

ULTRASES İLE ÇAM ve KAVAK AĞAÇLARINDA
NEM ORANI TAYINI

Ercan UÇGUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fizik Anabilim Dalı

1991

ULTRASES İLE ÇAM ve KAVAK AĞAÇLARINDA
NEM ORANI TAYINI

Ercan UÇGUN

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Fizik Anabilim Dalı
Genel Fizik Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Prof. Ertunç ARAL

Şubat 1991

Ercan Uçgun'un YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı
"ULTRASES İLE ÇAM ve KAVAK AĞAÇLARINDA NEM ORANI TAYİNİ"
başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili
maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

11.3.1991

Uye : Prof. Dr. Muhsin ZOR

Uye : Prof. M. Selami KILIÇKAYA

Uye : Prof. Ertuğ ARAL

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun **13 MART 1991**
gün ve **270-3** sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Rüstem KAYA

ÖZET

Frekansı 20000 Hz'den yüksek olan seslere ultrases denir. İncelenecek olan maddeyi tahrip etmediğinden dolayı kendine birçok kullanım alanı bulmuştur ve her geçen gün de bu kullanım alanlarına bir yenisi eklenmektedir.

Ağaç ise insanoğlunun varolduğu günden beri en büyük yardımcı olmuştur. Başlıbaşına bir endüstri dalı olan ağaç endüstrisi diğer birçok endüstri dalının da doğmasına neden olmuştur. Bu nedenle, insanlar ormanı korumak ve tahrip etmemek için birçok tedbirler almışlardır.

Bu çalışmada, ultrases ile çam ve kavak ağaçlarında nem oranı tayini incelenmiştir. Nem oranı, ağacın fiziksel özelliklerinden birisidir ve tayini için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Biz ise nem oranı tayininde ultrasesin kullanılmasının daha kolay olacağını göstermeye çalıştık. Ayrıca ultrases ile ağacın diğer bazı özelliklerinin de incelenebileceği mümkün görülmektedir.

SUMMARY

The sound whose frequency is higher than 20000 Hz is called ultrasound. It was found many fields of application because it didn't destroy the material and the fields of application were increased every day.

The wood had been available means of humanbeing since the day of existance. The wood industry is special branch of industry and it created many new branches of industry. Therefore, men had taken many precautions in order to conserve and don't destroy the forest.

In this study, examination was made of the determination of moisture content in woods of pine and poplar by the ultrasound. Various methods have been developed in order to determine of moisture content. We showed an easy method of determination of moisture content by the ultrasound. And the other peculiarities of wood can examine by the ultrasound.

TEŞEKKÜR

En başta bana bu tezi veren ve her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Ertuğç ARAL'a ,kaynak konusundaki eksikliklerimizi gideren Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü Kalabak Orman İşletmesi Şefi Sayın Orman Mühendisi Adnan DİLTEMİZ'e, deneylerimiz esnasında lazım olan etüvü kullanmamız için izin veren Kimya Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Cemil OĞRETİR'e, bu etüvün kullanılmasını gösteren kimya bölümü araştırma görevlilerinden Sayın Arş. Gör. Halil BERBER'e ,tezin yazımı sırasında göstermiş oldukları yardımdan dolayı Arş. Gör. Ali ÇETİN, Arş. Gör. Mehmet PEKER ve Tek. Zülkarni DELİL'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iii
SUMMARY	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. ULTRASES DALGALARININ TEMEL ÖZELLİKLERİ	3
2.1. Dalga Çeşitleri	3
2.2. Ultrases Dalgaları	4
2.3. Ultrases Dalga Çeşitleri	5
2.3.1. Enine Ultrases Dalgaları	5
2.3.2. Boyuna Ultrases Dalgaları	5
2.3.3. Yüzey Ultrases Dalgaları	6
2.4. Ultrases Dalgalarının Soğurulması	6
2.5. Ultrases Oluşturulması ve Algılanması	6
2.5.1. Piezoelektrik Transducerler	7
2.5.2. Manyetostriksiyon Transducerler	10
2.5.3. Elektriksiyon Transducerler	11
2.5.4. Transducerlerin Bağlantısı	11
2.6. Ultrases Ölçüm Yöntemleri	12

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
2.7. Ultrases Uygulamaları	12
2.7.1. Ultrasesden Haberci Olarak Yararlanılan Uygulamalar	13
2.7.2. Ultrasesin Enerjisinden Yararlanılan Uygulamalar	14
3. AĞACIN GENEL ÖZELLİKLERİ	15
3.1. Ağacın Kimyasal Yapısı	15
3.1.1. Selüloz	15
3.1.1.1. Selülozun kristal yapısı	17
3.1.2. Lignin	18
3.1.3. Hemiselüloz	19
3.1.4. Reçine	19
3.1.5. Yağlar	19
3.1.6. Eterik Yağlar(Uçucu Yağlar)	20
3.1.7. Tanen	20
3.2. Ağacın Elemanter Analizi	20
3.3. Ağacın Fiziksel Özellikleri	21
3.4. Ağacın (Genel Anlamda Bitkilerin) Mikroskobik Yapısı	22
3.5. Ağacın Makroskobik Yapısı	27
3.6. Gymnosperm (İğne Yapraklı) Odunu	29
3.7. Angiosperm (Geniş Yapraklı) Odunu	30

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.8. Çam (<i>Pinus</i>) Ağacının Özellikleri	32
3.8.1. <i>Pinus Silvestris</i>	32
3.8.2. <i>Pinus Pinaster</i>	33
3.8.3. <i>Pinus Halepensis</i>	33
3.9. Kavak (<i>Populus</i>) Ağacının Özellikleri	33
4. ULTRASES DENEY SİSTEMİ ve NUMUNELERİN HAZIRLANMASI	35
4.1. Ultrases Deney Sistemi	35
4.2. Numunelerin Hazırlanması	36
4.2.1. Çam Numunelerin Hazırlanması	36
4.2.1.1. 1 numaralı çam numuneleri	36
4.2.1.2. 2 numaralı çam numuneleri	37
4.2.1.3. 3 numaralı çam numunesi	37
4.2.2. Kavak Numunelerin Hazırlanması	37
4.2.2.1. 1 numaralı kavak numuneleri	37
4.2.2.2. 3 numaralı kavak numuneleri	38
5. DENEY VERİLERİ	41
5.1. Çam Numunelerden Elde Edilen Veriler	42
5.1.1. 1A Çam Numunesi	42
5.1.2. 1B Çam Numunesi	42
5.1.3. 1C Çam Numunesi	43
5.1.4. 2A Çam Numunesi	43
5.1.5. 2B Çam Numunesi	44
5.1.6. 2C Çam Numunesi	46
5.1.7. 3 Numaralı Çam Numunesi	46
5.2. Kavak Numunelerden Elde Edilen Veriler	50

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5 2 1 1A Kavak Numunesi	50
5 2 2 1B Kavak Numunesi	51
5 2 3 1C Kavak Numunesi	51
5 2 4 1D Kavak Numunesi	52
5 2 5 1E Kavak Numunesi	52
5 2 6 3A Kavak Numunesi	55
5 2 7 3B Kavak Numunesi	55
5 2 8 3C Kavak Numunesi	57
5 2 9 3D Kavak Numunesi	58
5 2 10 3E Kavak Numunesi	58
6. SONUÇ	61
KAYNAKLAR DİZİNİ	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Bir ortamda enine dalgaların yayılması	3
2.2. Bir ortamda boyuna dalgaların yayılması	4
2.3. Bir ortamda yüzey dalgalarının yayılması	4
2.4. (a) Bir kuartz kristali (b) Curie kesiti (c) Bu kristalden kesilmiş bir x kesimli levha	8
2.5. Piezoelektrik olay	9
3.1. (a) Glukoz (b) Selüloz molekülleri	16
3.2. Geniş yapraklı ve iğne yapraklı ağaçlarda çekme ve basınç odunu	17
3.3. Doğal selülozun monoklinik birim hücresi	18
3.4. Tipik bir bitki hücresinin ince yapısı	23
3.5. Ağacın mikroskobik yapısını meydana getiren hücre tipleri	26
3.6. Herhangi bir ağaçtan enine kesit	27
3.7. Gymnosperm odunu	30
3.8. Angiosperm odunu	31
3.9. Bir çam blokunun üç-boyutlu görünümü	32
3.10. Kavak ağacının 75 kez büyütülmüş görüntüsü	34
4.1. Ultra Sonic Tester (U.S.T.) cihazının blok diyagramı	35
4.2. 1 numaralı çam numunelerinden 1A numunesinin temsili resmi	37
4.3. 2 numaralı çam numunelerinden 2A numunesinin temsili resmi	38
4.4. 3 numaralı çam numunesinin temsili resmi	39
4.5. 1 numaralı kavak numunelerinden 1A numunesinin temsili resmi	39
4.6. 3 numaralı kavak numunelerinden 3A numunesinin temsili resmi	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
5.1. 1A çam numunesinden elde edilen veriler	42
5.2. 1B çam numunesinden elde edilen veriler	43
5.3. 1C çam numunesinden elde edilen veriler	44
5.4. 2A çam numunesinden elde edilen veriler	45
5.5. 2B çam numunesinden elde edilen veriler	46
5.6. 2C çam numunesinden elde edilen veriler	47
5.7. 3 numaralı çam numunesinden elde edilen veriler	49
5.8. 1A kavak numunesinden elde edilen veriler	51
5.9. 1B kavak numunesinden elde edilen veriler	52
5.10. 1C kavak numunesinden elde edilen veriler	53
5.11. 1D kavak numunesinden elde edilen veriler	54
5.12. 1E kavak numunesinden elde edilen veriler	54
5.13. 3A kavak numunesinden elde edilen veriler	56
5.14. 3B kavak numunesinden elde edilen veriler	57
5.15. 3C kavak numunesinden elde edilen veriler	57
5.16. 3D kavak numunesinden elde edilen veriler	58
5.17. 3E kavak numunesinden elde edilen veriler	59

SIMGELER DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
A	Ortam içersinde x mesafesine ulaşan ultrasesin genliği.
A_0	Ortama gönderilen ultrasesin ilk genliği.
ϕ	Ultrases soğurma katsayısı.
x	Ortam içersinde ultrasesin katettiği herhangi bir mesafe.
a, b, c	Herhangi bir kristaldeki birim hücrenin boyutları.
a, b, c	Sırasıyla a, b ve c doğrultusundaki temel vektörler.
α	a ile b arasındaki doğrultman açısı.
β	b ile c arasındaki doğrultman açısı.
γ	a ile c arasındaki doğrultman açısı.
V	Ultrases dalgasının yayılma hızı.
L	Numunenin ultrases dalgasının yollandığı yöndeki uzunluğu.
t	Ultrases dalgasının numune içersinden geçiş süresi.
m_s	Numunenin içersinde hiç nem olmadığı andaki kütlesi.
m_i	Numunenin nemli durumdaki kütlesi.
V	Numunenin hacmi.
ρ	Numunenin yoğunluğu.

1 GİRİŞ.

Frekansı 20000 Hz'den yüksek olan seslere ultrases denir. Kısaca bu şekilde tarif edilen ultrases, günümüze kadar kendine birçok uygulama alanı bulmuştur ve her geçen gün de bu uygulama alanları artmaktadır. İlk akla gelen uygulama ise balıkçılıkta kullanılanıdır. Tekneye yerleştirilen ultrases cihazı sayesinde balıkçılar deniz altını "seyretmekte" ve balık sürülerini farkettileri anda da ağlarını salmaktadırlar. Denizcilikte kullanılan bir diğer uygulama alanı ise sualtı telsizidir. Bu sayede dalgıçlar birbirleriyle el işaretleriyle değil de konuşarak anlaşmaktadırlar. Tıpta ki kullanımına ise Ultrason adıyla bilinen cihaz örnek gösterilebilir. Bu cihaz sayesinde de ana rahmandeki çocuğun durumu, uzuvlarında bir sakatlık olup olmadığı ve cinsiyeti gibi konular belirlenebilmektedir. Ultrases, üzerine yollandığı maddeyi tahrip etmediğinden tıpta kendine kullanım alanı bulmuş ve daha da bulacaktır. İnşaat sektöründe ise atılan betonun ya da kolonların kalitesi ve standartlara uyup uymadığı da ultrases cihazlarıyla kontrol edilebilir. Bunlar gibi ultrasesin daha birçok uygulama alanı mevcuttur.

Ağaç ise insanoğlunun varolduğu günden beri en yakın yardımcı olmuştur. Ondan oturmak için kulübe yapmış, üzerine yazmak için kağıt yapmış, denizlerde gezmek için sal yapmış, ısınmak için sobada yakmış ve daha binlerce şekilde ağaçtan yararlanmıştı. Ağacın havayı temizlediğini, kuraklığı ve selleri önlediğini öğrendiği günden beri ise onu korumak için her türlü tedbiri almıştır. Zamanla ağaç, başlıbaşına bir endüstri dalı olmuş ve orman varlığı ileri olan ülkeler bu nimetten en iyi şekilde faydalanmışlardır. Ağacı sadece yakacak olarak düşünmek ve öyle kullanmak yanlıştır. Kağıda hammadde olan ağaç aynı zamanda kalemın de hammaddesidir, yazı yazdığımız masanın da. Kağıt ve kalem ise teknolojinin esas kaynağıdır. Çevremize baktığımızda kullandığımız birçok eşyanın ağaçtan yapıldığını görmek mümkündür. Bu nedenle, acaba ağaç olmasaydı insanoğlu bugün ne durumda olurdu şeklinde bir soruyu akla getirmek bile insanı düşündürmektedir.

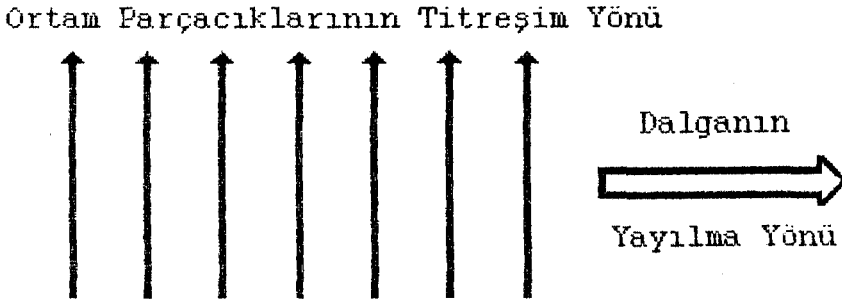
Yukarıda ultrases ve ağaç gibi birbirinden apayrı iki kavram ele alındı. Bunun nedeni ise, bu çalışmada, ağacın nem oranının ultrases ile tayini denemesinden kaynaklanmaktadır. Ağacın nemi ise bu alanda çalışanların dikkate almaları şart olan bir kavramdır. Ağacın nem oranı tayininde günümüzde mevcut birçok pratik yöntem mevcuttur. Bizim çalışmamız bütün bu yöntemleri rafa kaldırmak değil aksine ultrasesin bu alanda da kullanılabileceğini göstermektedir. Kaldı ki bu yöntemler içinde çok pratik, ucuz ve her tür işletmede rahatlıkla kullanılacak yöntemler mevcuttur. Su, ağaç içersinde yayılan ultrasesi absorbe etmekte ve yayılma hızını değiştirmektedir. Bu ilkeden yola çıkılan çalışmada çam ve kavak ağaçları kullanılmış ve karşılaştırma maksadıyla deneysel eğriler elde edilmiştir.

2. ULTRASES DALGALARININ TEMEL ÖZELLİKLERİ:

2.1. Dalga Çeşitleri:

Bilinen dalgalar olarak su dalgalarını, ses dalgalarını, ışık dalgalarını, radyo dalgalarını ve elektromagnetik dalgaları sayabiliriz. Bunlardan ışık dalgaları, radyo dalgaları ve elektromagnetik dalgalar boşlukta rahatlıkla yayılabilmektedirler. Fakat su ve ses dalgalarının yayılabilmeleri için esnek bir ortam gerekmektedir. Bu şekilde esnek bir ortamda yayılan dalgalara mekanik dalgalar adı verilir ve esnek ortamın denge konumu etrafında salınmasıyla oluşur. Mekanik dalgalar esnek ortamın herhangi bir noktasına tatbik edildiğinde, dalga tarafından bu noktaya uygulanan kuvvet bu noktadan diğer noktalara da aktarılır. Ortamın tüm olarak hareket etmediği sadece titreşimin yer değiştirdiği bu tür mekanik dalgalarla enerjiyi, madde içersinde, bir noktadan diğerine iletebiliriz.

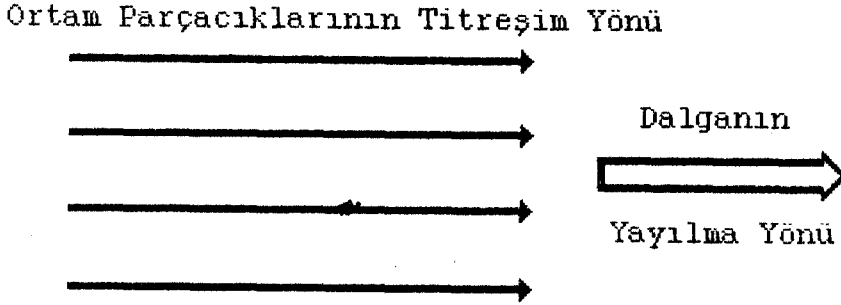
Dalgalar enine ve boyuna dalgalar olmak üzere ikiye ayrılabilir. Enine dalgalarda ortam parçacıklarının hareketi dalganın ilerleme yönüne diktir(Şekil 2.1.). Boyuna dalgalarda ise ortam parçacıklarının hareketi dalganın ilerleme yönüne paralel-



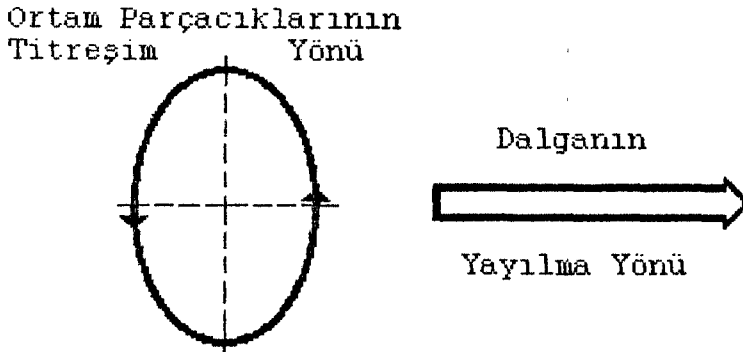
Şekil 2.1. Bir ortamda enine dalgaların yayılması.

dir(Şekil 2.2.). Bu iki tür dalganın birleşimi olan yüzey dalgalarında ise ortam parçacıklarının hareketi hem enine hem de boyuna olduğundan parçacıklar eliptik bir yörüngede hareket e-

derler(Şekil 2.3.).



Şekil 2.2. Bir ortamda boyuna dalgaların yayılması.



Şekil 2.3. Bir ortamda yüzey dalgalarının yayılması.

2.2. Ultrases Dalgaları:

Ses dalgaları, yukarıda da belirtildiği gibi, mekanik dalgalarıdır ve katı, sıvı ve gaz ortamlarda yayılabilirler. Aynı zamanda ses dalgaları maddesel ortamlarda boyuna dalgalar şeklinde yayılmaktadır ve enerjisini iletiği ortama dalgalar halinde yaymaktadır.

Bilindiği gibi ultrases, frekansı 20000 Hz'den yüksek olan seslere verilen bir addır. Bu sesleri bir insanın duyması mümkün değildir çünkü frekans, işitme sınırlarımızın üstünde kalmaktadır. Bunun yanında, yine bizim duyamadığımız ve frekansı 16 Hz'in

altında olan sesler de vardır ki bunlara da infrases adı verilmektedir. Bu tür seslere bir örnek olmak üzere deprem dalgalarını gösterilebilir. Bizim duyamadığımız bu sesleri bazı hayvanların duyabildiği ve hatta kuşların, böceklerin ve balıkların ultrases ile anlaştıkları da tesbit edilmiş durumdadır (Aral, E. 1989)

Bu arada, insanın sadece sınırlı frekanslardaki sesleri duyabilmesi ise bir eksiklik değil bilakis mutluluk kaynağı olmalıdır. Çünkü insan gerçekten tüm sesleri duyabilseydi ya da duyabildiği sınır daha geniş olsaydı, o zaman damarlarında dolaşan kanın çıkardığı şırıltı sesinin yanında bir karıncanın ayak seslerini de duyacaktı, daha doğrusu, "duyamayacaktı". Çünkü bu durumda bütün sesler birbirine karışacak ve ortaya hiçbir şey anlaşılamayan bir gürültü çıkacaktı.

2.3. Ultrases Dalga Çeşitleri:

Ultrases dalgalarının yayılabilmeleri için bir ortam gerektiğinden, ultrases dalgasının ilerleme yönü ile parçacıkların hareketinin yönü ultrases dalgasının çeşidini göstermektedir. Uygulamada en çok kullanılan ultrases dalgaları enine, boyuna ve yüzey dalgalarıdır. Bu tür dalgaların ne şekilde yayıldıkları ise yukarıda Şekil (2.1), (2.2) ve (2.3) yardımıyla açıklanmıştır.

2.3.1. Enine Ultrases Dalgaları:

Sıvı ve gaz ortamlarda yayılamayan enine ultrases dalgaları sadece katı ortamlarda yayılabilmektedir. Enine dalganın yayılma hızı ortamın cinsine göre farklı değerler almaktadır. Homojen izotrop ortamlar için bu hız değeri sabittir ve boyuna dalganın yayılma hızının yaklaşık olarak yarısıdır (Aral, E. 1989).

2.3.2. Boyuna Ultrases Dalgaları:

Bu tür dalgalara aynı zamanda basınç dalgaları da denil-

mektedir. Boyuna ultrases dalgaları katı, sıvı ve gaz ortamların herbirisinde yayılabilmektedir. Bu nedenle, boyuna dalgalar ultrases uygulamalarında daha çok kullanılmaktadır(Aral,E.1989).

2.3.3. Yüzey Ultrases Dalgaları:

Enine ve boyuna ultrases dalgalarının birleşimi olan bu dalgaların genlikleri incelenecek cismin yüzeyinden itibaren eksponansiyel olarak azalır ve bir dalgaboyu mesafe sonra ise sıfır olur. Bu nedenle, bu tür dalgalarla cisimlerin sadece yüzeyleri incelenebilir. Bu dalgaların yayılma hızları ise enine ultrases dalgasının yayılma hızından daha düşüktür(Aral,E.1989).

2.4. Ultrases Dalgalarının Soğurulması:

Ultrases dalgaları esnek bir ortamda yayılırken ortamın parçacıklarını titreştirirler ve bu titreşim sayesinde de dalga ortam içersinde yayılmaktadır. Bu yayılma esnasında parçacıklar dalganın enerjisini titreşimler halinde birbirlerine iletirler. Bu işlem esnasında ise haliyle bir takım enerji kayıpları olmaktadır. Yani, ortama gönderilen ultrasesin genliği ortam içersinde ilerledikçe eksponansiyel olarak azalmaktadır. Bu ise ultrasesin ortam tarafından soğurulması anlamına gelmektedir. Bu soğurma,

$$A=A_0 e^{-\phi x} \quad (2.1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada A_0 , ortama gönderilen ultrasesin ilk genliği, A , x mesafesine ulaşan ultrasesin genliği ve ϕ ise ultrases soğurma katsayısıdır (Aral,E.1989).

