

**SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.), KARAÇAM (*Pinus nigra* Arnold.) VE KIZILÇAM
(*Pinus brutia* Ten.) REAKSİYON ODUNUNUN ANATOMİK YAPISI VE KİMYASAL
BİLEŞİMİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

Süheyla Esin SARIUSTA

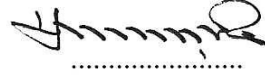
**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**BARTIN
Haziran 2007**

KABUL:

Süheyla Esin SARIUSTA tarafından hazırlanan "SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.), KARAÇAM (*Pinus nigra* Arnold.) VE KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) REAKSİYON ODUNUNUN ANATOMİK YAPISI VE KİMYASAL BİLEŞİMİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından değerlendirilerek, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Mühendislik Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 18/06/07

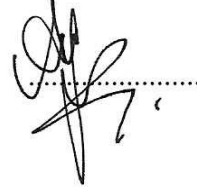
Başkan: Prof. Dr. Harzemşah HAFIZOĞLU (ZKÜ)



Üye : Prof. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU (KTÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ayben KILIÇ (ZKÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. 27/06/2007



Doç. Dr. Mustafa SÖZEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.), KARAÇAM (*Pinus nigra* Arnold.) VE KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) REAKSİYON ODUNUNUN ANATOMİK YAPISI VE KİMYASAL BİLEŞİMİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Süheyla Esin SARIUSTA

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Harzemşah HAFIZOĞLU

Haziran 2007, 123 sayfa

Bu çalışmada, ülkemizde doğal yayılış gösteren ve endüstriyel öneme sahip Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlarında, çeşitli dış etkilere karşı bir tepki olarak oluşan basınç odunu ile normal odunun anatomik ve kimyasal özellikleri karşılaştırmalı olarak belirlenmiş, basınç odununun normal oduna kıyasla oluşturduğu farklar ortaya konulmuştur.

Sarıçam, karaçam ve kızcım basınç ve normal odunlarının anatomik incelemeleri sonucunda, basınç odununda normal oduna göre traheidlerin kısaldığı, 1mm²'deki traheid sayısının arttığı, traheid ve lümen genişliklerinin değişmediği belirlenmiştir. Çift çeper kalınlığının sadece sarıçamda artış gösterdiği tespit edilmiştir. Özışını hücre sayısının sarıçam ve kızcımada arttığı, özışını yüksekliğinin ise sadece karaçamda arttığı saptanmıştır. Yapılan incelemelerde 1 mm.'deki özışını sayısının sarıçam ve karaçamda arttığı ortaya konulmuştur. Ayrıca, kenarlı geçit ve porus çapının karaçam ve kızcımada azaldığı buna karşın sarıçamda değişmediği belirlenmiştir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçişin basınç odununda

ÖZET (devam ediyor)

oldukça yavaş olduğu ve enine kesitte özellikle yaz odunu tabakasında traheid çeperlerinde belirgin çatlakların oluştuğu gözlenmiştir.

Her üç çam türünün basınç odununda da, α -selüloz oranının azalıp, buna karşılık lignin oranının arttığı görülmüştür. Holoselüloz oranının sarıçam ve karaçam basınç odunlarında değişmediği, kızılçam basınç odununda azaldığı bulunmuştur.

Sıcak su çözünürlüğünün, tüm çamların basınç odununda normal odundan daha yüksek olduğu bulunmuş, soğuk su ve alkol çözünürlüğü değerlerinin ise sarıçamda değişmediği, karaçam ve kızılçamda arttığı görülmüştür. Bununla birlikte, sarıçam basınç odununda kül oranının normalden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), basınç odunu, α -selüloz, lignin, holoselüloz, kül

Bilim Kodu: 502.09.02

ABSTRACT

M. Sc.Thesis

INVESTIGATIONS ON ANATOMICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF REACTION WOOD OF *Pinus sylvestris* (L.), *Pinus nigra* (Arnold.) and *Pinus brutia* (Ten.)

Süheyla Esin SARIUSTA

**Zonguldak Karaelmas University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Industrial Engineering**

Thesis Advisor: Prof. Dr. Harzemşah HAFIZOĞLU

June 2007, 123 pages

In this study, anatomical and chemical properties of normal wood and compression wood of *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* and *Pinus brutia* were comparatively studied.

Tracheids in compression wood were seen to be shorter than those of normal wood. The number of tracheids in 1mm² were determined to be increased and lumen and tracheid diameters found not to be changed in all of the three species. Cell wall thickness was observed to be increased in compression wood of *Pinus sylvestris*. Number of ray cell in compression wood of *Pinus sylvestris* and *Pinus brutia* and height of ray cell in *Pinus nigra* were found heigher than those of normal woods. Number of ray cells in 1mm were confirmed to be increased in compression wood of *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra*. Moreover, the diameter of bordered pits and porus in compression wood of *Pinus nigra* and *Pinus brutia* was found lower than those normal wood. Crossing from early wood to late wood was

ABSTRACT (continued)

observed gradually and specially significant cracks were seen on the tracheid walls of latewood in all of the three species.

While α -cellulose content was observed to be decreased in compression wood, lignin content was found to be increased. Although holocellulose content did not show any change in *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra*, it was increased in *Pinus brutia*.

Hot water solubility values were found higher in compression wood than normal wood. Cold water and alcohol solubility did not change in compression wood of *Pinus sylvestris* but these values increased in *Pinus nigra* and *Pinus brutia*. The ash content of *Pinus sylvestris* was determined higher.

Keywords: *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus brutia*, Compression Wood, α -cellulose, lignin holocellulose, ash

Science code: 502.09.02

TEŞEKKÜR

“Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Reaksiyon Odununun Anatomik Yapısı ve Kimyasal Bileşimi Üzerine Araştırmalar” isimli yüksek lisans tezimde danışmanlığımı üstlenen ve bugüne kadar değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım Sayın hocam Prof. Dr. Harzemşah HAFIZOĞLU’na teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince göstermiş olduğu destek ve önerilerinden dolayı değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ayben KILIÇ’a teşekkürlerimi sunarım.

Kimyasal analizler, anatomik çalışmalar ve verilerin istatistiki değerlendirmesi sırasında değerli tavsiye ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Araş. Gör. Sezgin Koray GÜLSOY’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca anatomik çalışmalar sırasında yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Barbaros YAMAN’a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezin materyal temininde bana her türlü yardımı gösteren BARTIN-Kurucaşile ve BOLU-Mengen Orman İşletmesi çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince maddi ve manevi yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xviii
BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 GİRİŞ.....	1
1.1 ÇALIŞMANIN AMACI.....	3
1.2 SARIÇAM (<i>Pinus sylvestris</i> L.)'IN GENEL ÖZELLİKLERİ.....	4
1.3.1 Sistematiği.....	4
1.3.2 Yayılışı.....	4
1.3.3 Dış Morfolojik Özellikler.....	5
1.3.4 Anatomik Özellikler.....	5
1.3.5 Kimyasal Özellikler.....	6
1.4 KARAÇAM (<i>Pinus nigra</i> Arnold.)' IN GENEL ÖZELLİKLERİ.....	6
1.4.1 Sistematiği.....	6
1.4.2 Yayılışı.....	7
1.4.3 Dış Morfolojik Özellikler.....	7
1.4.4 Anatomik Özellikler.....	7
1.4.5 Kimyasal Özellikler.....	8
1.5 KIZILÇAM (<i>Pinus brutia</i> Ten.)'IN GENEL ÖZELLİKLERİ.....	8
1.5.1 Sistematiği.....	8
1.5.2 Yayılışı.....	8
1.5.3 Dış Morfolojik Özellikler.....	9

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
1.5.4 Anatomik Özellikler.....	9
1.5.5 Kimyasal Özellikler.....	9
1.6 REAKSİYON ODUNU.....	10
1.7 BASINÇ ODUNU.....	14
1.7.1 Basınç Odunu Oluşumuna Etki Eden Faktörler.....	16
1.7.1.1 Işık.....	17
1.7.1.2 Yerçekimi.....	17
1.7.1.3 Hormonlar.....	18
1.7.1.4 Basınç Gerilmeleri.....	18
1.7.1.5 Rüzgar.....	18
1.7.2 Basınç Odununun Makroskobik Özellikleri.....	19
1.7.3 Basınç Odununun Anatomik Özellikleri.....	20
1.7.4 Basınç Odununun Kimyasal Özellikleri.....	28
1.7.5 Basınç Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri.....	38
1.7.6 Basınç Odununun İşlenme ve Kullanımda Meydana Getirdiği Sorunlar.....	40
1.7.7 Basınç Odununun Teşhisinde Kullanılan Yöntemler.....	42
1.7.7.1 Görsel Yöntem.....	42
1.7.7.2 Mikroskop Yöntemi.....	43
1.7.7.3 Diğer Yöntemler.....	43
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOD.....	45
2.1 MATERYAL.....	45
2.2 METOD.....	46
2.2.1 Anatomik Özelliklerin Belirlenmesi.....	47
2.2.1.1 Kesit Alma ve Preparat Hazırlama.....	47
2.2.1.2 Maserasyon Yöntemi.....	48
2.2.2 Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi.....	48
2.2.2.1 Rutubet Tayini.....	48
2.2.2.2 Kimyasal Analiz Örneklerinin Hazırlanması.....	49

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.2.2.3 Holoselüloz Tayini.....	49
2.2.2.4 α -Selüloz Tayini.....	50
2.2.2.5 Lignin Tayini.....	51
2.2.2.6 Sıcak Su Çözünürlüğü.....	52
2.2.2.7 Soğuk Su Çözünürlüğü.....	52
2.2.2.8 Alkol Çözünürlüğü.....	53
2.2.2.9 %1'lik NaOH Çözünürlüğü.....	53
2.2.2.10 Kül Tayini.....	53
2.2.3 Verilerin Değerlendirilmesi.....	54
BÖLÜM 3 BULGULAR.....	55
3.1 ANATOMİK ÖLÇÜMLERE AİT BULGULAR.....	55
3.1.1 İlk Bahar Odunu Traheid Teğet Çapına Ait Bulgular.....	55
3.1.2 İlk Bahar Odunu Traheid Radyal Çapına Ait Bulgular.....	56
3.1.3 Yaz Odunu Traheid Teğet Çapına Ait Bulgular.....	57
3.1.4 Yaz Odunu Traheid Radyal Çapına Ait Bulgular.....	58
3.1.5 1 mm ² 'deki Traheid Sayısına Ait Bulgular.....	59
3.1.6 Traheid Uzunluğuna Ait Bulgular.....	60
3.1.7 Traheid Genişliğine Ait Bulgular.....	61
3.1.8 Traheid Lümen Genişliğine Ait Bulgular.....	62
3.1.9 Traheid Çift Çeper Kalınlığına Ait Bulgular.....	63
3.1.10 Özışını Hücre Sayısına Ait Bulgular.....	64
3.1.11 Özışını Yüksekliğine Ait Bulgular.....	65
3.1.12 1 mm'deki Özışını Sayısına Ait Bulgular.....	66
3.1.13 Kenarlı Geçit Çapına Ait Bulgular.....	67
3.1.14 Porus Çapına Ait Bulgular.....	68
3.2 KİMYASAL ANALİZLERE AİT BULGULAR.....	91
3.2.1 Holoselüloz Tayinine Ait Bulgular.....	91
3.2.2 α -Selüloz Tayinine Ait Bulgular.....	92
3.2.3 Lignin Tayinine Ait Bulgular.....	94

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.2.4. Sıcak Su Çözünürlüğüne Ait Bulgular.....	95
3.2.5 Soğuk Su Çözünürlüğüne Ait Bulgular.....	97
3.2.6 Alkol Çözünürlüğüne Ait Bulgular.....	98
3.2.7 %1'lik NaOH Çözünürlüğüne Ait Bulgular.....	100
3.2.8 Kül Tayinine Ait Bulgular.....	101
BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	103
KAYNAKLAR.....	113
BİBLİYOGRAFYA.....	122
ÖZGEÇMİŞ.....	123

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No:</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Reaksiyon odununda yıllık halkaların görünümü.....	11
1.2 Dallarda basınç ve çekme odununun görünümü.....	11
1.3 Eğri bir ağaç gövdesi ve eğilme sonucu oluşan basınç odununun enine kesitindeki eksantrik yıllık halkalar.....	15
1.4 Enine kesitte basınç odunu kısımları.....	16
1.5 Enine kesitte basınç odunu traheidleri.....	21
1.6 Enine kesitte normal odun traheidleri.....	21
1.7 Basınç ve normal odunda hücre çeperinin yapısı.....	23
1.8 Basınç odunu traheidlerinde meydana gelen helezoni oyuk ve çatlaklar.....	25
1.9 Normal ve basınç odunu traheidlerinin enine kesiti.....	25
1.10 Helezoni kalınlaşma.....	26
1.11 Helezoni oyuklar.....	26
1.12 Basınç odunu ve normal odunun kimyasal bileşimi.....	29
1.13 Basınç odunu ve normal odunda lignin ünitelerinin oluşumunun şematik görüntüsü.....	30
1.14 Basınç odununun kerestelerde meydana getirdiği eğrilik.....	41
1.15 Basınç odununun hafif ve yoğun kısımları arasındaki renk farkı.....	44
2.1 Çalışma yöntemine ilişkin akış diyagramı.....	46
3.1 Sarıçam basınç odunu ve normal odunun enine kesitinde ilkbahar odunu traheidlerinin görünümü.....	69
3.2 Sarıçam basınç odunu ve normal odunun yaz odunu traheidlerinin görünümü.....	70
3.3 Sarıçam basınç odunu ve normal odunda ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş.....	70
3.4 Sarıçam basınç odunu ve normal odunun enine kesitinde reçine kanallarının görünümü.....	71
3.5 Sarıçam basınç ve normal odunun teğet kesitinin görünümü.....	71

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No:</u>	<u>Sayfa</u>
3.6 Sarıçam basınç odunu ve normal odunun reçine kanalı içeren özışınlarının teğet kesitteki görünümü.....	72
3.7 Sarıçam basınç odunu ve normal odunun radyal kesitinin görünümü.....	72
3.8 Sarıçam basınç odununun radyal kesitinde kenarlı geçitler ve pencere tipi karşılaşma yeri geçitleri.....	73
3.9 Karaçam basınç odunu ve normal odunun enine kesitinden görünüm.....	73
3.10 Karaçam basınç odununun enine kesitinde yaz odunu traheidlerinin görünümü.....	74
3.11 Normal Karaçam odununun enine kesitinde yaz odunu traheidlerinin görünümü.....	74
3.12 Karaçam basınç odunu ve normal odunun enine kesitinde reçine kanallarının görünümü.....	75
3.13 Karaçam basınç odunundaki reçine kanallarından bir başka görünüm.....	76
3.14 Normal karaçam odununun reçine kanallarından bir başka görünümü.....	76
3.15 Karaçam basınç odunu ve normal odunun teğet kesiti.....	77
3.16 Karaçam basınç odunu ve normal odunun teğet kesitinde özışınlarının durumu.....	78
3.17 Karaçam basınç odunu ve normal odunun teğet kesitinde reçine kanalı içeren bir özışını.....	79
3.18 Karaçam basınç odunu ve normal odunun radyal kesiti.....	80
3.19 Karaçam basınç odunu ve normal odunun radyal kesitinde kenarlı geçitler..	81
3.20 Karaçam basınç odunu ve normal odunun radyal kesitinde pencere tipi karşılaşma yeri geçitleri.....	82
3.21 Kızıılçam basınç odunu ve normal odununun enine kesiti.....	83
3.22 Kızıılçam basınç odunu ve normal odununun yaz odunu traheidlerinin görünümü.....	84
3.23 Kızıılçam basınç odunu ve normal odunun enine kesitindeki reçine kanallarının görünümü.....	85
3.24 Kızıılçam basınç odunu ve normal odunun yaz odunu tabakasında reçine kanallarından bir görünümü.....	86

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No:</u>	<u>Sayfa</u>
3.25 Kızılçam basınç odunu ve normal odunun teğet kesitinin görünümü ve özışınlarının durumu.....	87
3.26 Kızılçam basınç odunu ve normal odununun reçine kanalı bulunan traheidlerinin görünümü.....	88
3.27 Kızılçam basınç odunu ve normal odunun radyal kesiti.....	88
3.28 Kızılçam basınç odunu ve normal odunun radyal kesitinde kenarlı geçitler..	89
3.29 Kızılçam basınç odunu ve normal odunun radyal kesitinde pinoid tip karşılaşma yeri geçitleri.....	90
3.30 Kızılçam normal odununda kenarlı geçitlerin görünümü.....	90
3.31 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının holoselüloz miktarları.....	91
3.32 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının α -selüloz miktarları.....	93
3.33 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının lignin miktarları.....	95
3.34 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının sıcak su çözünürlüğü değerleri.....	96
3.35 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının soğuk su çözünürlüğü değerleri.....	97
3.36 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının alkol çözünürlüğü değerleri.....	99
3.37 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının %1'lik NaOH çözünürlüğü değerleri.....	100
3.38 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının kül tayini değerleri.....	102
4.1 Sarıçam basınç odunu ve normal odunun kimyasal özellikleri.....	106
4.2 Karaçam basınç odunu ve normal odunun kimyasal özellikleri.....	107
4.3 Kızılçam basınç odunu ve normal odunun kimyasal özellikleri.....	108

ÇİZELGELER DİZİNİ

No:

	<u>Sayfa</u>
1.1 Normal odunla reaksiyon odunu arasındaki farklılıklar.....	
1.2 <i>Pinus sylvestris</i> ve <i>Picea abies</i> basınç odunu ve normal odunun lignin oranları.....	13
1.3 <i>Pinus taeda</i> basınç ve normal odununa ait lignin, <i>p</i> -hidroksibenzaldehit ve vanilin oranları.....	30
1.4 <i>Abies sachalinensis</i> 'e ait ligninin etanolizi sonucu oluşan ürünler ile basınç ve normal odundaki miktarları.....	31
1.5 27 iğne yapraklı ağaç tünün ortalama lignin ve hemiselüloz oranları.....	33
1.6 Çeşitli iğne yapraklı ağaç türlerinin şeker miktarları ve çeşitleri.....	35
1.7 Basınç ve normal odundaki ekstraktif madde miktarları.....	36
1.8 Bazı ağaç türlerine ait fiziksel ve mekanik özellikler.....	37
2.1 Araştırma materyalleri ve buldukları yerlere ait bilgiler.....	40
3.1 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının İO traheid teğet çapı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	45
3.2 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının İO traheid radyal çapı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	56
3.3 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının YO traheid teğet çapı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	57
3.4 Sarıçam, karaçam ve Kızılçam basınç ve normal odunlarının YO traheid radyal çapı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	59
3.5 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının 1 mm ² 'deki traheid sayısı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	59
3.6 Sarıçam, karaçam ve Kızılçam basınç ve normal odunlarının traheid uzunluğu ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	60
	61

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

No:

	<u>Sayfa</u>
3.7 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının traheid genişliği ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	
3.8 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının traheid lümen genişliği ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	62
3.9 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının traheid çift çeper kalınlığı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri...	63
3.10 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının özışını hücre sayısı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	64
3.11 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının özışını yüksekliği ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	65
3.12 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının 1mm'deki özışını sayısı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	66
3.13 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının kenarlı geçit çapı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	67
3.14 Sarıçam, Karaçam ve Kızılçam basınç ve normal odunlarının porus çapı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.....	68
3.15 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının holoselüloz deneyi sonuçları.....	69
3.16 Sarıçam, karaçam ve Kızılçamın basınç ve normal odunlarının α -selüloz deneyi sonuçları.....	92
3.17 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının lignin deneyi sonuçları.....	93
3.18 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının sıcak su çözünürlüğü deneyi sonuçları.....	94
	96

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

No:

	<u>Sayfa</u>
3.19 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının soğuk su çözünürlüğü deneyi sonuçları.....	
3.20 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının alkol çözünürlüğü deneyi sonuçları.....	98
3.21 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının % 1'lik NaOH çözünürlüğü deneyi sonuçları.....	99
3.22 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının kül deneyi sonuçları.....	101
4.1 Sarıçam basınç odunu ve normal odunun kimyasal özellikleri.....	102
4.2 Karaçam basınç odunu ve normal odunun kimyasal özellikleri.....	105
4.3 Kızılçam basınç odunu ve normal odunun kimyasal özellikleri.....	107
4.4 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının anatomik ve kimyasal özelliklerine ait bulgular.....	108
4.5 Sarıçam, Karaçam ve Kızılçam basınç odunlarında normal oduna göre anatomik ve kimyasal bakımdan görülen değişimler.....	111
	112

KISALTMALAR DİZİNİ

İO	: İlkbahar odunu
KBO	: Karaçam Basınç Odunu
KNO	: Karaçam Normal Odun
KzBO	: Kızılçam Basınç Odunu
KzNO	: Kızılçam Normal Odun
SBO	: Sarıçam Basınç Odunu
SNO	: Sarıçam Normal Odun
YO	: Yaz odunu

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

Ağaç malzeme, tabiatta yetişen ve uzun bir gelişim sürecine sahip organik bir madde olması nedeniyle zaman içinde çeşitli etkilere maruz kalabilmektedir. Suni olarak elde edilen diğer malzemeler gibi homojen bir yapıya sahip olmaması nedeniyle, ağaç malzeme karşılaştığı koşullara karşın yapısında bazı farklılıklar meydana getirebilmektedir. Odunun normal yapısından sapmalar, lif yapısındaki değişiklikler, eksantrik gövde, konik gövde ve çok özlü gövde oluşumları vb. şekilde görülen bu farklılıklar odun kusurları olarak adlandırılmaktadır (Berkel, 1970). Yapısal kusurların dışında ağaç malzeme kesildikten sonra oluşan ve yabancı organizmaların meydana getirdiği kusurlar da bulunmaktadır (Bozkurt, 1992).

Odunda meydana gelen yapısal kusurlar genetik ve çevresel faktörlerden kaynaklanmaktadır. Odunun özelliklerini değiştiren ve kullanım olanaklarını etkileyen söz konusu kusurlar genellikle istenmeyen özelliklerdir. Ancak ardaklanma, akçaağaçta dalgalı liflilik ve kuşgözü oluşumu gibi bazı odun kusurları oduna dekoratif özellikler kazandırmakta ve kullanımda avantaj sağlayabilmektedir (Berkel, 1970).

Ağaç malzemenin yapısında meydana gelen kusurlar Merev (2003) tarafından aşağıdaki gibi belirtilmektedir.

- *Ağaç Gövdesindeki Şekil Kusurları;*
Gövde eğriliği, çatallı ve çok özlü gövde, konik gövde
- *Anatomik Yapı ile İlgili Kusurlar*
Oluklu gövde, eksantrik gövde, özde düzensiz gidiş, yıllık halka düzensizlikleri, lif kusurları (lif eğriliği, lif kıvrıklığı, ondüleli lif), kuşgözü ve urlar, reçine keseleri, reaksiyon odunu (basınç ve çekme odunu), yalancı özodunu, ay halkası, budaklılık

- *Dış Koşullara Bağlı Olarak Oluşan Kusurlar*
Çevre çatlağı, öz çatlağı, halka çatlağı, don çatlağı, çevre kirliliği kusurları
- *Bitkisel ve Hayvansal Zararlıların Neden Olduğu Kusurlar*
Çürüklüklükler, renk bozuklukları

Çevre faktörleri, ışık isteği, rüzgar, kar gibi faktörler, genellikle dik duran, silindirik bir yapıya sahip olan ve enine kesiti daire şeklinde olan ağaçların dik büyümesine engel olabilmektedir. Bu durumda eğri gövde, çatallı ve bayrak şeklinde gövdeler oluşabilmektedir (Bozkurt, 1992).

Gövde içerisinde özün düzgün gidişi yerine yılankavi veya zigzag bir şekilde gidişi anatomik yapı ile ilgili bir kusur olup böyle bir ağaç gövdesinin keresteye biçilmesinde öz birden fazla tahta içerisine girmekte veya yüzeyde kalmaktadır (Berkel, 1970).

Yapısal kusurlardan dikkat çeken lif eğriliği, ağaç boyu yönünde yer alan liflerin bazılarının demet halinde veya değişik açılarla odun içinde birbirinden farklı yönlerde doğru eğilmesiyle meydana gelmekte olup lif eğriliği bulunan odunlar radyal yönde yarılamamakta ve rendelenmede güçlükler oluşturmaktadır. Lif kıvrıklığı veya spiral liflik oluşumunda lifler, ağaç eksenine göre değişik açılarla ve birbirine paralel, eksenden sapmış şekilde görülmekte olup istenmeyen bir durum yaratmaktadır. Odun elemanlarının ağaç boyunca, radyal yönde akordeon gibi zig-zag yaparak ilerlemesi ise ondüleli lif oluşumunun göstergesidir.

Reçine keseleri, reçine kanalı bulunan ağaçlarda yıllık halka boşluğuna reçine birikmesi durumuna denilmekte olup, ağacın kalitesi üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Bazı odunlarda diri odun ile özodun ara kesitinde, özodun içinde diri oduna benzeyen ve tamamiyle özoduna dönüşmemiş oldukça geniş bir halka görülmektedir. Bu halkaya ay halkası denilmekte olup bu kısım özodunu kadar dayanıklı bulunmamaktadır.

Çatlaklar odun elemanlarının ağaçta boyuna yönde birbirinden ayrılması ile oluşmaktadır. Bazı çatlaklar ağaç dikili haldeyken meydana gelmekte olup ağaçta buldukları yere göre öz çatlağı, halka çatlağı ve don çatlağı olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Merev, 2003).

Yapılan tez çalışmasına konu olan reaksiyon odunu ise “anormal büyüme koşullarının etkisiyle eğilmiş gövde ya da dalların normal şekline döndürülmesi görevini üstlenen, farklılaşmış özelliklere sahip bir odun dokusu” olarak tanımlanmaktadır. Reaksiyon odunu iğne yapraklı ağaçlarda basınç odunu, yapraklı ağaçlarda ise çekme odunu olarak adlandırılmaktadır. Basınç odunu eğri gövde ya da dalların daha alt kısımlarında bulunurken çekme odunu daha üst kısımlarında yer almaktadır (Du and Yamamoto, 2007).

Hüresel yapı, hücre çeperinin ultrastrüktürü, mikrofibril açısı gibi anatomik ve ligninin monomer ve selülozun kristal yapısı gibi moleküler düzeydeki etkenler odun özelliklerindeki çeşitliliği ortaya çıkarmaktadır. Reaksiyon odunu, odun özelliklerinde değişkenliğe yol açan anatomik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerinden ve ayrıca ekonomik öneminden dolayı uzun yıllar birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir (Gindl and Teischinger, 2003).

Reaksiyon odununun hızlı büyüyen ağaç türlerinde fazla miktarda oluştuğu ve genellikle düşünüldüğünden daha yaygın olduğu belirtilmektedir (Kartal ve Lebow, 2001). Bütün ağaçlar az ya da çok eğici kuvvetlere maruz kalmaktadır. Kalın ve güçlü bir gövde bu şekildeki etkilere karşı daha dayanıklıyken, genç ve zayıf bir gövde bu etkiler karşısında kolaylıkla eğilebilmekte, ancak reaksiyon odunu oluşumuyla eski haline dönebilmektedir (Bamber, 2001).

Olumsuz çevresel koşullar altında, orman ve plantasyon alanlarındaki ağaç gövdelerinde % 40 oranına kadar reaksiyon odunu bulunabilmektedir. En iyi şekilde geliştirilen ve en iyi şekilde bakılan ormanlarda dahi ağaç gövdelerinde reaksiyon odununa rastlanmaktadır (Timell, 1986). Bu nedenle, reaksiyon odununun önlenmesi bakımından ormanda yapılan çalışmalar sınırlı kalmaktadır. Buna bağlı olarak çeşitli tedbirlerle önlenemeyen bu kusuru içeren tomrukların özel olarak ele alınması ve standardizasyonunda daha titiz davranılması gerekmektedir (Göker, 1983).

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI

Orman endüstrisinde, ağaç malzemenin sahip olduğu anatomik, kimyasal, fiziksel ve mekanik birçok özellik onun kullanım yerini büyük oranda etkilemektedir. Bu nedenle, ağaç malzemenin endüstri dallarına uygunluğunu belirlemede söz konusu özelliklerin bilinmesi büyük önem taşımaktadır.

Yerli çam türlerimizden olan ve çeşitli endüstri dallarında yaygın olarak kullanılan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) gövdelerinde bazı dış etkiler sonucu oluşan, odun özelliklerinde değişiklikler meydana getiren ve onun kullanım alanlarını kısıtlayan bazı odununun anatomik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için analizlerin yapılması ve normal odunla arasındaki farkın ortaya konulması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Yapılan çalışmanın bilimsel açıdan yararlı bir kaynak olması hedeflenmektedir. Ayrıca basınç odununun kullanımı ile ilgili olarak, elde edilecek veriler ışığında değerlendirmeler yapılacaktır.

1.3 SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.)'İN GENEL ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde sarıçamın sistematigi, yayılışı, dış morfolojik özellikleri ile anatomik ve kimyasal özellikleri irdelenmiştir.

1.3.1 Sistematik

Sarıçam Gymnospermae sınıfından, Pineaceae familyasının *Pinus* (çam) cinsinin bir türü (Tosun, 2001) olup, çeşitli alttür, varyete ve formlarla genel olarak 5 alttüre ayrılmaktadır.

- a. *P.sylvestris* L. ssp. *Sylvestris*
- b. *P.sylvestris* L. ssp. *hamata* (Steven) Fomin
- c. *P.sylvestris* L. ssp. *lapponica* Fries
- d. *P.sylvestris* L. ssp. *sibirica* Ledeb.
- e. *P.sylvestris* L. ssp. *kulundensis* Sukaczew (Anşin ve Özkan, 1997).

1.3.2 Yayılış

Türkiye'de kıymetli bir orman ağacı olan sarıçam, saf meşçere ve ormanlar halinde bulunduğu gibi, yer yer kayın, ladin, göknar, karaçam, meşe v.b ağaç türleri ile karışık olarak da görülmektedir. Özellikle Kastamonu dolaylarında Elek Dağı'nda, Bolu dolaylarında Köroğlu, Ilgaz Dağları'nda, Eskişehir'de Çatacık'ta, Oltu, Göle ve Sarıkamış'ta, Dumanlı ve Köse Dağları'nda gayet güzel ormanlar oluşturmaktadır (Kayacık, 1980).

1.3.3 Dış Morfolojik Özellikler

Yetiştirme yerine göre 20–40 m'ye kadar boylanan, narin ve silindirik gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı ya da dolgun gövdeli, yayvan tepeli ve kalın dallı bir ağaçtır. Bazen de fakir topraklarda kayalıkta üzerinde ve arktik rejyonlarda çalı halinde ve bodur vaziyette bulunmaktadır. Genç gövdelerde, yaşlı ağaçların yukarı kısımlarında ve kalın dallarda “tilki sarısı” rengindeki kabuk, ince levhalar halinde ayrılmaktadır. Yaşlı gövdeler ise gri-kahverengi, kalın ve çatlaklıdır (Yaltırık ve Efe, 2000).

Genç sürgünler yeşilimsi, ikinci yıldan itibaren gri-kahverengindedir. 6–12 mm uzunluğundaki yumurtamsı-konik tomurcuklar kestane kırmızısı renkte olup genellikle reçinesizdir. Fakat kurak yetiştirme yerlerinde, tomurcuğun korunması için üzeri reçine ile örtülmüştür. Yetiştirme yerine göre boyları 3–8 cm arasında değişen iğne yaprakları mavi-yeşil renktedir. Bunların uçları sivri-batıcı, kenarları ince dişli ve dikkat çekecek derecede kıvrıktır. Dişi kozalak saplı ve aşağıya sarkıktır. 2,5–7 cm uzunluğundaki olgun kozalak asimetric olup ışık gören tarafı daha fazla gelişmiştir (çarpıktır). Rengi boz mat, dar yumurtamsı konik biçimindedir. Işık alan taraftaki apofizler çıkıntılı, çengel gibi geriye yani sapa doğru kıvrıktır (Yaltırık ve Efe, 2000).

1.3.4 Anatomik Özellikler

Sarıçamın yıllık halka sınırları belirgin olup, yaz odunu traheidleri radyal yönde çok yassılaştırmış, kalın çeperli ve dar lümenlidir. İlkbahar odunu traheidleri geniş lümenli ve ince çeperlidir. Traheidlerin teğet çapı 10–50 μ 'dur. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş oldukça hızlıdır. İlkbahar odunu traheidlerinin radyal çeperlerinde kenarlı geçitler büyük ve tek sıralıdır (Bozkurt, 1992).

Öz ışınları tek sıralıdır. Reçine kanalı bulunan öz ışınları orta kısımda 2–5 sıralıdır. Öz ışınları çoğunlukla 1–12 bazen de 15'den fazla hücrelidir. Heterosellüler yapıdadır. Öz ışını traheidleri her iki tarafta 1–3 sıralı, bazen ise öz ışını içerisinde bulunmaktadır. Bunların çeperleri kaba dişlidir. Öz ışını paranzim hücrelerinin çeperleri ince olup enine ve uç çeperlerde geçitler az sayıdadır. Karşılaşma yeri geçitleri 1–2 adet pencere tipindedir. Boyuna paranzim hücreleri bulunmamaktadır. Boyuna reçine kanalları çoğunlukla tek tek ve genellikle yaz odunu içerisinde bulunmaktadır (Bozkurt, 1992).

1.3.5 Kimyasal Özellikler

Sarıçam odunu % 74,3 holoselüloz, % 52,2 selüloz, % 26,3 lignin ve % 8,2 pentozan ihtiva etmektedir (Fengel ve Wegener, 1984). Ayrıca alkol-benzen çözünürlüğü % 3,71, % 1'lik NaOH çözünürlüğü % 19,42, sıcak su çözünürlüğü % 4,37 ve soğuk su çözünürlüğü de % 2,87 dir (Usta, 1989; Serin vd.'den, 2003). Hafizoğlu ve Usta (2005), sarıçamın selüloz oranını öz odunda % 52,8, diri odunda % 56,5, α -selüloz oranını öz odunda % 45,2, diri odunda % 50 ve lignin oranını öz odunda % 26,6, diri odunda % 28,3 olarak bulmuşlardır. Ayrıca soğuk su, sıcak su, alkol-benzen ve % 1'lik NaOH çözünürlüğü değerlerini sırasıyla öz odun ve diri odun için % 2,8–2, % 4,4–3,2, % 4,7–2,5 ve % 13,2–19,4 olarak tespit etmişlerdir.

1.4 KARAÇAM (*Pinus nigra* Arnold.)'IN GENEL ÖZELLİKLERİ

Karaçamın sistematigi, yayılışı, dış morfolojik özellikleri ile anatomik ve kimyasal özellikleri aşağıda irdelenmektedir.

1.4.1 Sistematik

Karaçam, farklı ülkelerde birçok araştırmaya konu olmuş bir tür olmasının yanında, uzun zamandan beri botanikçileri meşgul eden ve sistematigi üzerinde bazı tartışmaların bulunduğu bir türdür. Son yıllarda en çok kullanılan ve geçerli olan sınıflandırmaya göre karaçam beş alttür'e ayrılmakta olup bu alttürler aşağıda belirtilmektedir (Alptekin, 1986; Yalıtık, 1988; Anşin, 1994; Anşin ve Özkan, 1997).

- a. *Pinus nigra* Arnold. Subsp. *nigra*: Avusturya karaçamı, (Syn: *Pinus nigra* Arnold var. *austriaca* (Hoess.) Badaux.),
- b. *Pinus nigra* Arnold. Subsp. *larico* (Poiret) Maire: Korsika karaçamı, (Syn: *Pinus nigra* Arnold var. *corsicana* Suring),
- c. *Pinus nigra* Arnold. Subsp. *dalmatica* (Vis.) Franco: Dalmaçya karaçamı,
- d. *Pinus nigra* Arnold. Subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco: Pirene karaçamı, (Syn: *Pinus nigra* Arnold var. *cabennensis*),
- e. *Pinus nigra* Arnold. Subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe: Anadolu karaçamı, (Syn: *Pinus nigra* Arnold var. *caramanica*, *Pinus nigra* Arnold var. *pallasiana* Schneid.)

1.4.2 Yayılış

İğne yapraklı ağaç türlerimiz içinde yayılış olarak kızılçamdan sonra ikinci sırada yer alan karaçamın yayılış alanları Trakya, Kuzey, Batı, Güney ve Orta Anadolu'dur. Karadeniz'in batı kısımlarında özellikle göknar ve meşeler ile karışık meşçereler yapar. Anadolu'da step içlerine en fazla giren tür karaçam'dır. En kıymetli meşçerelerini, Kütahya-Tavşanlı, Dursunbey-Alaçam, Adana-Pos, Kastamonu-Boyabat-Elekdağ, Çorum-Kargı, Tosya ve Karabük-Yenice'de oluşturmaktadır. Ayrıca karaçam Anadolu'da geniş bir varyasyona sahip bulunmaktadır. Sıcak ve kuru iklimlerde yetişmesine karşın, kış soğuklarına da büyük ölçüde dayanan bir türdür (Yaltırık, 1988; Anşin ve Özkan, 1997).

1.4.3 Dış Morfolojik Özellikler

Karaçam, boylu birinci sınıf orman ağaçlarındandır. Yaşlı gövdesi derin çatlaklı olup, kalın ve esmer kabukları bulunmaktadır. Bol reçineli olan tomurcuklar büyük, silindirik ve uçları da sivridir; tomurcuk pullarının kenarları kirpiklidir. 4–18 cm uzunluğundaki iğne yapraklar koyu yeşil renkte ve serttir. Sürgün uçlarında bulunan yapraklar ise tomurcuğa doğru yönelmiş olduğundan “çanak” görünümünde bir boşluk meydana getirmektedir. İğne yaprakların kenarları ince dişli olup uç kısımları sertleşmiştir ve iğne gibi batıcıdır (Yaltırık ve Efe, 2000).

Erkek çiçekler soluk sarı renkte olmasına karşın, dişi kozalaklar parlak saman sarısı renktedir. Yumurtamsı-konik şeklindeki kozalakları sarıçam kozalaklarının aksine simetrik ve yok denecek kadar kısa saplıdır. Kalkan çıkık, göbek koyu renklidir. Kozalağın uç kısmındaki karpellerin çoğunun göbeğinde iğne gibi ufak bir dikenimsi çıkıntı bulunmakla birlikte, kozalak boyu 3,5–10 (-12) cm arasında değişmektedir (Yaltırık ve Efe, 2000).

1.4.4 Anatomik Özellikler

Karaçam anatomik özellikleri bakımından sarıçama benzemekle birlikte öz ışını yükseklikleri ile sarıçamdan ayrılmaktadır. Karaçamda özışını yüksekliği 10 hücreyi geçmemekte, sarıçamda ise özışınları daha yüksek bulunmaktadır. Enine traheidlerinin çeperleri testere dişi gibi kalınlaşmıştır. Karşılaşma yeri geçitleri pencere tipi şeklindedir. Boyuna reçine kanalları yaz odunu tabakası içinde bulunmaktadır (Merev, 2003).

