0.93	0.7604
Hata	426	σ_e^2	204661		

EK 7 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: IOTG					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	515	11105.88882	21.56483	1.36	0.0004
Hata	426	6731.67917	15.80206		
Düzeltilmiş Toplam	941	17837.56798			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	IOTG Mean		
0.622612	10.3004	3.975181	38.59257		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6893 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.8286 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{DNM, BL(DNM), SET*DNM, BL*SET(DNM)})$	545.967142	34.55	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.7033 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL(DNM), BL*SET(DNM)})$	66.928307	4.24	0.0004
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6731 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.7631 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.09 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET, SET*DNM, BL*SET(DNM)})$	1.40603	0.09	0.9149
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6901 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.8302 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{SET*DNM, BL*SET(DNM)})$	12.929104	0.82	0.514
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.7067 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL*SET(DNM)})$	13.430313	0.85	0.5987
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.7064 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.9108 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.56 \sigma_{f(s)}^2$	34.197441	2.16	<.0001
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.734 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 5 \sigma_{ft(s)}^2$	13.638806	0.86	0.8253
BL*FAM*DNM(SET)	320	$\sigma_e^2 + 1.795 \sigma_{fb(t,s)}^2$	17.206321	1.09	0.2062
Hata	426	σ_e^2	15.802064		

EK 8 Yaz Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: YOTG					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	515	3161.400994	6.138643	1.28	0.0048
Hata	416	2002.091667	4.81272		
Düzeltilmiş Toplam	931	5163.492661			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	YOTG Mean		
0.61226	10.4072	2.193791	21.07961		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6652 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.7591 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	204.549875	42.5	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6763 \sigma_{fbt(s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	18.812086	3.91	0.0008
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6513 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.701 \sigma_{ft(s)}^2 + 13.907 \sigma_{ff(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	5.142892	1.07	0.3444
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6662 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.7608 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	1.873463	0.39	0.8163
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6802 \sigma_{fbt(s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	9.112068	1.89	0.0334
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.682 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.8397 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.347 \sigma_{ff(s)}^2$	7.51041	1.56	0.0081
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.709 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.926 \sigma_{ft(s)}^2$	5.969355	1.24	0.0685
BL*FAM*DNM(SET)	320	$\sigma_e^2 + 1.7724 \sigma_{fbt(s)}^2$	4.370927	0.91	0.8182
Hata	416	σ_e^2	4.81272		

EK 9 Ortalama Traheid Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: OTG					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	515	4754.124811	9.23131	1.48	<.0001
Hata	420	2622.530217	6.24412		
Düzeltilmiş Toplam	935	7376.655028			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	OTG Mean		
0.644482	8.36409	2.498824	29.87563		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6729 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.7814 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	356.339904	57.07	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6846 \sigma_{fbt(s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	35.059459	5.61	<.0001
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6581 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.7204 \sigma_{ft(s)}^2 + 13.964 \sigma_{fl(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.772903	0.12	0.8836
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6742 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.7842 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	7.148435	1.14	0.3349
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6887 \sigma_{fbt(s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	7.316693	1.17	0.301
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6918 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.869 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.435 \sigma_{fl(s)}^2$	12.340468	1.98	<.0001
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7188 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.9553 \sigma_{ft(s)}^2$	6.010997	0.96	0.5881
BL*FAM*DNM(SET)	320	$\sigma_e^2 + 1.7815 \sigma_{fbt(s)}^2$	6.662821	1.07	0.2664
Hata	420	σ_e^2	6.24412		

EK 10 Keçeleşme Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: TBOG					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	512	143654.3185	280.5748	1.28	0.0041
Hata	405	88471.6317	218.4485		
Düzeltilmiş Toplam	917	232125.9502			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	TBOG Mean		
0.618864	17.3707	14.78	85.08562		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6421 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.6592 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	16564.8301	75.83	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6596 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	143.79123	0.66	0.6835
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6259 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.5958 \sigma_{f(s)}^2 + 13.594 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	203.23624	0.93	0.3953
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6422 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.6595 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	313.80383	1.44	0.2211
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6626 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	267.11139	1.22	0.2646
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6533 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.7272 \sigma_{f(s)}^2 + 14.008 \sigma_{f(s)}^2$	289.20016	1.32	0.0668
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.6805 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.8143 \sigma_{f(s)}^2$	168.10388	0.77	0.9517
BL*FAM*DNM(SET)	317	$\sigma_e^2 + 1.7531 \sigma_{fb(t,s)}^2$	208.96937	0.96	0.6603
Hata	405	σ_e^2	218.448473		

EK 11 İlkbahar Odunu Çeper kalınlığı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: IOCK					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	515	377.0086552	0.7320556	1.48	<.0001
Hata	427	211.923025	0.4963069		
Düzeltilmiş Toplam	942	588.9316802			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	IOCK Mean		
0.640157	11.2874	0.70449	6.241389		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6908 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.8328 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	7.7414204	15.6	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.7047 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	1.37684	2.77	0.0117
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6752 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.7691 \sigma_{f(s)}^2 + 14.108 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	1.0091485	2.03	0.1322
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6919 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.8351 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.2566712	0.52	0.7232
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.7084 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.5428534	1.09	0.3634
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.7084 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.9167 \sigma_{f(s)}^2 + 14.578 \sigma_{f(s)}^2$	0.6874556	1.39	0.04
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7359 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 5.0059 \sigma_{f(s)}^2$	0.785732	1.58	0.0006
BL*FAM*DNM(SET)	320	$\sigma_e^2 + 1.7971 \sigma_{fb(t,s)}^2$	0.6463203	1.3	0.0055
Hata	427	σ_e^2	0.496307		

EK 12 Yaz Odunu Çeper kalınlığı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: YOCK					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	515	481.9506121	0.9358264	1.52	<.0001
Hata	418	257.0663417	0.6149912		
Düzeltilmiş Toplam	933	739.0169537			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	YOCK Mean		
0.652151	11.9886	0.784214	6.541328		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6683 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.7677 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{DNM, BL(DNM), SET*DNM, BL*SET(DNM)})$	43.4243877	70.61	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6794 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL(DNM), BL*SET(DNM)})$	1.9715357	3.21	0.0043
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6548 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.7108 \sigma_{f(s)}^2 + 13.936 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET, SET*DNM, BL*SET(DNM)})$	0.3272052	0.53	0.5878
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6697 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.7708 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET*DNM, BL*SET(DNM)})$	0.3589807	0.58	0.6746
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6837 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL*SET(DNM)})$	0.7528122	1.22	0.2635
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6867 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.8539 \sigma_{f(s)}^2 + 14.39 \sigma_{f(s)}^2$	0.7877408	1.28	0.0922
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7139 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.9406 \sigma_{f(s)}^2$	0.7841768	1.28	0.0465
BL*FAM*DNM(SET)	320	$\sigma_e^2 + 1.777 \sigma_{fb(t,s)}^2$	0.6515355	1.06	0.2896
Hata	418	σ_e^2	0.614991		

EK 13 Teğet Kesitte İlbahar Odunu Çeper Kalınlığı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: TIOC					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	518	764.115367	1.475126	1.21	0.0206
Hata	426	519.714842	1.219988		
Düzeltilmiş Toplam	944	1283.830208			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	TIOC Mean		
0.595184	13.8675	1.104531	7.964868		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6745 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.832 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	60.748483	49.79	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.701 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	1.1915671	0.98	0.4405
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6629 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.7857 \sigma_{f(s)}^2 + 14.175 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.4600404	0.38	0.6861
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6752 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.8346 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.6488539	0.53	0.7124
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.7044 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	1.0883905	0.89	0.5551
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6906 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.9099 \sigma_{f(s)}^2 + 14.563 \sigma_{f(s)}^2$	1.4683245	1.2	0.1586
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7163 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.9992 \sigma_{f(s)}^2$	1.0935232	0.9	0.7552
BL*FAM*DNM(SET)	323	$\sigma_e^2 + 1.789 \sigma_{fb(t,s)}^2$	1.1548451	0.95	0.6985
Hata	426	σ_e^2	1.219988		

EK 14 Ortalama Çeper Kalınlığı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: OCK					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	516	338.7584746	0.6565087	1.57	<.0001
Hata	429	179.620775	0.4186964		
Düzeltilmiş Toplam	945	518.3792496			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	OCK Mean		
	0.653495	9.4834	0.647068	6.823161	
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6978 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.8709 \sigma_{f(t,s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	34.0358115	81.29	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.7096 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	1.3313335	3.18	0.0046
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6837 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.8133 \sigma_{f(t,s)}^2 + 14.241 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.1134262	0.27	0.7628
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6985 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.8719 \sigma_{f(t,s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.1079422	0.26	0.9048
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.7131 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.4312046	1.03	0.4199
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.7115 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.9345 \sigma_{f(t,s)}^2 + 14.632 \sigma_{f(s)}^2$	0.6370195	1.52	0.0117
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7387 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 5.0234 \sigma_{f(t,s)}^2$	0.5834347	1.39	0.0105
BL*FAM*DNM(SET)	321	$\sigma_e^2 + 1.7993 \sigma_{fb(t,s)}^2$	0.4139113	0.99	0.5418
Hata	429	σ_e^2	0.418696		

EK 15 Rijidite Katsayısı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: RK					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	515	0.31176357	0.00060537	1.21	0.0221
Hata	420	0.21061325	0.00050146		
Düzeltilmiş Toplam	935	0.52237682			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	RK Mean		
0.596817	9.76116	0.022393	0.229412		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6729 \sigma_{fb(s)}^2 + 4.7812 \sigma_{fi(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00294856	5.88	0.003
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6844 \sigma_{fb(s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00099597	1.99	0.0664
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6583 \sigma_{fb(s)}^2 + 4.7209 \sigma_{fi(s)}^2 + 13.966 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00028075	0.56	0.5717
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6741 \sigma_{fb(s)}^2 + 4.7839 \sigma_{fi(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00069996	1.4	0.2345
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6885 \sigma_{fb(s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00058436	1.17	0.3059
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.691 \sigma_{fb(s)}^2 + 4.866 \sigma_{fi(s)}^2 + 14.426 \sigma_{f(s)}^2$	0.00075219	1.5	0.0145
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7182 \sigma_{fb(s)}^2 + 4.9533 \sigma_{fi(s)}^2$	0.00068186	1.36	0.0166
BL*FAM*DNM(SET)	320	$\sigma_e^2 + 1.7815 \sigma_{fb(s)}^2$	0.00050578	1.01	0.4656
Hata	420	σ_e^2	0.000501		

