

**AHŞAP TEKNE YAPIMINDA KULLANILAN VE DOĞAL OLARAK
EĞRİ BÜYÜMÜŞ KESTANE (*Castanea sativa* Mill.) AĞAÇLARININ BAZI
FİZİKSEL VE MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİ**

Hikmet YAZICI

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi

Olarak Hazırlanmıştır

BARTIN

Ocak 1998

78978

KABUL:

78978

Hikmet YAZICI tarafından hazırlanan "AHŞAP TEKNE YAPIMINDA KULLANILAN VE DOĞAL OLARAK EĞRİ BÜYÜMÜŞ KESTANE (*Castanea sativa* Mill.) AĞAÇLARININ BAZI FİZİKSEL VE MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİ" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Mühendislik tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:

Prof. Dr. Hüdaverdi EROĞLU

Üye :

Prof. Dr. Hasan VURDU
(Tez Danışmanı)

Üye :

Prof. Dr. Harzemşah HAFIZOĞLU

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

03./02/1998



Prof. Dr. Erdoğan YİĞİT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Yüksek Mühendislik Tezi

**AHŞAP TEKNE YAPIMINDA KULLANILAN VE DOĞAL OLARAK
EĞRİ BÜYÜMÜŞ KESTANE (*Castanea sativa* Mill.) AĞAÇLARININ BAZI
FİZİKSEL VE MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİ**

Hikmet YAZICI

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan VURDU

Ocak 1998, 118 sayfa.

Kestane ağacı ülkemizde, özellikle Karadeniz bölgesinde kaliteli ve sağlam bir yapı vermesinden dolayı ahşap tekne yapımında en yaygın kullanılan bir türdür. Ahşap tekne yapımında kullanılan Kestane ağacının doğada eğri olarak büyümüş olması istenilen bir özelliktir.

Bu çalışmada, eğri büyümüş Kestane’de bulunan çekme odunundan ve bunun aksi yönünde oluşan normal odunundan ilgili standartlara göre deney numuneleri

ÖZET (devam ediyor)

hazırlanmıştır. Numuneler üzerinde, özgül kütle, odunun sorpsiyon (çalışma), liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci, liflere paralel çekme direnci, makaslama direnci ve Brinell-Sertlik değerleri tespit edilmiş ve karşılaştırma yapılmıştır.

Sonuç olarak Kestane'nin çekme odunu ile normal odunu arasında fiziksel ve mekaniksel özellikler bakımından önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Çekme odununun tam ve hava kurusu özgül kütle değerleri normal odundan yüksek çıkmıştır. Normal oduna göre, çekme odununun sorpsiyon yüzdeleri (çalışma) liflere paralel, radyal ve teğet yönlerde düşük, Brinell sertlik değeri ise yüksek bulunmuştur.

Mekanik özelliklerden, basınç direnci, çekme direnci, makaslama direnci ve eğilme direnci değerleri ise normal odunda çekme odununa göre daha yüksektir. Ayrıca, hava kurusu özgül kütle ile mekanik özellikler arasındaki ilişki 0,05 güven düzeyinde hepsi için anlamlı çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ahşap Tekne, Çekme Odunu, Kestane (*Castanea sativa* Mill.)

Bilim Kodu : 502.07.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NATURALLY CURVED GROWTH CHESTNUT (*Castanea sativa* Mill.) TREES USED FOR WOODEN SHIP BUILDING

Hikmet YAZICI

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

Thesis Advisor: Prof. Dr. Hasan VURDU

January 1998, 118 pages.

In our country, especially in the Black Sea Region, Chestnut tree is the species used commonly for wooden ship manufacturing because of strong and high quality of the wood material.

In this study, pettern were prepared test spesiment from Chestnut tree with unstraight bale tensile wood and normal wood that occured at he opposite direction to tensile wood. On the specimans specific gravity, shrinkage, tensile

ABSTRACT (continued)

strength parallel to grain, bending strenght, compression perpendicular to grain and Brinell-Hardnes values have been determined and compared with each others.

Results indicated that there were considerable differences between tensile wood and normal wood in physical and mechanichal properties. Oven dry and air dry specific gravity of tensile wood were higher than normal wood. Compared with normal wood, percentages of sorption in tensile wood were low in parallel to grain, radial and tangent directions, whereas Brinell-Hardness value was found higher.

From mechanical properties tensile strength, tension strength, shearing strength and bending strenght are higher in normal wood than tension wood. In addition relations between air dry specific gravity and machanichal properties have been found significantly in % 0.05 confidence interval for all of them.

Key Words : Wooden Ship Building, tension Wood, Chestnut (*Castanea sativa* Mill.),

Science Code: 502.07.01

TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun tespitinde ve labaratuvar çalışmalarında, değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Hasan VURDU'ya teşekkürlerimi zevkli bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince daima yardımlarını gördüğüm Prof. Dr. Hüdaverdi EROĞLU ve Yrd.Doç.Dr. Selman KARAYILMAZLAR'a şükranlarımı sunarım.

Araştırma materyallerinin temininde yardımcı olan, Bartın Orman İşletme Müdürü Sayın A.Sırrı BEŞEL'e, deney çalışmalarında her türlü imkanlarını esirgemeyen TSE Ahşap ve Mobilya kısım şefi Orman Endüstri Mühendisi Hasan AKSU, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Orman Ürünleri Kimyası Bölüm Başkanı Rasih SÖZEN ve Kimya Yüksek Mühendisi Selmin ÖZER'e, tez hazırlama döneminde bilgilerinden faydalandığım Arş.Gör. Gökhan GÜNDÜZ'e, örneklerin hazırlanmasında Sayın İbrahim GÜN'e ve Bartın Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlilerine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 GİRİŞ.....	1
1.2 ÇALIŞMANIN AMACI.....	3
1.3 BOTANİK ÖZELLİKLER.....	12
1.4 ANATOMİK ÖZELLİKLER.....	14
1.5 EKOLOJİ VE BÜYÜME ŞARTLARI.....	16
1.6 EKSTRAKTİF MADDE.....	17
1.7 GÖVDE EĞRİLİĞİ.....	19
1.8 LİF KIVRIKLIĞI.....	21
1.8.1 Spiral Lifliliğin Belirlenmesi.....	25
1.8.2 Diagonal Lifliliğin Belirlenmesi.....	26

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

1.8.3 Lif Kıvrıklılığının Hesaplanması.....	27
1.9 REAKSİYON ODUNU.....	27
1.9.1 Çekme Odunu.....	29
1.9.1.1 Makroskopik Özellikler.....	30
1.9.1.2 Anatomik Özellikler.....	33
1.9.1.3 Kimyasal Özellikler.....	34
1.9.1.4 Fiziksel ve Mekaniksel Özellikler.....	35
1.9.1.5 İşlenme ve Endüstride Değerlendirme.....	37
1.9.1.6 Çekme Odununun Tayini.....	38
1.10 GÜNÜMÜZDE AHŞAP TEKNE YAPIMI.....	39
1.11 AHŞAP TEKNE YAPIMI ve KESTANE ODUNUNUN AHŞAP TEKNE YAPIMINDA KULLANILDIĞI YERLER.....	41
1.12 NORMAL KESTANE ODUNUNUN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ.....	48
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOD.....	50
2.1 MATERYAL.....	50
2.1.1 Deney Materyalinin Hazırlanması.....	54
2.2 METOD.....	56
2.2.1 Fiziksel Özellikler.....	56
2.2.1.1 Hava Kuru Özgül Kütle Tayini.....	57

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

2.2.1.2 Tam Kuru Özgöl Kütle.....	58
2.2.1.3 Sorpsiyon Denemeleri (Odun-Su İlişkileri).....	59
2.2.2 Mekaniksel Özellikler.....	61
2.2.2.1 Liflere Paralel Basınç Direnci.....	61
2.2.2.2 Eğilme Direnci.....	64
2.2.2.3 Liflere Paralel Çekme Direnci.....	67
2.2.2.4 Liflere Paralel Makaslama Direnci.....	69
2.2.2.5 Brinell Sertlik Değeri.....	71
 BÖLÜM 3 BULGULAR.....	 74
 3.1 FİZİKSEL ÖZELLİKLERE AİT BULGULAR.....	 74
3.1.1 Özgöl Kütle.....	74
3.1.1.1 Hava Kuru Özgöl Kütle.....	74
3.1.1.2. Tam Kuru Özgöl Kütle.....	76
3.1.2. Sorpsiyon Denemeleri (Odun -Su İlişkileri).....	78
 3.2. MEKANİK ÖZELLİKLERE AİT BULGULAR.....	 82
3.2.1. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci.....	82
3.2.1.1 Basınç Direnci ile Özgöl Ağırlık Arasındaki İlişki.....	84
3.2.1.2 Statik Kalite Değeri.....	86
3.2.2. Eğilme Direnci.....	87

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

3.2.2.1. Eğilme Direnci ile Hava Kuruşu Özgöl Kütle Arasındaki İlişki.....	89
3.2.3. Liflere Paralel Yönde Çekme Direnci.....	91
3.2.3.1. Liflere Paralel Yönde Çekme Direnci ile Hava Kuruşu Özgöl Kütle Arasındaki İlişki.....	94
3.2.4. Makaslama Direnci.....	96
3.2.4.1. Makaslama Direnci ile Özgöl Kütle Arasındaki İlişki.....	98
3.2.5. Brinell Sertlik.....	100
3.2.5.1. Brinell-Sertlik ile Hava Kuruşu Özgöl Kütle Arasındaki İlişki.....	102
BÖLÜM 4 SONUÇ VE TARTIŞMA.....	105
KAYNAKLAR.....	113
ÖZGEÇMİŞ.....	118

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Basit gövde eğriliğinin hesaplanması.....	20
1.2 Bileşik gövde eğriliğinin hesaplanması.....	20
1.3 Lif doğrultusunun sapma açısına göre odunun rölatif mukavemet özellikleri.....	24
1.4 Lif kıvrıklığı tespit aleti.....	26
1.5 Tekkeönü yöresinde Kestane'den yapılmış tekne.....	40
1.6 İskeleti oluşturulmuş teknenin genel görünümü.....	42
1.7 Gövde kaplaması yapılmış teknenin genel görünümü.....	42
1.8 Eğri Kestane ağacından yapılmış tekne.....	45
1.9 Doğal kurutmaya bırakılmış eğri Kestane kalasları.....	47
2.1 Kestane ağacı ve kesilen gövde parçaları.....	51
2.2 Gövde enine kesitleri.....	52
2.3 Liflere paralel basınç direnci numune boyutları.....	62
2.4 Eğilme direnci numune boyutları.....	65
2.5 Liflere paralel yönde çekme direnci numune boyutları.....	67
2.6 Makaslama direnci deney numune boyutları.....	69
2.7 Brinell-Sertlik deney numune boyutları.....	71
3.1 Hava kurusu özgül kütle varyasyon grafiği.....	76

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.2 Tam kuru özgül kütle varyasyon grafiği.....	78
3.3 Çekme odununun hacimsel daralma varyasyon grafiği.....	80
3.4 Çekme odununun hacimsel genişleme varyasyon grafiği.....	80
3.5 Basınç direnci varyasyon grafiği.....	83
3.6 Lif. Par.basınç direnci denemelerinde numune kırılış şekilleri.....	84
3.7 Lif. Par. basınç direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişki.....	86
3.8 Eğilme direnci varyasyon grafiği.....	88
3.9 Eğilme direnci deneyi numuneleri kırılış şekilleri.....	89
3.10 Eğilme direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişki.....	91
3.11 Liflere paralel yönde çekme direnci varyasyon grafiği.....	93
3.12 Liflere paralel yönde çekme denemelerinde numune kırılış şekli.....	93
3.13 Liflere paralel çekme direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişki.....	95
3.14 Makaslama direnci varyasyon grafiği.....	97
3.15 Makaslama direnci numunelerinde kırılış şekilleri.....	98
3.16 Makaslama direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişki.....	100
3.17 Brinell-Sertlik varyasyon grafiği.....	102
3.18 Brinell-Sertlik ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişki.....	104

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1. 1 Düzgün lifli odunun mukavemet değerlerinin lif kıvrıklığı oranlarına bağımlı olarak rölatif azalma yüzdeleri.....	24
1.2 Çekme odununun karakteristik özellikleri.....	31
1.3 Çeşitli yapraklı ağaç türlerinin fiziksel-mekaniksel özellikleri.....	36
1.4 Kestane odununun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri.....	49
2.1 Deneme ağaçlarının genel özellikleri.....	53
3.1 Çekme odununun hava kurusu özgül kütle değerleri.....	75
3.2 Normal odunun hava kurusu özgül kütle değerleri.....	75
3.3 Çekme odununun tam kuru özgül kütle değerleri.....	77
3.4 Normal odunun tam kuru özgül kütle değerleri.....	77
3.5 Çekme odununun daralma ve genişleme miktarları.....	79
3.6 Normal odunun daralma ve genişleme miktarları.....	81
3.7 Çekme odununun basınç direnci değerleri.....	82
3.8 Normal odunun basınç direnci değerleri.....	83
3.9 Basınç direnci ile hava kurusu özgül kütleyle ait regresyon analizi.....	85

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.10 Çekme odununun eğilme direnci değerleri.....	87
3.11 Normal odunun eğilme direnci değerleri.....	87
3.12 Eğilme direnci ile hava kurusu özgül kütleye ait regresyon analizi.....	90
3.13 Çekme odununun liflere paralel yönde çekme direnci değerleri.....	91
3.14 Normal odunun liflere paralel yönde çekme direnci değerleri.....	92
3.15 Liflere paralel yönde çekme direnci ile hava kurusu özgül kütleye ait regresyon analizi.....	94
3.16 Çekme odununun makaslama direnci değerleri.....	96
3.17 Normal odunun makaslama direnci değerleri.....	96
3.18 Makaslama direnci ile hava kurusu özgül kütleye ait regresyon analizi.....	99
3.19 Çekme odununun Brinell-Sertlik değerleri.....	100
3.20 Normal odunun Brinell-Sertlik değerleri.....	101
3.21 Brinell-Sertlik ile hava kurusu özgül kütleye ait regresyon analizi.....	103
3.22 Anadolu Kestane'si çekme ve normal odununun fiziksel ve mekaniksel özellikleri.....	106

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

Ülkemiz için sınırlı olan orman varlığımız hızla tükenmekte, yenilenmesi güç ve uzun süreli olmaktadır. Ormanlarımızın asli ürünü olan odun için ise, farklı kullanılma aşamalarında planlı bilimsel bir dayanağa göre yöntemler geliştirilerek, bunların uygulamaya konulması ile verimli değerlendirmenin sağlanması gerekmektedir.

Ekonomik ve teknolojik gelişmeler sonucu, ağaç malzemenin kullanım yerleri ve imkanları hızlı bir artış göstermiştir. Diğer taraftan, ağaç malzemenin bilinçli olarak kullanılabilmesi için odun özellikleri hakkında geniş bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü, odunun gerek anatomik, gerekse fiziksel ve mekaniksel özellikleri hem ağaç türlerine göre hemde yetişme muhitlerine göre farklılık göstermektedir.

Orman ürünleri endüstrisinde değişik üretim kollarındaki gerekli araştırma ve bilgi aktarımının eksikliği sebebi ile odun hammaddesi çok büyük kayıplarla değerlendirilebilmektedir. Bu nedendir ki, günümüzde yapılan araştırmalar

sonucu ağacın cinsine ve türüne bakarak odunlarının en uygun nerede ve hangi amaca yönelik değerlendirileceği konusu aşılmıştır. Bunu müteakip, ağacın cins ve türüne bağlı olarak çeşitli kısımlarının uygulamada hangi üretim aşaması kısmında kullanılmasının uygun olacağı düşüncesi ön plana çıkmıştır.

Ağaçlar, bulundukları yetiştirme muhitinde çok farklı dış etkilerin etkisi altında kalmaktadır. Bu dış etkiler sebebi ile ağacın çeşitli dokularının odun içindeki oranı, dağılımı ve nitelikleri çeşitli kısımlarında farklı olmaktadır.

Ağaçlar için doğal bir büyüme karakteristiği olarak bilinen eğrilik, hammadde olarak bakıldığında, odunun kullanışını etkileyerek değerinin düşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca, eğriliğin odunda reaksiyon odunu oluşmasına sebep olması, odunun işlenmesi ve özelliklerine olumsuz etki yapması nedeniyle genellikle estetik ve teknik yönden kusur sayılır.

Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacında gövde eğriliği arazinin meyili, rüzgar ve mekanik zararlı bazı etkiler sonucu görülmekte olup gövdede reaksiyon odunu olarak bilinen çekme odununa rastlanılmaktadır. Endüstride kullanılacak Kestane tomruklarının düzgün silindirik formda olması istenir. Çünkü, bu ağacı işleyen endüstrilerde eğri gövdeler verim ve kalitenin düşmesine neden olarak, kullanım alanlarını sınırlamaktadır. Bu açıdan bakıldığında, bu tip gövdeler istenmezler. Oysa, ahşap tekne yapımcılığı sektöründe gövde eğriliği bulunan Kestane odunu ana malzeme olarak istenmekte ve teknelerin çeşitli kısımlarında kullanılmaktadır.

Bartın ili ve Kurucaşile ilçesinde yapılan incelemelerde, ahşap tekne yapımcılarının elinde doğada eğri olarak büyümüş Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacı ile ilgili herhangi bir teknolojik bilgi mevcut değildir. Bu sebeple, kullanılan bütün teknolojik özelliklerinin bilinmemesi nedeni ile bu yaygın endüstri kolunda verimsiz ve hatalı üretim meydana gelmektedir. Halbuki, Kestane odunu Karadeniz yöresinde ahşap tekne yapımcılığında en çok kullanılan bir ağaç türüdür. Bu nedenle, kaliteli ve sağlam bir yapı verebilen bu ağaç türünün eğri gövdelerinin fiziksel ve mekaniksel özellikleri araştırılarak bilimsel verilere dayandırılması, ormanlarımızdan maksimum faydanın sağlanması gerekliliği bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Ağacın dal, gövde ve kök parçalarının doğal olarak eğri büyümüş kısımlarından elde edilmiş keresteye eğri kereste denilmektedir. Özellikle tekne ve gemi yapımında kullanılmaktadır ve bu sektörde istenilmektedir (Holz-Lexikon, 1993).

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI

Ahşap tekne yapımcılığı 19. yüzyıldan itibaren Karadeniz kıyı şeridinde gelişmeye başlamış, günümüzde de bu şerit üzerinde belli lokal bölgelerde halen devam etmektedir. Özellikle Bartın ili kanal şeridinde 1 adet ve Bartın iline bağlı Kurucaşile ilçesi mıntıkasında 54'e yakın yerde ahşap tekne yapımcılığı devam ettirilmektedir. Bu yerlerde, yeni tekne yapımının yanı sıra eski teknelerin onarımı sürdürülmektedir. Yapılan ahşap tekneler 10 yıl öncesine kadar daha küçük

boyutta kayık, sandal, balıkçı teknesi durumunda iken son yıllarda daha modern yurt dışı pazarlara hitap edecek özellikte 25-30 metreye varan yat ve kotra şeklindedir. Ahşap tekne yapımında ana iskelet ve kaplama olarak kullanılan ağaç türü bölgede tabi olarak yetişen Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacıdır.

19. yüzyıldan beri devam eden Karadeniz ahşap tekne yapımcılığında kullanılan bu ağaç türü ve ahşap tekne yapım teknolojisinde önemli bir değişiklik olmamıştır. Yalnızca, gelişen teknoloji ile birlikte ortaya çıkan bağlantı elemanları, yapıştırıcı madde ve boyalarda değişimler olmuştur. Kullanılan Kestane ağacında aranan en önemli özellik tabiatta eğri olarak büyümüş olmasıdır. Genel olarak bakıldığında eğri büyüyen ağaçlarda reaksiyon odunu oluşmasından dolayı kereste sanayinde değerlendirilemez. Oysa, ahşap tekne yapımcılığında en yaygın kullanılan kestane ağacındaki aranan en önemli özellik eğri büyümüş olmasıdır.

Dünya tekne yapımcılığı ile ilgili "Klas Kuruluşları" ve bu kuruluşların kullandığı dökümanlar ile belgelerde kestane ağacından bahsedilmemektedir. Halbuki, kestane ağacı ahşap tekne yapımında ülkemizde en yaygın olarak kullanılan bir ağaç türüdür. Bu kuruluş ile yapılan temaslar sonucunda Kestane ağacında bilimsel verilerinin elde edilmesinden sonra söz konusu teknik "Türk Loyd"u sınıflandırma kitabında bulunmasını arzu ettikleri belirlenmiştir. Çünkü, Karadeniz bölgemizde yapılan ahşap teknelerin büyük bir bölümü eğri büyümüş kestane ağacı işlenerek yapılmaktadır. Kestane ağacı ile ilgili elde yeterli

teknolojik bilgi bulunmadığı ve kestanenin “Türk Loydu” sınıflandırma kitapçığında bulunmadığı için Karadeniz bölgemizde yapılan ahşap teknelerin yurt dışı pazarlanmasında büyük zorluklarla karşılaşmaktadır. Çünkü, teknelerin satışında, kullanılan malzeme hakkındaki teknolojik bilgi yetersizliğinden söz konusu Loyd sınıflandırmasında yer almamaktadır.

Ahşap Tekne yapımcılığında kullanılan eğri Kestane ağacının kullanıma uygun olup olmadığının belirlenmesi, rasyonel olarak değerlendirilmesi, yararlanma şekillerinin ve oranlarının yeterince planlanması onun yapısı ve teknolojik özellikleri hakkında bir çok bilgilere sahip olunmasını gerektirir. Bölgesel bir geleneğin yeni durumlarla uyum sağlayıp kendini geliştirmesi ve ürün verebilmesi uygulanan yöntemin, kullanılan malzemenin esnekliğiyle doğrudan ilişkilidir. Modernleşme ile birlikte ahşap tekne yapımcılığının paralel olarak gelişmesi, buna bağlı olarak yöntem ve malzemenin bilinçli olarak kullanımının sağlanarak veriminin artırılması gerekir.

Ülkemizde ve özellikle Karadeniz yöremizdeki ahşap tekne yapımcılığında kullanılan ana ahşap malzeme olan tabiatta eğri olarak büyümüş kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacının en kısa sürede teknolojik özelliklerinin belirlenmesine yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı büyük ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, memleketimizin en önemli türlerinden olan ve belli bölgelerimizde geniş yayılış gösteren, Karadeniz bölgemizde, özellikle Bartın yöresinde tekne yapımcılığında yaygın ana ahşap malzeme olarak kullanılan tabiatta eğri olarak büyümüş kestane ağacının çekme ve normal odununu inceleyerek bazı önemli fiziksel ve mekaniksel özelliklerini belirlemek, bilgi aktarımını sağlamaktır.