1.4.5 Kimyasal Özellikler

Karaçam odunu, yapısında % 72,15 holoselüloz, % 57,91 selüloz, % 28,94 lignin ve % 13,27 pentozan bulundurmaktadır. Bunun dışında alkol-benzende % 6,07, sıcak suda % 4,71 ve % 1'lik NaOH' de % 12,16 oranında çözünmektedir (Usta, 1993; Serin vd.'den, 2003). Hafizoğlu ve Usta (2005), karaçamın selüloz oranını öz odunda % 55,7, diri odunda % 57,9, α -selüloz oranını öz odunda % 46,8, diri odunda % 47,6 ve lignin oranını öz odunda % 27,9, diri odunda % 28,2 olarak bulmuşlardır. Ayrıca soğuk su, sıcak su, alkol-benzen ve % 1'lik NaOH çözünürlüğü değerlerini sırasıyla öz odun ve diri odun için % 3-2, % 4,7-3,2, % 6,1-4,9 ve % 12,2-10,8 olarak tespit etmişlerdir.

1.5 KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.)'IN GENEL ÖZELLİKLERİ

Kızılçama ait sistematik, yayılış, dış morfolojik, anatomik ve kimyasal özellikler aşağıda belirtilmektedir.

1.5.1 Sistematik

Kızılçam peyzaj kullanımları bakımından kıymetli olan ve kızılçam ormanlarında rastlanan, farklı özelliklerdeki varyetelere sahip bulunmaktadır. Bunlar;

- a. sık dallı ve yuvarlak tepeli, *P. brutia var agrophiotti* Papaj
- b. piramidal tepeli, *P. brutia var pyramidalis* Selik ve
- c. *P. brutia var densifolia* Yalt.& Boydak (Yaltırık ve Efe, 2000)

1.5.2 Yayılış

Kızılçamın genel yayılış alanı Akdeniz ve Karadeniz kıyılarıdır. Fakat asıl geniş yayılışını Doğu Akdeniz'de yapmaktadır. Filistin, Ürdün, Suriye, Irak, Lübnan, Kıbrıs, Türkiye, Yunanistan ve İtalya belli başlı yayılış alanlarıdır. Karadeniz sahillerinde adacıklar halinde Türkiye, Kafkas ve Kırım'da bulunmaktadır. En fazla yayılışı Türkiye'de görülmekte olup Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde çok geniş ormanlar kurmaktadır (Kayacık, 1980).

1.5.3 Dış Morfolojik Özellikler

Genel görünümü ile halep çamına benzeyen, bazı botanikçiler tarafından halep çamının bir varyetesi (*Pinus halapensis* Mill.var. *brutia* (Ten) Henry) olarak kabul edilen kızılçam, birtakım morfolojik ve anatomik özellikleri ile ondan kesin olarak ayrılmaktadır. Sahil kesimlerinde 15–20 m boyunda kalın dallı bir ağaçtır. Gövdeleri de çoğu zaman düzgün değildir. Ancak rakım yükseldikçe, ağaçlarda gövdelerin düzgünleşmeye, boyların artmaya başladığı, tepelerin sivrileştiği ve dalların incelendiği görülmektedir (Yaltırık ve Efe, 2000).

12–18 cm uzunluğunda, sert ve koyu yeşil renkli iğne yapraklarının anatomik yapısı, özellikle reçine kanallarının genişliği ve çevre yapısı halep çamı yapraklarına göre farklılık göstermektedir. 6–11 cm uzunluğundaki kozalakları topaç biçiminde, sapsız veya çok kısa saplıdır. Sürgünlerde dikine veya yan durmaktadır. Olgun kozalaklar parlak kırmızımtırak-kahverengindedir. Kalkanlar radyal pervazlıdır. Göbek büyük ve halep çamının aksine basıktır. Birkaçı bir arada toplu olarak bulunmaktadır (Yaltırık ve Efe, 2000).

1.5.4 Anatomik Özellikler

Kızılçam enine kesitinde, yaz odunu tabakası yıllık halka içerisinde çok az bir yer kaplamakta olup, reçine kanalları yıllık halkalar içerisinde dağınık vaziyette noktalar halinde görülmektedir. Radyal kesitte, traheidler arasında kenarlı geçitler bulunmaktadır. Bunlar ilkbahar odunu içerisinde büyük, yaz odununda ise küçüktür. Özışını paranzim hücreleri çok miktarda basit geçitler ihtiva etmektedir. Teğet kesitte öz ışınları tek sıralı olmakla birlikte yatık reçine kanalı ihtiva eden özışınları birkaç sıralıdır. Traheidlerin teğetsel çeperlerinde kenarlı geçitlere rastlanmamaktadır (Berkel, 1957). Odunun lif uzunluğu; 4,27–4,70 mm, lif genişliği; 47,85–48,17 μ , çeper kalınlığı; 8,99–9,77 μ ve lümen genişliği; 28,14–30,34 μ 'dur (Göksel, 1981; Erten ve Önal'dan 2001).

1.5.5 Kimyasal Özellikler

Kızılçam odunu % 65 holoselüloz, % 27,5 lignin, % 10 pentozan ve % 0,5 kül ihtiva etmektedir. Eterde % 4,59–5,46, alkol-benzende % 5,04–9,27, sıcak suda % 2,10–3,65 ve % 1'lik NaOH' de % 8,40–17,04 oranında çözünmektedir (Göksel, 1981; Erten ve Önal'dan 2001). Hafızoğlu ve Usta (2005), kızılçamın selüloz oranını öz odunda % 52,6, diri odunda

% 57,9, α -selüloz oranını öz odunda % 45,2, diri odunda % 50,2 ve lignin oranını öz odunda % 28, diri odunda % 29 olarak bulmuşlardır. Ayrıca soğuk su, sıcak su, alkol-benzen ve % 1'lik NaOH çözünürlüğü değerlerini sırasıyla öz odun ve diri odun için % 3,1–2,4, % 6,5–5,1, % 7,6–5,7 ve % 10,2–9,1 olarak tespit etmişlerdir.

1.6 REAKSİYON ODUNU

Reaksiyon odunu, dikili ağaçların dışarıdan bir zorlamayla karşılaşmaları durumunda bu zorlamaya karşı oluşturdukları özel bir odun dokusudur. Reaksiyon odununun gelişim yeri, niteliği ve şekli iğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunlarında farklılık göstermekle birlikte, iğne yapraklı ağaçların reaksiyon odununa “basınç odunu” yapraklı ağaçların reaksiyon odununa da “çekme odunu” denilmektedir.

Devamlı esen rüzgar, kar, fazla eğimli arazi yapısı, yerçekimi ve ışık durumu gibi etkiler ağaç gövdesini normal pozisyonundan saptırarak eğilmeye zorlamaktadır. Reaksiyon odunu gövdeyi eğilmeye zorlayan bu etkilere karşı dikey yöndeki büyümeyi devam ettirebilmek için tek taraflı destek sağlamaktadır (Örs ve Keskin, 2001). Bu özelliği ile reaksiyon odunu her ne kadar gerekli ve yararlı da olsa odunun kullanımı açısından önemli bir kusur olarak görülmektedir (Zobel and van Buijtenen, 1989; Haygreen and Bowyer, 1996; Plomion et al., 2001).

Reaksiyon odunu oluşumunda en etkili faktörlerden biri olan yerçekimi, kambiyumu bir taraftan basınç diğer taraftan çekme kuvvetine maruz bıraktığı için, bu iki kuvvet kambiyum hücrelerini gövdenin bir tarafında daha çok bölünmeye teşvik etmektedir. Kambiyum, iğne yapraklı ağaç odunlarında gövdenin basınç gören, yapraklı ağaç odunlarında ise gövdenin çekilen tarafında daha enerjik bölünmekte olup, bu tek taraflı aşırı bölünme eksantrik gövde oluşumuna neden olmaktadır. Eksantrik gövdede öz gövdenin ortasında olmayıp yanlara kaymıştır. Özün bir tarafında yıllık halkalar çok geniş diğer tarafında ise çok dardır. Reaksiyon odunu geniş yıllık halkaların olduğu kısmı temsil ederken, dar yıllık halkaların olduğu kısma da karşı odun denilmektedir. Enine yönde normal odunun yıllık halkaları iç içe daireler şeklindekiyken, reaksiyon odunun yıllık halkaları Şekil 1.1’de görüldüğü gibi asimetric büyüme sonucunda, iç içe elips şeklindedir.



Şekil 1.1 Reaksiyon odununda yıllık halkaların görünümü (WSL, 2006).

Reaksiyon odunu yalnız gövdelerde değil aynı zamanda dallarda da bulunmaktadır. Dalları gövdeye değişik açılarla bağlandığı için her zaman yerçekimi kuvvetlerine maruz kalmaktadır. Bundan dolayı reaksiyon odunu dallar için beklenen bir özelliktir (Merev, 2003).

Reaksiyon odununun iğne yapraklı ağaçlardaki türü olan basınç odunu, ağaç gövdelerinde devamlı mekanik bir etkinin yapıldığı, örneğin rüzgarın geldiği yönün aksi tarafında basınç etkisinde kalan tarafta, dallarda da alt tarafa bakan kısımlarda oluşurken, çekme odunu eğri bir ağaç gövdesinde, ağacın meylettığı yönün aksi tarafında, çekici kuvvetlerin bulunduğu kısımda, dallarda da yukarıya doğru bakan kısımlarda meydana gelmektedir. Şekil 1.2'de basınç ve çekme odununun dallardaki oluşum şekilleri görülmektedir.



Şekil 1.2 Dallarda basınç ve çekme odununun görünümü. a: Basınç Odunu, b: Çekme Odunu (UTK, 2006).

Basınç odunun rengi normal odundan daha koyu, kırmızı veya kırmızımsı kahverengindedir. Basınç odundaki hücreler normal oduna nazaran bazı farklar göstermektedir. Bu farklılıklar Çizelge 1.1’de özetlenmekte olup Bölüm 1.7’de de ayrıntılı bir şekilde açıklanmaktadır.

Çekme odunu enine kesitte normal oduna nazaran daha açık renkli bulunmaktadır. Yıllık halka boyunca açık renkli şeritler dikkati çekmektedir. Çekme odunu, çevresine nazaran kısmen daha parlaktır. Rengi genel olarak gümüşümsü beyaz olarak belirtilmektedir.

Çekme odunun karakteristik özelliği liflerinin çeperlerinde kalın bir jelatinli tabakanın (G) bulunmasıdır. Bu jelatinli tabaka, normal olarak teşekkül eden sekonder hücre çeperi S_1 , S_2 ve S_3 tabakasına ilave olarak ayrı bir tabaka halinde veya S_3 tabakası yerine veyahut $S_2 + S_3$ tabakaları yerine teşekkül edebilmektedir. Çekme odunu kısmında normal oduna nazaran daha fazla lif bulunmaktadır. Liflerin uzunluğu normal oduna nazaran biraz daha kısadır. Lifler enine kesitte biraz daha şişkin olup, lümenlerinin etrafındaki jelatinli tabaka boşluğa doğru girinti ve çıkıntılar teşkil etmektedir. Jelatinli tabakalarda lignin bulunmadığından, çekme odunu normal oduna nazaran daha az lignin ve daha fazla selüloz ihtiva etmektedir (Berkel, 1970).

Çekme odununda yoğunluk, kalınlaşan jelatinli odun lifleri nedeniyle normal odundan bir miktar daha yüksek bulunmaktadır. Bunun dışında çekme odununun liflere paralel yönde normal oduna nazaran daha fazla çalışması en karakteristik özelliklerindedir. Basınç ve eğilme dirençleri ile elastikiyet modülü değerleri bir miktar düşük bulunmaktadır. Çekme odununda selülozik karakterdeki jelatinli lifler, şok şeklinde etki eden kuvvetlere karşı önemli derecede direnç sağlamaktadır (Göker, 1983).

Çizelge 1.1 Normal odunla reaksiyon odunu arasındaki farklılıklar (Kollmann and Côté, 1968; Kırıcı, 2000).

FARKLILIKLAR	BASINÇ ODUNU	ÇEKME ODUNU
Anatomik Farklılıklar	<p>Normal oduna göre;</p> <ul style="list-style-type: none"> Traheidler kısalmakta ve yuvarlaklaşmakta, Hücreler arası boşluklar meydana gelmekte, S₁ ve S₂ tabakası kalınlaşmakta, S₃ tabakası kaybolmakta, S₂ tabakasında mikrofibril açısı artmakta, helezoni oyuk ve çatlaklar oluşmakta, İlkbahar odunundan yaz odununa geçişte kontrast ortadan kalkmakta, 	<ul style="list-style-type: none"> Jelatinli lifler meydana gelmekte, Trahelerin sayısı azalmakta ve boyları kısalmakta, G tabakasında sekonder hücre çeperinin jelatinli lifleri üç şekilde yer almakta, S₁+S₂+S₃+G veya SG, S₁+S₂+G veya SG, S₁+G veya SG, Daha ince bir primer çeper oluşmakta,
Kimyasal Farklılıklar	<ul style="list-style-type: none"> Lignin ve galaktan oranı artmakta, Selüloz ve galaktoglukomannan oranı azalmakta, S₂ tabakası daha fazla ligninleşmekte, <i>p</i>-hidroksifenil ünitelerinin oranı artmakta, 	<ul style="list-style-type: none"> Lignin ve ksilan oranı azalmakta, Selüloz ve galaktan oranı artmakta,
Fiziksel ve Mekanik Farklılıklar	<ul style="list-style-type: none"> Özgül ağırlık artmakta, Liflere paralel yöndeki çalışma anormal derecede artmakta, teğet ve radyal yöndeki çalışma ise yarıya düşmekte, Özgül ağırlığın artmasına rağmen çekme direnci ve elastisite modülü azalmaktadır. 	<ul style="list-style-type: none"> Özgül ağırlık artmakta, Liflere paralel yöndeki çalışma artmakta, Basınç ve eğilme dirençleri ile elastisite modülü bir miktar azalmakta, Kuru halde yüksek çekme direnci, ıslak halde düşük çekme direnci meydana gelmekte, Şok direnci artmaktadır.

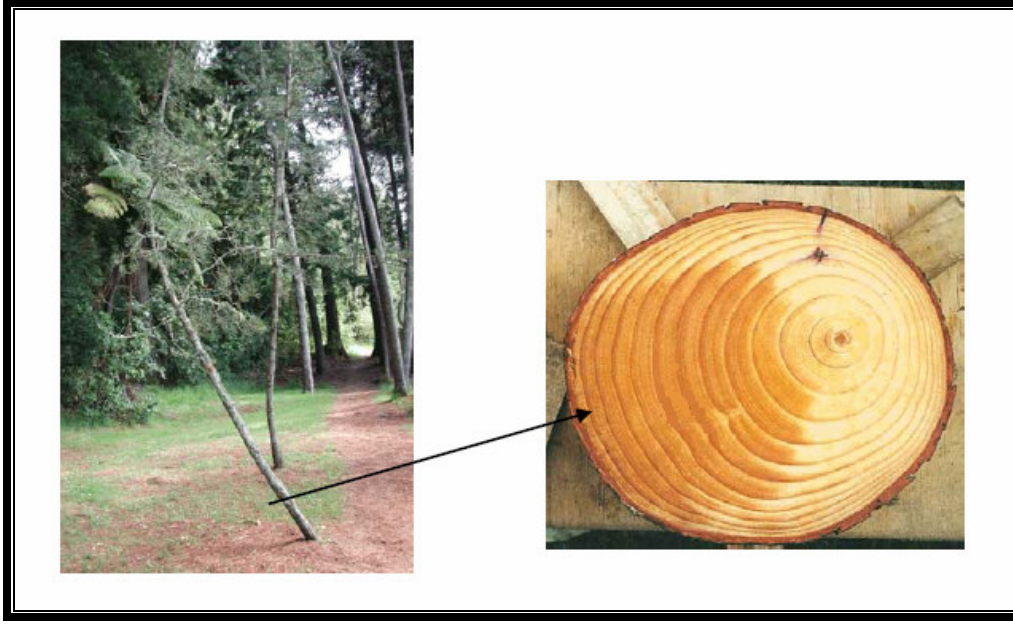
1.7 BASINÇ ODUNU

Basınç odunu, eğilen gövde ya da dalların daha alt kısımlarında oluşan bir reaksiyon odunu türüdür (Yoshida, Yamamoto and Okuyama, 2000). Devamlı rüzgara maruz kalan yerlerde, dik yamaçlarda seyrek bir şekilde tesis edilmiş kültürlerden meydana gelen meşçerelerde daha fazla rastlanmaktadır. Çoğunlukla gövdenin alt yarı kısmında oluşmakla birlikte bazı durumlarda dikey olarak gelişmiş ağaçlardaki kalın dalların veya çatalların alt kısımlarında da meydana gelebilmektedir (Berkel, 1967).

Ağaç gövdeleri, herhangi bir dış kuvvetle normal gelişiminden saptırıldığında basınç odunu, gövdeyi normal pozisyonuna geri döndürmek, gövde düzgünlüğünü sağlamak ve daha sonra oluşabilecek eğilmeyi önlemek için itme etkisi gösteren bir basınç direnci meydana getirmektedir. Basınç odununda, sekonder çeperdeki mikrofibrillerin sarmal yaylar gibi etki gösterdiği belirtilmektedir. Sarmal yaylar şeklindeki mikrofibriller ağaç bir dış etkiyle karşılaştığında sıkışmaya başlamaktadır ve bu sıkışma sonucu oluşan basınç gerilmesiyle ağaç gövdesi dikey yönde itilmektedir. Mikrofibrillerin yaya benzeyen bu özelliğinin gövdenin elastik yapısından kaynaklandığı ve bu sayede mikrofibrillerin eğilmiş gövdelere kolaylıkla eski konumlarına dönme olanağı sağladığı ortaya konulmaktadır (Bamber, 2001).

Tomruklardaki basınç odunu genellikle en hızlı büyümenin gerçekleştiği alanda, anormal derecede geniş yaz odunu kısmını içeren eksantrik yıllık halkalarla tanınmaktadır (Panshin and De Zeeuw, 1980). Şekil 1.3'de enine kesitte eksantrik yıllık halkalar görülmektedir.

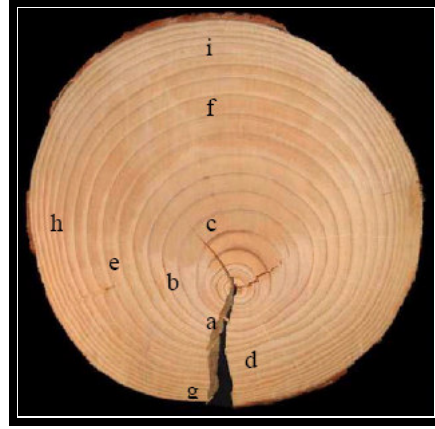
Geniş yıllık halkalara sahip basınç odununun karşısındaki dar yıllık halkalı kısım karşı odun olarak adlandırılmaktadır. Basınç odununun özelliklerini belirlemek amacıyla, birçok araştırmacı aynı yıllık halkadaki karşı odunu incelemiş ve basınç odunu ile karşılaştırma yapmıştır (Nanayakkara, 2007). Karşı odunun kimyasal yapısının normal odundan farklı olmadığı fakat önemsiz yapısal farklılıkların bulunduğunu belirtmektedir (Timell, 1973a,b,c).



Şekil 1.3 Eğri bir ağaç gövdesi ve eğilme sonucu oluşan basınç odununun enine kesitindeki eksantrik yıllık halkalar (Nanayakkara, 2007).

Basınç odunu, hafif ve yoğun basınç odunu olmak üzere yoğunluk derecelerine göre de sınıflandırılmaktadır. Karşı odunla basınç odunu arasındaki kısmı ifade eden hafif basınç odunu, basınç ve normal odun arasındaki devamlılığı sağlamaktadır (Donaldson, Grace and Downes, 2004). Yoğun basınç odununun ıslak halde enine kesitte koyu rengeyle kolaylıkla görülebileceği, buna karşın hafif basınç odununun en güvenilir şekilde mikroskopla tespit edilebileceği belirtilmektedir. Basınç odununun yoğunluk derecesinin artmasıyla yani hafif basınç odundan yoğun basınç odununa geçildikçe, basınç odunu ile normal odun arasındaki fark daha belirgin olarak görülmektedir (Nanayakkara, 2007). Şekil 1.4’de hafif ve yoğun basınç odunu kısımları görülmektedir.

Basınç odununun aynı ağaçtaki yoğunluk derecelerinin değişiklik göstermesinin yanında farklı ağaç türlerindeki bulunış miktarları da değişiklik göstermektedir. Örneğin *Picea mariana* L. % 15 oranında basınç odunu içerirken *Pinus caribaea*’da basınç odunu % 18 oranında bulunmaktadır. Çamlardaki basınç odunu oranı % 5,4’den % 57,1’e kadar değişiklik göstermektedir (Yeh, 2005).



Şekil 1.4 Enine kesitte basınç odunu kısımları. a, d, g; karşı odun; b,e,h; hafif basınç odunu; c,f,i; yoğun basınç odunu (Nanayakkara, 2007).

Çeşitli endüstri dallarında istenmeyen bir malzeme olan basınç odunu ormanda ağaçların dik büyümesini sağlayacak silvikültürel önlemler uygulanarak bir dereceye kadar kontrol altına alınabilmektedir. Örneğin; fidanların çok sık dikilmemesi, rüzgar perdelerinin tesisi, ince ve uzun boylu ağaçlarda zamanında aralamalar yapılarak rüzgar etkisinin önlenmesi gibi tedbirlerin alınması yararlı olmaktadır. Ancak, basınç odunu oluşumunu önlemek bakımından bu gibi tedbirlerin alınması % 100 başarı sağlamamaktadır. Çünkü bir ağacın yaklaşık 24 saat süreyle 2°'lik bir açıyla meyilli kalması bile anormal odun oluşumuna yol açabilmektedir. Bu nedenle basınç odunu sadece eğri gövdelerde değil, son derece düzgün ağaçlarda da bulunabilmektedir (Göker, 1983).

Basınç odunu oluşumuna yol açan faktörler, basınç odunu ve normal odun arasında anatomik, kimyasal, fiziksel ve mekanik açıdan görülen farklılıklar, basınç odununun kullanımda meydana getirdiği sorunlar ve basınç odununun teşhisinde kullanılan yöntemler aşağıda açıklanmaktadır.

1.7.1 Basınç Odunu Oluşumuna Etki Eden Faktörler

Işık, yerçekimi, hormonlar, basınç gerilmeleri ve rüzgar gibi birçok faktör basınç odunu oluşumunda rol oynamaktadır. Ancak, bu faktörlerden hiç biri tek başına etkili olmayıp birçok faktörün birleşimi basınç odununa sebep olmaktadır.

1.7.1.1 Işık

Bitki sürgünlerinin ışık kaynağına doğru geliştiği, buna karşın köklerin ışıktan uzaklaştığı bilinen bir gerçektir. Fototropizm (ışığa yönelim) denilen bu büyüme hareketi basınç odunu oluşumuna dolaylı olarak etki etmekte olup, sürgünlerin fototropik eğilimi basınç odunu oluşumuyla ilişkili bulunmaktadır (Yeh, 2005).

1.7.1.2 Yerçekimi

Basınç odunu oluşumunda etkili bir diğer faktör yerçekimidir. Gravitropizm denilen, yerçekimine doğru büyüme, dikili ağaçların hem sürgün hem de köklerini etkilemektedir. Meyilli gövdelerdeki basınç odununun, gövdelerin alt taraflarında bulunmalarından yola çıkılarak basınç odunu oluşumunun yerçekimi tarafından uyarılmış olabileceği ileri sürülmektedir (Yeh, 2005).

Kwon et al. (2001) yer çekiminin basınç odunu oluşumunda etkili bir faktör olup olmadığını araştırmak için, mikroyerçekimli bir ortamda basınç odunu oluşumunu gözlemlemiştir. Bunun için 1 yaşındaki *Pseudotsuga menziesii* ve *Pinus taeda* ağaçları basınç odunu oluşumunu arttırmak amacıyla mekanik zorlamaların uygulandığı bir alanda 2 hafta süresince bekletilmiştir. Aynı süre içinde farklı miktarlardaki yerçekimi etkisinde yetiştirilen ağaçlar da kontrol örnekleri olarak kullanılmıştır. Sonuçlar, neredeyse hiç yerçekimi olmadığı durumlarda bile basınç odununun mekanik gerilmeler altında da oluşabileceğini göstermiştir. Farklı miktarlarda yerçekimine maruz bırakılan basınç odunları arasında bir fark olmadığı ortaya konulmuştur. Çalışmada ayrıca aynı yerçekimi etkisinde bırakılan kontrol örneklerinde basınç odununa rastlanmamıştır. Çalışmadan 2 sonuç çıkarılmaktadır. Bunlardan ilki, bitkilerin basınç odunu oluşturmaları için mikroyerçekimli bir alanın dahi yeterli olduğu, ikincisi ise mekanik yükler vasıtasıyla artan gerilmelerin yerçekimsel etkileri geçersiz kıldığıdır. Bu durumda bitkiler mekanik gerilmelerin etkilerini ortadan kaldırmak için basınç odunu oluşturmaktadırlar. Bu çalışmanın 2 alternatif sonucunun olması yeni çalışmaların yapılmasını gerekli kılmaktadır.

1.7.1.3 Hormonlar

İndol asetik asit (IAA) ve etilen gibi büyüme hormonları, basınç odunu oluşumunda rol oynamaktadır. Fakat etilen, ağaç gövdelerinde basınç odunu oluşumunu arttırmayıp, oluşumu dolaylı olarak etkilemektedir (Du and Yamamoto, 2007).

Starbuck ve Phelps (1986), hücre bölünmesini arttırmada önemli rolü olan IAA ile basınç odunu arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışma sonunda dikili haldeki Douglas göknarına dışarıdan yapılan yüksek konsantrasyondaki IAA uygulamasının, uygulama noktasında basınç odunu oluşumunu arttırdığını bulmuşlardır. Funada et al. (1990) de kambiyum tabakasındaki IAA miktarını, meyilli *Crypyomeria japonica* gövdelerinin alt taraflarında üst ve yan taraflarından daha fazla olduğunu ortaya koymuştur.

Hormonların basınç odunu oluşumunu arttırdığını ortaya koyan çalışmaların yanında, buna aykırı sonuçlar veren araştırmalar da yer almaktadır. Wilson et al. (1989) *Pseudotsuga menziesii* dallarının basınç odunu oluşan kısımlarında IAA miktarının değişmediğini ortaya koymuştur.

1.7.1.4 Basınç Gerilmeleri

Basınç odunu oluşumundaki en etkili faktörlerden bir tanesi de basınç gerilmeleridir. Bitkiler basınç ya da çekme gerilmelerine maruz kaldıklarında, anatomik olarak bu gerilmelere karşılık verme yeteneğine sahiptirler (Timell, 1986). Fengel ve Wegener (1984) iğne yapraklı ağaçların, basınç uygulanan alanda basınç odunu oluşturarak mekanik ve basınç gerilmelerine tepki gösterdiğini belirtmektedir.

1.7.1.5 Rüzgar

Rüzgarlı ya da fırtınalı koşullarda, gövde dokularında dinamik bir yük meydana gelmekte ve gövde, rüzgar etkisi ortadan kalktığında başlangıçtaki dikey pozisyonuna geri dönmek üzere geriye ve dışa doğru yönelmektedir. Bu koşullar altında ağaç sadece dinamik yüklerin etkisi altında bulunmaktadır (Telewski, 1995). Bir yönden sürekli esen rüzgar gibi olumsuz koşulların devam etmesi halinde ise gövde eğrilikleri ve rüzgar etkisinde gelişen dallar

oluşmaktadır. Bu şekildeki statik yükler altında gövde eski dikey pozisyonuna geri dönememekte ve eğilen gövdenin alt kısmında basınç odunu meydana getirmektedir.

Nicholls (1982), Avustralya'daki *Pinus radiata* plantasyonlarında hakim rüzgarların, ağaçlarda ortalama ~5°'lik bir eğrilik meydana getirdiğini ve aynı plantasyondaki ağaçların % 70'inin bundan etkilenmiş olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca eğri gövdelerin basınç odununa sahip olduğunu vurgulamaktadır.

1.7.2 Basınç Odununun Makroskobik Özellikleri

Tomruklarda basınç odunu, özün merkezden çevreye doğru sapması, eksantrik gelişmiş bir yıllık halka yapısının varlığı ve hızlı gelişmiş bu yıllık halkada anormal genişlikteki yaz odunu tabakası ile tanınmaktadır (Göker, 1983).

Özellikle taze kesilmiş ağaçlarda basınç odunu, normal oduna nazaran daha koyu renkte olup kırmızımsı bir görünüm oluşturmaktadır. Odunun kuruması ile koyu renk bir miktar solmakta fakat ıslatılması ile tekrar canlı bir hal almaktadır. Rengi çeşitli iğne yapraklı ağaç türlerinde kahverengi ile koyu kırmızımsı kahverengi arasında değişiklik göstermektedir. Odunu açık renkli olan iğne yapraklı ağaçlarda, örneğin ladinde daha koyu ve kırmızımsı kahverengi olup çamlara nazaran daha belirgin bulunmaktadır. Açık renkli olan işlenmiş ağaç malzeme basınç odununun bulunduğu kısımlarda kahverengi veya kırmızımsı kahverengi şeritler göze çarpmaktadır.

Basınç odunu, düzeltilmiş enine kesitte normal oduna nazaran çok daha düzgün bir yüzey meydana getirmektedir. Daha yoğun, sert ve ağırdır (Berkel, 1967).

İğne yapraklı ağaçlarda basınç odununun varlığı enine kesit ve liflere paralel boyuna kesitlerdeki yıllık halkalarda ilkbahar odunundan yaz odununa geçişin keskin bir sınır halinde değil tedrici olmasına sebep olmaktadır. Bir ağaç türünün normal odununda yaz odunu tabakası sınırı belirgin ise bu ağaç türünün basınç odununda bu sınır belirsiz bir hal almaktadır (Panshin and De Zeeuw, 1980).

1.7.3 Basınç Odunun Anatomik Özellikleri

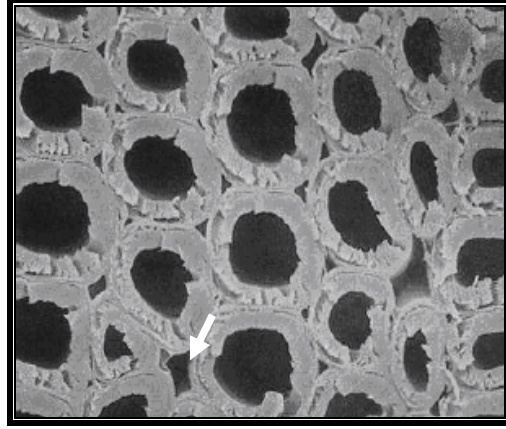
Basınç odunu ile normal odun arasında anatomik özellikler bakımından belirgin birçok fark bulunmaktadır. Normal odunla kıyaslandığında bu farklar genel olarak;

- Enine kesitte traheidlerin yuvarlak bir görünüm alması,
- Hücrelerarası boşlukların oluşması,
- Traheid boylarının kısalması,
- Hücre çeperi iç tabakası olan S_3 'ün bulunmaması,
- Hücre çeperi orta tabakası (S_2)'nin daha fazla ligninleşmesi ve buna bağlı olarak kalınlaşması,
- S_2 tabakasında mikrofibril açısının artması, helezoni oyuk ve çatlakların oluşması şeklinde özetlenmektedir.

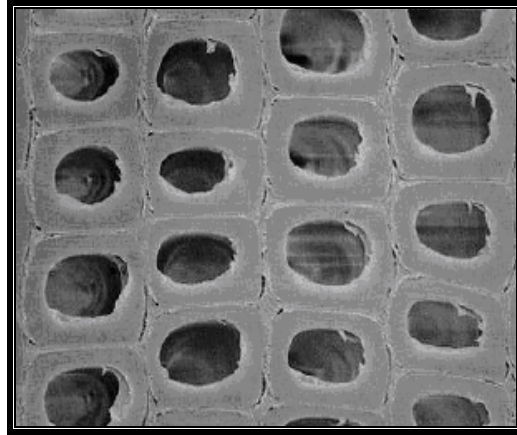
Basınç odununun enine kesiti incelendiğinde ilkbahar odunu traheid çeperlerinin normal oduna göre tipik bir şekilde kalın olduğu, yaz odunu traheidlerinin çeper kalınlıklarının ise normal odun ile hemen hemen aynı olduğu görülmektedir. Normal odunda genellikle dikdörtgen veya altıgen şekiller gösteren traheidler basınç odununda yuvarlak bir şekil almaktadır. Ayrıca basınç odunu, özellikle yaz odunu tabakasında görülen ve normal odunda rastlanmayan çok sayıda hücreler arası boşluk içermektedir (Brown, Panshin and Forsaith, 1949). Şekil 1.5 ve Şekil 1.6'da basınç odunu ve normal odunun enine kesitinde traheidlerin durumu ve basınç odununda meydana gelen hücrelerarası boşluklar görülmektedir.

Traheidler arasındaki hücreler arası boşluklar 3 veya 4 traheid arasında bulunmaktadır. Yıllık halkanın başındaki 5–10 hücre sırasında bu boşluklara rastlanmazken daha sonraki kalın hücre çeperli traheidlerde belirgin bir şekilde görülmektedir. Ayrıca yıllık halkanın sonundaki yassı traheidlerden ibaret son birkaç sırada da yine boşluklar bulunmamaktadır (Bozkurt, 1992).

Furusawa et al. (1998) yapay olarak eğilmiş *Taxus cuspidata*'da faklı ksilem hücrelerinin enine kesitini ışık mikroskopuyla incelemiştir. İnceleme sonunda normal oduna kıyasla traheid çeperlerinin yuvarlaklaştığını ve kalınlaştığını, hücrelerarası boşlukların oluştuğunu tespit etmiştir.



Şekil 1.5 Enine kesitte basınç odunu traheidleri. Traheidler yuvarlaklaşmakta ve hücreler arası boşluklar oluşmaktadır (ok) (Kartal and Lebow, 2001).



Şekil 1.6 Enine kesitte normal odun traheidleri (Kartal and Lebow, 2001).

Basınç odunuyla normal odun arasında fark gösteren bir diğer özellik de traheid boylarıdır. Traheid boyları aynı yıllık halkadaki normal odun traheid boylarına nazaran %10–40 daha kısa bulunmakta olup, traheid uçlarının da eğri büğrü bir şekil aldığı ifade edilmektedir. Traheidlerdeki söz konusu kısalmanın hücrelerde meydana gelen hızlı büyümenin bir sonucu olduğu belirtilmektedir (Bozkurt, 1992). Bununla birlikte traheid uzunlukları ile çeper kalınlıklarının basınç odununun hem farklı yıllık halkalarında hem de ilkbahar ve yaz odunu kısımları arasında değişiklikler yarattığı da Pande et al. (1995) tarafından ortaya konulmaktadır.

Ishengoma, Mrema ve Ringo (1990), yaptıkları çalışmalarında *Pinus patula* basınç ve normal odununun traheid uzunluklarını parçalanmamış 30 traheid örneği üzerinde ölçmüşlerdir.

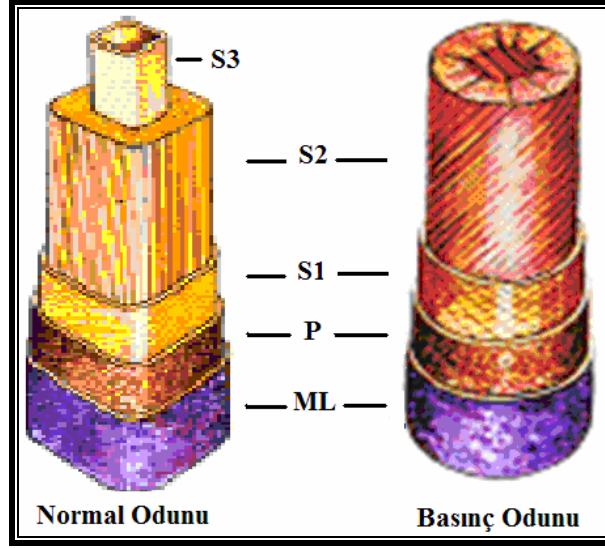
Normal odunda traheid uzunluğunu ortalama 4,6 mm, basınç odununda ise 3,4 mm bularak basınç odunu traheidlerinde normal oduna göre yaklaşık % 35'lik bir kısalma meydana geldiğini ortaya koymuşlardır.

Basınç odununda kambiyum faaliyeti ve traheidlerin oluşum zamanları da normal oduna göre farklılık göstermektedir. Kutscha, Hyland ve Schwarzmann (1975), *Abies balsamea* (balzam göknarı)'nın basınç ve normal odununda kambiyum hareketini ve traheidlerin oluşum zamanlarını incelemişler ve basınç odununda kambiyum hareketinin normal odundan 2 hafta sonra başladığını ortaya koymuşlardır. Kambiyum hareketinin durduğu dönemin ise basınç ve normal odunda aynı olduğu belirtilmektedir. Araştırmaya göre normal odunda 15 hücre olan max. kambiyum genişliği basınç odununda 16 ve ksilemin floeme oranı normal odunda 14:1 ve basınç odununda 21:1'dir. Büyüme sezonu boyunca incelenen traheidlerin oluşum zamanları ise normal odunda 13 ile 33 gün arasında iken basınç odununda 5 ile 49 gün arasında değişmektedir.

Basınç odununda sekonder hücre çeperinin iç tabakası olan S₃ ya hiç bulunmamakta ya da belirsiz bir şekilde bulunmaktadır. Buna karşılık sekonder hücre çeperi dış tabakası S₁ ve özellikle sekonder hücre çeperi orta tabakası S₂'nin normal oduna nazaran daha kalın olduğu belirtilmekte olup Şekil 1.7'de basınç ve normal odunda hücre çeperinin yapısı görülmektedir (Berkel 1970, McDougall, 2000, Kwon et al., 2001).

Yumoto et al. (1983) basınç odunu oluşumunda dikkat çeken ilk özelliğin S₂ tabakasında artan ligninleşme olduğunu belirtmektedir. Ligninleşme ilk olarak köşelerde daha sonra da diğer kısımlarda meydana gelmektedir.

Basınç odunu karakteristiklerinden bir diğeri de S₂ tabakasındaki mikrofibril açısıdır. Traheid hücre çeperinde selüloz mikrofibrillerinin hücre eksenine ile yaptığı açığı ifade eden ve normal odunun S₂ tabakasında yaklaşık 10–15° olan mikrofibril açısı, basınç odununda anormal şekilde büyük olup yaklaşık 45° civarındadır (Koch et al., 1990).



Şekil 1.7 Basınç ve normal odunda hücre çeperinin yapısı (Forestry, 2007a).

