

## KIZILÇAM (*PINUS BRUTIA*) DA TEKNOLOJİK ARAŞTIRMALAR

Yazan

Prof. Dr. Adnan BERKEL

(İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mahsullerini Değerlendirme Enstitüsü çalışmalarından)

### GİRİŞ

Bu araştırmanın gayesi, yurdumuzun önemli bir ağaç türü olan Kızılçam (*Pinus brutia*) yı teknolojik bakımdan incelemektir. Bu çam türüne İngilizce "Calabrian Pine", Almanca "Brutische Kiefer" adı verilmektedir.

Herhangi bir ağacın ham madde veya malzeme olarak değerlendirilmesinde, herşeyden evvel teknolojik özelliklerinin bilinmesi lüzumlu olup, ancak bu bilgiye sahip olmakla tam ve iktisadi faydalanma imkânı sağlanabilir. Literatürde, Kızılçam hakkında teknolojik bakımdan etraflı bir bilgiye tesadüf edilmediğinden, bu araştırma bu çam türünün teknik özelliklerini ilk defa olarak toplu bir şekilde belirtmiş bulunmaktadır.

Genel orman sahamızda çam cinsinin iştirâk nisbeti yüksek olup, takriben % 38,5 kadardır. Mevcut çam türlerimizden Kızılçam ise, Sarıçam, Karaçam ve Fıstık çamına nazaran çok daha geniş bir yayılış sahasına malik bulunmakta ve memleketimizin güney, güney batı ve batısında geniş ölçüde ormanlar teşkil etmektedir. Bugünkü durumu ile Kızılçam, hernekadar ormanlarımızda gövde teşekkülâtının ekseriya iyi olmasiyle ve kullanacak uzun gövde odunu verimi bakımından diğer çam türlerimize nazaran düşük vasıflı bulunmakta ise de, uygun yetiştirme muhitlerinde hızlı büyümesi ve hacim artımının yüksek oluşu, memleketimizde geniş bir yayılış sahasına malik bulunmakla çeşitli ihtiyaçların karşılanmasında büyük rol oynaması, Reçine istihsalı bakımından verimli bulunması<sup>1)</sup>, kabuk teşekkülâtının kaba ve kalın olması dolayısıyla, yurdumuzda en önemli tahrir faktörlerinden bulunan yangına kar-

1) A. Berkel ve S. Hus, Kızılçam (*Pinus brutia*) dan meşçereyi ve ağacın teknik vasıflarını kuruyan yeni ve modern metodlarla Reçine istihsalı araştırmaları. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 6, Sayı 2, Yıl 1956.

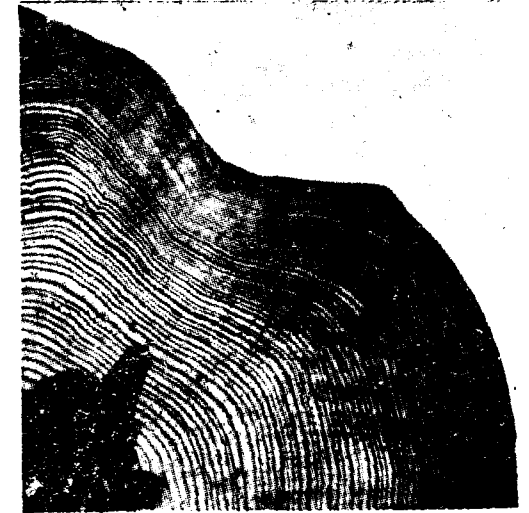
şı diğer ağaç türlerine nazaran kendisini daha iyi koruyabilmesi gibi sebepler, bu ağaç türüne özel bir alâkanın bahşedilmesini icap ettirmektedir. Keza, hızlı büyümesi ve kütle artımının iyi oluşu dolayısıyla bu ağaç, Sülfat metodu ile Selüloz istihsalı için iyi bir ham madde kaynağı teşkil etmektedir. İrsel vasıfları bakımından, düzgün ve iyi kalitede gövde teşkiline meyyâl olanlarının geniş ölçüde yetiştirilmesi ve bakımile bu ağaç türünün gelecekte ormancılığımızda daha önemli bir mevki işgal edeceğine muhakkak nazariyle bakılabilir.

### I. KIZILÇAM ODUNU HAKKINDA BAZI GENEL BİLGİLER

#### A. KIZILÇAM ODUNUNUN MAKROSKOPİK VE MİKROSKOPİK ÖZELLİKLERİ

##### 1. Makroskopik yapı

Diri odun geniş ve kırmızımsı beyaz renkte olup, enine kesitte gövde yarı çapının takriben üçte ikisine kadar bir yer işgal etmektedir. Öz odun daha koyu olup, sınırı bariz, morumsu bir nüansı havi kırmızımsıtrak kahve renklidir. Yıllık halka sınırları belirlidir. Yaz odununun dış sınırı keskin, iç sınırında ise ilkbahar odununa geçiş ani olmayıp oldukça tedricidir. Yaz odunu tabakasının yıllık halka içerisindeki iştirâk oranı cüz'î, rengi bilhassa öz odun ierisinde koyu morumsu kahve renklidir. Yıllık halka sınırları, bilhassa gövdenin alt kısımlarında, bariz bir şekilde kaba dalgalıdır. Reçine kanalları mebzul ve belirli olup, enine kesitte, yaz odunu tabakası içerisinde veya bu tabakanın iç kenarına yakın kısımlarda açık renk noktacıklar halinde görülür. Ağaç, bilhassa alt kısımlarında, oldukça gövde teşkiline meyyâldir. Öz odun reçinece zengin, odun orta ağırlıkta ve oldukça yumuşak olup, kolaylıkla ve düz satırlar ha-



(Resim: 1) Kızılçam (*Pinus brutia*) odunundan bir enine kesit.

(Bild 1) Querschnitt vom Brutischen Kiefernholz (*Pinus brutia*).

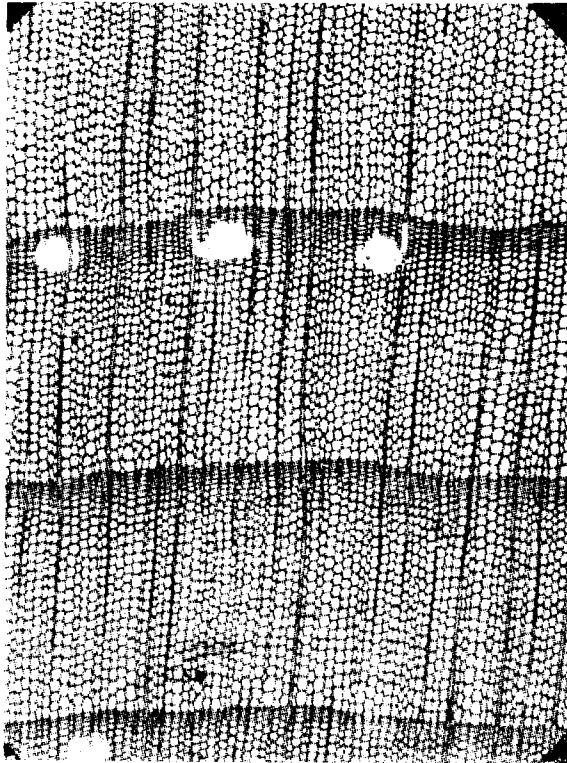
linde yarırlır. Kabuk kalın, ekseriya derin yarıntılı, kırmızımtrak kahverenkli. (Resim: 1).

## 2. Mikroskopik yapı

Mikroskopik yapının incelenmesi için lüzumlu nümuneler, Dursunbey Devlet Orman İşletmesi Alaçam ormanından ve Mersin ile Silifke arasındaki yol üzerinde, sahilde bulunan Kızılçam meşcerelerinden alınmıştır. Böylece kullanılan materyal, memleketin kuzey ve güneyine ait olmak üzere iki ayrı yetiştirme muhitini temsil etmektedir. Bu nümunelerden Mikrotom'la, enine, boyuna ve teğet yönlerde, çok sayıda kesitler elde edilmiş ve mikroskopik yapı tetkik edilmiştir:

### Enine kesit

Enine kesitte, yaz odunu tabakası yıllık halkanın ancak cüz'i bir kısmını teşkil eder. Yaz odununun dış sınırını keskin olup, bu tabakanın dış kısmında, birkaç hücre sırasında Traheid'ler çok basık ve hücre boşlukları hemen hemen bir çizgi şeklindedir. Yaz odunundan ilkbahar odununa geçiş, kuzeyden, yâni Dursunbey'den alınan nümunede pek âni olmayıp oldukça tedricidir (Resim: 2). Halbuki Mersin ile Silifke arasında sahilten alınan güney nümunesinde ise, yaz odunu tabakası çok dar, ilkbahar odunu tabakası çok geniş ve yaz odunundan ilkbahar odu-



(Resim: 2) Kızılçam (Pinus brutia) odunu enine kesiti. (30 defa büyütülmüş). Foto A. Berkel (Bild 2) Querschnitt durch Kiefernholz (Pinus brutia). (30 : 1) Phot. A. Berkel

nuna geçiş çok tedrici olup her iki tabaka arasındaki sınır tamamen belirsiz bulunmaktadır.

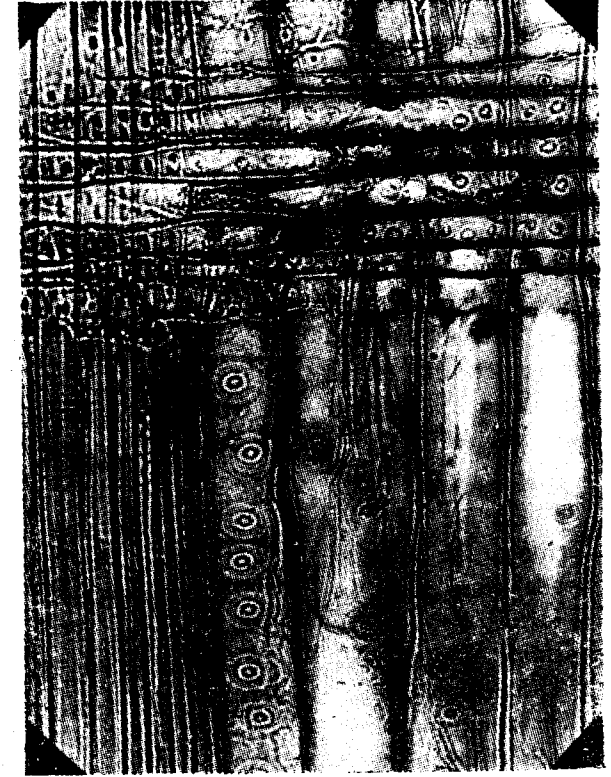
Reçine kanalları yıllık halkanın her tarafına dağılmış bulunmakla beraber, ekseriyetle yaz odunu tabakası içerisinde görülmektedir. Münferit haldeki reçine kanallarından başka, birkaç kanalın yan yana gelmesi gurup teşkil eden reçine kanallarına da sık tesadüf edilmektedir. Reçine kanallarının çapları 60 - 140  $\mu$  arasındadır.

### Radial kesit

Radial kesitte, Traheid'lerin radial zarları üzerinde, tek sıra teşkil etmek üzere hâleli geçitler bulunur. Bu geçitler, ilkbahar odununda büyük (24  $\mu$ ), yaz odununda ise seyrek ve daha küçüktür (12  $\mu$ ). Hâleli geçitlerin porları ilkbahar odununda ekseriya basık, uzunca ve mercimek keskinde olup, geçitin dış halkasını kavramaktadır. Hâleli geçitin her iki tarafındaki porların yönleri aynı değildir. Yaz odununda ise, hâleli geçitlerin porları yank şeklinde olup, geçitin dış halkasını aşarak bir çizgi şeklinde dışarıya doğru uzanmaktadır.

Öz ışını Traheid'lerinin zarları, içeriye doğru, ekseriyetle az çıkıntılı ve seyrek dışları ihtiva etmektedir.

Öz ışını paransim hücreleriyle Vertikal Traheid'lerin çatıştığı alanlar içerisinde 1 - 3



(Resim: 3) Kızılçam (Pinus brutia) odunu radial kesiti. (150 defa büyütülmüş) Foto A. Berkel (Bild 3) Radialschnitt durch Kiefernholz (Pinus brutia). (150 : 1), Phot. A. Berkel

ve nadiren 4 adet, orta irilikte geçitler bulunmaktadır. Bu geçitlerin ilkbahar odununda bulunanları şekil itibarile daha ziyade Cupresoid ve Taxodioid tiplerine benzemekte, porlarının iki ucu ise geçitin dış çerçevesini kavramakta veya bazen bu çerçeveyi aşarak dışarıya doğru çıkmaktadır. Yaz odunu içerisinde bulunan geçitler ise, daha ziyade Piceoid tipindeki geçitlere benzemektedir. Bu kısımdaki geçitlerde porlar ekseriyetle uzun, yank şeklinde olup, iki ucu geçitin dış çerçevesini aşarak dışarıya doğru uzanmaktadır.

Öz ışını paranzim hücrelerinin horizontal zarları ekseriya kalın olup, gerek ilkbahar ve gerekse yaz odunu kısmında mezbul miktarda basit geçitleri ihtiva etmektedir. Bu geçitlerin bir kısmı bir taraflı olup, (kör geçit) şeklindedir (Resim: 3).

#### Teğet kesit

Öz ışınları heterojen olup tek sıralı hücrelerden yapılmıştır. Ancak, yatık Reçine kanallarını ihtiva eden öz ışınlarında ise, birden fazla hücre sırası bulunmaktadır. Yatık reçine kanallarının çapları dik reçine kanallarına nazaran daha küçüktür.