Bu çalışmanın tamamlanması ile Karadeniz bölgesinde yapılan ahşap teknelerimiz daha sağlıklı ve bilinçli olarak dış pazarlara açılacaktır. Çünkü, çalışma sonucunda elde edilecek veriler ışığında Kestane ağacı tekne yapımında kullanılan ağaç klaslamasında yerini alacaktır. Ayrıca, mevcut sadece Bartın yöresindeki 55 civarındaki ahşap tekne yapımcısına Kestane ağacı hakkındaki teknolojik bilgi aktarılmış olacaktır.

Baytop (1984), Tüzün (1991) Yaptıkları araştırmalarda Kestane (*Castanea sativa* Mill.) nin çiçek, kabuk, yaprak ve meyvalarının tıbbi amaçlarla kullanıldığını bildirmişlerdir. Erkek çiçeklerinden dizanteri için etkili bir ilaç yapılmaktadır. Yaprak ve kabuktan %5 oranında hazırlanan infüzyon tansiyon düşürücü olarak günde 2-3 bardak içilebilir. Ayrıca, astezi, faranjit, kısırlık, vücutta madeni maddeler noksanlığı, öksürük ve saç kepeklenmesi gibi hastalıklarda da faydalanılmaktadır.

Kabuğu soyulmuş taze meyvada ortalama olarak %6 protein, %4 yağ, %40 karbonhidrat, %47 su ve %1.5 kül bulunduğu tespit edilmiştir (Erten ve Önal, 1993).

Su altı inşaatlarında, iskele direkleri yapımında, yapı malzemesi olarak ve travers yapımında Kestane odunundan yararlanılmaktadır. Kestane odunu yakacak odun olarak kullanıldığında çitirdayarak ve yüksek sıcaklıkta bir alev çıkararak yanar. Kestane odununun hava kurusu alt kalori değeri 3775 cal/gr dır (Berkel, 1946).

Kestane odununun kurutulması çok güçtür, çatlama ve dönüklülüğe eğilimlidir. Kolaps görülebilir ve içerdiği fazla tanen itibarı ile metallere temas neticesinde koyu bir renk almaktadır (Bozkurt, 1992).

Fortnoire (1971) Kestane (*Castanea sativa* Mill.) odununun %5 ve daha fazla tanen ihtiva ettiğini ifade etmiştir. Taneni alınan yongalar kağıt ve levha yapımında kullanılmakta ve lif elde edilmektedir. Ayrıca, Kestane odununun kolaylıkla yarılabildiği ve çok iyi parke yapılabildiği belirtilmektedir.

Erten ve Önal (1985) Kestane (*Castanea sativa* Mill.) odunu ve kabuklarının kalori değerleri yanında, uçucu madde miktarlarında saptayarak, odun ve kabuklardan çeşitli yararlanma olanaklarını geliştirmek için bir araştırma yapmış sonuçlarını bildirmişlerdir.

Bozkurt ve Erdin (1987) yapmış oldukları araştırmada, ülkemizde ithali yapılan önemli ağaç türlerinden Ak Meşe'nin (*Quercus robur*) yerine, ahşap sektöründe özellikle mobilyacılıkta Kestane (*Castanea sativa* Mill.) türünün kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Bu araştırmada, yerine kullanılabilecek tür olarak tavsiye edilen ağaç türünün seçiminde sadece renk ve tekstür özelliklerinin değil, aynı zamanda teknik özelliklerinin uygun olması da dikkate alınmıştır.

Rinallo and Mariotti (1993) yapmış oldukları araştırmada transgenetik bitkilerin yabancı genlerle entegre olabileceğini, aynı şekilde Kestane türlerinde *Agrobacterium* ortamı şartlarda yabancı genlerin transferinin sağlanabileceğini belirtmektedirler.

Giannini (1993) Kestane üretiminin geleneksel metodlarla tesis edilmiş Kestane bahçelerinde yapıldığı, ancak, son yıllarda çeşitli bölgelerde Kestane ekolojisine uygun özel Kestane bahçelerinin oluşturulduğu ifade etmiştir. Bunların deneme özelliğinde olduğu, kültürünün seçimi ve üretim tekniklerinden kaynaklanan bazı problemlerin olduğunu belirtmektedir.

Weijian et al. (1993) yapmış oldukları araştırmada Kestanenin kültürünün yapıldığı en iyi türler olduğu, Kestanenin 6 kültür grubuna ayrıldığı ve 375 kültürünün mevcut olduğu belirtilmektedir. Kültürlerinin yapılmasının sebebi olarak, bazı hastalıklara karşı mukavemetinin yüksek oluşu ve meyvalarının kaliteli olması ifade edilmektedir. Ayrıca, Kestane türlerinin ıslahında amaçlanan

iyi bir kalite, hastalıklara mukavemet, düzgün bir form ve yüksek bir meyva verimidir.

Pugliucci et al. (1990) Türkiye’de Doğu Karadeniz’den Batı Bölgelerine kadar 13 popülasyonda coğrafik ve iklim faktörlerinin etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmada, Kestane (*Castanea sativa* Mill.)’lerde ki genetik farklılaşmanın uzun bir zaman periyoduna sahip gen akışından kaynaklandığı, yağış miktarı başta olmak üzere makro iklimatik değişiklerin çok az etkili olduğu tespit edilmiştir.

Villani et al. (1991) Türkiye’deki Kestane (*Castanea sativa* Mill.) popülasyonlarında genetik çeşitlilik ile ilgili yaptıkları çalışmada, Batı bölgelerindeki popülasyonları ile Doğu bölgelerindeki popülasyonlardan enzimatik polimorfizmde tedrici veya belirli farklılıklar göstermiştir. Batı bölgesi popülasyonlarının, genetik olarak İtalyan popülasyonlarına daha yakın olduğu tespit edilmiştir.

Villani and Pigliucci (1991) Türkiye’deki Kestane (*Castanea sativa* Mill.)’lerde Doğu-Batı istikametinde önemli genetik farklılıklar bulunduğu, Türkiye’nin Batısında yetişen Kestaneler ile İtalyan Kestane’leri arasında genetik benzerlik olduğu ifade edilmektedir. Bunun sebebinin ise, buzul çağından sonra Kestane’lerin batıya tabii yayılışı ile gerçekleştiği belirtilmektedir.

Villani et al. (1991) Türkiye'deki Kestane (*Castanea sativa* Mill.)'lerin farklılaşması üzerinde genetik, morfometrik ve fizyolojik datanın uygunluğu ile ilgili yaptıkları çalışmada, daha önce yapılan araştırmalardan elde edilen genetik farklılıkların, bu üç biyolojik özellik ile uygunluk içinde olduğu tespit etmişlerdir.

Kestane'lerde en çok rastlanılan ve üzerinde durulan iki çeşit mantar hastalığı mevcuttur. Bunlardan birincisi, *Phylophythora combivora* mantarlarının sebep olduğu Kestane mürekkep hastalığı olup hastalık bitkinin toprak alt kısmında özellikle boyun bölgesinde görülmekte ve ikincisi, *Endothia parasitica* mantarının sebep olduğu Kestane kanseri hastalığıdır.

Bu iki önemli mantara ilaveten, muhtelif sebeplerle açılan yaralardan ağacın gövdesine giren *Polyporus sulfureus* Bull. mantarının sebep olduğu, ağacın öz kısmında bozulma oluşturarak renk değişikliği yapan ve ilerlemiş vakalarda ise toz haline gelme olayı görülen Kestane öz çürüklüğü hastalığıdır.

Kestane (*Castanea sativa* Mill.) odunu fazla tanen maddesi ihtiva ettiğinden oyucu midye (*Teredo navalis* L.) tasallutuna karşı büyük bir dayanıklılık göstermektedir. Kestane odununun bu özelliği, tekne ve sandal imali için çok elverişli kılmaktadır.

Ülkemizde Kestanelere (*Castanea sativa* Mill.) arız olan önemli zararlı böcekler ise *Rhynchites betulae* L., *Xyleborus dryoprophus* Rotz, *Platypus cylindrus* Fabr. ve *Nepticula* Sp.dir (Çağatay, 1960).

Donald (1993) Dünyada tabii yayılış içindeki veya kültürü yapılan Kestane türlerine değişik patojen gruplarının etkisini ifade etmektedir. *Cryphonectria parasitica*'nın sebep olduğu Kabuk hastalığı Kuzey Amerika'da ve Avrupa'da Kestane üretimini oldukça etkileyen önemli bir patojendir. Bu önemli hastalığın biyolojik kontrolü için *Hipovirulent*'in bulunmasının önemli olduğunu ve diğer kabuk patojenlerinin daha az önemli olduğunu vurgulanmaktadır. Genellikle yaprak hastalıklarının önemsizmediği fakat, özellikle yaz ortası veya sonunda bazı yapraklı türlere zarar verdiği bildirilmiştir.

Minervini and Bisiach (1993) yaptıkları araştırmada, *Cryphonectria parasitica*'nın sebep olduğu Kestane hastalığının biyolojik kontrolü için *Hypovirulent* ırklarının kullanımının mikro-flora eko sisteminin dengesinde bir değişikliğe sebep olmadığını belirtmektedir.

Belisario and Scortichini (1993) Kestane fidelerinde ilkbahar başlangıcında *Phomopsis Castanea* (Socc.) Petrak ve *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Holl. mantarlarının sebep olduğu gövde kanserlerinin tespit edildiğini ifade etmektedir.

yapılan seleksiyon çalışmalarında 120 tip ve lokal kültür seçildiğini, bunların bir metod içinde değerlendirildiğini ifade etmektedir.

şimşek (1993) Asya Kestane türlerinin gerek büyüme gerek form ve gerekse kestane kanseri (*Endothia parasitica*)' ne karşı mukavim olduklarını, Amerika'da bulunan kestane türlerinin ise hızlı büyüme ve düzgün gövde yapmalarına rağmen kestane kanserine karşı çok hassas olduğunu, kestane ıslahında Asya orjinli kestaneler arasında yapay döllenme çalışmaları yapılması gerektiğinin ve bu tip çalışmalarında Kestane ormanlarımızın kurtarılması yönünden büyük öneme sahip olduğunu belirtmektedir.

1.3 BOTANİK ÖZELLİKLER

Kestane (*Castanea sativa* Mill.) 20-25 metre boylara ulaşabilen, dolgun gövdeli, geniş tepeli, kışın yaprağını döken bir tür olup 1000 yıl ve daha uzun süreli yaşayabilmektedir. Genel olarak ormanda sık koruluk olarak görülür. Münferit

halde kalın ve kısa gövdelidir. Baltalık işletme sınıfında ise düzgün ve sağlam yapıda çok fazla sürgün vermektedir. Bir başka özelliği ise oluklu gövde yapmaya meyilli olmasıdır. Kestane'nin ana kökü kuvvetli olup, refakatçi bitkileri eğrelti otu ile katır tırnagıdır (Kayacık, 1967; Anşin, 1985; Yaltırık, 1993).

Kabuğu genç iken düzgün, üzerinde açık renkli mantar kabarcıkları olan, zeytin yeşili renktedir. Sonraları kabuk, kül gibi esmer gri renkli, parçalı ve uzunluğuna giden derin çatlakları oluşturmaktadır.

Kestane yaprakları 3-6 cm genişliğinde ve 8-18 cm uzunluğunda olup, mızrak gibi sivri uçlu, kenarları keskin kaba dişlidir. Yaprakların dip kısımları kama biçimindedir. Üst yüz çoğu kez çıplak ve parlak yeşil, alt yüz ise önceleri gri tüylü, sonra çıplaklaşan soluk yeşil rengindedir. Yaprığı oluşturan orta ana damar alt yüzde çıkık olup çok belirgin yapıdadır. Yapraklarındaki orta damar üzerinde birbirine paralel olarak dizilen 12-20 çift yan damar bulunur (Kayacık, 1967; Anşin, 1985).

Tomurcuklar 2-3 pulla örtülü, küçük, sivri yumurta biçiminde ve sapsız kahverenginde olup gözle görülmektedir. Sürgünler ise koyu esmer renkte, önceleri sık tüylü, daha sonra seyrek tüylü ya da çıplaktır. Dişi çiçekler erkek çiçeklerin diplerinde ve ender olarak ayrı yerde kısa sürgünlerde bulunur. Üzeri batıcı dikenli önceleri yeşil, sonraları kahverengini almakta olup yuvarlak kupula

içindedir. Bu kupuların içinde 2-3 adet kestane meyvası bulunmaktadır (Kayacık, 1967).

Kestaneler'de meyva verme 20 yaşlarında başlamaktadır. Bu türün büyümesi hızlı, yıllık artım $8 \text{ m}^3 / \text{yıl ha}$ olabilir. Kestane'de boy büyümesi önceleri yavaş, 10 yaşından sonra hızlı olmaktadır. Bu büyüme 40-50 yaşından sonra tekrar yavaşlar. Buna karşın çap artımı uzun süre devam eder. Gövde çapı birkaç metreye ulaşabilmektedir (Anşin, 1985).

Kestane dikey yayılışında genel olarak 700-800 metreye kadar yükselir, bu yersel koşullara göre değişir. Bu yayılışı, Anadolu'da 800-1000 metreye kadar ulaşabilmektedir.

1.4 ANATOMİK ÖZELLİKLER

Kestane (*Castanea sativa* Mill.) odunu sarı renk grubuna girmektedir. Öz odun ile diri odun arasında önemli bir renk farkı yoktur. Öz odunu taze halde iken esmer sarı renk ile soluk kahverengindedir. Kesimden bir müddet sonra ise öz odunun rengi koyulaşmakta, açık ile koyu kahverengini almaktadır. Diri odun ise kirli sarımsı beyaz renkte ve çok dardır.

Odunu heterojen yani, halkalı trahelidir. Yıllık halkaların genişliği yetiştirme ortamına göre değişmekte ve genişlik bazen 3 mm ye kadar ulaşabilmektedir.

Yıllık halkalar genişledikçe tekstürde kuvvetlenmektedir. Odununun halkalı büyük traheli oluşu dolayısı ile yıllık halkalar belirgindir (Merev, 1984; Bozkurt ve Erdin, 1992).

Kestane'nin ilkbahar odununda trahelerin çapları oldukça büyüktür. Oval ve radyal çapları 500 μ , teğet çapları 300 μ kadardır. Traheler, tek tek veya ikisi bir arada 2 ile 6 sıra teşkil edecek şekilde bulunurlar. Yaz odununda trahe çapları daha küçük olup teğet çapları 30-40 μ kadardır. Yaz odunu traheleri bu zonda tek tek, gruplar halinde, radyal ya da diagonal sıralı ve bazen çatallı sıralar oluştururlar. Perforasyon tablaları basit yapılı olup, traheler tül teşekkülü ile tıkalıdır. Bazen yaz odunu trahelerinde merdivenimsi perforasyon tablolarınada rastlanılmaktadır (Bozkurt, 1992). 1 mm² de trahe sayısı 40-50 adettir. Radyal yöndeki gruplaşmada ise 2-4 adettir (Merev, 1984).

Boyuna paranşim hücreleri çıplak gözle görülecek şekilde trahelerin etrafını az çok sarmış durumdadır. Boyuna paranşimler genellikle az sayıda bulunmakta olup, lifler arasında apotraheal dağınık, bazen paratraheal kümelidir. Yaz odunu traheleri dizilerinin etrafını ise boyuna paranşim hücreleri çevirmişlerdir. Ayrıca, boyuna paranşimler yaz odununun dışına doğru ince tanjansiyal bantlar halinde görülür (Merev, 1984).

Kestane'de bulunan özışınları çok ince olup, enine kesitlerde çıplak gözle ve lupla görülmemektedir. Ancak, radyal kesitlerde özışınları kiremit kırmızısı rengine,

traheidler de bulunmaktadır. Kestane odunu bol miktarda tanen maddesinde ihtiva etmektedir. Bu madde Kestane'yi çürümeye karşı dayanıklı hale getirmektedir. Kestane odunu Meşe odununa çok benzer. Fakat, Kestane diri odununun dar olması, özışınlarının ise Meşe gibi kalın ve belirgin olmamasıyla ayırt edilir. Ayrıca, Meşedeki mültiseri özışınları çıplak gözle görülebilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1992).

1.5 EKOLOJİ VE BÜYÜME ŞARTLARI

Kestane (*Castanea sativa* Mill.)'nin coğrafi yayılışı Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Türkiye ve Kafkasya'dır. Türkiye'deki yayılışı ise Doğu'dan Türk-Rus sınırından başlayarak, Kuzey Anadolu sahilleri boyunca İstanbul Belgrad ormanlarına kadar uzanır. Doğu Karadeniz bölgesinde Gürgen, Kayın, Karaağaç, Kızılağaç gibi yapraklı türlerle karışık meşçereler halinde bulunur. Karadeniz boyunca doğudan batıya gidildikçe yayılış sahası daraldığı gibi yapraklı türlerle karışma oranıda

düşer. Marmara çevresi, Batı Anadolu ve Hopa-Borçka dolaylarında saf meşcereler halinde oldukça geniş alanlar kapsamaktadır.

Kestane'nin genel yayılışını tayin ve kontrol eden ekolojik faktörlerin başında ısı gelmektedir. Kestane'nin çiçek açabilmesi için 15-18 °C arasında bir sıcaklığa ve meyvanın olgunlaşması içinde sıcak bir sonbahara ihtiyaç vardır. İlkbaharın geç ve sonbaharın erken donları Kestane'yi etkiler (Özer, 1993). Mezofit bir bitki olup yıllık yağış toplamı 600-1600 mm ler arasında bulunan yerlerde yaşarlar. Derine giden ve kuvvetli kök sistemine sahip olan Kestane (*Castanea sativa* Mill.) potasyumca zengin hafif toprakları tercih ederler. Silikat oranı yüksek topraklar üzerinde iyi bir gelişme göstermektedirler. pH'ı 4.5-6.8 arasında değişen topraklar Kestane için idealdir (Gümüşdere, 1994).

1.6 EKSTRAKTİF MADDE

Odunun esas kimyasal bileşikleri selüloz, hemiselüloz ve lignin olup, bu bileşikler odunun %90' dan fazla bir oranını teşkil etmektedirler (Koch, 1972; Wangaard and Granados, 1967). Ekstraktifler; tuzlar, çözünmüş karbonhidratlar, organik asitler, bir kısmı aromatik, bir kısmı zehirli olan şekerli bileşiklerden glikozitler, alkaloidler, amidler, proteinler, yağlar, eterik yağlar, tanen, renk maddeleri, süt borularında bulunan sanayide önemli yer işgal eden kauçuk gibi maddeleri ihtiva etmektedir (Yakar, 1983).

Kestane odun ve kabuklarında bol miktarda ekstraktif madde olan tanen bulunur. Kestane'nin kabuğu %8-14, odunu %7-16 oranında tanen ihtiva etmektedir (Berkel, 1970).

Kestane (*Castanea sativa* Mill.) odunundaki tanen miktarının ağaç yaşlandıkça artmasına karşılık kabuklarındaki tanen yaş arttıkça azalır. Örneğin, 8 yaşındaki bir kestanenin kabuklarında %12, odununda %1.5 oranında tanen bulunurken, 60 yaşındaki Kestane odununda %10, kabuğunda %8 den daha aşağı tanen mevcuttur. Tanen hidrolize edilebilen bir madde olup, Pyrogallol grubuna girmektedir (Taşkın, 1983).

Tanenler suda, alkolde ve asetonla çözeltilebilmektedirler. Demir tuzlarıyla bir kısım tanenler mavi, bir kısımları ise yeşil renk verir. Çözünmüş olarak hücre içi boşluklarında veya amorf yapıda tanecikler ya da farklı büyüklükteki kümeler halinde stoplazmaya yayılmış olarak bulunur. Bazı hallerde hücre çeperine de nüfuz etmiş olabilirler (Yakar, 1983).

Kestane odununun ekstraktı yapılırken bunların diri odun kısmı ile kabukları birlikte kaynatılır ve bunun içinde daha ziyade 60-70 yaşındaki ağaçların odunları kullanılır. Kestane odunu ekstraktı sıvı halde %30-40, parça ve toz halinde ikende %68-72 oranında tanen ihtiva eder (Erten ve Önal, 1993).

Kestane odun ve kabuğundaki tanen maddesi, odun kökenli levha üretiminde kullanılan yapıştırıcı tutkallara karşı olumsuz etki yaptığından kestane odunu bu sanayide istenmez. Bu odun ekstrakla tanenin alınmasından sonra kullanılırsa uygun olur (Taşkın, 1983).

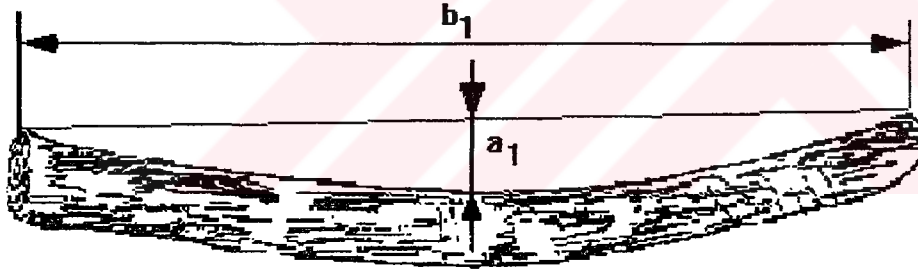
Tanen sepi maddesi olup, insanlar tarafından deri ve kösele imalatı için derilerin tabaklanmasında kullanılır. Laboratuvar koşullarında tanen maddeleri, bunları ihtiva eden maddeleri bir ekstraksiyona tabi tutmak sureti ile elde edilir. Bu işlem devamlı ve devamsız olmak üzere iki şekilde yapılır. Tanen maddesinin analizinde yaygın olarak kullanılan metod ise enternasyonal çalkalama metodudur. Tanen maddelerinin içindeki diğer maddelerin tayini ise Baldrocco metoduna göre yapılır. Ayrıca Jelatin, Demir ve Kurşun Asetat denemeleri gibi karakteristik reaksiyonlar tanen maddesinin tanınmasını sağlamaktadır (Huş, 1961).