Basınç odunundan, yıllık halka genişliğinin, yaz odunu oranının, teğet ve radyal çapın ve traheid çeper kalınlığının basınç odununa göre azaldığı (Park, 1983) karşı odun kısmına geçildiğinde mikrofibril açıları meydana gelen değişim Park (1984, 1986a, 1986b, 1986c) tarafından *Pinus densiflora*'dan alınan örnekler üzerinde incelenmiştir. Araştırma sonucunda basınç odunu kısmında oldukça yüksek olan mikrofibril açısının karşı odun kısmına geçildikçe azaldığı bulunmuştur. Karşı odun kısmıyla normal odun kısmı karşılaştırıldığında ise karşı odunun traheid çaplarının normal odundan biraz daha küçük, ilkbahar odunu traheid çeperlerinin biraz daha ince ve yaz odunu traheidlerinin de biraz daha kısa olduğu bulunmuştur. Ayrıca karşı odundaki mikrofibril açısının normal odundan daha geniş olduğu da belirtilmiştir (Park,1985).

Timell (1973a,b,c) ve Park (1986d) yaptıkları çalışmalarında karşı odun traheidlerinin hücre çeperi tabakalarını incelemişler ve karşı odunda S₃ tabakasının normal ya da yan odundan daha kalın olduğunu bulmuşlardır. Yine benzer şekilde Park et al. (1980)'ın *Pinus densiflora* dal odunlarına ait basınç odunu, karşı odun ve yan odunları üzerinde yaptığı çalışmada mikrofibril açısının basınç odununda, incelenen diğer kısımlardan çok daha büyük olduğu (yaklaşık 30–40°) ve karşı oduna ait yaz odunu traheidlerinin yan odunlardan elde edilen traheidlerden daha kalın bir S₃ tabakasına sahip olduğu sonuçları elde edilmiştir.

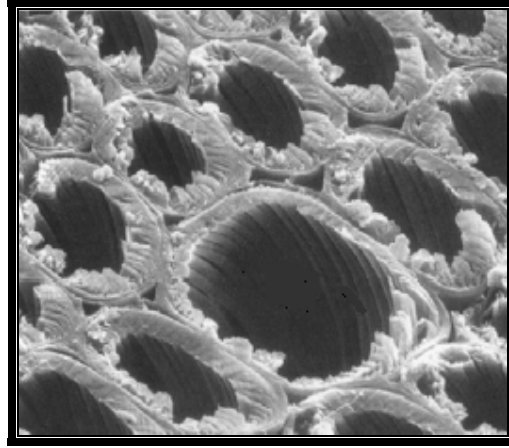
Cuo et al. (1982) tarafından 4 *Pinus koraiensis* ağacı üzerinde, traheid uzunlukları ve fibril açıları ile ilgili yapılan çalışmada traheid uzunluklarıyla fibril açıları arasında negatif bir ilişkinin olduğu ortaya konulmuştur. Basınç odununda ortalama fibril açısının normal oduna göre % 35 oranında arttığı ve traheid uzunluğunun da % 22 oranında azaldığı belirtilmektedir.

Picea abies (L.) Karst. basınç odununun mikrofibril açıları üzerine yapılan çalışmada, Andersson et al. (2000) küçük ve geniş açılı X-ışını analizi ve polarize mikroskop yöntemlerini kullanarak hücre çeperinin S₂ tabakasındaki mikrofibril açısını 39° ve S₁ tabakasındaki mikrofibril açısını da 89° olarak tespit etmişlerdir. Buna göre S₂ tabakasındaki mikrofibril açısı normale oranla artarken S₁ tabakasındaki açı normal odundaki ile benzerlik göstermektedir.

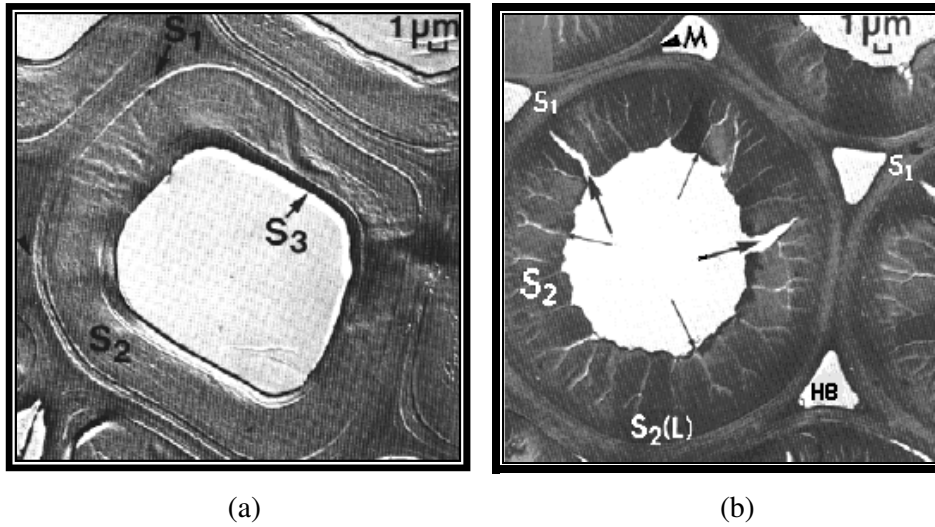
Donaldson ve Burdon (1995), iki ayrı *Pinus radiata* ağacından aldıkları 11 farklı kesit için mikrofibril açılarını 1., 5., 10. ve 15. yıllık halkalar için ölçmüşlerdir. Ölçümler sonucunda hem ağaçlar hem de kesitler arasında önemli farkların olduğunu ortaya koymuşlardır. Kesitler dikkate alındığında ağaçlar arasındaki farklılıkların basınç odunu oluşumundan kaynaklandığını ve büyük mikrofibril açısının basınç odunuyla ilişkili olduğunu bulmuşlardır.

Basınç odunu çeperlerinde boyuna yönde görülebilen ve normal odunda rastlanmayan helezoni oyuklar ve çatlaklar bulunmaktadır. Bu çatlaklar enine kesitte S₂ içinde radyal yönde uzanmaktadır. Basınç odunu oluşumu esnasında çeperde enine yönde çekme kuvvetleri meydana gelmekte ve fazla miktarda lignin depolanmaktadır. Bunun sonucu olarak, çatlaklar S₂ tabakasında çeper lamellerinin enine olarak daralması ile oluşmakta olup, çeperde oluşan söz konusu çatlaklar Şekil 1.8 ve Şekil 1.9 görülmektedir (Bozkurt, 1992).

Kocon (1990), *Pinus sylvestris* ve *Larix europea*'ya ait basınç odunu traheid çeperlerinin S₂ tabakasında karakteristik helezoni oyukları gözlemlemiş ve bu tabakadaki mikrofibrillerin ve fibrillerin her iki türde de sarmal şekilde ve yaklaşık 45° açıyla düzenlendiğini saptamıştır.



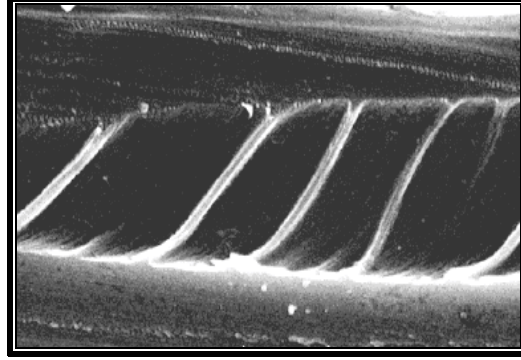
Şekil 1.8 Basınç odunu traheidlerinde meydana gelen helezoni oyuk ve çatlaklar (Timell, 1986).



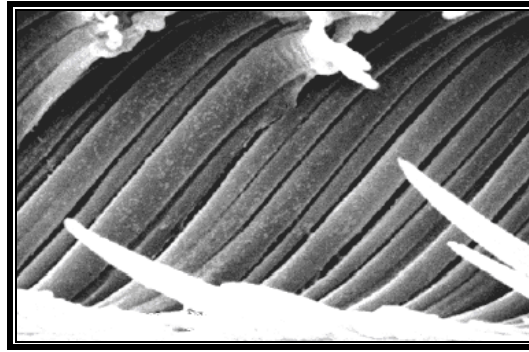
Şekil 1.9 (a) Normal ve (b) basınç odunu traheidlerinin enine kesiti. M; orta lamel, S₂L; Sekonder dış çeper, HB; Hücrelerarası boşluk, helezoni oyuklar (ince oklar), kuruma çatlakları (kalın oklar) (Timell, 1986).

Timell (1978) *Taxus baccata* basınç odunu üzerinde yaptığı çalışmasında; boyuna traheidlerde helezoni kalınlaşmaların olduğunu fakat oyukların bulunmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca bu kalınlaşmalara sık sık rastlandığını ve kalınlaşmaların basınç odununun S₂ tabakasının ve normal odunun S₃ tabakasının bir parçası olduğunu belirtmiştir. Helezoni kalınlaşmaların varlığı ve oyukların bulunmayışı dışında *Taxus baccata*'nın yuvarlaklaşmış traheidleri, hücrelerarası boşlukları, kalın S₁ tabakası, yüksek oranda ligninleşmiş S₂ tabakası ve S₃ tabakasının olmayışıyla basınç odununun tipik anatomik özelliklerini taşıdığını ifade

etmektedir. *Taxus baccata*'nın aksine *Pseudotsuga menziesii*'de helezoni oyuklar bulunurken helezoni kalınlaşmalara rastlanmamaktadır. Şekil 1.10'da helezoni kalınlaşma ve Şekil 1.11'de helezoni oyuklar görülmektedir.



Şekil 1.10 Helezoni kalınlaşma (Burgert et al., 2004).



Şekil 1.11 Helezoni oyuklar (Burgert et al., 2004).

Singh et al. (1998), *Pinus radiata* basınç odunu traheidlerinin ince yapısını field emission scanning electron microscopy (FE–SEM) ve transmission electron microscopy (TEM) ile incelemiş ve FE–SEM incelemeleri sonucunda S_2 tabakasında farklı radyal yapılar gözlemlemişlerdir. Benzer kısımlardan alınan örneklerin TEM incelemeleri sonucunda da FE–SEM ile görünen radyal yapılarla uyumlu radyal çizgilere sahip S_2 tabakasının bulunduğu belirtilmektedir.

Tomazello (1987), *Pinus oocarpa* ve Kocon (1988), *Picea abies*'e ait basınç odunlarını incelediklerinde, enine kesitte yuvarlak görünen traheidleri, sekonder çeperde S_3 tabakasının bulunmayışı, S_2 tabakasında selüloz zincirinin ve mikrofibrillerin helezoni dizilişi ile her iki

türün de basınç odununun karakteristik özelliklerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bunlara ek olarak Skova et al. (1984) de elektron mikroskobu gözlemlerine ve daha önce yapılan çalışmalara dayanarak *Pinus pinaster* basınç odununun da diğer iğne yapraklı ağaçlarda gözlenen basınç odunu özelliklerine sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Basınç odununda yıllık halka içerisinde ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş normal odunda olduğu kadar belirgin olmayıp kontrast teşkil etmemektedir ve görünüşte hemen hemen bütün yıllık halkalar yaz odunu karakteri göstermektedir (Berkel, 1967).

Basınç odununun öz ışınları incelendiğinde, normal oduna kıyasla fazla fark görülmediği fakat bazı çam türlerinde öz ışınlarının daha büyük ve daha fazla sayıda olduğu belirtilmektedir (Bozkurt,1992).

Timell (1972), basınç odunu özışını hücrelerinin yapısı ve morfolojisi üzerine yaptığı çalışmasında *Abies balsamea*, *Larix laricina*, *Picea rubens*, *Pseudotsuga menziesii* ve *Tsuga canadensis* basınç odunlarında özışınlarının ve özışını hücrelerinin normal odunla aynı özelliklere sahip olduğunu, fakat *Pinus resinosa* basınç odununda daha büyük ve daha çok sayıda olduğunu ortaya koymaktadır. Özışınlarının sayılarının fazla olmasının yanında genişliklerinin de daha fazla, hücrelerinin dairemsi ve reçine kanalı ihtiva edenlerde hücre çeperinin daha ince olduğu belirtilmektedir. Ayrıca özışını paranzimleri ve özışını traheidleri de *Larix laricina* ve *Taxodium distichum* basınç ve normal odunları arasında fark göstermemektedir.

Chung ve Lee (1989), *Pinus densiflora* basınç odunu üzerinde çalıştıklarında, ağacın gövde yüksekliğinin ve dal uzunluğunun artmasıyla basınç odunu yüzdesinin ve eksantrikliğin azaldığını tespit etmişlerdir. Basınç odununun karşı ve yan odun ile kıyaslanması sonucu, basınç odununda, ilkbahar odunundan yaz odununa geçişin daha kademeli bir şekilde gerçekleştiği, traheidlerin farklı bir morfolojiye sahip olduğu ve daha fazla hücrelerarası boşlukların bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca fusiform ve üniseri özışınları ile boyuna reçine kanallarının basınç odununda daha kısa ve geniş olduğu fakat özışını sayılarında bir farklılık olmadığı, buna karşın boyuna reçine kanallarının karşı oduna kıyasla daha az sayıda olduğu ortaya konulmuştur.

1.7.4 Basınç Odununun Kimyasal Özellikleri

Odun temel olarak selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşmaktadır. Aynı zamanda odunun yapısında düşük miktarlarda inorganik tuzlar (kül) ve değişen miktarlarda ekstraktifler de bulunmaktadır. İğne yapraklı ağaçlar ortalama % 40–45 selüloz, % 25–30 hemiselülozlar ve % 25–35 lignin içermektedir. Basınç odunu ile normal odun arasında kimyasal bakımdan en önemli fark, söz konusu temel bileşenlerin miktarlarında kendini göstermektedir. Aynı zamanda bu bileşenlerin hücre çeperindeki dağılımları da basınç odunu ile normal odun arasında fark yaratmaktadır.

Temel olarak basınç odunu normal oduna göre;

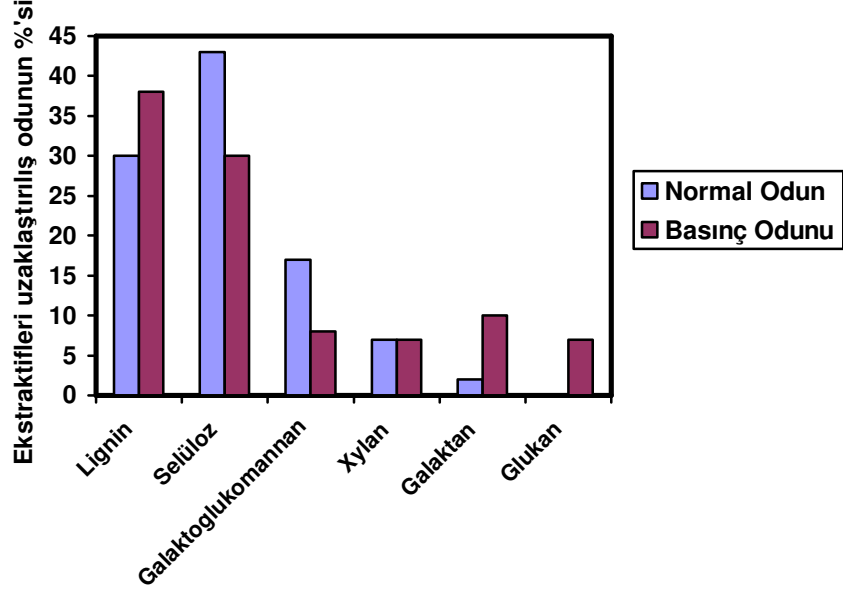
- Daha yüksek oranda lignin ve galaktan,
- Daha düşük miktarda selüloz ve galaktoglukomannan

içermekte olup basınç ve normal odunun kimyasal bileşimi arasındaki farklar Şekil 1.12’de görülmektedir (Timell, 1986).

Temel bileşenlerin hücre çeperindeki dağılımları ile ilgili olarak, normal oduna kıyasla basınç odununda yapısal bir fark göstermeyen orta lameldeki ligninin, normal odundan daha düşük oranda olduğu belirtilmektedir (Parham and Gray, 1984). S₁ tabakası normalden kalın fakat mikrofibrillerin yönü normal odunla aynıdır. Basınç odunu ile normal odun arasında hücre çeperinin yapısı bakımından en önemli fark S₂ tabakasında görülmektedir. Bu tabaka normale oranla fazlasıyla kalınlaşmakta, selüloz oranı azalmakta, kristallik derecesi düşmekte, buna karşın lignin oranı artmaktadır (Bozkurt, 1992). Basınç odununda lignin miktarının yüksek ve selüloz miktarının düşük olmasının sebebi olarak da sekonder hücre çeperindeki bu normalden fazla ligninleşme gösterilmektedir (Berkel, 1970).

Basınç odununda lignin miktarı normal oduna göre % 20–30 oranında artmaktadır (Göker, 1983). Ayrıca basınç odunu lignini ile normal odun lignini arasında yapısal farklılıklar da bulunmaktadır. Basınç odunu lignini, normal odun ligninine göre genel olarak,

- Daha yüksek oranda *p*-hidroksifenil ünitesine,
- Daha fazla sayıda kondense olmuş üniteye,
- Fenil propan üniteleri arasında daha fazla sayıda C–C bağına ve
- Daha az sayıda β–O–4 bağına sahip bulunmaktadır (Adler, 1977).



Şekil 1.12 Basınç odunu ve normal odunun kimyasal bileşimi (Timell, 1986).

Basınç ve normal odunun lignin miktarlarına ilişkin ilk çalışma Cieslar (1896, 1897) tarafından yapılmış ve, lignin miktarı *Picea abies* basınç odununda % 48,2, normal odunda % 47,6 olarak bulunmuştur. Fakat bu sonuçlar gerçeği tam olarak yansıtmamaktadır. 1904 yılında Sonntag'ın yaptığı çalışma da yetersiz sayılmakla birlikte, lignin içeriğini normal odundan % 20 oranında fazla bulması açısından daha fazla önem taşımaktadır (Timell'den, 1986).

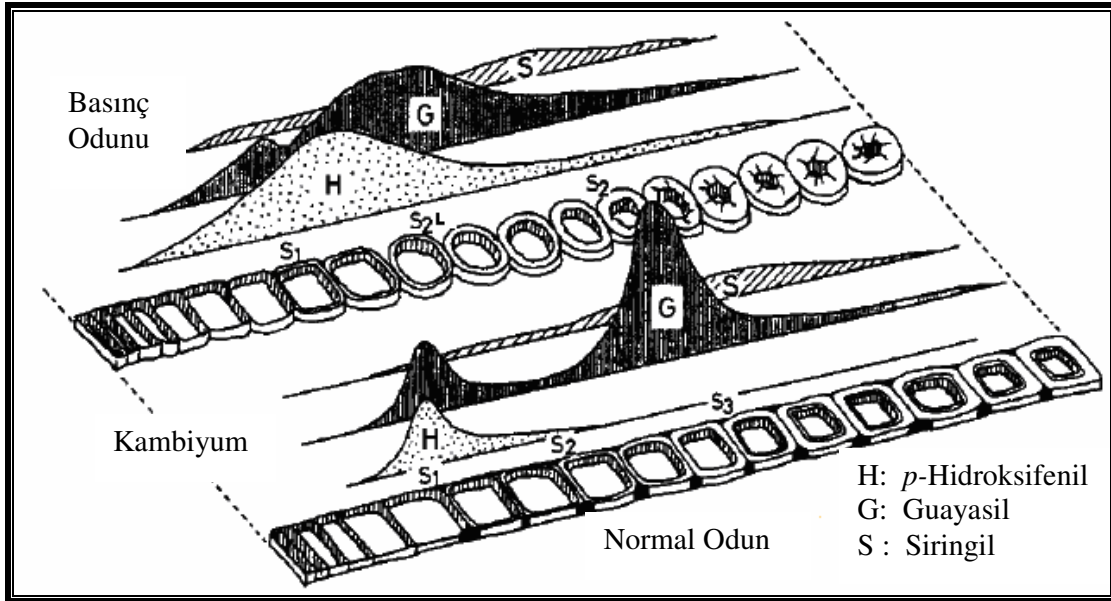
Timell (1973a), *Abies balsamae*, *Larix laricina*, *Picea mariana*, *Pinus resinosa* ve *Tsuga canadensis*'in eğri gövdelerinden elde ettiği basınç odunu, karşı odun ve yan odunların lignin içeriklerini ve karbonhidrat bileşimlerini incelemiş ve karşı odun ile yan odun arasında istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığını, fakat basınç odunu için bulunan sonuçların yapılan diğer çalışmaları desteklediğini saptamıştır.

Wenzl (1970) *Pinus sylvestris* ve *Picea abies*'in lignin miktarlarını Çizelge 1.2'de olduğu gibi vermektedir (Göker'den, 1983).

Çizelge 1.2 *Pinus sylvestris* ve *Picea abies* basınç odunu ve normal odunun lignin oranları (Göker, 1983).

Ağaç Türü	% Lignin	
	Normal odun	Basınç odunu
<i>Pinus sylvestris</i>	29,0	35,5
<i>Picea abies</i>	28,0	38,8

Basınç odununda ligninleşmenin de normal oduna göre farklılıklar gösterdiği belirtilmektedir. Basınç odununda lignin ünitelerinin oluşum sırası normal odunda olduğu gibi, *p*-hidroksifenil, guayasil ve siringil şeklinde gerçekleşmektedir. Fakat normal odunda *p*-hidroksifenil ünitesinin oluşumu orta lamelin oluşumu sırasında gerçekleşirken, basınç odununda hem orta lamel hem de sekonder çeperin oluşumu esnasında meydana gelmektedir. Ayrıca basınç odununda en yoğun ligninleşme S₂ tabakasının oluşumu sırasında görülürken, normal odunda ligninleşme S₃ tabakasının oluşumunun başlamasından hemen sonra görülmektedir. Kondense olmuş guayasil üniteleri normal odunda, öncelikli olarak orta lamelde, çok az miktarlarda da sekonder çeperde bulunurken, basınç odununda kondense olmuş guayasil üniteleri Şekil 1.13’de de görüldüğü gibi bütün tabakalara homojen bir şekilde dağılmış olarak bulunmaktadır (Fuhushima and Terashima, 1988, 1991).



Şekil 1.13 Basınç odunu ve normal odunda lignin ünitelerinin oluşumunun şematik görüntüsü. S₂L; Sekonder dış çeper (Fuhushima and Terashima, 1991).

Fujita et al. (1978–1979) da yine çam basınç odunlarında lignin oranının sekonder dış çeperde (S₂L) aşırı derecede yüksek olduğunu ve ligninleşmenin normal odunda olduğu gibi üçüncü tabakada (S₃) değil, sekonder dış çeperden (S₂L), sekonder iç çepere (S₂) doğru oluştuğunu belirtmektedir.

Basınç odunundaki *p*-hidroksifenil ünitelerinin oranı normal oduna kıyasla önemli bir fark göstermektedir. Latif (1963)'e göre *Pseudotsuga menziesii* normal odun lignini % 12 oranında *p*-hidroksifenil ünitesine sahipken, basınç odunu % 30 oranında *p*-hidroksifenil ünitesi içermektedir. Ericson et al. (1973) de *Pinus mugo* basınç odununda % 20 oranında *p*-hidroksifenil ünitesi bulunduğunu, bunun da normal odundakinin 4 katı kadar olduğunu belirtmektedir. Fuhushima ve Terashima (1991) *Pinus thunbergii* basınç odununda *p*-hidroksifenil ünitelerinin oranını yaklaşık olarak % 18 olarak tespit etmiştir. Bu konuda yapılan en yeni çalışmalardan biri olan Önnerrud ve Gellerstedt (2003)' in çalışmasının sonucu da diğer çalışmalarla benzerlik göstermekte olup, onlar da ladin basınç odunundaki *p*-hidroksifenil ünitelerinin oranını % 30 olarak bulmuşlardır.

Ligninin alkali ortamda nitrobenzenle ısıtılması sonucu oluşan vanilin ve *p*-hidroksibenzaldehit ürünlerinin basınç ve normal odunda bulunuş oranları da farklılık göstermektedir. Nitrobenzen oksidasyonu ürünleri toplamda basınç odununda daha düşük oranda bulunmakla beraber, basınç odunu daha yüksek oranda *p*-hidroksibenzaldehit, daha düşük oranda vanilin üretmektedir (Bland, 1958; Nanayakkara'dan, 2007).

Yeh et al. (2005)'a ait çalışmada *Pinus taeda*'nın lignin, *p*-hidroksibenzaldehit ve vanilin oranları Çizelge 1.3'de gösterildiği şekilde tespit edilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi *p*-hidroksibenzaldehit oranı artarken vanilin oranı azalmaktadır. Fakat toplamda basınç odununda oksidasyon ürünleri % 22,2'lik oranla normal odundan daha düşük bulunmaktadır.

Çizelge 1.3 *Pinus taeda* basınç ve normal odununa ait lignin (tam kuru ağırlığın %'si), *p*-hidroksibenzaldehit ve vanilin oranları (lignin %'si) (Yeh et al., 2005).

	Basınç Odunu	Normal odun
Lignin	36,6	29,1
<i>p</i>-Hidroksibenzaldehit	2,3	0,2
Vanilin	19,9	26,3

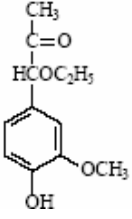
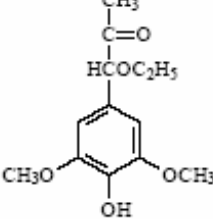
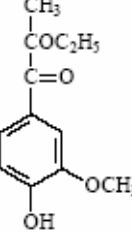
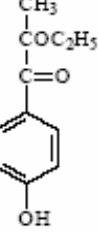
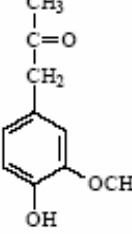
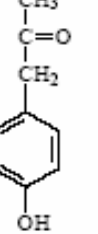
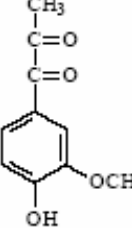
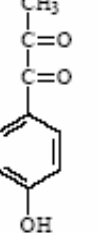
Basınç odununda lignindeki metoksil oranı normal odundan daha düşük bulunmaktadır. Bunun da yüksek orandaki *p*-hidroksifenil ünitesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Yeh, 2005). Morohoshi ve Sakakibara (1971), *Abies sachalinensis* normal odununda % 15,3 olan metoksil oranını basınç odununda % 13,2 olarak tespit etmişlerdir. Yasuda ve Sakakibara (1975) da metoksil oranını *Larix leptolepis* normal odununda % 15,2, basınç odununda % 12,6, olarak bulmuşlardır.

Basınç odununun asidik etanol çözültisi ile muamelesi sonucu oluşan Hibbert ketonlarının normalden daha düşük miktarlarda olması nedeniyle β -O-4 bağlarının basınç odununda normal odundan daha az sayıda olduğu belirtilmektedir. Çizelge 1.4'de etanoliz sonrası elde edilen ürünler ve bunların basınç odunu ve normal odundaki değerleri verilmektedir. Çizelgede son üç ürünün normal odunda oluşmayıp basınç odununda oluştuğu görülmektedir. Bu durumun da basınç odununun normal odundan daha yüksek oranda *p*-hidroksifenil ünitesi içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Morohoshi and Sakakibara, 1971).

Lignin oluşumunda gerekli phenylalanin ammonia lyase, caffeate 3-*O*-methyl transferase, *p*-hydroxiycinnamate: CoA ligase, cinnamyl alcohol dehydrogenase ve peroxidase enzimlerinin etkinliği *Thuja orientalis L* ve *Metasequoia glyptostroboides* (Hu et Cheng) basınç ve karşı odununda Kutsuki ve Higuchi (1981) tarafından incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda ilk dört enzimin etkinliğinin karşı oduna kıyasla *Thuja orientalis L* basınç odununda 2.8 ± 1.4 ve *Metasequoia glyptostroboides* (Hu et Cheng)'de 2.6 ± 1.5 kat daha fazla olduğu, peroksidaz enziminde ise bir değişme olmadığı ortaya konulmaktadır.

Orta lamel ve S₂ tabakasında artan ligninleşme oranına bağlı olarak, *Pinus radiata* hafif basınç odununun, erosion ve tunneling tipi bakterilerinin zararlarına karşı daha dirençli olduğu Singh (1997) tarafından belirtilmektedir.

Çizelge 1.4 *Abies sachalinensis*'e ait ligninin etanolizi sonucu oluşan ürünler ile basınç ve normal odundaki miktarları (%) (Morohoshi and Sakakibara, 1971).

Elde Edilen Ürün	Basınç Odunu	Normal Odun	Elde Edilen Ürün	Basınç Odunu	Normal Odun
	0,99	1,24		0,15	0,24
	2,88	5,72		1,0	-
	1,28	2,06		0,29	-
	3,34	3,12		0,37	-

Basınç odunu selüloz bakımından incelendiğinde, normal oduna göre yaklaşık % 20 oranında daha az selüloz içerdiği görülmektedir (Göker, 1983). Ayrıca basınç odununda selüloz mikrofibrillerinin hücre eksenine yaptığı açı olan mikrofibril açısı önemli oranda artmaktadır. Normal odunun S₂ tabakasında yaklaşık 15° olan mikrofibril açısı basınç odununda 45°'ye kadar yükselmektedir (Timell, 1986). Geniş mikrofibril açısı basınç odununda, liflere paralel yöndeki çekme oranının artmasına yol açmakta ve bu da odunun kullanımı açısından önemli bir kusur sayılmaktadır (Donalson and Burdon, 1995). Ayrıca selülozun kristallik derecesi normal oduna göre düşmekte ve selüloz kristalitlerinin boyu da kısalmaktadır. Bu özellik de basınç odununda düşük çekme direncine neden olmaktadır (Tanaka et al., 1981).

Lohrasebi, Mabee ve Roy (1999), *Pinus mariana* basınç odununun kimyasal yapısını incelediklerinde, selüloz miktarını basınç odununda % 37,3, normal odunda % 44,4, lignin miktarını basınç odununda % 35,4, normal odunda % 27,1 olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca holoselüloz miktarının basınç odununda % 61,5 ve normal odunda % 69,7, hemiselüloz miktarının da basınç odununda % 24,2 normal odunda % 25,3 olduğu belirtilmektedir. Ekstraktif madde miktarlarının ise basınç odunu, karşı odun ve normal odun arasında önemli bir fark oluşturmadığını bulunmuştur.

Tanaka ve Koshijima (1981), güçlü rüzgarların etkisi altında *Pinus densiflora*'da oluşan basınç ve karşı odunun selüloz yapısını incelemiştir. Basınç odunundaki selüloz mikrofibrillerinin polimerizasyon derecesinin karşı odundan çok farklı olmadığını, kristallik derecesinin ise basınç odununda % 45–50, karşı odunda % 50–60 ve normal odunda % 50 olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca basınç odununda kristalit boyutlarının boyuna yönde 11–12 selüloz ünitesine karşılık olarak 12 nm, karşı odunda ise 17–32 üniteye karşılık olarak 17–32,5 nm olduğunu ortaya koymuşlardır.

Andersson et al. (2000) *Picea abies* (L.) Karst. basınç odununun S₂ ve S₁ tabakalarındaki selüloz kristalitlerinin ortalama çap ve uzunluklarını sırasıyla 2.9 ve 20.0 nm olarak tespit etmiştir.

Douglas göknarının basınç ve normal odunlarından elde edilen holoselüloz ve kağıt hamuru örnekleri üzerinde yapılan çalışmada kristallik oranının basınç odununda önemli oranda düşük olduğu bulunmuştur (Lee, 1961).

Basınç odunu normal odundan % 10 oranında daha fazla galaktan içermektedir (Timell, 1986). Galaktan basınç odununda sadece traheidlerde meydana gelmekte olup, özünü hücrelerinde bulunmamaktadır (Hoffmann and Timell, 1972). Ayrıca galaktanın çoğu başlıca primer çeperde ve sekonder dış çeperde yer almaktadır (Côté et al., 1968).

Mukoyoshi et al. (1981) *Pinus densiflora* basınç odunundan izole ettiği lignin-karbonhidrat bileşimini fraksiyonlarına ayırarak incelemiş ve basınç odununun yüksek oranda galaktan içerdiğini ortaya koymuştur.

Basınç odunu normal odundan daha az galaktoglukomannan içermektedir. Galaktoglukomannan oranı basınç odunununda yaklaşık % 9 civarında olup bu da normal odundakinin hemen hemen yarısına karşılık gelmektedir (Parham and Gray, 1984; Timell, 1986).

Basınç odununun hemiselüloz içeriğine bakıldığında, normal odundan daha düşük oranda glukoz, mannoz, arabinoz ve ksiloz, buna karşın daha yüksek oranda galaktoz içerdiği görülmektedir. Aşağıda Çizelge 1.5'de Côté et al. (1966) ve Timell (1982) tarafından ortaya konulan, 27 iğne yapraklı ağaç türüne ait ortalama lignin ve hemiselüloz değerleri verilmektedir (Timell'den, 1986).

Çizelge 1.5 27 iğne yapraklı ağaç türünün ortalama lignin ve hemiselüloz oranları (Değerler ekstraktifleri uzaklaştırılmış tam kuru örnek ağırlığının %'si olarak verilmektedir.) (Timell, 1986).

Bileşenler	Basınç Odunu	Normal Odunu
Lignin	38,9	30,1
Galaktoz	10,3	2,1
Glukoz	32,5	43,0
Mannoz	5,3	9,8
Arabinoz	0,9	1,6
Ksiloz	6,6	7,1

Hoffmann ve Timell (1972), *Pinus resinosa* basınç odunu özışını hücrelerinin polisakkarit içeriklerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda özışını hücrelerinin traheidlerden daha fazla selüloz içerdiğini, fakat traheidlerdeki yüksek galaktan miktarının özışını hücrelerinde bulunmadığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca normal odun ve basınç odunu özışını hücrelerinin polisakkarit bileşimlerini ve benzer yapılardaki hemiselülozları karşılaştırdıklarında normal odun ve basınç odunu arasında bir fark olmadığını saptamışlardır. Ayrıca bir ağaç gövdesinde normal odundan basınç odununa geçiş sırasında oluşan kimyasal değişikliklerin iğimsi inisiyallerde kendini gösterdiği, buna karşın özışını inisiyallerinde herhangi bir değişiklik olmadığı belirtilmektedir.

Göker (1983) de çeşitli ağaç türleri için hemiselüloz miktarlarını Çizelge 1.6'da olduğu gibi vermektedir. Çizelgede, iğne yapraklı ağaç türleri için galaktoz miktarının basınç odununda

arttığı, glukoz, mannoz ve arabinoz miktarlarının azaldığı görülmektedir. Ksiloz miktarları ise türlere göre değişiklik göstermekte olup, *Picea abies* ve *Pinus sylvestris*'de artarken diğerlerinde azalmaktadır.

Çizelge 1.6 Çeşitli iğne yapraklı ağaç türlerinin şeker miktarları ve çeşitleri (Göker,1983).

Ağaç Türü	Galaktoz (%)	Glukoz (%)	Mannoz (%)	Arabinoz (%)	Ksiloz (%)
<i>Sequoiadendron giganteum</i>					
Basınç Odunu	19,7	55,2	8,8	3,3	13,0
Normal Odun	4,1	64,2	8,0	4,3	19,5
<i>Taxadium distichum</i>					
Basınç Odunu	22,9	58,0	9,8	1,4	7,8
Normal Odun	6,0	65,8	13,0	2,2	13,0
<i>Chamaecyparis lewsoniana</i>					
Basınç Odunu	26,2	51,9	8,5	2,0	10,7
Normal Odun	7,3	64,5	11,5	4,2	12,6
<i>Picea abies</i>					
Basınç Odunu	19,6	55,6	11,5	2,6	10,7
Normal Odun	2,1	70,7	17,2	1,3	8,7
<i>Cedrus atlantica</i>					
Basınç Odunu	18,7	60,0	10,0	1,2	10,0
Normal Odun	4,8	67,6	12,4	1,7	13,5
<i>Pinus sylvestris</i>					
Basınç Odunu	20,6	53,9	11,7	2,9	10,9
Normal Odun	5,4	63,8	18,8	2,7	9,3

Su veya metanol, etanol, diklormetan gibi organik çözücülerde çözünebilen bileşikleri ifade eden ekstraktif maddeler iğne yapraklı ağaçlarda genellikle % 1–5 oranında bulunmaktadır. Basınç odunu ile normal odunun ekstraktif madde miktarlarına ilişkin karşılaştırma *Abies sachalinensis* için Morohoshi ve Sakakibara (1971) tarafından ve *Larix leptolepis* için Yasuda ve Sakakibara (1975) tarafından Çizelge 1.7’de olduğu gibi ortaya konulmaktadır.

Çizelge 1.7 Basınç ve normal odundaki ekstraktif madde miktarları (%) (Morohoshi and Sakakibara, 1971; Yasuda and Sakakibara, 1975).

Çözücü	<i>Abies sachalinensis</i>		<i>Larix leptolepis</i>	
	Basınç Odunu	Normal Odun	Basınç Odunu	Normal Odun
Dietil Eter	4,01	2,99	0,92	1,19
Etanol-Benzen(1:2)	0,98	0,98	3,82	2,54
% 95 Etanol	0,59	0,52	1,10	0,29
Aseton-su (9:1)	0,45	0,14	-	-
TOPLAM	6,03	4,63	5,84	4,02

Pinus densiflora basınç ve karşı odunlarının şeker içerikleri, kristalitlikleri ve bazı kağıt hamuru özellikleri Takashima et al. (1974) tarafından incelenerek karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, basınç odununun karşı odundan daha fazla lignin, galaktan ve pentozan, daha az selüloz içerdiğini, bununla birlikte kül ve ekstraktif miktarları açısından basınç ve karşı odun arasında önemli bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca basınç odunu daha fazla miktarda galaktoz ve ksiloz, daha az miktarda glukoz, mannoz ve arabinoz içermektedir. Sülfat kağıt hamuru veriminin ve α -selüloz miktarının basınç odununda karşı odundan daha düşük olduğu ve traheidlerin de daha kısa olduğu, fakat iki odun türünden elde edilen hamurların aynı derecede beyaz olduğu belirtilmektedir.

Tomazello et al. (1985) *Pinus oocarpa* ve *Pinus strobus* var. *chiapensis* basınç odunlarının kimyasal yapılarını incelemiş ve *Pinus strobus*'un normal odundan daha fazla lignin, pentozan ve daha az holoselüloz içerdiğini bulmuştur. *Pinus oocarpa* ve normal odun arasındaki farkların da benzer fakat daha belirgin olduğu belirtilmektedir. Chang ve Duh (1988) da *Pinus taiwensis* basınç odununun normal odundan daha fazla oranda lignin ve reçine, fakat % 20 oranında daha az holoselüloz içerdiğini ortaya koymaktadır.

Chu (1972) *Pinus palustris*'de lignin oranını basınç odunu için % 38,0 ve normal odun için de % 28,9 bularak basınç odununda lignin oranının arttığını ortaya koymuştur. Ayrıca holoselüloz ve α -selüloz oranlarını da basınç odununda sırasıyla % 62,3 ve % 34,9, normal odunda % 71,6 ve % 47,8 şeklinde bulmuş ve her iki değer de basınç odununda azalış gösterdiğini tespit etmiştir. Ekstraktif oranlarını incelediğinde ise *Pinus palustris* basınç odunda % 2,70–3,05 şeklinde olan ekstraktif oranının normal odunda % 1,74–2,65 aralığında olduğunu bulmuştur (Timell'den, 1986).