Reçine kanalı ihtiva eden öz ışınları, Reçine kanalı ihtiva etmeyenlere nazaran daha fazla bir yüksekliğe ulaşmaktadırlar. Reçine kanalı ihtiva eden öz ışınlarının maksimal yüksekliği 36 hücre sırası, Reçine kanalı ihtiva etmeyenlerin maksimal yüksekliği ise 25 hücre sırasıdır.



(Resim: 4) Kızılçam (Pinus brutia) odunu teğet kesiti. (100 defa büyütülmüş), Foto. A. Berkel (Bild 4) Tangentialschnitt durch Kiefernholz (Pinus brutia) (100 : 1). Phot. A. Berkel

Traheid'lerin teğet cidarlarında hâleli geçitlere rastlanmamaktadır. (Resim: 4).

#### B. ÖZ ODUN VE KABUK HACMİ NİSBETLERİ

Teknik vasıfların tesbiti için alınan deneme ağaçlarında yapılan gövde analizlerinde elde edilen öz odun ve kabuk hacmi nisbetleri aşağıda gösterilmiştir :

Ağaç yaşı	Kabuksuz gövde hacminde- öz odun hacmi nisbeti %	Gövde hacminde kabuk nisbeti %
82	8,40	17,64
108	13,00	18,96
110	12,17	17,03

Bu kıymetlere göre, öz odunun gövde hacmindeki nisbeti oldukça düşük, buna mukabil kabuğun gövde hacmindeki nisbeti ise yüksektir. Öz odunun gövde hacmindeki nisbetinin düşük oluşu ve diri odunun ise geniş bulunması, Kızılçam gövdelerinin emprenyesinde emprenye maddesinin derine gitmesini sağlar ki, bu keyfiyet emprenye tekniği bakımından faydalıdır.

#### C. GÖVDE ODUNU İÇERİSİNDEKİ HAM TEREBAANTIN MİKTARLARI

Kızılçam gövde odunu içerisinde mevcut (Reçine, mum, yağ) dan ibaret olan ham terebantın miktarları alkol ekstraksiyonu ile tesbit edilmiş<sup>1</sup> ve aşağıdaki genel ortalama nisbetleri bulunmuştur :

	Gövde odununda ham terebantin miktarları genel ortalaması %	Diri ve öz odunda ham terebantin miktarları genel ortalaması %
Diri odun	2,74	7,32
Öz odun	18,96	

Böylece, Kızılçam'ın bilhassa öz odun kısmı Reçinece zengindir.

## II. KIZILÇAM ODUNUNUN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

### A. ARAŞTIRMA MATERYALİ

Kızılçamda teknolojik araştırmaların yapılması için lüzumlu nü-

1) A. Berkel ve S. Huş, Türkiye çam türlerinden Kızılçam (Pinus brutia) ve Karaçam (Pinus nigra var. Pallasiana) gövde odunu içerisinde ham terebantın miktarları ve yayılışı hakkında araştırmalar. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt I, Sayı 2, Yıl 1951.

munelerin elde edilmesi bakımından, Dursunbey Devlet Orman İşletmesi Alaçam ormanlarından, muhtelif yaş ve çapta 5 deneme ağacı alınmıştır. Bu ağaçların seçilmesinde ekstrem hallerden kaçınılmış ve her bakımdan normal vasıflı gövdelerin alınmasına dikkat edilmiştir. Deneme ağaçları dikili vaziyette iken, bir grif yardımıyla kuzey yönü kabuk üzerine işaretlenmiş ve kesimi müteakip, kaideden başlayarak her dört metrede bir 10 sm kalınlıkta tekerlekler elde edilmiş ve enine kesitleri üzerine kuzey yönü işaretlendikten sonra, deneme ağacı numarası, tekerlek numarası ve gövdeden alındığı yerin yüksekliği yazılmıştır. Ayrıca, her deneme ağacının 4 - 6 m. gövde yükseklikleri arasından 60 sm. uzunluğunda bir gövde kısmı alınmış ve bu kısım üzerine de kuzey yönü ve deneme ağacı numarası kaydedilmiştir. Araştırma materyali ormandan Enstitüye nakledilerek burada denemeler için lüzumlu numuneler hazırlanmıştır. Deneme ağaçlarından alınan tekerleklerden herbirisi, ortasından iki eşit kısma bölünerek 5 sm. kalınlığında iki tekerlek meydana gelmiştir. Bu tekerleklerden birisinden, özden geçmek ve kuzey, güney, doğu, batı yönlerinde olmak üzere  $2 \times 2 \times 3$  sm. boyutlarında, müteselsil numuneler elde olunmuş ve özgül ağırlık, hacim yoğunluk kıymeti araştırmalarında kullanılmıştır. Tekerleğin ikinci yarısından ise aynı boyutlarda olmak üzere, basınç direnci denemelerinde faydalanılan ve ayrıca  $3 \times 3 \times 5$  sm. boyutlarında olan ve higroskopik vasıfların tesbiti için kullanılan numuneler elde edilmiştir. Her deneme ağacından alınan 60 sm. uzunluğundaki gövde kısımlarından ise, kuzey, güney, doğu, batı yönlerinde, seri halinde işlenen  $2 \times 2 \times 30$  sm. boyutlarındaki deneme çubuklarından eğilme direnci, liflere dik yönde çekme direnci, şok denemeleri, yanılma direnci araştırmaları için numunelerin hazırlanmasında istifade edilmiştir. Böylece, elde olunan bu numuneler, Monnin'in tavsiye ettiği Fransız ölçülerine uygun bulunmaktadır. Hazırlanan numuneler hava kurusu haline gelinceye kadar kurumağa terk edilmiş ve sonra Amsler markalı ağaç deneme âletinde direnç tecrübeleri yapılmıştır.

## B. KIZILÇAMDA ÖZGÜL AĞIRLIK VE HACİM YOĞUNLUK KIYMETİ ARAŞTIRMALARI.

### 1. Araştırma metodu

Kızılçam odununun özgül ağırlığına ait denemeler için kullanılan numuneler, Dursunbey Devlet Orman İşletmesi Alaçam ormanlarından elde edilen ve muhtelif yaş ve çaplarda beş adet deneme ağacından hazırlanmıştır. Deneme ağaçlarının kesiminden evvel, bir grif vasıtasıyla kuzey yönü tesbit olunmuş ve sonra kesilerek devrilen ağaçların gövdelerinden, evvelâ 0,30 m. yükseklikten ve sonra her 4 m. de bir olmak

üzere 10 sm. kalınlığında tekerlekler çıkarılmıştır. Her bir tekerlekte kuzey yönü, tekerleğin enine kesiti üzerine çizilen bir ok ile gösterilmiştir. Ayrıca, deneme ağacı numarası ve tekerlek numarası yazılmıştır. Bu tekerlekler sonradan Enstitüde tekrâ ortasından 5 sm. kalınlığında olmak üzere iki eşit kısma bölünmek suretile, bu kısımlardan birisi özgül ağırlık ve hacim yoğunluk kıymeti denemeleri, diğer yarısı ise basınç direnci denemeleri numunelerinin elde edilmesinde kullanılmıştır. Böylece, her deneme ağacı gövdesinin muayyen yüksekliklerinden elde edilen tekerleklerin herbirinden, dört yöne doğru ve ağacın ortasındaki Özden geçmek üzere, kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinde  $2 \times 2$  sm. boyutlarında, kareler halinde numuneler ayrılmış ve bu numunelerden kuzey yönde olanlar 1, 2, 3, 4,.... güney yönde olanlar (1), (2), (3), (4),.... rakamlarıyla, doğu yöndekiler a, b, c, d, ....., batı yöndekiler ise (a), (b), (c), (d), .... harfleri ile gösterilmiştir. Bu suretle numuneler üzerindeki rakkam ve harflerle her numunenin Öz'den uzaklığı, gövde içerisindeki yüksekliği ve yönü tesbit edilmekle, gövde içerisindeki mevkii tayin edilmiş bulunmaktadır. Bunu müteakip, şerit destere ile kesilmek suretile numuneler elde edildikten ve satırları zımpara kâğıdı ile düzlemlendikten sonra, boyları da 3 sm. olarak kesilerek  $2 \times 2 \times 3$  sm. boyutlarında, seri halinde 466 numune elde olunmuş ve Özgül ağırlık ve Hacim yoğunluk kıymetleri araştırmalarında kullanılmıştır. Bu numuneler hava kurusu halinde olup, ihtiva ettikleri su miktarı % 10,0 14,0 arasında değişmekte idi.

Özgül ağırlığın tayini için, numuneler evvelâ içerisindeki ısı derecesi 100 - 105 santigrat dereceye ayarlanan ve elektrikle ısınan kurutma dolaplarında, ağırlıkları değişmez bir hale gelinceye kadar kurutulmuş ve % 0 rutubetteki ağırlıkları hassas bir terazi ile tesbit edildikten sonra, tam kuru haldeki hacimleri ise hassas bir kompasla üç muhtelif yönde ölçmek suretile hesaplanmış ve böylece tam kuru haldeki ağırlık tam kuru haldeki hacme bölünmek suretile  $gr/sm^3$  cinsinden ( $r_0$ ) yâni tam kuru haldeki özgül ağırlıklar tayin olunmuştur. Hacim yoğunluk kıymeti araştırmaları için özgül ağırlık denemelerinde kullanılan aynı numunelerden faydalanılmıştır. Bu numunelerin, yukarıda tarif edildiği veçhile evvelâ tam kuru haldeki ağırlıkları tesbit edilmiş ve sonra su içerisine atılarak, lif doymunluğu rutubet derecesinin üstündeki rutubet derecelerine ulaşması, yâni azamî şekilde genişlemeleri temin edildikten sonra, hassas bir kompasla üç muhtelif yönde ölçülmek suretile yaş hacimleri hesaplanmış ve tam kuru ağırlık yaş hacme bölünmek suretile  $Kg./m^3$  cinsinden hacim yoğunluk kıymetleri hesaplanmıştır.

## 2. Tam kuru halde özgül ağırlık

Araştırma metodunda açıklandığı şekilde elde edilen 466 nümune de yapılan araştırmalarda 5 deneme ağacının herbirisi için ayrı ayrı, bulunan minimal, ortalama ve maksimal tam kuru özgül ağırlık kıymetleri aşağıda gösterilmiştir:

Deneme ağacı No.	Nümune sayısı	Tam kuru halde özgül ağırlık $r_0$ gr./sm <sup>3</sup>		
		minimal	Ortalama	Maksimal
1	142	0,39	0,54	0,63
2	96	0,46	0,57	0,66
3	81	0,44	0,51	0,69
4	81	0,46	0,50	0,60
5	66	0,45	0,52	0,63
Toplam	466	2,20	—	3,21

Bu cetvele göre, Kızılçamda tam kuru halde minimal özgül ağırlık kıymeti 0,39 gr./sm<sup>3</sup> ve maksimal özgül ağırlık kıymeti ise 0,69 gr./sm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Tam kuru haldeki genel ortalama özgül ağırlık kıymeti ise, 466 nümune de ayrı ayrı tesbit edilen özgül ağırlık kıymetlerinin toplamının genel nümune sayısına bölünmesi ile elde edilmiş olup 0,53 gr./sm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Aşağıdaki cetvel Kızılçam odununun tam kuru haldeki minimal, ortalama ve maksimal özgül ağırlık değerlerini göstermektedir:

Tam kuru halde özgül ağırlık ( $r_0$ ) gr./sm <sup>3</sup>		
minimal	Ortalama	Maksimal
0,39	0,53	0,69

466 nümune de tam kuru halde elde olunan minimal ve maksimal kıymetlerle, ayrıca her bir deneme ağacının ayrı ayrı minimal ve maksimal özgül ağırlık değerlerinin ortalaması alınmak suretile bulunan minimal ve maksimal kıymetlerin genel ortalama özgül ağırlık olan 0,53 gr./sm<sup>3</sup> değerinden yüzde olarak ayrılma miktarları aşağıdaki cetvelde gösterilmiştir :

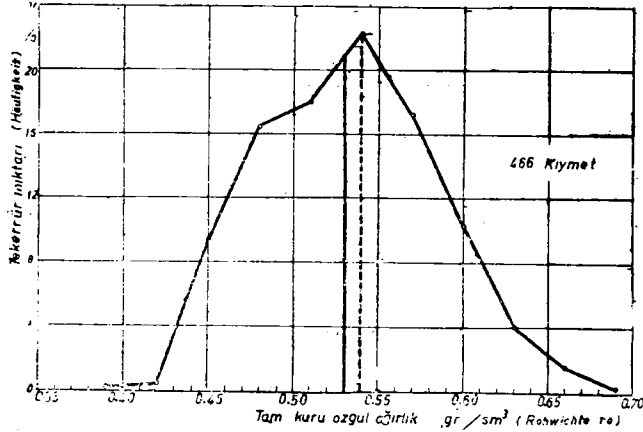
Kızılçam (Pinus brutia)	Tam kuru halde özgül ağırlık ( $r_0$ ) gr./sm <sup>3</sup>		
	Minimal kıymetler	Ortalama kıymet	Maksimal kıymetler
466 nümunedен elde edilen genel ortalama kıymet	0,53		
466 nümune de minimal ve maksimal kıymetler	0,39		0,69
Maksimal ve minimal kıymetlerin genel ortalama özgül ağırlık kıymetinden % olarak ayrılma miktarı	— 26,4		+ 30,2
5 deneme ağacında ortalama olarak bulunan minimal ve maksimal özgül ağırlık kıymetleri	0,44		0,64
5 deneme ağacından ortalama olarak bulunan minimal ve maksimal kıymetlerin genel ortalama özgül ağırlık kıymetinden % olarak ayrılma miktarları	— 17,0		+ 20,7

Yukandaki cetvelde görüldüğü gibi, 466 nümune içerisinde mevcut minimal ve maksimal özgül ağırlık kıymetlerinin genel ortalama kıymetten olan ayrılma yüzdeleri (% — 26,4 ve + 30,2), halbuki buna mukabil ayrı ayrı deneme ağaçlarının herbirinin minimal ve maksimal özgül ağırlık kıymetlerinin genel ortalama özgül ağırlık kıymetinden olan ayrılma yüzdeleri ise (% — 17,0 ve + 20,7) olup, birinci kıymetlerden daha küçüktür. Böylece, her bir deneme ağacından ayrı ayrı elde edilen minimal ve maksimal özgül ağırlık kıymetlerinin ortalaması alınmak suretile bulunan minimal ve maksimal kıymetlerin dağılışı, genel nümune sayısı içerisindeki minimal ve maksimal özgül ağırlık kıymetlerinin dağılışımdan daha az olduğu görülmektedir.