EK16 F Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: FO					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	514	2962712.905	5764.033	1.29	0.0033
Hata	413	1842784.75	4461.949		
Düzeltilmiş Toplam	927	4805497.655			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	FO Mean		
0.616526	17.9277	66.79782	372.5948		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6619 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.7377 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	253758.374	56.87	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6791 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	7488.374	1.68	0.1248
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6456 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.6769 \sigma_{ft(s)}^2 + 13.835 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	11421.771	2.56	0.0785
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6614 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.737 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	6059.829	1.36	0.2477
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6811 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	6189.85	1.39	0.1687
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6689 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.7906 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.199 \sigma_{f(s)}^2$	6037.793	1.35	0.0526
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.6971 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.8818 \sigma_{ft(s)}^2$	4266.519	0.96	0.6052
BL*FAM*DNM(SET)	319	$\sigma_e^2 + 1.7669 \sigma_{fbf(s)}^2$	4657.238	1.04	0.3406
Hata	413	σ_e^2	4461.948547		

EK 17 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: IOLG					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	515	9863.82925	19.15307	1.35	0.0007
Hata	426	6064.63912	14.23624		
Düzeltilmiş Toplam	941	15928.46837			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	IOLG Mean		
0.619258	14.452	3.773094	26.10776		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6893 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.8286 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{DNM, BL(DNM), SET*DNM, BL*SET(DNM)})$	323.19794	22.7	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.7033 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL(DNM), BL*SET(DNM)})$	51.777404	3.64	0.0016
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6731 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.7631 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.09 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET, SET*DNM, BL*SET(DNM)})$	5.26729	0.37	0.691
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6901 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.8302 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{SET*DNM, BL*SET(DNM)})$	15.576407	1.09	0.3589
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.7067 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL*SET(DNM)})$	12.423647	0.87	0.5751
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.7064 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9108 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.56 \sigma_{f(s)}^2$	34.043621	2.39	<.0001
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.734 \sigma_{fbf(s)}^2 + 5 \sigma_{ft(s)}^2$	15.206701	1.07	0.3189
BL*FAM*DNM(SET)	320	$\sigma_e^2 + 1.795 \sigma_{fbf(s)}^2$	14.973508	1.05	0.3128
Hata	426	σ_e^2	14.236242		

EK 18 Yaz Odununda Lümen Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: YOLG					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	514	2660.932108	5.176911	1.07	0.2476
Hata	417	2024.9507	4.855997		
Düzeltilmiş Toplam	931	4685.882808			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	YOLG Mean		
0.567861	27.5897	2.203633	7.987146		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6668 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.7459 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	21.307924	4.39	0.013
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6811 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	17.019214	3.5	0.0022
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6532 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.6927 \sigma_{ft(s)}^2 + 13.881 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	9.090282	1.87	0.1551
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.668 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.7493 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.308824	0.06	0.9925
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6848 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	10.482072	2.16	0.0129
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6856 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.841 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.351 \sigma_{f(s)}^2$	7.102946	1.46	0.0204
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7119 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.9251 \sigma_{ft(s)}^2$	5.264383	1.08	0.2847
BL*FAM*DNM(SET)	319	$\sigma_e^2 + 1.7764 \sigma_{fb(t,s)}^2$	4.289445	0.88	0.879
Hata	417	σ_e^2	4.855997		

EK 19 Ortalama Lümen Genişliği Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: OLG					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	514	3349.466092	6.516471	1.24	0.0101
Hata	418	2191.027825	5.241693		
Düzeltilmiş Toplam	932	5540.493917			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	OLG Mean		
0.604543	13.4178	2.289474	17.06298		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6658 \sigma_{fb1(s)}^2 + 4.7457 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{DNM, BL(DNM), SET*DNM, BL*SET(DNM)})$	86.65639	16.53	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.681 \sigma_{fb1(s)}^2 + Q(\text{BL(DNM), BL*SET(DNM)})$	22.837768	4.36	0.0003
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6517 \sigma_{fb1(s)}^2 + 4.686 \sigma_{ft(s)}^2 + 13.862 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET, SET*DNM, BL*SET(DNM)})$	2.819736	0.54	0.5844
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6675 \sigma_{fb1(s)}^2 + 4.7507 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{SET*DNM, BL*SET(DNM)})$	6.696272	1.28	0.2781
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6851 \sigma_{fb1(s)}^2 + Q(\text{BL*SET(DNM)})$	5.737502	1.09	0.3628
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6865 \sigma_{fb1(s)}^2 + 4.8445 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.361 \sigma_{f(s)}^2$	9.755398	1.86	0.0003
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7135 \sigma_{fb1(s)}^2 + 4.9319 \sigma_{ft(s)}^2$	5.682166	1.08	0.2848
BL*FAM*DNM(SET)	319	$\sigma_e^2 + 1.7793 \sigma_{fb1(s)}^2$	5.270335	1.01	0.4775
Hata	418	σ_e^2	5.241693		

EK 20 Runkel Oramı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: RO					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	513	11.35593578	0.02213633	1.19	0.0324
Hata	411	7.645471	0.01860212		
Düzeltilmiş Toplam	924	19.00140678			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	RO Mean		
0.597637	16.7811	0.13639	0.812756		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6483 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.6895 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.09107024	4.9	0.0079
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6592 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.03588491	1.93	0.0749
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6378 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.64 \sigma_{ft(s)}^2 + 13.726 \sigma_{fl(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00789229	0.42	0.6545
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6505 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.6953 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.02178258	1.17	0.323
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6642 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.02367788	1.27	0.2318
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6734 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.7944 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.21 \sigma_{fl(s)}^2$	0.02533028	1.36	0.0491
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.6983 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.875 \sigma_{ft(s)}^2$	0.02357613	1.27	0.0512
BL*FAM*DNM(SET)	318	$\sigma_e^2 + 1.7646 \sigma_{fbf(s)}^2$	0.01913016	1.03	0.3938
Hata	411	σ_e^2	0.018602		

EK 21 Elastiklik Katsayısı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: EK					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	515	1.29328335	0.00251123	1.28	0.0037
Hata	421	0.82310875	0.00195513		
Düzeltilmiş Toplam	936	2.1163921			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	EK Mean		
0.611079	7.75195	0.044217	0.570396		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6744 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.7857 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00473989	2.42	0.0898
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6861 \sigma_{fbt(s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00613628	3.14	0.0051
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6597 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.7249 \sigma_{ft(s)}^2 + 13.977 \sigma_{fl(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00371812	1.9	0.1506
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6759 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.7891 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00237126	1.21	0.3046
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6904 \sigma_{fbt(s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.00184709	0.94	0.5018
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6937 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.8742 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.45 \sigma_{fl(s)}^2$	0.00306702	1.57	0.0075
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7211 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.962 \sigma_{ft(s)}^2$	0.0029366	1.5	0.0023
BL*FAM*DNM(SET)	320	$\sigma_e^2 + 1.7839 \sigma_{fbt(s)}^2$	0.00211137	1.08	0.2301
Hata	421	σ_e^2	0.001955		

EK 22 İlkbahar Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: RTIO					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	513	7.32040547	0.0142698	1.12	0.114
Hata	414	5.27497525	0.01274149		
Düzeltilmiş Toplam	927	12.59538072			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	RTIO Mean		
0.581198	14.2577	0.112878	0.7917		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6616 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.7199 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.15775948	12.38	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6811 \sigma_{fbt(s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.01684766	1.32	0.2458
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6451 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.6564 \sigma_{ft(s)}^2 + 13.773 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.03880986	3.05	0.0486
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6619 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.7214 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.0096922	0.76	0.5513
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6837 \sigma_{fbt(s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.01265212	0.99	0.4547
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6739 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.7967 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.217 \sigma_{f(s)}^2$	0.01542369	1.21	0.1519
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7012 \sigma_{fbt(s)}^2 + 4.8852 \sigma_{ft(s)}^2$	0.01194918	0.94	0.6533
BL*FAM*DNM(SET)	318	$\sigma_e^2 + 1.7713 \sigma_{fbt(s)}^2$	0.01344818	1.06	0.3027
Hata	414	σ_e^2	0.012741		

EK 23 İlkbahar/Yaz Odunu Lümen Genişlikleri Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: İYOL					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	512	642.291672	1.254476	1.06	0.2635
Hata	410	484.515342	1.181745		
Düzeltilmiş Toplam	922	1126.807014			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	İYOL Mean		
	0.57001	31.266	1.087081	3.47688	
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6456 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.6647 \sigma_{f(t,s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	10.69309	9.05	0.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6564 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	3.4852806	2.95	0.0079
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6322 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.6157 \sigma_{f(t,s)}^2 + 13.651 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.4200579	0.36	0.7011
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6474 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.6698 \sigma_{f(t,s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.1460579	0.12	0.974
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6606 \sigma_{fb(t,s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	2.4559068	2.08	0.0174
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6741 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.7864 \sigma_{f(t,s)}^2 + 14.185 \sigma_{f(s)}^2$	1.9407139	1.64	0.0036
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7016 \sigma_{fb(t,s)}^2 + 4.8702 \sigma_{f(t,s)}^2$	1.2238475	1.04	0.3969
BL*FAM*DNM(SET)	317	$\sigma_e^2 + 1.7639 \sigma_{fb(t,s)}^2$	1.0103311	0.85	0.9293
Hata	410	σ_e^2	1.181745		