1.7 GÖVDE EĞRİLİĞİ

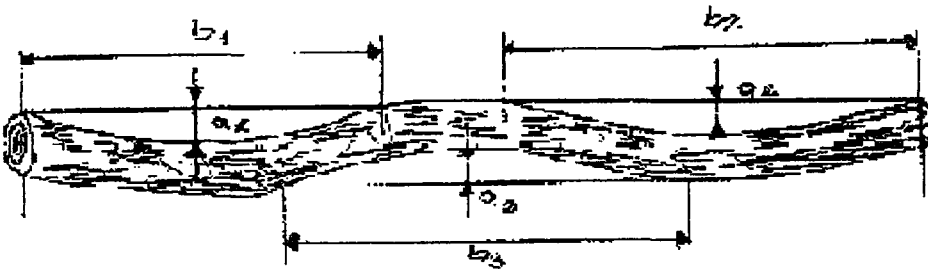
Gövde eğriliği, ağaç ekseninin esas doğrultusundan gösterdiği sapmadır. Bazı ağaç cinslerinde ırsi bir özellik olan gövde eğriliği; yetişme muhiti, arazinin meyili, rüzgar ve mekanik zararlı bazı etkiler sonucu görülür. Gövde eğrilikleri tek taraflı ya da çok taraflı olabilir. TS 3282'ye göre tek taraflı eğriliğe basit, çok taraflı eğriliğe ise birleşik eğrilik denir. Eğrilik kerestenin kullanım alanını kısıtlamakla işlenmesi halinde de masrafların artmasına ve randımanın düşmesine neden olmaktadır. Biçme uzunluğunun sınırlanmış olması nedeni ile ağaç

eksenine göre 15 cm den fazla olan eğri odunların değeri düşer. Gövde eğriliğinden kaynaklanan odun kayıplarını azaltmak için gövde uygun parçalara bölünmektedir.

Eğrilik oranının tespitinde TS 3283 esaslarına göre, Şekil 1.1’de görüldüğü gibi, eğriliğin en fazla olduğu yerin tomruk boyundan sapması ölçülür ve bu miktar tomruk boyuna oranlanarak yüzde olarak verilir. Şekil 1.2’de görüldüğü gibi, birleşik eğriliklerde ise her eğrilik bulunduğu düzlem içersinde ölçülür ve tüm boya değil sadece ölçüldüğü düzlemdeki eğri kısmın boyuna oranlanır.



Şekil 1.1 Basit gövde eğriliğinin hesaplanması



Şekil 1.2 Birleşik gövde eğriliğinin hesaplanması

Bu tip eğri gövdelerin değerlendirildiği en önemli sektör ahşap tekne yapımcılığı olup özellikle bu tip gövdeler arzu edilir. Az miktarda da ambalaj sandığı yapımında kullanılır. Ayrıca, yonga levha üretiminde kullanılacak odun hammaddesinde % 10'u, kağıt hamuru eldesinde de % 5'i geçmemesi istenir. Çünkü, eğri gövdelerde reaksiyon odunu oluşmakta ve odunun çalışması düzensiz olmaktadır. Diğer taraftan reaksiyon odunu kağıt kalitesini düşürmektedir.

1.8 LİF KIVRIKLIĞI

Lif kıvrıklığı, liflerin uzunluk eksenini doğrultusundan saparak tomruk eksenini etrafında helezon biçimde dönmesidir şeklinde Türk Standardları ve ISO tarafından tarif edilmiştir. Buna bağlı olarak kereste ve tomrukta liflerin uzunluk eksenini doğrultusuna göre gösterdiği her türlü sapmalar lif kıvrıklığı olarak müteala edilir.

Lif kıvrıklığı gerek iğne yapraklı, gerekse yapraklı ağaçların çoğunda görmek mümkün olduğu için bu tip lif gidişi normal bir büyüme şekli olarak belirtilmektedir. Lif gidiş şekli bazen irsel olduğu gibi, bazende çevre faktörlerinin etkisi ile meydana geldiği ifade edilmektedir. Yapılan araştırma sonucunda yapraklı ağaçlarda lif gidişi öze yakın kısımda sağa doğru seyretmektedir. Bundan sonra ya yavaş yavaş kambiyuma doğru aynı yönde açı artmakta, ya da özde sıfır derece civarında bulunmakta, sonra çap arttıkça sola doğru dönmektedir. Yaşla

ilgili olarak, kuzey-güney-doğu-batı yönlerinde ve çeşitli gövde yüksekliklerinde lif gidişi ve açısı büyüklüğü farklı olmaktadır (Bozkurt, 1992).

Lif kıvrıklığı, tomruk sınıflandırılmasında kalite kriteridir. Lif kıvrıklığında odun lifleri gövdeye spiral bir şekilde sağ ve sol yönde olmak üzere uzanmaktadır. DIN 52181 (1975) de özellikle kestane sınıflandırmasında lif kıvrıklığı 3 adet kalite sınıfına ayrılır. Birinci kalite sınıfında 1 metrede 100 mm, ikinci kalite sınıfında 1 metrede 200 mm, üçüncü kalite sınıfında 1 metrede 330 mm sapma bulunmalıdır (Holz- Lexikon, 1993).

Düzgün liflilik, ağaç malzemenin direnç özellikleri, yarılmaya kabiliyeti, işlemede kolaylık ve zaiyatın azalması bakımından önemli bir faktördür. Liflerin düzensiz oluşu ise, direnç özelliklerini ve elastikiyet modülünü önemli derecede azaltacak, odunun mukavemet değerlerinin düşmesine sebep olacaktır. Ayrıca, odunun çalışmasını daha düzensiz bir hale getirmekte, odunun işlenmesinde, kurutulmasında ve kullanımı esnasında çeşitli sakıncaları bulunmaktadır (Berkel, 1970).

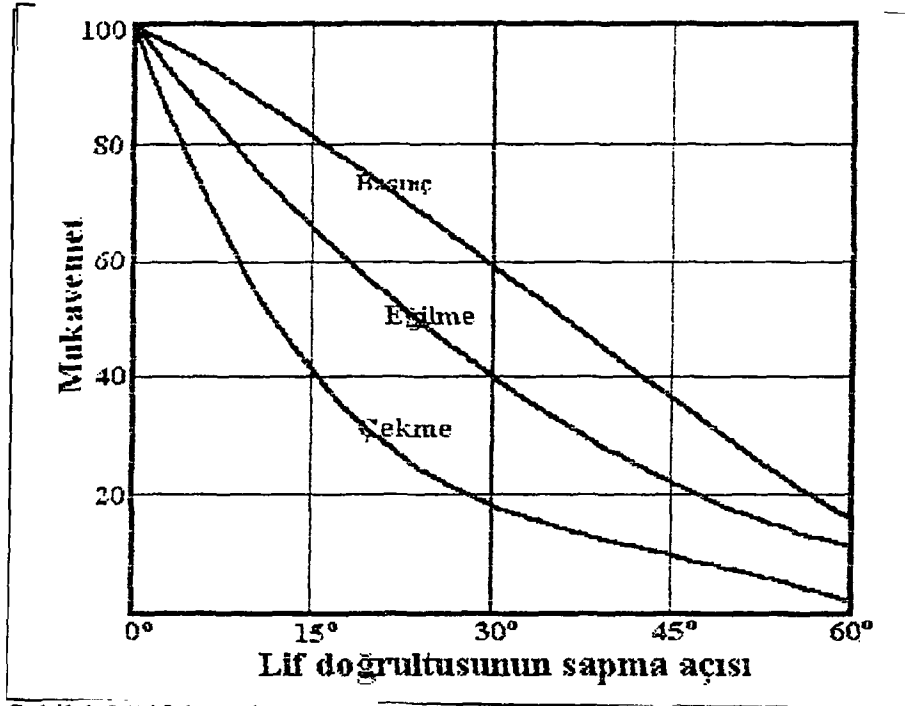
Mukavemet özelliklerinin yanında spiral lifli malzemede görülen çatlaklar yüzey işlemlerinde güçleştirir. Ancak, bu çatlaklar radyal kesitte oluşturdukları yansımalarla koyu ve açık renkli bir görüntü vererek kaplama endüstrisinde değer artışı sağlarlar. Taşıyıcı eleman olarak kullanılacak ağaç malzemede ise lif kıvrıklığı dikkatlice incelenmeli, mukavemet değerlerine göre dizayn edilmelidir.

Düzgün olmayan yapılarıyla lif kıvrıklıkları bazen kıvrıkcık, bazen dalgalı ve bazen birbiri içine geçmiş ya da bütün bunların kombinasyonu şeklindedir. Dekoratif amaçlarla kullanıldığında bu durum ilginç şekiller vermesi nedeniyle bir avantaj olabilir. Bununla birlikte lif kıvrıklığına sahip keresteler kusurlu olarak kabul edilir (Panshin De Zeeuw, 1970).

Endüstride, lif kıvrıklığına sahip kerestenin bazen talebe göre düzgün lifli keresteden daha fazla üretimi gerçekleştirilmektedir (Kollman and Cote, 1968).

Lif kıvrıklığı, çekme direncini, eğilme ve basınç dirençlerine nazaran çok daha fazla etkilemekte ve kıvrıklığın 1/25 den büyük olması halinde çekme direncinin azalmasına neden olmaktadır. Lif kıvrıklığının, basınç direncine olan etkisi her ne kadar diğer direnç özelliklerine nazaran daha az ise, odunun yapı malzemesi olarak kullanılmasında bu tesir önem kazanmaktadır. Lif kıvrıklığının makaslama direncine etkisi önemsizdir. Eğilme direncinde ise, 1/20 den fazla kıvrıklık miktarlarında bir azalma görülmektedir. 5° lik bir lif kıvrıklığı, şok direncinin %10, 10° lik kıvrıklık ise %50 azalmasına sebep olmaktadır (Öktem, 1970).

Odun anizotropik bir madde olduğu için elastik ve mukavemet özellikleri farklı yönlerde değişiklik göstermektedir. Özellikle lif doğrultusu ile mukavemet özellikleri arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 1.3). Düzgün lifli oduna göre bazı mukavemet özelliklerinin azalma yüzdeleri lif kıvrıklığı oranlarına bağlı olarak Çizelge 1’de gösterilmiştir (Vurdu, 1988).



Şekil 1.3 Lif doğrultusunun sapma açısına göre odunun rölatif mukavemet özellikleri (Vurdu, 1988; Kollman and Cote'den, 1968).

Çizelge 1.1 Düzgün lifli odunun mukavemet değerlerinin lif kıvrıklığı oranlarına bağımlı olarak rölatif azalma yüzdeleri (Vurdu, 1988).

	Maksimum Lif Kıvrıklığı					
	Düzgün Lifli (%)	1/25	1/20	1/15	1/10	1/5
Elastikiyet Modülü (%)	100	96	93	89	81	55
Şok Mukavemeti	100	95	90	81	62	36
Liflere paralel Basınç Mukavemeti	100	100	100	100	99	93

Lif kıvrıklığı odun kullanımında bilinmesi gereken önemli bir kusurdur. Lif kıvrıklığı miktarı arttıkça odunun mukavemet değerleri azalmaktadır. Lif kıvrıklığının gözden kaçma ihtimalide vardır. Bunun için daha titiz bir çalışma gerektirir. Kerestedeki lif kıvrıklığı ağacın tabii yapısına bağlı olabileceği (Spiral

Liflilik) gibi, kerestenin hatalı biçilmesiyle (Diagonal) ortaya çıkmaktadır. Spiral liflilikte lifler ağaç gövdesi eksenine göre bir açı yaparak sapma gösterirler. Spiral lifliliğe genetik özelliklerin ve yetiştirme muhiti özelliklerinin etkisi olduğu bilinmektedir.

Spiral liflilik, gövde etrafında sağ veya sol yönde oluşmuş liflere sahip olan ağaçlardaki gövdelerden elde edilmiş kerestelerde görülmektedir. Bu oluşum geniş ölçüde genetik olarak kontrol edilebilir. Bu oluşum gövdeden kabuğun uzaklaştırılmasıyla görülebilmekte ancak, işleme sırasında lif kıvrıklığının fark edilmesi oldukça güçtür (Kollman and Cote, 1968). Diagonal liflilik, fazla konik olan tomrukların öz eksenine paralel kesilmesiyle üretilen kerestelerde görülmektedir. Bu şekildeki kerestelerde yıllık halkalar kerestenin bir veya iki yüzeyine paralel durumda olmayacak ve dolayısı ile lif kıvrıklığı ortaya çıkacaktır. Böylece diagonal liflilik, spiral liflilik gibi odun yapısına bağlı olmayan, kesim hatası ile suni olarak meydana gelen lif kıvrıklığı şeklindedir (Vurdu, 1988).

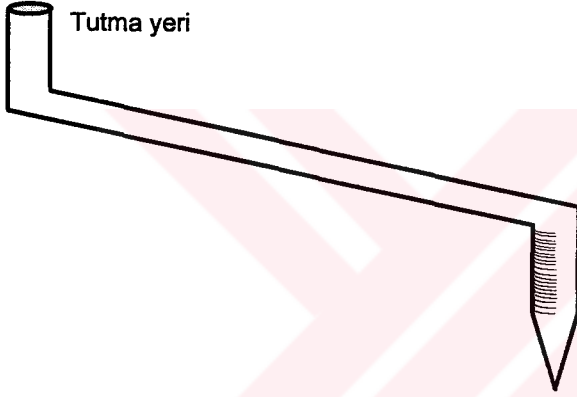
1.8.1 Spiral Lifliliğin Belirlenmesi

Spiral lifliliğin tespiti için aşağıda belirtilen işlemlerden herhangi biri uygulanabilir (Vurdu, 1988)

- Keresteden alınacak numune serbestçe yarılarak, yarıma yüzeyindeki sapma tespit edilir.

- Meyilli tutulan kereste yüzeyine mürekkep damlatılarak, mürekkepin kereste yüzeyindeki akışı lif yönünü gösterecektir.

Bir ucu sivri elle tutulan kısımdan serbestçe dönebilen Şekil 1.4’de gösterilen alet kereste ve tomruk eksenini doğrultusunda hafifçe bastırılarak çekilir. Aletin sivri ucunun lif doğrultusunda yaptığı çizme izinden spiral liflilik kolayca tespit edilir.



Şekil 1.4 Lif kıvrıklığı tespit aleti.

1.8.2 Diagonal Lifliliğin Belirlenmesi

Diagonal lifliliğin tespitinde, yıllık halkaların kerestenin bir kenarına olan paralellik durumuna bakılır. Bir diğer yöntemde Şekil 1.4’de gösterilen aletin kullanılmasıdır.

1.8.3 Lif Kıvrıklılığının Hesaplanması

Lif kıvrıklığı, TS 3278 ve TS 3283 'e göre hesap şekli belirtilmiştir. Bu standartlara göre, yanal yüzeyin ençok kıvrıklık gösteren bir metrelik kısmında, lif gidiş yönünün uzunluk eksenine paralel doğrultuda sapması ölçülür ve yüzde olarak verilir.

Lif kıvrıklığı yüzdesi, 1.8.3.1 no'lu eşitlikten faydalanılarak bulunmaktadır.

Lif kıvrıklığı Yüzdesi= $a/b \times 100$ 1.8.3.1

a:Lif doğrultusunun uzunluk ekseninden sapma miktarı

b:Uzunluk ekseninin kesme noktasına olan uzaklığı

Eğer spiral liflilikle beraber diagonal lif kıvrıklığı aynı kerestede bulunuyorsa bu durumda bitişik yüzeylerdeki lif kıvrıklıklarının karelerinin toplamının karekökü alınarak lif kıvrıklığı 1.8.3.2 no'lu eşitlikle hesaplanır.

Spiral + Diagonal Lif Kıvrıklığı = $a^2 + b^2$ 1.8.3.2

1.9 REAKSİYON ODUNU

Tomruklarda enine kesit incelendiğinde bazen özün ortada olmadığı görülür. Buna eksantirik öz denilmektedir. Her zaman rastlanılmamakla beraber, böyle eksantirik

öz bulunan gövdelerde geniş tarafta reaksiyon odunu oluşmaktadır. İğne yapraklı ağaçlarda reaksiyon odunu Basınç Odunu, yapraklı ağaçlarda ise çekme odunu adını almaktadır. Çekme odunu adı verilmesinin nedeni, geniş tarafta çekme gerilmelerinin teşekkül etmesidir.

Reaksiyon odunu olarak bilinen basınç ve çekme odunu ağaç malzemenin fiziksel, mekaniksel, anatomik, kimyasal, kurutma, işlenme ve bunun gibi değişik özellikleri üzerine etki etmekte olup onun kullanım yerini büyük oranda kısıtlamaktadır. Özellikle, işlemenin ölçülere dayandığı sanayi kollarında reaksiyon odunu bulunan belirli bir eğriliğe sahip ağaç malzeme istenmemekte, kullanılması halinde ise sakıncalar doğurmaktadır. Kalite söz konusu olduğunda ise reaksiyon odunu önemli kusur olarak gösterilmektedir.

Reaksiyon odunu oluşumundaki genel kanı, meyilli gövdelerde, dallarda alt ve üst kısımlar arasında bulunan gerilme dengesizliklerinin sebep olduğu bir tahrikle bu zonlarda kambiyum tabakasındaki yerel büyümelerin ibreli ağaçlarda meyilli gövdeyi dik duruma getirmek üzere iten bir şekilde (Basınç Odunu), veya yapraklı ağaçlarda yine meyilli gövdeyi dik duruma getirmek üzere çeken bir biçimde çekme odunu olmasıdır (Göker, 1983).

1.9.1 Çekme Odunu

Çekme odunu yapraklı ağaçların gövde ve dallarında meydana gelen anormal tipte bir odun oluşumudur. Rüzgar ve kar basıncı, ışığa doğru yönelme gibi dış etkiler altında dikey bir şekilde gelişme yerine, eğri olarak büyümüş ağaçlarda, gövdenin eğilme gösterdiği yönün aksi tarafında, çekici kuvvetlerin bulunduğu kısımda, dalların ise yukarıya bakan tarafında meydana gelmektedir. Ancak, Pechmann (1953)'e göre dikine olarak gelişmiş, düzgün gövdelerde de çekme odunu bulunabilmektedir (Berkel, 1967).

Çekme odunu, gövde ve dalların eğri kısımlarından alınan enine kesitlerinde eksantirik olarak görülmektedir. Büyük yarıçap daima üst taraftadır. Aksi taraflar baskı altında büyümüş kısımlardır. Düzelmeyen kolaps teşekkülünde çekme odununun ortaya çıkardığı bir olumsuzluktur. Bunun sebebi ise boyuna yöndeki aşırı daralmadır.

Çekme odunu genellikle büyüme hızının fazla olduğu orman formlarında yetişen eksantirik gövdelerde bulunmaktadır. Ayrıca, çok az bir eksantirik gövde formu gösteren ağaçlarda da görülebilir. Buda, her zaman gövde enine kesitindeki düzensizliklerin çekme odununu göstermediğini belirtmektedir (Panshin De Zeeuw 1970).

Bünyesinde çekme odunu dokusu mevcut olan ıslak tomruk biçildiği zaman, biçilen yüzeyde çekme odununun bulunduğu kısımlarda yünlü bir görünüm meydana gelmektedir. Diri odun kısmında, çekme odununun gümüşü gri bir renkte olması onun zor fakat, planyalanan kerestede çekme odununun ışığı net bir şekilde aksettirmesi ile daha kolay tespit edilmesi sağlanmaktadır (Kollman and Cote, 1968).

Çekme odunu, DIN 68256 (1976)'göre odunun büyümesi esnasında yapısının değişmesine neden olmakta, bu değişiklik kaba yüzlü kesit yüzeyi ile anlaşılmaktadır. Çekme odunu, cm veya odun yüzeyinin şeklinde belirtilmektedir (Holz- Lexikon, 1993).

Kollmann and Cote (1968)'e göre çekme odununun karakteristik özellikleri araştırılmış ve bulunan sonuçlar Çizelge 1.2'de gösterilmiştir.

1.9.1.1 Makroskopik Özellikler

Taze kesilmiş bir ağaç renk kontrastı oluşturmadığından makroskopik olarak fark edilememektedir. Çekme odununun bulunduğu kısım normal oduna nazaran hafif parlak, yıllık halkalara paralel olmak üzere kül rengi veya kahverengi bir zemin üzerinde açık renkli şeritler içermesi ile göze çarpmaktadır. Bu kısımda yıllık halkalar açık veya koyu renkli halkalar halinde birbirini takip etmektedir (Berkel, 1970).

Çizelge 1.2 Çekme odununun karakteristik özellikleri.

	ÇEKME ODUNU
Fiziksel ve Mekaniksel Özellikler	Gövde enine kesitinin eksantrikliği üst kısımdadır.
	Kuru, işlenmiş kereste birçok türde parlak gümüşü renkte çekme odununa sahiptir. Belirli tropik ve Avustralya türlerinde ise normalden daha koyudur.
	Yaş biçilmiş tahtaların yüzeyleri yünlüdür.
	Boyuna yönde daralma % 1.5 Bilhassa kuru, çekme odununda yüksek gerilme direnci; yaş durumda daha düşüktür.
Anatomik Özellikler	Jelatinimsi lifler her ne kadar olsa da bazı türlerde eksik olabilir.
	Çekme odunu kısmında traheler sayı ve büyüklük olarak azalır.
	Öz ışınları ve boyuna paransimler görünüş olarak değişmezler.
Mikro Yapılar	G-tabakası helezoni ya da değildir.
	Jelatinimsi liflerin sekonder çeperindeki G-tabakasının 3 tip sıralanışı $S_1+S_2+S_3+G$ S_1+S_2+G S_1+G
	Primer çeper normal olarak oluşmuş
	S_1 tabakası normalden ince olabilir
Ultra Yapı	G tabakasındaki mikro fibril yönü nerede ise lif doğrultusuna paralel
Kimyasal Yapı	Çekme odunu liflerinin odunlaşması değişmekte, G tabakası sadece hafifçe odunlaşmakta
	Anormal yüksek selüloz içermekte
	Anormal az lignin içermekte
	Normalden fazla galaktoz
	Normalden az ksiloz

Çekme odunu farklı yıllık halka üzerinde konsantrik bantlar halinde oluşur. Fagus ve Betula gibi ağaç cinslerinin çekme odun bölgeleri açık renkli ve gümüşü bir görünümündedir. Bazı türlerde bu bölge daha koyu renkli ve daha yoğundur (Vurdu, 1985).

Yeni kesilmiş tomrukların biçilmesi ile elde olunan ağaç malzemede boyuna yüzeyler çekme odunu bulunan kısımlarda lifli, keçeli ve kaba görünümlüdür.

Çekme odunu enine kesitte ise lifli, kaba görünümlü ve lifler dışarı çekilmiş gibi görülmektedir.

Çekme odunu ihtiva eden tomruklardan kaplama levhaları kesildiğinde yüzeyler kaba olmakta, levhada buruşukluklar görülmektedir. Ayrıca, yeni kesilmiş tomruklarda boyuna yüzeylerdeki çekme odunu pürüzlü ve lif demetlerinden meydana gelen gevşek yapı ekstrem hallerde testerelerin fazla ısınmasına neden olacak, işlenme güçlükleride yaratacaktır. Kurutulmuş kerestelerin çekme odunu kısımlarında biçme ve makina ile işlemede hafif bir pürüzlülük ortaya çıkması testerelerde çaprazlamayı hızla etkisiz hale getirmekte ve körleşmeye sebep olmaktadır (Bozkurt, 1992).