## 3. Tam kuru özgül ağırlık varyasyon grafiğinin elde edilmesi

Kızılçam odununda minimal ve maksimal sınırlar arasında muhtelif ağırlıktaki odunun hangi nisbetlerde dağıldığını ve iştirak yüzdelerini göstermek ve tesbit etmek maksadile tam kuru özgül ağırlık varyasyon eğrisi çizilmiştir. Bu grafiğin çizilmesinde 5 deneme ağacından elde olunan 466 nümunedен faydalanılmış ve evvelâ 0,03 gr./sm<sup>3</sup> farklarla tam kuru Özgül ağırlık sınıfları teşkil edilerek, 466 nümune özgül ağırlıkla

ına göre bu sınıflara dağıtılmıştır. Bundan sonra her guruba giren nümune sayısı toplanarak, elde edilen toplamlar, ayrı ayrı genel nümune sayısına nisbet edilmek suretile her guruptaki nümune sayısının genel nümune sayısındaki iştirâk oranı tesbit edilmiştir. ( 5 ) numaralı gra-



Şekil: 5

Abb. 5

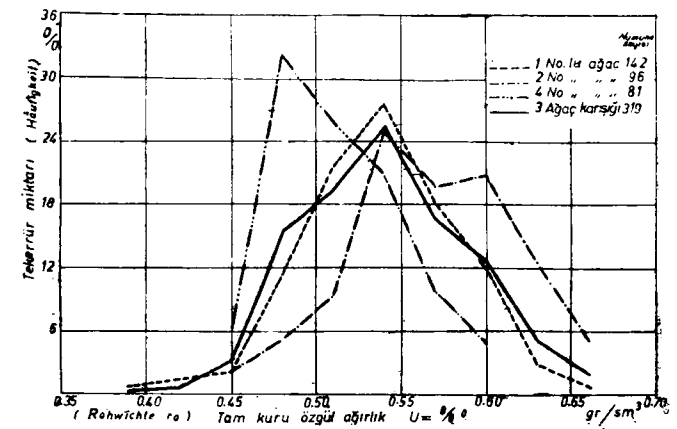
fikte görüldüğü gibi, tam kuru özgül ağırlık kıymetleri apsis eksenini üzerinde ve iştirâk oranları veya tekerrür yüzdeleri ordine eksenini üzerinde gösterilmek üzere, her gurubun yukarıda tarif edildiği şekilde bulunan, genel numune sayısı içerisindeki tekerrür yüzdeleri noktalanarak belirtilmiş ve bu noktalar birleştirilerek varyasyon grafiği elde edilmiştir. Bu grafikte görüldüğü gibi, Kızılcamda tam kuru özgül ağırlık 0,39 - 0,69 gr./sm<sup>3</sup> minimal ve maksimal kıymetleri arasında değişmekte ve böylece grafik oldukça geniş sınırlar içerisinde seyretmektedir. 466 nümune- de ortalama alınarak bulunan genel ortalama tam kuru özgül ağırlık 0,53 gr./sm<sup>3</sup> ve en fazla tekerrür eden tam kuru özgül ağırlık kıymeti ise 0,54 gr./sm<sup>3</sup> dür.

466 kıymet yardımı ile çizilen tam kuru özgül ağırlık varyasyon eğrisinde, minimal, genel ortalama ve maksimal kıymetlerle, en fazla tekerrür eden kıymetin iştirâk oranları aşağıda gösterilmiştir:

	Tam kuru özgül ağırlık ( $r_0$ ) gr./sm <sup>3</sup>	466 nümune- de tekerrür yüzdeleri %
Minimal	0,39	0,2
Genel ortalama	0,53	20,9
Maksimal	0,69	0,2
En fazla tekerrür eden kıymet	0,54	22,3

Varyasyon grafiğinin incelenmesinde, en fazla tekerrür eden 0,54 gr./sm<sup>3</sup> kıymetinin genel ortalama kıymet olan 0,53 gr./sm<sup>3</sup> kıymetinden biraz daha yüksek olduğu ve grafikte genel ortalama kıymetin sağ tarafında ve buna yakın bulunduğu görülmektedir. Grafiğin seyri, sol taraftan başlanarak takip edildiği takdirde, küçük kıymetlerden en fazla tekerrür eden kıymete doğru, bilhassa başlangıçta nisbeten daha dik, en fazla tekerrür eden kıymetten itibaren sağ tarafa, büyük kıymetlere doğru ise, biraz daha yavaş bir iniş göstermektedir. Genel olarak ise, grafik simetriye nisbeten yakın bir şekil vermektedir.

5 deneme ağacında elde edilen 466 nümune yardımı ile çizilen varyasyon grafiğinden başka, 1, 2, 4 numaralı deneme ağaçlarının ayrı ayrı ve gene aynı numaralı ağaçlardan olmak üzere 3 deneme ağacının toplu olarak alınan kıymetleri yardımı ile (Şeki: 6) da gösterilen özgül ağırlık varyasyon grafikleri çizilmiştir.



Şekil: 6

Abb. 6

#### 4. Hava kurusu özgül ağırlık

Agacın çeşitli kullanım yerlerinde hava kurusu halindeki özgül ağırlığında bilinmesine lüzum hasıl olmaktadır. İlmi araştırmalarda, hava kurusu rutubet derecesi son yıllarda yapılan Milletlerarası Mekanik Teknoloji Konferanslarında varılan karara göre % 12 olarak tesbit edilmiş bulunmaktadır. Kızılçamda hava kurusu yani % 12 rutubet derecesindeki özgül ağırlık kıymetlerinin tesbiti için 5 deneme ağacından alınan 466 nümune yardımıyla bulunan tam kuru halde minimal, ortalama ve maksimal kıymetlerden faydalanılmıştır. Tam kuru özgül ağırlıkları hava kurusu halindeki özgül ağırlıklara tahvil hususunda Janka'nın % 0 ile % 20 rutubet dereceleri arasındaki kıymetler için cari olan aşağıdaki formülü kullanılmıştır :

$$r_2 = r_1 + p' (U_2 - U_1)$$

$r_2$  muayyen bir rutubet derecesine göre tahvil edilmiş olan özgül ağırlık (denemelerimizde % 12 rutubetteki özgül ağırlık),  $r_1$  muayyen bir rutubet derecesinde bulunan ve tahvili istenilen özgül ağırlık (denemelerimizde % 0 rutubetteki tam kuru özgül ağırlık),  $p'$  denemelerle elde edilen ve su miktarı ile Özgül ağırlık arasındaki ilgiyi gösteren sabit bir kıymet,  $U_2$  tahvil edilmiş bulunan özgül ağırlığın ihtiva ettiği yüzde su miktarı (denemelerimizde % 12),  $U_1$  tahvil edilecek özgül ağırlık kıymetinin ihtiva ettiği su miktarı olup (denemelerimizde % 0) dir. Bu formülde  $p'$  kıymeti aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$p' = \frac{r_2 - r_1}{U_2 - U_1}$$

Kızılçam için bu kıymetin bulunmasında 1, 2, 3, 4, 5 numaralı deneme ağaçlarından alınan ve su miktarları % 10,7 ile % 14,0 arasında değişen 100 nümune, muayyen rutubetteki özgül ağırlıklar ve su miktarları tam kuru ağırlığa nisbet edilerek ayrı ayrı bulunmuş ve sonra aynı nünuneler kurutulularak tam kuru haldeki özgül ağırlıkları tesbit edilmiştir. Böylece formülde  $r_1$  tam kuru özgül ağırlık,  $U_1$  % 0 rutubet,  $r_2$  % 12 rutubet derecesindeki özgül ağırlık,  $U_2$  ise  $r_2$  özgül ağırlığında nünunenin ihtiva ettiği su miktarı yüzdesini ifade etmektedir. 100 nümune yukarıdaki formüle göre  $p'$  kıymetleri ayrı ayrı hesaplandıktan sonra ortalaması alınarak Kızılçam (*Pinus brutia*) için  $p' = 0,31$  kıy

meti bulunmuştur. Bulunan bu kıymet formülde yerine konduğu takdirde, formül aşağıdaki şekli alır :

$$r_2 = r_1 + 0,31 (U_2 - U_1)$$

Bu formüle tatbik edilerek, evvelce bulunmuş olan tam kuru haldeki minimal, ortalama ve maksimal özgül ağırlık kıymetleri % 12 yani hava kurusu halindeki özgül ağırlıklara tahvil edilmiş ve böylece Kızılçam için aşağıdaki hava kurusu özgül ağırlık kıymetleri bulunmuştur :

Hava kurusu özgül ağırlık ( $r_0$ ) gr./sm <sup>3</sup>		
Minimal	Ortalama	Maksimal
0,43	0,57	0,73

#### 5. Hacim yoğunluk kıymeti araştırmaları

Hacim yoğunluk kıymeti, ormanda dikili vaziyette veya taze kesilmiş halde bulunan 1 m<sup>3</sup> odun içerisindeki tam kuru haldeki odun kütlelerini vermesi bakımından önemlidir. Bu kıymet tam kuru odun ağırlığının yaş haldeki hacme bölünmesiyle elde edilmektedir. Kızılçamda hacim yoğunluk kıymeti araştırmalarında, özgül ağırlık araştırmalarında kullanılan ve özel bahsinde elde edilmiş tarzı izah edilen 2×2×3 sm. boyutlarında bulunan 456 adet nümuneden faydalanılmıştır. Bu nünuneler evvelâ tam kuru hale gelinceye kadar, elektrikle ısınan bir kurutma dolabında 100 - 105 ısı derecesinde kurutulmuş ve ağırlıkları hassas bir terazi ile tesbit edilmiş ve sonra su içerisine daldırılarak lif doygunluğu halinin üstündeki rutubet derecelerine ulaşması ve böylece bünyesine su alarak maksimal genişlemesini elde etmesi sağlanmıştır. Bundan sonra hassas bir kompasla üç muhtelif yönde ölçülerek hacimleri tayin edilmiştir. Böylece tam kuru haldeki ağırlıklar yaş hacimlere bölünmek suretile hacim yoğunluk kıymetleri elde edilmiştir. Araştırmalarda kullanılan nünunelerden elde olunan minimal, ortalama ve maksimal hacim yoğunluk kıymetleri aşağıda gösterilmiş bulunmaktadır.

Hacim yoğunluk kıymeti (R) Kg./m <sup>3</sup>		
Minimal	Ortalama	Maksimal
403	478	614

6. Özgül ağırlık ve hacim yoğunluk kıymetlerinin birbirine tahvili ve bu iki kıymet arasındaki ilgi

Özgül ağırlık ve hacim yoğunluk kıymetlerinin yekdiğerine tahvili, hacim daralma yüzdesi  $\alpha v$  yardımı ile mümkündür. Kızılcamın hacim daralma yüzdesi araştırmalar neticesinde % 12,2 olarak bulunmuştur. Tam kuru özgül ağırlık, tam kuru ağırlık bölü tam kuru hacim, hacim yoğunluk kıymeti ise, tam kuru ağırlık bölü yaş hacim olduğuna göre, bu nisbetlerde paylar yani tam kuru ağırlık aynı olduğundan, böylece tam kuru özgül ağırlıkla hacim yoğunluk kıymeti arasındaki fark  $\alpha v$  yâni hacim daralma yüzdesi kadardır. Aşağıdaki formüllere göre, tam kuru özgül ağırlık ve hacim yoğunluk kıymetlerini yekdiğerine tahvil etmek kabildir :

$$r_0 = R : \frac{100 - \alpha v}{100}$$

$$R = r_0 \cdot \frac{100 - \alpha v}{100}$$

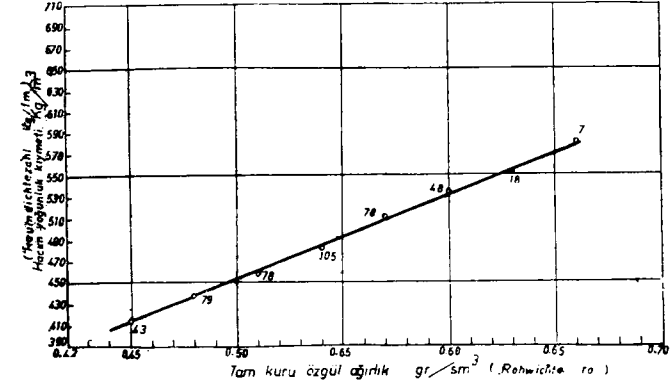
$\alpha v$  kıymeti Kızılcam için araştırmalarımızla % 12,2 olarak tesbit edildiğinden formülde yerine konduğu takdirde, aşağıdaki şekil meydana gelir :

$$r_0 = R : \frac{100 - 12.2}{100}$$

$$R = r_0 \cdot \frac{100 - 12.2}{100}$$

Kızılcamda tam kuru Özgül ağırlıkla Hacim yoğunluk kıymetleri arasındaki ilgiyi tesbit etmek üzere, 5 deneme ağaçından alınan 456 adet nümunedede aynı aynı tam kuru özgül ağırlık ve hacim yoğunluk kıymetleri hesaplandıktan sonra 0,03 aralıklarla tam kuru özgül ağırlık gurupları teşkil edilerek, bu guruplar içerisinde tam kuru özgül ağırlıklara tekabül eden hacim yoğunluk kıymetleri gösterilmiş ve böylece her bir guruba dahil olan hacim yoğunluk kıymetleri ortalaması bulunmuştur.