EK 24 İlkbahar/Yaz Odunu Çeper Kalınlıkları Oranı Karakteri için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: IY					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	515	9.36136954	0.01817742	1.37	0.0004
Hata	418	5.536425	0.01324504		
Düzeltilmiş Toplam	933	14.89779454			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	IY Mean		
0.628373	11.9373	0.115087	0.964101		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6683 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.7677 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.34770377	26.25	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6794 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.03089078	2.33	0.0316
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6548 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.7108 \sigma_{ft(s)}^2 + 13.936 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.0097738	0.74	0.4787
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6697 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.7708 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.02019508	1.52	0.194
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6837 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	0.02050887	1.55	0.1042
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6867 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.8539 \sigma_{ft(s)}^2 + 14.39 \sigma_{f(s)}^2$	0.01664997	1.26	0.1097
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.7139 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.9406 \sigma_{ft(s)}^2$	0.01878329	1.42	0.0077
BL*FAM*DNM(SET)	320	$\sigma_e^2 + 1.777 \sigma_{fbf(s)}^2$	0.01548432	1.17	0.0674
Hata	418	σ_e^2	0.013245		

EK 25 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: TBIOG					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	512	96055.7177	187.6088	1.33	0.0013
Hata	410	57877.7282	141.1652		
Düzeltilmiş Toplam	922	153933.4459			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	TBIOG Mean		
0.624008	18.0041	11.8813	65.99203		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6562 \sigma_{fb(t(s))}^2 + 4.6995 \sigma_{f(t(s))}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET}^* \text{DNM}, \text{BL}^* \text{SET}(\text{DNM}))$	10215.34637	72.36	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6763 \sigma_{fb(t(s))}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL}^* \text{SET}(\text{DNM}))$	69.75666	0.49	0.8128
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6392 \sigma_{fb(t(s))}^2 + 4.6333 \sigma_{f(t(s))}^2 + 13.705 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET}^* \text{DNM}, \text{BL}^* \text{SET}(\text{DNM}))$	152.77028	1.08	0.3398
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6558 \sigma_{fb(t(s))}^2 + 4.6984 \sigma_{f(t(s))}^2 + Q(\text{SET}^* \text{DNM}, \text{BL}^* \text{SET}(\text{DNM}))$	214.0504	1.52	0.1965
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6784 \sigma_{fb(t(s))}^2 + Q(\text{BL}^* \text{SET}(\text{DNM}))$	163.82949	1.16	0.3096
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6653 \sigma_{fb(t(s))}^2 + 4.7618 \sigma_{f(t(s))}^2 + 14.112 \sigma_{f(s)}^2$	230.60157	1.63	0.004
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.6924 \sigma_{fb(t(s))}^2 + 4.8494 \sigma_{f(t(s))}^2$	110.28215	0.78	0.9416
BL*FAM*DNM(SET)	317	$\sigma_e^2 + 1.764 \sigma_{fb(t(s))}^2$	142.53708	1.01	0.4618
Hata	410	σ_e^2	141.165191		

E-26 Traheid Boyu/Yaz Odunu Traheid Genişliği Oranı için Varyans Analizi Çizelgesi

Bağımlı Değişken: TBYOG					
Varyasyon Kaynağı	DF	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
Model	513	333693.7277	650.4751	1.28	0.0052
Hata	402	204950.9492	509.8282		
Düzeltilmiş Toplam	915	538644.6769			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	TBYOG Mean		
0.619506	18.6507	22.57938	121.0645		
Varyasyon Kaynağı	DF	Beklenen Kareler Ortalaması	Kareler Ortalaması	F Değeri	Pr > F
DNM	2	$\sigma_e^2 + 1.6363 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.6477 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{DNM}, \text{BL}(\text{DNM}), \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	33781.3581	66.26	<.0001
BL(DNM)	6	$\sigma_e^2 + 1.6525 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL}(\text{DNM}), \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	787.9664	1.55	0.1619
SET	2	$\sigma_e^2 + 1.6208 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.5878 \sigma_{ft(s)}^2 + 13.571 \sigma_{f(s)}^2 + Q(\text{SET}, \text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	328.6501	0.64	0.5254
SET*DNM	4	$\sigma_e^2 + 1.6364 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.6485 \sigma_{ft(s)}^2 + Q(\text{SET} * \text{DNM}, \text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	485.6782	0.95	0.4335
BL*SET(DNM)	12	$\sigma_e^2 + 1.6556 \sigma_{fbf(s)}^2 + Q(\text{BL} * \text{SET}(\text{DNM}))$	908.3031	1.78	0.0491
FAM(SET)	57	$\sigma_e^2 + 1.6462 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.7159 \sigma_{ft(s)}^2 + 13.975 \sigma_{f(s)}^2$	583.2583	1.14	0.2319
FAM*DNM(SET)	112	$\sigma_e^2 + 1.6727 \sigma_{fbf(s)}^2 + 4.8004 \sigma_{ft(s)}^2$	456.6358	0.9	0.7556
BL*FAM*DNM(SET)	318	$\sigma_e^2 + 1.7444 \sigma_{fbf(s)}^2$	501.4283	0.98	0.5605
Hata	402	σ_e^2	509.828232		

EK 27 Hacim Ağırlık Karakteri için Islah Değerleri

Sıralama	Aile	GBY	ID (g/cm ³)	MID	CORR_G_G
1	1422	0.020142	0.040283	0.49246	0.81033
2	1541	0.017179	0.034358	0.48654	0.81681
3	1588	0.015484	0.030967	0.48315	0.79261
4	55	0.015076	0.030151	0.48233	0.81072
5	1426	0.014579	0.029157	0.48134	0.79453
6	33	0.012603	0.025206	0.47739	0.80232
7	57	0.012376	0.024752	0.47693	0.80291
8	26	0.011558	0.023117	0.4753	0.7931
9	1528	0.011204	0.022408	0.47459	0.81064
10	1403	0.011131	0.022262	0.47444	0.81041
11	1599	0.010945	0.02189	0.47407	0.81741
12	1424	0.009643	0.019286	0.47147	0.82525
13	1427	0.009363	0.018726	0.47091	0.81076
14	1407	0.009311	0.018621	0.4708	0.81078
15	68	0.009139	0.018278	0.47046	0.81078
16	1622	0.007455	0.01491	0.46709	0.8183
17	43	0.006752	0.013503	0.46568	0.81741
18	1404	0.006032	0.012063	0.46424	0.78572
19	1419	0.004844	0.009688	0.46187	0.77535
20	1401	0.004615	0.00923	0.46141	0.81741
21	28	0.003756	0.007513	0.45969	0.79313
22	51	0.003278	0.006555	0.45873	0.78601
23	16	0.0027	0.0054	0.45758	0.80337
24	1420	0.002682	0.005364	0.45754	0.80232
25	1405	0.002677	0.005353	0.45753	0.81741
26	53	0.002379	0.004759	0.45694	0.78274
27	18	0.001391	0.002782	0.45496	0.81835
28	281	0.001348	0.002697	0.45488	0.80239
29	76	0.001019	0.002038	0.45422	0.79502
30	1634	0.000369	0.000739	0.45292	0.72016

31	1629	0.000017	0.000035	0.45221	0.79492
Siralama	Aile	GBY	ID (g/cm ³)	MID (g/cm ³)	CORR_G_G
32	42	-5.1E-05	-0.0001	0.45208	0.81835
33	17	-0.00037	-0.00075	0.45143	0.76449
34	1647	-0.00068	-0.00137	0.45081	0.82525
35	1590	-0.00089	-0.00178	0.4504	0.74321
36	1538	-0.00136	-0.00273	0.44945	0.8183
37	1503	-0.00145	-0.00291	0.44927	0.79493
38	1603	-0.00167	-0.00334	0.44884	0.82525
39	1416	-0.00195	-0.0039	0.44828	0.80317
40	1612	-0.00327	-0.00654	0.44564	0.81033
41	1421	-0.00336	-0.00672	0.44546	0.81031
42	35	-0.00397	-0.00793	0.44425	0.82525
43	1592	-0.00487	-0.00974	0.44244	0.803
44	1648	-0.00504	-0.01008	0.4421	0.81741
45	66	-0.00558	-0.01115	0.44103	0.80304
46	Kontrol			0.439165	
47	1543	-0.00656	-0.01312	0.43906	0.81831
48	280	-0.00701	-0.01403	0.43815	0.81835
49	1544	-0.00727	-0.01455	0.43763	0.81078
50	1587	-0.00784	-0.01569	0.43649	0.80293
51	1617	-0.00793	-0.01586	0.43632	0.78604
52	1640	-0.0085	-0.017	0.43518	0.81831
53	73	-0.01097	-0.02193	0.43025	0.80263
54	1630	-0.01245	-0.02491	0.42727	0.81033
55	1625	-0.01247	-0.02495	0.42723	0.79475
56	1600	-0.01512	-0.03024	0.42194	0.81072
57	1609	-0.01513	-0.03026	0.42192	0.81072
58	1536	-0.01572	-0.03144	0.42074	0.81741
59	1628	-0.01623	-0.03246	0.41972	0.82525
60	1627	-0.0167	-0.0334	0.41879	0.80231
61	1620	-0.0206	-0.0412	0.41098	0.79489