1.7.5 Basınç Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Basınç odununun en belirgin fiziksel özelliği normal oduna göre özgül ağırlığının artmasıdır. Basınç odunu aynı ağaç türü ve aynı artım koşulları altında normal odundan yaklaşık % 15 ile % 40 oranında daha ağır bulunmaktadır (Brown, Panshin and Forsaith, 1952). Bunun sebebi olarak da basınç odununda hücre çeperinin kalınlaşması gösterilmektedir (Göker, 1983). Yıllık halka genişliği ile özgül ağırlık arasındaki ilişki basınç odununda, normal odundakinin tersine olup, yıllık halka genişledikçe özgül ağırlık artmaktadır (Hale and Perem, 1963).

Basınç odununda çalışma normal oduna göre önemli farklar göstermektedir. Normal ağaç odunları liflere paralel yönde en az, radyal yönde daha fazla ve yıllık halkalara teğet yönde en fazla çalışmaktadır (Jane, 1956; Berkel, 1970). Buna karşın basınç odununda liflere paralel yöndeki çalışmanın anormal derecede fazla olduğu, radyal ve teğet yöndeki çalışmanın ise normal odunun yarısı kadar olduğu belirtilmektedir. Normal odunun liflere paralel yöndeki çalışması genel olarak % 0,1–0,2 oranında iken, basınç odununda bu yönde çalışma 10 kat daha fazladır.

Taze halden havakurusu rutubet haline geçişte çalışma oranı % 0,3–2,5 arasında bulunmaktadır (Berkel, 1967). Basınç odununda liflere paralel yöndeki bu anormal çalışma, hücre çeperinin S₂ tabakasındaki mikrofibrillerin eksenle yaptığı açının artmasıyla açıklanmaktadır (Bozkurt, 1992). Bu aşırı çalışmanın sonucu olarak basınç odunu bulunan kerestelerde fazla miktarda bükülme ve çarpılmalar görülmekte ve ayrıca basınç odunu ile normal odun sınırında çatlama meydana gelmektedir. Bu duruma, basınç odun sınırında yatay yöndeki çekme gerilmeleri sebep olmaktadır. Kereste üzerinde basınç odununun homojen olmayan bir şekilde dağılımı sonucu yüzeylerde farklı zonlar oluşmakta ve yatay yönde çok sayıda çekme gerilmeleri oluşmaktadır (Tiemann, 1951).

Denge rutubet miktarı, aynı nispi rutubet ve sıcaklıklarda, hava kuru basınç odununda normal oduna göre biraz daha fazla bulunmaktadır. Bununla beraber basınç odununda lif doygunluk noktası normalden daha düşüktür. Buna sebep olarak da basınç odununun aşırı miktarda lignin ihtiva etmesi nedeniyle sahip olduğu daha düşük su emme kabiliyeti gösterilmektedir (Bozkurt, 1992). Boyuna yönde permeabilite ise değişiklik göstermekte olup basınç odunu traheidlerinin kenarlı geçitlerinin normalden küçük ve lümen çaplarının azalması nedeniyle suyun hareketi normal oduna göre daha az bulunmaktadır (Göker, 1983).

Sertlik, eğilme ve basınç direnci değerleri, yüksek rutubetteki basınç odununda normal oduna kıyasla daha fazla bulunmakla birlikte aynı basınç odununun kurutulması halinde söz konusu sertlik ve direnç değerlerinde bir azalma görülmektedir (Göker, 1983).

Özgül ağırlığın yüksek olmasına karşın basınç odununun çekme direnci ve elastikiyet modülü beklenenden daha düşük bulunmaktadır. Elastikiyet modulünün normal odunundakinin 1/3'ü kadar olduğu belirtilmektedir (Brown, Panshin and Forsaith, 1952). Boyuna yöndeki düşük çekme direnci basınç odunu traheidlerinin çeperlerindeki helezoni çatlakların bulunuşu ile açıklanmaktadır. Basınç odununda tüm mekanik özelliklerdeki düşüşler, basınç odununun normalden % 10 daha az selüloz içermesine, helezoni çatlaklara sahip olmasına ve mikrofibril açısının artmasına dayandırılmaktadır. Fakat liflere paralel basınç direnci istisna olarak kabul edilmektedir. Çünkü basınç odununda liflere paralel basınç direnci normal odundan daha yüksektir. Bunun sebebi olarak basınç odununda hücre çeperi maddesi oranının normalden yüksek olması ve lignin yüzdesindeki artış gösterilmektedir. Basınç odununda mikrofibriller arası boşluklar lignin ile normalden daha fazla doldurulmaktadır (Bozkurt, 1992).

Kollmann ve Côté (1968) de basınç odununun normal odundan daha yüksek özgül ağırlığa sahip olduğunu ancak özgül ağırlık dikkate alındığında şok ve çekme dirençlerinin daha düşük olduğunu ve ayrıca basınç odununun kırılması halinde kısa lifli bir kırılma yüzeyi oluştuğunu belirtmektedir.

Basınç odunu normal oduna göre daha gevrek yapıda ve daha kırılımandır. Şok şeklindeki etkilere maruz kaldığında basınç odunu, normal oduna göre bu etkilere daha az karşı koyabilmektedir (Berkel, 1967).

Bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin basınç ve normal odunlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmanın sonuçları Çizelge1.8'de gösterilmektedir (Göker, 1983)

Çizelge 1.8 Bazı ağaç türlerine ait fiziksel ve mekanik özellikler (Göker, 1983).

Ağaç Türü	Odun Tipi	% Rutubet	Özgül Ağırlık	% Daralma			Eğilme Direnci (N/mm ²)	Eğilmede Elastikiyet Modülü	Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm ²)	Liflere Paralel Çekme Direnci (N/mm ²)
				Liflere Paralel	Radial	Teğet				
<i>Abies concolor</i>	BO	109 11,9	0,470 0,509	0,54 -	- -	- -	532 893	69198 77918	252 415	- -
	NO	187 11,7	0,346 0,375	0,12 -	- -	- -	425 777	82982 93319	196 367	- -
<i>Picea glauca</i>	BO	Yaş 10	0,387 0,392	- -	- -	- -	372 677	- -	168 371	- -
	NO	Yaş 10	0,316 0,332	- -	- -	- -	424 652	- -	139 351	- -
<i>Pinus panderosa</i>	BO	87 12,6	0,467 0,499	0,80 -	2,2 -	5,1 -	430 823	59212 71660	232 420	681 -
	NO	133 12,0	0,354 0,372	0,21 -	3,9 -	6,4 -	326 692	75527 94585	165 366	828 -

1.7.6 Basınç Odununun İşlenme ve Kullanımda Meydana Getirdiği Sorunlar

Basınç odunu dikili ağaçlarda büyük öneme sahip olmasına rağmen, odunun kullanımı açısından istenmeyen bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun sebebi de basınç odununun birçok dezavantaja sahip bulunmasıdır (Fujita and Harada, 2001). En önemli dezavantajı özellikle hem normal odun hem de basınç odunu içeren kerestelerde çeşitli deformasyonlara sebep olan liflere paralel yöndeki çekme oranının yüksek olmasıdır (Timell, 1986). Gerek tabii, gerekse suni kurutmalarda basınç odununun liflere paralel yönde anormal şekilde fazla çalışması ve çalışmanın normal oduna nazaran çok daha düzensiz oluşu pratikte çarpılma ve eğilme gibi önemli sorunlar meydana getirmektedir (Berkel, 1967). Şekil 1.14'de basınç odununun lamine levhalarda meydana getirdiği eğrilik görülmektedir.



Şekil 1.14 Basınç odununun lamine levhalarda meydana getirdiği eğrilik ([Forestry, 2007b](#)).

Basınç odununun liflere paralel yöndeki fazla hareketi, bitişiğindeki normal odun tarafından bir dereceye kadar önlenilmekte fakat iyi kurutulmuş büyük boyutlu malzemenin sonradan daha küçük boyutlara biçilmesi halinde elde edilen materyalde yine de çarpılma ve eğilmeler görülmektedir.

Basınç odununun bu liflere paralel yöndeki fazla çalışması bazı endüstri dallarında, örneğin kurşun kalem endüstrisinde önemli sorunlar yaratmaktadır. Basınç odunu içeren kalemlerin imalattan sonra düzgünlüklerini muhafaza edemeyerek kavisli, eğilmiş bir hal aldıkları belirtilmektedir (Berkel, 1967).

Basınç odununun diğer bir dezavantajı ise yapı malzemesi olarak kullanılması halinde hem insan sağlığına hem de ürüne zarar verebilecek olan çabuk kırılma özelliğidir. Ayrıca basınç odunu, artan sertlik özelliği nedeniyle çivilenme, alet ve makinelerle işlenmede zorluklar oluşturmaktadır (Timell, 1986).

Yapısal odunun önemli bir özelliği olan elastikiyet modülünün basınç odununda normal oduna kıyasla çok daha düşük olması da başka bir dezavantaj olarak gösterilmektedir. Bunun dışında basınç odununun normal oduna göre daha az selüloz ve daha fazla lignin içermesi, basınç odununun kağıt hamuru üretiminde kullanılmasını olumsuz yönde etkilemektedir (Koch et al., 1990). Ayrıca basınç odunundan elde edilen kağıt hamurları daha düşük ürün ve

daha yüksek kapa numarası değerleri vermekte olup liflerinin yapısı ve boyutları nedeniyle daha düşük direnç özellikleri göstermektedir (Wadenback et al., 2004).

Basınç odunu, elde edilen kağıt hamurunda kalıntı lignin miktarının yüksek olması, ligninin daha yüksek moleköl ağırlığına sahip olması ve ağartmada kullanılan kimyasal maddelere karşı daha az reaktif olması nedeniyle ağartmada kullanılacak kimyasal madde miktarlarını arttırmaktadır (Timell, 1986).

Basınç odunu, liflerinin kısa, hücre çeperinin kalın olması, daha küçük ve az sayıda geçite sahip olması nedeniyle kağıt hamuru üretimi sırasında kullanılan çözelti ve suyun penetrasyonunda düşük özellik göstermektedir. Büyük miktarlarda basınç odunu içeren *Pinus mariana*'dan kraft yöntemiyle elde edilen kağıt hamurunun normal oduna kıyasla % 6–20 oranında daha az olduğu, bunun da hektar başına üretilen kullanılabilir kağıt hamurunda 2.3 ton'luk bir azalışa karşılık geldiği belirtilmektedir (Lohrasebi et all., 1999).

Basınç odunu liflerinin rijiditesi ve düşük elastiklik değeri yetersiz fibrillenmeye neden olmaktadır. Ayrıca dövme sırasında zayıf liflerde kopmalar meydana gelmekte bu da düşük çekme direncine sahip ve düşük kaliteli kağıt ve kağıt hamuru üretimine yol açmaktadır (Timell, 1986).

1.7.7 Basınç Odununun Teşhisinde Kullanılan Yöntemler

Endüstriyel kullanımda birçok sorun yaratması nedeniyle, tomruklarda basınç odununun teşhis edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla farklı yöntemler kullanılmakta olup bunlar aşağıda açıklanmaktadır.

1.7.7.1 Görsel Yöntem

Basınç odunu sahip olduğu yüksek lignin içeriğinden dolayı daha fazla ışık absorbe etmekte ve kalın çeperli traheidleri sayesinde ışığı daha az yaymaktadır. Bunlara bağlı olarak basınç odunu daha koyu renkte görünmektedir. Bu sayede basınç odununun görsel olarak teşhis edilmesi mümkün olmaktadır. Ancak hafif ya da düşük oranlarda basınç odunu içeren tomruklarda, basınç odununu renk farkından ayırt etmek zorlaşmaktadır (Nanayakkara, 2007).

1.7.7.2 Mikroskop Yöntemi

Basınç odununun teşhisinde en güvenilir yöntemlerden biri mikroskop yöntemi olup hafif ve yoğun basınç odunu ayrımının yapılmasında daha fazla önem taşımaktadır (Donaldson et al., 1999; 2004).

Yoğun basınç odununda belirgin olan anatomik özellikler, yüksek oranda ligninleşmiş S₂ tabakası, yuvarlaklaşmış hücreler, S₃ tabakasının bulunmayışı, hücrelerarası boşluklar ve helezoni çatlaklardır.

Yoshizwa et al. (1982) tarafından 38 adet iğne yapraklı ağacın anatomik özelliklerinin incelenmesi sonucu helezoni çatlaklar dışında bütün iğne yapraklı ağaçların basınç odununun tüm özelliklerini taşıdığı bulunmuştur. Buna bağlı olarak helezoni çatlakların basınç odunu oluşumunun önemli bir özelliği olmadığı ortaya konulmuştur.

Hafif basınç odunu ile yoğun basınç odunu arasında anatomik özellikler bakımından farklar olduğu yine Yoshizwa et al. (1982) tarafından belirtilmektedir. Hafif basınç odunu enine kesitte çok az yuvarlaklaşmış olarak görünen traheidleri ile normal oduna benzemektedir. Bununla birlikte Sing et al. (2003) yoğun basınç odununda bulunmayan S₃ tabakasının hafif basınç odunu traheidlerinde yer aldığını ortaya koymaktadır.

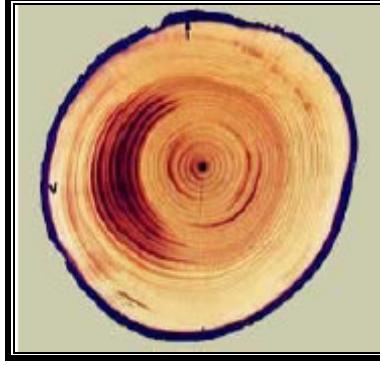
Söz konusu bütün bu özellikler ve farklılıklar sayesinde hem basınç odununu normal odundan hem de yoğun basınç odununu hafif basınç odunundan ayırmak mümkün olmaktadır.

1.7.7.3 Diğer Yöntemler

Basınç odununun teşhis edilmesinde ışık altında inceleme, spektral görüntüleme, dijital görüntüleme, X ışını analizi ve renk analizi gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

Yaş haldeki gövdeden alınan 2–3 mm kalınlığındaki enine kesite ışık altında bakılmasıyla basınç odununun varlığı ve oranının belirlenebileceği Pilow (1941) tarafından belirtilmektedir. Bu yöntem basınç odununun ışık altında mat görünmesi esasına dayanmakta olup ayrıca basınç odununun hafif ve yoğun formlarının ayırt edilmesine de olanak sağlamaktadır (Nanayakkara'dan, 2007).

Anderson ve Walter (1995), dijital görüntü analizi ile odun enine kesitinde basınç odununun yoğunluk derecelerini renk farklılıklarından yararlanarak ortaya koymuştur. Işık altında hafif basınç odunun açık turuncu-kırmızımsı bir renk verdiği, yoğun basınç odunun ise koyu kahverengi görüldüğü ifade edilmektedir. Şekil 1.5’de hafif ve yoğun basınç odunu arasındaki fark görünmektedir.



Şekil 1.15 Basınç odununun hafif ve yoğun kısımları arasındaki renk farkı ([Nanayakkara,2007](#)).

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOT

2.1 MATERYAL

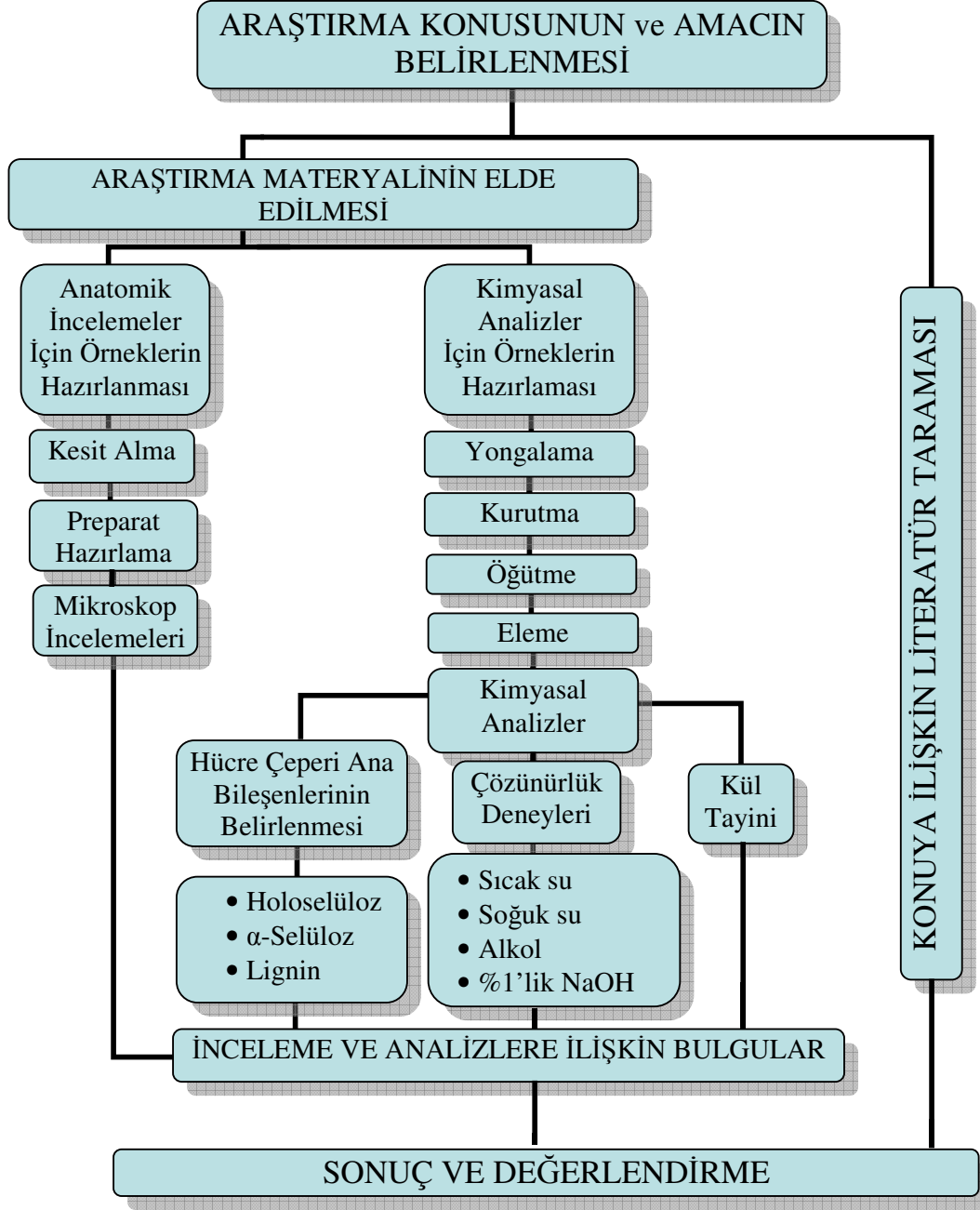
Endüstride geniş kullanım alanına sahip olduğu için araştırma materyali olarak seçilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L), karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlarına ait örnekler Bartın Orman İşletme Müdürlüğü, Kurucaşile Orman İşletme Şefliği ve Bolu Orman İşletme Müdürlüğü, Mengen Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde alınmıştır. Örneklemler, dipten itibaren 1.30 m yükseklikten sonra, basınç odunu oluşumu içeren noktalardan yapılmıştır. Kontrol örnekleri de yine aynı ağaçların düzgün kısımlarından alınmıştır. Örnekler kenevir çuvalara koyularak laboratuvar ortamına getirilmiş ve doğal kurutmaya bırakılarak yapılacak analizler için hazırlanmıştır. Örneklerin alındığı yere ait bilgiler Çizelge 2.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 Araştırma materyalleri ve alındıkları yerlere ait bilgiler.

AĞAÇ TÜRÜ		BÖLGE	YAŞ	ÇAP (cm)	RAKIM (m)	BAKI
Sarıçam	1	Yeniköy mevki- Kurucaşile/Bartın	26	35	25	Batı
	2	Yeniköy mevki- Kurucaşile/Bartın	44	36	70	Doğu
	3	Nala mevki- Yalakkuz/Mengen	101	33	1100	Kuzeybatı
Karaçam	1	Kapsuyu mevki- Kurucaşile/Bartın	61	32	20	Doğu
	2	Doğancık mevki- Kurucaşile/Bartın	35	21,5	100	Kuzey
	3	Kavacık köyü mevki- Mengen	99	38	900	Güneybatı
Kızılçam	1	Doğancık mevki Kurucaşile/Bartın	49	24	70	Kuzey
	2	Doğancık mevki- Kurucaşile/Bartın	45	25	70	Kuzey
	3	Doğancık mevki- Kurucaşile/Bartın	46	20	70	Kuzey

2.2 METOD

Anatomik ve kimyasal özelliklerin belirlenmesi amacıyla örnekler üzerine uygulanan yöntemler Şekil 2.1’de gösterilmekte olup aşağıda açıklanmaktadır.



Şekil 2.1 Çalışma yöntemine ilişkin akış diyagramı.

2.2.1 Anatomik Özelliklerin Belirlenmesi

Sarıçam, karaçam ve kızılçam odunlarının anatomik özelliklerinin belirlenmesi ve incelenmesi amacı ile uygulanan yöntemlere ilişkin bilgiler aşağıda verilmektedir.

2.2.1.1 Kesit Alma ve Preparat Hazırlama

Odun örneklerinde anatomik inceleme yapabilmek için kesit almak gerekmektedir. Kesitleri hazırlamak için örnek olarak seçilen ağaçlardan çıkarılan teker şeklindeki materyallerden 1,5x1,5x1,5 cm boyutlarında küp şeklinde odun örnekleri kesilerek çıkartılmıştır. Anatomik preparatlar, hem basınç odunu hem de kontrol örnekleri için ayrı ayrı hazırlanmıştır.

Çıkarılan örnekler destile su içerisinde dibe çökünceye kadar kaynatılarak dokulardaki havanın dışarı çıkması ve daha kolay kesit alınması için yumuşaması sağlanmıştır. Kaynatılan odun örnekleri 6 hacim gliserin, 2 hacim etil alkol ve 2 hacim destile su karışımından oluşan çözelti içerisinde 20 gün bekletilmiştir.

Merev (1998) ve Gerçek (1984)'e uygun olarak yumuşayan odun örneklerinden “rieichert” kızaklı mikrotomunda enine (transversal) (Şekil 3.1, 3.4, 3.12, 3.13, 3.14 ve 3.22), boyuna teğetsel (tanjansiyal) (Şekil 3.5, 3.6, 3.15, 3.16 ve 3.25) ve boyuna ışınsal (radyal) (Şekil 3.7, 3.18, 3.19 ve 3.27) olmak üzere ve kalınlığı 15–20 mikron olan kesitler alınmıştır.

Alınan kesitler, preparat haline getirilmeden önce sodyum hipokloritle şeffaflaştırılmış, destile su ile yıkanarak alkol ile muamele edilmiştir. Daha sonra safranin içerisinde bekletilmek suretiyle kesitlerin boyanması sağlanmıştır.

Boyama işleminden sonra fazla boyayı gidermek için kesitler tekrar alkole batırılmıştır. Alınan kesitlerin en iyileri seçilerek lam üzerine yerleştirilmiş ve kanada balzamu ile devamlı preparatlar haline getirilmiştir.

Kesitler üzerinde ilkbahar ve yaz odununda traheid teğet ve radyal çapı, özışını hücre sayısı, özışını yüksekliği, 1mm²'deki traheid sayısı ve 1mm'deki öz ışını sayısı, kenarlı geçit boyutları ve maserasyon yöntemi sonucu elde edilen traheid uzunlukları araştırılmıştır. Bütün ölçümler “olympus CHK (3B0132)” bioküler ışık mikroskopunda yapılmıştır. Traheid

uzunlukları ile ilgili ölçümlerde n sayısı 100 adetken diğer bütün ölçümler de n sayısı 50 olarak alınmıştır.

x 4 objektif için 1 taksimat	= 25 μm
x 10 objektif için 1 taksimat	= 10 μm
x 40 objektif için 1 taksimat	= 2,5 μm
x 100 objektif için 1 taksimat	= 1 μm

2.2.1.2 Maserasyon Yöntemi

Odun elemanlarının serbest hale getirilmesinde “Klorit Yöntemi” kullanılmıştır. Bu yöntemde göre kibrit çöpü büyüklüğündeki odun örnekleri 250 mL’lik erlenmayere konulmuştur. İçerisine 160 mL saf su, 1,5 g sodyum klorit (NaClO_2) ve 10 damla (0,5 mL) asetik asit ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) ilave edilmiş ve erlenin ağzı küçük bir erlenle (50 mL) kapatılarak 78–80 °C deki su banyosuna yerleştirilmiştir. Erlenmayerin içindeki kibrit çöpü büyüklüğündeki parçalar yumuşayana kadar her saat başı 0,5 mL asetik asit ve 1,5 g sodyum klorit ilave edilmiştir. Yumuşayan parçacıklar bir karıştırıcı ile ayrıştırılmış ve alkolle dehidrolize edilmiştir (su trompunda). Masere edilen odun örnekleri küçük bir şişede gliserin ile depo edilmiştir.

Gliserinde depo edilen materyalden bir damla lam–lamel arasına alınarak, traheid hücre uzunluğu, genişliği, lümen genişliği ve çift çeper kalınlığı “olympus CHK (3B0132)” bioküler ışık mikroskobu ile ölçülmüştür. Traheid hücre uzunluğu için x 10 ve diğer ölçümler için de x 40 objektif kullanılmıştır.

2.2.2 Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan ağaç türlerinde rutubet, α -selüloz, holoselüloz, lignin, kül tayini, sıcak su, soğuk su, alkol ve % 1’lik NaOH çözünürlüğü deneyleri yapılmıştır.

2.2.2.1 Rutubet Tayini

Yapılan çalışmalar esnasında kullanılan materyallerin rutubet tayinleri deneye başlamadan önce yapılmıştır. Rutubet tayinlerinde, hücre çeperi ana bileşenleri ve çözünürlük deneylerinde kullanılan 60 mesh’lik örnekler kullanılmıştır.

Rutubet tayinleri TS 2471'e göre yapılmıştır. Buna göre 5g örnek hassas terazide tartımı yapılarak ilk ağırlık belirlenmiş ve 103±2 °C sıcaklıktaki etüve konan örnek tam kuru ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan örnekler desikatörde soğutulmuş ve hassas terazide tartılarak tam kuru ağırlıkları (Mo) belirlenmiştir. Örneklerin içerdikleri % rutubet miktarları 2.1 nolu eşitlikten faydalanılarak hesaplanmıştır (Ay, 1994).

$$r = \frac{Mr - Mo}{Mo} \times 100 \quad (2.1)$$

- r : Örneğin rutubeti (%)
Mr : Örneğin rutubetli haldeki ağırlığı (g)
Mo : Örneğin tam kuru haldeki ağırlığı (g)

2.2.2.2 Kimyasal Analiz Örneklerinin Hazırlanması

Çalışma materyali olan sarıçam, karaçam ve kızılçam ağaçlarında çözünürlük deneyleri ve hücre çeperi ana bileşenlerinin tayini için, ağacın basınç odunu oluşan yerlerinden basınç odunu, normal gelişim gösteren ve basınç odunu kısmına yakın bölgelerinden 5'er cm'lik teker halinde kontrol örnekleri alınmıştır. Bu teker şeklindeki kesitlerin alt ve üst kısmından 1 cm'lik kısımları kesilerek çıkartılmıştır. 3 cm'lik tekerlerden basınç odunu kısımları ayrılmış ve kontrol örneklerinin de yarısı alınmıştır. Tekerlerden alınan odun parçaları kibrit çöpü büyüklüğünde ayrı ayrı yongalandıktan sonra temiz ve havadar bir yere serilerek doğal kurutmaya bırakılmıştır. Bu işlemin sonunda TAPPI 264 om-97 standardına göre laboratuvar tipi Wiley değirmeninde öğütülmüştür. Sarsıntılı elek üzerinde yapılan elemekten sonra 40 mesh.'lik elek üzerinden geçip, 60 mesh.'lik elek üzerinde kalan örnekler alınmıştır. Örnekler daha sonra cam kavanozlara konularak muhafaza edilmiştir.

2.2.2.3 Holoselüloz Tayini

Holoselüloz oranının belirlenmesinde Wise ve arkadaşları (1945) tarafından geliştirilen klorit yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemin tercih edilmesinin nedeni, klorlama ve ClO₂ yöntemine oranla ligninle birlikte daha az oranda karbonhidrat uzaklaştırılmasıdır. Klorit yönteminin uygulanması ile % 2-4 oranında lignin karbonhidrat bünyesinde kalmaktadır. Karbonhidrat

kaybı olmadan ligninin tamamını uzaklaştırma mümkün olamayacağı için mevcut yöntemler arasında holoselülozu tam olarak belirleyebilen bir yöntem bulunmamaktadır (Browning, 1967).

Bu çalışma sırasında holoselüloz miktarı belirlenecek alkol ekstraksiyonuna uğratılmış 5 g hava kurusu örnek, 160 mL saf su, 1,5 g sodyum klorit (NaClO_2) ve 10 damla (0,5 mL) buzlu asetik asitle ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) birlikte 250 mL'lik erlenmayere konulup bir saat süre ile 78–80°C'deki su banyosunda tutulmuştur. Örnek konulan erlenmayerin ağzı ters çevrilmiş daha küçük bir erlenmayerle kapatılmış ve reaksiyon süresince arada bir erlen karıştırılmıştır. Her bir saat sonunda yeniden 1,5 g sodyum klorit ve 10 damla (0,5 mL) buzlu asetik asit ilave edilmiş olup bu işlem üç kez tekrarlanmıştır. Daha sonra erlendeki süspansiyon bir buz banyosunda hemen soğutulmuş ve bir cam krozedden süzülmüştür. Kalıntı önce asetonla, daha sonra soğuk destile su ile tekrar tekrar yıkanmış, 103 ± 2 C°'de kurutularak, tartılmıştır. Holoselüloz miktarı 2.2 nolu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Holoselüloz} = \frac{A}{B} \times 100 \quad (2.2)$$

A : Deney sonrası tam kuru örnek ağırlığı

B : Tam kuru örnek ağırlığı

2.2.2.4 α -Selüloz Tayini

Selülozu oluşturan alfa (α), beta (β) ve gamma (γ) kısımları içinde alkaliye en dayanıklı olan kısım α -selüloz'dur. Kullanılan bütün yöntemlerde α -selüloz alkalide çözünürlük yöntemleriyle elde edilmektedir. Bu amaçla % 17,5'lik NaOH (sodyum hidroksit) (20 C°) muamelesine, % 5, % 10, % 18'lik NaOH (20 C°) muamelesine, % 21,5'lik NaOH (20 C°) muamelesine, % 1'lik NaOH (100 C°) muamelesine ve % 10'luk KOH (100 C°) muamelesine dayanan yöntemler bulunmaktadır (Kuduban, 1996; Gümüşkaya'dan, 2001). Bu çalışmada % 17,5'lik NaOH (20 C°) muamelesine dayanan alkali yöntemi kullanılmıştır. % 17,5'lik NaOH'te çözünmeyen kısım α -selüloz, çözünen kısmın nötrleştirilmesinde çökelen kısım β -selüloz ve çökelmeyen kısım da γ -selüloz olarak bilinmektedir. Son yıllardaki çalışmalar

odunda sadece α - ve γ -selülozun bulunduğunu, β -selülozun ise pişirme ve ağartma işlemleri sırasında meydana geldiğini göstermektedir (Hafizoğlu, 1982).

% 17,5'lik NaOH yönteminde 2 g holoselüloz örneği alınarak 250 mL'lik beher içerisine koyulmuştur. Daha sonra üzerine % 17,5'lik NaOH çözeltisinden 10 mL ilave edilmiş ve beher 20 C°'ye ayarlanmış bir su banyosuna yerleştirilmiştir. Cam bagetle karıştırılarak örneklerin hepsinin NaOH ile ıslatılması sağlanmıştır. İlk % 17,5'lik NaOH ilavesinden 5 dak sonra 5 mL daha NaOH çözeltisi ilave edilmiş ve örnek iyice karıştırılmıştır. Bu işlem 5'er dak ara ile 3 kez tekrarlanmıştır. Karışım 20 C°'de 30 dakika bekletildikten sonra üzerine 33 mL destile su ilave edilerek alkali konsantrasyonu % 8,3'e indirilmiş ve 1 saat bekletilmiştir. Süre sonunda örnek orta geçirgenlikteki darası alınmış bir krozeden süzülerek önce 20 C°'deki % 8,3'lük 100 mL NaOH ile ve ardından da 20 C°'deki destile su ile iyice yıkanmıştır. Daha sonra oda sıcaklığındaki % 10'luk 15 mL asetik asit krozeye dökülerek 3 dak bekletilmiştir. Süre bitiminde örnek % 20 C°'deki destile su ile asitten arınana kadar yıkanmıştır. Son olarak örnek 250 mL destile su ile vakum açılıp kapatılmak suretiyle yıkanmıştır. İşlemlerin ardından örnek 103±2 C°'de kurutularak tartılmış ve α -selüloz 2.3 nolu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır (Rowell et al., 2005).

$$\% \alpha\text{-Selüloz} = \frac{[(A / B) \times 100] \times \% \text{Holoselüloz}}{100} \quad (2.3)$$

A : Deney sonrası tam kuru örnek ağırlığı
B : Tam kuru örnek ağırlığı

2.2.2.5 Lignin Tayini

Bitkisel maddelerdeki lignin oranının tayini için birçok yöntem kullanılmasına rağmen en çok tercih edileni “Klason Lignini” yöntemidir. Bu yöntemde sülfirik asit (H₂SO₄) karbonhidratları hidrolizyerek çözer ve aside dayanıklı olan lignin kalıntı olarak elde edilir.

Lignin tayini için önce numunelerde ligninle beraber çözünmeden kalan bazı ekstraktiflerin uzaklaştırılması gerekmektedir. Bunun için örneklere standart alkol ekstraksiyonu uygulanmıştır. Lignin miktarının belirlenmesinde TAPPI T211 standart metodu uygulanmıştır. Lignin tayini için önceden alkol ekstraksiyonuna uğratılmış hava kurusu

örneklerden 1g alınarak bir behere aktarılmıştır. Üzerine 15 mL % 72'lik sülfürik asit (H₂SO₄) dökülerek 12–15 °C sıcaklıkta 2 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda beher içerisindeki karışım 1 L'lik erlenmayere aktarılmıştır. Asit konsantrasyonu % 3 olacak şekilde erlendeki sıvı miktarı destile su ile seyreltilmiştir. Daha sonra bu karışım bir soğutucu altında 4 saat süre ile kaynatılmıştır. Bu işlemden sonra kalıntı krozeden süzülerek sıcak saf su ile yıkanmıştır. Elde edilen kalıntı 103±2 °C'deki etüv içerisinde kurutulmuştur. Daha sonra etüvden alınıp desikatörde soğutulularak tartılmış ve 2.2 nolu eşitlikten faydalanılarak lignin miktarı hesaplanmıştır.

2.2.2.6 Sıcak Su Çözünürlüğü

Sıcak suda çözünürlük deneyi için TAPPI T207 om–99 standart yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde göre daha önceden rutubeti belirlenmiş yaklaşık 2 g hava kurusu örnek 200 mL'lik erlenmayere konularak üzerine 100 mL destile su ilave edilmiştir. Erlenmayer geri dönüşümlü bir soğutucu altında 100 °C'de 3 saat süre ile kaynatılmıştır. Bundan sonra örnekler 103±2 °C'de tam kuru ağırlığı belirlenmiş krozede süzümüştür. Krozedeki kalıntılar sıcak su ile yıkanarak 103±2 °C'deki etüv içerisinde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Numuneler kurutulduktan sonra desikatöre alınarak soğutulup tartılmıştır. Çözünen madde miktarı 2.4 nolu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Sıcak su çözünürlüğü} = \frac{K - L}{K} \times 100 \quad (2.4)$$

K : Ekstraksiyon öncesi tam kuru örnek ağırlığı

L : Ekstraksiyon sonrası tam kuru örnek ağırlığı

2.2.2.7 Soğuk Su Çözünürlüğü

TAPPI T207 om–99 standardına uygun olarak yaklaşık 2 g hava kurusu örnek 500 mL'lik erlenmayere yerleştirilmiş ve 300 mL destile su ilave edilmiştir. Bu karışım 23±2 °C'de 48 saat süre ile zaman zaman karıştırmak suretiyle bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda örnek darası alınmış krozeden süzümüştür ve 103±2 °C'de etüv içerisinde değişmez ağırlığa gelinceye

kadar kurutulmuştur. Daha sonra kurutulan örnek desikatöre alınarak soğutulup tartılmıştır. Soğuk suda çözünen miktar 2.4 nolu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

2.2.2.8 Alkol Çözünürlüğü

Alkol çözünürlüğü, TAPPI T204 om-97 standardına uygun olarak yaklaşık 2 g hava kuru örnek Soxhlet cihazında 1 kısım alkol (350 mL etanol) ile 6 saat süre ile ekstraksiyona tabi tutularak gerçekleştirilmiştir. Süre sonunda odun örnekleri etüv içerisinde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Bu işlemden sonra örnekler desikatöre alınarak soğutulup tartılmıştır. Bu şekilde odun içerisindeki yağ, tanen ve diğer benzeri bileşenlerin miktarları belirlenmiştir. Örnekten ekstrakte edilen kısım 2.4 nolu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

2.2.2.9 %1'lik NaOH Çözünürlüğü

TAPPI T212 om-02 standardına uygun olarak deneyde, 0,1 g hassasiyette 2 g hava kuru örnek 200 mL'lik erlenmayer içerisine konulduktan sonra üzerine bir pipetle % 1'lik NaOH çözeltisinden 100 mL ilave edilmiştir. Erlenmayerin ağzı küçük bir erlenmayerle kapatılarak 100 °C'deki su banyosuna konmuş ve bir saat süre ile su banyosunda bekletilmiştir. Bu bekleme sürelerinin 10., 15., ve 25. dakikalarında üç defa karıştırılmıştır. Bu sürenin sonunda erlenmayerdeki kalıntı darası alınmış bir kroze üzerinde vakum yapılarak süzölmüş ve daha sonra % 10'luk 50 mL asetik asit ve sıcak su ile yıkandıktan sonra kroze ve içindekiler 103±2 °C'de kurutulmuş ve desikatörde soğutulup tartılmıştır. Çözünen madde miktarı 2.4 nolu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

2.2.2.10 Kül Tayini

TAPPI T221 standardına göre 2 g tam kuru örnek daha önce 600 °C sıcaklıktaki fırında tam kuru hale getirilerek darası alınmış porselen kaba konularak indirekt ısıtmalı bir sistemde tüm karbon uzaklaşmaya kadar yakılmıştır. Daha sonra örnek 575±25 °C'deki fırına yerleştirilerek tamamen beyazlaşmaya kadar veya siyah partiküller kayboluncaya kadar

(3–10 saat) bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda porselen kaptaki numune fırından çıkarılarak desikatörde soğutulmuş ve numunenin kül oranı 2.2 nolu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

2.2.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 11.00 paket programından yararlanılmış olup türlerin anatomik ve kimyasal özelliklerinin kıyaslanabilmesi için “bağımlı iki örnek t testi” (Paired Samples T Test) kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi 0.05 önem düzeyine göre yapılmıştır (Özdamar, 1999 ve Altunışık, 2002). Anatomik ve kimyasal özelliklerle ilgili değerlendirmelerde ortalama değerler kullanılmış olup, bunun yanında örnek sayısı, minimum ve maksimum değerler ile standart sapmaları ilgili tablolarda verilmiştir.