2.5. Ultrases Oluşturulması ve Algılanması:

Ultrases, bir titreşim enerjisidir. Bu nedenle, ultrases oluşturmak için bir titreşim enerjisini üretmemiz gerekmektedir.

Ultrases üretmek maksadıyla kullanılan araçlar yapı bakımından oldukça farklıdırlar. Bu maksatla kullanılan araçlara transducer adı verilmektedir. Bunlar elektrik enerjisini titreşim enerjisine ve aynı zamanda da gelen titreşim enerjilerini elektrik enerjisine çevirebilmektedirler. Yani, aynı transducer, hem verici hem de alıcı olarak kullanılabilir. Transducer elde etmek maksadıyla çok değişik yöntemler kullanılmaktadır. Burada bunlardan başlıca üç tanesi ele alınacaktır.

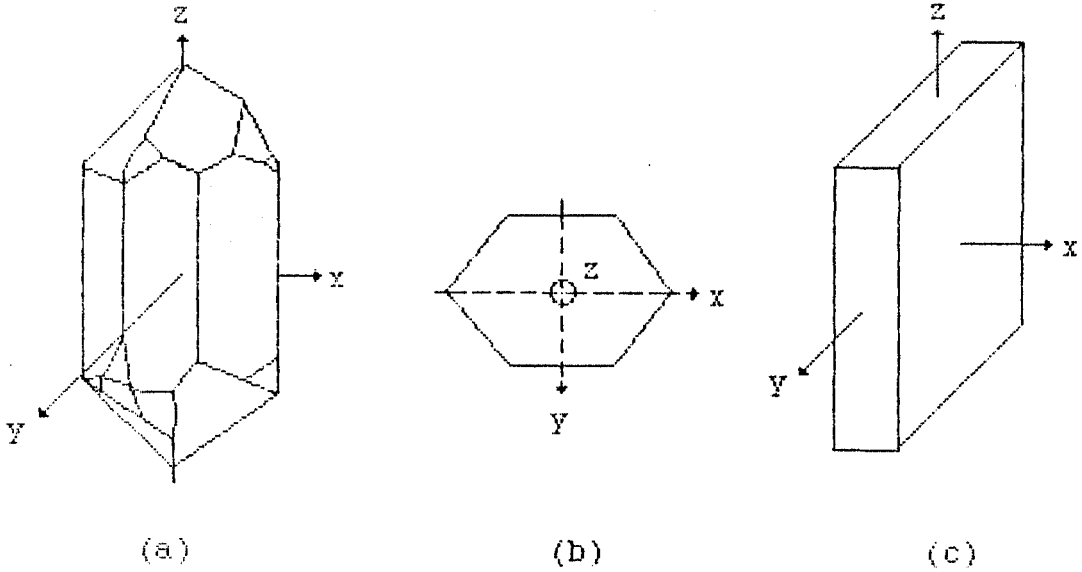
2.5.1. Piezoelektrik Transducerler:

1880'de P. Curie ve J. Curie kardeşler tarafından piezoelektrik olay keşfedilmiştir. Bu keşiften bir yıl sonra Lippman, zıt piezoelektrik olay teorisini ortaya atmıştır. Bu tarihten sonra birçok fizikçi çalışmalarını bu konuda yoğunlaştırmıştır. Her zaman olduğu gibi, askeri alana da uygulanabileceği görüldükten sonra bu konudaki ilerlemeler bir hayli hızlanmıştır. 1914-1918 I. Dünya Savaşı yıllarında Fransız fizikçi Langevin tarafından ilk askeri uygulama gerçekleştirilmiş ve kendi adıyla da anılan, ultrases alıcı ve vericisi yapılmıştır. Bu cihaz, düşman denizaltılarını izlemek maksadıyla üretilmiştir.

Bazı anizotrop cisimler sıkıştırıldığında yüzeplerinde elektrik yükleri meydana geliyorsa ve tersine, çektiğimizde de yüzeplerinde zıt elektrik yükleri oluşuyorsa bu olay piezoelektrik olay olarak adlandırılmaktadır. Yukarıda anlatılan bu özelliği sağlayan, yani, piezoelektrik olan anizotrop cisim, bir elektrik alanına sokulduğunda cismin boyutlarında bir değişme oluyorsa bu olay da zıt piezoelektrik olay olarak adlandırılmaktadır. Piezoelektrik özellik gösteren anizotrop cisimlerin başında kuartz kristali gelmektedir. Bu kristal, hem iyi bir piezoelektrik özelliğe sahip hem de sert ve sağlamdır. Turmalin kristali de iyi bir piezoelektrik kristaldır. Bunlardan başka lityum sülfat, kadmiyum sülfid ve çinko oksit gibi tek kristaller de kullanılmaktadır. Bunun yanında, Rachele tuzları, amonyum dihidrojen fosfat gibi yapma kristaller iyi piezoelektrik özellik göstermelerine rağmen sağlam olmamaları sebebiyle fazla

kullanılmazlar.

Kuartz kristali, ortada altı yüzlü prizma, bunun altında ve üstünde ise altı yüzlü iki pramid bulunan bir kristaldır. Pramidin yüzeylerinin biri dar, bunu takip eden diğer yüzey ise geniştir (Şekil 2.4.a.). Kristal, z eksenini etrafında 120° lik bir dönme simetrisine sahiptir. Bu nedenle, z eksenini boyunca kristal optikçe izotropdur ve optik eksen adını almaktadır. z eksenine dik bir düzlem kesite Curie kesiti adı verilmektedir. Curie kesiti altı kenarlıdır (Şekil 2.4.b.). Bu kesitin köşelerini birleştiren x eksenini elektrik eksenini, kesitin kenarlarının ortasını birleştiren y eksenini de üçüncü eksen olarak adlandırılmaktadır.

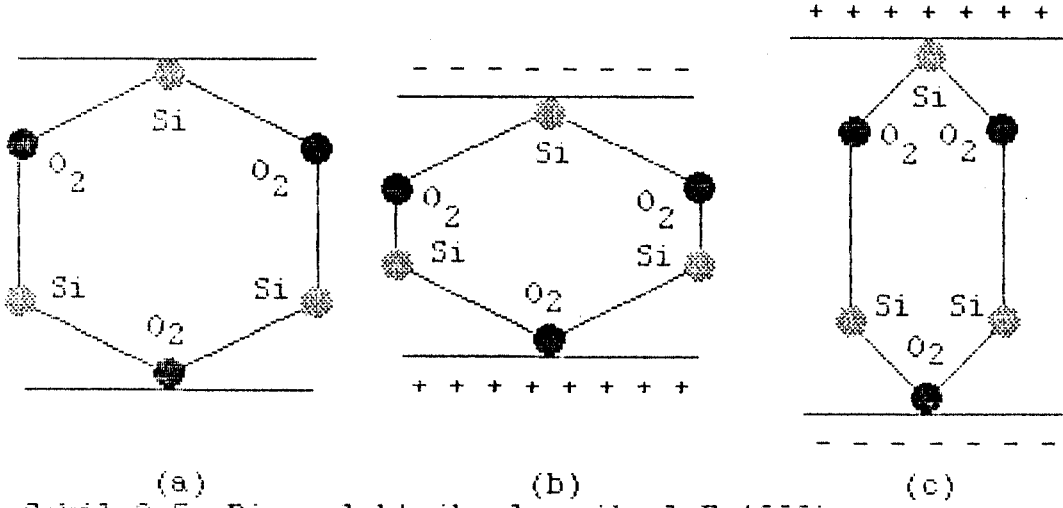


Şekil 2.4. (a) Bir kuartz kristali (b) Curie kesiti (c) Bu kristalden kesilmiş bir x kesimli levha (Aral, E. 1989).

x eksenine dik olmak üzere kesilen kuartz kristal levhasına x kesimli kuartz levha adı verilmektedir (Şekil 2.4.c.). Bu şekilde kesilmiş kuartz levhaya basınç uygulandığında x eksenine dik yüzeylerde zıt yükler meydana gelir. Bu levhaya germe kuvveti uyguladığımızda da adı geçen yükler yer değiştirmiş olarak meydana gelirler. İşte bu olay piezoelektrik olay olarak tanımlanır.

lanmaktadır.

Şekil 2.5'de piezoelektrik olayı SiO_2 kuartz kristali yardımıyla açıklanmaktadır. SiO_2 kuartz kristali denge durumunda iken Si atomları 4 adet (+), O_2 atomları da 4 adet (-) yük taşı- maktadırlar. Bu nedenle, simetriden dolayı, yükler birbirlerini dengelemektedirler(Şekil 2.5.a.).



Şekil 2.5. Piezoelektrik olay (Aral.E.1989).

Bu kristale, Şekil 2.5.b'de görüldüğü gibi, bir basınç uygulanırsa denge bozulacaktır. (-) yükler üst yüzeye yaklaştığından üst yüzeyde (-), (+) yükler de alt yüzeye yaklaştığından alt yüzeyde de (+) yükler oluşacaktır.

Şimdi de bu kristale bir germe kuvveti uyguladığımızı düşünelim(Şekil 2.5.c.). Bu durumda ise üst yüzeyde (+), alt yüzeyde ise (-) yükler oluşur.

Son olarak da yukarıda anlatılan olayın tam tersini düşünelim. Yani, kristale bir basınç ve germe kuvveti uygulamak yerine elektrik alanı uygulayalım. Uygulanan elektrik alanı yük dengesini bozacağından kristalin boyutları x ve y yönünde değişecektir. Elektrik alanın yönü değiştirildiğinde ise boyut değiştirme de yön değiştirecektir. Bu olay ise zıt piezoelektrik olay adını almaktadır. Elektrik alan yerine bir elektriksel titreşim uygulanırsa kristalde aynı frekanslı zoruna titreşim

hareketi oluşacaktır. Zıt piezoelektrik ile 1000 MHz'e kadar yüksek frekanslı ultrases dalgaları oluşturmak mümkündür.

Boyuna ultrases dalgaları x kesimli, enine ultrases dalgaları ise y kesimli kuartz levhalardan elde edilir. Piezoelektrik özellik gösteren kristallerin iki yüzü titreşim yapabilmeleleri için iletken bir metalle, gümüşle ya da en makbulü altınla kaplanır. Piezoelektrik özellik gösteren seramiklerden transducer yapımında yararlanılmıştır. Bunlar rahatlıkla istenilen şekillere getirilmekte ve fırınlarda sertleştirilebilmektedirler. Seramik kristaller polikristal yapıda olup yüzleri altın veya gümüşle kaplanmaktadır. Seramik transducerlere istenilen şekli verebildiğimiz için, ultrases dalgalarını tek noktada toplayan konkav transducerler de yapılmıştır.

2.5.2. Manyetostriksiyon Transducerler:

Demir, nikel gibi ferromanyetik metaller ve permandür, kromium gibi alaşımlar bir manyetik alana sokulduklarında boyları uzar ya da kısalır. Uzama ve kısalma miktarları ise maddenin cinsine ve manyetik alan şiddetine bağlıdır. Manyetik alanın yönüne ise bağlı değildir. Ferromanyetik maddelerin manyetik alana girdiklerinde boylarının değişmesi manyetostriksiyon olayı olarak adlandırılmaktadır. Bu olay da iki yönlü işlemektedir. Yani, ferromanyetik maddelere bir basınç ya da germe kuvveti uyguladığımızda maddenin manyetik özellikleri değişmektedir.

Manyetostriksiyon transducerler manyetostriksiyon özellik gösteren bir metalin selonoid içersine konulmasıyla yapılırlar. Selonoidde alternatif bir gerilim uygulandığında metal çubuğun boyunda alternatif bir değişme meydana gelir. Çubukta meydana getirilen boyuna titreşimin frekansı uygulanan alternatif frekansın iki katı kadardır. Bu yöntemle elde edilen transducerlerle 100 kHz'e kadar ultrases dalgaları üretmek mümkündür. Piezoelektrik transducerlere göre frekans düşük olmasına rağmen güç oldukça yüksektir.

2.5.3. Elektriksiyon Transducerler:

Bazı cisimler elektrik alan içersine sokulduklarında boylarında uzama ya da kısalma meydana gelir. Bütün dielektriklerde bu özellik gözlenir. Böyle elektrik alan içersinde boylarını değiştiren maddelere ferroelektrik maddeler adı verilir. Boyda meydana gelen uzama ve kısalma miktarı yaklaşık olarak elektrik alan şiddetinin karesiyle orantılıdır. Ferroelektrik madde, elektrik alan içersine sokulduğunda boyunda bir uzama meydana geliyorsa elektrik alan şiddetinin yönü değiştirildiğinde de boyunda uzama meydana gelmektedir. Bu nedenle, bu tür maddeler polarlanmak suretiyle elde edilen titreşimin sinüsoidal olması sağlanır. Bu şekliyle artık bir piezoelektrik madde gibi kullanılabilir.

Baryum titanat, kurşun zirkonat gibi maddeler çok kullanılan elektriksiyon transducer malzemelerine örnek verilebilir. Bu transducerlerin güçleri büyüktür ve yüzeyleri konveks ya da konkav yapılabilir. Bu nedenle, ultrasesi bir mottada toplamak ve bir matkap gibi metalleri delmek mümkündür.

2.5.4. Transducerlerin Bağlantısı:

Boyuna dalga transducerleri ölçü alınacak numuneye direk olarak temas ettirilmezler. Transducer ile numune yüzeyi arasında bir hava tabakası kalacağından ultrases dalgaları bu tabakayı geçemez. Bu nedenle transducer yüzeyine dalgaların geçişini engellemeyecek bir madde sürmek gerekir. Ultra Sonic Tester cihazıyla yaptığımız ölçümler sırasında transducerlere, cihazla birlikte verilen, gres yağı sürüldü. Ayrıca, temas sırasında transducerlerin yüzeylerini çizilmelerden korumak maksadıyla, transducerlerin uç kısımlarına plastik kılıflar takılmaktadır. Tabii ki, plastik kılıfın yayılma hızında meydana getireceği değişmeyi bertaraf etmek maksadıyla, aleti ölçüm almadan önce kalibre etmek gerekmektedir. Oda sıcaklığında yeterli olan bu tür yağ ya da sıvı maddeler düşük sıcaklıklarda yeterli olmamaktadır. Bu nedenle, düşük sıcaklıklarda ölçüm alınacağı zaman transducerlerin yüzeylerine yüksek vakum gresleri sürülmektedir.

Yüksek sıcaklıklarda ise bu sıcaklığa dayanabilecek maddeler sürmek gerekmektedir.

Enine dalga transducerlerinde ise makaslama kuvvetlerine karşı koyabilecek sert ara maddeleri gerekmemektedir.

2.6. Ultrases Ölçüm Yöntemleri:

Ultrases ölçüm yöntemleri, ultrases dalgalarının katı, sıvı ve gaz ortamlardaki yayılma hızını, sönüm faktörünü ya da enerji kaybını ölçmeye yöneliktir. Yayılma hızı ölçümlerinde, ultrasesin yayıldığı ortamda iki nokta arasındaki ultrases yayılma zamanı ölçülür. Bu iki nokta arasındaki uzaklık yardımıyla da ultrasesin ortamdaki yayılma hızı hesaplanır. Denelerimizde bu ölçüm yöntemi kullanılmıştır. Yayılma hızı ölçümü yanında sönüm faktörünün ya da enerji kaybının da ölçülmesine imkan tanıyan yöntemler mevcuttur. Tabii ki bu şekilde birbirlerini destekleyen ölçümler ile daha sağlıklı yorumlar yapmak mümkün olacaktır.

Ölçümler genelde iki transducer ile yapılmaktadır. Bu durumda, transducerlerden birisi verici diğeri ise alıcı olmaktadır. Bazı cihazlar ise tek transducer kullanmaktadır. Bunlarda ise transducer, hem verici görevini yapmakta hem de ortamın diğer ucundan yansıyan ultrasesi alarak alıcı görevini de yerine getirmektedir. Ultra Sonic Tester cihazımızda ölçümler iki transducer ile gerçekleştirilmektedir.

2.7. Ultrases Uygulamaları:

Ultrasesi birçok alana uygulamak mümkündür. Dalgaboyları oldukça kısa olduğundan ultrases dalgaları fazla dağılmazlar. Ultrasesin bu özelliği ise birçok uygulama alanını ortaya çıkarmıştır. Günümüzde bilim ve teknolojinin hemen hemen her dalında ultrasesi görmek mümkündür. Yapılan araştırmalar sonuçlandıkça da bu uygulama alanlarına yenileri eklenmektedir. Bu nedenle,

bir araştırma laboratuvarı kurulurken bizce alınması gereken ilk cihaz ultrases cihazıdır.

Ultrases uygulamalarını iki ana gruba ayırmak mümkündür.

i) ultrasesden haberci olarak yararlanılan uygulamalar,

ii) ultrasesin enerjisinden yararlanılan uygulamalar.

2.7.1. Ultrasesden Haberci Olarak Yararlanılan Uygulamalar:

Bu tür uygulamalar ultrases ile muayene olarak da bilinmektedir. Yani, ultrases dalgası gönderdiğimiz ortamlar hakkında bu tür uygulamalarla bir fikir edinmek mümkündür. Çünkü ultrases, ortam içersindeki yapısal değişikliklerden ve bozukluklardan etkilenir ve bunların değerlendirilmesiyle de ortam hakkında fikir sahibi olunur. Bu uygulamalarla üç amaç gerçekleştirilmektedir (Aral,E.1989).

i) Ortamın özelliklerini ölçmeye yönelik uygulamalar: Ultrases dalgalarının bir ortamdaki yayılma hızı o ortamın elastik özelliklerine ve metalürjik yapısına bağlıdır. Yani, bunlara bağlı olarak, ultrases dalgalarının yayılma hızları değişmektedir. Bu nedenle, ultrases yayılma hızları ölçülerek ortamın elastikliği hakkında fikir sahibi olmak mümkündür. Deneyimiz bu tür uygulamaya bir örnek teşkil etmektedir. Çünkü, ağaç ortamlar değişik nem oranlarında değişik elastik özelliklere sahiptir. Aynı zamanda, hız ölçümüyle malzemelerin kalite kontrolünü yapmak ve o malzemenin, ultrases yayılma hızına bağlı olarak, kalitesini sınıflandırmak da mümkündür.

ii) Ortamın süreksizliklerinin ve hatalarının bulunmasına yönelik uygulamalar: Ortam içinde mevcut olan süreksizlikler ve hatalar ultrases dalgalarını yollarından saptırır ve yansımalarına sebep olur. Ortam içindeki bu bölgelerden yansıyan ultrasesin gidiş-dönüş süresinden hatanın yeri ve yansıyan dalganın şiddetinden de büyüklüğü tesbit edilebilir. Bu yöntem de başta tıp olmak üzere kendine birçok uygulama alanı bulmuştur. Şöyle-

ki, ultrases cihazlarıyla iç organların incelenmesi ve teşhis konması mümkün olmaktadır. Bunun yanında, uzaktan kumanda aletleri ve körler için kılavuz cihazları da yapılabilmektedir.

iii) Boyut ölçmeye yönelik uygulamalar: Sürekli ortamlarda yayılan ultrasesin yayılma hızı sabittir. Bir ortamdaki ultrases yayılma hızı biliniyorsa bu ortamda ultrasesin gidiş-dönüş süresi ölçülerek bu ortamın ultrases yayılma yönündeki boyutu bulunabilir. Bu yöntemle 3mm'den daha küçük kalınlıklar mikron mertebesinde ölçülebilmektedir.

2.7.2. Ultrasesin Enerjisinden Yararlanılan Uygulamalar:

Bu tür uygulamalarda ise ultrasesin enerjisi kullanılır. Bu enerjiyi ise çok değişik yönlerde kullanmak mümkündür. Bunlar arasında plastik levhaların kaynak yapılması, böbrek taşlarının kırılması, beyin ırlarının yok edilmesi gibi uygulamaları sayabiliriz. Hatta bu yöntem ile çamaşır yıkamak bile mümkündür. Yıkama tankı içersine 20 ilâ 40 kHz arasında bir frekansa sahip ultrases enerjisi yollandığında şiddetli bir alternatif basınç kuvveti meydana gelir ve bu kuvvet de bir ovma etkisi oluşturur. Bu ovma ise çamaşırları temizleyebilmektedir.

3. AĞACIN GENEL ÖZELLİKLERİ:

Ağaç, bitkiler âleminin en değerli bir üyesi ve aynı zamanda da en uzun ömürlü olanıdır. Ağacın ana maddesi odundur. Odun ise doğal olarak yetişmiş organik bir cisimdir. Kimyasal bileşimi itibâriyle oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bir ağaç cinsi diğer bir cinse benzememekle beraber aynı cinsin içinde dahi birbirine benzemeyen özellikler ortaya çıkar. Bunda yetiştirme ortamının rolü büyüktür. Aynı cinsler arasında farklar olmasının yanında aynı ağacın iki farklı noktası arasında da farklar gözlenebilmektedir. Fakat ağaçlar yine de ortak özelliklerine bakılarak gruplara ayrılmıştır.

Ağaç, endüstride kendine geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Günlük hayatımıza oturduğumuz sandalyeden, yemek yediğimiz masaya, yazı yazdığımız kağıda kadar giren ağaç insanın gerçekten "beşikten mezara" kadar dostudur.

3.1. Ağacın Kimyasal Yapısı:

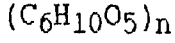
Ağacın canlı ağırlığının %20 ilâ 50 sini su teşkil eder. Ağaç kesildiğinde bu suyu derhal dışarı atmaya başlar ve içerisindeki nemi %3 ya da 4 gibi düşük bir değere indirene kadar bu devam eder. Su, çok bilinen bir madde olduğundan burada kimyasal yapısı incelenmeyecektir ve gerekte yoktur.

Ağacı meydana getiren üç ana madde vardır. Bunlar; selüloz, lignin ve hemiselülozdur. Bunların dışında ağaç içerisinde reçine, yağlar, boyalar, tanen ve zank gibi maddeler de vardır. Şimdi sırasıyla selüloz, lignin ve hemiselülozun kimyasal yapılarını inceleyeceğiz. Daha sonra, bunların dışında ağacın yapısında bulunan maddeler de incelenecektir.

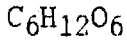
3.1.1. Selüloz:

Ağaçta kuru ağırlık itibâriyle en fazla bulunan maddedir.