(Şekil 7) de görülen grafikte, apsis eksenine üzerine tam kuru özgül ağırlıklar ve ordine eksenine üzerine ise hacim yoğunluk kıymeti ortalamaları konulmuş ve bulunan noktalar arası birleştirilmek suretile doğru bir hat



Şekil : 7

Abb. 7

elde olunmuştur. Grafiğin doğru bir hat teşkil etmesi, tam kuru özgül ağırlıkla hacim yoğunluk kıymeti arasındaki ilginin proporsiyonal olduğunu göstermektedir.

7. Muhtelif özgül ağırlıklarda hücre zarı ve hava boşluğu hacmi oranları

Tamamen kurutulmuş bir odun, hücre zarlarının teşkil ettiği odun kütlesi ve hava boşluğundan ibaret bulunmaktadır. Bu haldeki bir odunun muayyen bir hacmi içerisinde, hücre zarı ve hava boşluğu nisbetleri muhtelif cins ağaçlarda farklar göstermekte ve bu farklar odunun özgül ağırlığı üzerine tesir icra ederek, tabiatta muhtelif ağırlıkta odunların meydana gelmesine sebep olmaktadır. 1 sm<sup>3</sup> hacim içerisindeki hücre zarı, yâni odun kütlesi hacmi nisbeti arttıkça, odunun özgül ağırlığı da artmaktadır. 1 sm<sup>3</sup> odun içerisinde teorik olarak hiç hava boşluğu bulunmadığı takdirde, ağırlığı hücre zarının tam kuru özgül ağırlığına eşit olur ki, bu da 1,56 gr./sm<sup>3</sup> tür. Bu takdirde odun % 100 hücre zarından ibaret olmuş olur. Tabiatta ise böyle bir odun mevcut olmayıp, 1 sm<sup>3</sup> odun içerisinde muayyen nisbette hücre zarı ve hava boşluğu hacmi bulunmaktadır.

Muayyen bir cins ağaçta da özgül ağırlıklar farklı bulunduğundan, Kızılcam türünün minimal, ortalama ve maksimal özgül ağırlık kıymetleri ve hücre zarı özgül ağırlığı yardımı ile, muhtelif özgül ağırlıklarda



hücre zarı ve hava boşluğu hacimleri oranları aşağıdaki esaslara göre hesaplanmıştır:

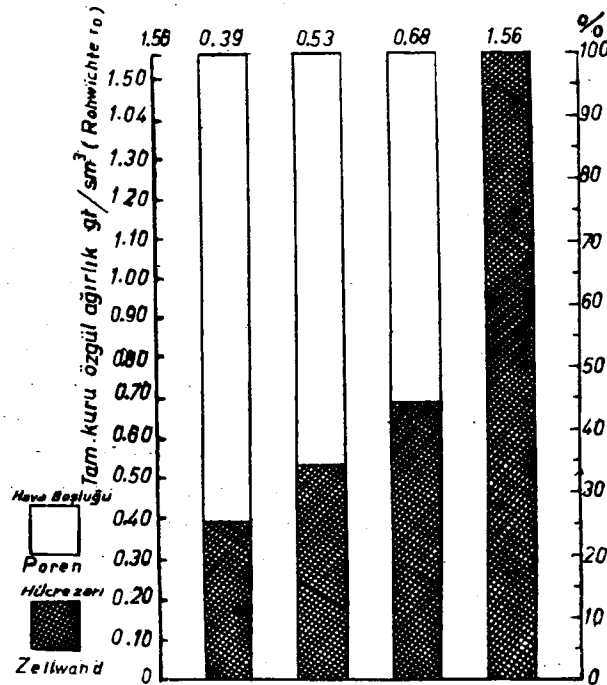
$$\text{Hücre zarı hacmi} = (\text{Tam kuru özgül ağırlık } [r_0]) : (\text{Hücre zarı özgül ağırlığı}) \times 100$$

$$\text{Hava boşluğu hacmi} = 100 - \text{Hücre zarı hacmi.}$$

Böylece Kızılçamda, minimal, ortalama ve maksimal tam kuru özgül ağırlıklarda odun içerisinde mevcut bulunan hücre zarı ve hava boşluğu hacimleri aşağıdaki cetvelde gösterilmiş bulunmaktadır :

Kıymetler	Tam kuru özgül ağırlık gr./sm <sup>3</sup>	Hücre zarı hacmi %	Haya boşluğu hacmi %
Minimal	0,39	25,0	75,0
Ortalama	0,53	34,0	66,0
Maksimal	0,69	44,2	55,8

Bulunan bu kıymetlere göre, ayrıca (Şekil 8) de görülen grafik çizilmiştir. Bu grafikte ordinatlar üzerinde sağ tarafta hücre zarı ve hava

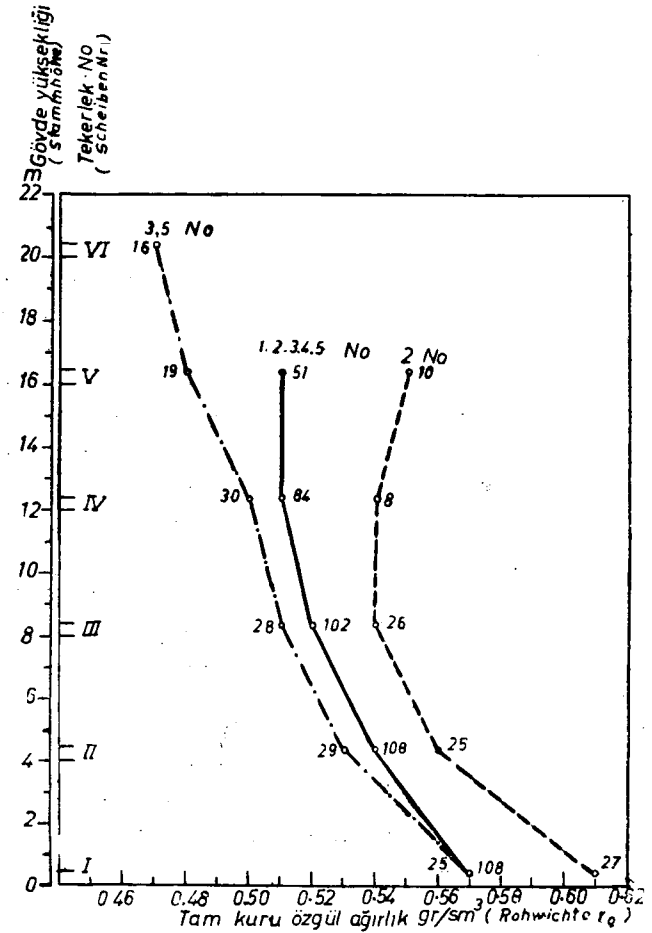


Şekil : 8  
Abb. 8

boşluğu oranları, sol tarafta ise tam kuru özgül ağırlıklar gösterilmiş ve minimal, ortalama ve maksimal özgül ağırlıklarda, odun içerisinde mevcut bulunan hücre zarı ve hava boşluğu hacimleri oranları grafikte yerlerine işaret edilmiştir.

### 8. Ağaç gövdesinde vertikal yönde özgül ağırlık değişimleri

Ağaç gövdesinde, vertikal yönde özgül ağırlık değişimlerini araştırmak üzere 1, 2, 3, 4, 5 numaralı deneme ağaçları alınarak, bunlardan toprak yüzünden itibaren 0,40 m yükseklikten elde edilen tekerlekten sonra 4 m. aralıkla 10 sm. kalınlığında tekerlekler alınmış ve bunlardan



Şekil : 9  
Abb. 9

elde edilen özgül ağırlık nünunelerinde tesbit edilen kıymetlerin ortalaması alınarak (Şekil 9) da apsis hattı üzerinde tam kuru özgül ağırlık, ordine hattı üzerinde ise gövde yükseklikleri işaret edilmek suretile grafik çizilmiştir. Bu grafiklerden birisi 1, 2, 3, 4, 5 numaralı ağaçlardan alınan nünunelerde elde edilen kıymetlerin ortalaması alınarak çizildiğinden, Kızılçam'a ait ortalama bir grafik vermektedir. Bu üç grafik arasında az çok bir paralellik göze çarpmaktadır. Grafikler incelendiği takdirde, bu çam türünde gövdenin en alt kısmı en ağır odun teşkil etmekte ve sonra yukarıya doğru yükseldikçe daha hafif odun teşekkül ettiği görülmektedir.

### C. KIZILÇAMIN HİGROSKOPİK ÖZELLİKLERİ HAKKINDA ARAŞTIRMALAR.

#### 1. Çalışma özellikleri

##### a. Araştırma metodu

Kızılçamda liflere paralel, yan çap ve yıllık halkalara teğet yönlerde ve hacim bakımından çalışma yüzdelerini tesbit üzere 5 muhtelif ağaç gövdesinden  $3 \times 3 \times 5$  sm. boyutlarında 238 adet nünune alınmıştır. Nünuneler evvelâ su içerisine daldırılarak lif doyunluğu rutubet halinin üstündeki rutubet derecelerine yükselmesi temin edilmiş, sonra sudan çıkarılarak hassas bir kompasla liflere paralel, radyal ve yıllık halkalara teğet yönlerde ölçülmüş ve ölçülen yerler sabit kalemle işaretlenmiştir. Bunu müteakip nünuneler 100 - 105 ısı derecesinde ağırlığı sabit kalıncıya kadar kurutulmuş ve tam kuru halde işaretlenmiş bulunan aynı yerlerden, üç muhtelif yönde tekrar ölçülerek yaş ölçüler tesbit edilmiştir. Yaş ölçülerden tam kuru haldeki ölçüler çıkarılarak bulunan kıymetler yaş ölçülere bölündükten sonra 100 ile çarpılmak suretile, yıllık halkalara teğet, dik ve liflere paralel yönlerdeki daralma yüzdeleri, yani,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_r$ ,  $\alpha_t$  kıymetleri bulunmuştur. Ayrıca, yaş ölçülerle bulunan yaş hacimden tam kuru ölçülerle hesaplanan kuru hacim çıkarılmak ve yaş hacme bölündükten sonra 100 ile çarpılmak suretile hacim daralma yüzdesi  $\alpha_v$  hesap edilmiştir.

Hacim genişleme yüzdesi  $\beta_v$  ise, yaş ölçülerle hesap edilen yaş hacimden kuru hacim çıkarıldıktan sonra, bulunan kıymetin kuru hacme bölünmesi ve 100 ile çarpılması ile elde edilmiştir. Bulunan hacim daralma yüzdelerinden aşağıdaki formülle :

$$\beta_v = \frac{\alpha_v}{1 - \alpha_v}$$

Hacim genişleme yüzdesi hesaplanmıştır.

#### b. Araştırmalardan elde edilen sonuçlar

238 nünunede yapılan denemelerden elde edilen ortalama kıymetler aşağıdaki cetvelde görülmektedir :

Liflere paralel yönde daralma	Radyal yönde daralma	Yıllık halkalara teğet yönde daralma	Hacim daralması
$\alpha_1$	$\alpha_r$	$\alpha_t$	$\alpha_v$
% 0,5	% 4,9	% 6,8	% 12,2

Denemelerde tesbit edilen hacim daralma yüzdeleri ise aşağıdaki kıymetler arasında değişmektedir :

Hacim daralma yüzdesi $\alpha_v$		
Minimal	Ortalama	Maksimal
% 5,1	% 12,2	% 16,5

Hacim daralma yüzdesi  $\alpha_v$  aynı zamanda Wilson ve Newlin'in araştırmalarıyla tesbit ettikleri :

$$\alpha_v = 28 \times R$$

formülü ile de hesap edilebilir. Ancak burada 28 kıymeti Amerikan ağaçları için bulunan genel ortalama lif doyunluğu rutubet yüzdesi olduğundan, bunun yerine Kızılçam odunu için bulunan lif doyunluğu rutubet kıymeti olan % 25,5 konulduğu takdirde :

$$\alpha_v = 25,5 \times R$$

olur ki, burada hacim yoğunluk kıymetini ifade eden R kıymeti ise Kızılçam için 0,478 gr./sm<sup>3</sup> olduğuna göre formülde yerine konduğu takdirde :

$$\alpha_v = 25,5 \times 0,478 = \% 12,2$$

bulunur ki, böylece bu formüle göre hesaplanan  $\alpha_v$  kıymeti, yukarıda araştırmalarla tesbit edilen genel ortalama hacim daralma yüzdesinin aynıdır.