BÖLÜM 3

BULGULAR

3.1 ANATOMİK ÖLÇÜMLERE AİT BULGULAR

Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), Karaçam (*Pinus nigra Arnold.*) ve Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*)'a ait basınç odunu ve normal odunun traheid uzunluğu, traheid genişliği, lümen genişliği, çift çeper kalınlığı, ilkbahar odunu (İO) traheid teğet ve radyal çapı, yaz odunu (YO) traheid teğet ve radyal çapı, özışını yüksekliği, kenarlı geçit ve porus çapı ölçülmüştür. Ayrıca 1 mm²'deki traheid sayısı, özışını hücre sayısı ve 1 mm'deki öz ışını sayısı belirlenmiş olup ölçüm ve sayım sonuçlarına ait tüm bilgiler aşağıda verilmiştir.

3.1.1 İlkbahar Odunu Traheid Teğet Çapına Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarından alınan enine kesitlerde 50'şer adet İO traheid teğet çapı ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Basınç ve normal odunun İO traheid teğet çapları arasındaki farkın, önem düzeyinin 0,05'den büyük olması dolayısıyla sarıçamda önemli olmadığı, karaçam ve kızılçamda ise önem düzeyinin 0,05'den küçük olması nedeniyle önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.1 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının İO traheid teğet çapı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer (µm)	Standart Sapma	Min. Değer (µm)	Max. Değer (µm)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	39,5	7,94	25,0	60,0	-0,064	0,949
	Normal Odun	50	39,6	7,17	25,0	57,5		
Karaçam	Basınç Odunu	50	29,55	7,31	12,5	50,0	-7,659	0,000
	Normal Odun	50	39,95	8,34	22,5	62,5		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	34,30	5,96	22,5	45,0	-2,273	0,027
	Normal Odun	50	37,15	7,21	20,0	50,0		

3.1.2 İlkbahar Odunu Traheid Radyal Çapına Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarından alınan enine kesitlerde 50'şer adet İO traheid radyal çapı ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Basınç ve normal odunun İO traheid radyal çapları arasındaki farkın, önem düzeyinin 0,05'den küçük olması dolayısıyla sarıçam ve karaçamda istatistiki açıdan önemli olduğu, buna karşın kızılçamda önem taşımadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.2 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının İO traheid radyal çapı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer (µm)	Standart Sapma	Min. Değer (µm)	Max. Değer (µm)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	32,35	6,52	15,0	50,0	3,483	0,001
	Normal Odun	50	28,00	6,14	12,5	37,5		
Karaçam	Basınç Odunu	50	22,75	6,15	7,5	37,5	-4,824	0,000
	Normal Odun	50	29,80	7,23	12,5	42,5		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	29,25	6,65	12,5	40,0	-0,344	0,732
	Normal Odun	50	29,70	7,74	15,0	42,5		

3.1.3 Yaz Odunu Traheid Teğet Çapına Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarından alınan enine kesitler üzerinde 50'şer adet YO traheid teğet çapı ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Basınç ve normal odunun YO traheid teğet çapları arasındaki farkın, önem düzeyinin 0,05'den küçük olması dolayısıyla sarıçamda önemli olduğu, karaçam ve kızılçamda ise önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.3 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının YO traheid teğet çapı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer (µm)	Standart Sapma	Min. Değer (µm)	Max. Değer (µm)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	14,45	4,14	7,5	30,0	4,590	0,000
	Normal Odun	50	11,20	3,72	5,0	20,0		
Karaçam	Basınç Odunu	50	16,65	4,70	7,5	30,0	0,634	0,529
	Normal Odun	50	16,00	6,62	5,0	35,0		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	13,00	3,61	7,5	22,5	-0,204	0,840
	Normal Odun	50	13,15	4,51	2,5	22,5		

3.1.4 Yaz Odunu Traheid Radyal Çapına Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarından alınan enine kesitler üzerinde 50'şer adet YO traheid radyal çapı ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Basınç ve normal odunun YO traheid radyal çapları arasındaki farkın, önem düzeyi 0,05'den büyük olan sarıçam ve karaçamda istatistikî açıdan önemli olmadığı, fakat kızılçamda önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.4 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının YO traheid radyal çapı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer (µm)	Standart Sapma	Min. Değer (µm)	Max. Değer (µm)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	20,40	5,03	10,0	32,5	-0,729	0,469
	Normal Odun	50	21,15	5,30	7,5	30,0		
Karaçam	Basınç Odunu	50	20,95	4,49	12,5	32,5	-1,703	0,095
	Normal Odun	50	22,30	4,60	15,0	30,0		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	23,65	5,33	12,5	40,0	-2,267	0,028
	Normal Odun	50	25,85	4,75	15,0	37,5		

3.1.5 1 mm²'deki Traheid Sayısına Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarından alınan enine kesitler üzerinde 50'şer adet 1 mm²'deki traheid sayısı belirlenmiştir. Sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Basınç ve normal odunun 1 mm²'deki traheid sayıları arasındaki farkın, her üç türde de önem düzeyinin 0,05'den küçük olması nedeniyle önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.5 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının 1 mm²'deki traheid sayısı sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerler ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer	Standart Sapma	Min. Değer	Max. Değer	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	6811,0	589,96	5510	8320	5,591	0,000
	Normal Odun	50	6214,4	642,81	4940	7540		
Karaçam	Basınç Odunu	50	9479,2	854,29	7830	11780	21,839	0,000
	Normal Odun	50	6156,6	589,38	4940	7500		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	7010,6	518,08	5750	8100	4,288	0,000
	Normal Odun	50	6547,8	489,62	5320	7560		

3.1.6 Traheid Uzunluğuna Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarından 100'er adet traheid uzunluğu ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Basınç ve normal odunun traheid uzunlukları arasındaki farkın, önem düzeyi 0,05'den küçük olan her üç türde de önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.6 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının traheid uzunluğu ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer (µm)	Standart Sapma	Min. Değer (µm)	Max. Değer (µm)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	100	2816,0	781,57	440	4290	-2,985	0,004
	Normal Odun	100	3101,6	522,07	1210	4280		
Karaçam	Basınç Odunu	100	3037,4	1030,52	650	5130	-3,606	0,000
	Normal Odun	100	3473,8	672,89	1460	5110		
Kızılçam	Basınç Odunu	100	3739,1	975,34	670	5630	-3,587	0,001
	Normal Odun	100	4146,5	743,27	2330	6120		

3.1.7 Traheid Genişliğine Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarında 50'şer adet traheid genişliği ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının traheid genişlikleri arasındaki farkın, önem düzeyinin 0,05'den büyük olması nedeniyle her üç türde de istatistikî açıdan bir önem taşımadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.7 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının traheid genişliği ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer (µm)	Standart Sapma	Min. Değer (µm)	Max. Değer (µm)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	42,25	10,23	12,50	67,5	0,749	0,457
	Normal Odun	50	40,85	8,11	27,50	65,0		
Karaçam	Basınç Odunu	50	48,05	15,53	17,5	85,0	1,504	0,139
	Normal Odun	50	43,45	11,93	20,0	70,0		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	44,2	9,56	17,5	62,5	0,928	0,358
	Normal Odun	50	42,5	10,06	17,5	67,5		

3.1.8 Traheid Lümen Genişliğine Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarında 50'şer adet traheid lümen genişliği ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının traheid lümen genişlikleri arasındaki farkın, önem düzeyinin 0,05'den büyük olması nedeniyle her üç türde de önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.8 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının traheid lümen genişliği ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer (µm)	Standart Sapma	Min. Değer (µm)	Max. Değer (µm)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	32,30	11,53	7,50	57,5	1,703	0,095
	Normal Odun	50	28,50	10,44	15,0	60,0		
Karaçam	Basınç Odunu	50	31,20	18,90	5,0	70,0	0,981	0,331
	Normal Odun	50	27,75	13,94	7,5	52,5		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	30,10	9,94	7,50	47,5	0,860	0,394
	Normal Odun	50	28,35	11,36	10,0	57,5		

3.1.9 Traheid Çift Çeper Kalınlığına Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarında 50'şer adet traheid çift çeper kalınlığı ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Basınç ve normal odunun traheid çift çeper kalınlıkları arasındaki farkın, önem düzeyinin 0,05'den küçük olması dolayısıyla sarıçamda önemli olduğu, karaçam ve kızılçamda ise önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.9 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının traheid çift çeper kalınlığı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer (µm)	Standart Sapma	Min. Değer (µm)	Max. Değer (µm)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	12,35	4,24	5,0	22,5	2,820	0,007
	Normal Odun	50	9,85	4,18	2,5	20,0		
Karaçam	Basınç Odunu	50	16,9	6,14	5,0	32,5	1,629	0,110
	Normal Odun	50	15,2	6,24	5,0	30,0		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	14,60	2,96	7,5	20,0	0,641	0,525
	Normal Odun	50	14,15	4,21	7,5	25,0		

3.1.10 Özışını Hücre Sayısına Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarında 50'şer adet özışını hücre sayısı belirlenmiştir. Sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Sarıçamın basınç ve normal odunlarının özışını hücre sayıları arasındaki farkın, önem düzeyinin 0,05'den küçük olması nedeniyle önemli olduğu, karaçam ve kızılçamda ise farkın istatistikî açıdan önem taşımadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.10 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının özışını hücre sayısı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer	Standart Sapma	Min. Değer	Max. Değer	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	7,58	3,29	2,00	16,00	2,311	0,025
	Normal Odun	50	6,34	1,81	3,00	12,00		
Karaçam	Basınç Odunu	50	7,64	3,24	2,0	17,0	1,982	0,053
	Normal Odun	50	6,28	3,46	1,0	14,0		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	7,90	4,77	2,0	27,0	0,692	0,492
	Normal Odun	50	7,26	3,87	1,0	19,0		

3.1.11 Özışını Yüksekliğine Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarından 50'şer adet özışını yüksekliği ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Kızılçamın basınç ve normal odunlarının özışını yükseklikleri arasındaki farkın, önem düzeyinin 0,05'den küçük olması nedeniyle önemli olduğu fakat sarıçam ve karaçamda farkın önem taşımadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.11 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının özışını yüksekliği ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer (µm)	Standart Sapma	Min. Değer (µm)	Max. Değer (µm)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	185,05	75,19	60,00	375,00	0,659	0,513
	Normal Odun	50	175,90	51,00	100,00	350,00		
Karaçam	Basınç Odunu	50	212,0	76,69	87,5	417,5	2,489	0,016
	Normal Odun	50	176,1	70,95	50,0	385,0		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	211,35	78,10	92,5	475,0	1,071	0,290
	Normal Odun	50	194,10	79,91	55,0	475,0		

3.1.12 1mm.'deki Özışını Sayısına Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarından 50'şer adet 1mm'deki özışını sayısı belirlenmiştir. Sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Sarıçam ve karaçamın basınç ve normal odunlarının 1mm'deki özışını sayıları arasındaki farkın, önem düzeyinin 0,05'den küçük olması nedeniyle önemli olduğu, fakat kızılçamda farkın istatistikî olarak önem taşımadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.12 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının 1mm'deki özışını sayısı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer	Standart Sapma	Min. Değer	Max. Değer	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	6,18	1,38	3,0	8,0	4,560	0,000
	Normal Odun	50	4,74	1,44	2,0	9,0		
Karaçam	Basınç Odunu	50	5,58	1,18	3,0	8,0	4,001	0,000
	Normal Odun	50	4,60	1,13	2,0	7,0		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	6,64	1,55	3,0	10,0	0,453	0,653
	Normal Odun	50	6,50	1,43	2,0	9,0		

3.1.13 Kenarlı Geçit Çapına Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarından 50'şer adet kenarlı geçit çapı ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.13'da verilmiştir.

Basınç ve normal odunun kenarlı geçit çapları arasındaki farkın, önem düzeyi 0,05'den büyük olan sarıçamda istatistikî olarak önem taşımadığı, buna karşın karaçam ve kızılçamda önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.13 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının kenarlı geçit çapı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer (µm)	Standart Sapma	Min. Değer (µm)	Max. Değer (µm)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	20,90	1,87	17,5	25,0	-1,615	0,113
	Normal Odun	50	21,65	2,75	15,0	27,5		
Karaçam	Basınç Odunu	50	17,80	3,34	10,0	25,0	-7,979	0,000
	Normal Odun	50	22,65	2,11	17,5	27,5		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	18,8	2,10	12,5	22,5	-2,514	0,015
	Normal Odun	50	19,8	2,19	15,0	25,0		

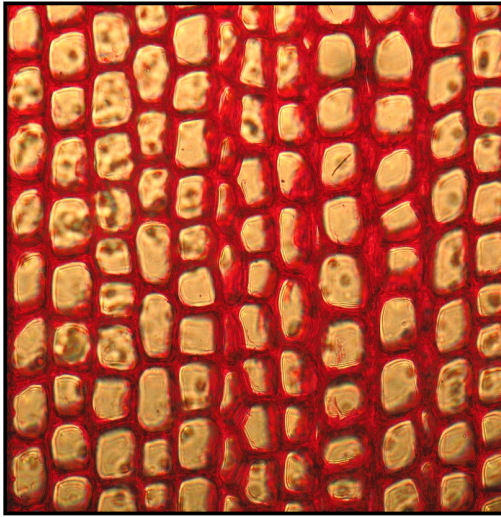
3.1.14 Porus Çapına Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarından 50'şer adet porus çapı ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.14'de verilmiştir.

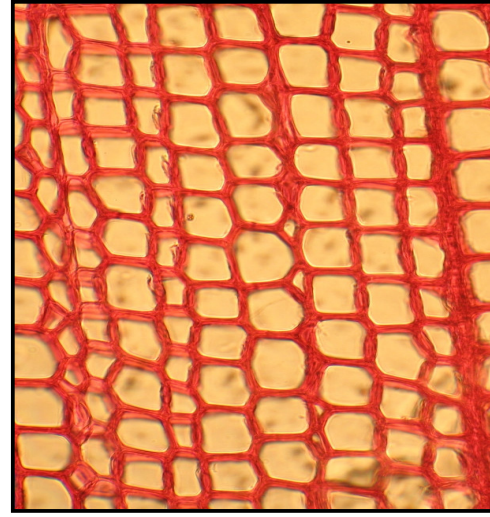
Basınç ve normal odunun porus çapları arasındaki farkın, önem düzeyi 0,05'den büyük olan sarıçamda istatistikî olarak önem taşımadığı, buna karşın karaçam ve kızılçamda önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.14 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının porus çapı ölçüm sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile önem düzeyleri.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Ölçüm Sayısı	Ortalama Değer (µm)	Standart Sapma	Min. Değer (µm)	Max. Değer (µm)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	50	6,25	1,36	2,5	7,5	-1,062	0,293
	Normal Odun	50	6,55	1,33	5,0	10,0		
Karaçam	Basınç Odunu	50	5,75	1,45	2,5	10,0	-6,514	0,000
	Normal Odun	50	7,60	1,12	5,0	10,0		
Kızılçam	Basınç Odunu	50	4,60	0,93	2,5	5,0	-2,436	0,019
	Normal Odun	50	5,05	0,78	2,5	7,5		

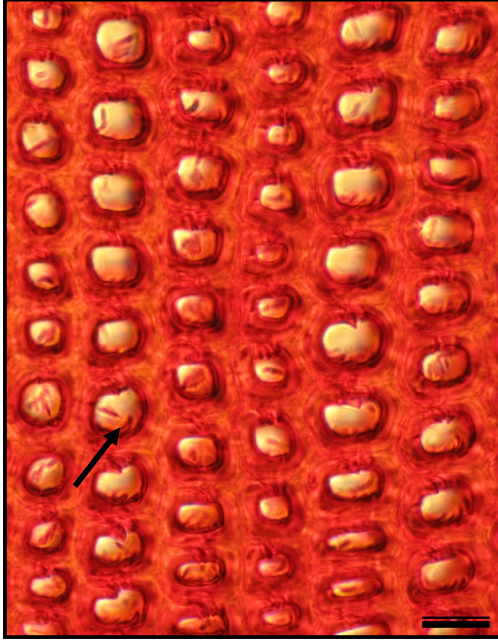


(a)

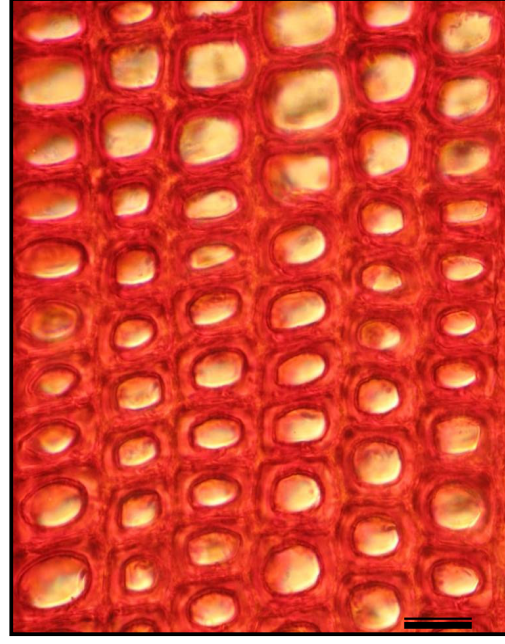


(b)

Şekil 3.1 (a) Sarıçam basınç odunu ve (b) normal odunun enine kesitinde ilkbahar odunu traheidlerinin görünümü. Büyütme 100 µm.

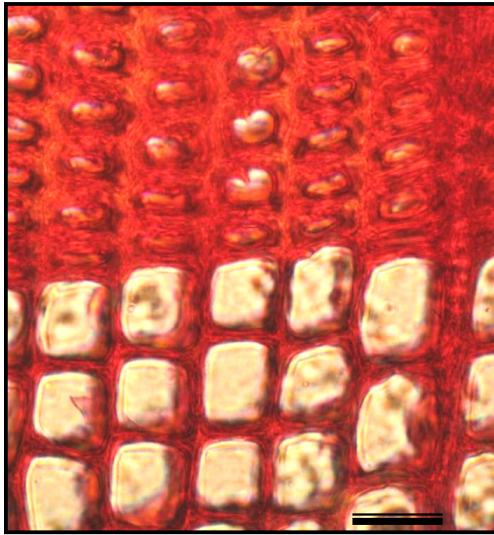


(a)

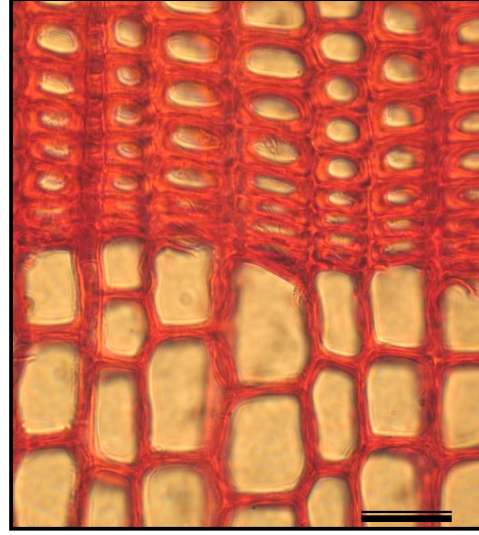


(b)

Şekil 3.2 (a) Sarıçam basınç odunu ve (b) normal odunun yaz odunu traheidlerinin görünümü. Sarıçam basınç odunu traheidlerinde görülen çatlaklar (ok). Büyütme 30 μm .

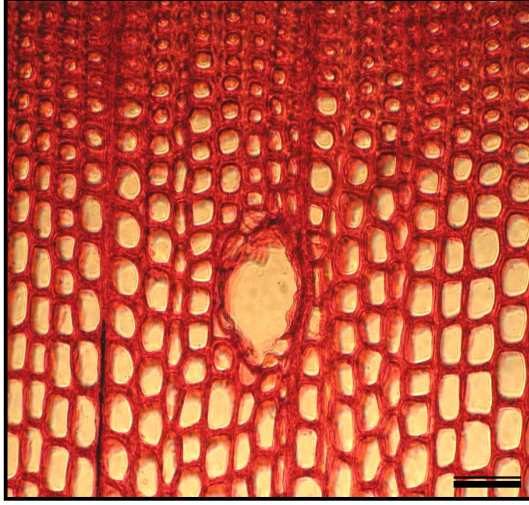


(a)

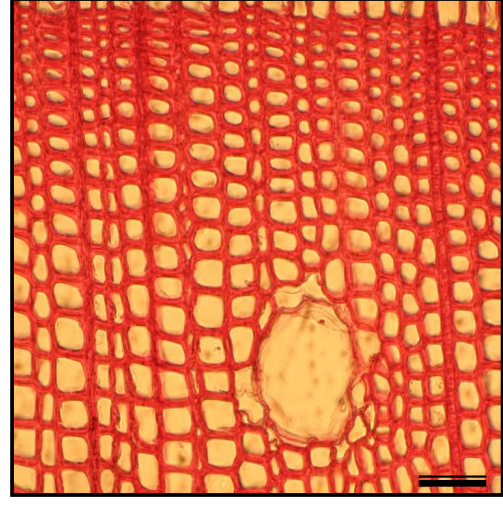


(b)

Şekil 3.3 (a) Sarıçam basınç odunu ve (b) normal odunda ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş. Büyütme 40 μm .



(a)

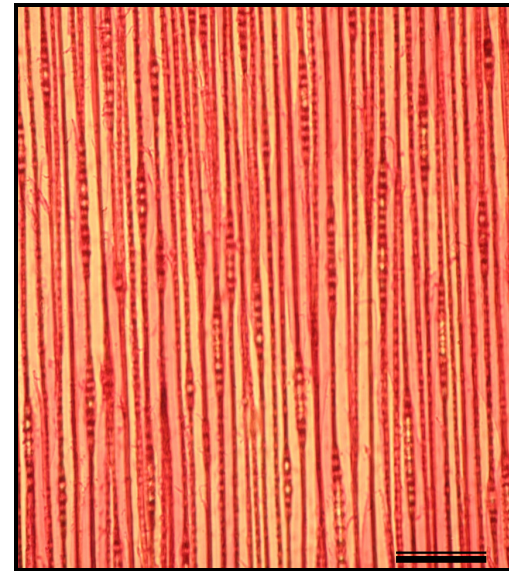


(b)

Şekil 3.4 (a) Sarıçam basınç odunu ve (b) normal odunun enine kesitinde reçine kanallarının görünümü. Büyütme 100 μm .

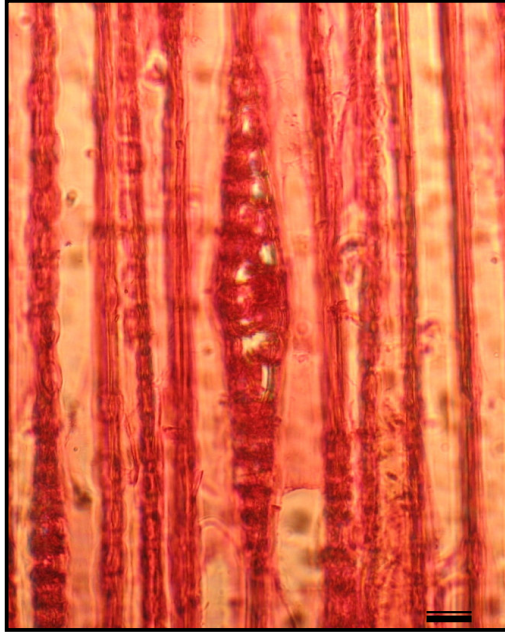


(a)

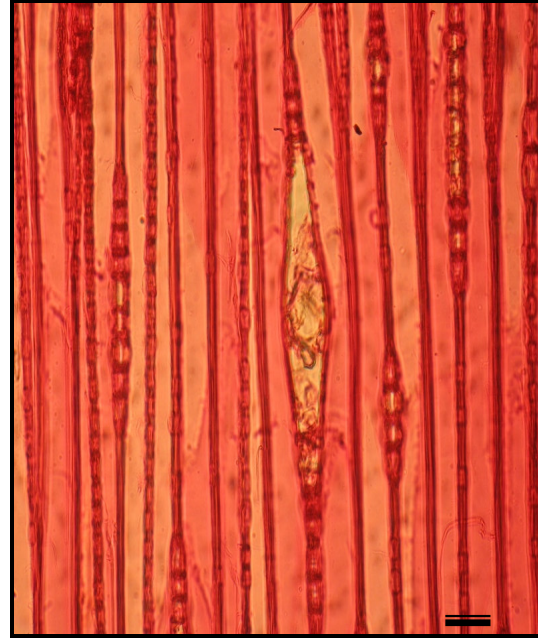


(b)

Şekil 3.5 (a) Sarıçam basınç ve (b) normal odunun teğet kesitinin görünümü Büyütme 100 μm .

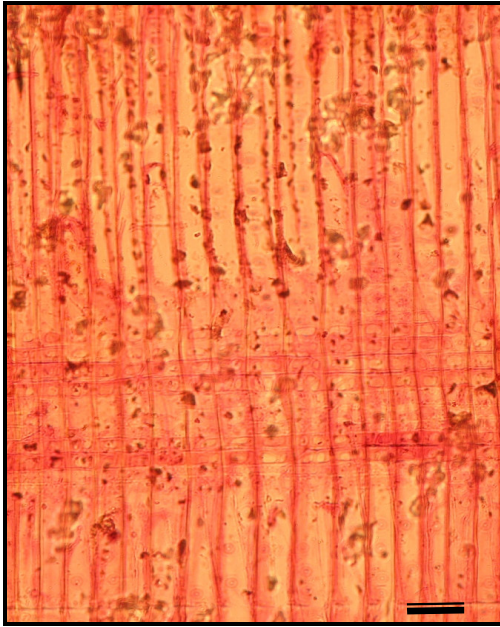


(a)

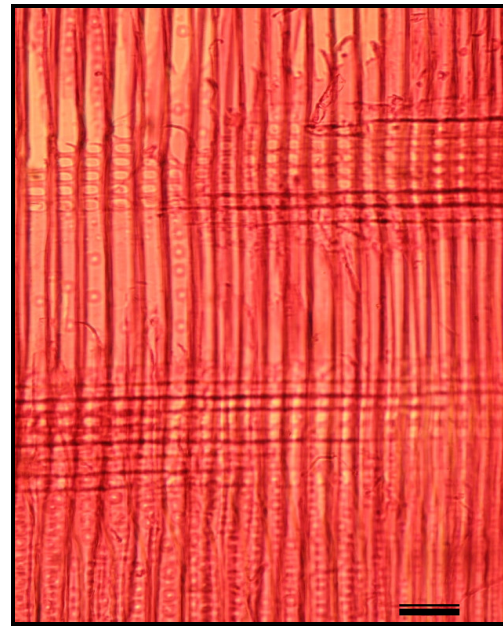


(b)

Şekil 3.6 (a) Sarıçam basınç odunu ve (b) normal odunun reçine kanalı içeren özışınlarının teğet kesitteki görünümü. Büyütme 40 μm .

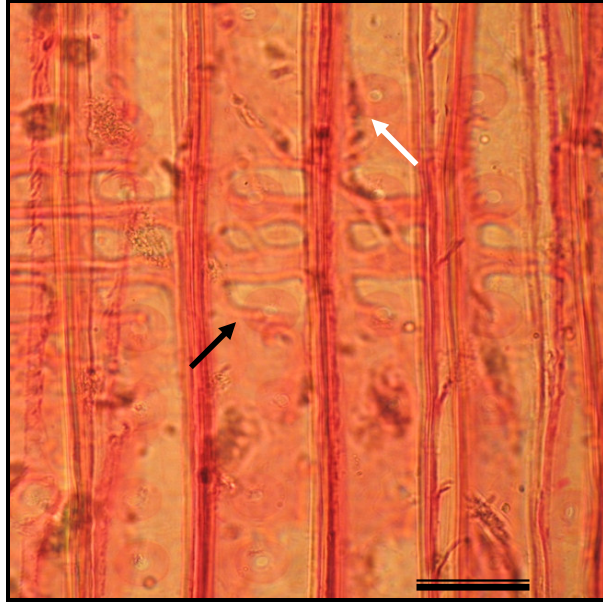


(a)

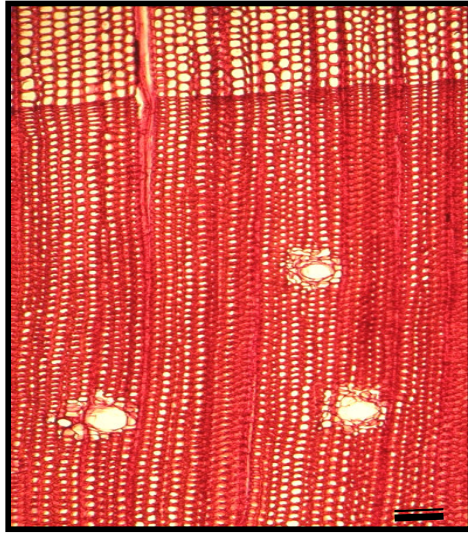


(b)

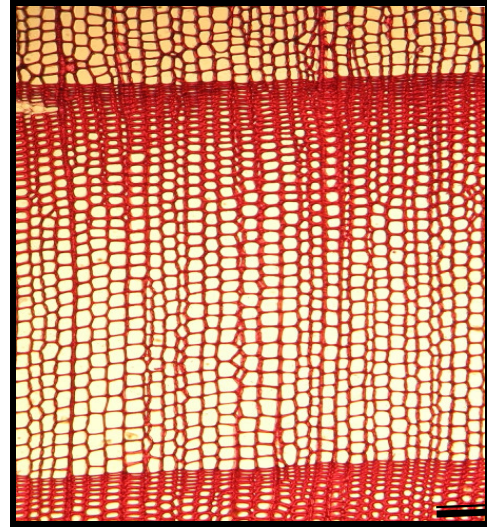
Şekil 3.7 (a) Sarıçam basınç odunu ve (b) normal odunun radyal kesitinin görünümü. Büyütme 80 μm .



Şekil 3.8 Sarıçam basınç odununun radyal kesitinde kenarlı geçitler (beyaz ok) ve pencere tipi karşılaşma yeri geçitleri (siyah ok). Büyütme 40 μm .

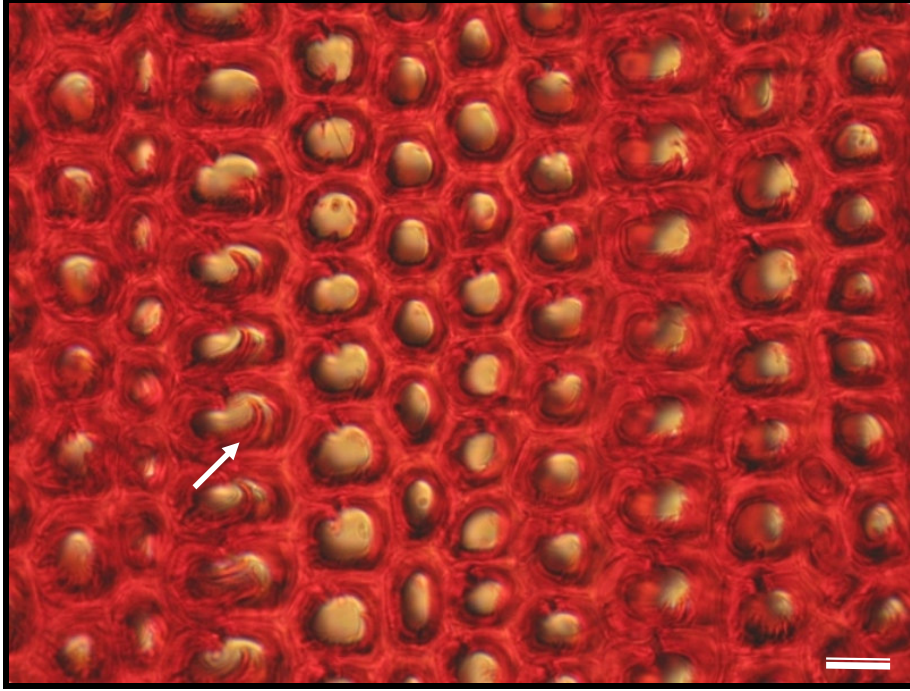


(a)

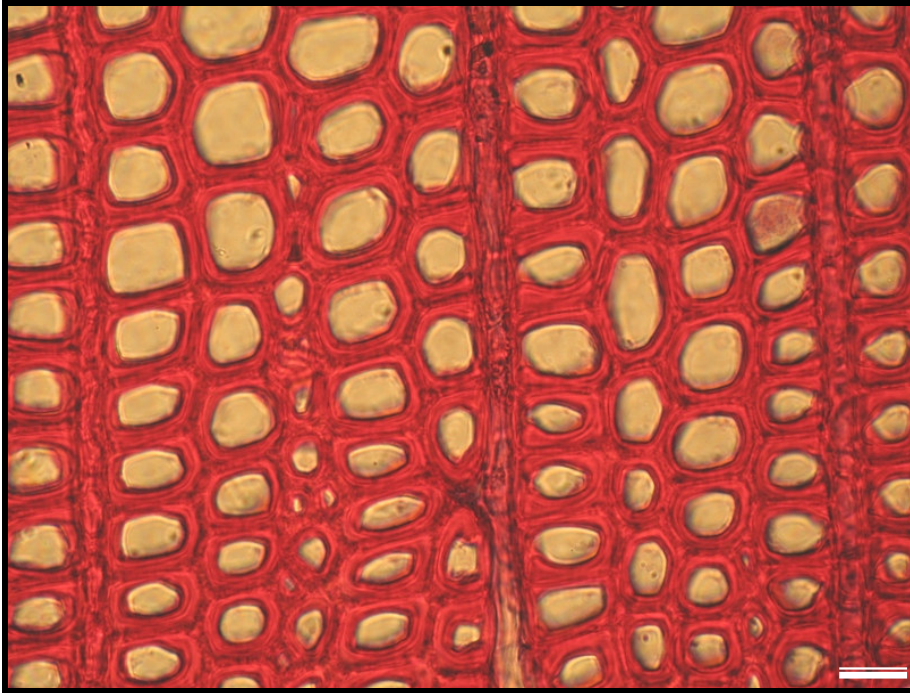


(b)

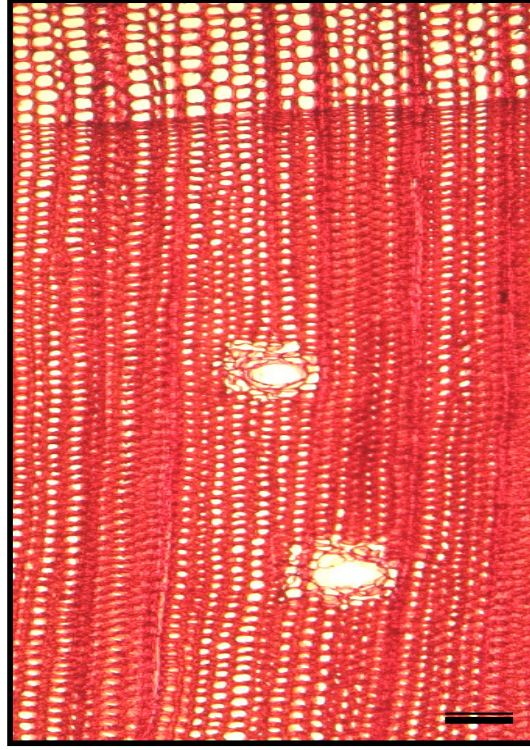
Şekil 3.9 (a) Karaçam basınç odunu ve (b) normal odunun enine kesitinden görünüm. Basınç odununda ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş oldukça yavaşken, normal odunda geçiş anidir. Büyütme 200 μm .



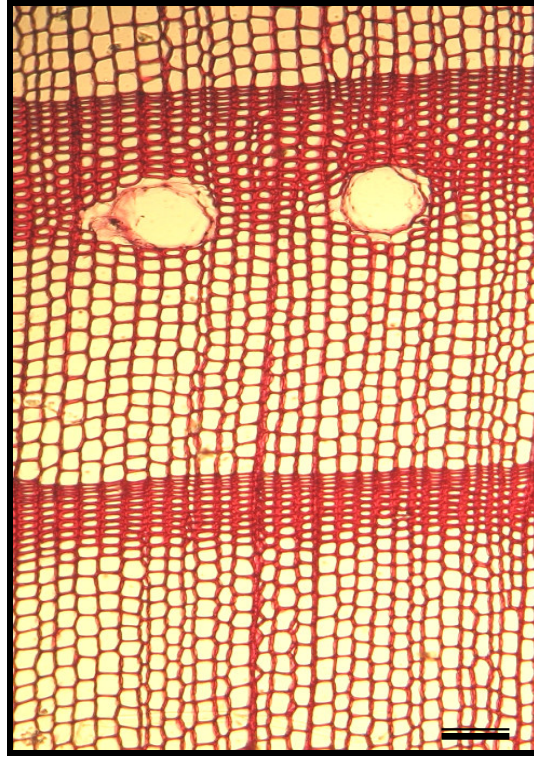
Şekil 3.10 Karaçam basınç odununun enine kesitinde yaz odunu traheidlerinin görünümü. Traheid çeperlerinde oluşmuş çatlaklar (ok). Büyütme 50 μm .



Şekil 3.11 Normal karaçam odununun enine kesitinde yaz odunu traheidlerinin görünümü. Büyütme 40 μm .