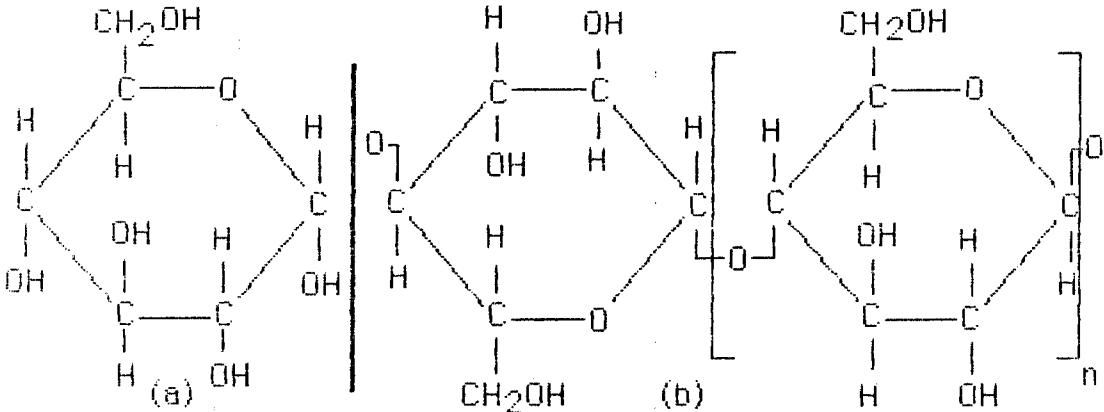
Ağacın kuru ağırlığınının %60 ilâ 75 ini teşkil etmektedir. Kimyasal olarak selüloz, ampirik formülü



olan bir karbonhidrattır ve doğada çok bol miktarda bulunan organik bir bileşiktir. Yapı itibâriyle selüloz molekülü, her-birinin ampirik formülü



olan birçok glukoz şekerinin zincir şeklinde biraraya gelmesiyle meydana gelmiştir (Şekil 3.1.).



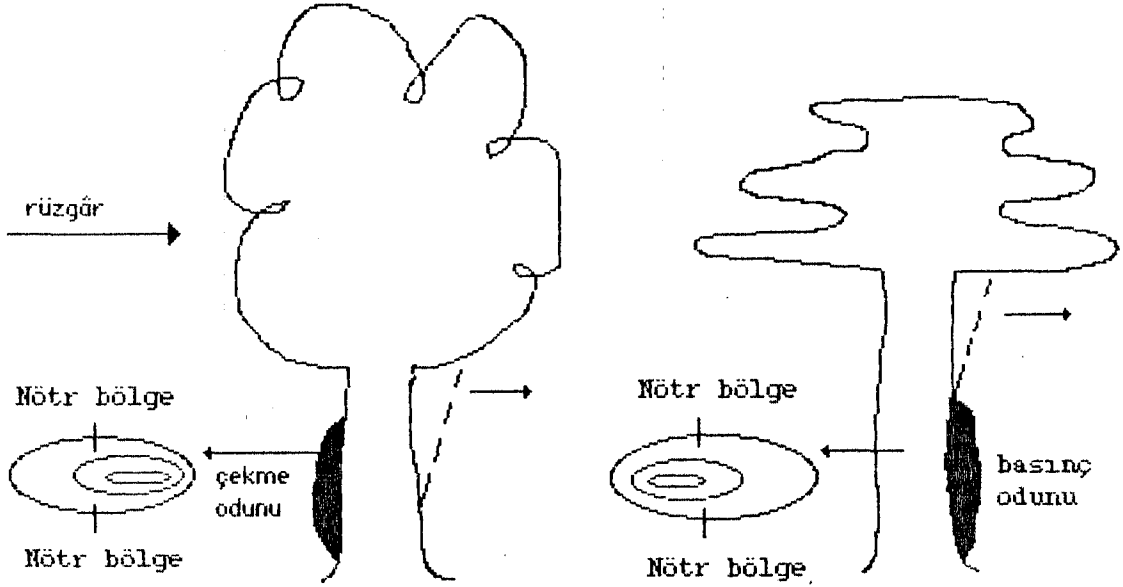
Şekil 3.1. (a) Glukoz. (b) Selüloz molekülleri.

Selüloz, beyaz renkte, güneş ışığı etkisiyle rengini değiştirmeyen ve ağaca eğilme kabiliyeti veren bir maddedir.

Yaz odunundaki selüloz miktarı ilkbahar odununa nazaran daha fazladır. Bunun nedeni yaz odununda büyük oranda selülozdan oluşan hücre çeperinin kalın oluşudur.

Rüzgâr, yerçekimi, bir yönden gelen ışık gibi etkilerle ağaçta eksantrik bir gövde oluşur. İğne yapraklı ağaçlarda bu fazla kalınlaşma rüzgârın geldiği yönün aksinde, geniş yapraklı ağaçlarda ise rüzgârın geldiği yönde olur. Rüzgâr etkisiyle meydana gelen bu kalınlaşma reaksiyon odunu adını alır. Reak-

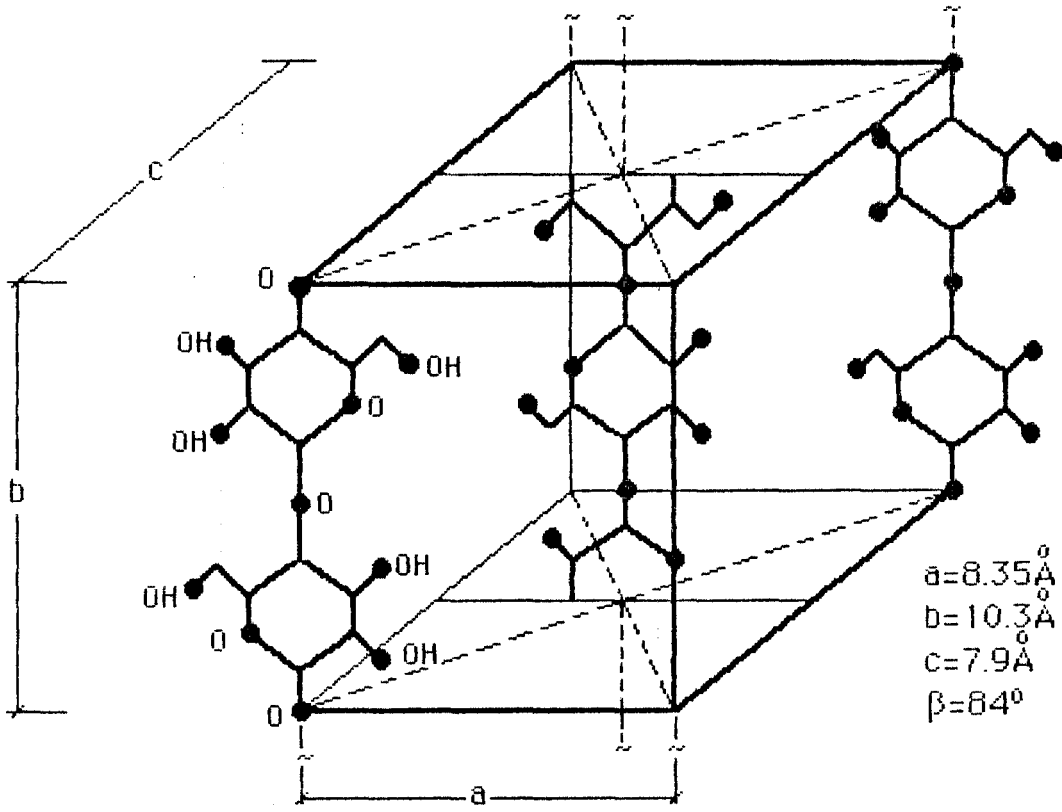
siyon odunu, iğne yapraklı ağaçlarda basınç odunu, geniş yapraklı ağaçlarda ise çekme odunu olarak adlandırılmaktadır. Basınç odunu olağan oduna göre daha az selüloz, çekme odunu ise daha çok selüloz içerir (Şekil 3.2.) (Hafızoğlu,H.1982).



Şekil 3.2. Geniş yapraklı ve iğne yapraklı ağaçlarda çekme ve basınç odunu.

3.1.1.1. Selülozun kristal yapısı:

Şekil 3.3.'de doğal selüloz kristaliti elemanter hücre-sinin Meyer ve Misch'e göre üç boyutlu görüntüsü verilmektedir. Selüloz, Şekil 3.1.'de de görüldüğü gibi, oksijen köprüleri ile birleşmiş çok sayıda glukoz molekülünün meydana getirdiği uzun, zincir şeklinde bir makromoleküldür. Herbir birim hücre dört glukoz molekülü içerir. Bu birim hücredeki glukoz birimleri (b) eksenini boyunca valans bağlarıyla bir arada tutulurlar. Karbon atomları arasındaki uzaklık 1.54 Å ve karbon-oksijen uzaklığı 1.35 Å 'dür. (a) eksenini boyunca anhidroglukoz birimleri arasındaki uzaklık 2.5 Å olup hidrojen bağları oluşabilir. (c) eksenini boyunca atomlar arasındaki en yakın uzaklık 3.1 Å 'dür. Bu yön-de kristal şebekesi van der Waals güçleriyle bir arada tutulur (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Doğal selülozün monoklinik birim hücresi ($a \neq b \neq c$, $\alpha = \gamma = 90^\circ$, $\beta \neq 90^\circ$) (Hafızoğlu, H. 1982).

3.1.2. Lignin:

Lignin, kimyasal yapısı itibarıyla fenil propan türevidir. Karbonhidrat değildir fakat fonksiyonları bakımından karbonhidratlara yakındır. Hücre çeperini meydana getiren selüloz misellerinin arası amorf lignin maddesi tarafından doldurulmuştur. Ağaçları otsu bitkilerden ayıran en önemli özellik sert olmalarıdır. Ağaca sertliği veren ise lignindir. Hücrenin odunlaşması tamamen lignin oluşumundan kaynaklanmaktadır. Esmer kırmızımtırak renkte olup güneş ışınlarının etkisiyle rengi solar.

Lignin miktarları iğne yapraklı ağaçlarda %23 ilâ 33, geniş yapraklı ağaçlarda ise %16 ilâ 25 arasında değişmektedir.

Yaz odunundaki lignin miktarı selülozun aksine ilkbahar odunundaki miktardan daha azdır.

Basıncı odunu olağan oduna nazaran daha fazla lignin, çekme odunu ise daha az lignin içerir (Hafızoğlu,H.1982).

3.1.3. Hemiselüloz:

Hemiselülozlar kimyasal yapıları itibâriyle polisakkarittirler. Başka bir deyişle, çeşitli cinslerde selülozik olmayan karbonhidratlardır. Molekülleri selülozdan daha küçüktür. Çoğu kez de dallı budaklı bir yapıya sahiptirler. Hidrolize olduklarında şekere dönüşürler. Odun polisakkaritleri hücrelerin yapısal maddesini meydana getirdiği gibi, hemiselülozların birçoğu da nişasta gibi rezerv maddesi olarak odunda yer alırlar.

Hemiselüloz,bütün ağaç türlerinde odun kuru ağırlığının %20 ilâ 30 unu meydana getirir. İğne yapraklı ağaçlardaki hemiselüloz bileşimi ile geniş yapraklı ağaçlardaki hemiselüloz bileşimi oldukça farklıdır. Bu farklar aynı ağacın gövdesi,dalları,kökleri ve kabuğu arasında da ortaya çıkmaktadır(Hafızoğlu,H.1982).

3.1.4. Reçine:

Antiseptik özelliğe sahip olan reçine, bileşiminde fenol, yüksek alkol ve reçine asitleri bulunan bir terpendir. Aynı zamanda bir salgı maddesi olan reçineler amorf yapıda katı cisimlerdir. Antiseptik özelliğe sahip olduklarından bitkilerde koruyucu bir rol oynarlar ve aşırı su kaybını önlerler. Eterik yağlarda ve reçine salgı kanalları içinde erimiş halde bulunurlar. Suda erimezler ve asidik özellik gösterirler.

3.1.5. Yağlar:

Yağ asitleri ile gliserinin meydana getirdiği esterlerdir. Hemen hemen her bitki hücresinde az veya çok miktarda yağ bulur.

nur. Yağlar enerji bakımından zengin maddelerdir. Suda ve alkolde erimezler. Zeytin yağı, ayçiçeği yağı gibi bitkisel yağların çoğu oda sıcaklığında sıvı oldukları halde kakao yağı gibi bazıları da katı haldedir.

3.1.6. Eterik Yağlar (Uçucu Yağlar):

Eterik yağların kimyasal yapıları birbirlerinden oldukça farklıdır. Hemen hemen bütün kokulu bitkilerin değişik organlarında özel salgı hücrelerinde bulunur. Diğer yağlardan bunların farkları hoş kokulu ve uçucu olmalarıdır. Eterik yağlar da bir çeşit salgı maddeleridir ve reçineler gibi antiseptik özelliğe sahiptirler.

3.1.7. Tanen:

Tanenler fenol türevlerinden meydana gelen heterojen bir gruptur. Ekseriya glukozid şeklinde bulunurlar. Tanenler çürümeye karşı koruyucu bir özellik arzederler ve aynı zamanda şeker teşekkülü ile de ilgilidirler.

3.2. Ağacın Elemanter Analizi:

Odunu oluşturan temel elementler karbon, oksijen ve hidrojendir. Aşağıda odunu oluşturan elementlerin yüzde değerleri yaklaşık olarak verilmiştir. Bu değerler türden türe farklılıklar göstermektedir.

Karbon %50,

Oksijen %43,

Hidrojen %6,

Azot %1 ve

Kül maddeleri %0.5.

Kül maddeleri ise demir, silisyum, mağnezyum, kalsiyum, sodyum ve potasyumdur (Yaşar, E., Yılmaz, K. ve Taymaz, H. 1969).

3.3. Ağacın Fiziksel Özellikleri:

Ağacın en önemli fiziksel özelliği ağırlığıdır. Karşılaştırma maksadıyla, ağırlık yerine genelde özgül ağırlık kullanılmaktadır ve 1 cm^3 ü 1 gr ağırlığında olan suyla 1 cm^3 ağacın ağırlığı kıyaslanmaktadır. Genelde, ağacın sertliği ve dayanımı ağırlığıyla orantılıdır. Buna göre, ağır ağaçlar hafif ağaçlara nazaran daha sert ve sağlamdırlar. Ağacın özünün özgül ağırlığı ağacın kendinden daha fazladır. Ağaçların çoğunun özgül ağırlığı 1.0 dan küçüktür. Yani ağaç, sudan daha hafif bir maddedir.

Genel olarak, özgül ağırlığı 0.40 dan daha küçük olan ağaçlar hafif, 0.40 ilâ 0.59 arasında olanlar orta ağırlıkta ve 0.60 ve üzerindeki de çok ağır ağaç sınıfına girmektedir. Ağaçların büyük bir kısmının özgül ağırlığı 0.32 ilâ 0.65 arasında kalmaktadır. Özgül ağırlığı yaklaşık 0.19 olan Amerikan balsa ağacı en hafif ağaçlardan birisidir ve özgül ağırlığı 0.24 olan mantardan daha hafiftir. En ağır ağaca ise özgül ağırlığı 1.42 olan tropikal demirağaç (*Condalia*) gösterilebilir. Memleketimizdeki en hafif ağaç kavak (özgül ağırlığı 0.41) ve en ağır ağaç da şimsir (özgül ağırlığı 0.92) dir.

Özgül ağırlığı 0.41 den düşük olan ağaçlar yumuşak, 0.44 ilâ 0.67 arasında olanlar ise sert ağaçlar olarak adlandırılmaktadırlar. Yumuşak ağaç terimi, gymnosperm ağaçlar (iğne yapraklı ağaçlar) için ve sert ağaç terimi de angiosperm ağaçlar (geniş yapraklı ağaçlar) için kullanılmaktadır. İğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaçların genel özellikleri ise bu bölüm içerisinde ayrı başlıklar altında incelenecektir (Fuller et al, 1972).

Ağacın diğer bir fiziksel özelliği de içerisindeki nem miktarıdır. Ağacın içindeki su miktarı, nem oranı olarak adlan-

dırılmaktadır. Ağaç kitlesi, hava ve sudan ibarettir. Bu kit-
le, 100 ilâ 105 °C arasında bir sıcaklığa sahip fırına sokuldu-
ğunda ve ağırlığı sabitleşinceye kadar kurutulduğunda içerisinde
hiç su kalmaz. Yani nem oranı %0 dır ve ağaca "tam kuru ağaç"
adı verilir.

Ağaç, uzun süre su içerisinde bekletilirse içerisinde bu-
lunan hava çıkararak yerini su alır. Bu haldeki ağaca da "tam yaş
ağaç" denir. Tam yaş ağaç, suya atıldığında batar.

Nem oranının minimum ve maksimumunun bu şekilde belirlen-
diği ağaç, muhtelif nem oranlarına göre aşağıdaki adları almak-
tadır: (Yaşar, E., Yılmaz, K., ve Taymaz, H. 1969).

%0	tam kuru,
%5-20	hava kurusu,
%30-33	lif doygunluğu,
%80-100	taze ağaç ve
%150-250	tam yaş ağaç.

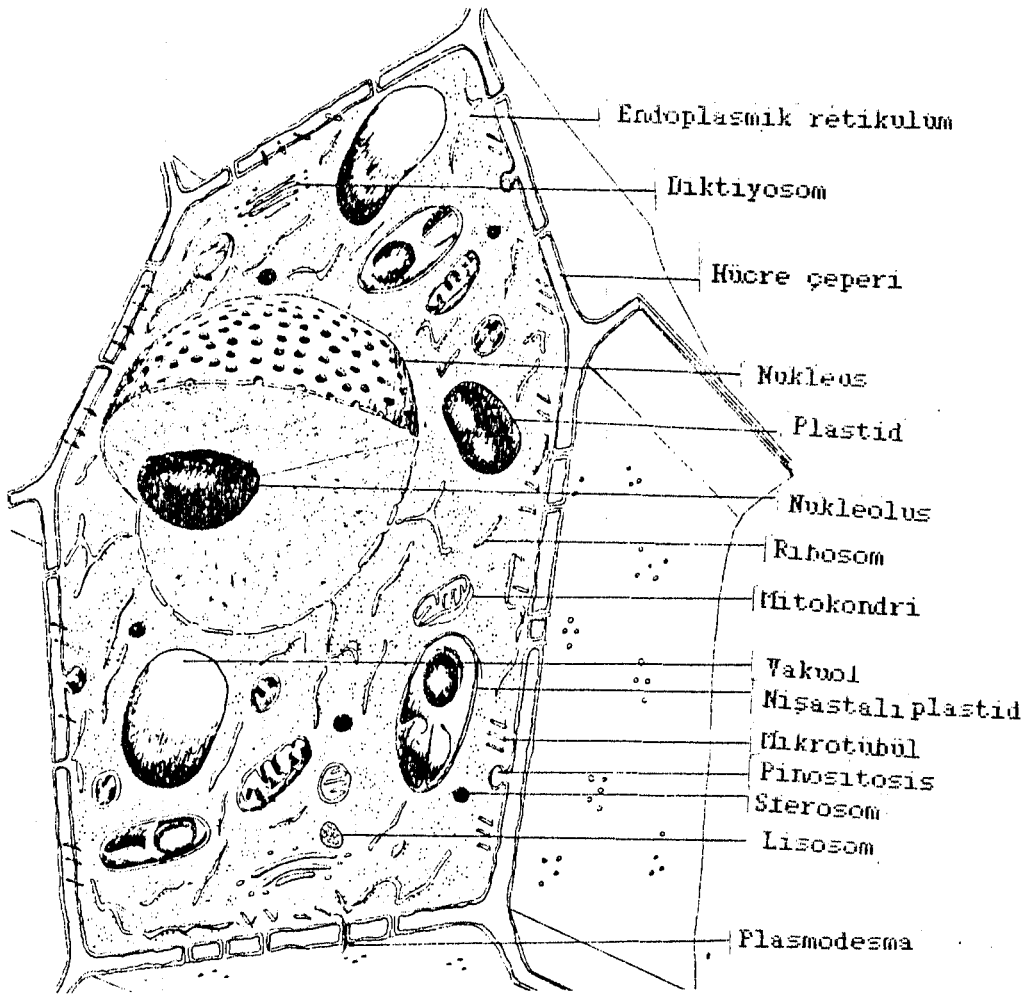
3.4. Ağacın (Genel Anlamda Bitkilerin) Mikroskopik Yapısı:

Mikroskop altında incelendiğinde bir bitkinin hücre adı
verilen küçük birimlerden meydana geldiği görülecektir. Herbir
hücre, hücre çeperi adı verilen ve selüloz ve benzeri maddeler-
den oluşan sert bir çeperle çevrilidir. Hücre çeperi içerisinde
protoplast bulunur. Protoplast ise hücrenin canlı ve cansız kı-
sımlarının tümüne verilen genel bir addır. Protoplastı meydana
getiren canlı kısımlara protoplazma denir. Cansız kısımların
tümü de ergastik maddeler olarak bilinir. Şekil 3.4'de tipik
bir bitki hücresinin ince yapısı görülmektedir.

Bitkiler milyonlarca hücreden meydana gelmektedir. Bu ne-
denle, bitkiler çokhücreliler olarak bilinmektedir. Bitkilerin

çok az bir kısmı ise sadece tek bir hücreden meydana gelmektedir. Buna örnek olarak bazı deniz yosunları gösterilebilir. Bu tür organizmalara ise tekhücreliler adı verilir.

Hücreler çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük yapılarıdır. Bilinen en küçük hücreler 0.0002 mm uzunluğa sahip bakteri hücreleridir. En uzun bitki hücreleri ise 200 mm uzunluğa kadar erişebilen ve ısırgan ailesinin bazı üyelerinde görülen fiber



Şekil 3.4. Tipik bir bitki hücrelerinin ince yapısı (Yentur, S.1984).

hücreleridir. Bitki hücrelerinin büyük birçoğunluğunun boyutları ise 0.1 ilâ 0.01 mm aralığına düşmektedir (Fuller et al, 1972).

Hücreler bitki içindeki faaliyetlerine göre değişiklik gösterirler ve bitki içindeki tüm faaliyetler hücreler tarafından yürütülmektedir. Bu faaliyetler arasında besin sentezleme, madde alışverişi, destek görevi, besin depolama ve absorpsiyon sayılabilir. Bu faaliyetlere göre hücreler şekil ve yapı bakımından gruplara ayrılmışlardır. Bu herbir gruba ise doku adı verilmektedir. Yani, aynı özelliğe sahip ve aynı görevi yapan hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşan yapıya doku denilmektedir. Ana dokular olarak adlandırılanlarını şu şekilde sıralamak mümkündür.

i) İletken Doku: Ağaçta besin iletme görevini yapan dokulardır. Bu dokuları meydana getiren hücreler üst üste yığılmışlardır ve aralarındaki zarlar ya tamamen ya da yer yer delinerek borucuk meydana getirmişlerdir. Bu kılcal borulara damar adı da verilmektedir.

Kökler yardımıyla alınan ham özsuyu önce yapraklara gider. Burada besin suyuna dönüştükten sonra sonra tekrar gövdenin harcama ve depolama bölümlerine iletilir. İki yönlü gerçekleşen bu taşıma işi iki farklı türdeki damarlar tarafından gerçekleştirilir. Ham özsuyunu köklerden yapraklara çıkaran ve gövdenin daha iç taraflarında bulunan damarlara odun damarları, yapraklarda hazırlanan besin suyunu gerekli yerlere taşıyan ve gövdenin kabuğa daha yakın bölümlerinde bulunan damarlara da soymuk damarları adı verilir.

ii) Temel Doku: Ağacın yaşaması ve gelişmesindeki önemi dolayısıyla temel doku adı verilmiştir. Temel doku hücreleri havadan ve güneş ışığından yararlanabilmek amacıyla genel olarak bitkilerin dış kısımlarında ve yüzeye yakın bölümlerinde bulunur.