Ayrıca, Kızılçamda her üç yön için elde edilen daralma yüzdeleri olan  $\alpha_1$ ,  $\alpha_r$ ,  $\alpha_t$  kıymetlerinden hacim daralma yüzdesi  $\alpha_v$  aşağıdaki şekilde hesaplanabilir :

$$\alpha_v = (1 + \alpha_1) (1 + \alpha_r) (1 + \alpha_t) - 1$$

$$\alpha_v = (1 + 0,005) (1 + 0,049) (1 + 0,068) - 1$$

$$\alpha_v = \% 12,6$$

Böylece araştırmalarla bulunan  $\alpha_v = \% 12,2$  kıymetine mukabil, yukarıdaki formülle hesap edilmek suretile bulunan  $\alpha_v = \% 12,6$  kıymetlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Araştırmalarla tesbit edilen ve yukarıda verilmiş olan minimal, ortalama ve maksimal hacim daralma kıymetlerinden :

$$\beta_v = \frac{\alpha_v}{1 - \alpha_v}$$

formülü yardımıyla hacim genişleme yüzdeleri hesaplanarak aşağıdaki kıymetler bulunmuştur:

$$\beta_v = \% 5,4 \dots \% 13,9 \dots \% 19,8$$

Hacim genişleme yüzdesini aynı zamanda tam kuru özgül ağırlıktan aşağıdaki formül yardımıyla hesaplamak kabildir :

$$\beta_v = 25,5 \times r_0$$

burada 25,5 kıymeti Kızılçam için denemelerimizle bulunan lif doygunluğu rutubet yüzdesi ve  $r_0$  ise, tam kuru haldeki özgül ağırlıktır. Kızılçam için tesbit edilen ortalama tam kuru özgül ağırlık ise 0,53 gr./sm<sup>3</sup> olduğuna göre :

$$\beta_v = 25,5 \times 0,53 = \% 13,5$$

bulunur ki, böylece Kızılçam için hesaplanan ortalama hacim genişleme yüzdeleri her iki formülde de birbirine yakın kıymetler vermektedir.

## 2. Yaşayan bir ağaç gövdesi içerisindeki su miktarları.

Yařayan bir Kızılçam gövdesi içerisindeki su miktarını tesbit etmek üzere Orman Fakóltesi yanındaki meşçerede, göğüs hizası çapı 40 sm. ve yaşı takriben 30 olan bir deneme ağacından faydalanılmıştır.

### a. Araştırma metodu

14/5/1957 tarihinde, açık ve güneşli bir havada, deneme ağacının 1,30 m. yüksekliğinden iki muhtelif yönde olmak üzere artım burgusu ile iki nümune alınmış ve nünuneler buharlanmaya mani olmak üzere cam tüpler içerisine konarak pek yakın olan lâboratuvara getirilmiş, ortalarından iki kısma bölünerek, gövdenin dış ve iç kısımlarındaki su miktarları tesbit edilmiştir. Deneme ağacı henüz genç olduğundan öz odun teşekkül e'memiş bulunmakta idi. Nünuneler evvelâ yaş halde hassas

bir terazi ile tartılmış, sonra 105 ısı derecesinde ağırlığı sabit kalıncaya kadar kurutulmuş ve tam kuru ağırlığı tesbit edilmiştir. Yaş ve kuru ağırlıklar farkı kuru ağırlığa bölünmek ve 100 ile çarpılmak suretile rutubet yüzdeleri hesaplanmıştır.

### b. Araştırma sonucu

Yukarıdaki esaslar dahilinde yapılan denemede, Mayıs ayında Kızılçam'ın diri odununun dış kısımlarında  $\% 112,0$ , iç kısımlarında ise  $\% 79,0$  su miktarı bulunmuştur. 1932 yılında yapılan diğer bir denemede ise Mart ayında diri odunun dış kısımlarında su miktarlarının  $\% 126,0$  ya yükseldiği tesbit edilmiştir.

## 3. Lif doygunluğu rutubet derecesi

Hacim daralma yüzdesinin hesabında kullanılan aşağıdaki formül yardımıyla lif doygunluğu rutubet miktarını hesaplamak mümkündür :

$$\alpha_v = U_f \times R$$

Burada  $\alpha_v$  hacim daralma yüzdesi,  $U_f$  lif doygunluğu rutubet yüzdesi,  $R$  ortalama hacim yoğunluk kıymetidir. Kızılçamda tesbit edilen hacim daralma yüzdesi  $\alpha_v = \% 12,2$ , ortalama hacim yoğunluk kıymeti 0,478 gr./sm<sup>3</sup> olduğuna göre aşağıdaki formülle lif doygunluğu rutubet miktarı hesaplanır :

$$U_f = \frac{\alpha_v}{R} = \frac{0,122}{0,478} = \% 25,5$$

Böylece, Kızılçamda lif doygunluğu rutubet derecesi, yâni hücre zarı içerisindeki Micell'erin arasındaki boşluğun tamamen su ile doygun bulunduğu haldeki su mukdarı  $\% 25,5$  olarak tesbit olunmuş bulunmaktadır.

## 4. Hacim yoğunluk kıymeti ile hacim daralma yüzdesi arasındaki ilgi

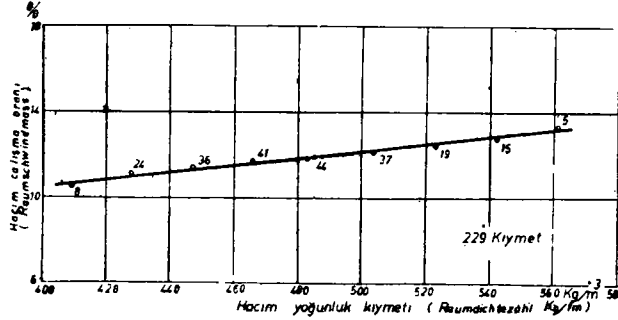
Hacim daralma yüzdesinin hesabında kullanılan aşağıdaki formülde:

$$\alpha_v = U_f \times R$$

$U_f$  kıymeti lif doygunluğu rutubet yüzdesi olup, Kızılçam odunu

için % 25,5 olarak tesbit edilmiştir. Bu kıymet ise Kızılcım için sabit olduğuna göre, formüldeki hacim yoğunluk kıymeti R nin artmasıyla αv kıymeti de artacaktır ki, bu da aralarındaki ilginin oranlı olduğunu ifade etmektedir.

Hacim yoğunluk kıymeti ile hacim daralma yüzdesi arasındaki ilgiyi göstermek üzere 5 deneme ağacından 229 nümune alınarak, bun-



Şekil : 10  
Abb. 10

larda hacim yoğunluk kıymetleri ve hacim daralma yüzdeleri bulunduktan sonra 19 Kg./m<sup>3</sup> lük hacim yoğunluk kıymeti grupları teşkil edilmiş ve bu gruplar içerisine giren hacim yoğunluk kıymetlerine tekabül eden hacim daralma yüzdelерinin her grupta ortalamaları bulunarak (Şekil 10) da görülen grafiğin apsis eksenі üzerine hacim yoğunluk kıymetleri ve ordine eksenі üzerine ise her grubun hacim daralama yüzdeleri ortalamaları işaret edilerek, bulunan noktalar birleştirilmek suretile doğru bir hat elde edilmiştir. Böylece, yukarıda açıklandığı gibi, hacim yoğunluk kıymeti ile hacim daralma yüzdesi arasındaki ilginin doğru oranlı olduğu grafikten de görülmektedir.

##### 5. Kızılcım odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarının hesabı

Denemelerle tesbit edilmiş bulunan hacim yoğunluk kıymetlerinden, Kızılcım odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarlarını hesaplamak mümkündür. Muayyen bir ağaç cinsi veya türü odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarını bilmek, bilhassa sun'i surette dayanmayı arttırma bakımından yapılan emprenye ameliyesinde ehemmiyeti haizdir. Kızılcımda tesbit olunan minimal, ortalama ve maksimal hacim yoğunluk kıymetleri :

403 ..... 478 ..... 614 Kg./m<sup>3</sup> tür.

Her üç kıymete göre, aşağıdaki şekilde Kızılcım odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarları hesaplanmıştır.

Tam kuru halde hücre zarı özgül ağırlığı 1,56 gr./sm<sup>3</sup> olarak kabul edildiği takdirde, Kızılcım için ortalama olarak bulunan 478 Kg./m<sup>3</sup> hacim yoğunluk kıymetine göre, odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı aşağıdaki şekilde bulunur :

$$\frac{0,478 \text{ gr./sm}^3}{1,56 \text{ gr./sm}^3} = 0,306 \text{ sm}^3$$

yukarıdaki oran 0,478 gr./sm<sup>3</sup> hacim yoğunluk kıymetindeki tam kuru odun kütlesi yani hücre zarının işgal ettiği hacmi vermektedir. Bulunan bu hacim, hacim birimi olan 1,000 sm<sup>3</sup> den çıkarıldığı takdirde :

$$1,000 - 0,306 = 0,694 \text{ sm}^3$$

bulunur ki, bu da 1 sm<sup>3</sup> Kızılcım odunundaki hava boşluğu miktarını veya 1 sm<sup>3</sup> odunun içerisine alabileceği en yüksek su ağırlığını gösterir. Böylece, hacim yoğunluk kıymeti 0,478 gr./sm<sup>3</sup> olan bir Kızılcım odunu içerisine en fazla 0,694 gram su alabilir. Bu su miktarı ise aşağıdaki şekilde yüzde olarak hesaplanabilir :

$$\frac{0,694}{0,478} \times 100 = \% 145,2$$

Kızılcım odununun minimal, ortalama ve maksimal hacim yoğunluk kıymetlerine göre ayrı ayrı hesaplanan, odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı yüzdeleri ise aşağıdaki cetvelde görülmektedir :

	Hacim yoğunluk kıymeti Kg./m <sup>3</sup>	En yüksek su miktarı yüzdeleri %
Minimal	403	184,1
Ortalama	478	145,2
Maksimal	614	98,7

## D. KIZILÇAMDA BASINÇ DİRENCİ ARAŞTIRMALARI

## 1. Araştırmada takip edilen metod

Kızılçamda basınç direnci denemeleri için beş muhtelif ağaçtan elde edilen 531 adet nümune kullanılmıştır.  $2 \times 2 \times 3$  sm. boyutlarında olan bu nünuneler, hazırlanmalarını müteakip, hava kurusu haline gelebilmeleri için bir müddet laboratuvarında kurumaya terk edilmiş ve tecrübeler esnasında ihtiva ettikleri su miktarının % 8,1 — 14,5 arasında bulunduğu tesbit olunmuştur. Araştırmalar Amsler markalı ağaç deneme makinasile yapılmış ve bu âletin özel tertibatında nünuneler iki silindir arasına yerleştirilerek, liflere paralel olmak ve dakikada 250 Kg./sm<sup>2</sup> arttırılmak suretile basınca tâbi tutulmuş ve kırılma anındaki maksimal basınç kadran üzerinde okunarak nünunenin enine kesiti yüzeyine bölünmekle aşağıdaki formül yardımıyla basınç dirençleri hesaplanmıştır :

$$\sigma_{dB} = \frac{P \max}{f} = \text{Basınç direnci}$$

$$P \max = \text{Nünunenin kırıldığı andaki maksimal basınç}$$

$$f = \text{Nünunenin enine kesit yüzeyi}$$

Basınç dirençleri, nünunenin ihtiva ettiği su miktarı ile değişeceğinden ve bilimsel araştırmalarda % 12 yâni hava kurusu halindeki basınç direncinin bilinmesi istenildiğinden, denemede tesbit edilen basınç direncinin hangi rutubet derecesi için cari olduğunun malûm olması gerekmektedir. Bu bakımdan, basınç direnci denemesi yapılan her nümune, kırılmayı müteakip hassas bir terazi ile tartılarak ağırlık tesbit olunmuş ve sonra kurutma dolabında 100 - 105 ısı derecesinde ağırlığı değişmez hale gelinceye kadar kurutularak tam kuru ağırlığı bulunmuş ve bu kıymetler yardımıyla mevcut su miktarı yüzdeleri hesaplanmıştır. Bu suretle nünunelerde tesbit edilen su miktarı yüzdeleri % 8,1 - % 14,5 arasında değiştiğinden, bu rutubet derecelerinde bulunan basınç dirençlerinin % 12 rutubetteki basınç dirençlerine tahvili için Kollmann'ın eserinin<sup>1</sup> 737 inci sahifesinde tavsiye edilen aşağıdaki formül kullanılmıştır:

1) F. Kollmann, Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, S. 757, 1951.

$$\sigma_{12} = \sigma_u \frac{20}{32 - u}$$

$$\sigma_{12} = \%12 \text{ rutubet derecesinde basınç direnci}$$

$$\sigma_u = \text{Nünunenin havi olduğu muayyen bir rutubet derecesindeki basınç direnci}$$

$$u = \text{Nünunenin deneme ânında havi olduğu rutubet yüzdesi}$$

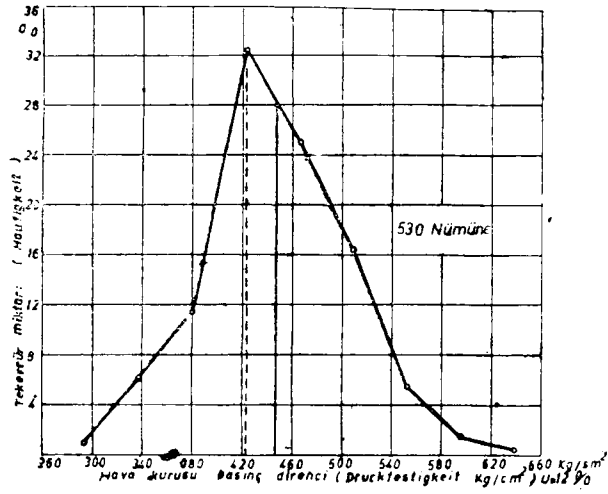
Bu formülle, muayyen bir rutubet derecesinde deneme ile bulunan basınç dirençlerinin % 12 rutubet derecesindeki basınç direncine tahvili için, nünunenin deneme esnasında havi olduğu rutubet yüzdesi yâni (u) kıymetinin % 8 ile % 18 arasında bulunması gerekmektedir. Denemelerimizde ise, nünunelerin havi olduğu rutubet dereceleri % 8,1 - 14,5 olduğuna göre, ileri sürülen şart tahakkuk etmiş bulunmaktadır. Kollmann, zikredilen eserinde, yukarıdaki formülü Bauschinger'in ve Wilson'un formüllerine tercih etmekte ve üstün bulmaktadır.