EK 28 Traheid Boyu Karakteri için Islah Değerleri

Sıralama	Aile	GBY	ID (µm)	MID (µm)	CORR_G_G
1	1609	43.2568	86.5135	2606.51	0.35945
2	1421	31.3028	62.6056	2582.61	0.36416
3	1541	25.5105	51.0211	2571.02	0.37246
4	1587	25.0326	50.0653	2570.07	0.34602
5	42	24.7609	49.5218	2569.52	0.36872
6	1617	23.8223	47.6446	2567.64	0.32639
7	28	21.3541	42.7082	2562.71	0.34992
8	1419	20.7347	41.4694	2561.47	0.33639
9	1648	18.3619	36.7238	2556.72	0.37338
10	1420	18.0676	36.1352	2556.14	0.3498
11	1588	16.2687	32.5374	2552.54	0.32866
12	1503	15.5286	31.0572	2551.06	0.35545
13	1620	15.0454	30.0909	2550.09	0.34602
14	1424	14.1525	28.3049	2548.3	0.36868
15	1403	12.7831	25.5661	2545.57	0.36429
16	281	11.9775	23.955	2543.96	0.34982
17	1603	11.8259	23.6519	2543.65	0.36868
18	68	9.8516	19.7031	2539.7	0.35955
19	55	9.834	19.668	2539.67	0.3649
20	1630	9.8162	19.6325	2539.63	0.3554
21	57	9.5481	19.0963	2539.1	0.3554
22	1427	9.3045	18.609	2538.61	0.35949
23	280	9.1317	18.2634	2538.26	0.36872
24	66	8.4822	16.9643	2536.96	0.35545
25	1401	6.2071	12.4143	2532.41	0.37338
26	1627	6.0602	12.1205	2532.12	0.34974
27	1405	5.8805	11.7609	2531.76	0.36473
28	33	3.9824	7.9648	2527.96	0.3498
29	1634	2.482	4.964	2524.96	0.27747
30	1422	-0.6692	-1.3384	2518.66	0.36429

31	18	-1.2296	-2.4592	2517.54	0.36872
32	73	-1.6062	-3.2125	2516.79	0.35509
Sıralama	Aile	GBY	ID (µm)	MID (µm)	CORR_G_G
33	1590	-1.7583	-3.5167	2516.48	0.29307
34	53	-1.81	-3.6201	2516.38	0.31787
35	1536	-2.841	-5.6819	2514.32	0.37338
36	1625	-2.9531	-5.9062	2514.09	0.34621
37	1622	-2.9814	-5.9628	2514.04	0.36863
38	1599	-3.4178	-6.8356	2513.16	0.37338
39	1538	-3.9636	-7.9272	2512.07	0.36862
40	17	-5.1675	-10.335	2509.67	0.31498
41	16	-6.0304	-12.0608	2507.94	0.356
42	1404	-6.4478	-12.8955	2507.1	0.32566
43	26	-7.3916	-14.7833	2505.22	0.35955
44	43	-8.3621	-16.7242	2503.28	0.37338
45	35	-8.7049	-17.4099	2502.59	0.3593
46	76	-9.1799	-18.3599	2501.64	0.33599
47	1640	-10.1846	-20.3692	2499.63	0.36868
48	1592	-10.2966	-20.5933	2499.41	0.35544
49	1647	-10.4697	-20.9394	2499.06	0.37749
50	1544	-15.4183	-30.8367	2489.16	0.35955
51	Kontrol			2485.758	
52	1629	-18.9494	-37.8988	2482.1	0.34634
53	1612	-19.425	-38.85	2481.15	0.36431
54	1426	-20.2534	-40.5067	2479.49	0.34579
55	51	-21.4682	-42.9365	2477.06	0.34618
56	1407	-22.4396	-44.8792	2475.12	0.35955
57	1628	-24.7127	-49.4253	2470.57	0.35949
58	1528	-25.5921	-51.1842	2468.82	0.35937
59	1600	-26.5178	-53.0357	2466.96	0.3649
60	1416	-30.6368	-61.2736	2458.73	0.35582
61	1543	-41.0026	-82.0053	2437.99	0.36868

EK 29 İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Islah Değerleri

Sıralama	Aile	GBY	ID (μm)	MID (μm)	CORR_G_G
1	1609	2.23846	4.47693	42.9479	0.73071
2	1648	2.0961	4.19221	42.6632	0.74154
3	1625	1.72413	3.44826	41.9193	0.69024
4	1588	1.42734	2.85467	41.3257	0.70847
5	1617	1.35585	2.71171	41.1827	0.70266
6	1628	1.22415	2.44831	40.9193	0.74901
7	1536	1.11977	2.23955	40.7105	0.74154
8	1592	1.07123	2.14246	40.6135	0.71329
9	35	1.00108	2.00217	40.4732	0.74901
10	1634	0.98189	1.96378	40.4348	0.62665
11	73	0.90918	1.81835	40.2894	0.71289
12	17	0.82267	1.64535	40.1163	0.67686
13	1528	0.56989	1.13977	39.6108	0.71988
14	1620	0.56022	1.12044	39.5914	0.71325
15	1543	0.50246	1.00492	39.4759	0.74023
16	281	0.50209	1.00417	39.4752	0.72051
17	1587	0.485	0.97001	39.441	0.72322
18	1426	0.40686	0.81372	39.2847	0.70179
19	1600	0.39565	0.7913	39.2623	0.73309
20	1622	0.38864	0.77728	39.2483	0.7402
21	280	0.35691	0.71383	39.1848	0.74027
22	33	0.31414	0.62828	39.0993	0.72034
23	1612	0.23312	0.46624	38.9372	0.73252
24	1630	0.18301	0.36601	38.837	0.73252
25	1599	0.14344	0.28688	38.7579	0.74154
26	18	0.09184	0.18368	38.6547	0.7308
27	1420	0.08143	0.16287	38.6339	0.72034
28	1541	0.05216	0.10431	38.5753	0.7406
29	1647	-0.02874	-0.05749	38.4135	0.74023
30	68	-0.07752	-0.15504	38.316	0.7308

31	51	-0.08291	-0.16583	38.3052	0.70253
32	57	-0.10003	-0.20006	38.2709	0.72324
Sıralama	Aile	GBY	ID (µm)	MID (µm)	CORR_G_G
33	1503	-0.11317	-0.22634	38.2447	0.7134
34	1538	-0.11394	-0.22788	38.2431	0.74018
35	1419	-0.19629	-0.39257	38.0784	0.6904
36	55	-0.23	-0.46	38.011	0.72386
37	1603	-0.28884	-0.57767	37.8933	0.74901
38	53	-0.35057	-0.70114	37.7699	0.69662
39	1427	-0.35177	-0.70355	37.7675	0.72045
40	1544	-0.38168	-0.76336	37.7076	0.7308
41	76	-0.40998	-0.81995	37.651	0.71351
42	1403	-0.42065	-0.8413	37.6297	0.74108
43	1627	-0.4236	-0.84721	37.6238	0.7203
44	16	-0.47195	-0.94389	37.5271	0.72386
45	43	-0.52253	-1.04506	37.4259	0.74154
46	1422	-0.57074	-1.14148	37.3295	0.73247
47	66	-0.63426	-1.26852	37.2025	0.72336
48	1404	-0.63552	-1.27104	37.2	0.70223
49	26	-0.72732	-1.45464	37.0164	0.7308
50	1401	-0.7359	-1.4718	36.9992	0.74154
51	1640	-0.73701	-1.47403	36.997	0.74023
52	1590	-0.74558	-1.49115	36.9798	0.63147
53	42	-0.82928	-1.65857	36.8124	0.73075
54	1424	-0.84813	-1.69625	36.7747	0.74901
55	Kontrol			36.71828	
56	28	-0.88747	-1.77494	36.6961	0.70911
57	1421	-0.90248	-1.80495	36.666	0.7324
58	1407	-1.06576	-2.13152	36.3395	0.72031
59	1416	-1.07131	-2.14262	36.3284	0.72364
60	1629	-1.28925	-2.57849	35.8925	0.70218
61	1405	-1.48916	-2.97833	35.4927	0.74154

EK 30 Yaz Odunu Traheid Genişliği Karakteri için Islah Değerleri

Sıralama	Aile	GBY	ID (μm)	MID (μm)	CORR_G_G
1	73	0.27324	0.54648	21.5795	0.43977
2	1541	0.24126	0.48253	21.5155	0.48297
3	35	0.22758	0.45516	21.4882	0.46863
4	1588	0.21607	0.43213	21.4651	0.43223
5	1503	0.20991	0.41983	21.4528	0.44066
6	28	0.20864	0.41728	21.4503	0.44541
7	1587	0.20065	0.4013	21.4343	0.46303
8	1599	0.16204	0.32408	21.3571	0.48401
9	1620	0.15791	0.31582	21.3488	0.45217
10	17	0.15653	0.31305	21.3461	0.41524
11	1427	0.13111	0.26222	21.2952	0.45738
12	1609	0.12809	0.25619	21.2892	0.46856
13	1538	0.12785	0.2557	21.2887	0.4792
14	1528	0.12634	0.25267	21.2857	0.4568
15	1592	0.11122	0.22244	21.2554	0.4524
16	1424	0.10727	0.21453	21.2475	0.48939
17	1401	0.10658	0.21316	21.2462	0.48401
18	1627	0.09651	0.19303	21.226	0.45723
19	1421	0.09546	0.19092	21.2239	0.46298
20	68	0.09183	0.18367	21.2167	0.45743
21	55	0.09148	0.18297	21.216	0.46396
22	281	0.08673	0.17346	21.2065	0.45744
23	1628	0.07399	0.14798	21.181	0.48939
24	1404	0.07356	0.14712	21.1801	0.44064
25	1625	0.07077	0.14153	21.1745	0.41569
26	76	0.06652	0.13305	21.166	0.45274
27	1422	0.06478	0.12956	21.1626	0.4735
28	1648	0.06083	0.12165	21.1547	0.48401
29	1634	0.0581	0.11621	21.1492	0.36943
30	280	0.05345	0.10691	21.1399	0.47932