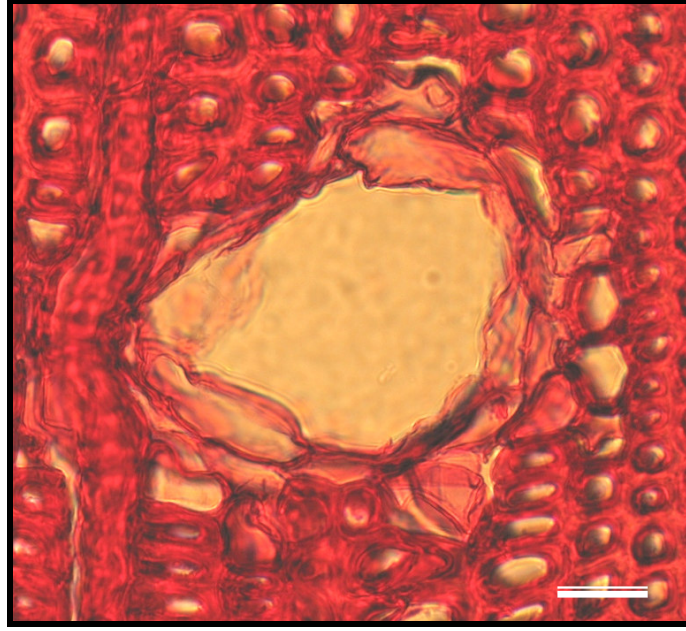


(a)



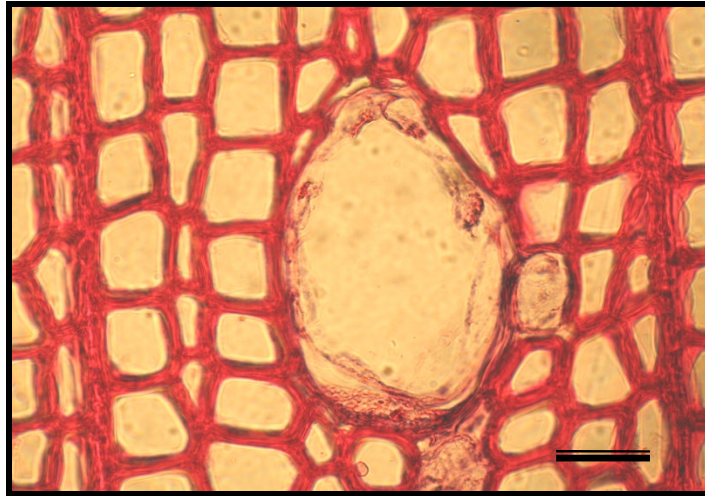
(b)

Şekil 3.12 (a) Karaçam basınç odunu ve (b) normal odununun enine kesitinde reçine kanallarının görünümü. Büyütme 200 μm .



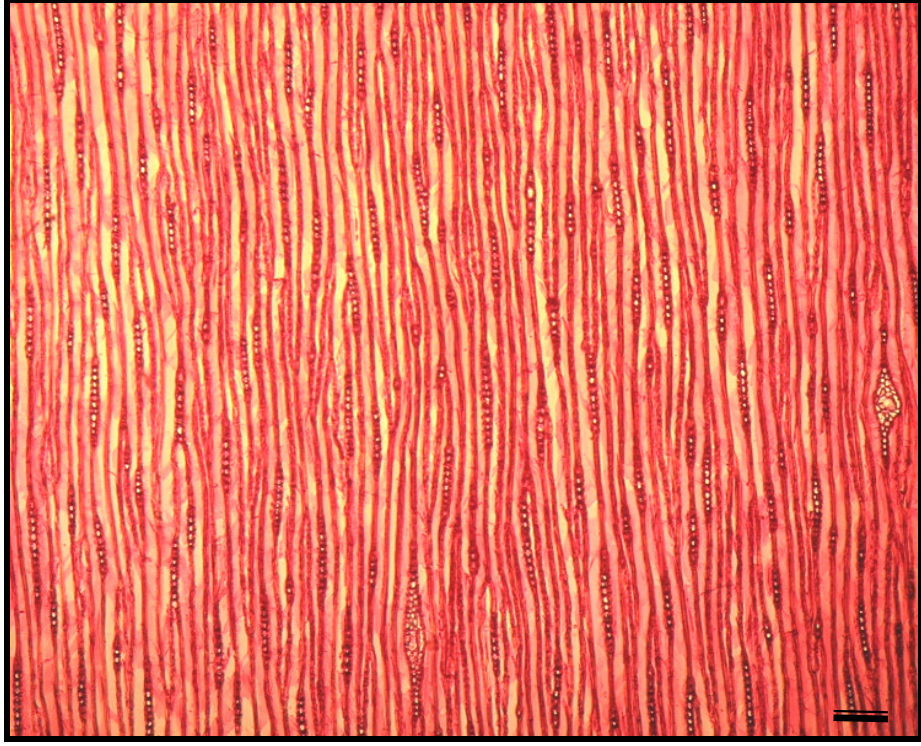
(a)

Şekil 3.13 Karaçam basınç odunundaki reçine kanallarından bir başka görünüm.
Büyütme 100 μm .



(b)

Şekil 3.14 Normal karaçam odununun reçine kanallarından bir başka görünüm.
Büyütme 80 μm .

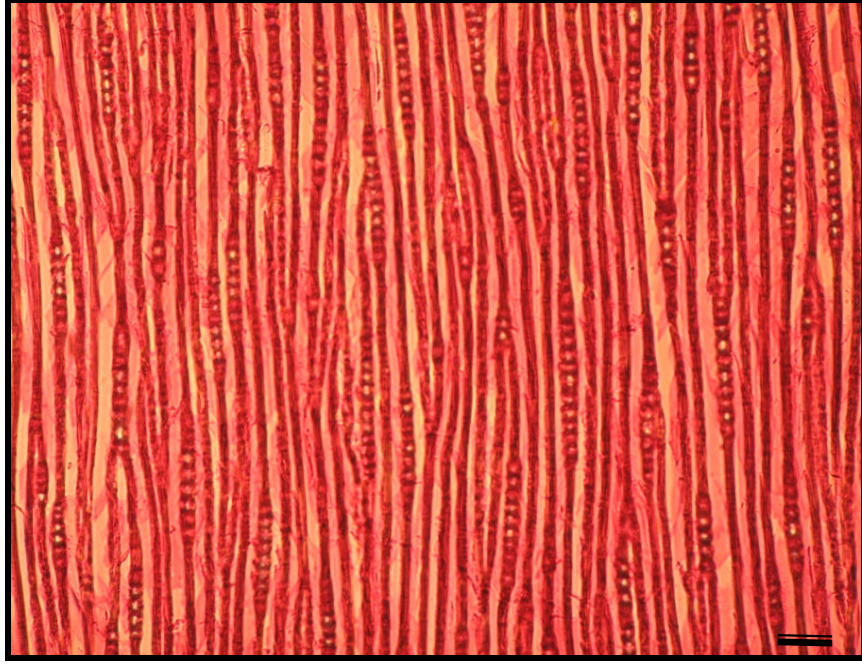


(a)

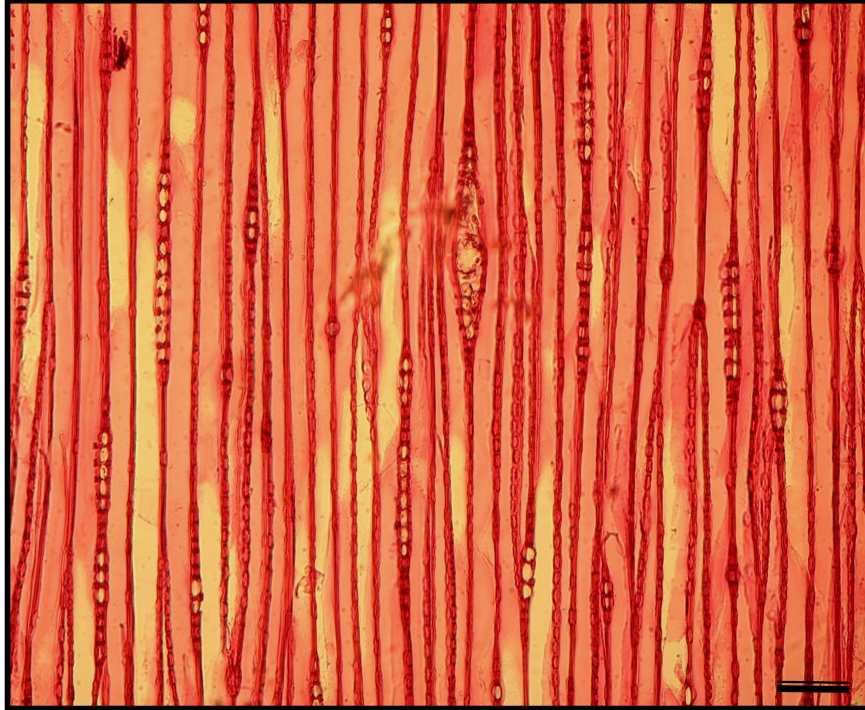


(b)

Şekil 3.15 (a) Karağöç basınç odunu ve (b) normal odunun teğet kesiti. Büyütme 200 μm .

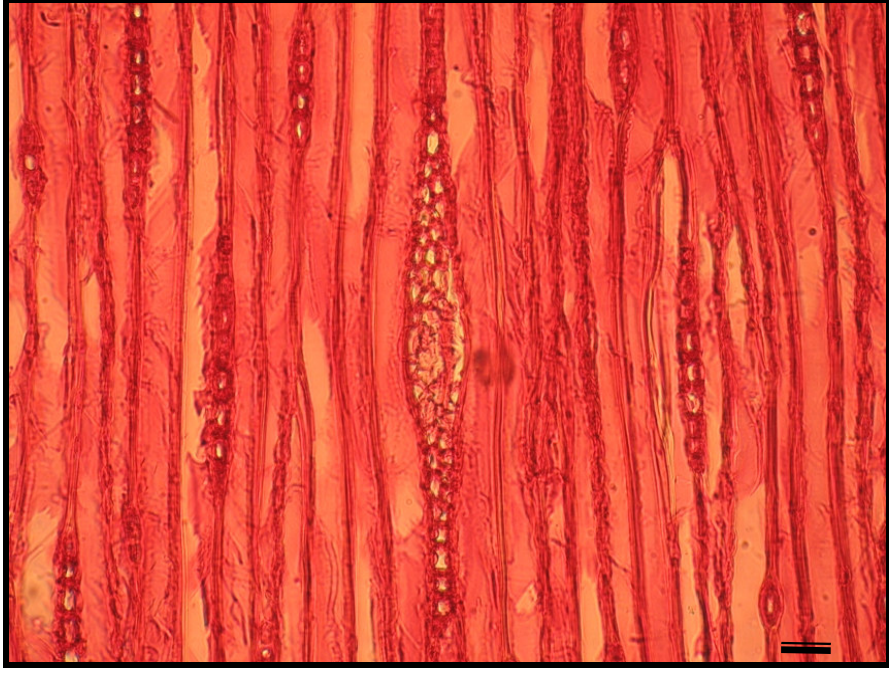


(a)

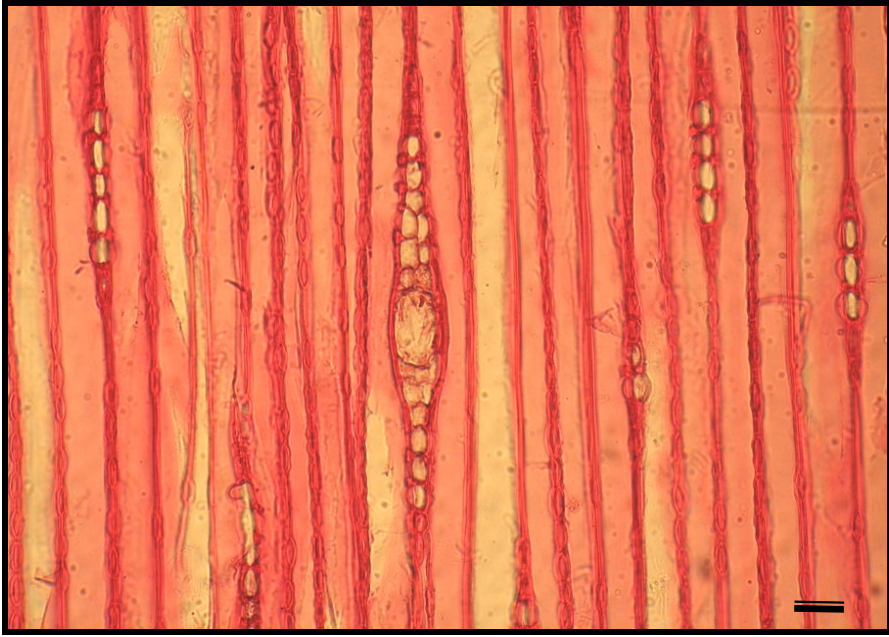


(b)

Şekil 3.16 (a) Karaçam basınç odunu ve (b) normal odunun teğet kesitinde özışınlarının durumu. Büyütme 100 μm .

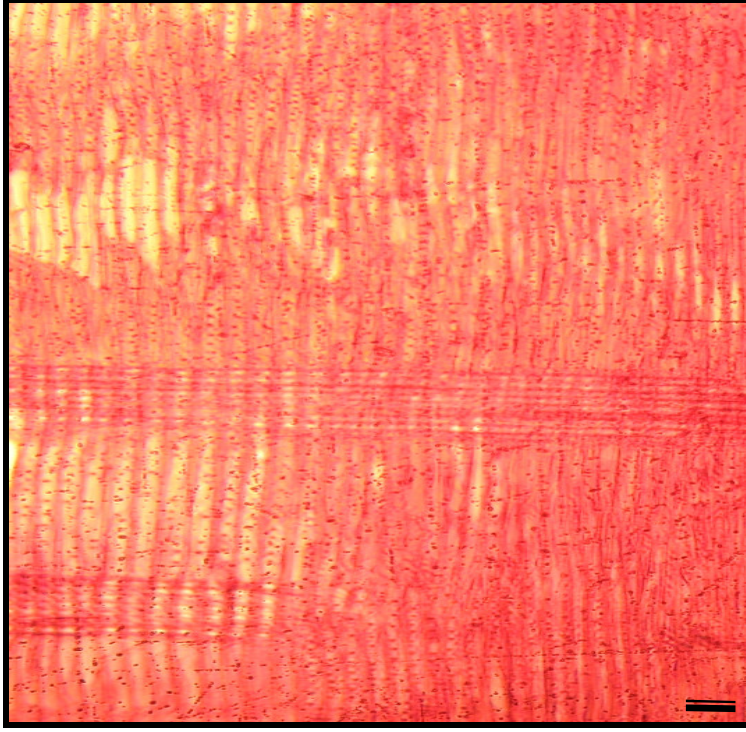


(a)

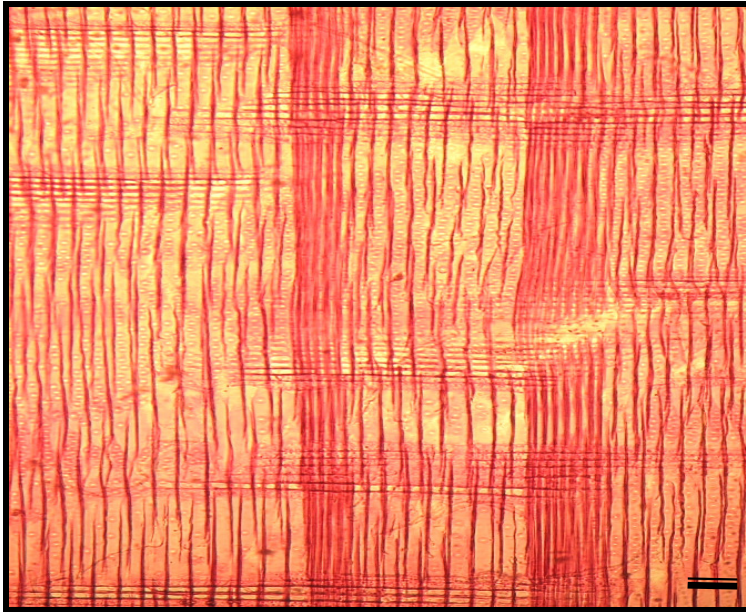


(b)

Şekil 3.17 (a) Karaçam basınç odunu ve (b) normal odunun teğet kesitinde reçine kanalı içeren bir özışını. Büyütme a için 50 μm , b için 40 μm .

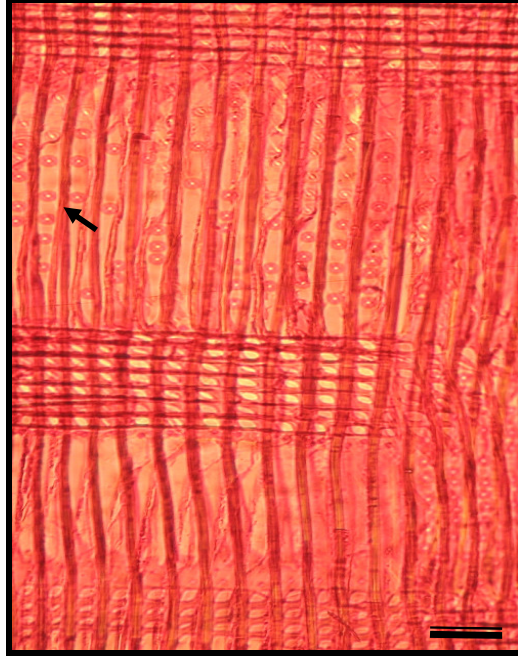


(a)

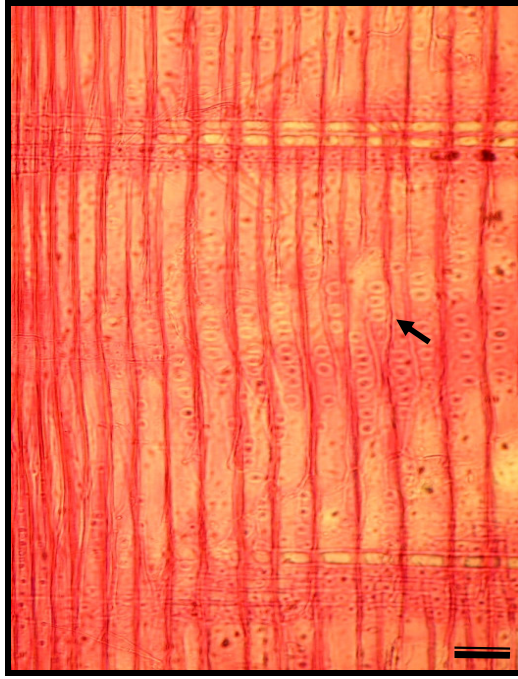


(b)

Şekil 3.18 (a) Karaçam basınc odunu ve (b) normal odunun radyal kesiti. Büyütme a için 100 μm , b için 80 μm .

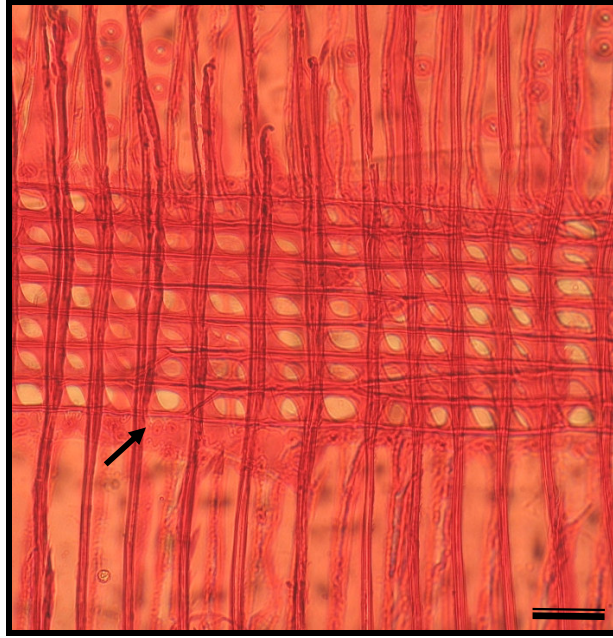


(a)

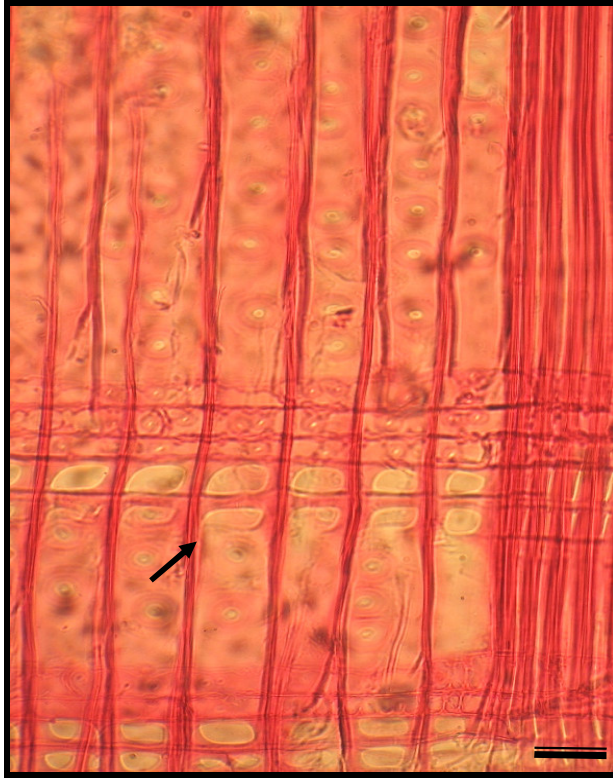


(b)

Şekil 3.19 (a) Karaçam basınç odunu ve (b) normal odunun radyal kesitinde kenarlı geçitler (ok). Büyütme a için 100 μm , b için 80 μm .

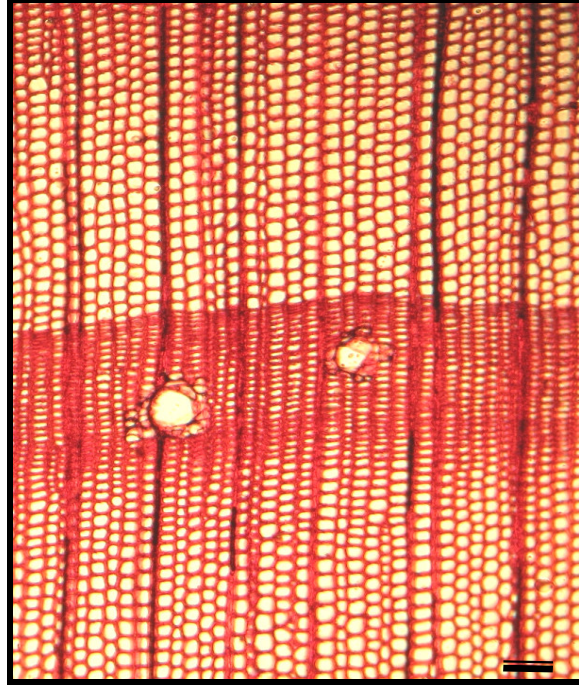


(a)

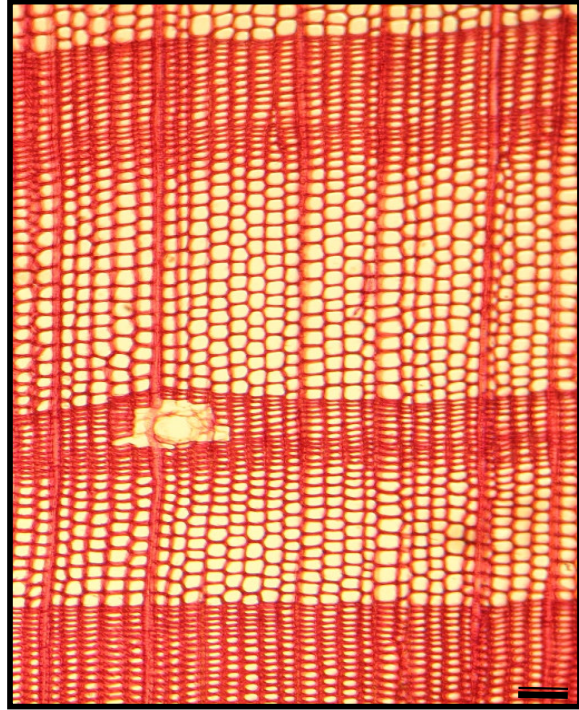


(b)

Şekil 3.20 (a) Karaçam basınç odunu ve (b) normal odunun radyal kesitinde pencere tipi karşılaşma yeri geçitleri (ok). Büyütme a için 50 μm , b için 40 μm .

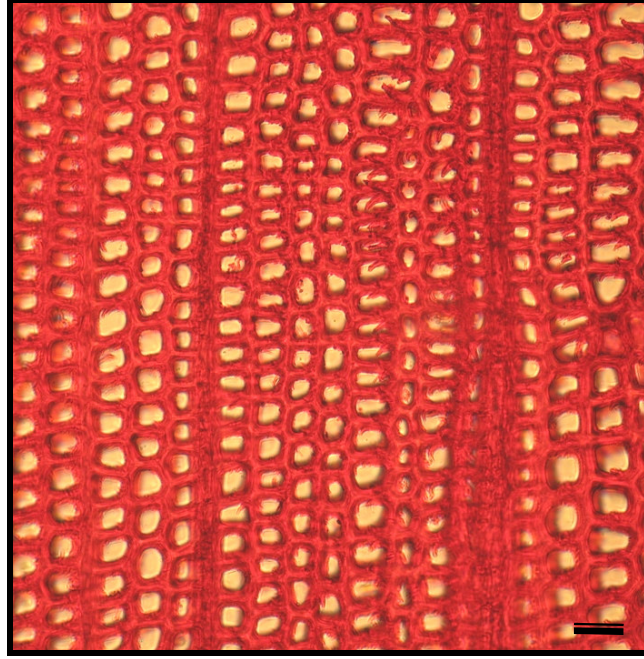


(a)

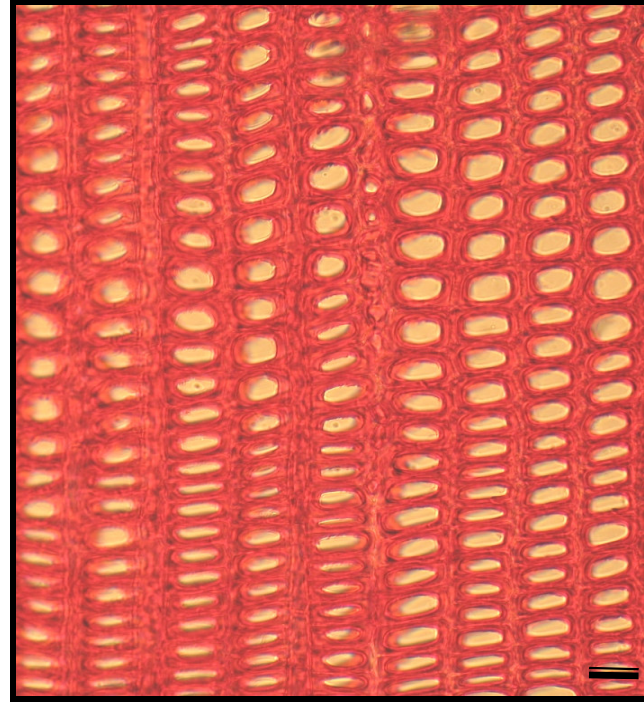


(b)

Şekil 3.21 (a) Kızılcam basınç odunu ve (b) normal odununun enine kesiti. Büyütme 200 µm.

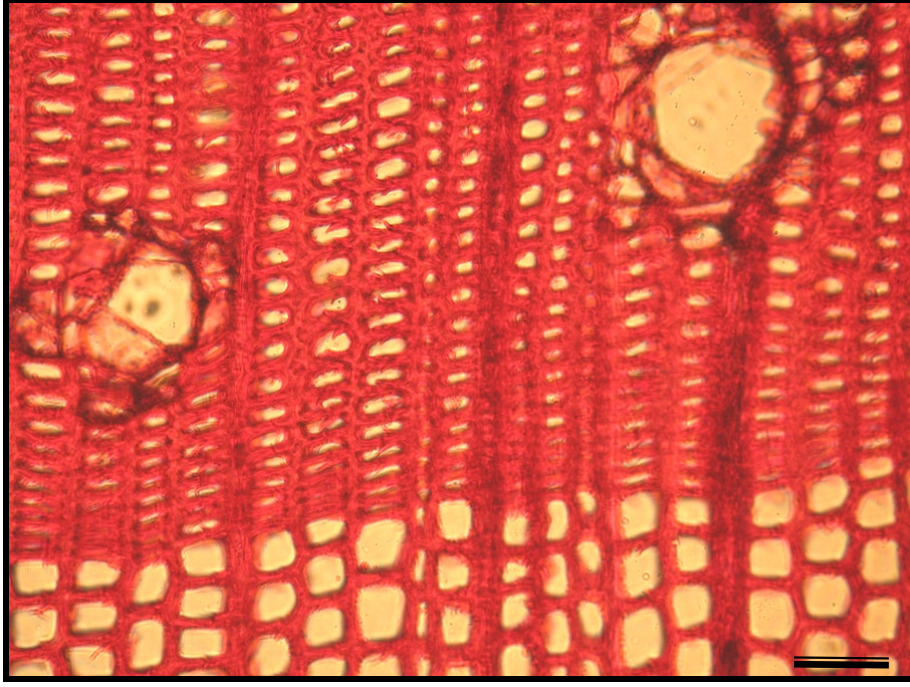


(a)

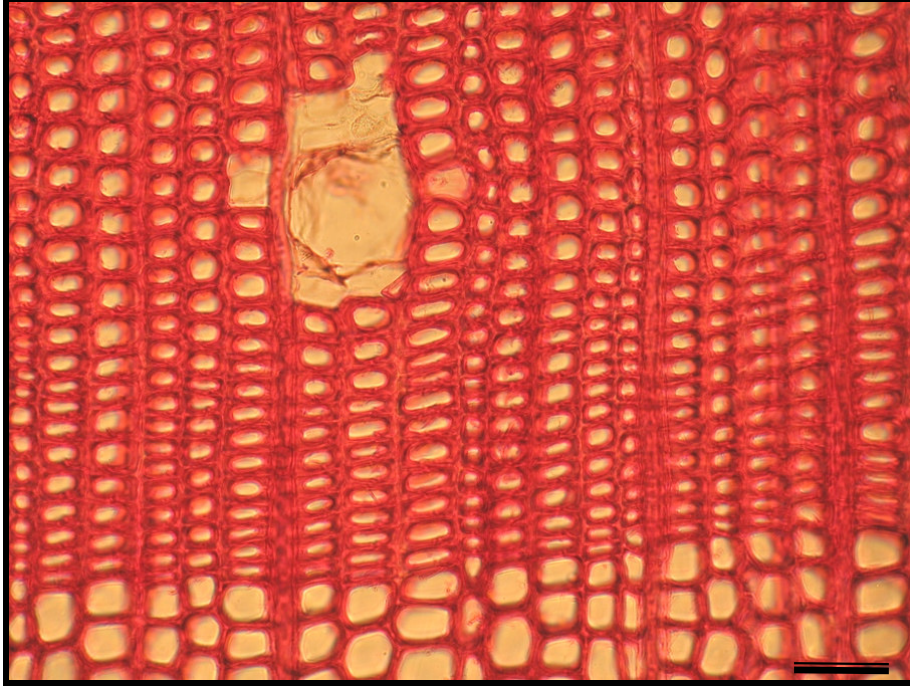


(b)

Şekil 3.22 (a) Kızılcam basınç odunu ve (b) normal odununun yaz odunu traheidlerinin görünümü. Büyütme 40 μm .

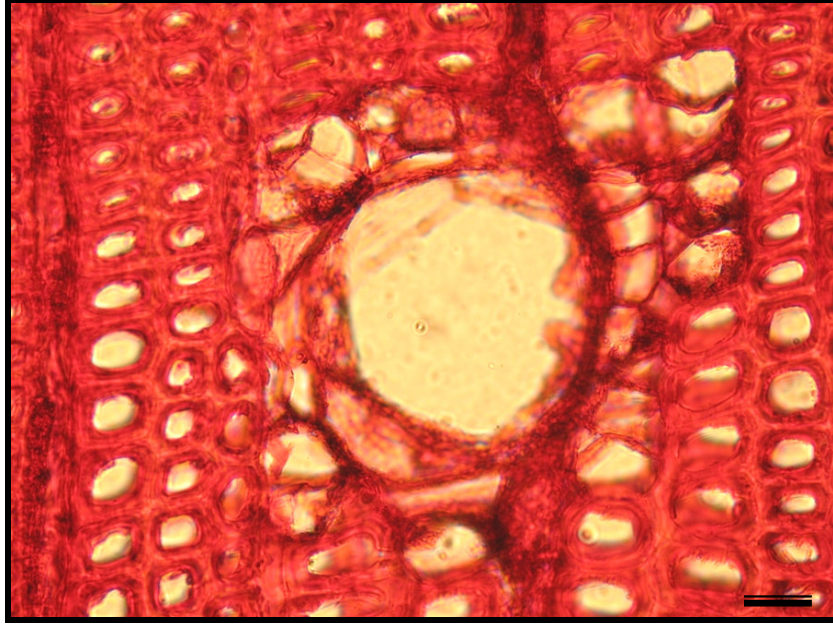


(a)

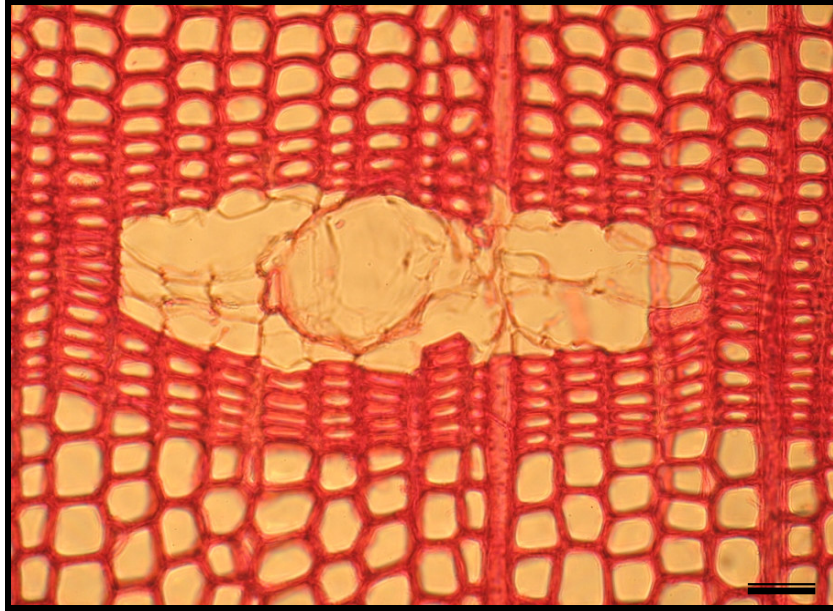


(b)

Şekil 3.23 (a) Kızılcam basınç odunu ve (b) normal odunun enine kesitindeki reçine kanallarının görünümü. Büyütme 80 μm .

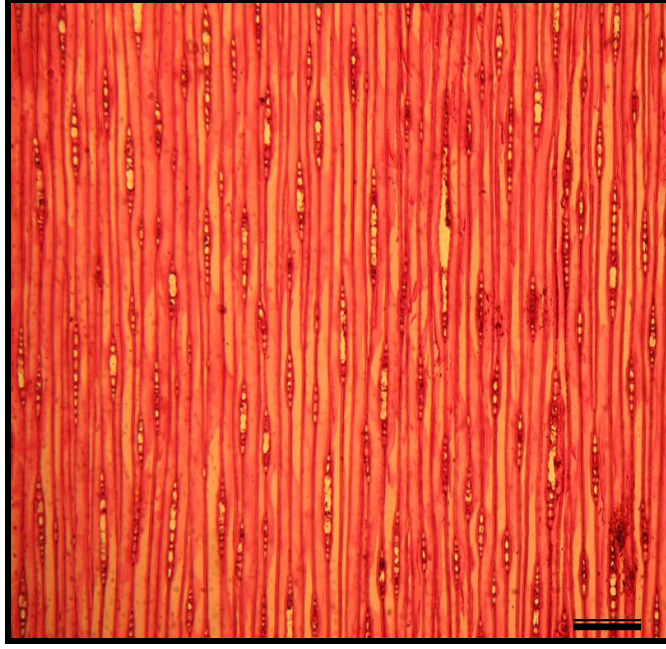


(a)

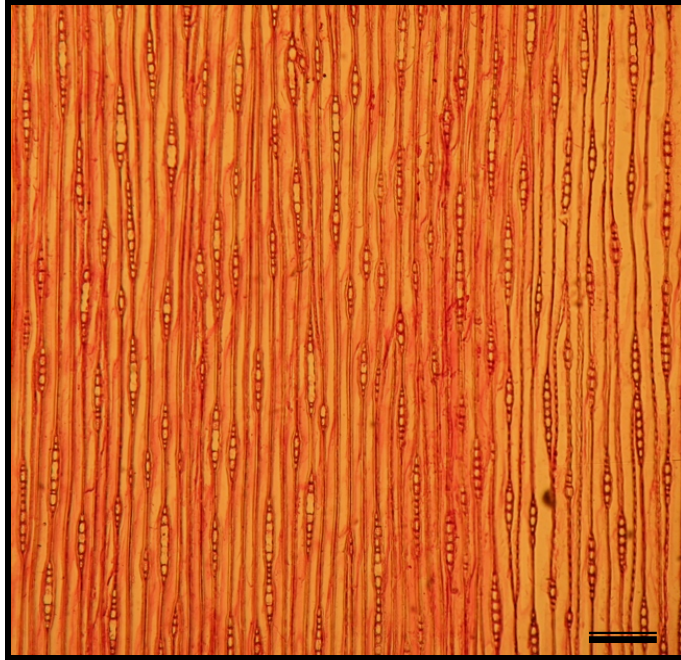


(b)

Şekil 3.24 (a) Kızılcam basınç odunu ve (b) normal odunun yaz odunu tabakasında reçine kanallarından bir görünüm. Büyütme 40 μ m.

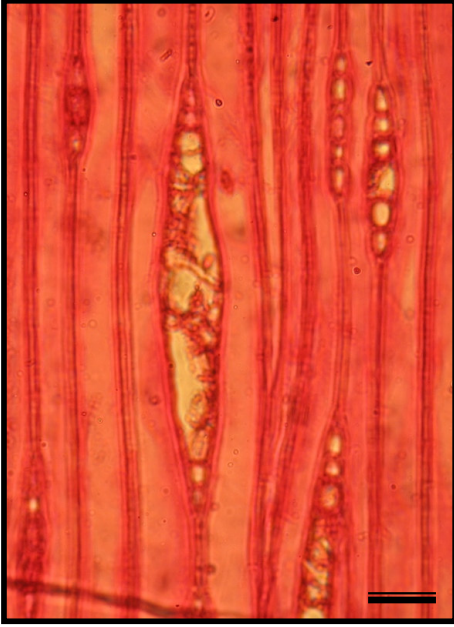


(a)

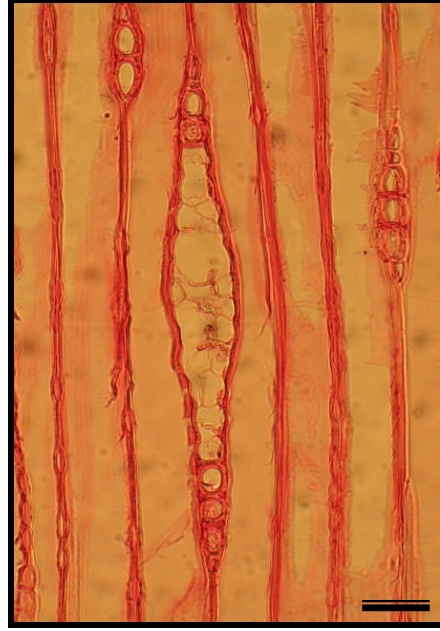


(b)

Şekil 3.25 (a) Kızılcam basınç odunu ve (b) normal odunun teĒet kesitinin görünümü ve özışınlarının durumu. Büyütme 200 µm.