Çekme odununun bulunduğu gövdelerde enine kesitte her zaman bir eksantrik gelişmenin bulunması şart değildir. Belirli bir şekilde eğri olan gövdelerde ekseriya orta derecede bir eksantriklik görülmekte ve çekme odunu çoğunlukla ağacın eğri bulunduğu yönün aksi tarafında, enine kesitte yarı çapın büyük olduğu kısımda bulunmaktadır. Bununla beraber, gövde enine kesitinde çekme odununun bulunduğu tarafın yarı çapının her zaman büyük olması şart değildir (Berkel, 1967; Perem'den 1964)

1.9.1.2 Anatomik Özellikler

Çekme odunu traheleri normal oduna nazaran karakter değiştirmekte daha küçük çapta ve daha az sayıda bulunmaktadır. Bunun yanında eksantrik gövde yapmış bu gövdelerde hem boyut hem miktar bakımından daha düşük seviyede paransim hücreleri mevcuttur. Bunlara özışınları da dahildir (Vurdu, 1985).

Çekme odunu her ne kadar çoğunlukla geniş yıllık halkalarda daha fazla görülmekle beraber, bazen ve özellikle dal odununda çekme odununun bulunduğu tarafta yıllık halka genişlemesi görülmeyebilir ve dar yıllık halkalarda da teşekkül edebilir (Berkel, 1967; Clarke'den 1937).

Bir çok türde çekme odunu ilkbahar odununda bulunmaktadır. Özellikle yaz odunu hücrelerinin son kısımlarında oluşmazlar. Genel kaide olarak, liflerin oranı, normal odundan daha fazladır. Bu liflerin çapları daha küçük olup, boyları normalden daha uzundur. Aynı zamanda kenarlı geçitlerin sayısı normalden daha az bulunmaktadır. Liflerin çeperleri daha kalın ve yuvarlaktır (Vurdu, 1985).

Çekme odununun en karakteristik özelliği normal odundakinden farklı olarak jelatin libriform liflerini ihtiva etmesidir. Selüloz mikrofibrillerinden oluşan jelatin tabakası ağaç türüne göre kalın veya ince olabilmekte bazı ağaç türlerindedede hiç bulunmamaktadır. Jelatin tabakası bir kılıf halinde olup,

genellikle normal hücre çeperinin S_2 tabakasından daha kalın veya ona eşittir (Göker, 1983).

Çeper yapısında üç değişik varyasyon mümkündür. İlk tip genelde üç sekonder çeper tabakasınıda içermekte S_1 , S_2 , S_3 , ve ilave olarak G tabakasıda bulunmaktadır. Bu düzenleme diğerlerine göre pek benimsenmemektedir. İkinci de S_3 tabakası yoktur ve G tabakası S_2 tabakasına bitişik bulunur. Üçüncü varyasyonda hem S_2 hemde S_3 yoktur, G tabakasıda S_1 den hemen sonra oluşmuştur (Berkel, 1970; Dadswell and Wardrop'tan 1949).

Eğer çekme odununun teğet kesiti incelenirse lif çeperlerinde kaymış yüzeyler ve küçük basınç çatlakları görülebilir. Her ne kadar bunların öncelikle üretimden ya da kesme baskısından kaynaklandığı düşünülse de, dikkatlice elde hazırlanmış maserasyon liflerinde de bu oluşumlar görülmektedir.

1.9.1.3 Kimyasal Özellikler

Çekme odununun kimyasal birleşimi normal odundan farklıdır. Bu oluşumda normal oduna nazaran pentozan ve lignin oranı daha az fakat, selüloz miktarı daha fazladır. Jelatin tabakası kalınlığı arttıkça selüloz miktarı normal oduninkine oranla % 40'dan, %50'ye yükselmektedir. Jelatin tabakasinda %98 selüloz az miktarda diğer polisakkaritler ve normal oduninkinden biraz fazla veya eşit kül

mühtevası mevcuttur. Çekme odunu liflerinin S_1 ve S_2 tabakalarında az bir oranda lignin bulunmaktadır (Bozkurt, 1992).

Kağıt hamuru deneylerinde kimyasal hamurların veriminin çekme odunundan normal oduna nazaran daha yüksek olduğu görülmüştür. Mekanik liflendirmede de çekme odunu normal odundan daha kolay liflendirilmektedir. Bununla birlikte çekme odunu liflerinden elde edilen kağıdın direnci, normal odun liflerinden elde edilen kağıttakinden daha düşüktür (Panshin De Zeeuw, 1970).

Ayrıca, çekme odununda selüloz miktarının normal odundan yüksek oluşu ve özgül ağırlığının düşük oluşu selüloz endüstrisi için uygun özelliktir. Çekme odunundan mukavemet özellikleri yüksek ve daha verimli selüloz elde edebilmek için en uygun metod yarı kimyasal sülfite metodudur (Berkel, 1967; Clermont and Bender'den 1958).

1.9.1.4 Fiziksel ve Mekaniksel Özellikler

Çekme odununda kalınlaşmış olan jelatinli odun lifleri dolayısı ile yoğunluk normal odundan bir miktar daha yüksek bulunmaktadır. Çekme odununun liflere paralel yönde normal oduna nazaran daha fazla çalışması ise en karakteristik özelliğidir. Bu ise jelatinli liflerin sayısı ile ve jelatin lif tabakasındaki mikrofibril açısının yüksek oluşuna bağlıdır. Hacim bakımından ise çekme odunu normal odundan daha az bir çalışma gösterir. Çekme odununda, eğilme direnci ve

Çekme odununda lignin miktarının az oluşu dolayısı ile liflere paralel yönde basınç direnci bütün rutubet derecelerinde normal odundan daha düşüktür. Liflere paralel yönde çekme direnci ise taze halde normal odundan daha düşüktür. Kuru halde ise bunun tersi olmaktadır. Ayrıca, çekme odununda meydana gelen aşırı daralma nedeni ile de bir çok türde kollaps oluşmaktadır (Panshin ve De Zeeuw, 1970).

Çizelge 1.3 Çeşitli yapraklı ağaç türlerinin fiziksel - mekaniksel özellikleri (Göker,1983).

Özellikler		Ağaç Türü			
		Kayın		Meşe	
Odun Tipi		Çekme	Normal	Çekme	Normal
Rutubet (%)		12	12	12	12
Özgül Kütle (gr/cm ³)		0.809	0.720	0.798	.0694
Daralma	Radyal Yönde (%)	6.04	6.09	2.83	3.12
	Hacimsel (%)	15.53	17.91	6.79	9.08
Basınç Direnci (kp/cm ²)		528.5	542.9	511.0	533.1
Eğilme Direnci (kp/cm ²)		973.0	1010.8	990.4	1042.0
Dinamik Eğilme Direnci (kgm/cm ²)		1.14	0.88	0.86	0.69
Liflere Paralel Çekme Direnci (kp/cm ²)		1165.6	1184.8	838.3	1000.7
Brinell Sertlik (kp/mm ²)	Radyal	3.37	3.06	3.96	3.57
	Teğet	3.55	3.42	4.02	3.67

1.9.1.5 İşlenme ve Endüstride Değerlendirme

Çekme odununun işlenmesinde testere levhası daha fazla sıkışmakta dişler kesme yerine lifleri çekici, koparıcı bir etki yapmaktadır. İşlenmiş yüzeylerin kalitesi düşüktür. Çekme odununun en önemli sakıncası, yaş halde testere, diğer kesici alet ve makinalarla işlenmiş boyuna kesit yüzeylerinin lifli ve keçeli bir görünümde olmasıdır. Ayrıca, işlenme sırasında testerelerin fazla ısınmasına neden olarak işlenme güçlükleri yaratmaktadır.

Çekme odunu bulunan kurutulmuş ağaç malzemedede, biçme ve makinalarla işleme esnasında keskin testere ve bıçak kullanılmasıyla pürüzlü yüzey görülmemektedir. Hafif pürüzlülük testerelerde çaprazlamayı hızla etkisiz hale getirmekte ve körleşmeye neden olmaktadır.

Çekme odununun kuruması esnasında yarıma, eğilme ve çarpılmalar daha fazla görülmektedir. Bunlar kereste endüstrisinde büyük problemlere neden olmaktadır. Bir diğer unsur ise kurutma sırasında endüstriyel açıdan büyük problem yaratan, kereste enine kesitinde meydana gelen kollaps oluşumudur (Kollman and Cote, 1968).

1.9.1.6 Çekme Odununun Tayini

Çekme odununun gözle muayenesi zor olduğundan tanımlama için bir çok metod uygulanmaktadır. Çinko-Klor-İyod çözeltisi hem ince kesitlere, hem de büyük ağaç malzemedeki çekme ve normal odun yüzeyine fırçayla sürülmektedir. Şayet, çekme odunu var ise renk farkı oluşur. Renk farkı oluşmasının nedeni ise çekme odunundaki yüksek selüloz miktarıdır. Bu yöntem uygulandığında çekme odunu mavimsi gri ile mavimsi mor bir renk almakta, normal odun ise sarımsı kahverengine boyanmaktadır.

Safranin ve Fast Green gibi boyar maddeler çekme odununun enine kesiti üzerine sürülürse jelatin tabakada farklı bir renk elde edilir. Bu yöntemde önce ince kesitler safraninle ve daha sonra Fast Greene boyandığı zaman normal ligninleşme gösteren odun dokuları koyu kırmızıya boyanırken, sekonder hücre çeperindeki çekme odunu lifleri parlak yeşile boyanmaktadır.

Panshın ve De Zeeuw (1970)' a göre, gövdeden alınan ince kesitler kuvvetli ışık önüne tutulursa, çekme odunu kısımları ışınları fazla miktarda geçirdiğinden daha açık renkli olarak belirginleşmektedir.

1.10 GÜNÜMÜZDE AHŞAP TEKNE YAPIMI

Ahşap malzeme yakın bir zamana kadar ticari amaçla çalışan tekne yapımında yaygın olarak kullanılırken, metalden yapılan küçük gemilerin yurt içinde üretiminin gerçekleşmesi ile eski önemini az da olsa yitirmiştir. Ancak, günümüzde balıkçı tekneleri, gezinti tekneleri, yat, kotra, sandal yapımında geleneksel yöntemlerle yaygın bir biçimde ahşap kullanılmaktadır. Buna ilaveten teknelerin iç kısımlarında ve dekoratif amaçlarla ahşap malzemeden yararlanılmaktadır.

Türkiye’de ahşap tekne yapımcılığı Ege, Akdeniz, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde sürdürülmektedir. Bu bölgelerde en fazla kullanılan ağaç türleri Kestane (*Castanea sativa* Mill.), Meşe (*Quercus spp.*), Dişbudak (*Fraxinus excelsior*) ve Kızılçam (*Pinus brutia*) dır. Bu ağaç türlerinden Kestane (*Castanea sativa* Mill.) kullanılarak yapılan teknelerin 25-30 yıl gibi uzun süreli dayanım özelliğinde olması bu türün önemini arttırmaktadır.

Yüzyıllarca süren bir geleneği ve çeşitli kültürleri kendi bünyesi içinde birleştiren Karadeniz bölgesinde, farklı tekne tiplerine ve tekniklerine rastlanıyor olmasının önemli bir nedeni, bölgede korunaklı limanların sayısının az oluşu, Kestane ve meşe gibi ağaç türlerinin bölgede bol olarak bulunmasıdır. Karadeniz’de en hareketli olarak üretimin bölge ise Batı Karadeniz bölgesinde bulunan Bartın iline bağlı Kurucaşile, Tekkeönü ve Kapısuyu yöreleridir. Şekil 1.5’de Tekkeönü

yöresinde Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacından yapılmış tekne görülmektedir.



Şekil 1.5 Tekkeönü yöresinde Kestane (*Castanea sativa* Mill.) den yapılmış tekne.

Bartın ili ve çevresindeki yörelerde 1970 li yıllara kadar ahşap tekne yapımı çok yoğun bir şekilde devam etmiştir. Ancak, bu yıllarda tekne yapımında çelik kontrüksiyona yönelme, ahşap tekne yapım sektörünü belli oranda etkilemiştir. Bununla birlikte, ülkemizde turizm yatırımlarının artması ve dış pazarlar oluşturulmasıyla ahşap gezinti teknesi ve yat yapımı hızlı bir ilerleme kaydetmiştir. Bu konuda da teknik bilgilerin ve donanım elemaların yeterince bilinmemesi sıkıntılar doğurmuştur. Bu bilgilerin yoksunluğu bu sektör için çok büyük bir eksiklik olarak kabul edilmektedir.

Geleneksel olarak sürdürülen ahşap tekne yapımcılığında gerekli bilgi donanımı, belirli bir eğitim, mühendislik bilgisi ve destek çalışmalarının birleştirilmesiyle çok daha iyi ürünler çıkacak ve ekonomiye katkıları yüksek olacaktır.

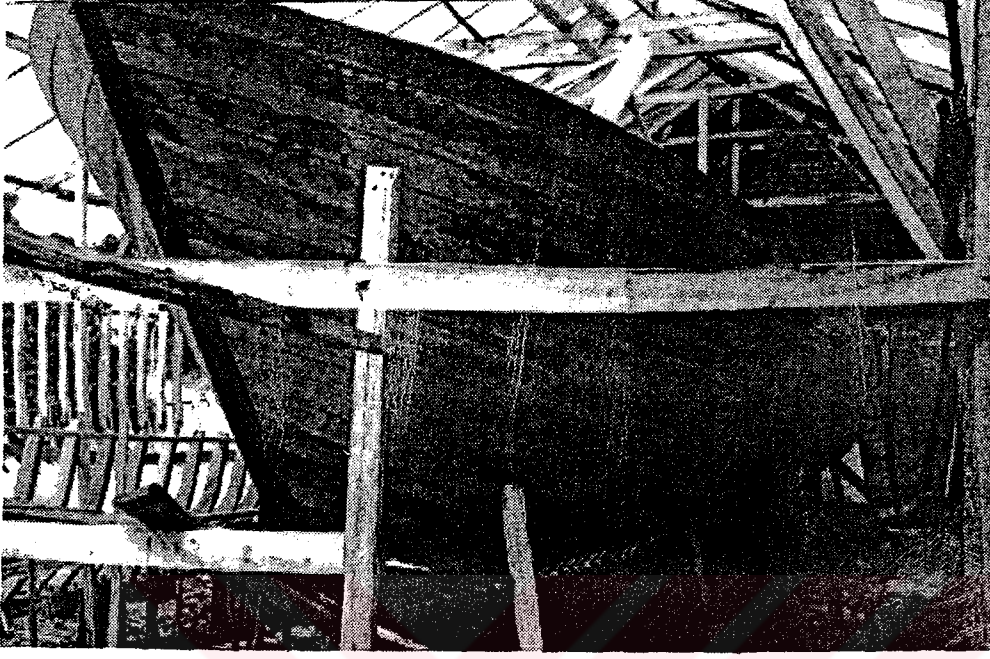
Günümüzde, tekne yapımında kullanılan malzemelerden hiçbiri heterojen özellikte estetik yapıya sahip değildir. Özellikle, gezi ve seyahat amaçlı yat tipi teknelerde kullanılan ahşap, sağlam bir yapı vermesi, estetik özellikleri, kolay işlenebilirliği ve sıcak yapısı nedeniyle en iyi kullanılan malzeme olmuştur. Tekne yapımında kullanılan diğer malzemelerden çelik paslanabilen ve nem yapan bir materyaldir. Elyafli plastik malzemeler ise mor ötesi ışıklardan etkilenmektedir.

1.11 AHŞAP TEKNE YAPIMI ve KESTANE ODUNUNUN AHŞAP TEKNE YAPIMINDA KULLANILDIĞI YERLER

Karadeniz’de denizin olumsuz koşullarına dirençli ve karaya çekilmeye elverişli, sağlam gövdeli tekne tipleri geliştirilmiş ve yapılmıştır. Bu bölgede kullanılan tekne yapım tekniğinde önce teknenin iskeleti oluşturulur. Bu teknikte birinci olarak şekil 1.6’da görüldüğü gibi iskeleti oluşturan taşıyıcı parçalar birbirine bağlanarak iskelet kurulur ve gövde biçimi ortaya çıkar. İkinci olarak, şekil 1.7’de görüldüğü gibi ortaya çıkan gövde ve güverte kaplanır. Üçüncü olarak ise iç mekanlar ve ince işler tamamlanır.



Şekil 1.6 İskeleti oluşturulmuş teknenin genel görünümü



Şekil 1.7 Gövde kaplaması yapılmış teknenin genel görünümü

Bir sonraki aşamada omurganın üzerine, omurgaya dik olacak şekilde, yanlara doğru çıkan, kaburganın ilk üç parçası konur. Kaburga her biri iki parçadan oluşan tabii olarak eğri ağaçtan olması tercihlenen posta diye tabir edilen parçalardan oluşur. Teknenin su altında kalan kısmına ise döşek denir. Bu döşekler kaburganın formunu belirleyecek olan yalancı forma denilen parçalara desteklik eder. Yalancı forma esnek oluşu nedeniyle oynatılarak teknenin suyun altında kalacak kısmının şekline karar verilmesini sağlar.

Daha sonra ön ve arka kısma, omurganın orta bölgesine ıskarma adı verilen parçalar yerleştirilerek, iki ya da üç sıra yalancı forma çekilir. Su üstünde kalan bu bölümün genel formu teknenin işlevine göre suya giriş açısını, güvertenin dış hattını ve yüksekliğini belirler. Döşemeler ve ıskarmalar birbirine civalatanarak işleme devam edilir.

Bir sonra ki işlemle, bir postayı diğerine bağlayan kemere kısımları oluşturulur. Bu kemere kısımlarına suyu yan taraflara akıtacak şekilde eğim verilir. Postalar ve kemerelelerden oluşan iskelet sisteminde öğelerin sayısı, aralık uzaklıkları, bağlanış yöntemleri ve boyutları teknenin büyüklüğü ve genel formuna göre değişiklik gösterir. Ahşap tekne yapımında büyük bir çoğunlukla omurgaya paralel işlenen ahşap malzemeler, teknenin enine kesiti oluşturulduktan sonra yerleştirilmeye başlanır.

İskelet yapısı oluşturulan teknede gövdenin kaplanması ile işleme devam edilir. Uygulanan yöntemde gövde kısmı üç sıra kaplanıp, bir sıra boş bırakılacak şekilde aralıklarla kaplanır. Boş bırakılan kısımlar yamuk birer takoz şeklinde yerleştirilir. Bunda amaç, sıkı armuzlar elde etmek, ahşabın iyi kurumasını sağlamak, işlem sırasında ahşapta gerilim bırakmadan tekne formunu vermek, sağlam ve uzun ömürlü bir gövde elde etmektedir.

Gövde kaplanınca ahşabın son rutubetini atması, teknenin formuna alışması, gerilmeler nedeni ile çatlamların oluşmasına izin verecek şekilde belirli bir süre bekletilir. Bu süre sıcaklığa bağlı olarak, 20-25 metre boyundaki teknelerde, 4-5 cm kalınlığındaki kaplamalarda 20-30 gün kadardır. Bu sürede ahşap kaplama gövdeye alışmıştır. Çatlama ve bozulmalar var ise bu kısımlar değiştirilir. Kuruma sırasında açılan kaplama kısımlarında çok sayıda ve sık ahşap takozlar (Siğil) sıkıştırılır.

Ahşap tekne yapımında kullanılan ağaç malzeme şekil 1.8’de görüleceği gibi çoğunlukla eğri malzeme olup bunlar doğal olarak eğri büyümüş ağaç kısımlarından elde olunmaktadır. Bu tip malzeme Ülkemizde Orman İşletme Müdürlüklerinin piyasaya arz ettiği tomruk ve yakacak odunlar arasından seçilerek, ya da şahısların yaptığı özel tapulu kesimlerden sağlanmaktadır.



Şekil 1.8 Eğri Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacından yapılmış tekne.

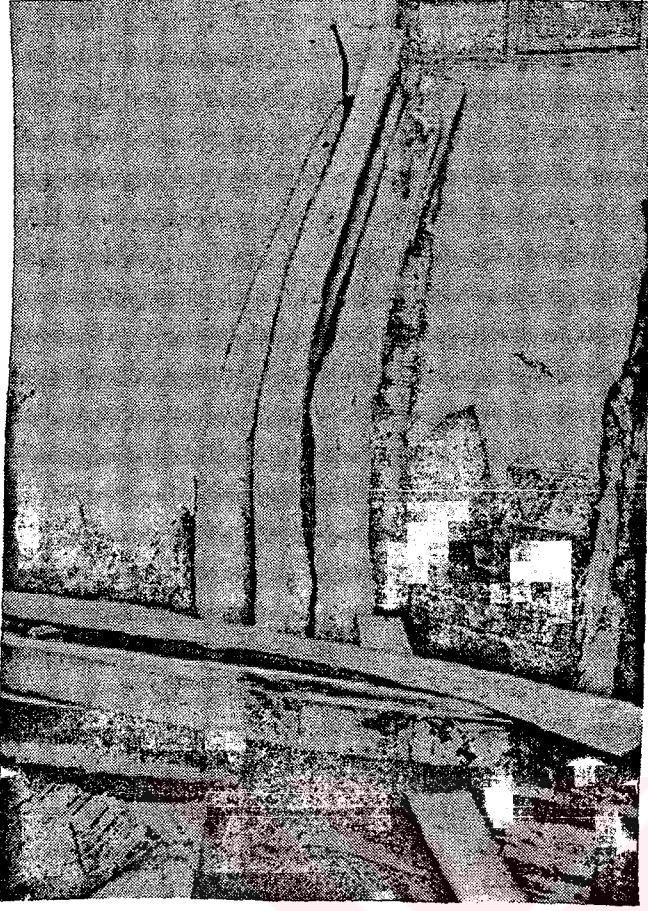
Karadenizde uzun yıllardır vazgeçilemeyen ise doğal olarak eğri büyümüş Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağaçlarının tekne yapımında kullanılmasıdır. Kullanılacak uygun eğimdeki ağaçların kaplamaları, bu yöntemde yerinde kuruyacak şekilde bekletilerek sabitlendiğinde sıkı ve sağlam armuzlar ile düzgün bir görüntü elde edilmektedir. Oysa, düz bir kalasın eğimlere uygun olarak gerdirilmesinde zorlanmalar ve ahşapta iç gerilmeler oluşacaktır. Dolayısıyla,

armuzlarda bozulma ve çatlamalar meydana gelecektir. Doğada eğri olarak büyümüş ağaçtan elde edilen eğri kaplamayı hazırlama işlemine ise saçula denilmektedir.

Ahşap tekne yapımında kaplama işlemi tamamlandıktan sonra, suyun sızmasını önlemek, kaplamaların arasını sıkıştırmak ve bir kabuk halinde birbirine tutunmasını sağlamak için, katranla yuvarlatılmış pamuk veya kendirin armuzlara sıkıştırılması sağlanır. Bu işleme ise kalafat denilmektedir.