Ağacın beslenmesinde önemli bir rolü vardır. Ağacın dal ve yapraklarında soymuk damarlarının yanında bulunur ve iletken dokunun en büyük yardımcısıdır. Ham besinlerin yararlı duruma getirilmesi ve çeşitli besin stokları yapmak gibi önemli görevler taşır. Ağaç gövdesinde yukarıdan aşağıya ve dıştan içe doğru iki yönde dağılmıştır. Bunlardan birincisine odun temel dokusu (soymuk tabakası), ikincisine de özışınları temel dokusu

ya da sadece özışınları adı verilir.

iii) Destek Doku: Besin iletmeye yarayan iletken dokular yeterince güçlü değildir. Yani, ağaç yalnız yukarıda anlatılan dokulardan ibaret olsaydı, dış etkilerle kolayca devrilir ve gerçek olarak da istenilen direnci gösteremezdi. Ağacı devirmeye çalışan doğal kuvvetlere karşı koyan, ağacın kopma, kırılma ve bükülme gibi fiziksel dayanımlarını arttıran destek dokusudur.

iv) Kabuk Doku: Gövdede mantar dokunun altında bulunan bir sıra canlı hücrelerden örülmüş bir dokudur. Bu dokuya deri doku veya iç kabuk da denir.

İç kabuğun önemli görevlerinden birisi, yapraklardaki terleme olarak bilinen serinleme olayını sağlamasıdır.

İç kabuğun canlı hücreleri zamanla protoplazma ve çekirdeklerini kaybederek farklılaşırlar ve ölen bu hücreler yüzeye yığılarak mantar dokuyu meydana getirirler.

v) Mantar Doku: Bu doku genellikle dış kabuk olarak adlandırılır. Ağaç gövdelerinin dışı bu doku tarafından örtülmüştür.

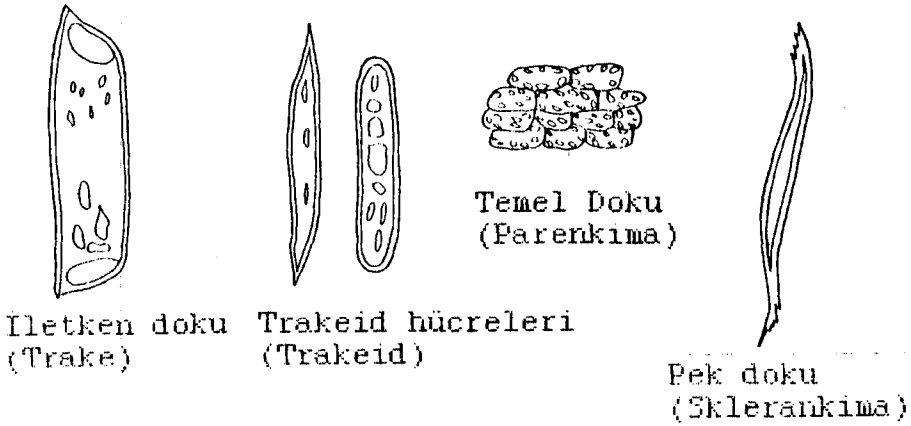
Başlangıçta odunlaşmış olan iç kabuk hücreleri hava, güneş, soğuk, sıcak, nem ve rüzgârların etkisiyle mantarlaşır. Yer yer çatlayıp parçalanır ve altındaki iç kabuk ile zaman zaman bağıntısını keserek dökülür. Yerine yeni mantar dokuları oluşur. Ağaçlardaki mantar doku, iç kısımdaki dokuları dış etkilere karşı kalın bir kabuk şeklinde sarması yönünden önem taşımaktadır.

vi) Salgı Dokusu: Daha çok küçük bitkilerde, ağaçların yapraklarında bulunur. İnce zarlı ve bol protoplazmalı hücrelerden meydana gelmiştir. Görevi esans, uçucu yağlar ve balözü gibi gövde için yararlı maddeleri çiçek, meyva ve yapraklar aracılığıyla toplayıp değerlendirmektir.

Yukarıda açıklanan bu ana dokular dışında ağaçların çeşit

ve türlerine göre bazı özel dokular, reçine kanalları, yan geçitler ve marazi dokular da gövde içinde yer almaktadır.

Şimdi de ağaç içersinde yeralan hücre tiplerini ele alalım. Bunları görevleri itibâriyle üç kısma ayırmak mümkündür. Bazıları iletme, bazıları besin depolama ve bazıları da odunu pekleştirme görevini yerine getirirler. Bunun yanında bazı hücreler de vardır ki bu görevlerin birkaçına birden yerine getirebilirler.



Şekil 3.5. Ağacın mikroskopik yapısını meydana getiren hücre tipleri (Yaşar, E.; Yılmaz, K.; Taymaz, H. 1969).

i) Trake: Bunlar hücrelerden meydana gelen borulardır. Bu boruların yanlarında doku ile bağlantılı delikler ve boşluklar vardır. Görevleri besin suyunu iletme'dir. Uzunlukları birkaç santimetreden 5 metreye kadar olabilir. Trakeler sadece geniş yapraklı ağaçlarda bulunur, iğne yapraklı ağaçlarda bulunmaz.

ii) Trakeid Hücreleri: Bunlar da iletimi sağlar fakat bir boru şeklinde olmayıp uçları kapalı uzunlamasına hücrelerden meydana gelmiştir. Uzunlukları birkaç milimetre kadardır. Hücre zarlari trakelere kıyasla daha incedir ve etrafındaki hücrelere açılan geçitleri vardır. Bu tip hücreler hem geniş yapraklı ağaçlarda hem de iğne yapraklı ağaçlarda bulunur.

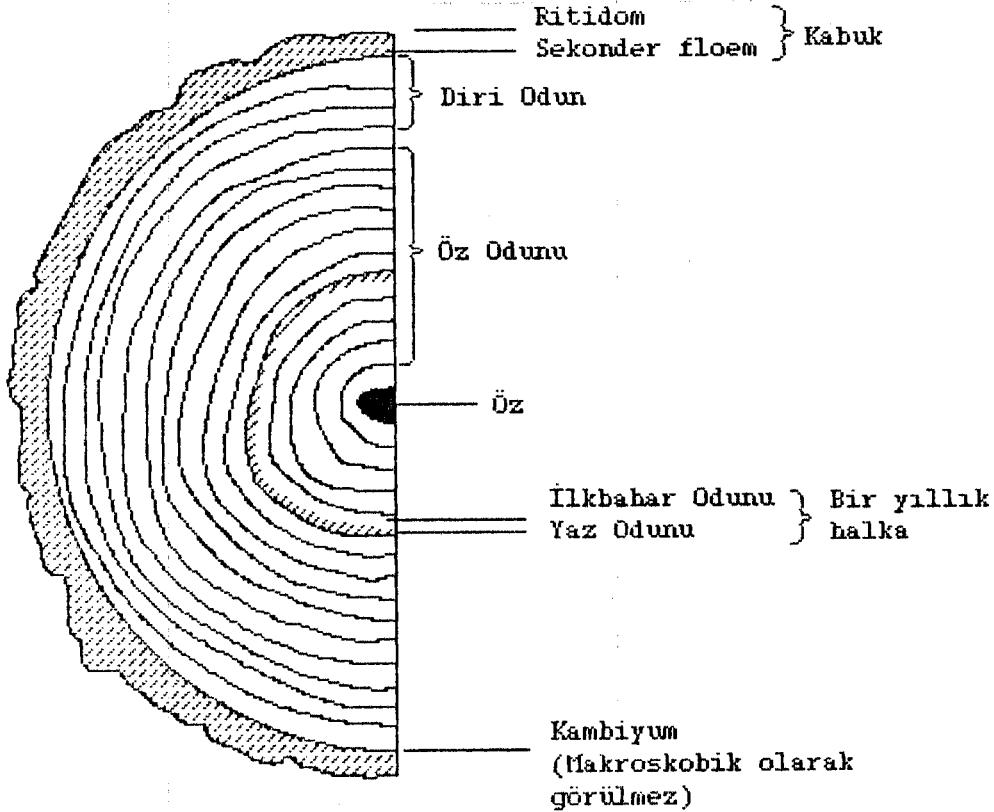
iii) Parenkima Hücreleri: Bu hücreler canlıdır ve görevleri besin maddelerini depolamak ve gerektiğinde de iletim borula-

rı vasıtasıyla ağacın diğer kısımlarına iletmektir. Bu hücreler yanyana gelerek birçok ağaçta gözle bile görülebilen özışınları meydana getirirler. Parenkima hücreleri hem geniş yapraklı ağaçlarda hem de iğne yapraklı ağaçlarda bulunur.

iv) Sklerankima Hücreleri: İki ucu sivri ve zarlari kabuklaşmış olan bu hücreler birbirlerine kenetlenerek odun liflerini meydana getirirler. Görevi ise ağacı pekleştirmektir. Sklerankima hücreleri iğne yapraklı ağaçlarda bulunmaz. Bu ağaçlarda pekleştirme parenkima hücreleri tarafından yapılır.

3.5. Ağacın Makroskobik Yapısı:

Ağacın incelenmesi ağaçtan alınan bazı kesitler yardımıyla gerçekleşir. Yıllık halkaların içiçe daireler şeklinde görüldü-



Şekil 3.6. Herhangi bir ağaçtan enine kesit (Mevrev, N. 1984).

gü kesit, enine kesittir ve ağacın gövde eksenine dik olarak alınan kesittir. Enine kesitte şu kısımları görmek mümkündür(Şekil 3.6.).

Öz: Enine kesitin tam ortasındadır. Genelde yuvarlaktır ve ağacın cinsine göre çapı 2 ilâ 12 mm arasında değişmektedir. Rengi ağacın diğer yerlerine nazaran daha koyudur.

Öz Odunu: Çevre faktörlerine ve yaşa bağlı olarak meydana gelen bu kısım ağaç türlerine göre değişik renklerde olur. Öz odununa pasif odun da denilmektedir. Gövdenin bu kısmında iletim elemanları tıkağından su iletimi yapılamaz.

Diri Odun: Gövdenin dış kısmında yer alan bu bölümün genişliği türe ve yetiştirme ortamına göre değişmektedir. Bu kısımdaki parenkima hücreleri canlı ve iletim elemanları da su iletimini gerçekleştirdiklerinden ötürü bu kısma aktif odun da denilmektedir. Genelde öz odununa nazaran rengi daha açıktır.

Yıllık Halkalar: Enine kesite bakıldığında öz merkez olmak üzere bir çok çember görülür. Bunlara yıllık halkalar denilmektedir. Kambiyum tabakasının bölünmesiyle oluşan hücrelerden meydana gelir. Çevre şartlarının daha musait olması nedeniyle ilkbaharda oluşan hücreler daha geniş, bunu takip eden yaz mevsiminde ise daha dardır. Aynı zamanda ilkbahar halkalarının daha açık, yaz halkalarının ise daha koyu olması sebebiyle gözle de görülebilen bu halkalar meydana gelmektedir.

Yıllık halkalar ağacın cinsine ve yetiştiği iklim bölgesine göre farklılıklar gösterirler. Kurak ve kuzey bölgelerinde yetişen ağaçların yıllık halkaları, sulak ve ılıman bölgede yetişen ağaçlara göre daha incedir.

Kambiyum Tabakası: İç kabuğun hemen altında bulunan bu tabaka yapışkan, nemli ve parlaktır.

İç Kabuk: Kambiyum tabakası ile dış kabuk arasındadır. Dış kabuğa göre daha yumuşak ve yeşil renktedir. İnce bir taba-

ka halinde kambiyumu örter.

Dış Kabuk: Ağacın en dışını kaplayan kısımdır. Genç ağaçlarda ince ve koyu yeşile çalan bir renktedir. Yaşlı ağaçlarda ise daha kalın ve kirli kahverengindedir. Ağacı tüm dış etkilere koruyan bu kısım, daha önce de belirtildiği gibi, mantarlaşmış hücrelerden meydana gelmiştir.

Enine kesitin dışında ağaçta iki tane de boyuna kesit bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, özışınlarına paralel ve ağaç boyu istikametinde kesittir ki buna radyal kesit denilmektedir. İkincisi ise yıllık halkalara paralel, özışınlarına dik ve yine ağaç boyu istikametindeki kesittir ve buna da teğet kesit adı verilmektedir. Bu iki kesit Şekil 3.7 ve 3.8'de daha ayrıntılı bir biçimde görülmektedir.

3.6. Gymnosperm (İğne Yapraklı) Odunu:

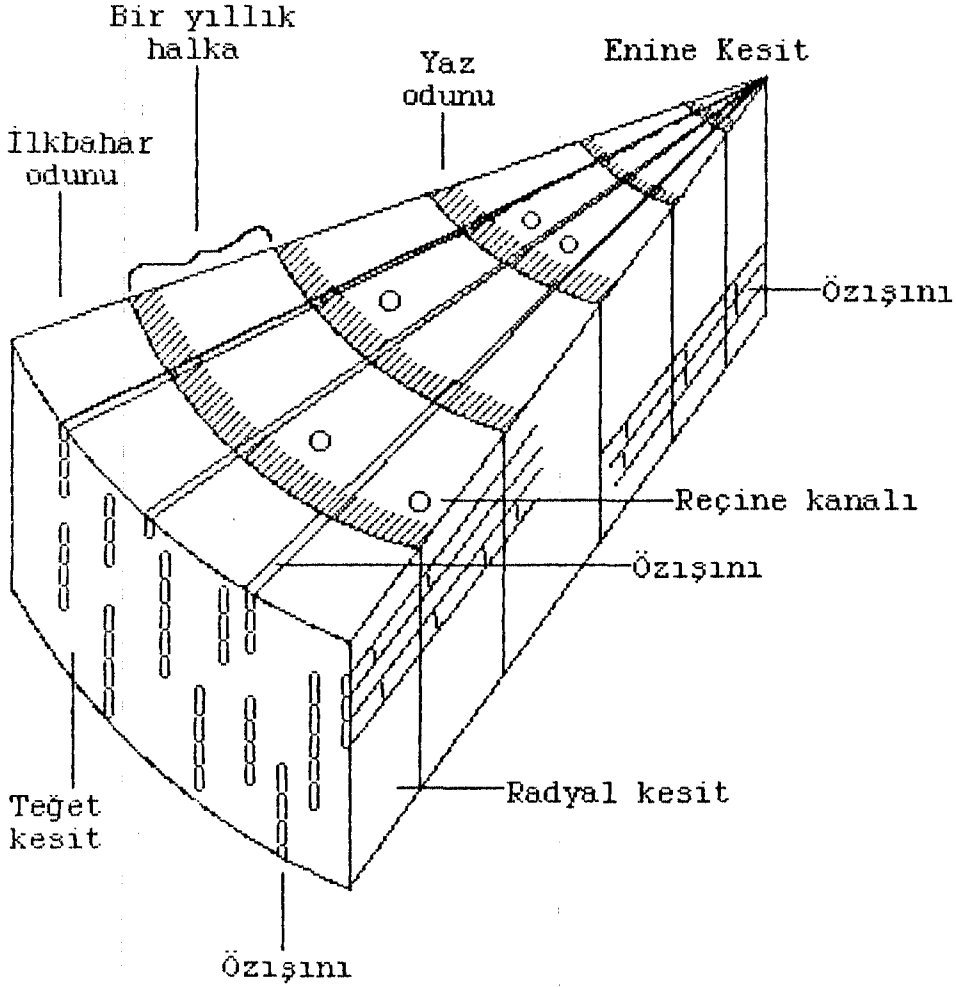
Gymnosperm odunları basit yapılıdır. Ağaç boyu istikametinde uzanan boyuna trakeidlerle, çap istikametinde uzanan özışınlar odunun esas elemanlarıdır. Ayrıca yan elemanlar olarak reçine kanalları, boyuna parenkima ve enine trakeidler bulunur.

Bunlarda yıllık halkalar çok belirgindir. Bunun nedeni ise yıllık halkayı oluşturan ilkbahar ve yaz odunlarının birbirlerinden çok farklı olmasıdır. İlkbahar trakeidleri nispeten büyük çaplı, geniş lümenli ve ince çeperlidir. Yaz odunu trakeidleri ise radyal yönde yassılaşmış kalın çeperli hücrelerdir. İlkbaharda oluşan trakeidler su iletimine, yazın oluşanlar ise hem su iletimine hem de desteklik görevine iştirak ederler.

Gymnospermilerin özışınları çok ince olduğundan enine kesitlerde ne çıplak gözle ne de lupla görülürler (lup, x2, x10 büyütme). Özışınlarının genişlikleri genellikle tek hücrelidir. Yükseklikleri ise 1 ilâ 40 hücre arasında ya da daha fazladır.

Reçine kanalları ağaç boyu yönünde ve çap yönünde boyuna ve enine kanallar şeklinde yer alırlar. Silindir şeklindeki bu

kanallar genellikle yaz odunu ile ilkbahar odunu sınırında görü-
lürler. Enine kesitlerde çıplak gözle ya da lupla görülebilir-
ler. Bu tür ağaçlara örnek olarak şunlar verilebilir: Çam,
porsuk, köknar, sedir, ladin, selvi, mazı ve ardıç.

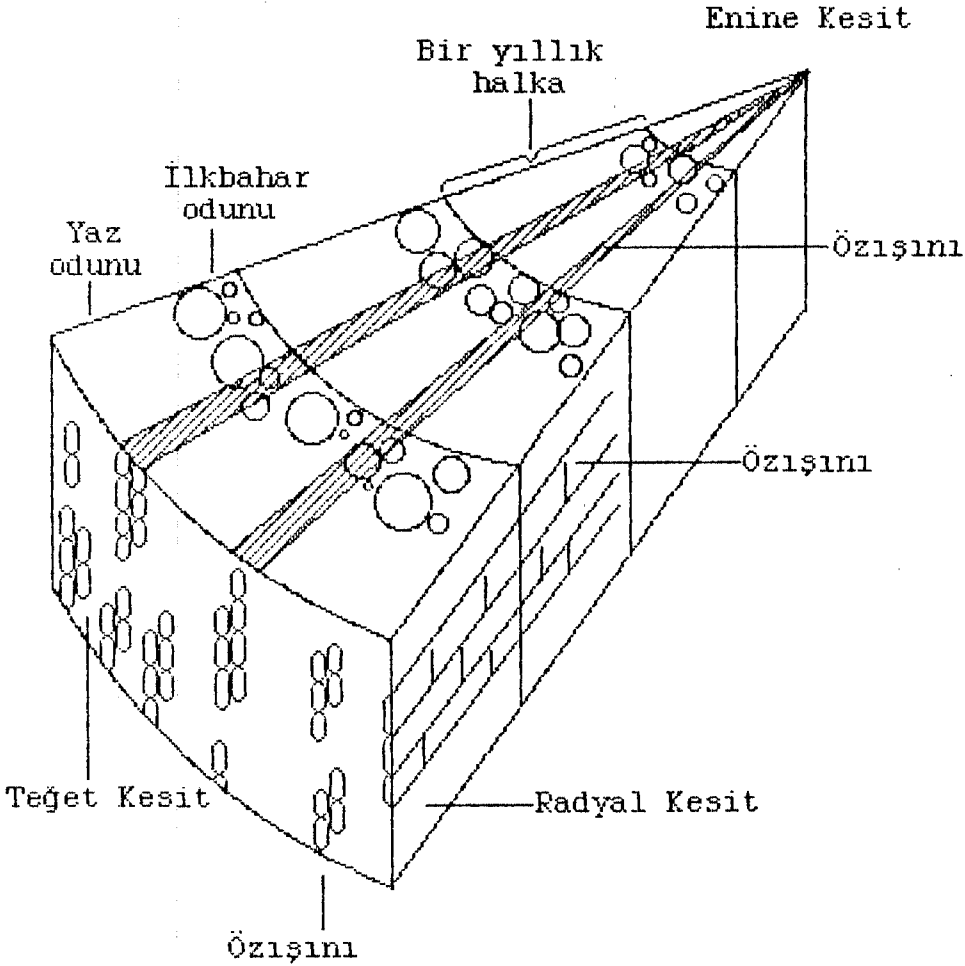


Şekil 3.7. Gymnosperm odunu(Merev,N.1984).

3.7. Angiosperm (Geniş Yapraklı) Odunu:

Angiospermler anatomik yapıları bakımından daha karmaşık ve gelişmiş bir düzeydedirler. Bunlarda su taşıma görevi trake-
lerde, desteklik görevi ise liflerdedir. Trakeler, özişınları,
lifler ve boyuna parenkimalar odunun esas elemanlarıdır. Yalan-
cı özişınları, özlekeleri ve tiller de yan elemanlardır.

Angiospermlerin özışınları yalnızca parenkima hücrelerinden meydana gelmiştir. Genişliği ise 1 hücreden yaklaşık 20 hücreye kadar değişebilir. Yükseklikleri genellikle çok hücreden meydana gelmiştir hatta bazı türlerde sayılamayacak rakamlara ulaşmaktadır.



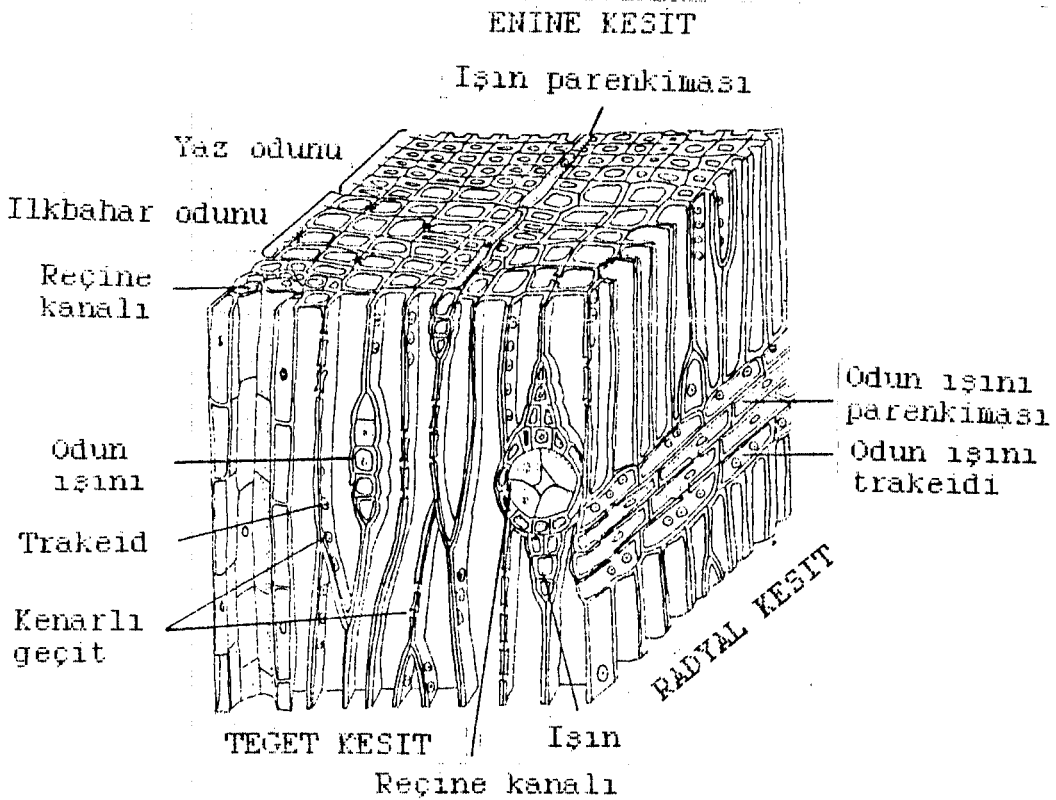
Şekil 3.8. Angiosperm odunu(Merev,N.1984).