## 2. Hava kurusu basınç direnci ve varyasyon grafiği

530 adet nünunede, araştırma metodunda tarif edilen esaslara göre, muayyen bir rutubet derecesinde deneme ile bulunan basınç dirençleri yukarıdaki formül yardımıyla % 12 rutubetteki Basınç dirençlerine tahvil edilmek suretile elde olunan kıymetlerden Kızılçam için aşağıdaki minimal, ortalama ve maksimal hava kurusu basınç dirençleri tesbit olunmuştur :

Hava kurusu basınç direnci		
$\sigma_{dB}$ % 12		
Minimal	Ortalama	Maksimal
Kg./sm <sup>2</sup>	Kg./sm <sup>2</sup>	Kg./sm <sup>2</sup>
294,0	447,0	638,0

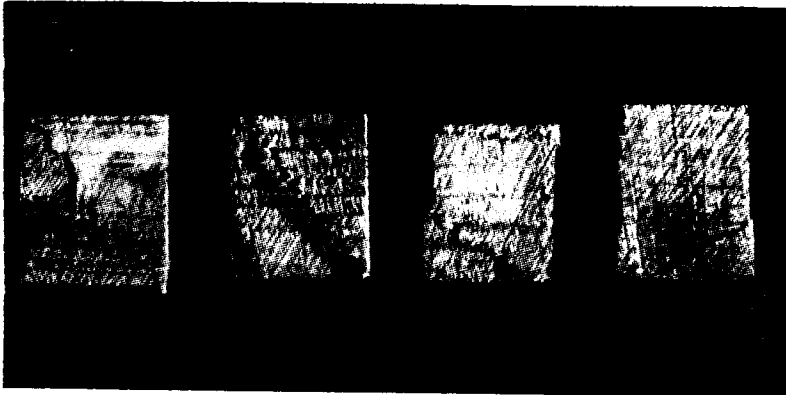
530 nünunede elde olunan % 12 rutubet derecesindeki basınç dirençlerinden (Şekil 11) de görülen varyasyon grafiği elde olunmuştur. Bunun için 43Kg./sm<sup>2</sup> lik aralıklarla basınç direnci grupları teşkil olunmuş ve her guruba giren nümune sayısı genel nümune sayısına nisbet edilerek, guruplardaki nünunelerin iştirâk oranları bulunmuş, apsis eksenini üzerine basınç dirençleri, ordine eksenine üzerine ise iştirâk oranları işaret-



Şekil: 11  
Abb. 11

lenmiştir. Bu grafikte minimal kıymetin 294,0 Kg./sm<sup>2</sup>, ortalama kıymetin 447,0 Kg./sm<sup>2</sup>, en fazla tekerrür eden kıymetin 423,0 Kg./sm<sup>2</sup> ve maksimal kıymetin ise 638,0 Kg./sm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir.

Grafik incelendiği takdirde, küçük kıymetlerden ekseriyeti teşkil eden kıymete doğru başlangıçta nisbeten tedrici ve muntazam bir yükselme ve sonra âni bir çıkış, en fazla tekerrür eden kıymetten daha büyük kıymet



(Resim: 12) Basınca tâbi tutulmuş Kızılçam numunelerinde kırılış şekilleri ve kayma satırlarının teşekkülü. Foto. A. Berkel  
(Bild 12) Bildung der Gleitschichten in gedrückten Holzproben  
(Brutische Kiefer - Pinus brutia-).

lere doğru ise sùra'tli ve muntazam bir inişten sonra, nihayete doğru tedrici bir alçalma görülmektedir. Ortalama kıymet en fazla tekerrür eden kıymetten daha büyük olup, grafikde bu kıymetin sağ tarafında yer almaktadır.

(Resim 12) hava kurusu basınç direnci denemelerinde, numunelerin kırılış şekllinden bazı örnekler vermektedir.

### 3. Statik kalite kıymeti

Statik kuvvetlere karşı Kızılçam'ın kalitesini gösteren statik kalite kıymeti (Cote statique) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır :

$$\text{Statik kalite kıymeti} = \frac{\text{Hava kurusu basınç direnci}}{\text{Hava kurusu özgül ağırlık} \times 100}$$

Buna göre, Kızılçamda denemelerle tesbit olunmuş bulunan hava kurusu basınç direnci ve özgül ağırlık kıymetleri formülde yerlerine konduğu takdirde :

$$\text{Statik kalite kıymeti} = \frac{447,0 \text{ Kg./sm}^2}{0,57 \text{ gr./sm}^3 \times 100} = 7,8$$

kıymeti bulunur.

### 4. Spesifik kalite kıymeti (Cote specifique)

Kızılçam'ın mukavemet bakımından spesifik kalite kıymetini gösteren (Cote specifique) değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır :

$$\text{Spesifik kalite kıymeti} = \frac{\text{Hava kurusu basınç direnci}}{(\text{Hava kurusu özgül ağırlık})^2 \times 100}$$

Buna göre, formüldeki kıymetler yerlerine konduğu takdirde :

$$\text{Spesifik kalite kıymeti} = \frac{447,0 \text{ Kg./sm}^2}{(0,57 \text{ gr./sm}^3)^2 \times 100} = 14,7$$

Böylece, Kızılçam için bu kıymetin 14,7 olduğu tesbit olunmuştur.

## E. KIZILÇAMDA EĞİLME DİRENCİ ARAŞTIRMALARI

## 1. Araştırma metodu

Muhtelif yaş, çap ve boyda olan 5 adet Kızılcım deneme ağacının 4 - 6 m. gövde yüksekliklerinden alınan ve boyları 0,60 m. olan gövde kısımlarından, Öz'den geçmek ve yarı çap boyunda uzanmak üzere 2 sm. kalınlığında ve 60 sm. boyunda tahtalar elde edilerek, bu tahtalar tekrar şerit destere ile 2 sm. genişliğinde olmak üzere biçilerek  $2 \times 2 \times 60$  sm. boyutlarında çıtalar elde edilmiş ve bu çıtalar ortadan bölünerek  $2 \times 2 \times 30$  sm boyutlarında 304 adet deneme çıtası meydana gelmiştir. Bu çıtaların hava dahilinde yeknesak bir şekilde kuruması temin edildikten sonra Amsler markalı ağaç deneme makinesinde eğilme direnci denemeleri yapılmıştır. Deneme çıtaları âlet üzerinde aralarındaki açıklık 24 sm. olan iki nokta üzerine, Öz istikameti aşağıya bakmak suretile yerleştirilmiştir. Bundan sonra âletin özel tertibatı ile çıtanın ortasına basınç yapılmış ve kırılma anındaki maksimal basınç âletin kadranı üzerinde okunarak kaydedilmiştir. Denemeler esnasında yapılan basıncın sürati dakikada 400 Kg./sm<sup>2</sup> olarak alınmıştır.

Eğilme direncinin hesabında aşağıdaki formül kullanılmıştır :

$$\text{Eğilme direnci} = \sigma B = \frac{3 PL}{2 b \cdot h^2}$$

P = Kırılma anındaki maksimal basınç  
L = İstinat noktaları arasındaki mesafe  
(Denemelerde bu mesafe 24 sm. dir).

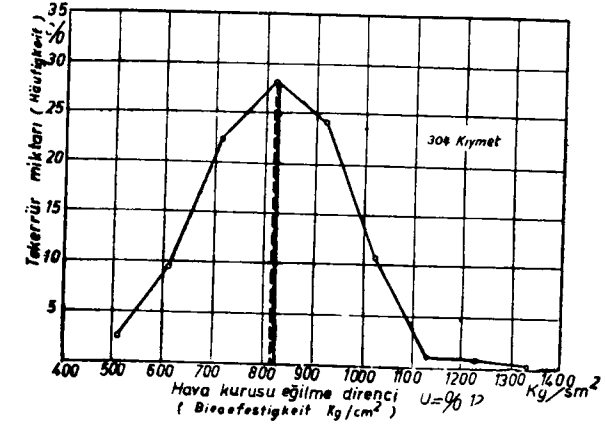
b = Deneme çıtasının yıllık halkalara teğet yöndeki eni  
h = Deneme çıtasının kalınlığı, yâni radyal yöndeki boyut.

Bu suretle, rutubet dereceleri % 9,5 - 12,8 arasında bulunan 304 nümunedeki ayrı ayrı Eğilme direnci tesbit edilerek, bu kıymetler % 12 yâni hava kurusu rutubetteki Eğilme dirençlerine tahvil edilmiştir. Tahvil ameliyesinde, su miktarının % 1 artmasına mukabil Eğilme direncinin % 4 bir azalma göstermesi esasına dayanılmıştır.

## 2. Eğilme direnci araştırmaları sonucu ve Eğilme direnci varyasyonu

Araştırmalarda kullanılan 304 nümunedeki elde edilen kıymetlere göre 103 Kg./sm<sup>2</sup> lik Eğilme direnci grupları teşkil edildikten sonra

bu guruplara giren Eğilme direnci kıymetleri her gurupta ayrı ayrı toplanarak, sayıları genel nümune sayısına nisbet edilmek suretile, her guruptaki nümunelerin sayısının genel nümune sayısındaki iştirâk oranları bulunmuş ve (Şekil 13) de görüldüğü gibi, apsis ekseninde Eğilme



Şekil: 13  
Abb. 13

direnci kıymetleri ve ordine ekseninde ise her guruptaki nümunelerin iştirâk oranları, yâni tekerrür miktarları işaret edilerek Eğilme direnci Varyasyon grafiği elde edilmiştir. Ayrıca, 304 nümunedeki bulunan Eğilme direnci kıymetleri toplanarak ve genel nümune sayısına bölünmek suretile ortalama Eğilme direnci kıymeti tesbit edilmiş ve grafikten de minimal ve maksimal kıymetler alınarak Kızılcım odunu için aşağıdaki Eğilme direnci kıymetleri bulunmuştur.

Hava kurusu halinde Eğilme direnci $\sigma B$ % 12		
Minimal Kg./sm <sup>2</sup>	Ortalama Kg./sm <sup>2</sup>	Maksimal Kg./sm <sup>2</sup>
511,2	821,5	1334,8

Eğilme direnci varyasyon grafiğinin incelenmesinde, en fazla tekerrür eden kıymetin 819,0 Kg./sm<sup>2</sup> olup genel ortalama kıymet olan 821,5 Kg./sm<sup>2</sup> den cüz'i miktarda küçük olduğu ve bunun yanında, sol tarafın-

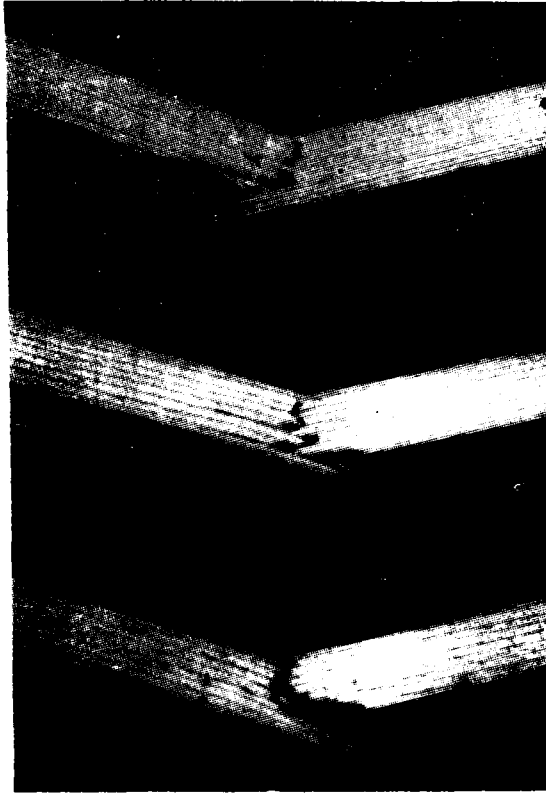
da bulunduğu görülmektedir. Varyasyon grafiği oldukça simetrik bir şekil göstermektedir.

Kızılçamda yapılan Eğilme direnci denemelerinde, deneme çitalarının kırılış kesitlerinden bazıları (Resim 14 ve Resim 15) de görülmektedir. Denemelerde, Eğilme direnci yüksek olan çitaların uzun kıymıklı, gevrek olanların ise nisbeten düzgün satırlar teşkil ederek kırıldıkları müşahade edilmiştir.