Ahşap teknelerin su içersinde kalan kısımlarının dayanıklılığını artırmak üzere ağaç malzeme üzerine koruyucu bazı maddeler sürülmektedir. Bu amaçla kullanılan yağlı boyalar içersine bakır bileşiklerinin katılması sureti ile dayanıklılığın artırılması tercih edilen bir yöntemdir.

Doğada eğri olarak büyümüş Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağaçlarından elde edilen ve doğal kurutmaya bırakılan şekil 1.9’da görülen keresteler yukarıda ayrıntılı olarak anlatılan ahşap tekne yapımı sırasında ana iskeleti meydana getiren kısımlardan olan postaların, baş-kıç bodoslamının oluşturulmasında ve iskeletin kaplanmasında kullanılmaktadır.



Şekil 1.9 Doğal kurutmaya bırakılmış eğri keresteler.

Ahşap tekne yapımında kullanılacak ağaç malzeme bütünü ile sağlam bir yapıda olmalı ve yontma suretiyle elde olunacak malzemenin radyal yönde hazırlanmasına öncelikle dikkat etmek gerekmektedir. Günümüzde kutup bölgelerinde araştırma hususunda yapılan gemilerin buzların basıncına karşı esnek yapıda olması istendiğinden, bunların yapımında da ağaç malzemeden yararlanılmaktadır.

Ahşap Tekne yapımında Kestane ağacının tercih sebebi ise, sert, esnek, görünüm güzelliğinin olması, az çalışır olması ve uzun lifleri nedeni ile kolay bükülebilir olmasıdır. Çivi, vida ve tutkal ile de çok iyi bir birleşme sağlamaktadır. Ayrıca, havanın olumsuz etkileri, deniz içersindeki zararlılara, mantar ve böceklerle karşıda diğer türlere nazaran daha yüksek bir dayanma gücüne sahip olmasıdır.

Karadeniz’de tekne yapımında kullanılan Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacı keresteleri, kaplama yapılmadan önce yapısında bulunan bazı suda çözünen kstraktif maddeleri odundan uzaklaştırmak için bir süre deniz içersinde bekletilmektedir. Keresteler denizden çıkarıldıktan sonra doğal kurutmaya bırakılır. Kurutulan keresteler doğal eğiminde yerine göre kullanılır. Çok eğimli kereste bölümlerinde nadir olarak ıslatma ve kaynatma yöntemi kullanılarak ağaca esnek bir yapı kazandırılır.

1.12 NORMAL KESTANE ODUNUNUN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Araştırma konusu olan Kestane (*Castanea sativa* Mill.) türünün muhtelif araştırmacılar tarafından bulunan normal odunlarına ait teknolojik özellikleri ile ilgili değerler Çizelge 1.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 1.4 Kestane (*Castanea sativa* Mill.) odununun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri (Berkel, 1970).

Özellik		Birim	Ortalama Değer	Simge
Tam Kuru Özgöl Kütle		gr/cm ³	0.59	D ₀
Hava Kuru Özgöl Kütle		gr/cm ³	0.63	D ₁₂
Daralma yüzdesi	Teğet Yönde	%	6.4	β _t
	Radyal Yönde	%	4.3	β _r
	Hacmen	%	11.3	β _v
Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci		kg/cm ²	500	σ _B
Eğilme Direnci		kg/cm ²	770	σ _E
Dinamik Eğilme Direnci		kgm/cm ²	0.57	a
Liflere Paralel Yönde Çekme Direnci		kg/cm ²	1350	σ _Ç //
Liflere Paralel Makaslama Direnci			80 - 95	σ _M //
Brinell Sertlik	Liflere Paralel	kg/mm ²	3.8	B _S //
	Liflere Dik	kg/mm ²	1.8	B _⊥

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOD

2.1 MATERYAL

Ahşap Tekne yapımında kullanılan doğada eğri olarak büyümüş Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacının bazı önemli fiziksel ve mekaniksel özelliklerini saptamak üzere orman mıntıkasından dikili olarak deneme ağaçları alınmıştır. Deneme ağaçları, Bartın Orman İşletme Müdürlüğü Günye Orman İşletme Şefliği Günye serisi 45 no'lu bölmeden alınmıştır. Meşçere, Kayın (*Fagus orientalis*), Gürgen (*Carpinus betulus* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill.) türlerinin karışımından oluşmaktadır. Bu mıntıkada göğüs çapı 54, 67 ve 38 cm olan 3 adet eğri olarak büyümüş kestane örnek ağaç olarak seçilmiştir.

Seçilen deneme ağaçları orman da geniş oranda gezerek gerek kabuk görünüşü, gerekse gövde formu bakımından ahşap tekne yapımına uygun eğrilikte olanlardan belirlenmiştir. Deneme ağaçlarının belirlenmesi sırasında eğrilik oranlarının, tekne yapımına uygun olacak şekilde olmasına özen gösterilmiştir. Şekil 2.1 'de materyal olarak seçilen Kestane ağacı ve kesilen gövde parçaları gösterilmiştir. Ayrıca alınan deneme ağaçlarının genel özellikleri Çizelge 2.1 'de topluca gösterilmiştir.



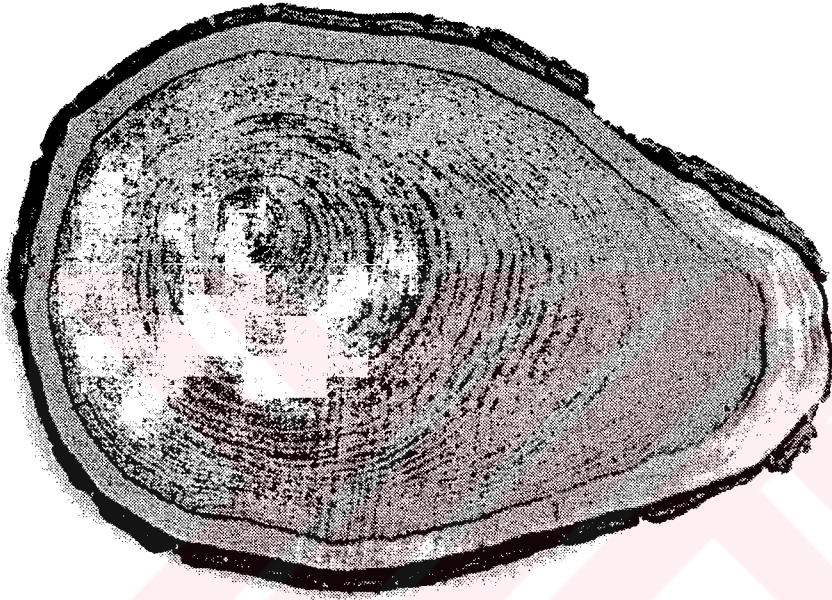
Şekil 2.1 Kestane ağacı ve kesilen gövde parçaları.

Deneme ağaçları toprağa yakın yerden kesilerek devrilmiş ve dalları kabuk hizasından temizlenmiştir. Daha sonra enine kesitleri makroskopik olarak incelenerek eğri gövdelerde bulunan eksantrik gövde oluşumu ve derecesi saptanmıştır.

Bu işlemleri takiben deneme numunelerinin elde olunacağı gövde parçaları, eğri kısım deneme gövdesi içinde kalacak şekilde dip uçtan 1 metrelik kısım ayrıldıktan sonra 2 metre uzunluğunda olmak üzere alınmıştır. Deneme gövdelerinin kalın enine kesitlerinde bulunan çekme odunu yönünde en büyük çap ölçülmüş, bulunan değer ikiye bölünerek orta nokta saptanmış ve bu noktanın çevreye uzaklığı hesaplanmıştır. Bunu takiben, bu orta noktaya göre ağaç özünün

uzaklığı ölçülmüş ve bu iki uzunluk birbirine oranlanmak sureti ile özün merkezden sapma miktarı üç adet deneme ağacımızda % 30 olarak bulunmuştur.

Şekil 2.2’de deneme ağacı olarak alınan Kestane (*Castanea sativa* Mill.)gövdesinin enine kesiti gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Gövde enine kesiti.

Çizelge 2.1 Deneme ağaçlarının özellikleri

Orman İşl. ve Bölgesi	Ağaç No	Ağaç 1.30 çap (cm)	Özün merkezden sapma oranı (%)	Eğrilik Oranı (%)	Lif Kıvrıklığı (%)	Yaş	Ağaç Boyu (m)	Dallanma Yüksekliği (m)	Yetiştirme Muhiti			Meşcere Tipi
									Rakım (m)	Bakı	Meyil (%)	
BARTIN-Günye	1	54	30	22	-	73	12,50	7,2	400	güney	35	kayın+kestane
"	2	67	30	22	3	87	14,70	9,7	350	güney-batı	40	kayın+kestane
"	3	38	30	22	-	46	9,30	5,6	380	güney	28	kayın+kestane

Materyal olarak seçilen 3 adet Kestane odununda lif kıvrıklığı hesap edilmiştir. 2 No'lu örnek ağaçtan elde edilen 2 metrelik kısımda %3 nispetinde lif kıvrıklığı tespit edilmiştir. Deney numuneleri hazırlanırken bu kısımlardan faydalanılmamıştır. Ahşap tekne yapımıcılığında da lif kıvrıklığına rastlanılan odunlar kullanılmamaktadır.

Basit eğriliğin bulunduğu deneme gövdelerinde TS 3283 esaslarına göre, eğriliğin en fazla olduğu yerin tomruk boyundan sapması hesaplanmış ve eğrilik oranı 0.22 olarak bulunmuştur. Bu eğrilik oranı, tekne yapımında kullanım yeri amacına uygun ve iyi bir yapı verebilen ölçülerdedir.

2.1.1 Deney Materyalinin Hazırlanması

Seçilen kestane tomrukları fiziksel ve mekaniksel araştırmalar için gerekli standart ölçülerde numunelere ayrılmak üzere piyasada anlaşılan tomruk biçme tesisine getirilmiştir.

Her bir deneme gövdesi ilk önce, özden geçmek üzere boyuna yönde şerit testerede ikiye bölünmüş, böylece normal odun kısmı çekme odunundan ayrılmıştır. Geniş kalas çekme odununu, dar parça ise normal odunu içermektedir. Böylece her bir tomrukta oluşmuş çekme odununun mekaniksel ve fiziksel özellikleri ile aksi yöndeki normal odununun fiziksel ve mekaniksel özellikleri tespit ederek karşılaştırma yapılması sağlanacaktır. Daha sonra çekme odunu ve

normal odun bulunan gövde parçaları öz ortada kalacak ve radyal yönde olmak üzere 6 cm kalınlığında kalaslara ayrıldı.

Deneme gövde kısımlarından elde olunan 2 metre boyunda 6 cm kalınlıktaki tahtaların her birinden 3 cm genişlikte çıtalar alınarak 2x2x30 cm boyutlarında deneme çıtaları işlenmiş ve Eğilme Direnci, Dinamik Eğilme Direnci (Şok Direnci) için kullanılmıştır. Bu çıtalar kalınlık makinasında işlenerek 20x20x30 mm boyutlarında liflere paralel basınç direnci numuneleri, 20x20x20 mm boyutlarındaki özgül kütle numuneleri ve tekrar kalınlıkta işlenerek 1.5 cm kalınlığa indirilen tahtalardan standart ölçülerde liflere paralel çekme direnci numuneleri elde edilmiştir.

Diğer kalas parçaları 30x30x100 mm ve 30x30x15 mm boyutlarına getirildikten sonra çalışma numuneleri, 50x50x50 mm boyutlarında Brinell Sertlik numuneleri ve 40x60x80 mm boyutlarında özel şekilli makaslama numuneleri elde edilmiştir.

Numune sayısı ise, düşünülen amaca, deneyden beklenen sıhhat derecesine göre belirlenmiştir.

Numuneler işlenmelerinden sonra 20 ± 2 °C sıcaklık ve 65 ± 5 bağıl memi içeren klima odasında klimatize edilmiştir.

Odunun mekanik özelliklerinin tespitine ait deneyler çeşitli etkiler meydana getiren Üniversal Materyal Deneme Makinasında yapılmıştır. Bu makinalarda çeşitli direnç deneyleri için gerekli kuvvetleri sağlamak, numune üzerine tesir eden kuvvetleri ölçmek ve kaydetmek, yüklemelerin numunede meydana getirdiği deformasyonları takip ve tespit etmek mümkün olmaktadır.

2.2 METOD

Doğada eğri olarak büyümüş Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağacından alınan deney materyallerinde bazı önemli fiziksel ve mekaniksel özellikler araştırılmıştır. Bunlar özgül kütle tayini, odunun çalışması, liflere paralel yönde basınç direnci, liflere paralel yönde çekme direnci, eğilme direnci, makaslama direnci, Brinell-Sertlik deneyleridir.

2.2.1 Fiziksel Özellikler

Ağaç malzemenin fiziksel özelliklerinden olan özgül kütle, odunun daralma ve genişleme deneyleri araştırma konusu deneme ağacı üzerinde yapılmıştır.

Özgül kütle; odunun termik, akustik ve elektriksel özellikleri, odun-su ilişkileri, birim hacimden elde edilebilecek hücre çeperi miktarı, aşınmaya karşı gösterdiği mukavemet, taşıma, tutkallama, kurutma, emprenye ve işlenebilme özellikleri gibi vasıflarını etilediği için önemli bir kriter olmaktadır.

2.2.1.1 Hava Kuru Özgöl Kütle Tayini

Özgöl kütle örnekleri, iklim odasında $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 5$ bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin $\%12$ olması sağlanmıştır. Örnekler her 3 yönde (boyuna, radyal, teğet) 0.01 mm hassasiyette ölçme yapabilen mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır. Örneklerin ağırlıkları 0.0001 gr duyarlıklı hassas terazide belirlenmiş ve aşağıdaki 2.1 no'lu eşitlikten hava kuru özgöl kütleleri hesaplanmıştır .

$$\rho_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \dots\dots\dots (2.1)$$

ρ_{12} = Hava kuru özgöl kütle (gr/cm³)

M_{12} = Hava kuru kütle (gr)

V_{12} = Hava kuru hacim (cm³)

Örneklerin rutubetleri, tam kuru haldeki ağırlıkları (M_0) tartıldıktan sonra,

$$r = \frac{M_r - M_0}{M_0} \times 100$$

eşitliğinden hesaplanmıştır .

Hesaplanan rutubet miktarları %9-15 arasında değerler aldığından, farklı rutubet miktarlarındaki özgül kütle değerlerinin, %12 rutubetteki özgül kütle değerlerine dönüştürülmesi için TS 2471'deki eşitlik kullanılmıştır.

$$\rho_{12} = r \left(1 - \frac{(1 - 0.85 \rho_r)(r - 12)}{100} \right)$$

ρ_{12} = % 12 rutubetteki özgül kütle (gr/cm³)

ρ_r = r rutubetteki özgül kütle (gr/cm³)

r = örnek rutubeti (%)

2.2.1.2 Tam Kuru Özgül Kütle

Tam kuru özgül kütle tayini TS 2472'ye göre yapılmıştır. Buna göre, 20x20x30 mm boyutlarındaki deney numuneleri hassas terazide tartılarak ilk ağırlıkları (M_r) belirlenmiştir. 103±2°C'deki etüve yerleştirilen numune örnekleri 24 saat tam kuru ağırlığa ulaşınca kadar kademeli olarak önce 60-80°C sonra 103±2°C olmak üzere kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan odun numuneleri desikatörde soğutulmuş ve hassas terazide tartılarak tam kuru ağırlıkları (M_0) belirlenmiştir. Odun numunelerinin rutubeti 2.2 no'lu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Rutubet (\%)} = (M_r - M_0 / M_0) \times 100 \dots\dots\dots(2.2)$$

Fırından çıkarılan ve desikatörde soğutulan örnekler tartılarak aşağıdaki eşitlik ile tam kuru özgül kütleleri hesaplanmıştır.

$$\rho_0 = \frac{M_0}{V_0} \text{ gr/cm}^3$$

ρ_0 = Tam kuru özgül kütle (gr/cm³)

M_0 = Tam kuru ağırlık (gr)

V_0 = Tam kuru hacim (cm³)

2.2.1.3 Sorpsiyon Denemeleri (Odun-Su İlişkileri)

Odunun boyuna, radyal ve teğet yönlerdeki daralma ve genişleme miktarlarının ölçümü TS 4083 ve TS 4084'e göre yürütülmüştür.

Boyuna yöndeki daralma ve genişlemelerin bulunmasında 30x30x100 mm, radyal ve teğet yönlerdeki daralma ve genişlemelerin bulunmasında ise 30x30x15 mm ölçülerinde hazırlanmış tam radyal ve tam teğet yönleri ihtiva eden numuneler kullanılmıştır.

Daralma miktarının bulunmasında; deney numuneleri içerisinde su bulunan desikatöre konulmuş, desikatördeki hava bir vakum aletine bağlanarak numunelerin su almaları hızlandırılmış ve suyun dibine çökmesi sağlanmıştır. Doygun hale gelen numuneler desikatörden çıkarılarak mikrometrik

kompas yardımı ile mm olarak ölçülmüştür. Daha sonra hava kurusu hale gelinceye kadar laboratuvar koşullarında bekletilen numuneler kurutma fırınında 103 ± 2 °C sıcaklıkta tam kuru hale kadar bekletilmiş ve boyutları mm olarak ölçülmüştür.

Ölçmelerden sonra Boyuna , radyal ve teğet yönlerdeki daralma yüzdeleri 2.3 no'lu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\beta = \frac{\text{Doygun Haldeki Ölçü} - \text{Tam Kuru Haldeki Ölçü}}{\text{Doygun Haldeki Ölçü}} \times 100 \dots \dots \dots (2.3)$$

Boyuna, teğet ve radyal yöndeki daralmalar için ayrı ayrı değerler hesaplanmış, hacimsel daralma miktarı (β_v) ise teğet ve radyal yöndeki daralma yüzdelerinin toplamından elde edilmiştir. Boyuna yöndeki daralma yüzdesi hesaplamalara dahil edilmemiştir.

$$\beta_v = \beta_t + \beta_r$$

Genişleme miktarının bulunmasında ise, hava kurusu haldeki deney numuneleri kurutma fırınında tam kuru hale gelinceye kadar kurutularak, mikrometreli kompas ile ölçümleri yapıldı. Daha sonra numuneler vakumlu desikatörde su içine gömülerek tam yaş hale getirildikten sonra mm olarak ölçümleri yapıldı.

Ölçümlerden sonra, boyuna, radyal ve teğet yönlerdeki genişleme yüzdeleri 2.4 No'lu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

Doygun Haldeki Ölçü - Tam Kuru Haldeki Ölçü

$$\alpha = \frac{\text{Doygun Haldeki Ölçü} - \text{Tam Kuru Haldeki Ölçü}}{\text{Tam Kuru Haldeki Ölçü}} \times 100 \dots \dots \dots (2.4)$$

Hacimsel genişleme miktarı (α_v), teğet ve radyal yönlerdeki genişleme yüzdelерinin toplamından elde edilmiş, boyuna genişleme yüzdesi hesap edilmemiştir.

$$\alpha_v = \alpha_t + \alpha_r$$

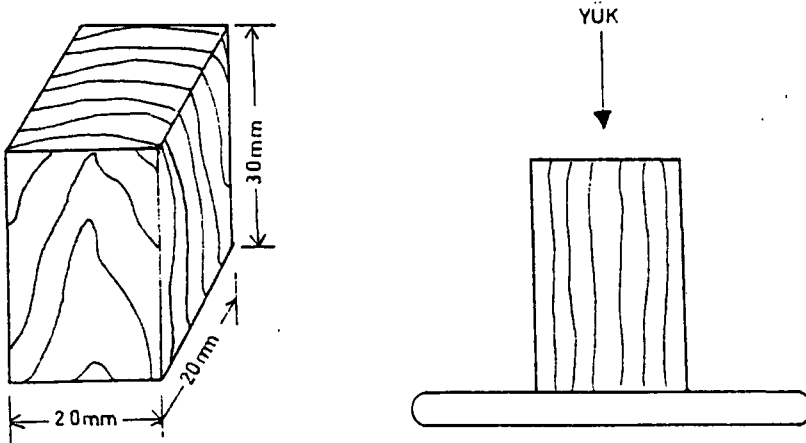
2.2.2 Mekaniksel Özellikler

Deneylerde 1-10 ton kapasiteli üniversal deney makinası kullanılmıştır. Mekanik özellikler olarak, liflere paralel basınç, liflere paralel eğilme, dinamik eğilme, liflere paralel çekme, makaslama dirençleri ile Brinell sertlik değeri deneyleri yapılmıştır.

2.2.2.1 Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel doğrultuda, birbirine ters yönde gittikçe artan bir basınç uygulayarak numuneleri sıkıştırmaya, ezmeye çalışan kuvvetlere karşı kırılma anındaki gerilmedir (Z). Liflere paralel yönde basınç direnci için numuneler, lif doğrultusundaki boyu 30 mm ve enkesit kenarları 20 mm olan kare prizma biçiminde şekil 2.3’de görüldüğü gibi hazırlanmıştır. Deney numunelerinin basınç

yüzeyleri birbirine paralel, bitişik yüzeyler ise birbirine dik olacaktır. Deney, TS 2595 esaslarına göre yürütülmüştür.



Şekil 2.3 Liflere paralel basınç direnci numune boyutları.

Deneyden evvel mikrometreli kompas ile numunelerin enkesit yüzeyleri (F) hesaplanmıştır. İklim odasında $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında klimatize edilerek $\%12$ hava kurusu rutubete getirilen numuneler, Üniuersal Ağaç Deneme makinasında ASTM normuna göre tespit edilen basıncın dakikada 200-300 kg/cm^2 artırılmak suretiyle liflere paralel yönde kırılma anına kadar basınca tabi tutulmuştur. Numunenin kırılma anındaki maksimal basınç miktarı ($P_{\max}$) makinanın kadranından okunarak tespit edilmiş ve 2.5 No'lu eşitlikten faydalınılarak kg/cm^2 cinsinden liflere paralel yöndeki basınç direnci bulunmuştur.

$$\sigma_{B//} = \frac{F_{\max}}{a \times b} \dots\dots\dots(2.5)$$

$\sigma_{B//}$ = Liflere paralel basınç direnci (kgf/cm²)

F_{max} = Kırılma anındaki kuvvet (kgf)

Deneylerden sonra TS 2471 esaslarına göre her bir numune rutubet miktarı belirlenmiş ve rutubetleri %12'den farklı olan örneklerin basınç direnci değerleri, aşağıdaki eşitlikten %12 rutubetteki değerlere dönüştürülmüştür.

$$\sigma_{B//}(12) = \sigma_{B//} ((1+0.05(r-12)))$$

$\sigma_{B//} (12)$ = %12 rutubetteki basınç direnci (kgf/cm²)

$\sigma_{B//}$ = % r rutubetteki basınç direnci (kgf/cm²)

r = Deney anındaki örnek rutubeti

Liflere Paralel Basınç Direnci ile Özgül Kütle Arasındaki İlişkinin tespitinde ise; denemelere başlamadan hemen evvelinde hava kurusu özgül kütleyi belirlemek için her örneğin ağırlığı ve hacmi bulunmuştur.

$$D_{12} = \text{Ağırlık/Hacim g/cm}^3$$

Aynı örneklerin basınç direnci değerleri deneyden sonra bulunarak regresyon analizleri yapılmıştır. Özgül kütle tayini ile deneyin yapılması arasında fazla süre geçirilmemiş, böylece örneğin rutubetinde değişiklik olmaması sağlanmıştır.