31	1629	0.02539	0.05078	21.0838	0.4407
32	1420	0.01962	0.03925	21.0722	0.45728
Sıralama	Aile	GBY	ID (µm)	MID (µm)	CORR_G_G
33	1630	0.01649	0.03298	21.066	0.47358
34	1544	0.0013	0.0026	21.0356	0.46868
35	1647	-0.0137	-0.0274	21.0056	0.47926
36	43	-0.01405	-0.02809	21.0049	0.48401
37	1426	-0.01466	-0.02931	21.0037	0.44027
38	1416	-0.0243	-0.04859	20.9844	0.46375
39	26	-0.03863	-0.07726	20.9557	0.46868
40	1405	-0.05564	-0.11128	20.9217	0.48401
41	42	-0.06334	-0.12667	20.9063	0.46863
42	1403	-0.06881	-0.13762	20.8954	0.48335
43	66	-0.07517	-0.15034	20.8827	0.46322
44	1407	-0.09577	-0.19153	20.8415	0.45723
45	1419	-0.10264	-0.20528	20.8277	0.42869
46	1640	-0.10368	-0.20737	20.8256	0.47926
47	16	-0.10816	-0.21633	20.8167	0.46396
48	1622	-0.10842	-0.21684	20.8162	0.46851
49	1617	-0.12938	-0.25875	20.7742	0.44124
50	18	-0.13275	-0.2655	20.7675	0.46868
51	51	-0.13748	-0.27495	20.758	0.44102
52	1590	-0.14252	-0.28504	20.748	0.37206
53	1600	-0.15421	-0.30842	20.7246	0.47426
54	Kontrol			20.70323	
55	53	-0.18377	-0.36755	20.6655	0.4326
56	1543	-0.18945	-0.3789	20.6541	0.47926
57	1603	-0.22688	-0.45377	20.5792	0.48939
58	1536	-0.23866	-0.47732	20.5557	0.48401
59	1612	-0.24039	-0.48078	20.5522	0.46324
60	57	-0.24324	-0.48649	20.5465	0.46324
61	33	-0.37388	-0.74775	20.2852	0.45728

EK 31 Ortalama Traheid Genişliği Karakteri için Islah Değerleri

Sıralama	Aile	GBY	ID (µm)	MID (µm)	CORR_G_G
1	1609	1.10126	2.20252	31.987	0.68618
2	1648	1.00005	2.0001	31.7846	0.69867
3	35	0.89547	1.79095	31.5754	0.6964
4	1625	0.8853	1.7706	31.5551	0.63017
5	73	0.77231	1.54463	31.3291	0.65546
6	1588	0.65237	1.30475	31.0892	0.64953
7	1628	0.5986	1.19719	30.9817	0.70597
8	1592	0.57559	1.15118	30.9357	0.66829
9	17	0.51978	1.03956	30.8241	0.62979
10	1503	0.48494	0.96988	30.7544	0.66836
11	1634	0.47809	0.95618	30.7407	0.578
12	1617	0.44962	0.89924	30.6837	0.65696
13	1622	0.42134	0.84268	30.6272	0.69642
14	1587	0.40492	0.80983	30.5943	0.67884
15	1620	0.39411	0.78823	30.5727	0.66815
16	1528	0.35937	0.71873	30.5032	0.6746
17	281	0.28824	0.57649	30.361	0.67526
18	1541	0.27617	0.55233	30.3368	0.69772
19	1536	0.25337	0.50674	30.2912	0.69867
20	1599	0.23124	0.46248	30.247	0.69867
21	280	0.18821	0.37641	30.1609	0.69651
22	68	0.16232	0.32465	30.1091	0.6863
23	1426	0.14954	0.29907	30.0836	0.65602
24	1630	0.07946	0.15892	29.9434	0.68892
25	1538	0.06278	0.12557	29.9101	0.6964
26	1420	0.0351	0.0702	29.8547	0.67509
27	1600	0.0133	0.0266	29.8111	0.68951
28	1543	-0.00146	-0.00293	29.7816	0.69646
29	55	-0.00644	-0.01287	29.7716	0.6796
30	1427	-0.03536	-0.07073	29.7138	0.6752

31	1647	-0.05295	-0.1059	29.6786	0.69646
32	76	-0.1073	-0.2146	29.5699	0.66855
Sıralama	Aile	GBY	ID (µm)	MID (µm)	CORR_G_G
33	1627	-0.11341	-0.22682	29.5577	0.67505
34	18	-0.12584	-0.25168	29.5328	0.6863
35	1612	-0.14763	-0.29526	29.4892	0.67896
36	28	-0.1812	-0.3624	29.4221	0.66313
37	1544	-0.19018	-0.38036	29.4041	0.6863
38	1419	-0.20089	-0.40177	29.3827	0.64401
39	51	-0.20486	-0.40972	29.3748	0.65683
40	1422	-0.20502	-0.41003	29.3745	0.68887
41	1404	-0.21564	-0.43129	29.3532	0.65645
42	1401	-0.21568	-0.43135	29.3531	0.69867
43	43	-0.24557	-0.49113	29.2934	0.69867
44	1421	-0.24636	-0.49272	29.2918	0.67878
45	1403	-0.27826	-0.55652	29.228	0.69817
46	33	-0.28886	-0.57772	29.2068	0.67509
47	1424	-0.29064	-0.58128	29.2032	0.70597
48	16	-0.3196	-0.6392	29.1453	0.6796
49	57	-0.32266	-0.64532	29.1392	0.67896
50	66	-0.38082	-0.76165	29.0229	0.67901
51	53	-0.38335	-0.7667	29.0178	0.64991
52	1603	-0.38893	-0.77786	29.0066	0.70597
53	26	-0.38961	-0.77921	29.0053	0.6863
54	42	-0.44812	-0.89623	28.8883	0.68624
55	1640	-0.46131	-0.92262	28.8619	0.69646
56	1416	-0.50045	-1.00089	28.7836	0.67937
57	1590	-0.51214	-1.02429	28.7602	0.58241
58	1629	-0.53455	-1.0691	28.7154	0.6564
59	1407	-0.59614	-1.19228	28.5922	0.67505
60	Kontrol			28.57228	
61	1405	-0.7172	-1.4344	28.3501	0.69867

EK 32 Ortalama Çeper Kalınlığı Karakteri için İslah Değerleri

Sıralama	Aile	GBY	ID (µm)	MID (µm)	CORR_G_G
1	1648	0.11567	0.23133	7.04133	0.49224
2	280	0.0957	0.1914	7.0014	0.48743
3	1634	0.09104	0.18209	6.99209	0.37671
4	35	0.06869	0.13738	6.94738	0.49756
5	1426	0.06701	0.13401	6.94401	0.44822
6	1625	0.06525	0.13049	6.94049	0.46055
7	1599	0.05874	0.11747	6.92747	0.49224
8	17	0.05449	0.10899	6.91899	0.42303
9	1503	0.05291	0.10582	6.91582	0.47143
10	68	0.04751	0.09502	6.90502	0.46527
11	1609	0.0438	0.08761	6.89761	0.47662
12	28	0.04106	0.08212	6.89212	0.46541
13	1620	0.04067	0.08135	6.89135	0.46033
14	1627	0.03961	0.07923	6.88923	0.46522
15	1628	0.03851	0.07702	6.88702	0.49756
16	1592	0.03416	0.06833	6.87833	0.46047
17	1622	0.02983	0.05966	6.86966	0.48734
18	51	0.0258	0.05159	6.86159	0.44901
19	76	0.02568	0.05137	6.86137	0.46075
20	1401	0.02498	0.04996	6.85996	0.49224
21	1587	0.02477	0.04953	6.85953	0.47124
22	1617	0.02395	0.04789	6.85789	0.44918
23	1588	0.02086	0.04172	6.85172	0.45264
24	1528	0.01823	0.03645	6.84645	0.46477
25	55	0.01724	0.03447	6.84447	0.47206
26	26	0.01718	0.03435	6.84435	0.47674
27	53	0.01396	0.02792	6.83792	0.44044
28	1590	0.01287	0.02575	6.83575	0.37937
29	1421	0.01114	0.02228	6.83228	0.48159
30	1407	0.01014	0.02028	6.83028	0.46523

31	33	0.01	0.02	6.83	0.46527
32	281	0.00404	0.00807	6.81807	0.46544
Sıralama	Aile	GBY	ID (µm)	MID (µm)	CORR_G_G
33	18	0.00289	0.00579	6.81579	0.47674
34	1541	0.00099	0.00198	6.81198	0.49117
35	1422	-0.00012	-0.00023	6.80977	0.48172
36	1420	-0.00614	-0.01229	6.79771	0.46527
37	43	-0.01536	-0.03072	6.77928	0.49224
38	42	-0.01759	-0.03519	6.77481	0.47666
39	16	-0.01899	-0.03798	6.77202	0.47206
40	1640	-0.02084	-0.04168	6.76832	0.48738
41	1419	-0.02135	-0.0427	6.7673	0.44887
42	Kontrol			6.765013	
43	1544	-0.03525	-0.07049	6.73951	0.47674
44	1603	-0.03687	-0.07375	6.73625	0.49756
45	1416	-0.03702	-0.07405	6.73595	0.47185
46	73	-0.03736	-0.07472	6.73528	0.46006
47	1612	-0.03826	-0.07653	6.73347	0.48178
48	1405	-0.04068	-0.08136	6.72864	0.49224
49	1630	-0.04189	-0.08378	6.72622	0.48178
50	57	-0.04261	-0.08522	6.72478	0.47136
51	66	-0.04752	-0.09503	6.71497	0.47143
52	1536	-0.05126	-0.10253	6.70747	0.49224
53	1629	-0.05156	-0.10312	6.70688	0.44867
54	1543	-0.0577	-0.1154	6.6946	0.48738
55	1427	-0.06428	-0.12857	6.68143	0.46536
56	1538	-0.06599	-0.13198	6.67802	0.48731
57	1403	-0.07025	-0.14049	6.66951	0.49165
58	1600	-0.0776	-0.15521	6.65479	0.48243
59	1424	-0.08065	-0.16129	6.64871	0.49756
60	1647	-0.08774	-0.17548	6.63452	0.48738
61	1404	-0.0945	-0.18899	6.62101	0.44864