Lifler ligninleşmiş ve kalınlaşmış ölü hücrelerdir. Odunun mekanik ve fiziksel özelliklerini büyük ölçüde etkilerler. Lif dokusunu oluşturan liflerin uzunluğu, genişliği, lümen genişliği, çeper kalınlığı türe ve yıllık halkadaki durumlarına ve ağaç gövdesinde buldukları yere göre değişirler. Enine kesitlerde x10 lupla bazı türlerde lifleri görmek mümkündür. Bu tür ağaçlara da örnek olarak şunlar verilebilir: Kavak, söğüt, kestane, meşe, ceviz, çınar, ıhlamur ve zeytin.

3.8. Çam (*Pinus*) Ağacının Özellikleri:

3.8.1. *Pinus Silvestris* :

Yeryüzünde doğal olarak 38° ilâ 70° kuzey enlemleri arasına yayılmıştır. Yüksek yerlerde yetişenlerin yıllık halkaları dar, deniz seviyesine yakın yerlerde yetişenlerin ise geniştir.



Şekil 3.9. Bir çam blokunun üç-boyutlu görünümü (Yentür, S.1984).

Yıllık halkalar genellikle çok belirgindir. Halkaların genişliği, odunun yoğunluğu, sertliği ve mekanik özellikleri yetişme ortamına göre değişmektedir.

Özışınları çok ince olup x2 lupla güçlkle görülebilir. Boyuna reçine kanalları çaplarının büyüklüğü nedeniyle her üç kesitten de rahatlıkla görülebilir. Çapları 100 ilâ 150 mikron arasındadır.

Çatı iskeleti, pancur, pencere çerçevesi, direk yapımı ve kağıtçılıkta kullanılır (Merev,N.1984).

3.8.2. *Pinus Pinaster*

Yıllık halkalar çok belirgin, çok geniş ve dalgalıdır. Reçine kanalları oldukça büyük ve çok sayıdadır. Çapları 200 ilâ 300 mikron arasındadır. Öz odunu belirgindir.

Çatı iskeleti, parke, sandık ve direk yapımında ve kağıtçılıkta kullanılır (Merev,N.1984).

3.8.3. *Pinus Halepensis*

Yıllık halkalar çok belirgin ve dalgalıdır. Reçine kanalları x2 lupla rahatlıkla görülebilir. Çapları 100 ilâ 200 mikron arasındadır. Öz odunu belirgindir.

Genellikle kasa yapımında kullanılır (Merev,N.1984).

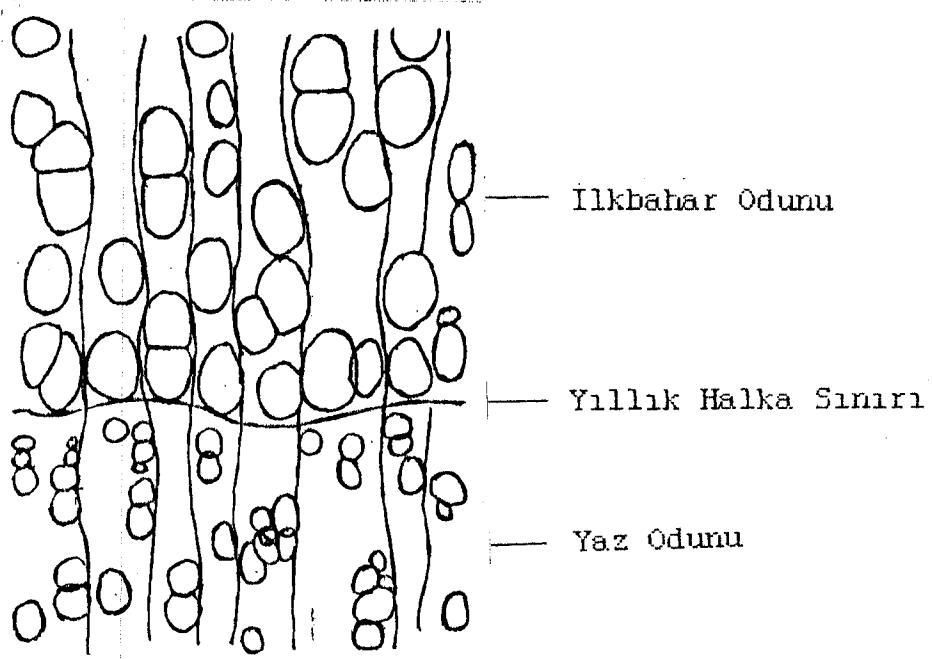
3.9. Kavak (*Populus*) Ağacının Özellikleri:

Kavak genellikle beyaz ve sarımsı beyaz renktedir. Kara kavak ve titrek kavak da öz odunu ve diri odun farkı yoktur. Sadece ak kavak da toprak sarısı renginde bir öz odunu görülür.

Yıllık halkaları düzensizdir ve genelde çok geniştir. Özellikle kültür kavaklarında 1 cm'den daha geniş yıllık halkalar görülebilir.

Özışınları çizgi şeklinde ve son derece incedir. Bu ışınlar radyal kesitlerde ancak x2 lupla görülebilir.

Küçük çaplı odunlar kağıtçılıkta, lif levha ya da yonga levha yapımında kullanılır. Orta çaptaki odunlar ise küçük latalar elde etmede, marangozlukta ve ambalaj sanayiinde kullanılır.



Şekil 3.10. Kavak ağacının 75 kez
buyütülmüş görüntüsü
(Merev,N.1984).

lır. Büyük çaplı odunlar da kibrit yapımında, çeşitli kutu, ka-
fes ve kontraplak yapımında kullanılır (Merev,N.1984).

Bu nedenle, çok rahatlıkla laboratuvar dışındaki bir ortamda test yapılabilir. Bunun dışında cihaza ek olarak transducerlerin muhafazası maksadıyla bir kutu da yapılmıştır. Transducerler enine ve boyuna olmak üzere iki çeşittir ve değişik frekanslarda titreşim yapabilmektedirler. Her bir transducerden ikişer adet bulunmaktadır. Bunlardan birisi ortama ultrases pulsları yaymak diğeri ise bu pulsları almak maksadıyla kullanılmaktadır. Bu cihaz, ultrases dalgalarının ortamı geçiş süresini, dijital olarak , 0.1 ilâ 999.9 μ s arasında gösterebilmektedir. Yani ölçümler $\pm 0.1 \mu$ s hassaslıkla alınabilmektedir. Ortamın özelliğine göre 15 m'ye kadar olan mesafelerden ölçüm almak mümkündür. Aynı zamanda, uygun bir osiloskoba da bağlantı yapılarak ortama gönderilen ve alınan pulsların şekillerini osiloskop ekranında görmek imkanı mevcuttur. Cihaz, bir kaydedici yardımıyla okunan geçiş sürelerini kağıda da kaydedebilmektedir(Marui Co. L.T.D.).

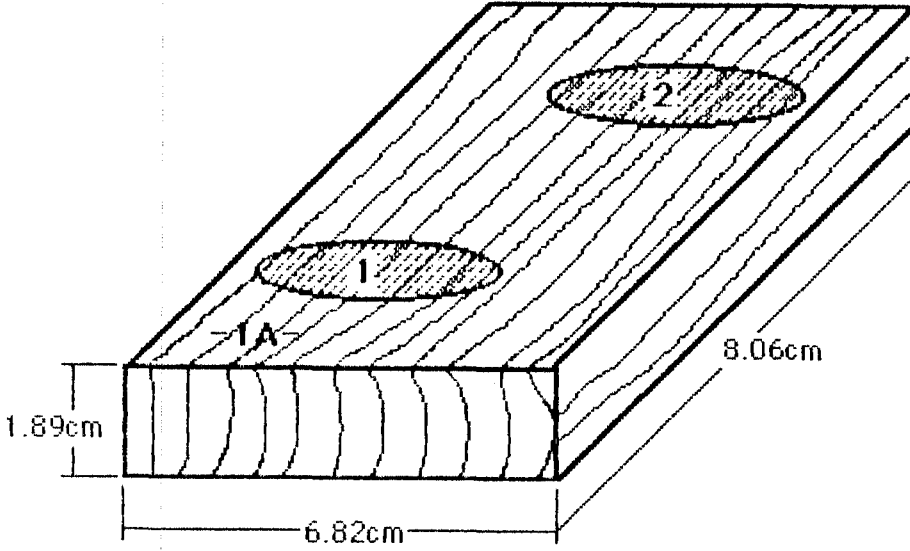
4.2. Numunelerin Hazırlanması:

Numuneler hazırlanırken mümkün merteye uzun olarak seçildi ve daha sonra bunlar Ultra Sonic Tester cihazında ölçüm almayı engellemeyecek şekilde parçalara ayrıldı. Böylece deneylerin daha sağlıklı olması sağlanmış oldu. Aynı zamanda, herhangi bir ağacın iki noktası arasında farklar olabileceği de gözönüne alındığında numunelerin bu şekilde hazırlanmasının gereği ortaya çıkar.

4.2.1. Çam Numunelerin Hazırlanması:

4.2.1.1. 1 Numaralı çam numuneleri:

1 numaralı çam numuneleri kurutulmuş KARAÇAM ağaçları arasından seçilmiştir. Bu seçilen numune, 1.89 cm kalınlığında ve 6.82 cm genişliğinde düzeltildi ve farklı boylarda üç parçaya bölündü. 1A, 1B ve 1C şeklinde numaralandı. Boyları ise sırasıyla 8.06, 8.29 ve 8.50 cm'dir(Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. 1 numaralı çam numunelerinden 1A numunesinin temsili resmi(bu ve bunu takip eden temsili resimlerin yüzeylerinde görülen ve içlerinde ayırtedici harf ya da rakam bulunan daireler ölçüm alınan noktaları temsil etmektedir).

4.2.1.2. 2 Numaralı çam numuneleri:

2 numaralı çam numuneleri ise kurutulmuş SARIÇAM ağaçları arasından seçildi. Bu numune de 6.55x5.21 cm ölçülerinde dikdörtgenler prizması şeklinde hazırlandı ve farklı boylarda üç parçaya bölündü. 2A, 2B ve 2C şeklinde numaralandı. Boyları ise sırasıyla 5.90, 6.29 ve 6.25 cm'dir(Şekil 4.3.).

4.2.1.3. 3 Numaralı çam numunesi:

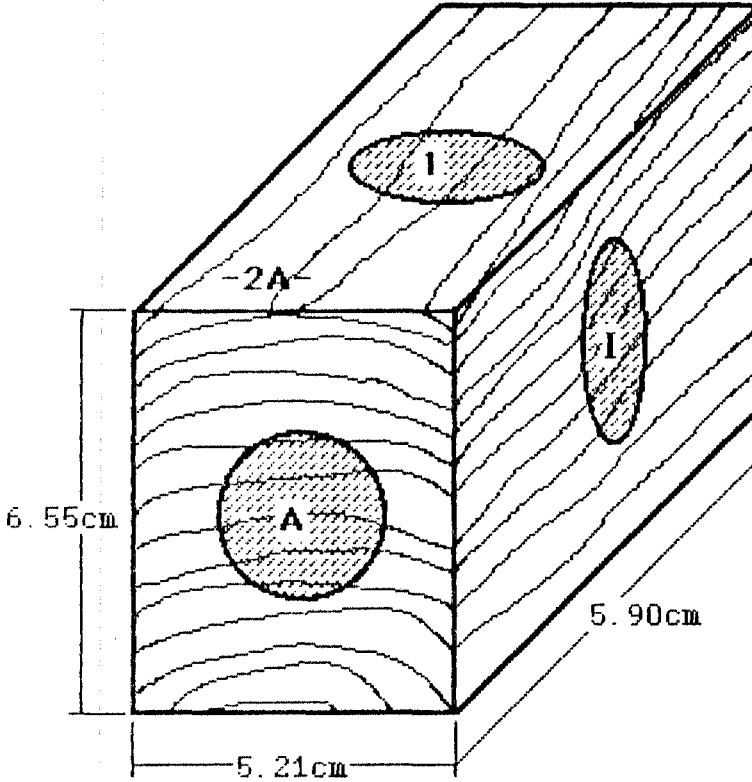
3 numaralı çam numunesi bol REÇİNELİ ÇAM ağaçları arasından seçildi. Numunenin tamamen reçineli olmasına dikkat edildi ve 4.77x5.20 cm ölçülerinde dikdörtgenler prizması şeklinde hazırlandı. Bu numunenin boyu ise 8.03 cm'dir(Şekil 4.4.).

4.2.2. Kavak Numunelerin Hazırlanması:

4.2.2.1. 1 Numaralı kavak numuneleri:

1 numaralı kavak numuneleri yeni kesilmiş ağaçlardan

seçildi. Yuvarlak dal şeklindeki bu numuneden 4.62x4.59 cm öl-



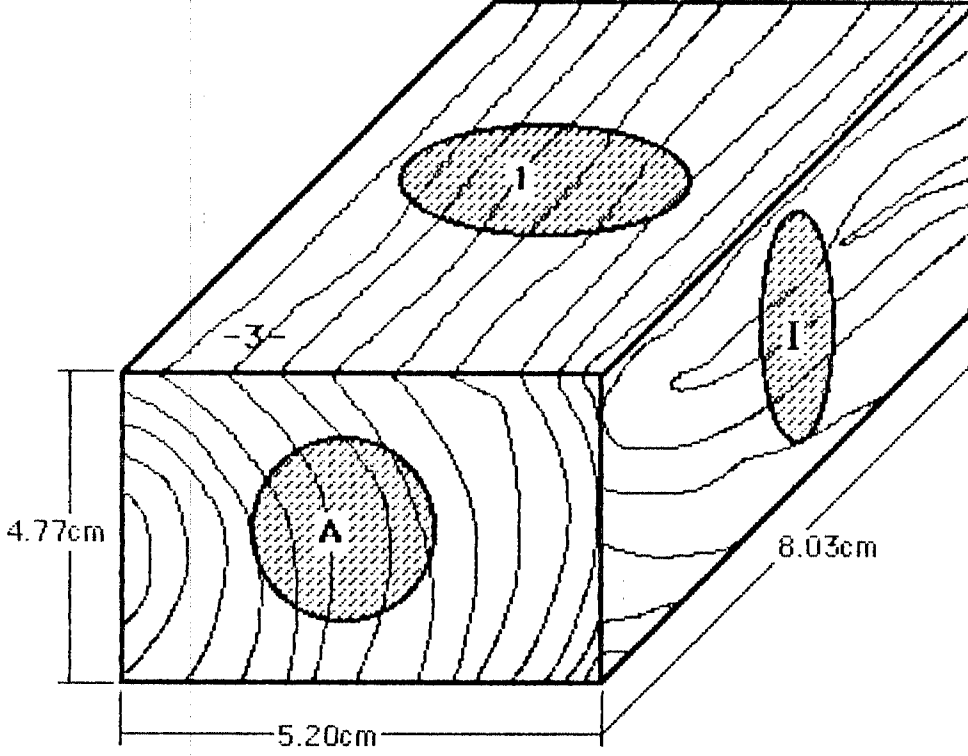
Şekil 4.3. 2 numaralı çam numunelerinden 2A numunesinin temsili resmi.

çülerinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir numune hazırlandı. Daha sonra bu numune, boyları farklı olmak üzere, beş parçaya bölündü. Bu numuneler 1A, 1B, 1C, 1D ve 1E şeklinde numaralandı. Numunelerin başlangıçtaki boyları sırasıyla 6.52, 5.59, 4.40, 4.59 ve 3.92 cm'dir(Şekil 4.5.).

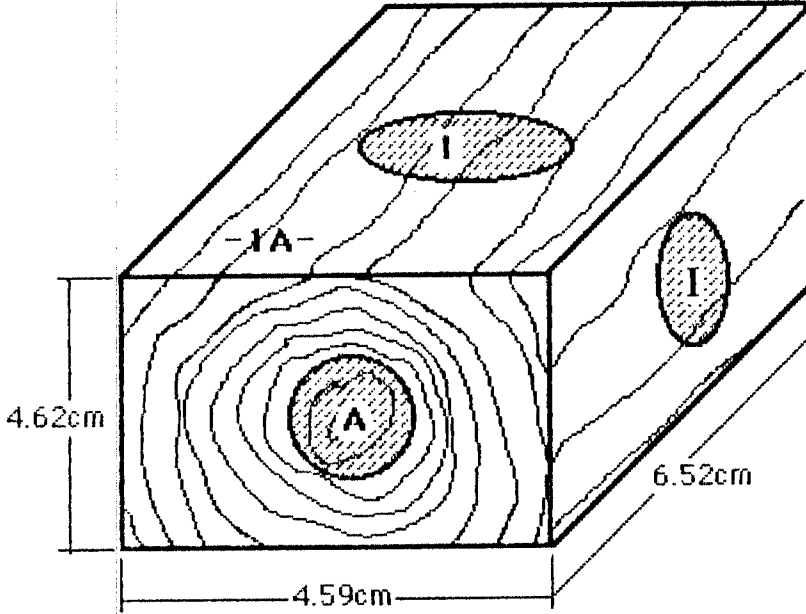
4.2.2.2. 3 Numaralı kavak numuneleri:

3 numaralı kavak numuneleri ise kurutularak kullanıma hazır hale getirilmiş ağaçlar arasından seçildi. Bu seçilen numune 1.78 cm kalınlığında ve 6.67 cm genişliğinde düzeltildi ve yine farklı boylarda beş parçaya bölündü. Bunlar da 3A, 3B, 3C,

3D ve 3E şeklinde numaralandı. Boyları ise sırasıyla 5.60,

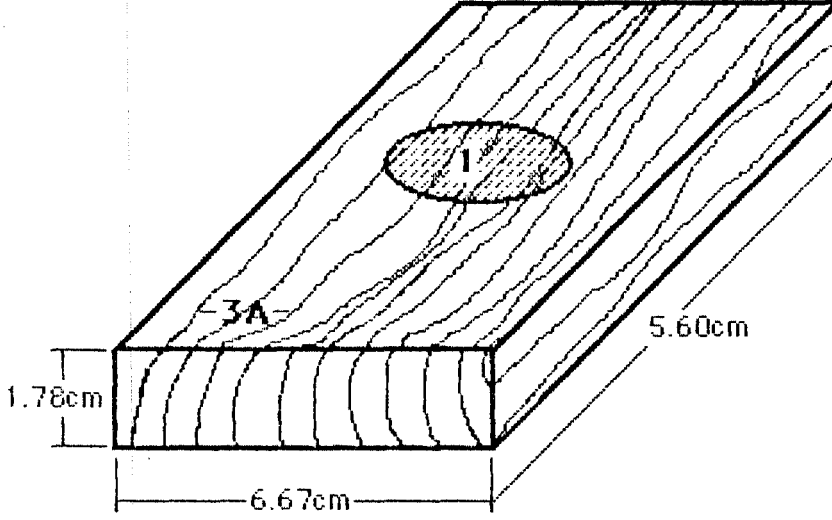


Şekil 4.4. 3 numaralı çam numunesinin temsili resmi.



Şekil 4.5. 1 numaralı kavak numunelerinden 1A numunesinin temsili resmi.

6.09, 5.28, 5.50 ve 5.53 cm'dir(Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. 3 numaralı kavak numunelerinden 3A numunesinin temsili resmi.

5. DENEY VERİLERİ:

DeneYler, yukarıda ayrıntılılarıyla anlatılan, Ultra Sonic Tester cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 50 kHz'lik boyuna dalga yayan transducer ile alınmıştır. Hazırlanan numuneleri öncelikle eşit kollu terazide 0.05 gr hassaslıkla tarttık ve daha sonra numunelerin L boyutlarını kumpas yardımıyla 0.01cm hassaslıkla ölçtük. Ultrases cihazıyla ölçüm almadan önce bu tartma ve boyutları ölçme işlemini tekrarladık. Ultra Sonic Tester cihazıyla ise boyuna dalganın numune içersinden geçiş süresi (t) 0.1 μ s hassaslıkla ölçüldü ve buradan boyuna dalganın numune içersindeki yayılma hızı, aşağıdaki formülle hesaplandı:

$$V=L/t \quad (5.1)$$

DeneYlere başlamadan önce numuneleri 10 gün suda beklettik. Bu süre sonunda numuneler sudan çıkarılarak yüzeyleri kurulandı ve derhal yukarıda anlatılan ölçme ve tartma işlemleri gerçekleştirildi. Böylece deneYlerimiz başlamış oldu. Bu aşamadan sonra numuneler havadar bir ortama kondu ve havada kurumaya terkedildi. Tabii ki bu kuruma esnasında ölçme ve tartma işlemleri hergün tekrar edildi. Havada kuruma sağlandığı müddetçe bu işleme devam edildi. Daha sonra ise etüvde kurutma işlemine geçildi. Numuneler oda sıcaklığının üzerindeki sıcaklıklarda kurutulmaya başlandı. Hergün arttırılan çeşitli sıcaklıklarda kurutma işlemi gerçekleştirildi ve bu esnada da ölçme ve tartma işlemlerine devam edildi. Son aşama olarak da etüv 103°C ye ayarlandı ve numunelerdeki suyun tamamen dışarı atılması sağlandı. Numunelerde hiç su kalmadığı kütlelerinin sabitleşmesinden anlaşılmaktadır. Bu nedenle, numuneleri kütleleri sabitleşene kadar etüv içersinde tuttuk. Nem oranının %0 olduğu bu andaki kütleler m_s olarak kaydedildi ve herbir numunedeki nem oranı

$$\% \text{ nem} = ((m_1 - m_s) / m_s) \times 100 \quad (5.2)$$

formülüyle hesaplandı. Burada m_1 , numunenin nemli durumdaki kütlesidir (Yaşar, E., Yılmaz, K. ve Taymaz, H. 1969).

5.1. Çam Numunelerden Elde Edilen Veriler:

5.1.1. 1A Çam Numunesi:

1A çam numunesi, 1 numaralı çam numunesinin üçe bölümü sonucunda elde edilen birinci numunedir. 1 numaralı çam numuneleri geniş olduğundan iki noktadan ölçümler alınmış ve bunların ortalamaları kullanılmıştır. 1A numunesinin ölçüm noktaları 1 ve 2 şeklinde adlandırılmıştır. 1A çam numunesi, 1.89 cm kalınlığında, 6.82 cm genişliğinde ve 8.06 cm uzunluğunda hazırlanmıştır. Bu numuneler kalınlık olarak dar olduğundan ölçümler sadece radyal kesit yönünden alınmıştır.