Basınç direnci ile özgül kütle arasındaki ilişkiye dayanarak ve yapraklı ağaçlar birbirinden ayrı tutarak, karşılaştırma yapabilmek amacı ile statik kalite değeri kullanılmaktadır. Bu değer aşağıda verilen 2.6 No'lu eşitlikten belirlenmiştir.

$$I = \delta_B / 100 \times D_{12} \dots \dots \dots (2.6)$$

Burada;

$$\delta_B = \%12 \text{ rutubet derecesindeki basınç direnci, Kg/cm}^2$$

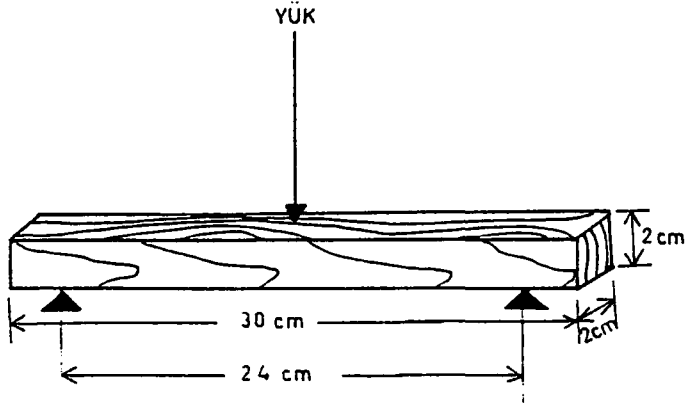
$$D_{12} = \%12 \text{ rutubetteki özgül kütle, g/cm}^3$$

Bu itibarla statik kalite değeri, Ahşap Tekne yapımcılığı gibi direnç özellikleri yüksek istekler gösteren kullanım yerleri örneğin , emniyet gerilmelerinin çok yüksek olması istenen ağaç konstrüksiyonlarda önemlidir.

Kestane normal odunununda bu formül ile statik kalite değeri hesaplanacak ve karşılaştırması yapılacaktır.

2.2.2.2 Eğilme Direnci

Eğilme direncini belirlemek için numuneler, şekil 2.3'de görüldüğü gibi lif doğrultusundaki boyu 300 mm ve kare enkesinin kenarları 20 mm olan dik prizma şeklinde hazırlanmış. Deney TS 2474 esaslarına göre yürütülmüştür.



Şekil 2.4 Eğilme direnci numune boyutları.

Deney öncesi, klimatize edilerek hava kurusu %12 rutubetteki her bir örneğin orta yerinden olmak üzere, genişliği yıllık halkalara dik yönde (b), kalınlığı (h) teğetsel yönde mikrometreli kompas ile 0.1 mm duyarlıkta ölçülmüştür.

Numuneler Üniversal Deneme Makinasının aralıkları (L) 24 cm olan iki istinad noktası üzerine yerleştirildi. Numunelere yıllık halkalara teğet olmak üzere mesnet açıklığının orta kısmından kırılma gerçekleşinceye kadar, dakikada üniform olarak 400 kg/cm^2 artan bir basınç tatbik edildi. Daha sonra numunenin kırılma anındaki maksimal basınç miktarı deneme makinası kadranından okunmuştur. Her bir numune, eğilme direncinin hesaplanması için 2.7 No'lu eşitlikten faydalanılmıştır.

$$\sigma_e = \frac{3xFxL}{2xaxb^2} \dots\dots\dots (2.7)$$

σ_e = Eğilme direnci (kgf/cm²)

F = Kırılma anındaki kuvvet (kgf)

L = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

a = Örnek genişliği (cm)

b = Örnek kalınlığı (cm)

Deney esnasında, numunelerde kuvvetin tatbik edildiği yerde basınç etkisi ile ezilmeyi önlemek üzere deneme makinasının basınç tablası ile numune arasına ve numune ile istinat yatağı arasına kare enkesiti 20 mm olan 10 mm boyunda süvariler konmuştur.

Deneyden sonra, kırılma bölgesine yakın kısımlardan alınan örneklerde rutubet belirlenmiş, rutubetleri %12'den farklı olan numuneler, odun rutubetinin %1 lik artışına karşılık eğilme direncinde %4 azaldığı esasına göre düzeltmeler yapılmıştır.

$$\sigma_e(12) = \sigma_e((1 + 0.04(r - 12)))$$

$$\sigma_e(12) = \% 12 \text{ rutubetteki eğilme direnci (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_e = \% r \text{ rutubetteki eğilme direnci (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$r = \text{Deney anındaki örnek rutubeti (\%)}$$

Eğilme Direnci ile Hava Kuru Özgül Kütle Arasındaki İlişkinin belirlenmesinde ise; denemelerden hemen sonra rutubet tayini için deney parçalarının kırılma

67

Deneyden önce klimatize edilerek hava kurusu %12 rutubete getirilen numunelerin orta kısımlarında kalınlık (a) ve genişlik (b) 0.01 mm duyarlılıktaki kompas ile ölçülerek enine kesit alanı (F) bulunmuştur. Numunelerin iki baş kısmı makina germe tertibatında özel kamalar yardımıyla sıkıştırılmış ve numunenin makinada gerilmesinde numune boyuna eksenine ile kuvvet tesir yönünün aynı doğrultuda olmasına dikkat edilmiştir. Deney cihazına bağlanan numuneler kopuncaya kadar, dakikada 600 kgf/ cm² lik bir kuvvetle çekilmiş ve numunenin koptuğu andaki maksimal kuvvet (P_{max}) aletin kadranında okunarak tespit edilmiştir. Liflere paralel çekme direnci 2.8 No'lu eşitlikten faydalanılarak hesap edilmiştir.

$$\sigma_{\varphi} = P_{\max} / F \text{ (kgf/cm}^2 \text{)} \dots\dots\dots (2.8)$$

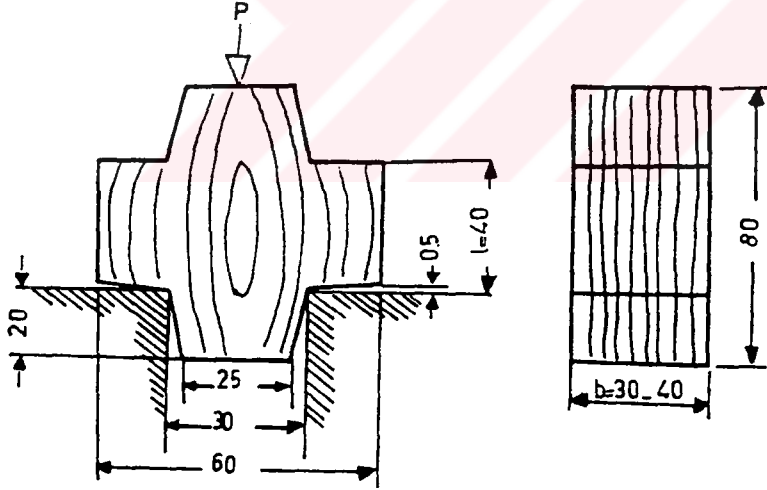
Deneyden sonra kopma yerlerine yakın kısımdan alınan örneklerde rutubet hesaplanmış, rutubetleri %12'den farklı olan örnekler odun rutubetinin %1 artmasına karşılık liflere paralel yönde çekme direncinin 0.03 azaldığı esasına göre hesaplar yapılmıştır.

Liflere Paralel Yönde Çekme Direnci ile Özgül Kütle Arasındaki İlişkinin belirlenmesinde ise; deneme örneklerinin özgül kütlelerini bulmak amacı ile kopma yerlerine yakın kısımlardan parçalar alınmış bu parçalar tartılmıştır. Daha sonra 3 boyutu ölçülerek hesaplanan hacim değerine bölünmüş özgül kütle bulunarak regresyon analizine geçilmiştir.

2.2.2.4 Liflere Paralel Makaslama Direnci

Belirli şekil ve büyüklükteki ağaç numunelerin çeşitli lifler doğrultusunda makaslama kuvvetleri karşısındaki direnci tespit için yapılmaktadır. Deney TS 3459 esaslarına göre yürütülmüştür.

Liflere paralel yönde makaslama direnci için 4x6x8 cm boyutlarında, iki tarafı çıkıntılı şekil 2.6’de gösterilen numuneler hazırlanmıştır. Deneyden önce klimatize edilerek hava kurusu %12 rutubete getirilen numunelerde makaslama yüzeyi genişliği (b) ve uzunluğu (l) mikrometreli kompas ile ölçülerek kesit yüzeyi (F) hesaplandı.



Şekil 2.6 Makaslama direnci deney numune boyutları.

Deney numunesinin çıkıntılı ve eğimli kısımları altta olacak şekilde test cihazına bağlanmış, üst taraftan orta kısım yüzeyine yük uygulanmaya başlandıktan 1.5-2

dakikada kırılma gerçekleştirilmiştir. Kırılma anındaki maksimal değer (P_{max}) makinanın kadranından okunmuş ve okunan bu değer yüzey alanına bölünerek 2.9 No'lu eşitlikten faydalanılarak liflere paralel yönde makaslama direnci hesaplanmıştır.

$$\sigma_m = \frac{F_{max}}{2l \times b} \dots\dots\dots(2.9)$$

σ_m = Makaslama direnci (kgf/cm²)

F = Makaslama anındaki maksimum kuvvet (kg)

l = Kayma yüzeyi uzunluğu (cm)

b = Kayma yüzeyi genişliği (cm)

Deneyden sonra her bir numunenin rutubet miktarı belirlenerek, rutubetleri %12'den farklı örneklerin %1 rutubet artışına karşılık, makaslama dirençlerinin %3 azaldığı esasına göre düzeltmeler yapılmıştır.

$$\sigma_m (12) = \sigma_m ((1+0.03(r-12)))$$

$$\sigma_m (12) = \%12 \text{ rutubetteki makaslama direnci (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_m = \%r \text{ rutubetindeki makaslama direnci (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$r = \text{Deney anındaki örnek rutubeti (\%)}$$

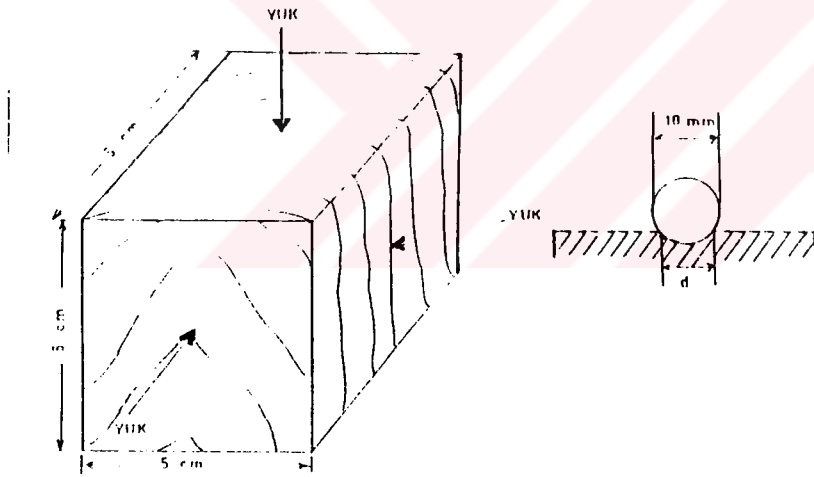
Makaslama Direnci ile Hava Kurusu Özgül Kütle Arasındaki ilişkinin tespitinde ise; deneme örneklerinin özgül kütlelerini bulmak amacı ile kırılma yerlerine yakın kısımlardan parçalar alınmış bu parçalar tartılmıştır. Daha sonra 3 boyutu

ölçülerek hesaplanan hacim değerine bölünmüş özgül kütle bulunarak regresyon analizine geçilmiştir.

2.2.2.5 Brinell Sertlik Değeri

Sertlik, ağaç malzeme içersine girmeye çalışan her hangi bir cisme karşı koyma olarak tarif edilmektedir.

Brinell sertlik deneyleri için numuneler 50x50x50 mm boyutlarında şekil 2.7’da görüldüğü gibi hazırlanmışve deneyler TS 2479 esaslarına göre yapılmıştır.



Şekil 2.7 Brinell-Sertlik deney numune boyutları.

Numuneler klimatize edilerek hava kurusu %12 rutubete getirilmiştir. Deney sırasında liflere paralel, yıllık halkalara dik ve teğet yönlerde kesitlerin orta noktalarına 10 mm çapındaki çelik küre ile 50 kg kuvvet uygulanacak şekilde

makinaaya yerleştirilmiştir. Maksimum kuvvete 15 saniyede ulaşacak şekilde hız ayarlanmış ve bu kuvvet etkisinde 30 saniye beklenmiştir.

Deney esnasında çelik kürenin numune içersinde meydana getirdiği çukur sınırının keskin ve belirli olabilmesi, çukur çapının 0.01 mm duyarlılıkta ölçülebilmesi için, çelik küre ile numune arasına karbon kağıdı konulmuştur.

Çukur çapları yıllık halka mikroskobu ile ± 5 mm duyarlılıkta ölçülerek, 2.10 No’lu eşitlikten Brinell sertlik değerı hesaplanmıştır.

$$H_B = 2P / \pi D [D - D^2 - d^2] \dots\dots\dots (2.10)$$

H_B = Brinell sertlik değerı (kg / mm²)

P = Uygulanan kuvvet (kg)

D = Brinell küresi çapı (mm)

d = Numune yüzey çukur çapı (mm)

Deneylerden sonra her bir numunenin rutubet miktarı belirlenerek, rutubetleri %12’den farklı numunelerin %1 rutubet artışına karşılık, liflere paralel Brinell değerinin %4 azaldığı, liflere dik yönde Brinell değerinin %2.5 azaldığı esasına göre düzeltilmeler yapılmıştır.

Brinell Sertlik İle Özgöl Kütle Arasındaki İlişkinin belirlenmesinde ise; deneme örneklerinin Özgöl Kütlelerini bulmak amacı ile denemeden hemen sonra ağırlıklar tartılmış boyutlar ölçülmüştür. Daha sonra hacim değeri üç boyutu birbirine çarpmak sureti ile elde edilmiş ve özgöl kütle bulunmuştur. Regresyon analizi sonucu bu ilişki enine yönde ortaya konmuştur.



Fiziksel özelliklerden hava kurusu özgül kütle, tam kuru özgül kütle ve odunun sorpsiyon (odunun çalışması) deney bulguları aşağıda açıklanmıştır.

3.1.1 Özgül Kütle

Kestane (*Castanea sativa* Mill.) çekme odunu ve normal oduna ait deney numunelerinde hava kurusu ve tam kuru özgül kütle değerleri tespit edilmiştir.

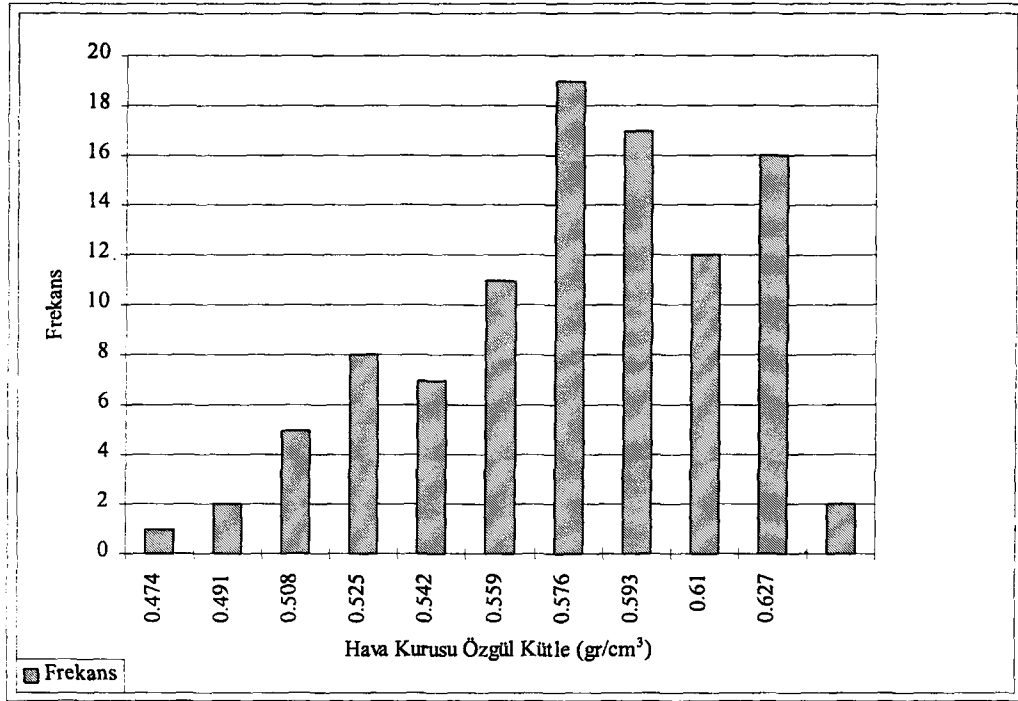
3.1.1.1 Hava Kurusu Özgül Kütle

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)'nin çekme odununa ait yapılan hesaplamalar sonucu bulunan özgül kütlenin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Normal odunun hava kurusu özgül kütle değerleri.

	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	30
Aritmetik Ortalama	X	0,535
Standart Sapma	$\pm S$	0,0141
Değişim Aralığı	R	0,516-0,561
Varyasyon Katsayısı	% V	2,63

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) çekme odununun hava kurusu özgül kütlelerinin minimum ve maksimum değerler arasında ne şekilde değiştiğini göstermek ve değişik özgül kütle değerlerinin toplam numune sayısına hangi oranlarda iştirak ettiği ve bu iştirak oranlarına dağılışını göstermek amacı ile varyasyon grafiği çizilmiştir. Eğrinin çiziminde hava kurusu özgül kütle grupları teşkil edilmiş ve her gruba giren numune sayısındaki yüzde iştirak oranı tespit edilmiştir. Sonra apsis ekseninde hava kurusu özgül kütle ve ordinat ekseninde her bir özgül kütle basamağındaki numunelerin % iştirak oranları gösterilmek suretiyle grafik çizilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Hava kuru özgül kütle varyasyon grafiği.

Doğada eğri olarak büyümüş Kestane’de rastlanılan çekme odununun en çok tekrarlanan hava kuru özgül kütle değeri %19 katılım oranı ile 0,576 gr/cm³’tür. Bu grafikte en fazla tekrarlanan eğilme direnci değeri 0,576 gr/cm³ olup, aritmetik ortalama değeri olan 0,571 gr/cm³, en fazla tekrarlanan değerlerin bir miktar üstünde yer almaktadır.

3.1.1.2. Tam Kuru Özgöl Kütle

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)’nin çekme odununa ait yapılan hesaplamalar sonucu bulunan tam kuru özgül kütlenin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Çekme odununun tam kuru özgül kütle değerleri.

	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	75
Aritmetik Ortalama	X	0,545
Standart Sapma	$\pm S$	0,024
Değişim Aralığı	R	0,489-0,596
Varyasyon Katsayısı	% V	4,40

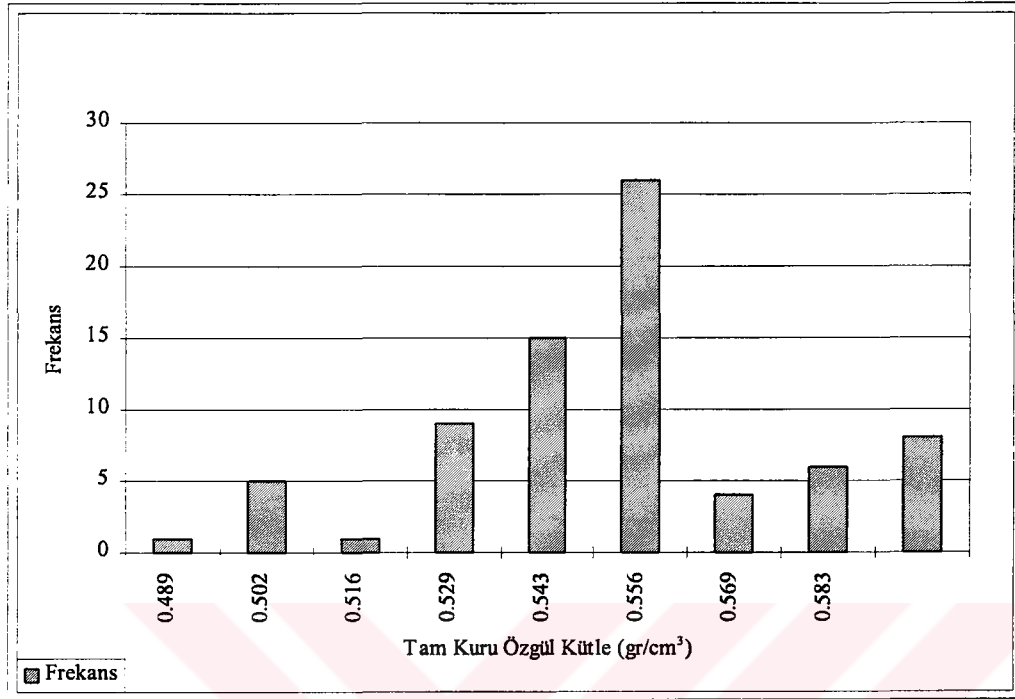
Normal odunun tam kuru özgül kütlelerinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4 Normal odunun tam kuru özgül kütle değerleri.

	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	50
Aritmetik Ortalama	X	0,517
Standart Sapma	$\pm S$	0,0217
Değişim Aralığı	R	0,476-0,555
Varyasyon Katsayısı	% V	4,19

Anadolu Kestane (*Castanae sativa* Mill.)’si çekme odununun tam kuru özgül kütlelerinin minimum ve maksimum değerler arasında ne şekilde değiştiğini göstermek ve değişik tam kuru özgül kütle değerlerinin toplam numune sayısına hangi oranlarda iştirak ettiği ve bu iştirak oranlarına dağılışını göstermek amacı ile varyasyon grafiği çizilmiştir. Eğrinin çiziminde hava kurusu özgül kütle grupları teşkil edilmiş ve her gruba giren numune sayısındaki yüzde iştirak oranı tespit edilmiştir. Sonra apsis eksenini üzerinde hava kurusu özgül kütle ve ordinat eksenini

üzerinde her bir özgül kütle basamağındaki numunelerin % iştirak oranları gösterilmek suretiyle grafik çizilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Tam kuru özgül kütle varyasyon grafiği.