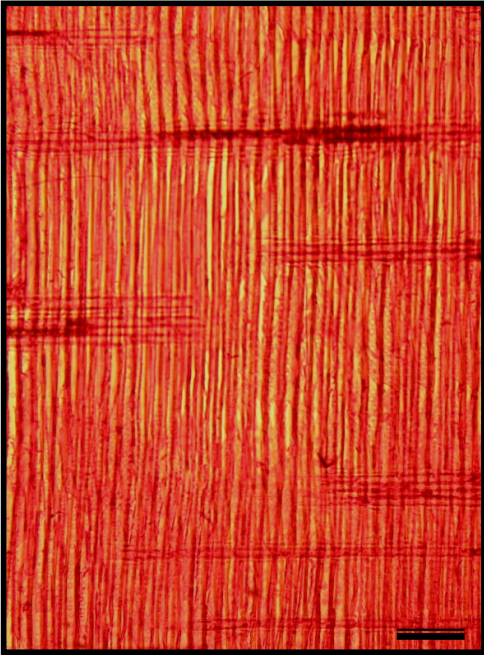


(a)

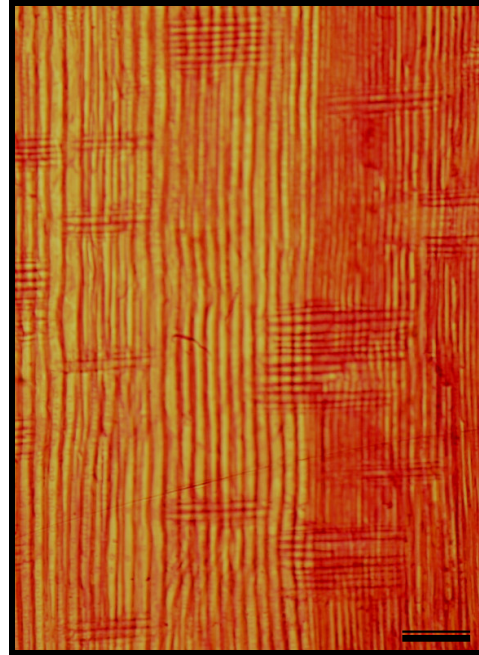


(b)

Şekil 3.26 (a) Kızılcam basınç odunu ve (b) normal odununun reçine kanalı bulunan traheidlerinin görünümü. Büyütme 40 µm.

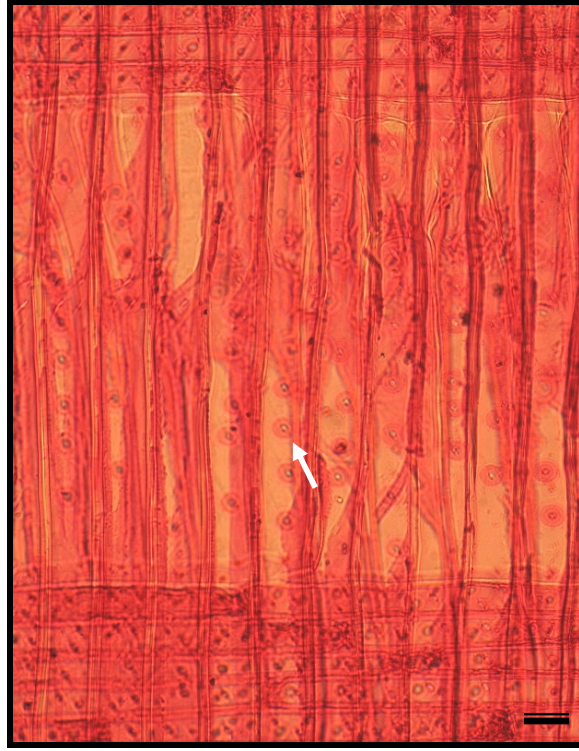


(a)

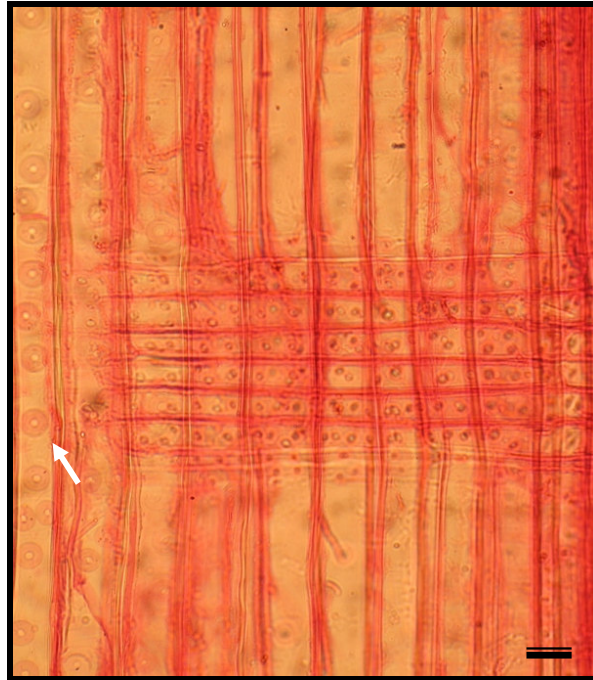


(b)

Şekil 3.27 (a) Kızılcam basınç odunu ve (b) normal odunun radyal kesiti. Büyütme 200 µm.

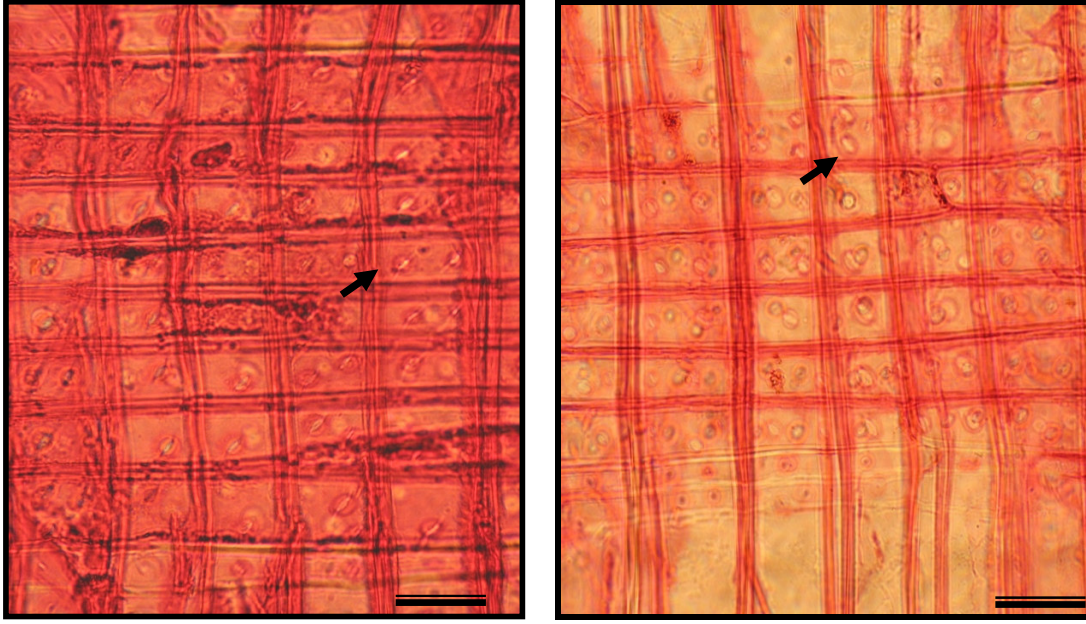


(a)



(b)

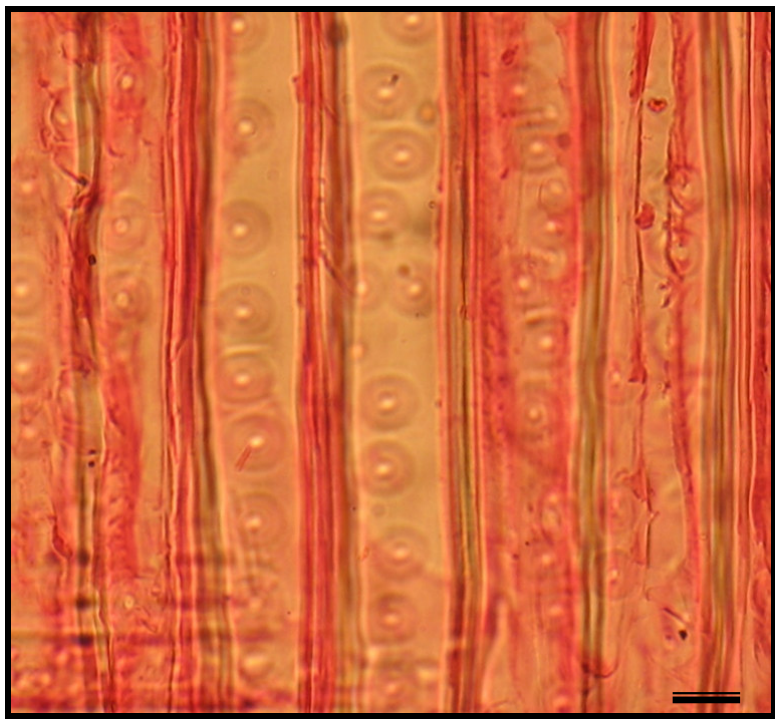
Şekil 3.28 (a) Kızılcam basınç odunu ve (b) normal odunun radyal kesitinde kenarlı geçitler (ok). Büyütme 40 μm .



(a)

(b)

Şekil 3.29 (a) Kızılcam basınç odunu ve (b) normal odunun radyal kesitinde pinoid tip karşılaşma yeri geçitleri (ok). Büyütme 40 µm.



Şekil 3.30 Kızılcam normal odununda kenarlı geçitlerin görünümü. Büyütme 20 µm.

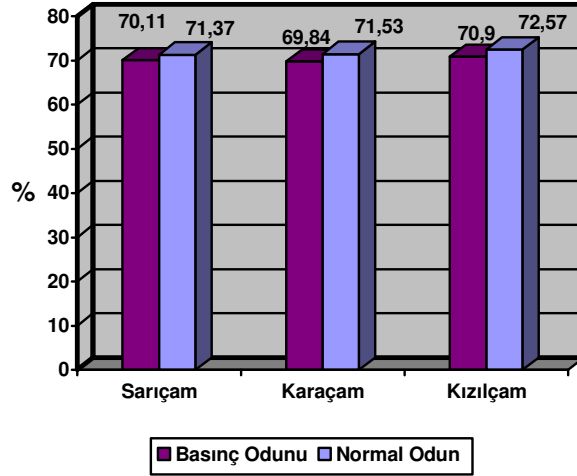
3.2 KİMYASAL ANALİZLERE AİT BULGULAR

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) basınç ve normal odunlarına uygulanan holoselüloz, α -selüloz, lignin, sıcak su, soğuk su, alkol, % 1'lik NaOH çözünürlüğü ve kül deneylerine ait bulgular aşağıda verilmiştir.

3.2.1 Holoselüloz Tayinine Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunları için 6'şar adet holoselüloz deneyi yapılmıştır. Sonuçların ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.15'de ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 3.31'de verilmiştir.

Sarıçam ve karaçam basınç ve normal odunlarının holoselüloz oranları arasındaki farkın önem düzeyinin 0,05'den büyük olması nedeniyle istatistiki açıdan önemli olmadığı, kızılçamın basınç ve normal odunlarının holoselüloz oranları arasındaki farkın ise önem taşıdığı tespit edilmiştir.



Şekil 3.31 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının holoselüloz miktarları (%).

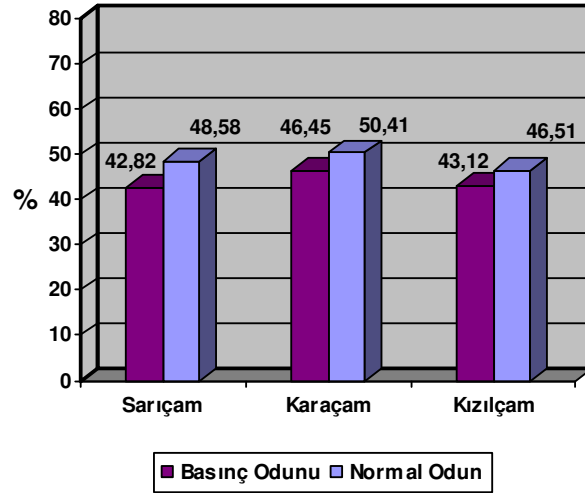
Çizelge 3.15 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının holoslüloz deneyi sonuçları.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Deney Sayısı	Ortalama Değer (%)	Standart Sapma	Min. Değer (%)	Max. Değer (%)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	6	70,11	1,80	67,62	72,32	-1,278	0,257
	Normal Odun	6	71,37	3,94	67,48	76,99		
Karaçam	Basınç Odunu	6	69,84	1,97	67,89	72,54	-2,354	0,065
	Normal Odun	6	71,53	2,28	67,89	73,70		
Kızılçam	Basınç Odunu	6	70,90	1,30	69,56	72,66	-3,460	0,018
	Normal Odun	6	72,57	1,24	70,65	74,29		

3.2.2 α -Selüloz Tayinine Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunları için 6'şar adet α -selüloz deneyi yapılmıştır. Sonuçların ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.16'da ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 3.32'de verilmiştir.

Her üç türün basınç ve normal odunlarının α -selüloz oranları arasındaki farkın önem düzeyinin 0,05'den küçük olması nedeniyle önemli olduğu saptanmıştır.



Şekil 3.32 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının α -selüloz miktarları (%).

Çizelge 3.16 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının α -selüloz deneyi sonuçları.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Deney Sayısı	Ortalama Değer (%)	Standart Sapma	Min. Değer (%)	Max. Değer (%)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	6	42,82	0,35	42,32	43,32	-51,88	0,000
	Normal Odun	6	48,58	0,39	48,08	49,08		
Karaçam	Basınç Odunu	6	46,45	2,27	43,73	48,99	-3,131	0,026
	Normal Odun	6	50,41	2,62	47,05	52,83		
Kızılcım	Basınç Odunu	6	43,12	0,34	42,68	43,56	-5,686	0,002
	Normal Odun	6	46,51	1,77	44,32	48,49		

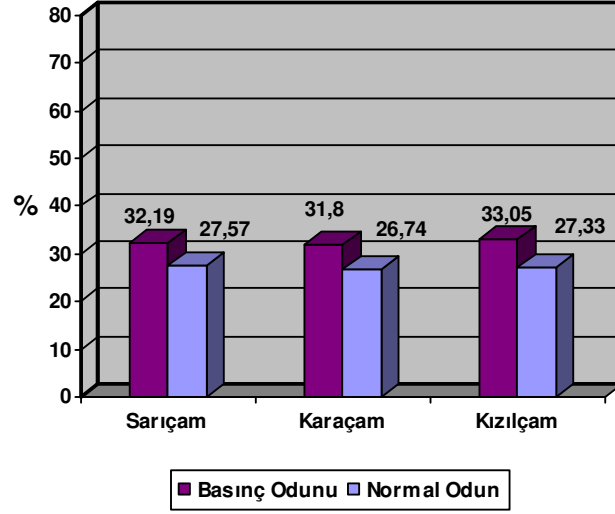
3.2.3 Lignin Tayinine Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunları için 6'şar adet lignin deneyi yapılmıştır. Sonuçların ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.17'de ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 3.33'de verilmiştir.

Basınç ve normal odunun lignin oranları arasındaki farkın önem düzeyinin 0,05'den küçük olması nedeniyle her üç türde de önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3.17 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının lignin deneyi sonuçları.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Deney Sayısı	Ortalama Değer (%)	Standart Sapma	Min. Değer (%)	Max. Değer (%)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	6	32,19	1,24	30,80	33,69	10,459	0,000
	Normal Odun	6	27,57	0,76	26,70	28,50		
Karaçam	Basınç Odunu	6	31,80	1,54	29,67	33,69	12,080	0,000
	Normal Odun	6	26,74	2,03	25,16	29,84		
Kızılçam	Basınç Odunu	6	33,05	0,73	31,90	33,80	14,138	0,000
	Normal Odun	6	27,33	0,57	26,31	27,87		

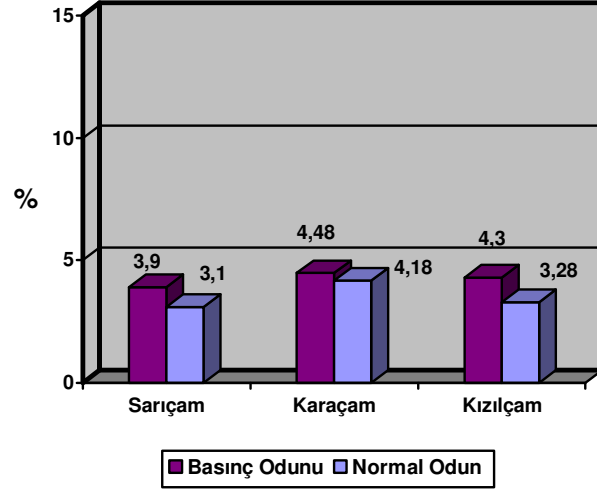


Şekil 3.33 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının lignin miktarları (%).

3.2.4 Sıcak Su Çözünürlüğüne Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunları için 6'şar adet sıcak su çözünürlüğü deneyi yapılmıştır. Sonuçların ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.18'de ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 3.34'de verilmiştir.

Basınç ve normal odunun sıcak su çözünürlüğü oranları arasındaki farkın önem düzeyinin 0,05'den küçük olması nedeniyle her üç türde de önemli olduğu saptanmıştır.



Şekil 3.34 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının sıcak su çözünürlüğü değerleri (%).

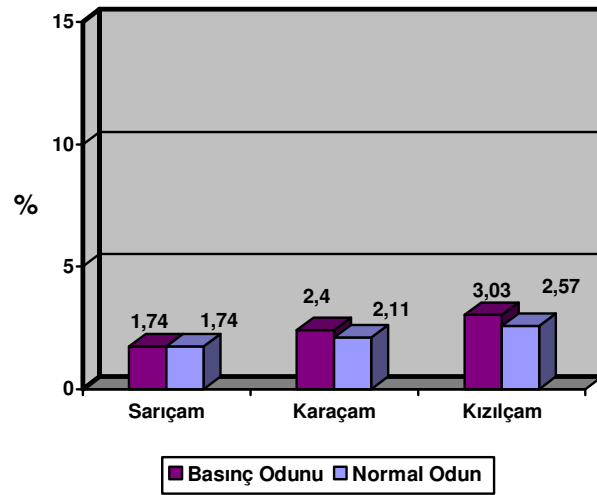
Çizelge 3.18 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının sıcak su çözünürlüğü deneyi sonuçları.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Deney Sayısı	Ortalama Değer (%)	Standart Sapma	Min. Değer (%)	Max. Değer (%)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	6	3,90	0,23	3,51	4,18	4,066	0,010
	Normal Odun	6	3,10	0,45	2,37	3,51		
Karaçam	Basınç Odunu	6	4,48	1,10	2,95	5,38	5,649	0,002
	Normal Odun	6	4,18	1,02	2,70	5,05		
Kızılçam	Basınç Odunu	6	4,30	0,63	3,52	4,89	5,547	0,003
	Normal Odun	6	3,28	0,94	2,15	4,42		

3.2.5 Soğuk Su Çözünürlüğüne Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunları için 6'şar adet soğuk su çözünürlüğü deneyi yapılmıştır. Sonuçların ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.19'da ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 3.35'de verilmiştir.

Sarıçam ve karaçam basınç ve normal odunlarının soğuk su çözünürlüğü oranları arasındaki farkın önem düzeyinin 0,05'den büyük olması nedeniyle istatistiki açıdan önemli olmadığı, kızılçamın basınç ve normal odunlarının soğuk su çözünürlüğü oranları arasındaki farkın ise önem düzeyinin 0,05'den küçük olması nedeniyle önem taşıdığı tespit edilmiştir.



Şekil 3.35 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının soğuk su çözünürlüğü değerleri (%).

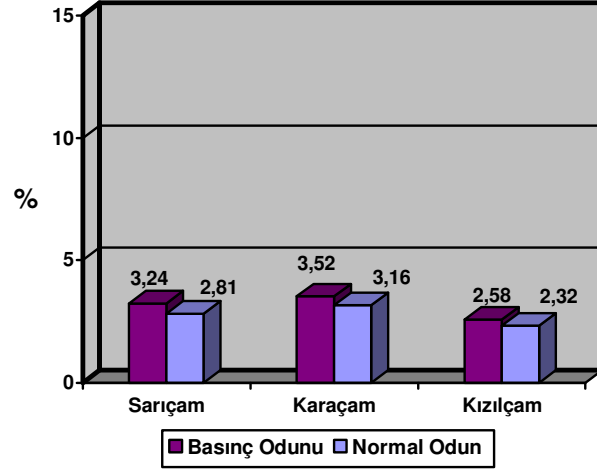
Çizelge 3.19 Sarıçam, Karaçam ve Kızılcâmın basınç ve normal odunlarının soğuk su çözünürlüğü deneyi sonuçları.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Deney Sayısı	Ortalama Değer (%)	Standart Sapma	Min. Değer (%)	Max. Değer (%)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	6	1,74	0,33	1,39	2,24	0,032	0,976
	Normal Odun	6	1,74	0,45	1,09	2,39		
Karaçam	Basınç Odunu	6	2,40	0,50	1,75	2,96	2,441	0,059
	Normal Odun	6	2,11	0,23	1,72	2,29		
Kızılcâm	Basınç Odunu	6	3,03	0,05	2,96	3,09	5,206	0,003
	Normal Odun	6	2,57	0,22	2,24	2,81		

3.2.6 Alkol Çözünürlüğüne Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılcâmın basınç ve normal odunları için 6'şar adet alkol çözünürlüğü deneyi yapılmıştır. Sonuçların ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.20'de ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 3.36'da verilmiştir.

Sarıçamın basınç ve normal odunlarının alkol çözünürlüğü oranları arasındaki farkın önem düzeyinin 0,05'den büyük olması nedeniyle istatistikî açıdan önemli olmadığı, karaçam ve kızılcâm için ise önemli olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.36 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının alkol çözünlüğü değerleri (%).

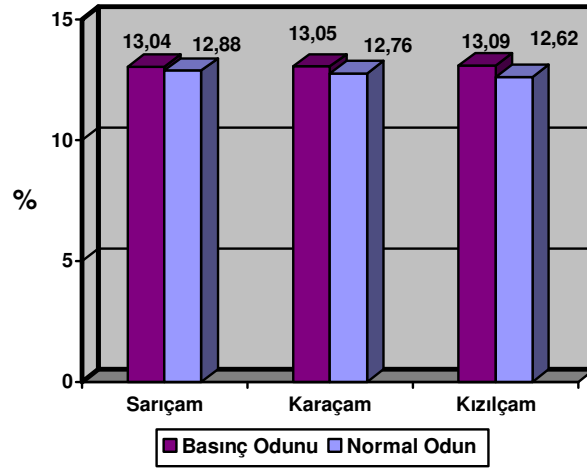
Çizelge 3.20 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının alkol çözünlüğü deneyi sonuçları.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Deney Sayısı	Ortalama Değer (%)	Standart Sapma	Min. Değer (%)	Max. Değer (%)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınc Odunu	6	3,24	1,30	1,55	4,71	1,729	0,144
	Normal Odun	6	2,81	0,96	1,44	3,71		
Karaçam	Basınc Odunu	6	3,52	1,45	2,00	5,34	2,987	0,031
	Normal Odun	6	3,16	1,56	1,71	5,13		
Kızılçam	Basınc Odunu	6	2,58	0,34	2,20	3,05	3,097	0,027
	Normal Odun	6	2,32	0,21	2,10	2,63		

3.2.7 % 1'lik NaOH Çözünürlüğüne Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunları için 6'şar adet %1'lik NaOH çözünürlüğü deneyi yapılmıştır. Sonuçların ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.21'de ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 3.37'de verilmiştir.

Basınç ve normal odunun %1'lik NaOH çözünürlüğü oranları arasındaki farkın önem düzeyinin 0,05'den büyük olması nedeniyle her üç tür için de önemli olmadığı saptanmıştır.



Şekil 3.37 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının % 1'lik NaOH çözünürlüğü değerleri (%).

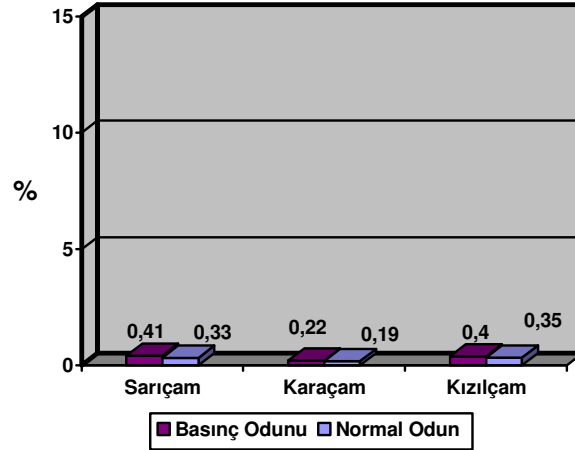
Çizelge 3.21 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının % 1'lik NaOH çözünürlüğü deneyi sonuçları.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Deney Sayısı	Ortalama Değer (%)	Standart Sapma	Min. Değer (%)	Max. Değer (%)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	6	13,04	1,92	11,28	15,86	0,426	0,688
	Normal Odun	6	12,88	1,74	10,97	15,46		
Karaçam	Basınç Odunu	6	13,05	1,69	11,14	15,30	0,709	0,510
	Normal Odun	6	12,76	1,83	10,46	14,50		
Kızılçam	Basınç Odunu	6	13,09	0,71	12,36	14,34	1,789	0,134
	Normal Odun	6	12,62	0,83	11,55	13,82		

3.2.8 Kül Tayinine Ait Bulgular

Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunları için 6'şar adet kül deneyi yapılmıştır. Sonuçların ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri ile basınç ve normal odun arasındaki farkın % 95 güven aralığında önemli olup olmadığını gösteren önem düzeyi değerleri Çizelge 3.22'de ve ortalama değerler de grafiksel olarak Şekil 3.38'de verilmiştir.

Sarıçamın basınç ve normal odunlarının kül oranları arasındaki farkın önem düzeyinin 0,05'den küçük olması nedeniyle istatistiki olarak önemli olduğu, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının kül oranları arasındaki farkın ise önemli olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 3.38 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının kül tayini değerleri (%).

Çizelge 3.22 Sarıçam, karaçam ve kızılçamın basınç ve normal odunlarının kül deneyi sonuçları.

Ağaç Türü	Odun Kısmı	Deney Sayısı	Ortalama Değer (%)	Standart Sapma	Min. Değer (%)	Max. Değer (%)	t Değeri	Önem Düzeyi
Sarıçam	Basınç Odunu	6	0,41	0,08	0,33	0,49	5,889	0,028
	Normal Odun	6	0,33	0,06	0,27	0,38		
Karaçam	Basınç Odunu	6	0,22	0,00	0,22	0,22	1,642	0,242
	Normal Odun	6	0,19	0,027	0,16	0,22		
Kızılçam	Basınç Odunu	6	0,40	0,08	0,32	0,49	1,788	0,216
	Normal Odun	6	0,35	0,03	0,32	0,38		

BÖLÜM 4

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlarında çeşitli dış etkiler sonucu oluşan basınç odunu ile normal odunun anatomik ve kimyasal özellikleri incelenerek, iki odun kısmının karşılaştırması yapılmıştır.

Yapılan anatomik incelemeler sonucunda traheid uzunluğu ve 1 mm²'deki traheid sayısı değerlerinin her üç tür için de karakteristik bir değişim gösterdiği, diğer özelliklerin ise türler arasında farklılıklar yarattığı tespit edilmiştir. Traheid uzunluklarının normal oduna göre azaldığı (Çizelge 3.6) ve 1mm²'deki traheid sayısının ise normale göre artış gösterdiği (Çizelge 3.5) bulunmuştur.

Ishengoma et al.(1990) tarafından yapılan çalışmada *Pinus batula* basınç odununun traheid uzunluğu 3,4 mm normal odunun traheid uzunluğu ise 4,6 mm bulunarak traheid uzunluğunun basınç odununda azaldığı ortaya konulmuştur. Aynı şekilde Cuo et al. (1982) de traheid uzunluklarının *Pinus koraiensis* basınç odununda normal odundan % 22 oranında daha kısa olduğunu tespit etmiştir. Bozkurt (1992) da basınç odununda traheid boylarının normal odundan % 10–40 daha kısa olduğunu belirtmektedir. Elde edilen bulgular traheid boylarının kısalması bakımından bahsedilen çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Traheid genişliği ve lümen genişliğinin üç türde de değişmediği (Çizelge 3.7 ve 3.8), çift çeper kalınlığının sadece sarıçam basınç odununda normal oduna kıyasla arttığı bulunmuştur (Çizelge 3.9).

Her üç çam türünde de basınç odunu traheidlerinin, özellikle yaz odunu kısmında, normal odun traheidlerine oranla yuvarlaklaştığı, traheid çeperlerinde belirgin çatlakların olduğu

(Şekil 3.2, 3.3, 3.10 ve 3.19) ve ilkbahar odunundan yaz odununa geçişin oldukça yavaş olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.9).

Furusawa et al. (1998) *Taxus cuspidata*'nın farklılaşmış ksilem hücrelerinin enine kesitini ışık mikroskopuyla incelediğinde traheidlerin yuvarlak bir şekil aldığını, hücrelerarası boşlukların arttığını ve hücre çeperinin normal oduna kıyasla kalınlaştığını bulmuştur. Yoshizwa et al. (1982) de çok sayıda iğne yapraklı ağaç üzerinde yaptığı çalışmasında, hücre çeperindeki helezoni çatlaklara bütün türlerde rastlamamış ve buna bağlı olarak da çatlakların basınç odununun önemli bir özelliği olmadığı ifade edilmiştir.

Traheid çaplarının basınç odunu için karakteristik bir özellik ortaya koymadığı, türler arasında farklı değerler verdiği tespit edilmiştir. Sarıçam basınç odununun ilkbahar odunu traheidlerinde radyal çapın artıp teğet çapın değişmediği ve yaz odunu traheidlerinde teğet çapın artış göstererek, radyal çapın değişmediği saptanmıştır. Karaçam basınç odununda, ilkbahar odunu traheidlerinde teğet ve radyal çapın azaldığı, yaz odunu traheidlerinde ise bir değişim olmadığı bulunmuştur. Kızılçam basınç odununda ise daha farklı sonuçlar elde edilmiş olup, ilkbahar odunu traheidlerinde teğet çapın azalış gösterip radyal çapın değişmediği ve yaz odunu traheidlerinde radyal çapın azalarak, teğet çapın aynı kaldığı belirlenmiştir (Çizelge 3.1, 3.2, 3.3 ve 3.4).

Ölçüm sonuçlarına göre, özışını hücre sayısının, ortalamalara bakıldığında her üç tür için de artış gösterdiği ancak bu artışın istatistiki olarak sarıçam ve kızılçam basınç odunlarında önem taşıdığı (Çizelge 3.10), özışını yüksekliğinin de yine ortalamalar dikkate alındığında üç türde de artış gösterdiği ancak sadece karaçam basınç odununda istatistiki önem taşıdığı tespit edilmiştir (Çizelge 3.11). 1 mm'deki özışını sayısının ise sarıçam ve karaçam basınç odunlarında arttığı, buna karşın kızılçam basınç odununda değişmediği saptanmıştır (Çizelge 3.12). Şekil 3.16, 3.17, 3.25 ve 3.26'da teğet kesitte özışınları görülmektedir.

Banan (1937–1914) iğne yapraklılar üzerinde yaptığı araştırmalarında özışınlarının sayısının ve boyutlarının, yıllık halka genişliğinin artmasıyla doğru orantılı olarak arttığını tespit etmiştir (Göker 1983). Timell (1972) de basınç odunlarında özışınlarının ve özışını hücrelerinin türlere göre farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Chung ve Lee (1989) ise *Pinus densiflora* basınç odununda fusiform ve üniseri özışınları ile boyuna reçine kanallarının daha kısa ve geniş olduğunu fakat özışını sayılarında bir farklılık olmadığını, buna karşın

boyuna reçine kanallarının karşı oduna kıyasla daha az sayıda olduğunu ortaya koyarak diğer çalışmalarla benzer sonuçlar vermiştir.

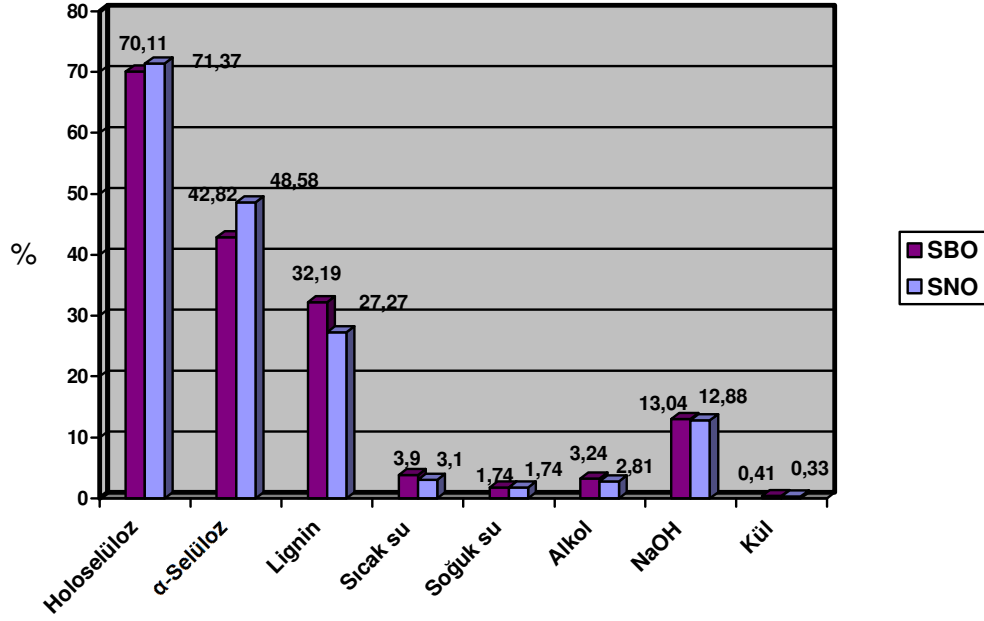
Odunun permeabilitesi açısından önem taşıyan kenarlı geçit ve porus çaplarının karaçam ve kızılçam basınç odunlarında azaldığı, sarıçam basınç odununda ise değişmediği bulunmuştur (Çizelge 3.13 ve 3.14). Şekil 3.8, 3.20, 3.28, 3.29 ve 3.30'da radyal kesitte kenarlı geçit ve karşılaşma yeri geçitleri görülmektedir.

Lohrasebi et all., (1999) basınç odununda liflerin normalden daha kısa, hücre çeperinin daha kalın ve geçitlerin de daha az sayıda ve daha küçük olduğunu belirtmekte olup, bu özellikler nedeniyle kağıt hamuru üretimi sırasında su ve çözeltilere karşı yetersiz penetrasyon meydana geldiğini ifade etmektedir. Yine aynı şekilde Kırıcı (2000) da geçitlerin normalden daha az sayıda ve yarık biçimde olduğunu ifade etmektedir.

Kimyasal analizler sonucunda, Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de de görüldüğü gibi sarıçam basınç odununda holoselüloz ve α -selüloz oranı normal oduna kıyasla azalırken, lignin, alkol, % 1'lik NaOH çözünürlükleri ile kül miktarı artış göstermiştir. Sıcak su ve soğuk su çözünürlüğü normal odunla hemen hemen aynı değerleri vermiştir. Ancak holoselüloz, alkol ve % 1'lik NaOH çözünürlüğü değerlerindeki artışın yapılan istatistiki değerlendirmeye bağlı olarak normal odundan farklı olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1 Sarıçam basınç odununun ve normal odunun kimyasal özellikleri.

Kimyasal Özellikler	Sarıçam	
	Basınç Odunu	Normal Odun
Holoselüloz (%)	70,11	71,37
α -Selüloz (%)	42,82	48,58
Lignin (%)	32,19	27,57
Sıcak Su Çözünürlüğü (%)	3,90	3,10
Soğuk Su Çözünürlüğü (%)	1,74	1,74
Alkol Çözünürlüğü (%)	3,24	2,81
%1'lik NaOH Çözünürlüğü (%)	13,04	12,88
Kül (%)	0,41	0,33



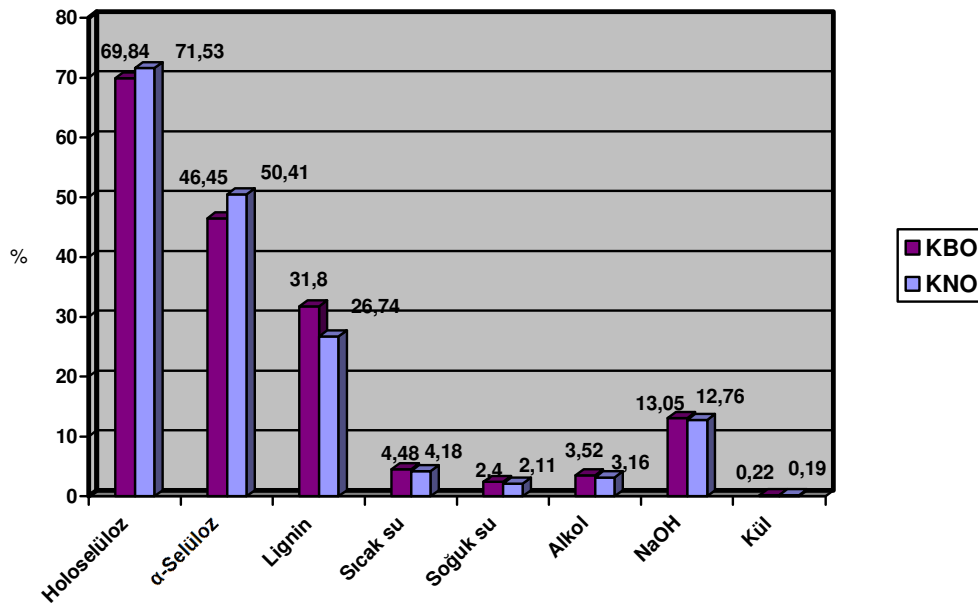
Şekil 4.1 Sarıçam basınç odunu ve normal odunun kimyasal özellikleri (%). SBO; Sarıçam Basınç Odunu, SNO; Sarıçam Normal Odun.

Panshin ve De Zeeuw (1970), sarıçamda selüloz oranının, basınç odununda % 31,8 ve normal odununda % 40,3, lignin oranının ise basınç odununda % 37,9 ve normal odununda % 27,4 olduğunu ifade etmektedir. Wenzel (1970) de sarıçam basınç ve normal odununda lignin oranını sırasıyla % 35,5 ve % 29,9 olarak vermektedir. Elde edilen bulgular, selüloz oranının azalması ve lignin oranının artması bakımından yukarıdaki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Ancak basınç odununun selüloz ve lignin oranları ile normal odunun selüloz ve lignin oranları arasındaki farkın diğer literatür verilerinden daha az olduğu görülmektedir. Bunun da alınan örneklerdeki basınç odunu oranının az olmasından, bölge farklılıklarından v.b nedenlerden kaynaklanabileceği söylenebilir.