Çizelge 5.1. 1A Çam Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ(gr/cm ³)	%nem	Hız(m/s)(1,2)
107.000	2.02x7.08x8.06	0.928	59.7	1303.2
89.100	2.01x7.05x8.06	0.780	33.0	1296.8
80.800	2.01x7.03x8.06	0.709	20.6	1386.2
78.700	2.00x7.01x8.06	0.696	17.5	1428.6
77.800	1.97x6.98x8.06	0.702	16.1	1470.1
76.300	1.97x6.95x8.06	0.691	13.9	1539.1
75.300	1.96x6.91x8.06	0.690	12.4	1593.5
74.200	1.94x6.88x8.06	0.690	10.7	1603.3
72.900	1.92x6.85x8.06	0.688	8.8	1627.1
72.350	1.91x6.84x8.06	0.687	8.0	1632.5
71.300	1.90x6.82x8.06	0.683	6.4	1637.9
70.150	1.90x6.80x8.06	0.674	4.7	1610.2
69.100	1.89x6.77x8.06	0.670	3.1	1575.0
67.000	1.89x6.74x8.06	0.653	0	1562.0

5.1.2. 1B Çam Numunesi:

1B çam numunesi de 1 numaralı çam numunesinden elde edilen bir numunedir. Bundaki ölçüm noktaları ise 3 ve 4 olarak adlandırılmıştır. 1B çam numunesi yine 1.89 cm kalınlığında ve 6.82cm genişliğindedir. Uzunluğu ise 8.29 cm olarak hazırlanmıştır.

5.1.3. 1C Çam Numunesi:

1 numaralı çam numunesinden elde edilen son numune 1C çam numunesidir. Ölçüm noktaları 5 ve 6 olarak adlandırılan bu numunenin de kalınlığı 1.89 cm ve genişliği de 6.82 cm dir. Uzunluğu ise 8.50 cm olarak hazırlanmıştır.

Sırasıyla 5.1,5.2 ve 5.3 nolu çizelgelerde verilen ve 1 numaralı çama ait olan bu veriler yardımıyla yayılma hızının nem oranıyla değişimi çizildiğinde aşağıdaki eğri elde edilir. Burada noktalar deneysel verileri, çizgi ise bu veriler ışığında çizilen ortalama bir değişmeyi göstermektedir.

Çizelge 5.2. 1B Çam Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ (gr/cm ³)	%nem	Hız(m/s)(3,4)
110.000	2.02x7.12x8.30	0.922	56.7	1294.9
91.000	2.02x7.10x8.30	0.764	29.6	1311.7
84.300	2.02x7.05x8.30	0.713	20.1	1393.1
82.300	2.02x7.02x8.30	0.699	17.2	1442.9
79.200	1.96x6.95x8.30	0.701	12.8	1531.3
78.750	1.96x6.93x8.30	0.699	12.2	1555.6
78.200	1.96x6.91x8.30	0.696	11.4	1619.8
77.300	1.95x6.89x8.30	0.693	10.1	1638.7
76.300	1.93x6.86x8.30	0.694	8.7	1649.6
75.800	1.92x6.85x8.30	0.694	8.0	1655.2
74.600	1.91x6.83x8.30	0.689	6.3	1646.6
73.500	1.91x6.82x8.30	0.680	4.7	1591.7
72.300	1.90x6.79x8.30	0.675	3.0	1583.3
70.200	1.90x6.75x8.30	0.659	0	1570.2

5.1.4. 2A Çam Numunesi:

2 numaralı çam numunesinden elde edilen ilk numunedir. Bu numunelerin boyutları ölçüm almak için yeterince geniş olduğundan ölçüler her üç yönden de yanı teğet, radyal ve enine ke-

sıt yönlerinden alınmıştır. Teget kesit yönündeki ölçü noktası 1, radyal kesit yönündeki I ve enine kesit yönündeki ise A olarak adlandırılmıştır. 2A numunesi, 6.55x5.21 cm dikdörtgen kesitli olmak üzere 5.90 cm uzunluğunda hazırlanmıştır. Çizelgelerde her üç yöndeki boyuna dalganın yayılma hızları ayrı ayrı gösterilmiştir. Bu hız değerleri görüldüğü gibi birbirlerinden oldukça farklıdır.

5.1.5. 2B Çam Numunesi:

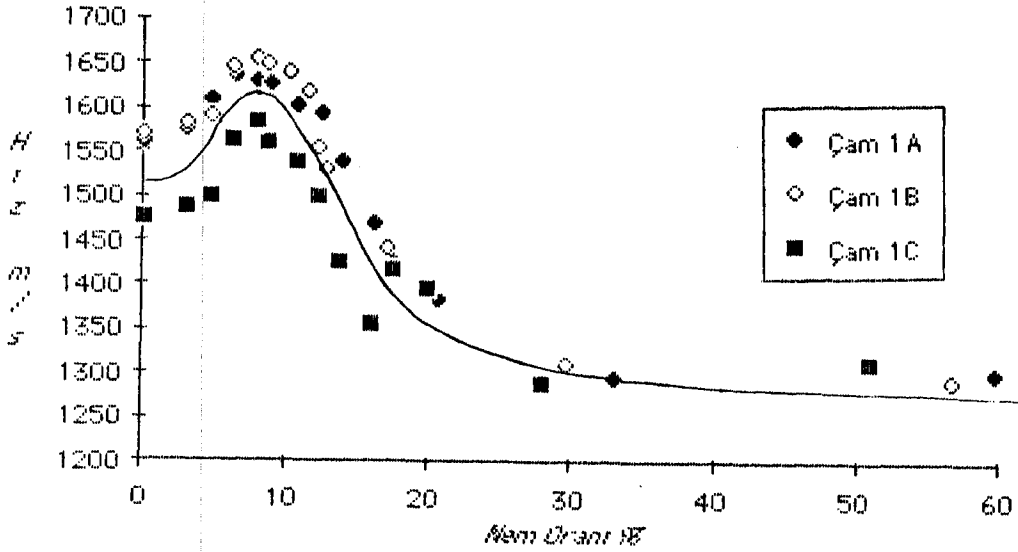
2 numaralı çam numunesinden elde edilen ikinci numunedir. Bu numunenin teget kesit yönündeki ölçü noktası 2, radyal kesit yönündeki II ve enine kesit yönündeki de B olarak adlandırılmış-

Çizelge 5.3. 1C Çam Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ (gr/cm ³)	%nem	Hız(m/s)(5,6)
111.900	2.04x7.12x8.51	0.905	50.9	1316.1
94.900	2.04x7.12x8.50	0.769	28.0	1291.1
88.900	2.04x7.12x8.50	0.720	19.9	1397.3
87.050	2.03x7.09x8.50	0.712	17.4	1419.6
85.950	2.01x7.04x8.50	0.715	15.9	1358.1
84.300	2.00x7.04x8.50	0.704	13.7	1428.6
83.300	1.98x7.02x8.50	0.705	12.3	1500.0
82.050	1.97x6.99x8.50	0.701	10.7	1539.1
80.600	1.95x6.95x8.50	0.700	8.7	1560.0
80.100	1.95x6.93x8.50	0.697	8.0	1585.4
78.750	1.94x6.91x8.50	0.691	6.2	1564.5
77.600	1.92x6.90x8.50	0.689	4.7	1500.0
76.350	1.92x6.89x8.50	0.679	3.0	1488.4
74.150	1.92x6.85x8.50	0.663	0	1476.9

tır. 2B numunesi de 6.55x5.21 cm dikdörtgen kesitlidir. Uzunluğu ise 6.29 cm olarak hazırlanmıştır.

Birinci Çam



Çizelge 5.4. 2A Çam Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ(gr/cm ³)	%nem	Hızlar(m/s)		
				1	I	A
143.200	6.76x5.48x5.94	0.651	66.9	1472.8	1268.5	4432.8
103.100	6.67x5.42x5.93	0.481	20.2	1607.2	1302.9	4632.8
101.200	6.65x5.39x5.93	0.476	17.9	1731.8	1350.9	4669.3
100.150	6.65x5.39x5.93	0.471	16.7	1745.4	1357.7	4782.3
97.050	6.60x5.30x5.93	0.468	13.1	1891.1	1476.3	4941.7
96.050	6.60x5.28x5.93	0.465	11.9	1924.2	1500.0	4941.7
95.500	6.59x5.28x5.93	0.463	11.3	1979.0	1526.0	5068.4
94.600	6.58x5.25x5.93	0.462	10.3	1993.9	1530.6	5068.4
93.800	6.57x5.22x5.93	0.461	9.3	2021.5	1562.9	5112.1
93.100	6.56x5.21x5.93	0.459	8.5	2031.0	1569.3	5156.5
92.200	6.55x5.20x5.93	0.456	7.5	1990.9	1529.4	5156.5
90.550	6.55x5.20x5.93	0.448	5.5	1972.9	1507.2	5112.1
88.000	6.51x5.17x5.93	0.441	2.6	1931.8	1516.1	5068.4
85.800	6.49x5.14x5.93	0.434	0	1943.1	1507.3	5025.4

Çizelge 5.5. 2B Çam Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ (gr/cm ³)	%nem	Hızlar(m/s)		
				2	II	B
144.150	6.75x5.41x6.33	0.624	58.1	1490.1	1252.3	4306.1
109.000	6.73x5.34x6.33	0.479	19.5	1583.5	1305.6	4554.0
107.200	6.72x5.33x6.33	0.473	17.5	1709.9	1346.0	4723.9
106.350	6.71x5.33x6.33	0.470	16.6	1733.9	1356.2	4759.4
102.150	6.65x5.24x6.33	0.463	12.0	1933.1	1484.4	4907.0
101.450	6.65x5.21x6.33	0.463	11.2	1950.1	1497.1	4907.0
101.000	6.65x5.20x6.33	0.461	10.7	1985.1	1524.9	5023.8
100.100	6.64x5.18x6.33	0.460	9.8	2000.0	1528.0	5023.8
99.300	6.64x5.16x6.33	0.458	8.9	2030.6	1544.9	4984.3
98.600	6.62x5.16x6.32	0.457	8.1	2043.2	1563.6	5096.8
97.600	6.61x5.14x6.32	0.455	7.0	1991.0	1520.7	5138.2
95.900	6.60x5.13x6.32	0.448	5.2	1982.0	1504.4	5096.8
93.200	6.58x5.10x6.32	0.439	2.2	1935.3	1461.3	5096.8
91.200	6.55x5.09x6.32	0.433	0	1949.4	1510.4	4976.4

5.1.6. 2C Çam Numunesi:

2 numaralı çam numunesinden elde edilen üçüncü numunedir. Bu numunenin ise teğet kesit yönündeki ölçü noktası 3, radyal kesit yönündeki III ve enine kesit yönündeki de C olarak adlandırılmıştır. 2C numunesi yine 6.55x5.21 cm dikdörtgen kesitlidir. Uzunluğu ise 6.25 cm olarak hazırlanmıştır.

Aşağıdaki grafikler sırasıyla 5.4, 5.5 ve 5.6 nolu çizelgelerle verilen ve 2 numaralı çama ait olan verilerin yardımıyla çizilmiştir. Bu eğriler herbir kesit yönündeki yayılma hızlarının nem oranlarıyla değişimini göstermektedir. Burada da noktalar deneysel verileri, çizgiler ise bu veriler ışığında çizilen ortalama değişimleri göstermektedir.

5.1.7. 3 Numaralı Çam Numunesi:

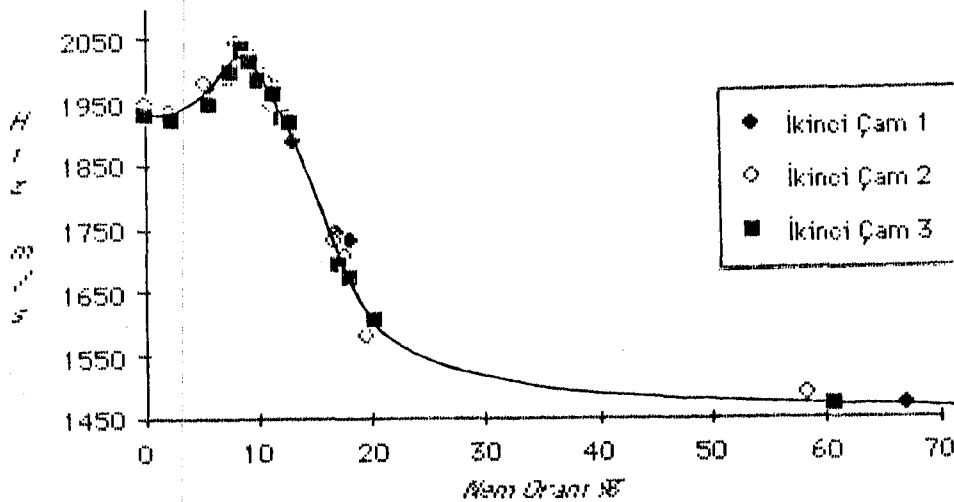
3 numaralı çam numunesi ise deneylere reçinenin yayılma

Çizelge 5.6. 2C Çam Numunesinden Elde Edilen Veriler:

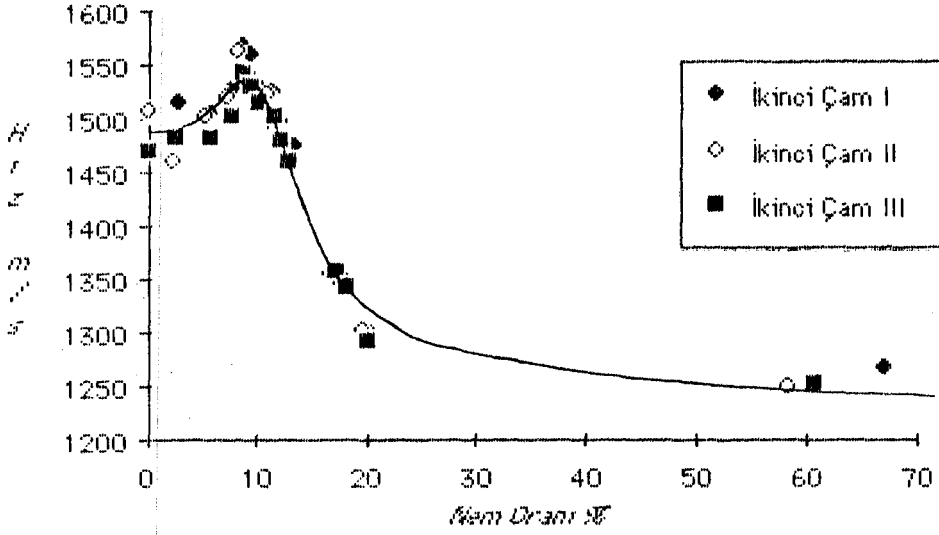
m(gr)	V(cm ³)	ρ(gr/cm ³)	%nem	Hızlar(m/s)		
				3	III	C
143.000	6.83x5.33x6.27	0.627	60.5	1472.0	1254.1	4510.8
106.900	6.76x5.27x6.26	0.479	20.0	1609.5	1294.8	4602.9
105.100	6.74x5.26x6.26	0.474	18.0	1676.6	1345.3	4706.8
104.350	6.74x5.26x6.26	0.470	17.1	1697.7	1359.2	4742.4
100.400	6.70x5.15x6.26	0.465	12.7	1919.8	1463.1	4929.1
99.800	6.70x5.13x6.26	0.464	12.0	1925.3	1482.7	5008.0
99.300	6.70x5.13x6.26	0.462	11.4	1964.8	1504.4	5048.4
97.900	6.68x5.10x6.26	0.459	9.9	1988.1	1517.9	5089.4
97.350	6.67x5.09x6.26	0.458	9.3	2015.1	1533.1	5089.4
96.700	6.66x5.08x6.26	0.457	8.5	2036.7	1544.1	5173.6
95.800	6.66x5.07x6.26	0.453	7.5	2000.0	1504.5	5216.7
94.100	6.64x5.06x6.26	0.447	5.6	1947.2	1483.9	5089.4
91.200	6.62x5.03x6.26	0.438	2.4	1924.4	1483.8	4968.3
89.100	6.59x4.99x6.26	0.433	0	1932.6	1472.0	5048.4

hızında meydana getirdiği değişmeyi görmek amacıyla katılmış-

İkinci Çam 1,2,3

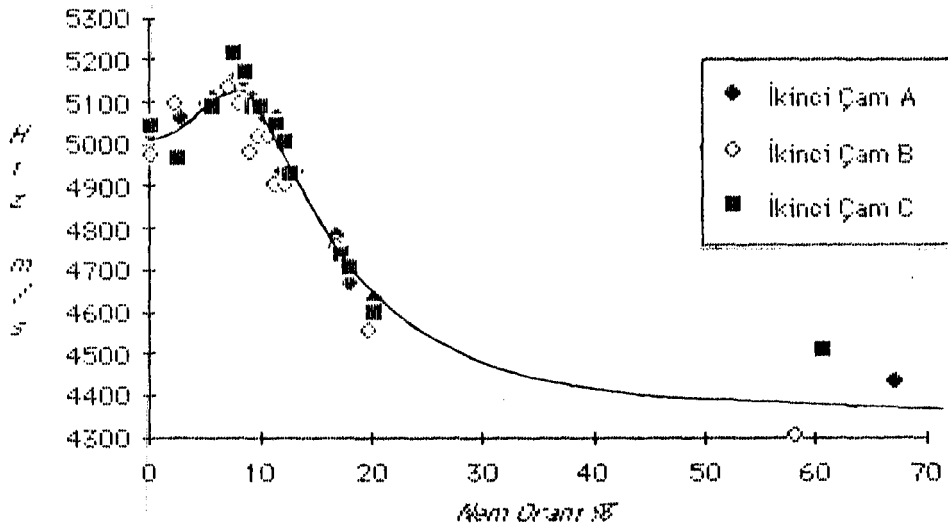


İkinci Çam I, II, III



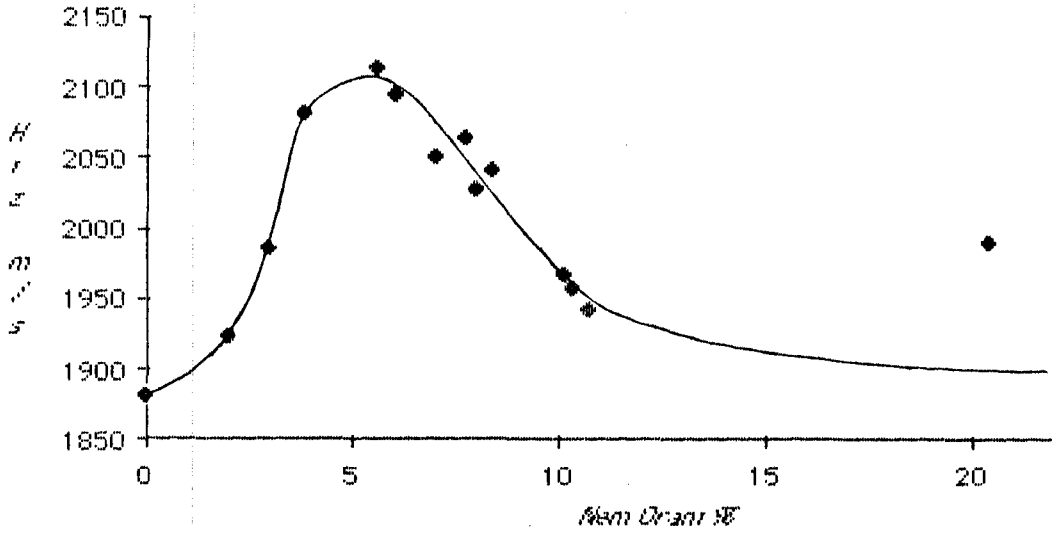
tır. Bu numunenin de her üç yönünden ölçümler alınmıştır. Radyal kesit yönündeki ölçü noktası 1, teğet kesit yönündeki I ve enine kesit yönündeki ise A olarak adlandırılmıştır. 3 numaralı çam numunesi 4.77x5.20 cm dikdörtgen kesitli olmak üzere 8.03 cm

İkinci Çam A, B, C



uzunluğunda hazırlanmıştır. Bu numune için ortak bir çizelge hazırlanmış fakat eğriler yine her yön için ayrı ayrı çizilmiştir.

Üçüncü Çam 1



Çizelge 5.7. 3 Numaralı Çam Numunesinden Elde Edilen Veriler:

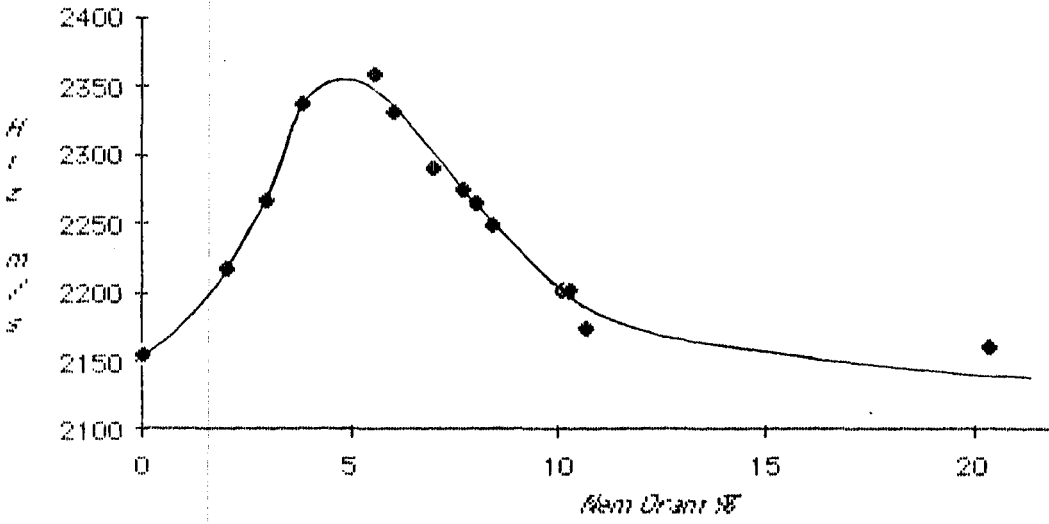
m(gr)	V(cm ³)	ρ(gr/cm ³)	%nem	Hızlar(m/s)		
				1	I	A
198.500	4.82x5.23x8.13	0.969	20.4	1991.7	2161.2	2822.9
182.500	4.82x5.22x8.12	0.893	10.7	1943.5	2175.0	2790.4
181.800	4.82x5.22x8.08	0.894	10.3	1959.3	2202.5	2786.2
181.400	4.82x5.22x8.08	0.892	10.1	1967.3	2202.5	2815.3
178.700	4.82x5.22x8.08	0.879	8.4	2042.4	2250.0	2855.1
178.000	4.81x5.21x8.08	0.879	8.0	2029.5	2265.2	2875.4
177.450	4.81x5.21x8.05	0.880	7.7	2064.4	2275.1	2875.0
176.400	4.80x5.20x8.05	0.878	7.0	2051.3	2290.7	2885.3
174.700	4.78x5.20x8.05	0.873	6.0	2096.5	2331.8	2906.1
174.000	4.78x5.19x8.04	0.872	5.6	2115.0	2359.1	2945.1
171.000	4.77x5.19x8.00	0.863	3.8	2083.0	2337.8	2877.7
169.700	4.77x5.19x8.00	0.857	3.0	1987.5	2266.4	2807.0
168.100	4.77x5.19x8.00	0.849	2.0	1923.4	2217.9	2730.4
164.800	4.76x5.17x7.99	0.838	0	1881.4	2154.2	2727.0

5.2. Kavak Numunelerden Elde Edilen Veriler:

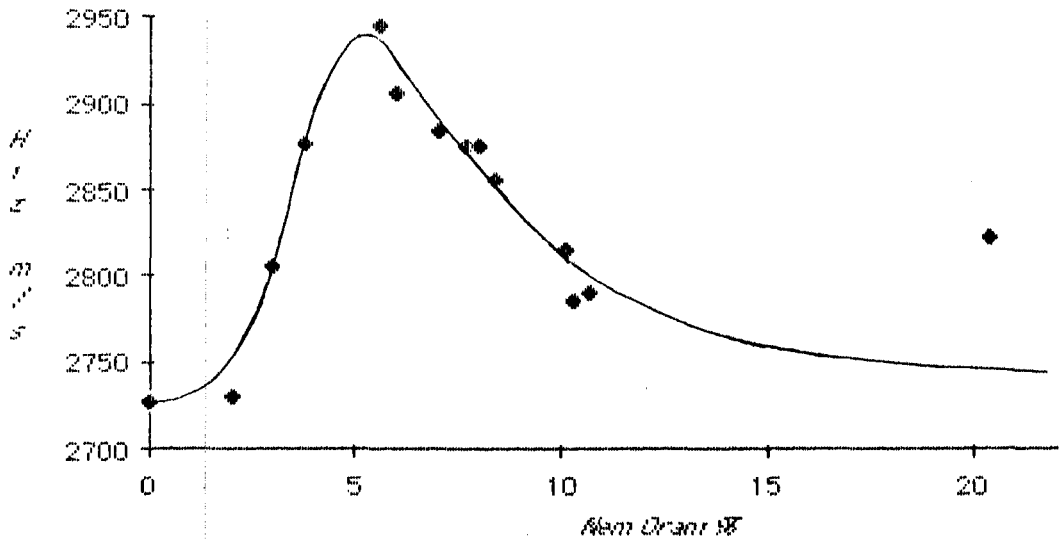
5.2.1. 1A Kavak Numunesi:

1 numaralı kavak numunesinden elde edilen ilk numunedir.