EK 33 Rijidite Katsayısı Karakteri için Islah Değerleri

Sıralama	Aile	GBY	ID	MID	CORR_G_G
1	1407	0.002988	0.005977	22.906	0.49618
2	280	0.002936	0.005872	22.9059	0.51976
3	1590	0.002488	0.004977	22.905	0.40235
4	68	0.002456	0.004911	22.9049	0.50847
5	28	0.002447	0.004894	22.9049	0.48346
6	26	0.002385	0.004771	22.9048	0.50847
7	53	0.002056	0.004111	22.9041	0.46956
8	1401	0.00203	0.004061	22.9041	0.52426
9	1426	0.00202	0.00404	22.904	0.4775
10	51	0.001904	0.003807	22.9038	0.47846
11	1627	0.001854	0.003708	22.9037	0.49617
12	33	0.001696	0.003392	22.9034	0.49622
13	1405	0.001674	0.003349	22.9033	0.52426
14	1634	0.001634	0.003268	22.9033	0.39924
15	1421	0.00151	0.003019	22.903	0.50193
16	Kontrol			22.9029	
17	76	0.001402	0.002804	22.9028	0.49096
18	1622	0.001317	0.002633	22.9026	0.5083
19	1640	0.001225	0.002449	22.9024	0.51971
20	1599	0.001204	0.002408	22.9024	0.52426
21	55	0.001095	0.00219	22.9022	0.503
22	42	0.000981	0.001962	22.902	0.5084
23	1416	0.000866	0.001733	22.9017	0.50278
24	1503	0.00078	0.001559	22.9016	0.49075
25	1422	0.000775	0.001551	22.9016	0.51321
26	18	0.00049	0.000981	22.901	0.50847
27	16	0.000431	0.000862	22.9009	0.503
28	43	0.00027	0.000541	22.9005	0.52426
29	1625	0.00025	0.0005	22.9005	0.45078
30	1648	0.000152	0.000305	22.9003	0.52426
31	1629	0.000105	0.00021	22.9002	0.47795

32	1603	8.49E-05	0.00017	22.9002	0.53042
Sıralama	Aile	GBY	ID	MID	CORR_G_G
33	17	-8.5E-05	-0.00017	22.8998	0.45034
34	57	-0.00013	-0.00025	22.8997	0.50228
35	1620	-0.00018	-0.00036	22.8996	0.49037
36	66	-0.0003	-0.0006	22.8994	0.50229
37	1544	-0.00049	-0.00098	22.899	0.50847
38	1420	-0.00057	-0.00113	22.8989	0.49622
39	1612	-0.00057	-0.00115	22.8989	0.50228
40	1419	-0.00069	-0.00139	22.8986	0.46489
41	1528	-0.00082	-0.00164	22.8984	0.49557
42	35	-0.00093	-0.00186	22.8981	0.51965
43	1587	-0.00096	-0.00191	22.8981	0.50198
44	1617	-0.00102	-0.00205	22.898	0.47859
45	281	-0.00108	-0.00217	22.8978	0.49647
46	1541	-0.00134	-0.00268	22.8973	0.52299
47	1592	-0.00135	-0.0027	22.8973	0.49069
48	1628	-0.0014	-0.0028	22.8972	0.53042
49	1403	-0.00145	-0.0029	22.8971	0.52363
50	1630	-0.0022	-0.0044	22.8956	0.51327
51	1424	-0.00223	-0.00445	22.8955	0.53042
52	1543	-0.00233	-0.00465	22.8953	0.51971
53	1427	-0.00242	-0.00484	22.8952	0.4964
54	1404	-0.0026	-0.0052	22.8948	0.47799
55	1609	-0.00297	-0.00595	22.8941	0.50835
56	1600	-0.003	-0.00601	22.894	0.51395
57	1536	-0.00312	-0.00623	22.8938	0.52426
58	1538	-0.00312	-0.00624	22.8938	0.51965
59	1647	-0.00338	-0.00676	22.8932	0.51971
60	1588	-0.00381	-0.00761	22.8924	0.4826
61	73	-0.00482	-0.00964	22.8904	0.47689

K 34 İlkbahar Odununda Lümen Genişliği Karakteri için İslah Değerleri

Sıralama	Aile	GBY	ID (µm)	MID (µm)	CORR_G_G
1	1609	2.56849	5.13698	31.127	0.74564
2	1648	1.94527	3.89053	29.8805	0.75581
3	1625	1.58173	3.16345	29.1535	0.70602
4	1536	1.49578	2.99156	28.9816	0.75581
5	1588	1.30219	2.60437	28.5944	0.72405
6	1628	1.30008	2.60016	28.5902	0.76333
7	73	1.14154	2.28308	28.2731	0.72805
8	1617	1.13068	2.26136	28.2514	0.71811
9	1592	0.98378	1.96756	27.9576	0.72845
10	35	0.84657	1.69313	27.6831	0.76333
11	1543	0.82101	1.64202	27.632	0.75486
12	1634	0.61913	1.23827	27.2283	0.64357
13	1620	0.5999	1.19981	27.1898	0.72842
14	1612	0.55412	1.10823	27.0982	0.74708
15	17	0.53006	1.06012	27.0501	0.69294
16	1600	0.52279	1.04558	27.0356	0.74764
17	1528	0.51675	1.03351	27.0235	0.73513
18	281	0.50966	1.01932	27.0093	0.73575
19	1538	0.39735	0.79471	26.7847	0.75481
20	1647	0.35348	0.70696	26.697	0.75486
21	1587	0.35168	0.70335	26.6934	0.73808
22	33	0.32735	0.65471	26.6447	0.73558
23	1622	0.22037	0.44074	26.4307	0.75483
24	1630	0.21754	0.43507	26.4251	0.74708
25	1541	0.13494	0.26989	26.2599	0.7549
26	57	0.09705	0.19409	26.1841	0.7381
27	1426	0.07222	0.14443	26.1344	0.71726
28	1503	0.05426	0.10852	26.0985	0.72855
29	280	0.041	0.08201	26.072	0.75489
30	1420	-0.00001	-0.00002	25.99	0.73558

31	1427	-0.07329	-0.14657	25.8434	0.73569
32	1544	-0.1037	-0.20741	25.7826	0.74573
Sıralama	Aile	GBY	ID (µm)	MID (µm)	CORR_G_G
33	55	-0.11679	-0.23357	25.7564	0.7387
34	18	-0.153	-0.30601	25.684	0.74573
35	1599	-0.17561	-0.35122	25.6388	0.75581
36	1603	-0.18467	-0.36933	25.6207	0.76333
37	1419	-0.19985	-0.3997	25.5903	0.70617
38	1404	-0.26072	-0.52144	25.4686	0.71769
39	66	-0.2728	-0.54559	25.4444	0.73822
40	1403	-0.40456	-0.80912	25.1809	0.75535
41	43	-0.48948	-0.97895	25.011	0.75581
42	51	-0.49099	-0.98197	25.008	0.71799
43	68	-0.53948	-1.07896	24.911	0.74573
44	1640	-0.54441	-1.08883	24.9012	0.75486
45	16	-0.55796	-1.11592	24.8741	0.7387
46	53	-0.56473	-1.12946	24.8605	0.7125
47	1627	-0.62907	-1.25814	24.7319	0.73554
48	1424	-0.67007	-1.34014	24.6499	0.76333
49	76	-0.6869	-1.3738	24.6162	0.72866
50	1629	-0.70109	-1.40218	24.5878	0.71765
51	1421	-0.7381	-1.4762	24.5138	0.74698
52	1401	-0.76642	-1.53284	24.4572	0.75581
53	26	-0.83527	-1.67055	24.3195	0.74573
54	1416	-0.86344	-1.72687	24.2631	0.73849
55	Kontrol			24.24805	
56	1422	-0.89468	-1.78937	24.2006	0.74704
57	1590	-0.9042	-1.8084	24.1816	0.64854
58	42	-0.91612	-1.83225	24.1578	0.74568
59	28	-1.08802	-2.17603	23.814	0.72466
60	1407	-1.17412	-2.34824	23.6418	0.73555
61	1405	-1.75334	-3.50668	22.4833	0.75581

EK 35 Ortalama Lümen Genişliği Karakteri için Islah Değerleri

Sıralama	Aile	GBY	ID (μm)	MID (μm)	CORR_G_G
1	1609	1.09735	2.1947	19.1847	0.68078
2	73	0.86937	1.73873	18.7287	0.64988
3	1588	0.68527	1.37055	18.3605	0.6439
4	1648	0.59682	1.19364	18.1836	0.69346
5	1625	0.55407	1.10813	18.0981	0.62454
6	35	0.54327	1.08654	18.0765	0.69107
7	1536	0.4994	0.99879	17.9888	0.69346
8	1628	0.4567	0.91341	17.9034	0.70071
9	1592	0.41056	0.82112	17.8111	0.66277
10	1538	0.39113	0.78226	17.7723	0.69107
11	281	0.33789	0.67579	17.6658	0.66977
12	1620	0.31564	0.63127	17.6213	0.66263
13	1587	0.29684	0.59367	17.5837	0.67339
14	1617	0.29361	0.58722	17.5772	0.65146
15	1647	0.29348	0.58695	17.577	0.69112
16	1541	0.29108	0.58215	17.5722	0.69249
17	17	0.27684	0.55368	17.5437	0.62408
18	1528	0.27023	0.54045	17.5305	0.66911
19	1543	0.26928	0.53857	17.5286	0.69112
20	1600	0.25594	0.51188	17.5019	0.68422
21	1630	0.22157	0.44314	17.4331	0.68355
22	1427	0.19554	0.39107	17.3811	0.66972
23	1404	0.1279	0.2558	17.2458	0.65089
24	1420	0.09757	0.19513	17.1851	0.6696
25	1503	0.08946	0.17893	17.1689	0.65087
26	1634	0.06671	0.13343	17.1234	0.57222
27	1612	0.04727	0.09454	17.0845	0.67351
28	55	0.03068	0.06135	17.0514	0.67424
29	1424	0.01547	0.03094	17.0209	0.70071
30	1544	-0.01559	-0.03118	16.9588	0.68088
31	1599	-0.05257	-0.10515	16.8849	0.69346