Doğada eğri olarak büyümüş Kestane’de rastlanılan çekme odununun en çok tekrarlanan tam kuru özgül kütle değeri % 54,6 katılım oranı ile 0,555 gr/cm³ ve 0,542 gr/cm³ arasındadır. Aritmetik ortalama değeri olan 0,545 gr/cm³, en fazla tekrarlanan değerlerin arasında yer almaktadır.

3.1.2. Sorpsiyon Denemeleri (Odun -Su İlişkileri)

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)’nin çekme odununa ait yapılan hesaplamalar sonucu bulunan liflere paralel, radyal, teğet ayrıca hacim daralma

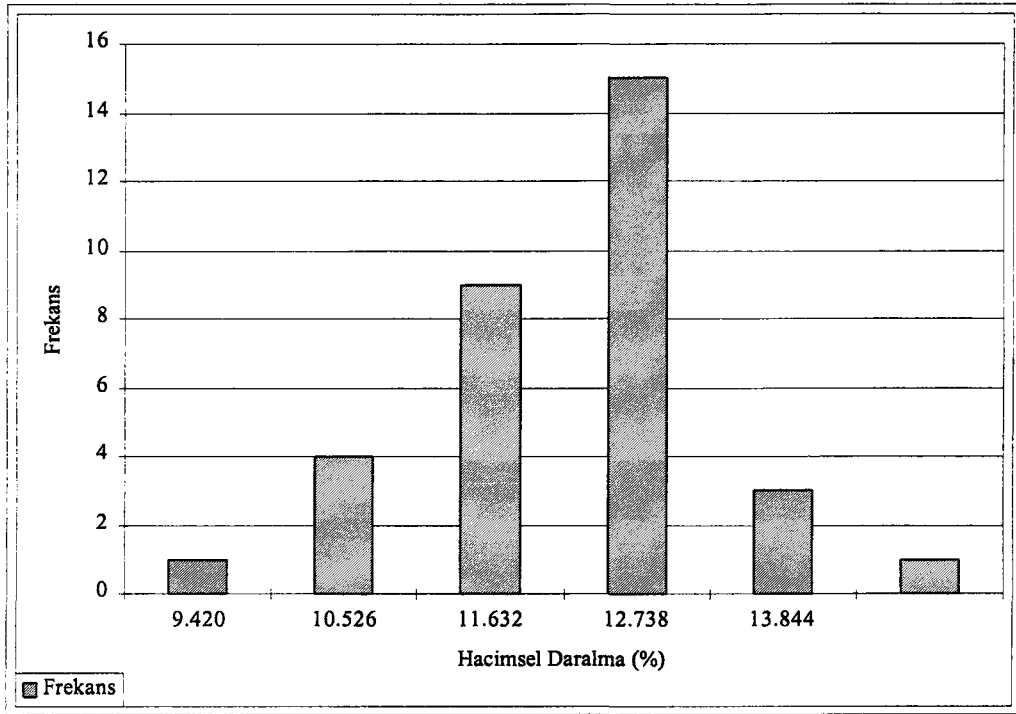
ve genişleme yüzdelerinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5 Çekme odununun daralma ve genişleme miktarları (%).

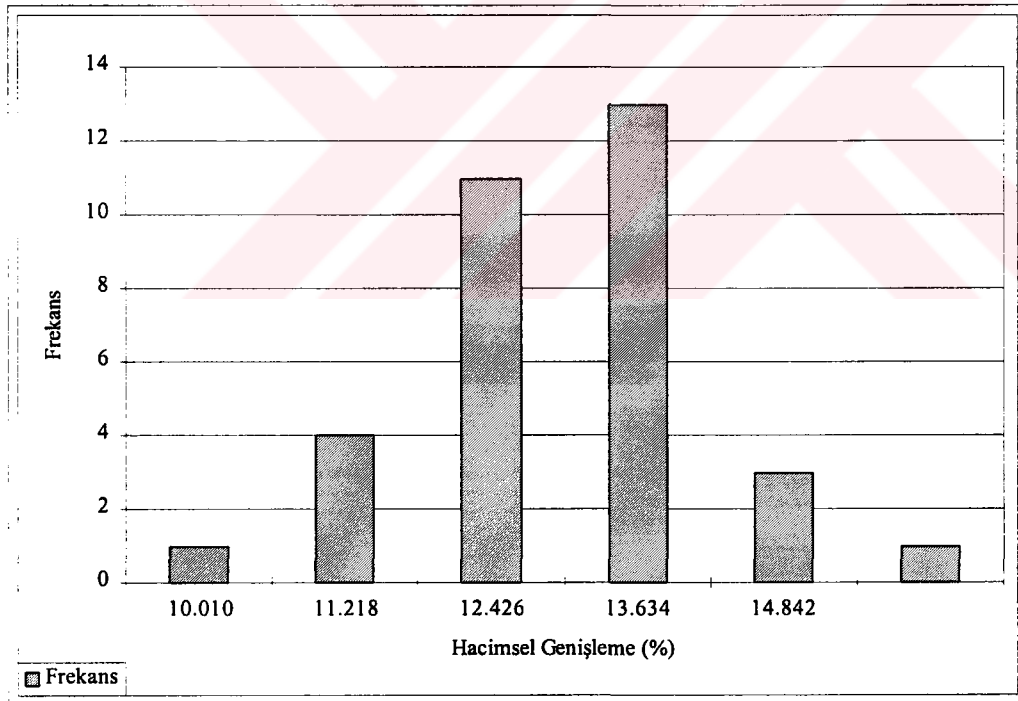
	Özel İşaretler	Çalışma Şekli	Liflere paralel %	Radyal yönde %	Teğet yönde %	Hacimsel %
Numune Sayısı	n	daralma	20	33	33	33
		genişleme	20	33	33	33
Aritmetik Ortalama	X	daralma	0,649	4,648	7,009	11,658
		genişleme	0,658	4,886	7,530	12,385
Standart Sapma	±S	daralma	0,159	0,647	0,922	1,153
		genişleme	0,160	0,722	0,919	1,248
Değişim Aralığı	R	daralma	0,32-1	3,77-6,72	4,92-8,44	9,42-14,95
		genişleme	0,32-1,01	3,94-7,22	5,53-8,94	10-16,05
Varyasyon Katsayısı	%V	daralma	24,49	13,92	13,15	9,89
		genişleme	24,31	14,77	12,20	10,07

Hacimsel daralma ve hacimsel genişleme miktarlarına ilişkin varyasyon grafikleri şekil 3.3 ve şekil 3.4’de verilmiştir.

Hacimsel daralma için, ençok tekrarlanan değer % 73,1 katılım oranı ile 11,632 ve 12,738 miktarları arasındadır. Ortalama hacimsel daralma değeri 12,015 olup bu değerler arasında bulunmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.3 Çekme odunu hacimsel daralma varyasyon grafiği.



Şekil 3.4 Çekme odunun hacimsel genişleme varyasyon grafiği.

Hacimsel genişleme için, ençok tekrarlanan değer % 72,6 katılım oranı ile 12,426 ve 13,634 değerleri arasındadır. Ortalama hacimsel genişleme değeri 12,896 olup bu değerler arasında bulunmaktadır.

Normal odununa ait yapılan hesaplamalar sonucu bulunan liflere paralel, radyal, teğet ayrıca, hacim daralma ve genişleme yüzdelerinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6 Normal odununun daralma ve genişleme miktarları.

	Özel İşaretler	Çalışma Şekli	Liflere paralel %	Radyal yönde %	Teğet yönde %	Hacimsel %
Numune Sayısı	n	daralma	20	30	30	30
		genişleme	20	30	30	30
Aritmetik Ortalama	X	daralma	0,666	4,851	7,186	12,015
		genişleme	0,670	5,103	7,759	12,896
Standart Sapma	±S	daralma	0,152	0,656	0,965	1,151
		genişleme	0,154	0,726	1,116	1,366
Değişim Aralığı	R	daralma	0,40-0,93	3,7-6,2	5,3-9,07	9,55-14,1
		genişleme	0,40-0,93	3,9-6,6	5,6-9,98	10-16,12
Varyasyon Katsayısı	%V	daralma	22,82	13,52	13,42	9,57
		genişleme	22,90	14,23	14,38	10,59

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)'nin çekme odununa ait yapılan hesaplamalar sonucu bulunan basınç direncinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7 Çekme odununun basınç direnci değerleri.

	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	50
Aritmetik Ortalama	X	441,06
Standart Sapma	$\pm S$	75,465
Değişim Aralığı	R	300-623
Varyasyon Katsayısı	% V	17,10

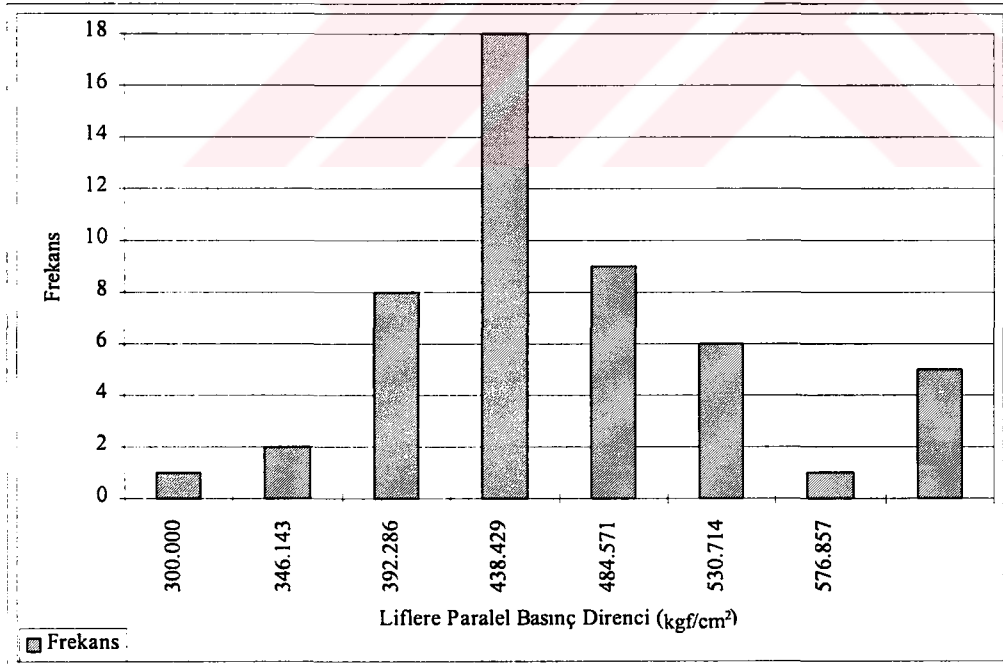
Normal odunun basınç direncinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Anadolu Kestane (*Castanea sativa* Mill.)'si çekme odununun basınç direncinin minimum ve maksimum değerler arasında ne şekilde değiştiğini göstermek ve değişik basınç direnci değerlerinin toplam numune sayısına hangi oranlarda iştirak ettiği ve bu iştirak oranlarına dağılışını göstermek amacı ile varyasyon grafiği

çizilmiştir. Eğrinin çizimi için basınç direnci grupları teşkil edilmiş ve her gruba giren numune sayısındaki yüzde iştirak oranı tespit edilmiştir. Sonra apsis ekseninde basınç direnci ve ordinat ekseninde her bir hava kurusu özgül kütle basamağındaki numunelerin % iştirak oranları gösterilmek suretiyle grafik çizilmiştir (Şekil 3.5).

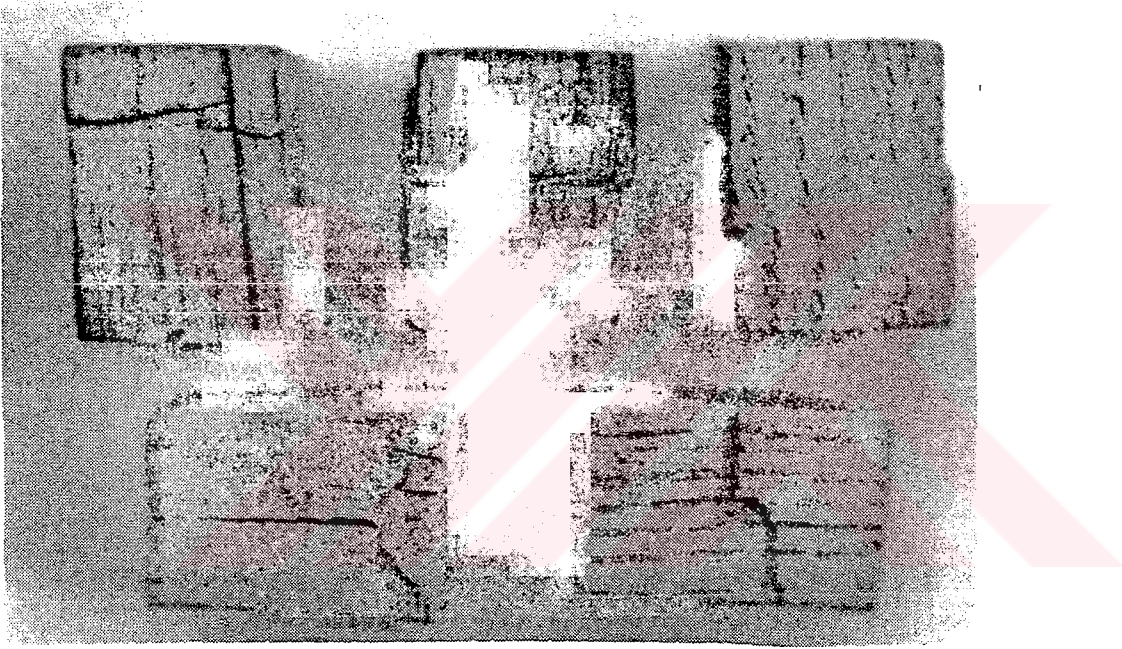
Çizelge 3.8 Normal odunun basınç direnci değerleri.

	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	41
Aritmetik Ortalama	X	459,82
Standart Sapma	$\pm S$	62,58
Değişim Aralığı	R	372-614
Varyasyon Katsayısı	% V	13,60



Şekil 3.5 Basınç direnci varyasyon grafiği.

Doğada eğri olarak büyümüş Kestane’de rastlanılan çekme odununun en çok tekrarlanan basınç direnci değeri % 36 katılım oranı ile 438,42 Kgf/cm² dir. Bu grafikte en fazla tekrarlanan basınç direnci değeri 438,42 Kgf/cm² olup, aritmetik ortalama değeri olan 459,82 Kgf/cm², en fazla tekrarlanan değerin bir miktar solunda bulunmaktadır.



Şekil 3.6 Liflere paralel basınç direnci denemelerinde numune kırılışı.

3.2.1.1 Basınç Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Hava kurusu özgül kütle ile basınç direnci arasındaki ilişkinin belirlenmesinde regresyon analizi metodundan yararlanılmıştır. Elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 3.9’da ve regresyon istatistikleri aşağıda özetle verilmiştir.

Regresyon İstatistikleri;

Korelasyon Katsayısı (r) = 0,915

Belirlilik Katsayısı (r^2) = 0,839

Standart Hata (S_{xy}) = 30,592

Örnek Sayısı (n) = 50

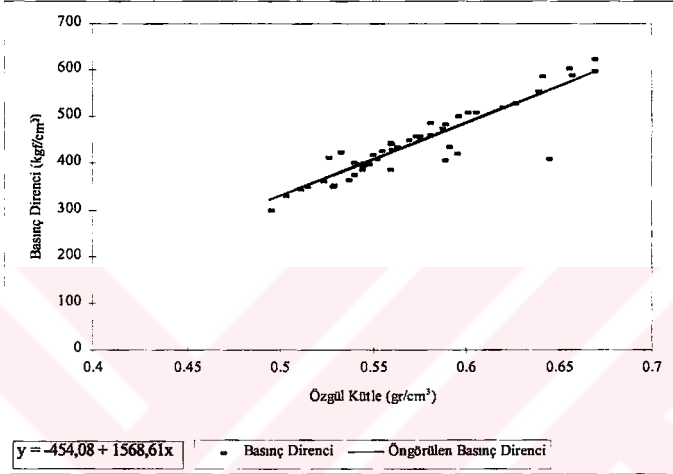
Çizelge 3.9 Basınç direnci ile hava kurusu özgül kütle ait regresyon analizi.

	Katsayılar	Standart Hata	$t_{Değeri}$	% 95 Düşük	% 95 Yüksek
SABİT	-454,087	56,761	-7,999	-568,213	-339,961
X DEĞİŞKENİ	1568,61	99,176	15,816	1369,21	1768,02

Buna göre, basınç direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon denklemi ($y = -454,087 + 1568,61X$) olarak Çizelge 3.9'daki verilerden düzenlenmiştir.

Basınç direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon doğrusuna ait grafik Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Grafiktende görüldüğü gibi ikisi arasında doğrusal ve artan bir ilişki vardır. Bulunan korelasyon katsayısı değeri 0.915 olduğundan ilişkinin çok kuvvetli olduğu söylenebilir. Burada ($n-2=50-2=48$) serbestlik derecesi ve 0.05 güven düzeyi için Çizelge 3.9'dan $t_{48,0.05} = 15,816$ bulunmuştur. $t_{hesap} = 15,816 > t_{tablo} = 2,010$ olduğu için sıfır varsayım (H_0) reddedilmiştir. Yani $r \neq 0$ yolundaki alternatif varsayım (H_a) kabul edilmiştir.

Sonuç olarak basınç direnci ve hava kuru özgül kütle arasında 0.05 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır.



Şekil 3.7 Liflere paralel basınç direnci ile hava kuru özgül kütle arasındaki ilişki.

3.2.1.2 Statik Kalite Değeri

Kestane çekme odununda, liflere paralel yönde basınç direnci değeri ve hava kuru özgül kütle değerinden hesaplanan ortalama statik kalite değeri 7,72 Km olarak bulunmuştur. Aynı şekilde normal odunun statik kalite değeri 8,59 Km olarak hesaplanmıştır. Orta sertlikteki yapraklı ağaçlarda statik kalite değeri 7 den aşağı olduğu takdirde kalite özelliği düşük, 7-8,5 arasında ise orta, 8.5 den yukarıda ise iyi olarak kabul edilmektedir (MONNIN, M, 1910).

Bu sınıflamaya göre çekme odununun orta derecede kalite özelliğine, normal odunun ise iyi derecede kalite özelliğine sahip olduğu bulunmuştur.

3.2.2. Eğilme Direnci

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)'in çekme odununa ait yapılan hesaplamalar sonucu bulunan eğilme direncinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10 Çekme odununun eğilme direnci değerleri.

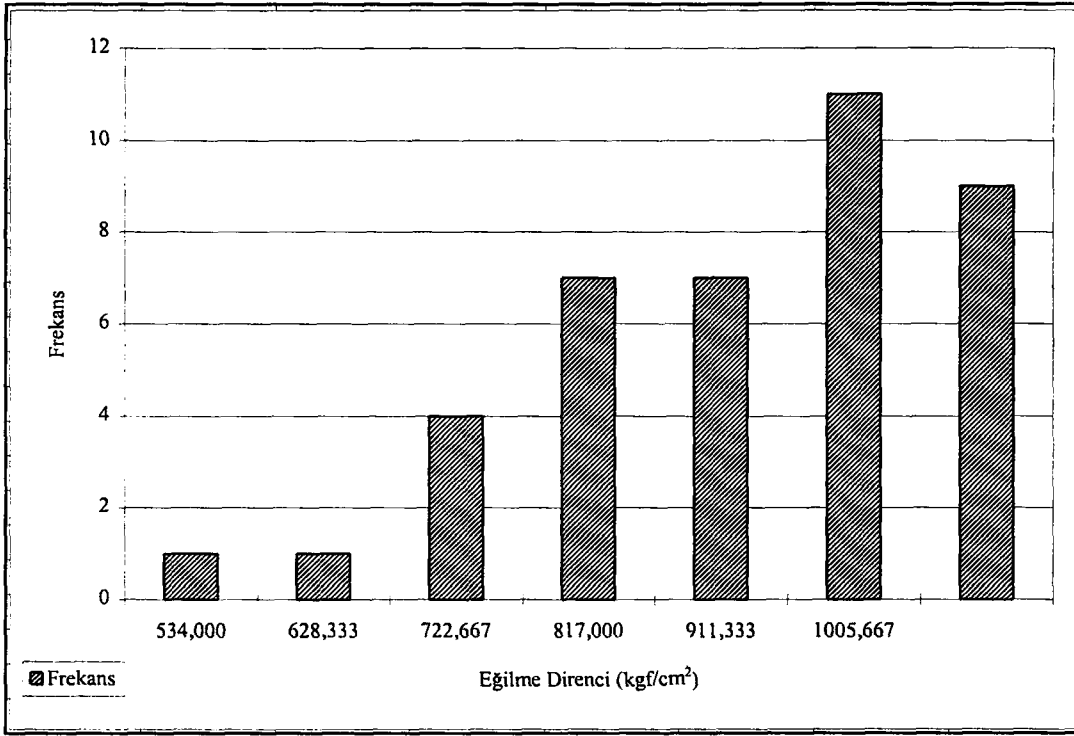
	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	40
Aritmatik Ortalama	X	877,25
Standart Sapma	± S	142,091
Değişim Aralığı	R	534-1100
Varyasyon Katsayısı	% V	16,19

Normal odunun eğilme direncinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11 Normal odunun eğilme direnci değerleri.

	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	40
Aritmatik Ortalama	X	905,97
Standart Sapma	± S	126,28
Değişim Aralığı	R	670-1164
Varyasyon Katsayısı	% V	13,93

Anadolu Kestane (*Castanea sativa* Mill.)'si çekme odununun eğilme direncinin minimum ve maksimum değerler arasında ne şekilde değiştiğini göstermek ve



Şekil 3.8 Eğilme direnci varyasyon grafiği.

Doğada eğri olarak büyümüş Kestane’de rastlanılan çekme odununun en çok tekrarlanan eğilme direnci değeri %45 katılım oranı ile 817 kgf/cm² ve 1005,6 kgf/cm² arasındadır. Bu grafikte en fazla tekrarlanan eğilme direnci değeri 817

kgf/cm²- 1005,6 kgf/ cm² olup, aritmetik ortalama değeri olan 877,25Kgf/cm², en fazla tekrarlanan değerlerin arasında yer almaktadır.



Şekil 3.9 Eğilme direnci deneyi numuneleri kırılışı.