#### F. LİFLERE DİK YÖNDE ÇEKME DİRENCİ ARAŞTIRMALARI

##### 1. Araştırma metodu

5 muhtelif deneme ağacından  $2 \times 2$  sm. enine kesitini havi deneme çitaları alınarak, bunlardan Monnin'in tavsiye ettiği boyutlara uygun olan 123 adet nümune hazırlanarak, rutubet dereceleri yeknesak bir hale gelinceye kadar kurumaya terk edilmiştir. Denemeye tabi tutulan nümunelerdeki rutubet derecesinin % 9,9 - 13,1 arasında bulunduğu tesbit edilmiştir. Bu suretle kuruyan nümuneler Amsler markalı ağaç deneme âletinin özel tertibatı yardımı ile iki aksi yönde çekilerek, her nümunenin orta kısmında bulunan  $4 \text{ cm}^2$  lik kısmını ayırmak için sarf edilen maksimal kuvvet âletin kadranında okunarak, bu kıymet kesit yüzeyine bölünmek suretile liflere dik yönde çekme direnci elde olunmuştur. Deneme

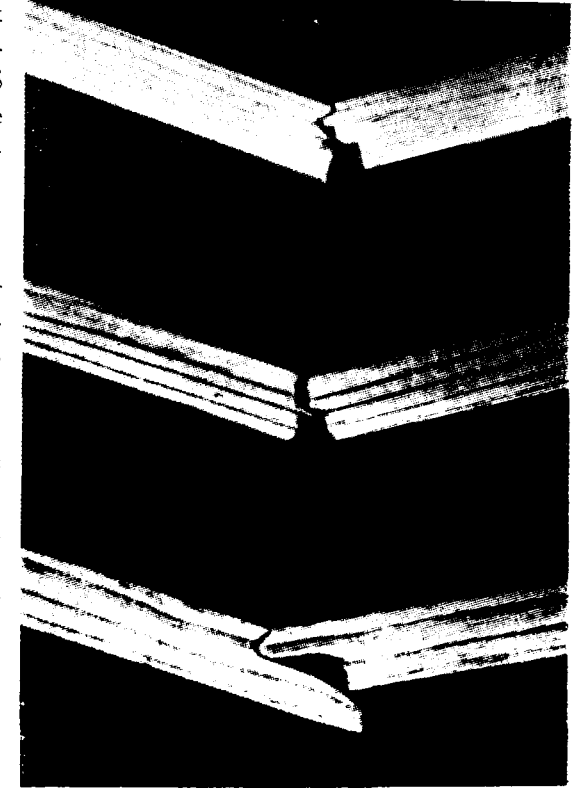


(Resim: 14) Eğilme direnci denemeleri yapılmış Kızılçam nümunelerinde kırılış şekilleri: (normal ağaç). Foto. A. Berkel  
(Bild 14) Bruchbilder von dem spröden Kiefernholz (Pinus brutia) bei Biegeversuche :

ye tabi tutulan her nümunenin kırılmayı müteakip yarısı rutubet tayıni için kullanılmıştır. Nümunelerde ayrı ayrı bulunan çekme dirençlerini % 12 rutubetteki çekme direncine tahvil etmek için, rutubetin % 1 artmasına karşılık % 1,5 liflere dik yönde çekme direnci azalması esas olarak alınmıştır.

##### 2. Liflere dik yönde Çekme direnci araştırma sonuçları ve varyasyon grafiği

123 adet nümune de ayrı ayrı hesaplanan % 12 rutubet derecesindeki Çekme direnci kıymetleri toplanarak nümune sayısına bölünmek suretile liflere dik yönde ortalama Çekme direnci elde olunmuş ve ayrıca minimal ve maksimal değerler tesbit edilerek Kızılçam için aşağıdaki Çekme dirençleri bulunmuştur :

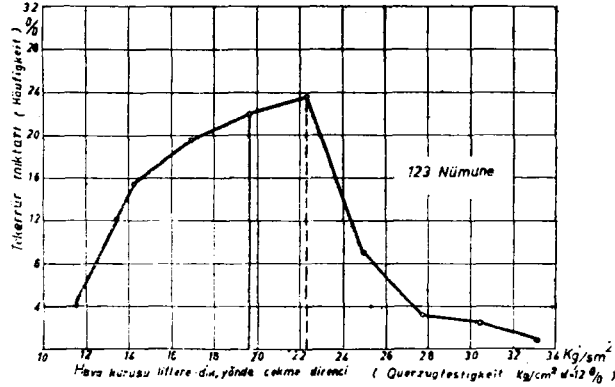


(Resim: 15) Eğilme direnci denemeleri yapılmış Kızılçam nümunelerinde kırılış şekilleri: (gevrek ağaç). Foto. A. Berkel  
(Bild 15) Bruchbilder von dem normalen Kiefernholz (Pinus brutia) bei Biegeversuchen.

Hava kuru halinde liflere dik yönde çekme direnci Ø zB % 12		
Minimal Kg./sm <sup>2</sup>	Ortalama Kg./sm <sup>2</sup>	Maksimal Kg. sm <sup>2</sup>
11,5	19,6	33,1



Liflere dik yönde Çekme direnci varyasyon grafiğinin elde edilmesi için, 2,7 Kg./sm<sup>2</sup> lik aralıklarla Çekme direnci gurupları teşkil olunmuş ve 123 numunede elde edilen direnç kıymetleri ait oldukları sınıflara dağıtılmış ve her guruptaki numune sayısı genel numune sayısına nisbet edilerek umum sayıdaki iştirâk oranları, yâni tekerrür yüzdeleri bulunmuş ve (Şekil 16) de görülen apsis ekseni üzerine hava kurusu Çekme direnci kıymetleri ve ordine ekseni üzerine ise her gurubun iştirâk oran-



Şekil: 16  
Abb. 16

ları işaret edilmek suretile varyasyon grafiği elde edilmiştir. Grafikte liflere dik yönde çekme direnci 11,5 - 33,1 Kg./sm<sup>2</sup> arasında değişmektedir.

Varyasyon eğrisi incelendiği takdirde, küçük kıymetlerden en fazla tekerrür eden kıymete doğru tedrici bir yükseliş ve bu kıymetten sonra daha büyük kıymetlere doğru ise evvelâ sür'atli bir düşüş ve sonra tedrici bir alçalma görülmektedir.

## G. YARILMA DİRENCİ ARAŞTIRMALARI

### 1. Araştırma metodu

Kızılçamda yarılma direnci ve yarılma kabiliyeti denemeleri için beş muhtelif deneme ağacından 155 adet numune alınmıştır. Bu numunelerin boyutları Monnin'in tavsiye ettiği Fransız ölçülerine uygun olup, kesiti 20×20 mm, uzunluğu 45 mm. ve şekli U şeklindedir. Denemeler esnasında numunelerin rutubetinin % 8,6 - 14,4 bulunduğu tesbit edilmiştir.

Öz ışınlarına paralel ve yıllık halkalara teğet yönlerde yarılma di-

renci farklı bulunacağı cihetle, numunelerden 92 tanesi radyal yönde yarılma direncini denemek üzere hazırlanmıştır. Bunu müteakip numuneler Amsler markalı ağaç deneme makinesinin özel tertibatı yardımı ile iki aksî yönde çekilmek suretile 20×20 mm. yani 4 sm<sup>2</sup> olan yarılma yüzeylerinden yarılmış ve bu anda tesbit edilen maksimal çekme kuvveti âletin kadranı üzerinde okunarak kaydedilmiş ve aşağıdaki formüle göre yarılma direnci hesaplanmıştır :

$$\text{Yarılma direnci Kg./sm}^2 = s = \frac{S}{F}$$

s = Yarılma direnci Kg./sm<sup>2</sup>  
S = Yarılma esnasındaki maksimal kuvvet  
F = Yarılma yüzeyi

Yarılma denemesini müteakip her numunenin yarısı rutubet yüzdesini tesbit için kullanılmıştır.

### 2. Yarılma direnci araştırmaları sonucu

#### a. Radyal yönde yarılma direnci

Radyal yâni Öz ışınlarına paralel yönde 92 numunenin yarılması ile elde edilen yarılma direnci sonuçları aşağıdaki cetvelde görülmektedir:

Su miktarı %	Öz ışınlarına paralel yönde yarılma direnci Kg./sm <sup>2</sup>		
	Maksimal	Ortalama	Minimal
8,6 - 14,4	3,1	5,1	7,7

#### b. Yıllık halkalara teğet yönde yarılma direnci

63 adet Kızılçam numunesinde elde edilen, yıllık halkalara teğet yönde yarılma direnci sonuçları aşağıdaki cetvelde gösterilmiştir :

Su miktarı %	Yıllık halkalara teğet yönde yarılma direnci Kg./sm <sup>2</sup>		
	Minimal	Ortalama	Maksimal
8,8 - 12,2	2,8	5,7	8,0

Varyasyon eğrisinin incelenmesinde, en fazla tekerrür eden kıymetin 0,24 Kg.m/sm<sup>2</sup> bulunduğu ve genel ortalama kıymet olan 0,26 Kg.m/sm<sup>2</sup> den küçük olup grafikte sol tarafta yer aldığı görülmektedir. Grafik, küçük kıymetlerden en fazla tekerrür eden kıymete doğru, başlangıçta nisbeten dik ve sonraları tedrici bir alçalma göstermektedir.

Dinamik eğilme direnci araştırmalarında, deneme çıtalarının kırılış şekline ve kesitlerdeki liflerin durumuna göre, Kızılçam odunu ortalama olarak dinamik bakımdan normal ve orta bir hal göstermektedir. (Resim 18) dinamik bakımdan normal olan bazı deneme çıtalarının kırılış şeklini, (Resim 19) ise dinamik bakımdan gevrek olan diğer bazı deneme çıtalarının düz, kıymiksız bir şekilde kırılışını göstermektedir.



(Bild 18) Bruchbilder von Kiefernstäben (Pinunelerinin kırılış şekilleri, (normal ağaç) Foto A. Berkel

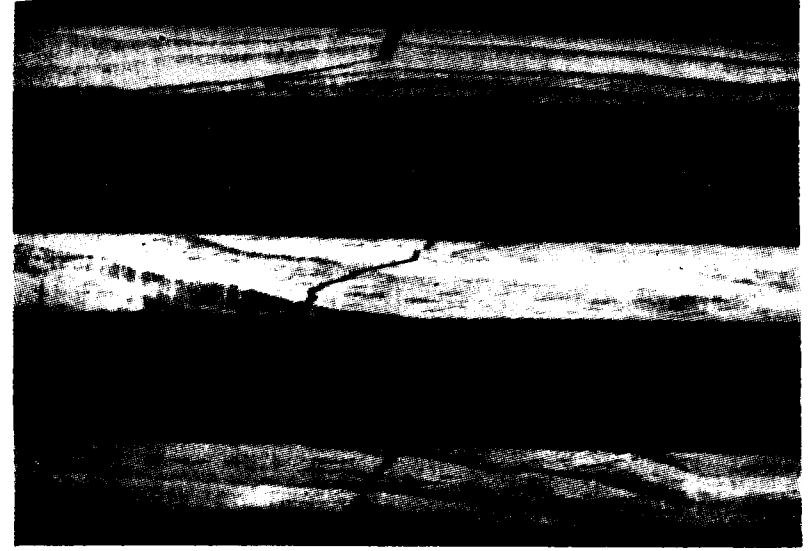
(Bild 18) Bruchbilder von Kiefernstäben (Pinus brutia) beim Schlagbiegeversuch, (Normales Holz).

### 3. Dinamik kalite kıymeti

Aşağıdaki formüle göre Kızılçamın dinamik kalite kıymeti hesaplanmıştır :

$$\text{Dinamik kalite kıymeti} = \frac{a}{r_0^2}$$

a = Dinamik eğilme direnci  
r<sub>0</sub> = Tam kuru Özgül ağırlık



(Resim: 19) Şok denemelerinde Kızılçam numunelerinin kırılış şekilleri, (gevrek ağaç). Foto. A. Berkel

(Bild 19) Bruchbilder von Kiefernstäben (Pinus brutia) beim Schlagbiegeversuch, (Sprödes Holz).

Böylece, Kızılçam için bulunan Dinamik eğilme direnci ve tam kuru Özgül ağırlık kıymetleri formülde yerlerine konduğu takdirde :

$$\text{Dinamik kalite kıymeti} = \frac{0,26 \text{ Kg. m/sm}^2}{0,53^2 \text{ gr./sm}^3} = 0,92$$

Bu suretle dinamik kalite kıymeti olarak 0,92 kıymeti bulunmuştur.

### III. KIZILÇAM'IN KULLANIŞ YERLERİ

Kızılçam ormanlarının memleketimizdeki geniş yayılışına paralel olarak, bu ağaç türünün kullanım yerleri de çeşitli bulunmaktadır :

#### Kızılçam kerestesi

Kızılçam kereste halinde bilhassa memleketimizin güneyinde fazla yer almaktadır. Adana tipi tabir edilen kereste Balta mamulâtı olup,

Dörtlük, Üçlü Kolina, Beşlik, Lâta, Azman isimlerini almaktadır.

Dörtlükler  $15 \times 15$  sm. den  $20 \times 20$  sm. ye kadar enine kesitleri havidir. Boyları dört metredir. Dörtlüklerin 3 m. boyda olanlarına Üçlü Kolina, adı verilir. Beşliklerin kalınlıkları 10 - 15 sm. ve genişlikleri 20 - 25 sm. olup, boyları dört metredir. En standart tipi  $12 \times 24$  sm. enine kesitinde ve 4 m. boyunda olanıdır. Azmanların enine kesiti  $25 \times 25$  sm,  $25 \times 30$  sm. gibi 20 sm. den yukarı, boyları 3 - 6 m. olup, bunların 2 m. boyunda olanlarına (Tosun) tâbir edilmektedir. Traversler ise,  $15 \times 25$  sm. enine kesitinde ve 2,60 m. boyundadır.

#### *Yapı malzemesi*

Kızılçam, ahşap bina ve köprü gibi yapılarda da yer almakta, binaların bilhassa pencere çerçevelerinde, kapılarda, tavan tahtaları ve dikmelerinde ve direk olarak kullanılmaktadır.

#### *Ambalâj malzemesi*

Memleketimizde, güney mıntakalarında ve Ege'de ambalâj malzemesi olarak geniş ölçüde Kızılçam kullanılmaktadır. Bu ağaç türü güneyde Narenciye, turfanda yaş meyva ve sebze ambalâj sandıklarının, Ege'de ise kuru üzüm ve incir sandıklarının belli başlı malzemesini teşkil etmektedir. Bu hususta, boyları 1 m. den daha aşağı olan Sanayi odunu adı verilen odun sınıfı, şerit destelerle sandık tahtalarına biçilmek suretile kullanılmaktadır.

#### *Tel direkleri*

Kızılçam gövdelerinin, müsait çap ve boyda ve düzgün olanları telefon ve telgraf direği olarak kullanılmaktadır.

#### *Maden direği*

Bakım kesimlerle elde edilecek ince çapdaki malzeme maden direği olarak kullanılmaya elverişlidir.

#### *Mobilyacılık*

Kızılçam kerestesi mobilyanın bilhassa iskelet kısımlarında, kontrplâk ve kaplamaların altlarında kullanılmaktadır.