32	1419	-0.05411	-0.10822	16.8818	0.63844
Sıralama	Aile	GBY	ID (µm)	MID (µm)	CORR_G_G
33	1421	-0.07192	-0.14385	16.8462	0.6733
34	1403	-0.09885	-0.1977	16.7923	0.69286
35	1622	-0.10249	-0.20497	16.785	0.68074
36	57	-0.11784	-0.23569	16.7543	0.67351
37	280	-0.1251	-0.2502	16.7398	0.69117
38	1426	-0.13809	-0.27617	16.7138	0.65048
39	18	-0.14498	-0.28996	16.7	0.68088
40	68	-0.14918	-0.29837	16.6916	0.68088
41	43	-0.1871	-0.3742	16.6158	0.69346
42	1603	-0.2043	-0.4086	16.5814	0.70071
43	76	-0.2206	-0.4412	16.5488	0.66312
44	33	-0.22648	-0.45297	16.537	0.6696
45	1629	-0.2352	-0.47041	16.5196	0.6509
46	51	-0.24457	-0.48915	16.5009	0.63832
47	1422	-0.25235	-0.50469	16.4853	0.68348
48	66	-0.2562	-0.5124	16.4776	0.67356
49	1627	-0.26754	-0.53507	16.4549	0.66956
50	1401	-0.28169	-0.56338	16.4266	0.69346
51	28	-0.3125	-0.625	16.365	0.65757
52	16	-0.31637	-0.63274	16.3573	0.67424
53	1640	-0.33025	-0.6605	16.3295	0.69112
54	42	-0.34941	-0.69882	16.2912	0.68083
55	1416	-0.37804	-0.75607	16.2339	0.67401
56	Kontrol			16.0527	
57	26	-0.50313	-1.00627	15.9837	0.68088
58	53	-0.53694	-1.07387	15.9161	0.64428
59	1590	-0.53701	-1.07401	15.916	0.5766
60	1407	-0.5833	-1.1666	15.8234	0.66956
61	1405	-0.72859	-1.45718	15.5328	0.69346

EK 36 Runkel Oranı Karakteri için Islah Değerleri

Sıralama	Aile	GBY	ID	MID	CORR_G_G
1	73	-0.02196	-0.04391	0.76609	0.4444
2	1609	-0.01774	-0.03547	0.77453	0.47368
3	1647	-0.01732	-0.03463	0.77537	0.48445
4	1536	-0.01709	-0.03418	0.77582	0.4891
5	1538	-0.01675	-0.0335	0.7765	0.48438
6	1588	-0.01363	-0.02726	0.78274	0.43713
7	1543	-0.01271	-0.02543	0.78458	0.48445
8	1600	-0.01172	-0.02343	0.78657	0.4793
9	1427	-0.01041	-0.02083	0.78917	0.46243
10	1404	-0.01039	-0.02078	0.78922	0.44534
11	1424	-0.00964	-0.01928	0.79072	0.49463
12	1541	-0.00872	-0.01744	0.79256	0.48809
13	1630	-0.00837	-0.01674	0.79326	0.4784
14	1628	-0.00787	-0.01574	0.79426	0.49463
15	281	-0.00698	-0.01396	0.79604	0.4625
16	57	-0.00673	-0.01345	0.79655	0.4572
17	1592	-0.00463	-0.00926	0.80074	0.45708
18	1544	-0.00368	-0.00736	0.80264	0.4738
19	1528	-0.00363	-0.00725	0.80275	0.46182
20	1419	-0.00362	-0.00724	0.80276	0.43348
21	1587	-0.00359	-0.00717	0.80283	0.46786
22	1612	-0.00355	-0.00711	0.80289	0.46801
23	35	-0.00353	-0.00706	0.80294	0.48438
24	1420	-0.00337	-0.00674	0.80327	0.46233
25	1403	-0.00261	-0.00521	0.80479	0.48821
26	1617	-0.00229	-0.00458	0.80542	0.44609
27	1503	-0.00221	-0.00442	0.80558	0.41989
28	1620	-0.00092	-0.00183	0.80817	0.45692
29	1629	-0.00083	-0.00165	0.80835	0.44552
30	1625	-0.0006	-0.0012	0.8088	0.42035
31	1648	-0.00051	-0.00102	0.80898	0.4891

32	1603	-6.9E-05	-0.00014	0.80986	0.49463
Sıralama	Aile	GBY	ID	MID	CORR_G_G
33	1422	0.000581	0.001162	0.81116	0.46802
34	43	0.000695	0.00139	0.81139	0.4891
35	66	0.001073	0.002146	0.81215	0.46801
36	17	0.001782	0.003563	0.81356	0.41971
37	18	0.002364	0.004728	0.81473	0.4738
38	1421	0.003782	0.007564	0.81756	0.46775
39	42	0.004163	0.008327	0.81833	0.47373
40	1401	0.005078	0.010155	0.82016	0.47912
41	55	0.005299	0.010598	0.8206	0.46896
42	16	0.005357	0.010715	0.82071	0.46896
43	1640	0.006089	0.012179	0.82218	0.48445
44	68	0.006564	0.013127	0.82313	0.46229
45	1416	0.00666	0.013321	0.82332	0.46875
46	Kontrol			0.823468	
47	33	0.006941	0.013883	0.82388	0.46233
48	1622	0.007345	0.01469	0.82469	0.47364
49	1405	0.007473	0.014945	0.82495	0.47925
50	1599	0.007715	0.01543	0.82543	0.4891
51	76	0.007961	0.015922	0.82592	0.45769
52	51	0.009426	0.018852	0.82885	0.43336
53	1634	0.00968	0.019361	0.82936	0.37355
54	26	0.009844	0.019689	0.82969	0.4625
55	1627	0.010577	0.021155	0.83115	0.46228
56	1590	0.012768	0.025537	0.83554	0.37642
57	1426	0.012842	0.025683	0.83568	0.44499
58	28	0.013277	0.026554	0.83655	0.45037
59	53	0.014592	0.029183	0.83918	0.43749
60	280	0.015332	0.030664	0.84066	0.48449
61	1407	0.015436	0.030872	0.84087	0.46229

EK 37 Elastiklik Katsayısı Karakteri için Islah Değerleri

Sıralama	Aile	GBY	ID	MID	CORR_G_G
1	1609	0.008742	0.017484	0.58728	0.52827
2	73	0.008666	0.017333	0.58713	0.49835
3	1588	0.007781	0.015562	0.58536	0.50384
4	1536	0.007281	0.014561	0.58436	0.54258
5	1538	0.007089	0.014178	0.58398	0.53863
6	1647	0.006311	0.012622	0.58242	0.53869
7	1543	0.005021	0.010042	0.57984	0.53869
8	1600	0.004625	0.009249	0.57905	0.5331
9	1404	0.004055	0.00811	0.57791	0.5
10	1630	0.003851	0.007701	0.5775	0.53249
11	1424	0.003826	0.007652	0.57745	0.54853
12	1427	0.00365	0.007301	0.5771	0.51735
13	1541	0.002977	0.005953	0.57575	0.54057
14	1612	0.002862	0.005723	0.57552	0.52242
15	281	0.002812	0.005624	0.57542	0.51741
16	1628	0.002243	0.004487	0.57429	0.54853
17	1503	0.002225	0.004451	0.57425	0.5119
18	1592	0.001928	0.003856	0.57366	0.51184
19	1629	0.001789	0.003578	0.57338	0.49966
20	1620	0.001681	0.003362	0.57316	0.51098
21	1544	0.001327	0.002655	0.57245	0.52837
22	1421	0.001239	0.002477	0.57228	0.52155
23	1419	0.001238	0.002476	0.57228	0.48747
24	1587	0.001189	0.002378	0.57218	0.52161
25	1625	0.001136	0.002272	0.57207	0.47505
26	57	0.001083	0.002167	0.57197	0.52242
27	1420	0.001007	0.002013	0.57181	0.5169
28	1617	0.000815	0.00163	0.57143	0.50054
29	1528	0.000756	0.001511	0.57131	0.51569
30	1403	0.000603	0.001206	0.57101	0.54202

31	1648	0.00056	0.00112	0.57092	0.54258
32	1622	0.000474	0.000947	0.57075	0.53865
Sıralama	Aile	GBY	ID	MID	CORR_G_G
33	35	0.000333	0.000667	0.57047	0.53863
34	1603	0.000275	0.00055	0.57035	0.54853
35	55	-4.4E-05	-8.8E-05	0.56971	0.52307
36	17	-0.00018	-0.00036	0.56944	0.47466
37	43	-0.00063	-0.00125	0.56855	0.54258
38	66	-0.00102	-0.00205	0.56775	0.52244
39	18	-0.00166	-0.00331	0.56649	0.52837
40	33	-0.0018	-0.00359	0.56621	0.5169
41	1640	-0.00183	-0.00366	0.56614	0.53869
42	42	-0.00183	-0.00367	0.56613	0.52831
43	1416	-0.00224	-0.00447	0.56533	0.52287
44	16	-0.00238	-0.00475	0.56505	0.52307
45	Kontrol			0.564378	
46	1422	-0.00286	-0.00572	0.56408	0.53244
47	76	-0.00292	-0.00585	0.56395	0.51179
48	1634	-0.00341	-0.00681	0.56299	0.42736
49	1599	-0.00344	-0.00689	0.56291	0.54258
50	1401	-0.00345	-0.0069	0.5629	0.54258
51	1627	-0.00419	-0.00838	0.56142	0.51685
52	1426	-0.00433	-0.00867	0.56113	0.49925
53	68	-0.00449	-0.00898	0.56082	0.52837
54	28	-0.00453	-0.00906	0.56074	0.50526
55	1590	-0.00507	-0.01013	0.55967	0.42993
56	280	-0.00531	-0.01061	0.55919	0.53873
57	1407	-0.0056	-0.0112	0.5586	0.51686
58	26	-0.00666	-0.01331	0.55649	0.52837
59	53	-0.0067	-0.01341	0.55639	0.49233
60	1405	-0.00681	-0.01362	0.55618	0.54258
61	51	-0.00723	-0.01446	0.55534	0.50072