Çizelge 4.2’de ve Şekil 4.2’de görüldüğü gibi karaçam basınç odununda α-selüloz oranı azalırken, lignin, sıcak su, soğuk su ve alkol çözünürlüğü değerleri artmıştır. Ortalama değerlere göre artış gösteren holoselüloz, % 1’lik NaOH çözünürlüğü ve kül miktarı değerleri istatistiki olarak normal oduna göre farklılık yaratmamıştır. Bulunan bu sonuçlar karaçam basınç odununun da azalan α-selüloz ve artan lignin oranlarıyla basınç odununun karakteristik özelliklerini taşıdığını ortaya koymuştur.

Çizelge 4.2 Karaçam basınç odununun ve normal odunun kimyasal özellikleri.

Kimyasal Özellikler	Karaçam	
	Basınç Odunu	Normal Odun
Holoseülüz (%)	69,84	71,53
α -Selüloz (%)	46,45	50,41
Lignin (%)	31,80	26,74
Sıcak Su Çözünürlüğü (%)	4,48	4,18
Soğuk Su Çözünürlüğü (%)	2,40	2,11
Alkol Çözünürlüğü (%)	3,52	3,16
%1'lik NaOH Çözünürlüğü (%)	13,05	12,76
Kül (%)	0,22	0,19



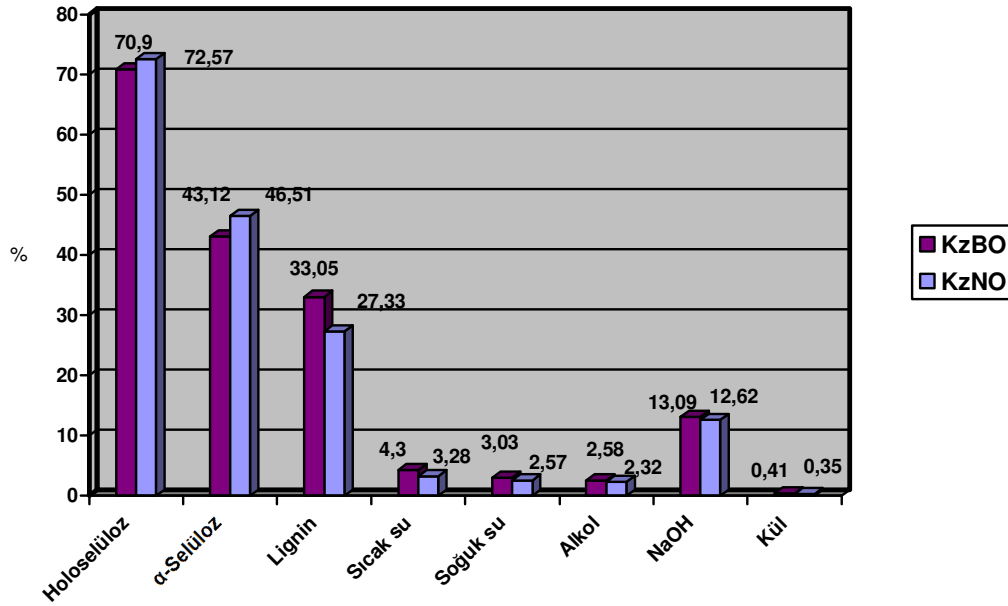
Şekil 4.2 Karaçam basınç odunu ve normal odunun kimyasal özellikleri (%). KBO; Karaçam Basınç Odunu, KNO; Karaçam Normal Odun.

Karaçamın kimyasal analizleri Giordano (1971) tarafından yapılan çalışmayla benzer sonuçlar vermiştir. Giordano (1971) karaçam basınç odununun selüloz oranı % 48,2, normal odunun selüloz oranı % 60,8, basınç odununda lignin oranı % 36,9, normal odununun lignin oranını % 26,7, ekstraktif miktarlarını ise basınç odununda % 2,75 normal odunda % 2,45 oranında bularak, basınç odunda selüloz oranının azaldığını, lignin oranının arttığını ve ekstraktiflerin

de dikkate değer bir değişim göstermediğini ortaya koymuştur (Timell,1986). Ancak sarıçamda olduğu gibi elde edilen bulgularla literatür verileri arasında küçük farklar görülmektedir.

Çizelge 4.3 Kızılcım basınç odununun ve normal odunun kimyasal özellikleri

Kimyasal Özellikler	Kızılcım	
	Basınç Odunu	Normal Odun
Holoseüloz (%)	70,90	72,57
α -Selüloz (%)	43,12	46,51
Lignin (%)	33,05	27,33
Sıcak Su Çözünürlüğü (%)	4,30	3,28
Soğuk Su Çözünürlüğü (%)	3,03	2,57
Alkol Çözünürlüğü (%)	2,58	2,32
%1'lik NaOH Çözünürlüğü (%)	13,09	12,62
Kül (%)	0,41	0,35



Şekil 4.3 Kızılcım basınç odunu ve normal odunun kimyasal özellikleri (%). KzBO; Kızılcım Basınç Odunu, KzNO; Kızılcım Normal Odun.

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’de görüldüğü gibi kızılçam basınç odununda holoselüloz ve α -selüloz oranı azalmış, lignin, sıcak su, soğuk su ve alkol çözünürlüğü değerleri artmıştır. İstatistiki olarak, % 1’lik NaOH çözünürlüğü ve kül miktarı normal oduna kıyasla değişmemiştir.

Sarıçam, karaçam ve kızılçam için elde edilen kimyasal analiz sonuçları (Çizelge 4.4 ve 4.5), her üç türün birbirlerine göre durumları dikkate alınarak irdelendiğinde, holoselüloz oranlarınının üç türün basınç odununda da birbirine yakın oranlarda azalış gösterdiği ancak bu azalışın sadece kızılçamda önem taşıdığı tespit edilmiştir. α -selüloz oranları bakımından kıyaslama yapıldığında ise üç türde de istatistiki açıdan önem taşıyan azalışlar saptanmış olup basınç ve normal odun arasındaki oransal farkın en fazla sarıçamda olduğu bulunmuştur. Lignin oranı da yine her üç türde de önemli oranda artış göstermiştir.

Çözünürlük değerleri göz önüne alındığında, sıcak su çözünürlüğünün normal oduna göre üç türün basınç odununda da arttığı, basınç ve normal odun arasındaki en yüksek farkı ise kızılçamın oluşturduğu tespit edilmiştir. Soğuk su çözünürlüğü, sarıçam basınç ve normal odunu arasında aynı değeri verirken karaçam ve kızılçam basınç odununda bir miktar artmıştır. Ancak söz konusu artışın sadece kızılçamda önemli olduğu bulunmuştur. Sarıçamda istatistiki açıdan önemsiz bir artış gösteren alkol çözünürlüğü, karaçam ve kızılçam basınç odununda normal oduna kıyasla dikkate değer bir artış göstermiştir. % 1’lik NaOH çözünürlüğünün ise oransal olarak her üç türde de artmış olduğu ancak bu artışın önemli olmadığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde kül miktarının üç türün basınç odununda da normal oduna göre artmış olduğu, ancak artışın sadece sarıçamda belirgin olduğu görülmüştür. Bulgulardan yola çıkılarak, çözünürlük değerlerinin türler arasında farklı sonuçlar vermesi ve aynı zamanda normal ve basınç odunu arasında hücre çeperi ana bileşenlerinin oluşturduğu fark kadar büyük bir fark yaratmaması nedeniyle basınç odunu oluşumunun çözünürlükler üzerinde daha az etkili olduğu söylenebilir.

Basınç odununun sahip olduğu kısa lif özelliği, düşük selüloz, yüksek lignin içeriği endüstriyel kullanımda çeşitli sorunlar yaratmakta olup, basınç odununun istenilmeyen bir malzeme olarak görülmesine neden olmaktadır.

Artan lignin ve azalan selüloz oranına bağlı olarak basınç odununun özgül ağırlığı ve sertliği de artış göstermekte ancak kırılabilirliği de artmaktadır. Bu da basınç odunun işlenmesinde zorluklar yaratmaktadır. Yine bu özellikler nedeniyle basınç odununda boyuna çekme oranı

normal oduna göre daha yüksek olmaktadır. Buna bağlı olarak da basınç odunu ve normal odun içeren tomruklarda düzensiz çalışmadan dolayı çarpılma ve eğilmeler görülmektedir.

Yapı doğramacılığı ve ağır konstrüksiyonlarda basınç odunu kullanımının önemli bir sorun olarak görülmediği, stabilite ve boyutlarda hassasiyet aranan kk boyutlu imalatlarda ise kullanılması uygun bulunmadığı Berkel (1967) tarafından belirtilmektedir. Ayrıca belirgin bir Şekilde basınç odunu içeren tomrukların mümkün olduğunca büyük boyutlarda keresteye biçilmesi, kk boyutlardaki kereste ve diğer imalatlardan kaçınılması gerektiği önerilmektedir.

Basınç odunu ayrıca sahip olduğu özellikler nedeniyle kağıt hamuru üretimine de uygun bulunmamaktadır. Mekanik hamur üretiminde dövme sırasında zayıf liflerde kopmalar meydana gelmekte bu da düşük çekme direncine sahip ve düşük kaliteli kağıt ve kağıt hamuru üretilmesine neden olmaktadır (Timell,1986). Ayrıca basınç odunun normal oduna göre renginin koyu olması ağartma masraflarını artırması nedeniyle bir başka sakınca olarak görülmektedir. Kimyasal kağıt hamuru üretiminde de basınç odununun hamur verimini düşüreceği ve hamur maliyetlerini artıracadığı gerekçesiyle tercih edilmeyeceği Kırıcı (2000) tarafından ifade edilmektedir.

Literatürde sarıçam ve karaçam basınç odunları ile ilgili anatomik ve kimyasal çalışmalara rastlanmıştır fakat kıızılam basınç odunu ile ilgili herhangi bir çalışma bilgimiz dışındadır.

Ülkemizde sarıçam, karaçam ve kıızılam basınç odununun anatomik ve kimyasal özellikleri üzerinde ilk defa çalışılmıştır. Hatta kıızılam basınç odununun anatomik ve kimyasal özellikleri dünya literatüründe ilk defa ele alınmıştır.

Yapılan alışmalar öncelikle bilimsel açıdan önemli olup bu alanda literatüre katkılar yapmaktadır.

Elde edilen veriler daha sonra yapılacak araştırmalar için de bir baz oluşturacaktır. Ayrıca alışma sonuçları bu üç am türü ile ilgili, kullanım alanlarında yaralanabilecek değerler içermektedir.

Çizelge 4.4 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç ve normal odunlarının anatomik ve kimyasal özelliklerine ait bulgular.

YAPILAN İNCELEMELER	Sarıçam		Karaçam		Kızılçam	
	BO	NO	BO	NO	BO	NO
İÖ traheid teğet çapı (µm)	39,50	39,60	29,55	39,95	34,30	37,15
İÖ traheid radyal çapı(µm)	32,35	28,00	22,75	29,80	29,25	29,70
YO traheid teğet çapı(µm)	14,45	11,20	16,65	16,00	13,00	13,15
YO traheid radyal çapı(µm)	20,40	21,15	20,95	22,30	23,65	25,85
1mm ² 'deki traheid sayısı	6811,0	6214,4	9479,2	6156,6	7010,6	6547,8
Traheid hücre uzunluğu(µm)	2816,0	3101,6	3037,4	3473,8	3739,1	4146,5
Traheid hücre genişliği(µm)	42,25	40,85	48,05	43,45	44,20	42,50
Traheid lümen genişliği(µm)	32,30	28,50	31,20	27,75	30,10	28,35
Traheid çift çeper kalınlığı(µm)	12,35	9,85	16,90	15,20	14,60	14,15
Özışını hücre sayısı	7,58	6,34	7,64	6,28	7,90	7,26
Özışını yüksekliği(µm)	185,05	175,90	212,00	176,10	211,35	194,10
1mm'deki özışını sayısı	6,18	4,74	5,58	4,60	6,64	6,50
Kenarlı geçit çapı(µm)	20,90	21,65	17,80	22,65	18,80	19,80
Porus çapı(µm)	6,25	6,55	5,75	7,60	4,60	5,05
Holoselüloz(%)	70,11	71,37	69,84	71,53	70,90	72,57
α-Selüloz(%)	42,82	48,58	46,45	50,41	43,12	46,51
Lignin (%)	32,19	27,57	31,80	26,74	33,05	27,33
Sıcak su çözünürlüğü(%)	3,90	3,10	4,48	4,18	4,30	3,28
Soğuk su çözünürlüğü(%)	1,74	1,74	2,40	2,11	3,03	2,57
Alkol çözünürlüğü(%)	3,24	2,81	3,52	3,16	2,58	2,32
%1'lik NaOH çözünürlüğü(%)	13,04	12,88	13,05	12,76	13,09	12,62
Kül(%)	0,41	0,33	0,22	0,19	0,41	0,35

İÖ; İlbahar Odunu, YO; Yaz Odunu, BO; Basınç Odunu, NO; Normal Odun

Çizelge 4.5 Sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç odunlarında normal oduna göre anatomik ve kimyasal bakımdan görülen değişimler.

Kül (%)	+	∩	∩
%1'lik NaOH Çözünürlüğü (%)	∩	∩	∩
Alkol Çözünürlüğü (%)	∩	+	+
Soğuk Su Çözünürlüğü (%)	∩	+	+
Sıcak Su Çözünürlüğü (%)	+	+	+
Lignin (%)	+	+	+
α - Selüloz (%)	∩	∩	∩
Holoseüloz (%)	∩	∩	∩
Porus Çapı (μm)	∩	∩	∩
Kenarlı Geçit Çapı (μm)	∩	∩	∩
1mm' deki Özışım sayısı	+	+	∩
Özışım Yüksekliği (μm)	∩	+	∩
Özışım Hücre Sayısı	+	∩	+
Traheid çift çeper kalınlığı (μm)	+	∩	∩
Traheid lümen genişliği (μm)	∩	∩	∩
Traheid hücre genişliği (μm)	∩	∩	∩
Traheid hücre uzunluğu (μm)	∩	∩	∩
1mm ² 'deki Traheid Sayısı	+	+	+
YO Traheid Radyal Çapı (μm)	∩	∩	∩
YO Traheid Teğet Çapı (μm)	+	∩	∩
İO Traheid Radyal Çapı (μm)	+	∩	∩
İO Traheid Teğet Çapı (μm)	∩	∩	∩
TÜR	SARIÇAM BO	KARAÇAM BO	KIZILÇAM BO

İ.O; İlkbahar Odunu, Y.O; Yaz Odunu, BO; Basınç Odunu, (+; artmış, -; azalmış, ~; değişmemiş)

KAYNAKLAR

- Adler E** (1977) Lignin chemistry-past, present and future, *Wood Science and Technology*, 11 (3): 169
- Alptekin Ü** (1986) Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe)'nın Coğrafik Varyasyonları, İ.Ü. Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Doktora Tezi (yayımlanmamış), İstanbul, 170 s.
- Altunışık R, Çoşkun R, Yıldırım E ve Bayraktaroğlu S** (2002) *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri SPSS Uygulamalı*, Geliştirilmiş 2. Basım, Sakarya Kitapevi, Sakarya Üniversitesi, İ.İ.B.F., Sakarya.
- Anderson C and Walter F** (1995) Classification of compression wood using digital image analysis. *Forest Products Journal*, 45:87
- Andersson S, Serimaa R, Torkkeli M, Paakkari T, Saranpää P and Pesonen E** (2000) Microfibril Angle of Norway Spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] Compression Wood: Comparison of Measuring Techniques, *Journal of Wood Science*, 46 (5): 343–349
- Anşin R ve Özkan C** (1997) *Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar*, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 167, Fakülte Yayın No: 19, Trabzon
- Anşin R** (1994) *Tohumlu Bitkiler, Gymnospermae (Açık Tohumlular)*, I.Cilt, II. Baskı, K.T.Ü. Genel Yayın No: 122, Fakülte Yayın No: 15, Trabzon, s. 146–149.
- Ay N** (1994) Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.)Franco) Odununun Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Bamber R K** (2001) A General Theory for the Origin of Growth Stresses in Reaction Wood: How Trees Stay Upright, *IWA Journal*, 22 (3): 205–212
- Berkel A** (1957) Kızılçamda (*Pinus brutia*) Teknolojik Araştırmalar, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt: 7, S.2
- Berkel A** (1967) Reaksiyon Odunu, Özellikleri, Kalite ve Değerlendirme Bakımından Önemi, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt XVII, Sayı 1, İstanbul
- Berkel A** (1970) *Ağaç Malzeme Teknolojisi*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Genel Yayın No: 1448, Fakülte Yayın No: 147, İstanbul
- Bozkurt Y** (1992) *Odun Anatomisi*, İ. Ü. Yayın No: 3652, O.F. Yayın No:415, İstanbul

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Brown H P, Panshin A J and Forsaith C C** (1949) *Textbook of Wood Technology*, Vol: I Structure, Identification, Defects and Uses of Commercial Woods of the United States, McGraw-Hill Book Company, Inc, New York
- Brown H P, Panshin A J and Forsaith C C** (1952) *Textbook of Wood Technology*, Vol:II The Physical, Mechanical and Chemical Properties of the Commercial Woods of the United States, McGraw-Hill Book Company, Inc, New York
- Browning B L** (1967) *Methods of wood chemistry*, Vol:1, Interscience Publishers, New York, London, Sdney
- Burgert I, Frühman K, Keckes J, Fratzl P and Tschegg S S** (2004) Structure-function relationship of four compression types: micromechanical properties at the tissue and fibre level, *Trees*, 18: 480–485
- Chang F J and Duh M H** (1988) Studies on chemical properties of some important local wood, I. Compression between normal and reaction wood, *Quarterly Journal of Chinese Forestry*, 21 (1): 77–85, 9 ref.
- Chung Y J and Lee P W** (1989) Anatomical studies on the features of rays in compression wood of Korean red pine (*Pinus densiflora* S. Et Z.), *Journal of Korean Forestry Society*, 78 (2): 119–131, 40 ref.
- Côté W A, Day A C and Timell T E** (1968) Studies on compression wood, VII. Distribution of lignin in normal and compression wood of tamarack (*Larix laricina* (du Roi) K.Koch), *Wood Science and Technology*, 2:13
- Cuo D R, Yang C M and Lin Y** (1982) The relationship between the fibrillar angle' variation of the man-planted Korean pines and the traheid length as well as tensile strength, *Journal of North Eastern Forestry Institute*, No: 2, 39–48, 3pl., 18 ref.
- Donaldson L A and Burdon R D** (1995) Clonal variation and repeatability of microfibril angle in *Pinus radiata*. *New Zealand Journal of Forestry Science* 25 (2): 164–174
- Donaldson L A, Singh A P, Yoshinaga A and Takabe K** (1999) Lignin distiribution in mild compression wood of *Pinus radiata*, *Canadian Journal of Botany*, 74:41
- Donaldson L A, Grace J and Downes G M** (2004) Within–Tree Variation in Anatomical Properties of Compression Wood in Radiata Pine, *Iawa Journal*, 25 (3): 253–271
- Du S and Yamamoto F** (2007) An Overview of the Biology of Reaction Wood Formation, *Journal of Integrative Plant Biology*, 49(2): 131–143
- Erickson M** (1973) Larson S and Miksche G E - Zur Struktur des Lignins des Druckholzes von *Pinus mugo*, *Acta Chemica Scandinavica* 27:1673
- Erten P ve Önal S** (2001) Kızılcıam, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, El Kitabı Dizisi:2, Muhtelif Yayınlar Serisi: 52, Ankara

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Fengel D and Wegener G** (1984) *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions*, Walter de Gruyter, New York
- Forestry** (2007a) The Research Agency of the Forestry Commission, www.forestry.gov.uk/.../CEMARE_Wood_Cells.gif
- Forestry** (2007b) The Research Agency of the Forestry Commission, [www.forestry.gov.uk/pdf/crwoodproducts30.pdf/\\$FILE/crwoodproducts30.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/crwoodproducts30.pdf/$FILE/crwoodproducts30.pdf)
- Fuhushima K and Terashima N** (1988) Heterogeneity in formation of lignin, Part XI: An autoradiographic study of the heterogeneous formation and structure of pine lignin, *Wood Sci. Technol.*, 22: 259-257
- Fuhushima K and Terashima N** (1991) Heterogeneity in formation of lignin, Part XV Formation and structure of lignin in compression wood of *Pinus thunbergii* studied by microautoradiography, *Wood Sci. Technol.*, 25: 371-381
- Funada R, Mizukami E, Kubo T, Fushitani M and Sugiyama T** (1990) Distribution of indole-3-acetic acid compression wood formation in the stems of inclined *Cryptomeria japonica*, *Holzforschung* 44: 331-334
- Fujita M, Saiki H and Harada H** (1978) The secondary wall formation in compression wood tracheids, II. Cell wall thickening and lignification, *Mokuzai Gakkaishi*, 24: 158-163
- Fujita M and Harada H** (1979) Autoradiographic investigation of cell wall development. II. Tritiated phenylalanine and ferulic acid assimilation in relation to lignification, *Mokuzai Gakkaishi*, 25: 89-94
- Fujita M and Harada H** (2001) *Wood and Cellulosic Chemistry*, Ultrastructure and Formation of Wood Cell Wall, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel
- Furusawa O, Funada R, Murakami Y and Ohtani J** (1998) Arrangement of cortical microtubules in compression wood tracheids of *Taxus cuspidata* visualized by confocal laser microscopy, *J. Wood Sci.* 44: 230-233
- Gerçek Z** (1984) Türkiye’de Yetiştirilen *Camellia sinensis* L. Knutze’nin İç Morfolojik Özellikleri ve Yetiştirme Koşullarının Bu Özellikler Üzerine Etkisi, Doktora Tezi K.Ü. Basımevi, Trabzon
- Gindl W and Teischinger A** (2003) Comparison of the TL-Shear Strength of Normal and Compression Wood of European Larch, *Holzforschung*, 57: 421-426
- Göker Y** (1983) Reaksiyon Odunu Oluşumunun Ağaç Malzemenin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi Hakkında Araştırmalar, *I.Ü Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 33, Sayı 2, İstanbul

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Gümüşkaya E** (2002) Kendir (*Cannabis sativa* L.) Soymuk Liflerinden Asidik ve Alkali Ortamlarda Üretilen Kağıt Hamurlarının Kimyasal ve Kristal Yapı Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Hafızoğlu H** (1982) *Orman Ürünleri Kimyası Ders Notları, Cilt 1, Odun Kimyası*, K.Ü Orman Fakültesi Yayın No:52, K.Ü Basımevi, Trabzon
- Hafızoğlu H ve Usta M** (2005) Chemical Composition of Coniferous Wood Species Occuring in Turkey, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 63: 83–85
- Hale J D and Perem E** (1963) Importance of compression wood in appraising wood quality, Forest Products Research Branch Department of Forestry, Canada
- Haygreen J G and Bowyer J L** (1996) *Forest Products and Wood Science*, 3rd end, IOWA State University Press, Ames Iowa
- Hoffman C G and Timell T E** (1972) *Polysaccharides in ray cells of compression wood of Red Pine (Pinus resinosa)*, *Tapi*, 55 (6): 871–873, 23 ref.
- Ishengoma R C, Mrema F A J and Ringo W N** (1990) “Basic density and traheid length of normal and compression wood from plantation grown *Pinus patula*” Faculty of Forestry, Sokoine University of Agriculture, No:44
- Jane F W** (1956) *The structure of wood*, Adam & Charles Black, London
- Kartal S N and Lebow S T** (2001) Effect of Compression Wood on Leaching and Fixation of CCA – C Treated Red Pine, *Wood and Fiber Science*, 33 (2): 182–192
- Kayacık H** (1980) *Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği I. Cilt- Gymnospermae*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 2642, O.F. Yayın No: 281, İstanbul
- Kırcı H** (2000) *Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Ders Notları Yayın No: 63, Trabzon
- Kocon J** (1990) Occurrence and structure of the reaction wood of the European larch (*Larix europea* DC) and of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) investigated with the X-ray diffraction and electron scanning microscope, *Annals of Warsaw Agricultural University SGGW-AR, Forestry and Wood Technology*, No:39, 71–78, 6 ref.
- Kocon J** (1988) Structure and ultrastructure of reaction wood of supruce (*Picea abies* Lam.) and of beech (*Fagus silvatica* L.), *Annals of Warsaw Agricultural University SGGW-AR, Forestry and Wood Technology*, No: 38, 9–18, 13 ref.
- Koch P, Côté W A, Schlieter J and Day A C** (1990) “Incidence of Compression Wood and Stem Eccentricity in Lodgepole Pine of North America” United States Department of Agriculture, Research Paper INT–420

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kollmann F P and Côté A W** (1968) *Principles of wood Science and Technology I. Solid wood*. Springer-veriag, Berlin-Heidelberg-Newyork
- Kutscha N P, Hyland F and Schwarzmann J M** (1975) Certain Seasonal Changes in Balsam Fir Cambium and Derivatives, *Wood Science and Technology*, 9 (3): 175–188
- Kutsuki H and Higuchi T** (1981) Activities of Some Enzymes of Lignin Formation in Reaction Wood of Thuja orientalis, Metasequoia glyptostroboides and Robinia pseudoaccacia, *Planta*, 152 (4): 365–368
- Kwon M, Bedgar D L, Piastuch W, Davin L B and Lewis N G** (2001) Induced Compression Wood Formation in Douglas Fir (*Pseudotsuga menziesii*) in mikrogravity, *Phytochemistry*, 57: 847–857
- Latif A M** (1963) Comparative study of normal and compression wood lignin of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* Franco), PhD Thesis, University of Washington, Seattle
- Lee C L** (1961) Crystallinity of Wood Cellulose Fibers, *Forest Prod. J.*, 11: 108-112
- Lohrasebi H, Mabee, W E and Roy D N** (1999) Chemistry and Pulping Feasibility of Compression Wood in Black Spruce, *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 19: 13–25
- Morohoshi N and Sakakibara A** (1971) The chemical composition of reaction wood I, *Mokuzai Gakkaishi* 17 (9): 393
- McDougall J G** (2000) A comparison of proteins from the devoloping xylem of compression and non-compression wood of branches of Sitka spruce (*Picea sitchensis*) reveals a differentially expressed laccase, *Journal of Experimental Botany*, 51 (349): 1395–1401
- Mukoyoshi S, Azuma J and Koshijima T** (1981) Lignin-carbohydrate complexes from compression wood of *Pinus densiflora* Sieb et Zucc., *Holzforschung*, 35 (5): 233–240, 35 ref.
- Merev N** (1998) *Odun Anatomisi*, K.T.Ü Oman Fakültesi Yayın No:189/27, Trabzon
- Merev N** (2003) *Odun Anatomisi*, K.T.Ü Orman Fakültesi Genel Yayın No:209, Fakülte Yayın No: 31, Trabzon
- Nanayakkara B** (2007) Chemical Characterisation of Compression Wood in Plantation Grown *Pinus radiata*, PhD in Chemistry, University of Waikato, New Zealand
- Nicholls J W P** (1982) Wind action, leaning trees and compression wood in *Pinus radiata* D.Don, *Aust. For. Res.* 12: 75–91
- Önnerud H and Gellerstedt G** (2003) Inhomogeneities in the chemical structure of spruce lignin, *Holzforschung*, 57(2): 165

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Örs Y ve Keskin H** (2001) *Ağaç Malzeme Bilgisi*, TC Sanayi ve Ticaret Bakanlığı KOSGEB
- Özdamar K** (1999) *Paket Programları İle İstatistiksel Veri Analizi SPSS MINITAP*, İkinci Baskı, Kaan Kitapevi, Eskişehir
- Panshin A J and De Zeeuw C** (1980) *Textbook of Wood Technology*, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. 720 pp
- Pande P K, Rao R V, Agrawal S P and Singh M** (1995) Variation in the dimension of traheid element of *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, *Journal of Tropical Forest Products*, 1 (2): 117–123, 18 ref.
- Plomion C, Leprovost G and Stokes A** (2001) Wood Formation in Tress, *Plant Physiol*, 127: 1513–1523
- Parham R and Gray R L** (1984) *The Chemistry of Solid Wood*, American Chemical Society, Washington.
- Park S, Saiki H and Harada H** (1980) *Structure of branchwood in akamatsu (Pinus densiflora Sieb. Et Zucc.)* (2). Wall Structure of branchwood traheids, *Memoirs, College of Agriculture, Kyoto University*, No: 115, 33–44, 11 ref.
- Park S J** (1983) Structure of ‘opposite’ wood. I. Structure of the annual ring in the ‘opposite’ wood of a horizontal growing stem of akamatsu (*Pinus densiflora* S. and Z.), *Journal of the Japan Wood Research Society*, 29 (4): 295 – 301, 8 ref
- Park S J** (1984) Structure of ‘opposite’ wood. III. Variability of the microfibril angle and length of the traheids in peripheral positions within each annual ring including the ‘opposite’ wood, *Journal of the Japan Wood Research Society*, 30 (6), 435–439, 16 ref.
- Park S J** (1985) Structure of ‘opposite’ wood. VI. Structure of ‘opposite’ wood at the ground-level disc within a stem of akamatsu, *Journal of the Japan Wood Research Society*, 31(3): 139–144, 14 ref.
- Park S J** (1986 a) Structure of ‘opposite’ wood. V. Structure of ‘opposite’ wood in an inclined stem of akamatsu (*Pinus densiflora*), *Mokuzai Gakkaishi Journal of the Japan Wood Research Society*, 32 (1): 1–5, 8 ref.
- Park S J** (1986 b) Structure of ‘opposite’ wood. VI. Structure of ‘opposite’ wood in horizontal growing seedling of akamatsu (*Pinus densiflora* S. et Z.), *Mokuzai Gakkaishi Journal of the Japan Wood Research Society*, 32 (2): 73–79,11 ref.
- Park S J** (1986 c) Structure of ‘opposite’ wood. VII. Structure of ‘opposite’ wood formed in wide portion of annual ring, *Mokuzai Gakkaishi Journal of the Japan Wood Research Society*, 32 (5): 293–298, 12 ref.
- Park S J** (1986 d) Structure of ‘opposite’ wood. VIII. Component layers in traheid walls of ‘opposite’ wood, *Mokuzai Gakkaishi Journal of the Japan Wood Research Society*, 32 (8): 644–648, 14 ref.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Rowell M R, Pettersen R, Han J S, Rowell J S and Tshabalala M A** (2005) *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*, CRC pres, 487 pages
- Serin Z, Gümüşkaya E ve Ondaral S** (2003) A Review Of The Chemical Composition Of Different Softwoods, Hardwoods and Annual Plants, Forest For Food And Water, IFSS 1–5 September 2003, İstanbul
- Singh A P** (1997) The ultrastructure of the attack of *Pinus radiata* mild compression wood by erosion and tunnelling bacteria, *Canadian Journal of Botany*, 75 (7), 1095–1102, 22 ref.
- Singh A P, Sell J, Schmitt U, Zimmermann T and Dawson B** (1998) Radial Striation of The S2 Layer in Mild Compression Wood Traheids of *Pinus radiata*, *Holzforschung*, 52 (6): 563–566, 21 ref.
- Singh A P, Kim Y S, Park B D, Chung G C and Wong A H H**, (2003) Presence of distinct S3 in mild compression wood traheids of *Pinus radiata*, *Holzforschung*, 57: 243–247
- Skova G, Nikolov S and Saranpaa P** (1984) Some features of the structure of compression wood and opposite wood of *Pinus pinaster* under the scanning electron microscope, *Gorskostopanska Nauka*, 21 (6): 60–68, 4 pl, 16 ref.
- Starbuck C J and Phelps J E** (1986) Induction of compression wood in rooted cutting of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco by Indole–3-acetic acid. *IAWA Bull. n.s.*, 7: 13–16
- Takashima T, Akabane F and Miyasaka M** (1974) The chemical and physico–chemical properties of Akamatsu compression wood and some properties of the pulp, *Bulletin of the Experiment Forests*, Tokyo University of Agricultural and Technology, No: 11, 73–78, 14 ref.
- Tanaka F and Koshijima T** (1981) Characterization of cellulose in compression and opposite wood of a *Pinus densiflora* tree grown under the influence of strong wind, *Wood Science and Technology*, 15 (4): 265–273, 12 ref.
- TAPPI Standarts** (1992) *Offical Test Methods Association Of The Pulp And Paper Industry*, USA
- TAPPI T 246 om–97** Preparation of Wood for Chemical Analysis
- TAPPI T 204 om–97** Solvent Extractives of Wood and Pulp
- TAPPI T 207 om–99** Water Solubility of Wood and Pulp
- TAPPI T 211 om–02** Ash in Wood, Pulp, Paper and Paperboard, Combustion at 525°C
- TAPPI T 212 om–02** One Percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood and Pulp

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Telewski F W** (1995) *Wind induced physiological and developmental responses in trees. In Wind and Trees*, M.P. Coutts and J.Grace, Eds., Cambridge University Pres, New York, pp 237-263
- Tiemann H D** (1951) *Wood Technology, Constitution, Properties and Uses*, Pitman Publishing Corporation, Newyork
- Timell T E** (1972) Observations on the rays in compression wood, *Holz als Roh und Werkstoff*, 30 (7), 267–273, PR, 42 ref.
- Timell T E** (1973a) Studies on opposite wood in conifers, Part I: Chemical composition, *Wood Science and Technology*, 7 (1): 1–5, 19 ref
- Timell T E** (1973b) Studies on opposite wood in conifers, Part II: Histology and ultrastructure, *Wood Science and Technology* 7 (2): 79–91
- Timell T E** (1973c) Studies on opposite wood in conifers, Part III: Distiribution of lignin, *Wood Science and Technology* 7 (3): 163–172
- Timell T E** (1978) Helical Thichenings and Helical Cavities in Normal and Compression Wood of *Taxus baccata*, *Wood Science and Technology*, 12 (1): 1 – 15
- Timell T E** (1982) Recent progress in the chemistry and topochemistry of compression wood, *Wood Science and Technology*, 16 (2): 83–122
- Timell T E** (1986) *Compression Wood in Gymnosperms*, vol. 1,2 and 3. Springer–Verlag, Berlin, New York, Tokyo. 2150 pp.
- Tomazello F M, Barichelo L and Costa J C** (1985) Analysis of *Pinus oocarpa* and *Pinus strobus* var. *chiapensis* compression wood, Chemical composition, *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF)*, No: 31, 69–73, 42 ref.
- Tomazello F M** (1987) Analysis of compression wood in *Pinus oocarpa*: anatomical structure and quantification, *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF)*, No:37, 61–68, 31 ref.
- Tosun S** (2001) Sariçam, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, El Kitabı Dizisi:7, Muhtelif Yayınlar Serisi:67, Ankara
- TS 2471** (1981) *Odunda Fiziksel, Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini*, I.Baskı, TSE, Ankara
- UTK** (2006) The University of Tennessee, www.fp.bio.utk.edu
- Wadenback J, Clapham D, Gellerstedt G and Arnold S V** (2004) Variation in content and composition of lignin in young wood of Norway spruce. *Holzforschung*, 58 (2): 107

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Wilson B F, Chien CT and 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
- WSL** (2006) Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, www.wsl.ch/staff/jan.esper/pics/rootdisc_high.jpg
- Yaltrık F** (1988) *Dendroloji Ders Kitabı I, Gymnospermae (Açık Tohumlular)*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3443, O.F. Yayın No: 386, İstanbul, s. 73–79.
- Yaltrık F ve Efe, A** (2000) *Dendroloji Ders Kitabı Gymnospermae–Angiospermae II.Baskı*, İ.Ü. Yayın No: 4265, O.F Yayın No: 465, İstanbul
- Yasuda S and Sakakibara A** (1975) The chemical composition of lignin from reaction wood, *Mokuzai Gakkaishi* 21 (6): 363
- Yeh T F** (2005) Chemical and Structural Characterizations of Juvenile Wood, Mature Wood of Loblolly Pine (*Pinus taeda*), PhD in Wood and Paper Science, Graduate Faculty of North Carolina State University, U.S.A
- Yoshida M, Yamamoto O and Okuyama T** (2000) Strain Changes on the Inner Bark Surface of an Inclined Coniferous Sapling Producing Compression Wood, *Holzforschung*, 54, 664–668
- Yoshizawa N, Itoh T and Shimaji K** (1982) Variation in features of compression wood among gymnosperms. *Bulletin Utsunomia University Forests* 18:45
- Yumoto M, Ishida S and Fukazawa K** (1983) Studies on the formation and structure of compression wood cells induced by artificial inclination in young trees of *Picea glauca*, IV. Gradation of the severity of compression wood traheids, Research Bulletins of the College Experiment Forests Hokkaido Universty, 40, 409
- Zobel B J and van Buijtenen J P** (1989) *Wood Variations: Its Causes and Control (Springer series in wood science)*, Springer-Verlag, Berlin

BİBLİYOGRAFYA

- Bland D E** (1958), The chemistry of reaction wood. Part I. The lignins of *Eucalyptus goniocalyx* and *Pinus radiata*, *Holzforschung* 12 (2): 36
- Côté W A, Simson B W and Timell T E** (1966) Studies on compression wood, Part 2. The chemical composition of wood and bark from normal and compression wood regions of fifteen species of gymnosperms, *Svensk Papperstidning*, 69 (17): 547
- Göksel E** (1981) Kızılcım Lif Morfolojisi Odundan Sülfat Selülozu Elde Etme Olanakları Üzerine Araştırmalar, *İ.Ü. Orm. Fak. Der.*, Seri: A, V.:31, No: 1
- Kuduban E** (1996) Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) Odun ve Kabuğunun Kimyasal Bileşimi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Pillow M** (1941) A new method for detecting compression wood, *Journal of Forestry*, 39: 385
- Usta M** (1989) Sülfat Pişirmesinde Açığa Çıkan Toplam İndirgenmiş Kükürt (TRS) Bileşiklerinin Oksijenle Yükseltgenmesi, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, PhD.Thesis, 154s., Trabzon
- Usta M** (1993) *Yerli Çam Türlerimizin Kabuk ve Odun Bileşimlerinin Karşılaştırılması*, "ORENKO'93" II.Ulusal Orman Ürünleri Enstitüsü Kongresi Bildiri Metinleri, 6–9 Ekim 1993, Trabzon
- Wenzl H F S** (1970) Chemical Technology of wood Translated form the German by Friedrich E Brauns Academic press. Newyork-London.

ÖZGEÇMİŞ

Süheyla Esin SARIUSTA, 1982 yılında Bolu'da doğdu; ilk, orta ve lise eğitimini Bolu-Mengen'de tamamladı. 2000 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği bölümüne başladı. 2004 yılında bu bölümden üniversite birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. Halen yüksek lisans eğitimini sürdürmekte olup yabancı dili İngilizce'dir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Türkbeyli mah. Mahir Tatlı sok.

No: 9 / 2

Mengen / BOLU

Tel: (374) 356 2026

E-posta: sesins@gmail.com