#### *Selüloz hammaddesi*

Kâğıt ve Selüloz sanayimiz, tatbik ettiği Sülfat metodu dolayısıyla, halihazırda, Reçinece zengin olan Çam odununu Selüloz imâlinde değerlendirememektedir. Çam cinsinin ve bilhassa Kızılçam türünün ormanlarımızdaki önemli iştirâk nisbeti, hızlı büyümesi, kütle artımının iyi oluşu, uzun lifli bulunması göz önünde bulundurulursa, gelecekte Sülfat metoduna dayanan tesisler kurulduğu takdirde bu ağacın Selüloz sanayii için iyi bir ham madde kaynağı teşkil edeceği şüphesizdir.

#### *Reçine istihsali*

Yapılan araştırmalar Kızılçam'ın Reçine istihsali bakımından verimli bir ağaç türü olduğunu meydana koymuş bulunmaktadır. Denemeler neticesinde Mazek - Fialla'nın 10 mm. genişliğinde çizgi açan Rende metodu ile ağaç başına ortalama 3 Kg. a yakın bir Reçine verimi elde edilmiştir.

#### *Çit inşası*

Kızılçam ormanlarının yayılmış bulunduğu yerlerde bu ağaç türü köylerde çitlerin inşasında geniş ölçüde yer almaktadır.

#### *Ziraat âletleri*

Düğün, Yaba, Ölçek dipleri, El arabaları ve Araba sandıkları gibi ziraat âlet ve vasıtalarının bazılarında Kızılçamdan faydalanılmaktadır.

#### *Yakacak odun*

Güney, güney batı ve Ege'de Kızılçam ormanlarına civar yerlerde bu ağaç türü yakacak odun olarak külliyetli miktarda kullanılmaktadır.

## UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE EIGENSCHAFTEN DES BRUTISCHEN KIEFERNHOLZES - *Pinus brutia* Ten. -

Von

**Prof. Dr. Adnan BERKEL**

(Mitteilung aus dem Institut für Forstbenutzung der  
forstwissenschaftlichen Fakultät Istanbul)

### ZUSAMMENFASSUNG

#### Untersuchungsmaterial und Methodik

Für die Ausführung der Untersuchungen über die technologischen Eigenschaften des brutischen Kiefernholzes wurden fünf Probestämme aus dem Forstbezirk Alaçam des staatlichen Forstbetrieb Dursunbey in der Nähe von Balıkesir genommen. Um Holz von mittlerer Beschaffenheit zu erhalten, wurden bei der Auswahl der Probestämme extreme Standorte und grosskronige, starkastige, eingeklemmte auch schwachkronige Bäume vermieden. Bei der Auszeichnung der Probestämme wurde auf jeden Stamm die Nordrichtung auf der Borke mittels eines Rissers markiert. Nach der Fällung der Probestämme wurden aus jedem Stamm in 4 m Abständen, astfreie Stammscheiben von 10 cm Stärke entnommen und auf jeder Stammscheibe die Nummer des Probestammes und der Scheibe, Höhe der Scheibe im Stamm geschrieben und die Nordrichtung gezeichnet, Ausserdem jedem Probestamm wurde zwischen 4 und 6 m Höhen 60 cm langer, astfreier Stammteil entnommen. Auf diesen wurde ebenfalls die Nordrichtung gezeichnet. Die Scheiben wurden im Institut nochmals in zwei Scheiben von je 5 cm Dicke gesägt. Einer von den beiden Scheiben wurden in der Nord-, Süd-, Ost-, und Westrichtung kleine Proben von  $2 \times 2$  cm Querschnitt und 3 cm Länge entnommen. Diese Proben wurden zur Bestimmung der Rohwichte und der Raumdichtezahl verwendet. Für die Untersuchungen der hygroskopischen Eigenschaften wurden Proben von  $3 \times 3 \times 5$  cm Grösse gebraucht. Der anderen Scheibenhälfte wurden aus der ganzen Scheibenfläche Proben

von  $2 \times 2 \times 3$  cm Grösse entnommen. Diese wurden zur Bestimmung der Druckfestigkeit verwendet.

Die 60 cm lange Stammteile wurden für die Gewinnung der Probestäbe von  $2 \times 2 \times 30$  cm Grösse benutzt. Bei diesen Proben wurden Untersuchungen über die Beigefestigkeit und Bruchschlagarbeit durchgeführt. Die Stützweite betrug 24 cm. Aus den selben Probestäben wurden auch nach den französischen Normen Proben zur Bestimmung der Zug- und Spaltfestigkeit ausgearbeitet. Aus den gefundenen Festigkeitswerten wurden die Festigkeitswerte bei 12 % Feuchtigkeit gerechnet.

### DIE WICHTIGSTEN UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

#### Holzbeschreibung

##### *Makroskopisch*

Splintholz breit, rötlich weiss, bis zwei Drittel des Halbmessers einnehmend. Kernholz rotbraun, mit einem lila farbigen Ton. Spätholz nimmt einen geringen Teil des Jahrringes ein. Aussengrenze des Spätholzes scharf, nach innen ziemlich allmählich oder (bei einer aus dem Süden der Türkei entnommenen Holzprobe) ganz allmählich in das Frühholz übergehend. Jahrringgrenzen sind besonders im unteren Teil des Stammes grob wellig. Die Harzgänge sind zahlreich und im Spätholz als helle Pünktchen sichtbar. Der Baum neigt oft zur spanrückigen Stammbildung. Holz ziemlich weich, mittelschwer, leichtspaltig. Rinde rötlich braun, stark, meist mit tiefrissiger, grober Borke.

##### *Mikroskopisch*

##### *Querschnitt*

Eigentliche Spätholzzone schmal und nimmt einen geringen Teil des Jahresringes ein. Die Aussengrenze des Spätholzes ist scharf und die Jahresgrenzen sind deutlich. Entlang der Jahrringgrenze verlaufende Spätholztracheiden sind in einigen Zellreihen so stark abgeplattet, dass die Hohlräume wie Spalten aussehen. Übergang von Spätholz, nach innen zum Frühholz ziemlich allmählich, (bei den Holzproben, welche aus dem Süden der Türkei stammen) ganz allmählich.

Die vertikalen Harzgänge sind reichlich und im Jahresring verstreut, vorwiegend erscheinen sie im Spätholz. Oft kommen die Harzgänge als Gruppen vor. Ihre Grösse beträgt 60 - 140  $\mu$ . Die Epithelzellen dünnwandig.

### Radialschnitt

In den Radialwänden sind die Hoftüpfel einreihig. Sie sind im Frühholz grösser (24  $\mu$ ), im Spätholz kleiner (12  $\mu$ ) und spärlich. Die Poren der im Frühholz befindlichen Hoftüpfel sind oft verlängert, elliptisch und nehmen den Hof nie ein, ja sogar dem Hofrand nicht einmal nahekommen. Dagegen im Spätholz sind die Poren stärker verlängert, schlitzenartig und erstrecken sich über den Hofrand hinaus.

Wände der Markstrahltracheiden meist schwach und spärlich gezähnt, doch kommen manchmal, in manchen Stellen, ziemlich dichte Zackungen vor.

Das Markstrahlparanchym im Kreuzungsfeld weist mehrere (1 - 3 und selten 4), mittelgrosse Tüpfel auf. Im Frühholz sind sie, ihrer Form nach, eher Cupressoid und Taxodioid. Ihre Poren sind elliptisch oder linsenartig, sie nehmen den Hof ein, oder manchmal erstrecken sie sich hinaus. Im Spätholz sind die Tüpfel eher Piceoid. Ihre Poren sind oft stark verlängert, spaltenartig und strecken sich über den Hofrand hinaus.

Horizontalwände der Markstrahlparanchymzellen sind meist dick und weisen zahlreiche, einfache Tüpfel auf.

### Tangentialschnitt

Die Markstrahlen sind heterogen. Sie bestehen aus einreihigen Zellen. Ausnahme bilden die mehrreihigen, bauchigen Markstrahlen, welche an ihrer dicksten Stelle einen Harzgang enthalten. Diese horizontale Harzgänge sind kleiner als die vertikalen Harzgänge. Die Markstrahlen sind bis 25 Zellen hoch. Die Markstrahlen, welche Harzgänge enthalten sind höher (bis 36 Zellen).

### Kernholzprozent und Rindenanteil

Auf Grund der gefällten Probestämmen wurden die folgenden Kernholzprocente und Rindenanteile berechnet.

Alter des Baumes	Anteil des Kernholzes an der Schaftholzmasse ohne Rinde %	Rindenanteil an der Schaftholzmasse %
82	8,40	17,64
108	13,00	18,96
110	12,17	17,03

Nach den obigen Zahlen weist Pinus brutia einen geringen Kernholzprozent auf. Dagegen ist der Rindenanteil gross.

Rohharzgehalt des Stammholzes bezogen auf die wasserfreie Holzsubstanz

Brutische Kiefer enthält im Splintholz 2,74 %, im Kernholz 18,96 % Rohharz. Danach ist der Kern besonders reich an Rohharz.

### Rohwichte

Auf Grund 466 untersuchten Proben von 2×2×3 cm Grösse, wurden folgende Werte für die Rohwichte gefunden :

	minimal	durchschnittlich	maximal
$r_0$ g/cm <sup>3</sup> Rohwichte (darrtrocken)	0,39	0,53	0,69
$r_{12}$ g/cm <sup>3</sup> Rohwichte (lufttrocken)	0,43	0,57	0,73

Nach der Rohwichtehäufigkeitskurve (Bild 5) liegt der häufigste Wert bei 0,54 g/cm<sup>3</sup>.

### Raumdichtezahl

Nach den an 456 Proben durchgeführten Untersuchungen Mittel- und Grenzwerte der Raumdichtezahl sind folgende :

Raumdichtezahl Kg/m <sup>3</sup>		
minimal	durchschnittlich	maximal
403	478	614

### Wand- und Porenraum

Das Holz der Brutischen Kiefer (Pinus brutia) besteht aus folgenden Wand- und Porenräumen in verschiedenen Rohwichten :

	Rohwichte $\rho_0$ g/cm <sup>3</sup>	Zellwandraum %	Porenraum %
minimal	0,39	25,0	75,0
durchschnittlich	0,53	34,0	66,0
maximal	0,69	44,2	55,8

**Die Veränderung der Rohwichte in der  
Längsrichtung des Stammes**

Wie bei dem (Bild 9) ersichtlich ist, bildet Brutische Kiefer unten im Stock das schwerste Holz. Die Rohwichte fällt dann in den unteren 8 m stark ab. Von hier ab sinkt die Rohwichte etwas langsamer ab.

**Schwindung**

Für das Brutische Kiefernholz wurden folgende Schwindungsmasse in Prozenten des Grünvolumens ermittelt. Für die Untersuchungen wurden Proben von 3×3×5 cm Grösse verwendet :

Schwindung			
längs der Faser %	radial %	tangential %	Volumenschwindung %
0,5	4,9	6,8	12,8

**Wassergehalt im lebenden Baum**

Bei einem 30 jährigen Baum von etwa 40 cm Brusthöhendurchmesser, besass im Mai der äussere Teil des Splintholzes 112,0 %, der innere Teil des Splintholzes 79,0 % Wasser. Bei einem anderen Versuch im März hatte der aussere Teil des Splintholzes 126,0 % Wassergehalt.

**Fasersättigungsfeuchtigkeit**

Fasersättigungsfeuchtigkeit vom Brutischen Kiefernholz beträgt 25,5 %.

**Der höchstmögliche Wassergehalt**

Der höchstmögliche Wassergehalt bei minimaler, durchschnittlicher und maximaler Raumdichtezahl in folgender Tabelle ersichtlich :

	Raumdichtezahl R Kg./fm	Höchstmöglicher Wassergehalt
minimal	403	184,1
durchschnittlich	478	145,2
maximal	614	98,7

**Festigkeitseigenschaften**

**Abmessungen und Zahl der Proben bei den Festigkeitsuntersuchungen**

Druckfestigkeit : 531 Proben von 2×2×3 cm Grösse. Biegefestigkeit: 304 Proben von 2×2×30 cm Grösse. Querzugfestigkeit: 123 Proben von 2×2×7 cm Grösse. Spaltfestigkeit in radialer Richtung: 92 Proben von 2×2×4,5 cm Grösse. Spaltfestigkeit in tangentialer Richtung : 63 Proben von 2×2×4,5 cm Grösse. Bruchschlagarbeit: 220 Proben von 2×2×30 cm Grösse.

Nach den Untersuchungen wurden für das Brutische Kiefernholz die folgenden Festigkeitswerte festgestellt :

Druckfestigkeit (längs der Faser) Kg/cm <sup>2</sup> u = 12 %		
minimal	durchschnittlich	maximal
294,0	447,0	638,0

Biegefestigkeit Kg/cm <sup>2</sup> u = 12 %		
minimal	durchschnittlich	maximal
511,2	821,5	1334,8

Querzugfestigkeit Kg/cm <sup>2</sup> u = 12 %		
minimal	durchschnittlich	maximal
11,5	19,6	33,1

Spaltfestigkeit Kg/cm <sup>2</sup> u = 8,6 -- 14,4 %	
radial	tang.
3,1 .. 5,1 .. 7,7	2,8 .. 5,7 .. 8,0

Bruchschlagarbeit mkg/cm <sup>2</sup> u = 12 %		
minimal	durchschnittlich	maximal
0,10	0,26	0,59

### Gütezahlen

Statische Gütezahl	= 7,8
Spezifische Gütezahl	= 14,7
Dynamische Gütezahl	= 0,92

### Vereidungsgebiete

Bau- und Werkholz, Tischler- und Möbelholz, Verpackung, Telegrafentangen, Eisenbahnschwellen, Grubenholz, Schnittholz, Zaunbau, Zellstoffgewinnung, Brennholz.