EK 38 Traheid Boyu/İlkbahar Odunu Traheid Genişliği Oranı Karakteri için İslah Değerleri

Sıralama	Aile	GBY	ID	MID	CORR_G_G
1	1421	3.30977	6.61954	72.4195	0.5963
2	42	2.19393	4.38787	70.1879	0.58056
3	1424	2.17784	4.35568	70.1557	0.60328
4	1419	2.0511	4.10221	69.9022	0.54907
5	1405	2.01366	4.02732	69.8273	0.5969
6	28	1.8926	3.78521	69.5852	0.55412
7	1503	1.68805	3.3761	69.1761	0.57453
8	55	1.4321	2.86419	68.6642	0.58644
9	1541	1.38676	2.77353	68.5735	0.60599
10	66	1.29375	2.58751	68.3875	0.58587
11	1403	1.26217	2.52435	68.3243	0.59645
12	1401	1.18813	2.37625	68.1763	0.60708
13	1420	1.18624	2.37249	68.1725	0.5804
14	1603	1.09239	2.18479	67.9848	0.60328
15	68	1.0847	2.1694	67.9694	0.59234
16	1587	1.05384	2.10767	67.9077	0.57431
17	1427	1.02537	2.05075	67.8507	0.58045
18	1590	0.99065	1.9813	67.7813	0.48653
19	1627	0.89095	1.78189	67.5819	0.58028
20	57	0.66218	1.32435	67.1244	0.58577
21	1630	0.55826	1.11651	66.9165	0.58577
22	281	0.54236	1.08472	66.8847	0.56783
23	1404	0.46891	0.93783	66.7378	0.54856
24	1422	0.44953	0.89906	66.6991	0.59645
25	1609	0.39996	0.79992	66.5999	0.59222
26	1620	0.3844	0.76881	66.5688	0.57431
27	26	0.34658	0.69317	66.4932	0.59234
28	16	0.19576	0.39152	66.1915	0.58644
29	1629	0.18413	0.36825	66.1683	0.56192
30	1640	0.14679	0.29359	66.0936	0.60328

31	33	0.0931	0.18619	65.9862	0.5804
32	1617	0.01719	0.03439	65.8344	0.54939
Sıralama	Aile	GBY	ID	MID	CORR_G_G
33	43	0.00927	0.01854	65.8185	0.60708
34	280	-0.04366	-0.08732	65.7127	0.60329
35	1538	-0.05261	-0.10523	65.6948	0.60318
36	1407	-0.10082	-0.20165	65.5984	0.58039
37	1588	-0.12044	-0.24089	65.5591	0.55363
38	53	-0.21072	-0.42143	65.3786	0.53951
39	Kontrol			64.9539	
40	76	-0.42583	-0.85165	64.9483	0.56166
41	1544	-0.50205	-1.00409	64.7959	0.59234
42	1599	-0.56885	-1.1377	64.6623	0.60708
43	1622	-0.78549	-1.57097	64.229	0.60319
44	1634	-0.8892	-1.7784	64.0216	0.48299
45	1648	-1.01995	-2.03989	63.7601	0.60708
46	35	-1.03219	-2.06438	63.7356	0.59205
47	73	-1.04447	-2.08894	63.7111	0.57398
48	17	-1.09559	-2.19118	63.6088	0.53453
49	1416	-1.16662	-2.33323	63.4668	0.58623
50	1647	-1.21369	-2.42737	63.3726	0.60328
51	51	-1.29338	-2.58676	63.2132	0.56239
52	1426	-1.31547	-2.63095	63.1691	0.56149
53	18	-1.32611	-2.65221	63.1478	0.58056
54	1536	-1.47539	-2.95078	62.8492	0.60708
55	1625	-1.90466	-3.80931	61.9907	0.54877
56	1592	-1.9326	-3.86519	61.9348	0.57446
57	1600	-2.00012	-4.00025	61.7998	0.5971
58	1612	-2.02862	-4.05723	61.7428	0.59649
59	1528	-2.07193	-4.14386	61.6561	0.57982
60	1628	-2.87941	-5.75881	60.0412	0.59223
61	1543	-3.48041	-6.96082	58.8392	0.60328

EK 39 Analizlerde Kullanılan SAS Kodları

/*kalıtım dereceleri için varyans bileşenlerini tahmini*/

/*varyans analizi*/

PROC GLM DATA=TUM;

CLASS BL FAM SET DNM;

where FAM not like 'K%';

MODEL IOTG YOTG_TB KGA KGOC KGPC PO IOCK YOCK IY TIOC RTIO OIA
IOLG YOLG IYOL OTG TBIOG TBYOG TBOG HA OLG EK OCK RK RO FO
BY4 BY8 CP8 BY12 CP12 GD TE= DNM BL(DNM) SET DNM*SET BL*SET(DNM)
FAM(set) DNM*FAM(SET) DNM*BL*FAM(SET)/SS3;

RANDOM FAM(set) DNM*FAM(SET) DNM*BL*FAM(set)/TEST;

TITLE'ANOVA TUM model-1 fit';

RUN;

PROC VARCOMP DATA=TUM METHOD=REML;

where FAM not like 'K%' and FAM not like 'k%';

CLASS FAM BL DNM SET;

MODEL TBIOG TBYOG TBOG HA OLG EK OCK RK RO FO BY4 BY8 CP8
BY12 CP12 GD TE = DNM BL(DNM) SET DNM*SET BL*SET(DNM) FAM(SET)
DNM*FAM(SET) DNM*BL*FAM(SET)/;

TITLE 'TUM DENEMELER ICIN VARYANS BILESENLERI model-1';

RUN;

/*MANOVA*/

PROC GLM DATA=TUM manova;

CLASS DNM BL FAM SET;

where FAM not like 'K%' and FAM not like 'k%';

```
MODEL IOTG YOTG TB KGA KGOE KGPC PO IOCK YOCK IY TIOC OIA
IOLG OTG TBIQG TBYOG TBOG HA OLG EK OCK RK RO FO BY4 BY8
CP8 BY12 CP12 GD = DNM BL(DNM) SET DNM*SET BL*SET(DNM) FAM(set)
DNM*FAM(SET) DNM*BL*FAM(SET) /SS3;
```

```
RANDOM FAM(set) DNM*FAM(SET) DNM*BL*FAM(set)/TEST;
```

```
MANOVA H=FAM(set) /PRINTH PRINTE HTYPE=3;
```

```
MANOVA H=DNM*FAM(set) /PRINTH PRINTE HTYPE=3;
```

```
MANOVA H=DNM*bl*FAM(set)/PRINTH PRINTE HTYPE=3;
```

```
TITLE'Manova TUM VERI MODEL-1';
```

```
RUN;
```

```
/* Islah Değerleri Tahmini (BLUP ANALİZİ)*/;
```

```
proc mixed data=TUM Covtest Update AsyCov;
```

```
class BL set FAM;
```

```
Model TBYOG= BL set(BL) /s outpm=Cc_cap16;
```

```
random FAM BL*FAM FAM*BL*set(BL)/s ;
```

```
ods listing exclude solutionf solutionr ;
```

```
ods html exclude solutionf solutionr ;
```

```
ods output covparms=allvar solutionf=Cc_s_fcp16 solutionr=Cccp16;
```

```
TITLE2 'BV ANALIZI';
```

```
run;
```

```
/*Covariance Parameter Estimates */
```

```
data c_rcp16;

  set Cccp16;

  where effect eq 'FAM';

  gca=estimate;

  BV=2*GCA;

  ABS_BV=BV+120.7;

  CORR_G_G=sqrt(1-(STDERRPRED**2/3.8428));

  KEEP FAM GCA BV ABS_BV corr_G_G; run;

proc sort data=c_rcp16; by descending abs_bv; run ;

Proc print data=c_rcp16;

var FAM GCA BV abs_BV CORR_G_G ;

Title 'ISLAH DEGERLERI TBYOG' ;

RUN;
```


ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Kubilay ÖZYALÇIN

Doğum Yeri : Sivas - Merkez

Doğum Tarihi : 01.11.1975

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce (*Advanced*), İspanyolca (*Elemental II*)

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Sivas Lisesi (1992)

Lisans : İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği (1997)

Yüksek Lisans : İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Botaniği Anabilim Dalı (Eylül 1997 – Nisan 2001)

Yüksek Lisans : Türkiye ve Ortadoğu Amme İdaresi Enstitüsü, Kamu Yönetimi (Gündüz) (Nisan 2011– Temmuz 2012)

Doktora : Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı (Şubat 2011 – Ocak 2021)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Kurum	Pozisyon	Yıllar
OGM - Sinop Orman Bölge Müdürlüğü	Orman İşletme Şefi	2003 - 2007
DKMPGM	GEF II Biyolojik Çeşitlilik ve Doğal Kaynak Yönetimi Projesi – İğneada Pilot Alan Yöneticisi	2007 - 2008
OGM - Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı	Mühendis	2008 - 2010
OGM - Kadastro ve Mülkiyet Dairesi Başkanlığı	Mühendis	2010 - 2012
OGM - Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Mühendis	2012 - 2020
OGM – İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Mühendis	2020 (Mayıs) - Halen

Hakemli Dergiler

Alan M., **Özyalçın K.**, Ezen T., Ünal C., Öztürk H., Şıklar S. 2016. Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m) Kızılçam (*Pinus brutia*) Döl Denemeleri: 12. Yaş Sonuçları. Orman Genel Müdürlüğü Ormancılık Araştırma Dergisi 1(3):01-13
DOI: 10.17568 /oad. 95017