Üçüncü Çam 1



Üçüncü Çam A



Bu numunelerin de her üç yönünden ölçü alınmıştır. Radyal kesit yönündeki ölçü noktası 1, teğet kesit yönündeki I ve enine kesit yönündeki ise A olarak adlandırılmıştır. Numune, 4.62x4.59 cm dikdörtgen kesitli olmak üzere 6.52 cm uzunluğunda hazırlanmıştır.

Çizelge 5.8. 1A Kavak Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ(gr/cm ³)	%nem	Hızlar(m/s)		
				1	I	A
104.200	4.69x4.66x6.52	0.731	85.1	1383.5	1451.7	3927.7
85.400	4.69x4.66x6.52	0.599	51.7	1371.3	1412.1	4049.7
75.600	4.69x4.66x6.52	0.531	34.3	1355.5	1425.1	4179.5
71.700	4.69x4.66x6.52	0.503	27.4	1412.7	1456.3	4261.4
65.450	4.67x4.63x6.52	0.464	16.3	1454.8	1338.2	4559.4
64.400	4.65x4.62x6.52	0.460	14.4	1462.3	1412.8	4690.6
63.600	4.63x4.61x6.52	0.457	13.0	1518.0	1531.6	4759.1
62.400	4.62x4.59x6.52	0.451	10.8	1504.9	1550.7	4794.1
61.350	4.61x4.58x6.52	0.446	9.0	1646.4	1709.0	4829.6
60.800	4.60x4.58x6.52	0.443	8.0	1691.2	1817.5	4829.6
60.500	4.60x4.57x6.51	0.442	7.5	1749.0	1771.3	4786.8
60.300	4.59x4.56x6.51	0.443	7.1	1712.7	1774.3	4786.8
58.550	4.58x4.53x6.51	0.433	4.0	1761.5	1762.6	4683.5
56.300	4.54x4.50x6.51	0.423	0	1752.9	1807.2	4751.8

5.2.2. 1B Kavak Numunesi:

1 numaralı kavak numunesinden elde edilen ikinci numunedir. Radyal kesit yönündeki ölçü noktası 2, teğet kesit yönündeki II ve enine kesit yönündeki de B olarak adlandırılmıştır. Bu numune de 4.62x4.59 cm dikdörtgen kesitli olmak üzere 5.59 cm uzunluğunda hazırlanmıştır.

5.2.3. 1C Kavak Numunesi:

1 numaralı kavak numunesinden elde edilen üçüncü numune-

dir. Radyal kesit yönündeki ölçü noktası 3, teget kesit yönündeki III ve enine kesit yönündeki de C olarak adlandırılmıştır. Bu numune de 4.62x4.59 cm dikdörtgen kesitli olmak üzere 4.40 cm uzunluğunda hazırlanmıştır.

Çizelge 5.9. 1B Kavak Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ (gr/cm ³)	%nem	Hızlar(m/s)		
				2	II	B
89.700	4.66x4.73x5.61	0.725	87.3	1395.2	1339.9	3895.8
74.950	4.66x4.73x5.61	0.606	56.5	1391.0	1336.2	3895.8
65.700	4.64x4.73x5.61	0.534	37.2	1423.3	1351.4	4094.9
61.650	4.64x4.73x5.61	0.501	28.7	1477.7	1367.1	4218.0
55.950	4.62x4.71x5.60	0.459	16.8	1346.9	1427.3	4552.8
54.850	4.59x4.65x5.60	0.459	14.5	1362.0	1426.4	4590.2
54.150	4.56x4.64x5.60	0.457	13.0	1386.0	1487.2	4666.7
53.050	4.55x4.62x5.60	0.451	10.8	1691.4	1358.8	4705.9
52.300	4.54x4.60x5.60	0.447	9.2	1794.5	1356.9	4786.3
51.850	4.53x4.60x5.60	0.444	8.2	1812.0	1365.0	4786.3
51.650	4.53x4.60x5.60	0.443	7.8	1790.5	1608.4	4705.9
51.400	4.53x4.60x5.60	0.440	7.3	1783.5	1543.6	4745.8
49.850	4.51x4.60x5.59	0.430	4.1	1789.7	1570.0	4658.3
47.900	4.47x4.58x5.59	0.419	0	1788.0	1579.3	4697.5

5.2.4. 1D Kavak Numunesi:

1 numaralı kavak numunesinden elde edilen dördüncü numunedir. Radyal kesit yönündeki ölçü noktası 4, teget kesit yönündeki IV ve enine kesit yönündeki de D olarak adlandırılmıştır. Bu numune de 4.62x4.59 cm dikdörtgen kesitli olmak üzere 4.59 cm uzunluğunda hazırlanmıştır.

5.2.5. 1E Kavak Numunesi:

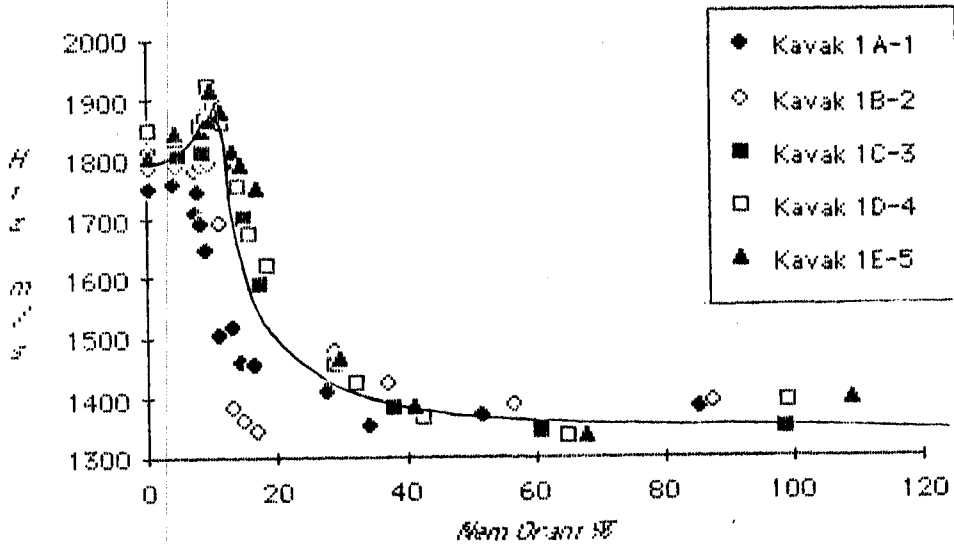
1 numaralı kavak numunesinden elde edilen son numunedir.

Bunun ise radyal kesit yönündeki ölçü noktası 5, teğet kesit yönündeki V ve enine kesit yönündeki de E olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 5.10. 1C Kavak Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ (gr/cm ³)	%nem	Hızlar(m/s)		
				3	III	C
72.200	4.62x4.79x4.44	0.735	98.4	1350.9	1349.3	3794.9
58.450	4.62x4.79x4.44	0.595	60.6	1346.9	1400.6	3794.9
50.250	4.62x4.78x4.44	0.512	38.0	1383.2	1431.1	4000.0
46.850	4.62x4.78x4.44	0.478	28.7	1457.4	1479.9	4149.5
42.700	4.55x4.73x4.43	0.448	17.3	1590.9	1468.9	4567.0
41.800	4.53x4.72x4.43	0.441	14.8	1703.0	1552.6	4614.6
41.300	4.53x4.71x4.41	0.439	13.5	1797.6	1725.3	4691.5
40.450	4.50x4.68x4.41	0.436	11.1	1859.5	1766.0	4741.9
40.100	4.49x4.67x4.41	0.434	10.2	1886.6	1860.6	4741.9
39.750	4.48x4.67x4.41	0.431	9.2	1874.5	1853.2	4741.9
39.600	4.48x4.66x4.41	0.430	8.8	1866.7	1806.2	4741.9
39.400	4.48x4.66x4.41	0.428	8.2	1813.8	1778.6	4741.9
38.050	4.45x4.64x4.41	0.418	4.5	1808.9	1731.3	4642.1
36.400	4.40x4.59x4.40	0.410	0	1810.7	1765.4	4631.6

Birinci Kavak 1,2,3,4,5



Çizelge 5.11. 1D Kavak Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ(gr/cm ³)	%nem	Hızlar(m/s)		
				4	IV	D
76.200	4.64x4.78x4.64	0.740	99.2	1393.4	1361.8	3772.4
63.050	4.62x4.77x4.62	0.619	64.8	1335.3	1386.6	3666.7
54.450	4.62x4.75x4.62	0.537	42.4	1366.9	1401.2	3915.3
50.550	4.62x4.75x4.60	0.501	32.2	1425.9	1443.8	4107.1
45.300	4.59x4.75x4.60	0.452	18.4	1621.9	1401.2	4554.5
44.200	4.56x4.73x4.59	0.446	15.6	1676.5	1473.5	4683.7
43.600	4.55x4.72x4.59	0.442	14.0	1756.8	1573.3	4781.3
42.550	4.53x4.70x4.59	0.435	11.2	1864.2	1696.8	4831.6
42.100	4.52x4.69x4.59	0.433	10.1	1899.2	1743.5	4935.5
41.750	4.51x4.67x4.59	0.432	9.2	1927.4	1775.7	4935.5
41.550	4.50x4.67x4.58	0.432	8.6	1867.2	1803.1	4924.7
41.350	4.50x4.67x4.58	0.430	8.1	1859.5	1729.6	4924.7
39.900	4.48x4.63x4.58	0.420	4.3	1836.1	1677.5	4821.1
38.250	4.44x4.59x4.58	0.410	0	1850.0	1651.1	4821.1

Çizelge 5.12. 1E Kavak Numunesinden Elde Edilen Veriler:

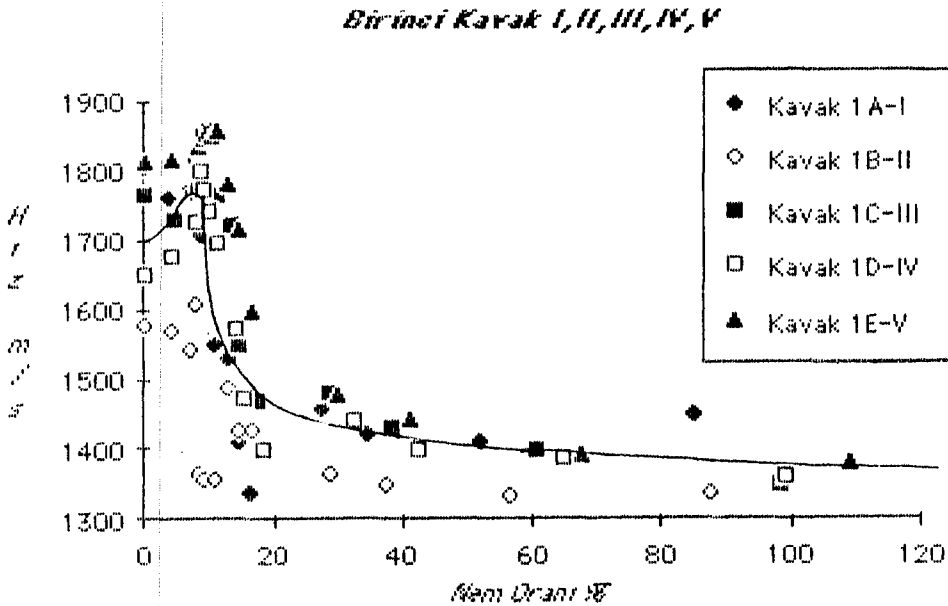
m(gr)	V(cm ³)	ρ(gr/cm ³)	%nem	Hızlar(m/s)		
				5	V	E
67.650	4.62x4.83x3.97	0.764	109.1	1400.0	1380.0	3675.9
54.250	4.62x4.79x3.93	0.624	67.7	1335.3	1392.4	3508.9
45.700	4.62x4.79x3.93	0.525	41.3	1383.2	1442.8	3815.5
42.000	4.62x4.79x3.93	0.483	29.8	1466.7	1478.4	4010.2
37.750	4.62x4.73x3.93	0.440	16.7	1750.0	1598.0	4415.7
37.000	4.52x4.72x3.93	0.441	14.4	1793.7	1716.4	4366.7
36.600	4.52x4.71x3.93	0.437	13.1	1815.3	1784.1	4415.7
35.950	4.49x4.70x3.93	0.433	11.1	1878.7	1857.7	4465.9
35.750	4.49x4.70x3.93	0.431	10.5	1886.6	1850.4	4366.7
35.450	4.48x4.69x3.93	0.429	9.6	1914.5	1853.8	4415.7
35.300	4.48x4.68x3.93	0.428	9.1	1866.7	1849.8	4517.2
35.100	4.48x4.68x3.93	0.426	8.5	1851.2	1835.3	4517.2
33.750	4.43x4.65x3.93	0.417	4.3	1845.8	1816.4	4366.7
32.350	4.39x4.62x3.93	0.406	0	1806.6	1811.8	4366.7

Bu numune de 4.62x4.59 cm dikdörtgen kesitli olmak üzere 3.92 cm uzunluğunda hazırlanmıştır

Grafikler ise sırasıyla 1 numaralı kavak numunesine ait olan radyal kesit, teğet kesit ve enine kesit yönündeki boyuna dalğanın yayılma hızının nem oranıyla değişimidir. Burada yine noktalar deneysel verileri çizgiler ise bu veriler ışığında çizilen ortalama bir değişimi göstermektedir.

5.2.6. 3A Kavak Numunesi:

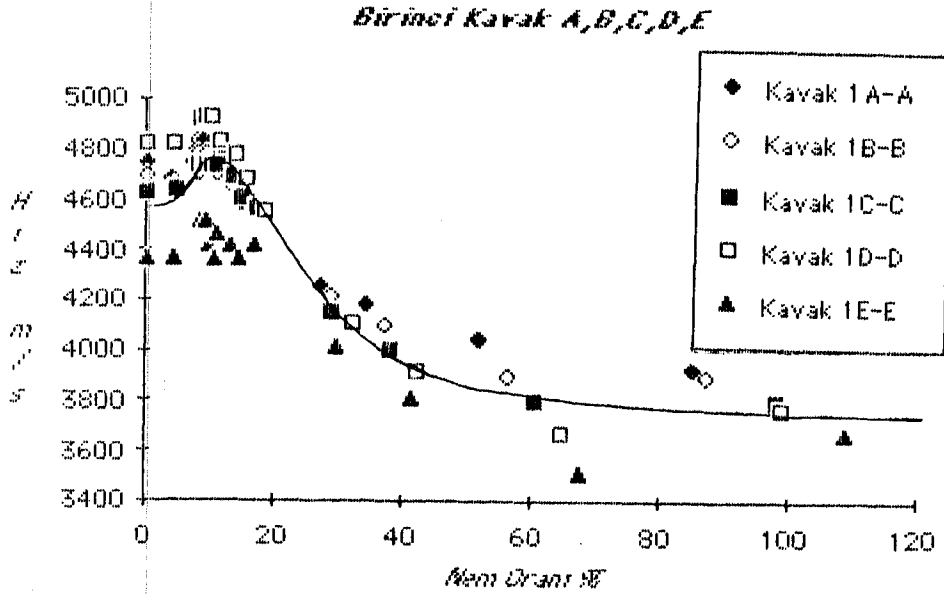
3 numaralı kavak numunesinden elde edilen ilk numunedir. Bu numunelerin kalınlıkları dar olduğundan sadece tek yönden radyal kesit yönünden ölçü alınmıştır. Ölçü noktası 1 olarak adlandırılmıştır. Numune, 1.78 cm kalınlığında, 6.67 cm genişliğinde ve 5.60 cm uzunluğunda hazırlanmıştır.



5.2.7. 3B Kavak Numunesi:

3 numaralı kavak numunesinden elde edilen ikinci numune-

dir. Ölçü noktası 2 olarak adlandırılmıştır. Bu numune de 1.78 cm kalınlığında ve 6.67 cm genişliğindedir. Uzunluğu ise 6.09 cm olarak hazırlanmıştır.



Çizelge 5.13. 3A Kavak Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ(gr/cm ³)	%nem	Hız(m/s)(1)
49.600	1.85x6.91x5.64	0.688	142.5	1302.8
43.950	1.85x6.90x5.63	0.612	114.9	1360.3
28.600	1.83x6.88x5.63	0.403	39.9	1452.4
26.200	1.83x6.86x5.62	0.371	28.1	1500.0
23.150	1.82x6.75x5.62	0.335	13.2	1717.0
22.950	1.80x6.74x5.62	0.337	12.2	1714.3
22.850	1.80x6.73x5.62	0.336	11.7	1730.8
22.550	1.80x6.71x5.62	0.332	10.3	1782.2
22.150	1.79x6.69x5.62	0.329	8.3	1754.9
21.550	1.76x6.65x5.62	0.328	5.4	1708.7
21.300	1.76x6.64x5.62	0.324	4.2	1708.7
20.450	1.76x6.60x5.62	0.313	0	1708.7

5.2.8. 3C Kavak Numunesi:

3 numaralı kavak numunesinden elde edilen üçüncü numune-

Çizelge 5.14. 3B Kavak Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ (gr/cm ³)	%nem	Hız(m/s)(2)
53.650	1.84x6.92x6.13	0.687	142.2	1363.0
47.450	1.84x6.92x6.11	0.610	114.2	1404.6
31.800	1.83x6.90x6.11	0.412	43.6	1577.6
28.900	1.82x6.89x6.11	0.377	30.5	1596.5
25.200	1.79x6.75x6.11	0.341	13.8	1754.9
24.850	1.79x6.74x6.11	0.337	12.2	1790.0
24.750	1.79x6.74x6.11	0.336	11.7	1826.5
24.450	1.78x6.72x6.10	0.335	10.4	1835.1
24.000	1.78x6.69x6.10	0.330	8.4	1835.1
23.350	1.77x6.66x6.10	0.325	5.4	1824.7
23.100	1.77x6.65x6.09	0.322	4.3	1843.8
22.150	1.76x6.59x6.09	0.314	0	1833.3

Çizelge 5.15. 3C Kavak Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ (gr/cm ³)	%nem	Hız(m/s)(3)
47.000	1.84x6.90x5.37	0.689	144.2	1305.0
40.500	1.84x6.90x5.37	0.594	110.4	1352.9
26.050	1.83x6.89x5.34	0.387	35.3	1500.0
24.300	1.83x6.87x5.33	0.363	26.2	1550.8
22.050	1.81x6.77x5.33	0.338	14.5	1757.3
21.850	1.80x6.74x5.30	0.340	13.5	1764.7
21.750	1.80x6.74x5.30	0.338	13.0	1782.2
21.400	1.79x6.72x5.30	0.336	11.2	1790.0
20.900	1.79x6.69x5.30	0.329	8.6	1808.1
20.300	1.78x6.67x5.30	0.323	5.5	1798.0
20.050	1.78x6.65x5.30	0.320	4.2	1780.0
19.250	1.77x6.60x5.30	0.311	0	1770.0

dir. Ölçü noktası 3 olarak adlandırılmıştır. Bu numune de 1.78 cm kalınlığında ve 6.67 cm genişliğindedir. Uzunluğu ise 5.28 cm olarak hazırlanmıştır.

Çizelge 5.16. 3D Kavak Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ (gr/cm ³)	%nem	Hız(m/s)(4)
49.300	1.84x6.88x5.53	0.704	136.5	1333.3
40.300	1.84x6.89x5.53	0.575	93.3	1373.1
28.400	1.84x6.86x5.53	0.407	36.2	1495.9
26.600	1.84x6.84x5.53	0.382	27.6	1533.3
24.100	1.82x6.75x5.53	0.355	15.6	1717.0
23.750	1.81x6.74x5.53	0.352	13.9	1740.4
23.600	1.81x6.73x5.53	0.350	13.2	1757.3
23.200	1.80x6.70x5.53	0.348	11.3	1764.7
22.600	1.79x6.68x5.52	0.342	8.4	1772.3
22.000	1.78x6.65x5.52	0.337	5.5	1762.4
21.750	1.78x6.62x5.52	0.334	4.3	1780.0
20.850	1.75x6.59x5.52	0.328	0	1732.7

5.2.9. 3D Kavak Numunesi:

3 numaralı kavak numunesinden elde edilen dördüncü numunedir. Ölçü noktası 4 olarak adlandırılmıştır. Bu numune de 1.78 cm kalınlığında ve 6.67 cm genişliğindedir. Uzunluğu ise 5.50 cm olarak hazırlanmıştır.

5.2.10. 3E Kavak Numunesi:

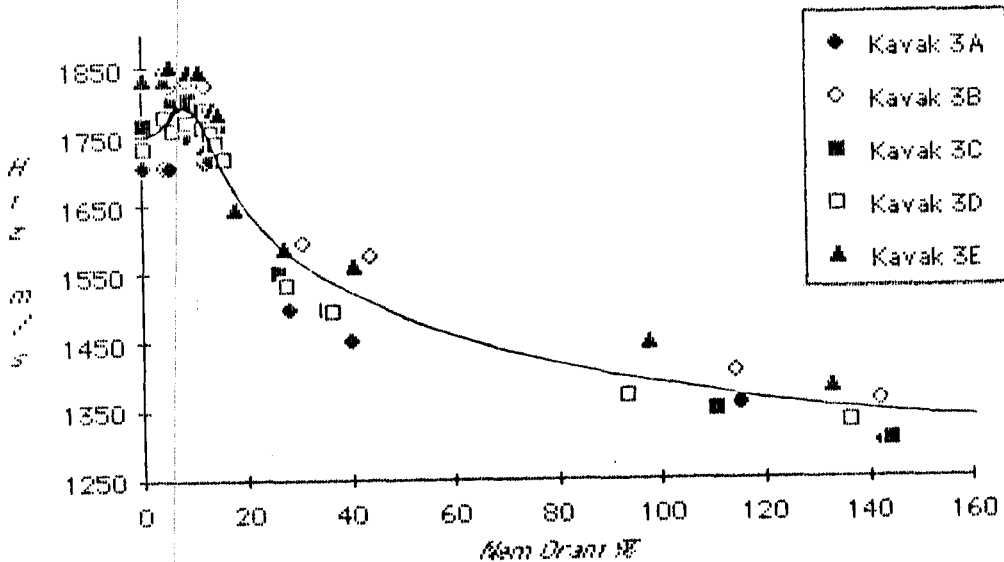
3 numaralı kavak numunesinden elde edilen son numunedir. Ölçü noktası 5 olarak adlandırılmıştır. Bu numune de 1.78cm kalınlığında ve 6.67 cm genişliğindedir. Uzunluğu ise 5.53 cm olarak hazırlanmıştır.

Aşağıdaki grafik, 3 numaralı kavak numunesine ait olan radyal kesit yönündeki yayılma hızının nem oranıyla değişimidir. Burada noktalar deneysel verileri çizgi ise bu veriler ışığında çizilen ortalama bir değişmeyi göstermektedir.

Çizelge 5.17. 3E Kavak Numunesinden Elde Edilen Veriler:

m(gr)	V(cm ³)	ρ (gr/cm ³)	%nem	Hız(m/s)(5)
47.050	1.81x6.91x5.55	0.678	132.9	1381.7
39.850	1.81x6.91x5.55	0.574	97.3	1448.0
28.350	1.81x6.90x5.55	0.409	40.3	1560.3
25.700	1.81x6.88x5.55	0.372	27.2	1587.7
23.800	1.81x6.81x5.55	0.348	17.6	1645.5
23.100	1.80x6.77x5.55	0.342	14.4	1782.2
22.900	1.79x6.75x5.55	0.341	13.4	1790.0
22.450	1.79x6.72x5.55	0.336	11.1	1845.4
21.950	1.79x6.69x5.55	0.330	8.7	1845.4
21.300	1.78x6.66x5.55	0.324	5.4	1854.2
21.050	1.78x6.65x5.55	0.320	4.2	1835.1
20.200	1.76x6.60x5.55	0.313	0	1833.3

Üçüncü Kavak



2 numaralı kavak numunesi ise yapısındaki bir bozukluk nedeniyle bu deneylerde kullanılmamıştır.

6. SONUÇ:

Ultrases, bilim ve teknolojinin hemen her dalında kendine uygulama alanı bulmuştur. Bu uygulamalar ise başta tıp olmak üzere birçok alana yayılmıştır. İncelenen maddeyi tahrip etme- me özelliği nedeniyle malzemelerin birçok özelliklerinin araştırılmasında kullanılabilir. Bizde bu çalışmamızda ağacın fiziksel özelliklerinden biri olan nem oranı tayinini ultrases ile inceledik. Ağaç, belki de insanların kendisinden en fazla yararlandıkları bir gereçtir. Bu nedenle, yapısının bilinmesi ve araştırılması önem kazanmaktadır. Zaten önemi anlaşılan ağacın korunması ve kesilenlerin yerlerine yenilerinin dikilmesi için birçok tedbir alınmıştır. Bizim çalışmamız da ağacın yapısının anlaşılması ve ultrases ile incelenmesi yolunda atılmış ufak bir adımdır.

İkinci Bölüm'de ultrases dalgalarının temel özellikleri üzerinde durulmuştur. Konuya dalga çeşitleri ile başlanmış ve daha sonra da ultrases dalgaları ve ultrases dalga çeşitleri incelenmiştir. Bu kısımda birçok uygulama alanı bulunan enine, boyuna ve yüzey ultrases dalgalarının özelliklerine değinilmiş ve ultrases dalgalarının madde içersindeki soğurulmalarına geçilmiştir. Ultrasesin oluşturulması ve algılanması kısmında ise transducerlerin yapıları incelenmiş ve birçok kullanılan üç transducer elde etme yöntemi üzerinde durulmuştur. Bunlardan piezoelektrik transducerlere diğerlerine nazaran daha fazla yer verilmiş ve kuartz kristali örnek olarak incelenmiştir. Bunun nedeni ise piezoelektrik transducerlerin en fazla kullanılan transducer olması ve kuartz kristalinin de bu amaçla kullanılan en iyi malzeme olmasıdır. Son olarak da, ultrases ölçüm yöntemleri ve ultrases uygulamaları üzerinde durulmuştur. Birçok uygulama alanı bulunan ultrases uygulamalarına tezimizde yeni bir uygulama alanı ilave edilmiş ve ultrases ile ağacın özelliklerinin incelenebileceği gösterilmiştir.

Üçüncü Bölüm'de ise ağacın genel özellikleri üzerinde durulmuştur. Öncelikle ağacın kimyasal yapısı ile işe başlanılmış ve ağaçta çok miktarda bulunan selüloz, lignin ve hemiselüloz

başta olmak üzere ağacın kimyasal yapısını meydana getiren maddeler incelenmiştir. Daha sonra çok kısa bir şekilde ağacın elementer analizi yapılmış ve fiziksel özelliklerine geçilmiştir. Burada ağacın nem oranına geniş bir yer ayrılmıştır. Daha sonra ise ağacın mikroskobik özellikleri üzerinde durulmuş ve fazla detaya girmeden daha çok bizi ilgilendiren konulara değinilmiştir. Ağacın makroskobik yapısına da geniş bir yer ayrılmış ve iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaçların özelliklerine kısaca değinildikten sonra çam ve kavak ağaçlarının özellikleriyle bu bölüm bitirilmiştir.

Dördüncü Bölüm'de ultrases deney sistemi ve numunelerin hazırlanması üzerinde durulmuştur. Deneyimizde kullandığımız Ultra Sonic Tester cihazı tanıtılmış ve cihazın bizi ilgilendiren en önemli özelliklerine değinilmiştir. Bunların başında ise cihazımızın hassaslığı gelmektedir. μ s cinsinden ultrases dalgasının numune içersinden geçiş süresini ölçen bu cihaz, $\pm 0.1 \mu$ s hassaslığa sahiptir ve bu hassaslık ile de birçok deney gerçekleştirmek mümkündür. Bu bölümde daha sonra deneyimizde kullandığımız numunelerin hazırlanmasına ve tanıtımına geçilmiş ve her numuneden bir örnek temsili olarak resmedilmiştir. Bundan maksadımız ise numunelerin genel bir görünümünü göstermek ve bunlar üzerinde ölçü aldığımız noktaları belirtmektir.

Deneyimizden elde edilen tüm veriler Beşinci Bölüm'de çizelgeler halinde sunulmuştur. Bu çizelgelerde soldan itibaren sırasıyla şu sütunlar bulunmaktadır. İlk sütunda numunelerin her ölçüm sırasındaki kütleleri yer almaktadır. Bu veriler nem oranı hesabında kullanılmıştır. İkinci sütun, numunelerin hacminde meydana gelen değişimleri göstermektedir. Ağaç, kuruma esnasında enine, teget ve radyal kesit yönlerinde farklı miktarlarda çekmekte ve bu da ağaçta çarpılma ve çatlamalara neden olmaktadır. İkinci sütun, daha ziyade, bu çekme miktarlarını görmek maksadıyla düzenlenmiştir. Üçüncü sütun, numunelerin yoğunluklarını göstermektedir. Bu sütundan ise ağacın yoğunluğunun değişik nem oranlarındaki değeri tesbit edilebilir. Dördüncü sütunda numunelerin nem oranları, beşinci sütunda ise ultrases dalgasının numune içersindeki yayılma hızları yer almaktadır. Bu son

aki sütündeki verilerin birbirlerine göre değişimleri grafiklere geçirilmiştir. Ultra Sonic Tester cihazıyla ultrases dalgasının numune içersindeki yayılma hızını çok kısa bir zamanda ölçmek mümkündür. Bu nedenle, benzer numuneler için sadece hız ölçümü yapmakla bu numunenin nem oranını tayin etmek mümkün görülmektedir. Yani, bu grafikler daha çok karşılaştırma maksadıyla kullanılacaktır.

İlk önce, numunelerin herbiri için enine, teğet ve radyal kesit yönlerindeki çekme miktarlarını tayin edelim.

Birinci Çam: Bu çama ait olan (5.1), (5.2) ve (5.3) çizelgelerinin ikinci sütunlarına bakalım. Burada yer alan ilk değerler radyal, ikinci değerler teğet ve son değerler de enine kesit yönündeki değişimleri göstermektedir. % çekme miktarları basit bir orantı yardımıyla bulunabilir. 1A çam numunesi için çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%6.4
teğet kesit yönünde	%4.8
enine kesit yönünde	%0.0

1B çam numunesi için çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%5.9
teğet kesit yönünde	%5.2
enine kesit yönünde	%0.0

ve 1C çam numunesi için çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%5.9
teğet kesit yönünde	%3.8
enine kesit yönünde	%0.1

dir. Görüldüğü gibi en fazla çekme, radyal kesit yönünde gözlenmiştir.

İkinci Çam: Bunun için de (5.4), (5.5) ve (5.6) çizelgelerine bakalım. Birinci değerler teğet, ikinci değerler radyal ve son değerler de enine kesit yönündeki değişimleri göstermektedir. 2A çam numunesi için çekme miktarları

teğet kesit yönünde	%4.0
---------------------	------

radyal kesit yönünde	%6.2
enine kesit yönünde	%0.2

2B çam numunesi için

teğet kesit yönünde	%3.0
radyal kesit yönünde	%5.9
enine kesit yönünde	%0.2

ve 2C çam numunesi için de

teğet kesit yönünde	%3.5
radyal kesit yönünde	%6.4
enine kesit yönünde	%0.2

olarak bulunmuştur. Bu çam da en fazla radyal kesit yönünde çekmiştir. Enine kesit yönünde az bir çekme hatta hiç çekme gözlenmemesinin nedeni ise ağacın bu yöndeki hücrelerinin üstüste düzgün bir şekilde dizilmiş olmalarıdır. Teğet kesit yönündeki çekmenin radyal kesit yönüne nazaran az olmasının nedeni ise odun ışınına meydana getiren hücrelerin teğet kesit yönünden aynen enine kesitte olduğu gibi üstüste düzgün bir şekilde dizilmiş olarak görülmeleridir.

Üçüncü Çam: Bu çama ait veriler Çizelge (5.7) de yer almaktadır. Birinci değerler radyal, ikinci değerler teğet ve son değerler de enine kesit yönündeki değişimleri göstermektedir. 3 numaralı çamdaki çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%1.2
teğet kesit yönünde	%1.1
enine kesit yönünde	%1.7

şeklindedir. Tamamen reçineli olan bu çamda ise diğerlerinin aksine en fazla çekme enine kesit yönünde meydana gelmiştir. Diğer bir husus da, özellikle radyal ve teğet kesit yönündeki çekme miktarlarının oldukça düşük olmasıdır. Bu durum ise tamamen reçineden kaynaklanmaktadır.

Birinci Kavak: Bu kavak numunesine ait veriler de (5.8), (5.9), (5.10), (5.11) ve (5.12) çizelgelerinde verilmiştir. Bi-

rinci değerler radyal, ikinci değerler teğet ve üçüncü değerler de enine kesit yönündeki değişmeleri göstermektedir. 1A kavak numunesindeki çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%3.2
teğet kesit yönünde	%3.4
enine kesit yönünde	%0.2

1B kavak numunesindeki çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%4.1
teğet kesit yönünde	%3.2
enine kesit yönünde	%0.4

1C kavak numunesindeki çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%4.8
teğet kesit yönünde	%4.2
enine kesit yönünde	%0.9

1D kavak numunesindeki çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%4.3
teğet kesit yönünde	%4.0
enine kesit yönünde	%1.3

ve 1E kavak numunesindeki çekme miktarları da

radyal kesit yönünde	%5.0
teğet kesit yönünde	%4.3
enine kesit yönünde	%1.0

olarak hesaplanmıştır. Bu numunede de radyal kesit yönündeki çekmenin en fazla olduğu görülmektedir. Sadece 1A kavak numunesindeki çekme teğet kesit yönünde radyal kesit yönündeki çekmeye nazaran daha fazla çıkmıştır. Diğer dört numunede bu durum gözlenmediğinden radyal kesit yönündeki çekme en fazladır diyebiliriz. Burada dikkati çeken bir diğer husus ise enine kesit yönündeki çekmelerin miktarlarının arttığıdır. Buna ise kavağın hücre yapısının çama nazaran daha düzensiz ve hücreler arasındaki boşlukların daha fazla olması neden olmaktadır. Çünkü hücreler arasına daha fazla su girmekte ve bu su dışarı atılırken de ağaç enine kesit yönünde çama nazaran daha fazla çekmektedir.

Üçüncü Kavak: Bu numuneye ait veriler ise (5.13), (5.14), (5.15), (5.16) ve (5.17) çizelgeleriyle verilmiştir. Birinci değerler radyal, ikinci değerler teğet ve üçüncü değerler de enine kesit yönündeki değişimleri göstermektedir. 3A kavak numunesindeki çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%4.9
teğet kesit yönünde	%4.5
enine kesit yönünde	%0.4

3B kavak numunesindeki çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%4.3
teğet kesit yönünde	%4.8
enine kesit yönünde	%0.7

3C kavak numunesindeki çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%3.8
teğet kesit yönünde	%4.3
enine kesit yönünde	%1.3

3D kavak numunesindeki çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%4.9
teğet kesit yönünde	%4.2
enine kesit yönünde	%0.2

ve 3E kavak numunesindeki çekme miktarları

radyal kesit yönünde	%2.8
teğet kesit yönünde	%4.5
enine kesit yönünde	%0

olarak hesaplanmıştır. Teğet kesit yönündeki çekme miktarları birbirlerine yakın olmasına rağmen radyal kesit yönündeki çekmelerde bir istikrarsızlık vardır. Bu nedenle, net olarak hangi yöndeki çekmenin daha fazla olduğunu söylemek mümkün değildir. Bu ise yukarıda birinci kavak için söylediğimiz nedenlerden ötürüdür.

Ağaçlardaki şişme miktarları ise en fazla teğet kesit yönünde meydana gelmektedir (Hasman, M.1972).

Son olarak da yayılma hızının nem oranıyla değişimini inceleyelim. Bunun için 5.Bölüm'de çizilen eğrileri sırasıyla ele alalım. Ağaç tarafından alınan su, önce selülozdan meydana gelmiş hücre çeperindeki misellerin yüzeylerine ve aralarındaki boşluklara gider. Miseller birbirlerinden uzaklaşmaya başlar ve ağaçta şişme başlar. Miseller arasına su girmesi olayı, lif doygunluğu adı verilen, %30 ilâ 33 nem oranına kadar devam eder. Ağaç, bu aşamadan sonra su içersinde tutulmaya devam edilirse artık su hücreler arasındaki boşluklara gitmektedir. Suyun atılması ise bu olayın tam tersi bir şekilde cereyan etmektedir.

Birinci Çam Eğrisi: Bu eğri, 1 numaralı çam numunesinden elde edilen 1A, 1B ve 1C numunelerinin radyal kesit yönündeki yayılma hızlarının nem oranıyla değişimidir. %0 nem oranından itibaren yayılma hızı bir miktar artmakta, %10 civarında bir maksimum yaptıktan sonra nem oranının artmasıyla hız azalmaktadır. Belki burada teorik olarak nem oranının azalmasıyla birlikte hızın sürekli olarak artması ve %0 neme karşılık maksimum hıza erişilmesi beklenebilir fakat deneyimizde etüvde gerçekleştirilen kurutma işlemi hızlı yapıldığından numunelerde daha önce mevcut olmayan çatlaklar meydana gelmiştir. Bu da nem oranının %10'un altına indiği andaki hızlarda bir düşüş meydana getirmiştir. Etüvde gerçekleştirilen kurutma işleminin uzun bir süre de yapılmasıyla bu durum ortadan kaldırılabilir. Ağaç, kuruma esnasında hücreler arasındaki boşluğa giren suyu çok çabuk atmaktadır. Deneylerimizin 24 saat arayla yapıldığı hatırlanırsa nem orana, bir günde lif doygunluğuna inmiştir. Bu numunede lif doygunluğu nemi de bir günde atılmıştır. Bundan sonraki 12 gün zarfında ise ağacın nemi %0'a inebilmiştir.

İkinci Çam Eğrileri: Herbir kesit yönü için ayrı ayrı çizilen bu eğrilerden birincisi teğet, ikincisi radyal ve üçüncüsü de enine kesit yönleri içindir. Bu çam numunesi bir günde hücreler arasındaki nemi atmış, hatta lif doygunluğunu da geçmiş ve hava kurusu neme ulaşmıştır. Kalan 13 gün, bu %20 nemin atılması sırasında harcanmıştır.

Üçüncü Çam Eğrileri: Bu eğrilerden birincisi radyal,

ikincisi teğet ve üçüncüsü de enine kesit yönleri içindir. Tamamen reçineyle kaplı olan bu ağacın içine %20'nin üzerinde nem sokmak mümkün olmamıştır. Yani, su, daha miseller arasını dolduramamış, hücreler arasındaki boşluklara hiç girememiştir. Bu eğrileri diğer eğrilerin maksimum bölgelerinin büyütülmüş şekli olarak tasavvur edebiliriz. Burada dikkati çeken en önemli nokta, radyal ve teğet kesit yönlerindeki hızlarda bir miktar artma gözlenirken enine kesit yönündeki hızlar neredeyse yarı yarıya düşmüştür. Kabaca reçine, ağacı amorf bir yapıya yaklaştırmaktadır.

Çam ağacında en düşük yayılma hızı radyal kesit yönünden alınmıştır. Bunun nedeni olarak ultrases dalgasının hem boyuna dizilmiş hücreleri geçmesi hem de yatay olarak dizilmiş odun ışını hücrelerini geçmesi verilebilir. Yani ultrases dalgaları iki defa yavaşlamaya uğramaktadır. Teğet kesit yönündeki yayılma hızı biraz fazla, enine kesit yönündeki hızlar ise bunlardan aşağı yukarı 2-3 misli daha yüksektir. Teğet kesit yönünde ultrases dalgasının yavaşlaması radyal kesit yönündeki kadar olmamaktadır. Çünkü odun ışını meydana getiren hücreler bu yönden uzunlamasına gözlenmektedir. Enine kesit yönünde ise hücreler ultrases dalgalarının ilerlemeleri için adeta "yol" olacak şekilde dizilmişlerdir.

Birinci Kavak Eğrileri: Bunlardan birincisi radyal, ikincisi teğet ve üçüncüsü de enine kesit yönleri içindir. Kavağın en büyük özelliği bünyesine çama nazaran daha fazla nem alabilmesidir. Buradan kavak ağacının hücreler arası boşluklarının daha çok su aldığı ya da hücreler arası boşlukların çama nazaran daha fazla olduğu söylenebilir. Kavak, hücreler arasındaki bu suyu yaklaşık olarak 4 günde atabilmiştir. Kalan 10 gün ise %30 nemin atılmasına harcanmıştır.

Üçüncü Kavak Eğrisi: Bu eğri, üçüncü kavak numunelerinin radyal kesit yönleri içindir. Bu kavak da hücreler arasındaki suyu 4 günde atabilmiş fakat miseller arasında kalan su, 8 günde atılmıştır.

Kavak ağacı için en düşük yayılma hızının radyal kesit yö-

nünde mi yoksa teget kesit yönünde mi olduğuna bu veriler ışığında karar verilememiştir. Çünkü bazen radyal kesit, bazen de teget kesit yönündeki yayılma hızları düşük gözlenmiştir. Çamda olduğu gibi yine enine kesit yönündeki hız, diğerlerine oranla oldukça yüksek değerlere ulaşmıştır. Radyal ve teget kesit yönündeki hızlarda görülen bu belirsizlik hücre yapısının tamamen düzensiz olmasından kaynaklanmaktadır. Enine kesit yönündeki hız için ise tamamen çam ağacı için söylenenler geçerlidir.

Son olarak şu söylenebilir. Böyle bir çalışmada hız ölçümleri için en ideal yön, enine kesit yönüdür. Çünkü nem oranıyla değişen hızların en düşüğü ile en yükseği arasındaki farklar oldukça fazladır. Bu da elde edilen sonuçların daha sağlıklı olmasını sağlayacaktır.

Burada deneylerden elde edilen veriler daha ziyade nem oranı tayini maksadıyla alınmış ve bu yolda kullanılmıştır. Aynı zamanda, numunelerin boyutlarında meydana gelen değişmelerden de ağacın üç kesit yönündeki % çekme miktarları tesbit edilmiştir. Bu tür deneylerin tekrarlanması ve yeni bazı verilerin de deneylere eklenmesiyle ağacın daha başka özelliklerinin ultrases ile incelenmesi mümkün görülmektedir. Bunlar arasında ağacın yetiştiği ortamın belirlenmesi ve ağacın yaşının tayini gibi çalışmalar yapılabilir. Fakat bu tür çalışmalarda deneyin daha geniş tutulması ve daha başka yardımcı deneylerinde çalışmaya ilave edilmesi gerekebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Algan, G. ve Toker, C., 1984, Bitki hücresi ve bitki morfolojisi laboratuvar kitabı, Ankara Üniversitesi Basımevi, 144 s.
- Aral, E., 1987, Ultrases ders notları, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayınlanmamış).
- Aral, E., 1989, Ultrases, Profesörlük tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi.
- Bozcuk, S., 1988, Genel botanik, İnönü Üniversitesi Basımevi, 169 s.
- Filizer, Z. ve Irkin, O. Z., 1978, Genel makına modelciliği, Milli Eğitim Basımevi, 354 s.
- Fuller, H. J., Carothers, Z. B., Payne, W. W. and Balbach, M.K., 1972, The plant world, Holt, Rinehart and Winston, Inc., 553 p.
- Hafızoğlu, H., 1982, Orman ürünleri kimyası(Cilt 1) odun kimyası, Karadeniz Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 245 s.
- Hasman, M., 1955, Bitki anatomisi, İstanbul Matbaası, 286 s.
- Hasman, M., 1972, Bitkilerin metabolizma fizyolojisi, İstanbul Matbaası, 307 s.
- Merev, N., 1984, Odun anatomisi ve odun tanıtımı, Karadeniz Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 151 s.
- Peker, M., 1989, Ultrases ile katı, sıvı ve gaz ortamların fiziksel özelliklerinin incelenmesi, Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Ultra Sonic Tester cihazı kullanma klayuzu, Marui Co. L.T.D.

Yaşar, E., Yılmaz, K. ve Taymaz, H., 1969, Ağaçışleri teknolo-
jisi (Hammond, J.J., Donnelly, E.T., Harrod, W.F., Rayner,
N.A. and Özden, F.'den çeviri), Ajans-Türk Matbaacılık Sa-
nayı, 554 s.

Yentür, S., 1984, Bitki anatomisi, İstanbul Üniversitesi Fen Fa-
kültesi Basımevi, 563 s.