3.2.1.1 Eğilme Direnci ile Hava Kuru Özgül Kütle Arasındaki İlişki

Hava kuru özgül kütle ile eğilme direnci arasındaki ilişkinin belirlenmesinde regresyon analizi metodundan yararlanılmıştır. Elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 3.12’ de ve regresyon istatistikleri aşağıda özetle verilmiştir.

Regresyon İstatistikleri;

Korelasyon Katsayısı (r) = 0,969

Belirlilik Katsayısı (r^2) = 0,939

Standart Hata (S_{xy}) = 35,350

Örnek Sayısı (n) = 40

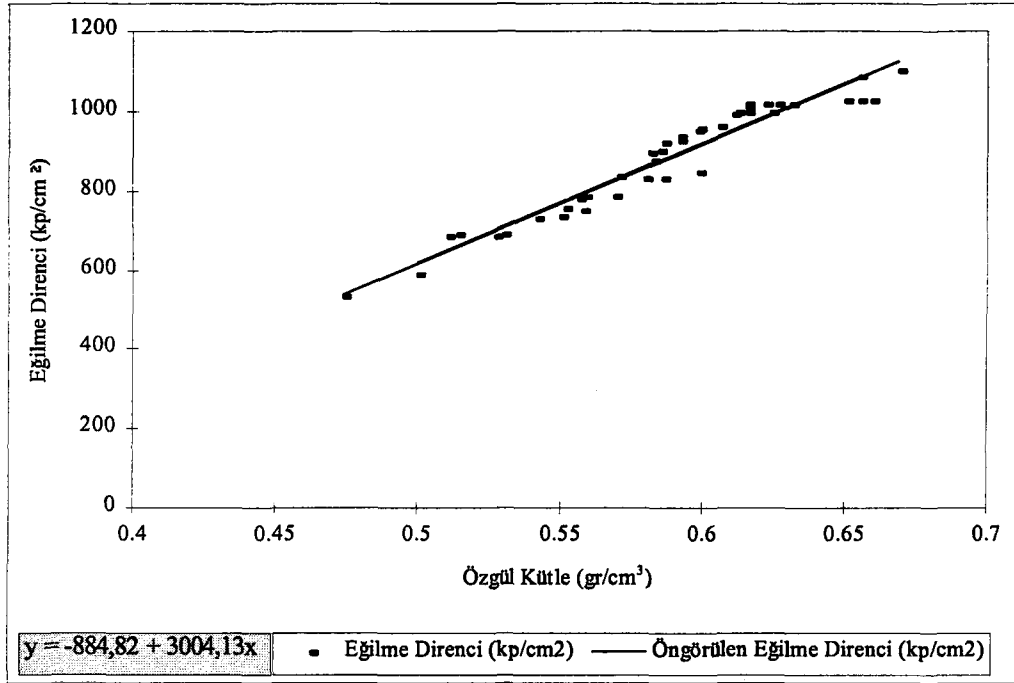
Çizelge 3.12 Eğilme direnci ile hava kurusu özgül kütleye ait regresyon analizi

	Katsayılar	Standart	t Değeri	% 95	% 95
		Hata		Düşük	Yüksek
SABİT	-884,824	72,629	-12,182	-1031,85	-737,793
X DEĞİŞKENİ	3004,132	123,457	24,333	2754,206	3254,059

Buna göre, eğilme direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon denklemi ($y = -884,824 + 3004,132X$) olarak Çizelge 3.12'deki verilerden düzenlenmiştir.

Eğilme direnci ile özgül kütle arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon doğrusuna ait grafik şekil 3.8'de gösterilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi ikisi arasında doğrusal ve artan bir ilişki vardır. Bulunan korelasyon katsayısı değeri 0.969 olduğundan ilişkinin çok kuvvetli olduğu söylenebilir.

Burada ($n-2=40-2=38$) serbestlik derecesi ve 0.05 güven düzeyi için Çizelge 3.12'den $t_{38,0.05} = 24,333$ bulunmuştur. $t_{hesap} = 24,333 > t_{tablo} = 2,024$ olduğu için sıfır varsayım (H_0) reddedilmiştir. Yani $r \neq 0$ yolundaki alternatif varsayım (H_a) kabul edilmiştir. Sonuç olarak eğilme direnci ve hava kurusu özgül kütle arasında 0.05 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır.



Şekil 3.10 Eğilme direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişki.

3.2.3. Liflere Paralel Yönde Çekme Direnci

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)'nin çekme odununa ait yapılan hesaplamalar sonucu bulunan liflere paralel yönde çekme direncinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.13'de verilmiştir.

Çizelge 3.13 Çekme odununun liflere paralel yönde çekme direnci değerleri.

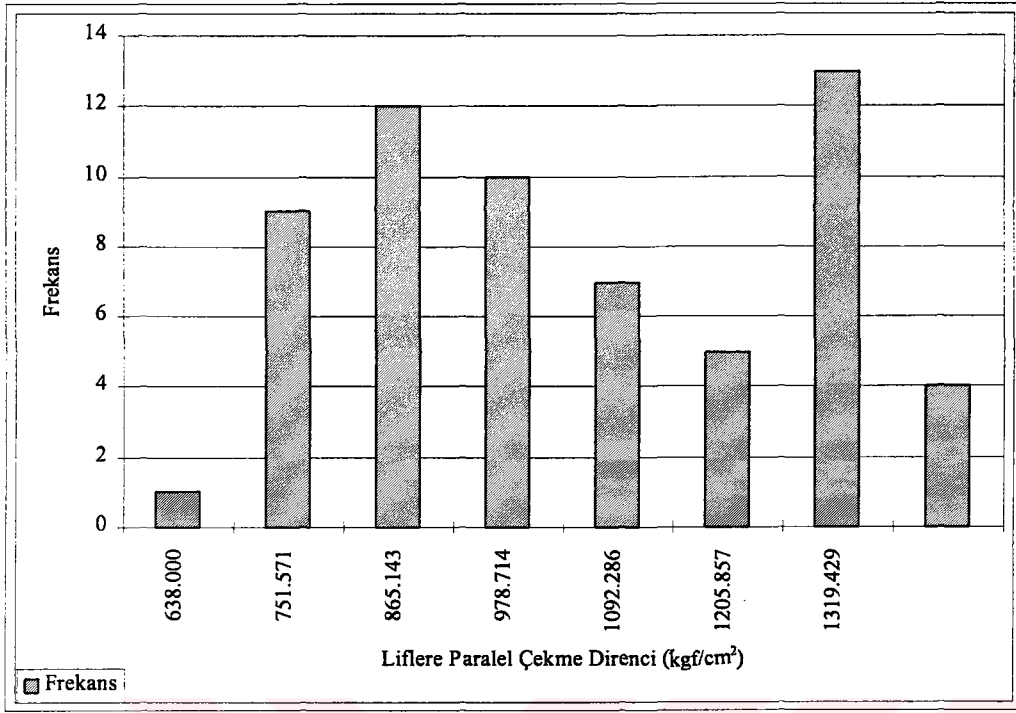
	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	61
Aritmetik Ortalama	X	992,901
Standart Sapma	± S	229,76
Değişim Aralığı	R	638-1433
Varyasyon Katsayısı	% V	23,140

Normal odunun liflere paralel yönde çekme direncinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.14’de verilmiştir.

Çizelge 3.14 Normal odunun liflere paralel yönde çekme direnci değerleri.

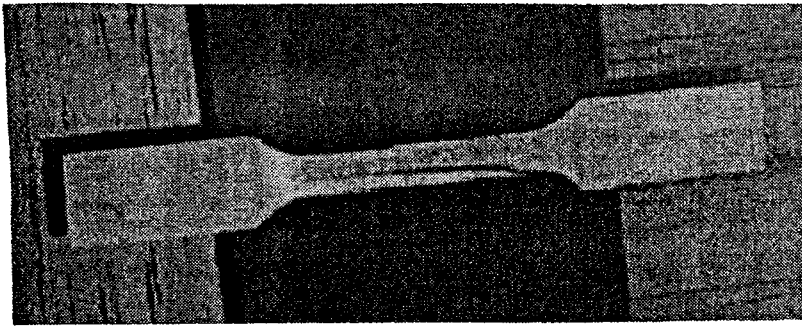
	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	50
Aritmetik Ortalama	X	1311,18
Standart Sapma	$\pm S$	164,3
Değişim Aralığı	R	928-1578
Varyasyon Katsayısı	% V	12,53

Anadolu Kestane (*Castanea sativa* Mill.)’si çekme odununun liflere paralel yönde çekme direncinin minimum ve maksimum değerler arasında ne şekilde değiştiğini göstermek ve değişik çekme direnci değerlerinin toplam numune sayısına hangi oranlarda iştirak ettiği ve bu iştirak oranlarına dağılışını göstermek amacı ile varyasyon grafiği çizilmiştir. Eğrinin çizimi için çekme direnci grupları teşkil edilmiş ve her gruba giren numune sayısındaki yüzde iştirak oranı tespit edilmiştir. Sonra apsis eksenini üzerinde çekme direnci ve ordinat eksenini üzerinde her bir hava kurusu özgül kütle basamağındaki numunelerin % iştirak oranları gösterilmek suretiyle grafik çizilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.11 Liflere paralel yönde çekme direnci varyasyon grafiği.

Doğada eğri olarak büyümüş Kestane’de rastlanılan çekme odununun en çok tekrarlanan çekme direnci değeri % 40,9 katılım oranı ile 865,14 kgf/cm² ve 1319,4 kgf/cm² arasındadır. Bu grafikte en fazla tekrarlanan çekme direnci değeri 865,14 kgf/cm²-1319,4 kgf/cm² olup, aritmetik ortalama değeri olan 992,901 kgf/cm², en fazla tekrarlanan değer arasında yer almaktadır.



Şekil 3.12 Liflere paralel yönde çekme direnci denemelerde numunelerde kırılış şekilleri.

3.2.3.1 Liflere Paralel Yönde Çekme Direnci ile Hava Kuru Özgül Kütle Arasındaki İlişki

Hava kuru özgül kütle ile liflere paralel yöndeki çekme direnci arasındaki ilişkinin belirlenmesinde regresyon analizi metodundan yararlanılmıştır. Elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 3.15’de ve regresyon istatistikleri aşağıda özetle verilmiştir.

Regresyon İstatistikleri;

Korelasyon Katsayısı (r) = 0,881

Belirlilik Katsayısı (r^2) = 0,776

Standart Hata (S_{xy}) = 109,6

Örnek Sayısı (n) = 61

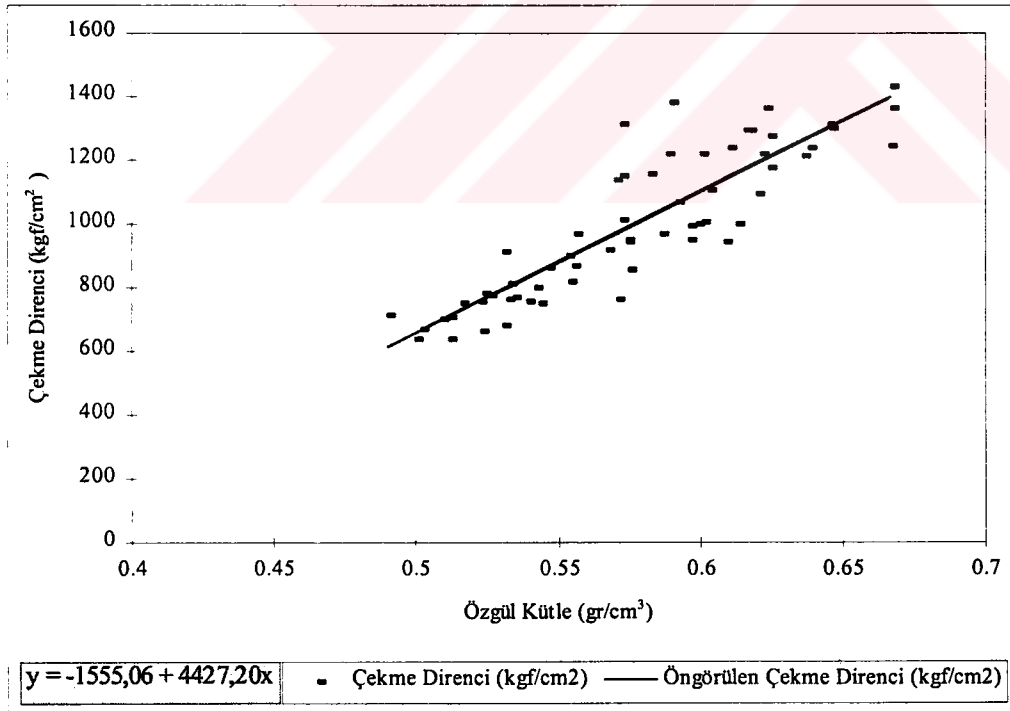
Çizelge 3.15 Liflere paralel yönde çekme direnci ile hava kuru özgül kütle ait regresyon analizi

	Katsayılar	Standart Hata	t Değeri	% 95 Düşük	% 95 Yüksek
SABİT	-1555,06	178,649	-8,704	-1912,54	-1197,59
X DEĞİŞKENİ	4427,206	309,451	14,306	3807,994	5046,419

Buna göre, liflere paralel yönde çekme direnci ile hava kuru özgül kütle arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon denklemi ($y = -1555,06 + 4427,206X$) olarak Çizelge 3.15’deki verilerden düzenlenmiştir.

Liflere paralel yönde çekme direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon doğrusuna ait grafik şekil 3.10'da gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi ikisi arasında doğrusal ve artan bir ilişki vardır. Bulunan korelasyon katsayısı değeri 0.881 olduğundan ilişkinin çok kuvvetli olduğu söylenebilir.

Burada ($n-2=61-2=59$) serbestlik derecesi ve 0.05 güven düzeyi için Çizelge 3.15'den $t_{59,0.05} = 14,306$ bulunmuştur. $t_{hesap} = 14,306 > t_{tablo} = 2,001$ olduğu için sıfır varsayım (H_0) reddedilmiştir. Yani $r \neq 0$ yolundaki alternatif varsayım (H_a) kabul edilmiştir. Sonuç olarak liflere paralel yönde çekme direnci ve hava kurusu özgül kütle arasında 0.05 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır.



Şekil 3.13 Liflere paralel yönde çekme direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişki

3.2.4. Makaslama Direnci:

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)'nin çekme odununa ait yapılan hesaplamalar sonucu bulunan makaslama direncinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.16'da verilmiştir.

Çizelge 3.16 Çekme odununun makaslama direnci değerleri.

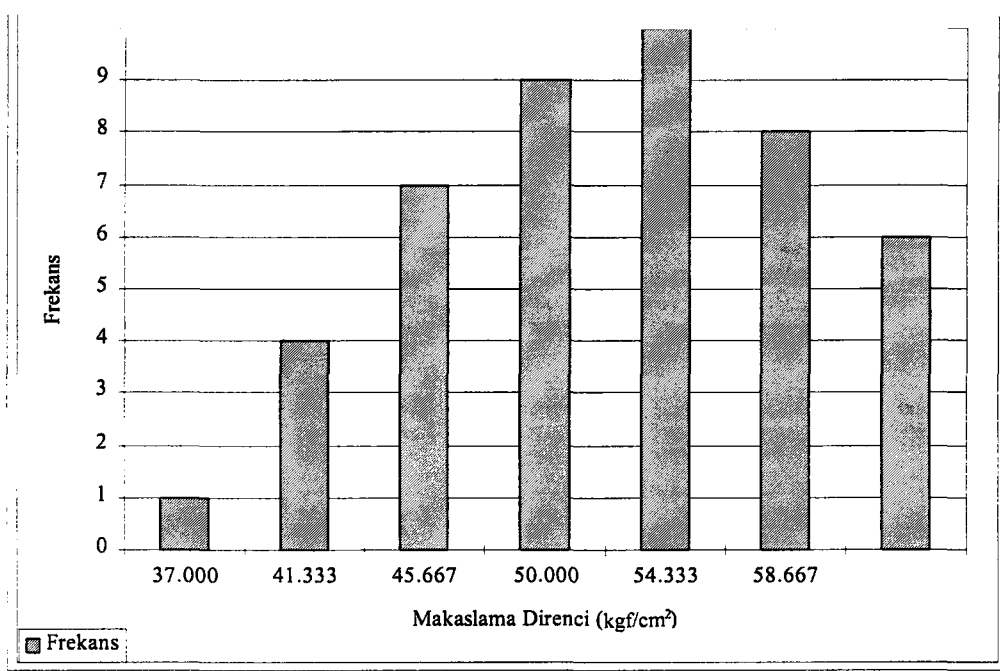
	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	45
Aritmetik Ortalama	X	50,355
Standart Sapma	± S	7,048
Değişim Aralığı	R	37-63
Varyasyon Katsayısı	% V	13,996

Normal odunun makaslama direncinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.17'de verilmiştir.

Çizelge 3.17 Normal odunun makaslama direnci değerleri.

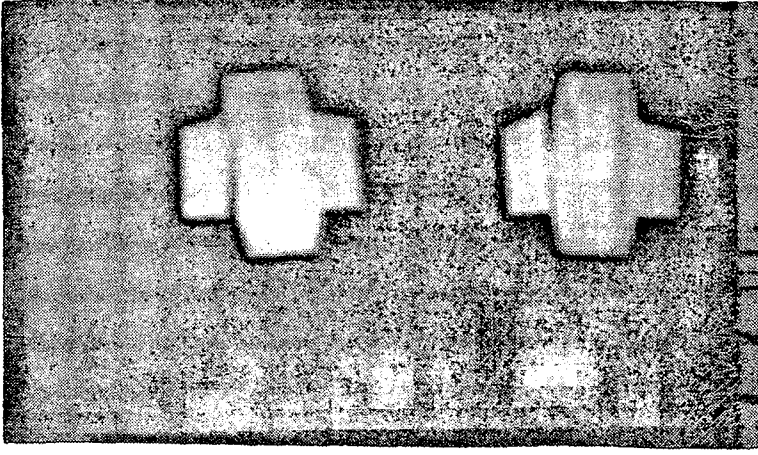
	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	25
Aritmetik Ortalama	X	80,8
Standart Sapma	± S	8,543
Değişim Aralığı	R	50-93
Varyasyon Katsayısı	% V	10,56

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) çekme odununun makaslama direncinin minimum ve maksimum değerler arasında ne şekilde değiştiğini göstermek ve değişik makaslama direnci değerlerinin toplam numune sayısına



Şekil 3.14 Makaslama direnci varyasyon grafiği.

Doğada eğri olarak büyümüş Kestane’de rastlanılan çekme odununun en çok tekrarlanan makaslama direnci değeri % 22,2 katılım oranı ile 54,3 kgf/cm² dir. Bu grafikte en fazla tekrarlanan makaslama direnci değeri 54,3 kgf/cm² olup, aritmetik ortalama değeri olan 50,355 Kgf/cm², en fazla tekrarlanan değer bir miktar sağında bulunmaktadır.



Şekil 3.15 Makaslama direnci numunelerinde kırılış şekilleri.

3.2.4.1 Makaslama Direnci ile Özgül Kütle Arasındaki İlişki:

Hava kurusu özgül kütle ile makaslama direnci arasındaki ilişkinin belirlenmesinde regresyon analizi metodundan yararlanılmıştır. Elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 3.18’de ve regresyon istatistikleri aşağıda özetle verilmiştir.

Regresyon İstatistikleri;

Korelasyon Katsayısı (r) = 0,986

Belirlilik Katsayısı (r^2) = 0,973

Standart Hata (S_{xy}) = 1,163

Örnek Sayısı (n) = 45

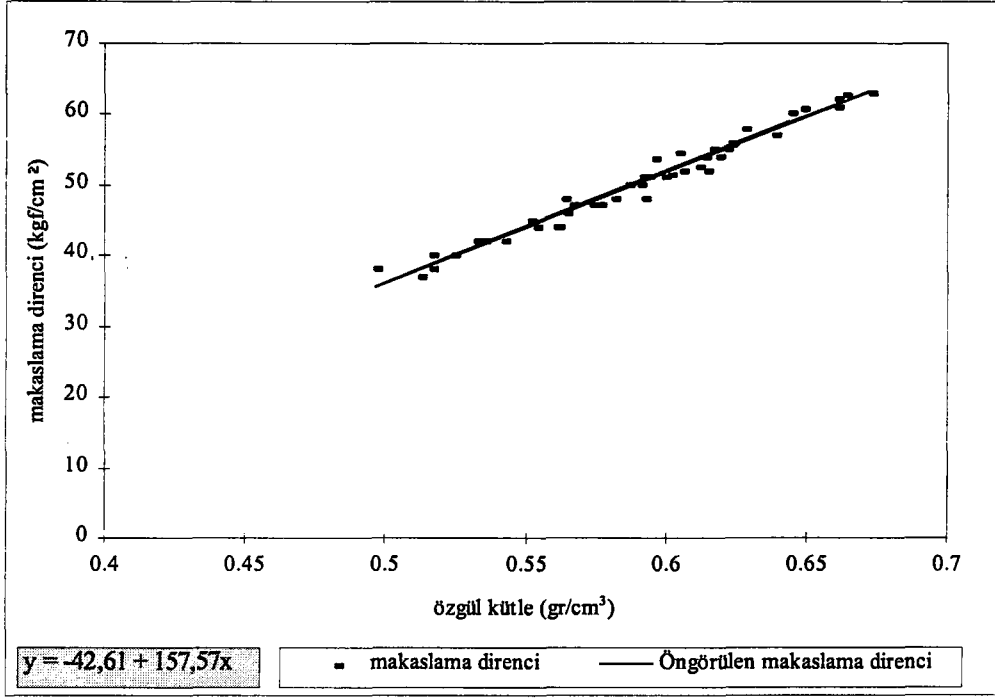
Çizelge 3.18 Makaslama direnci ile hava kurusu özgül kütle ait regresyon analizi.

	Katsayılar	Standart Hata	t Değeri	% 95 Düşük	% 95 Yüksek
SABİT	-42,611	2,352	-18,114	-47,354	-37,867
X DEĞİŞKENİ	157,576	3,976	39,630	149,557	165,595

Buna göre, makaslama direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon denklemi ($y = -42,611 + 157,576X$) olarak Çizelge 3.18'deki verilerden düzenlenmiştir.

Makaslama direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon doğrusuna ait grafik şekil 3.12'de gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi ikisi arasında doğrusal ve artan bir ilişki vardır. Bulunan korelasyon katsayısı değeri 0.986 olduğundan ilişkinin çok kuvvetli olduğu söylenebilir.

Burada ($n-2=45-2=43$) serbestlik derecesi ve 0.05 güven düzeyi için Çizelge 3.18'den $t_{43,0.05} = 39,630$ bulunmuştur. $t_{\text{hesap}} = 39,630 > t_{\text{tablo}} = 2,017$ olduğu için sıfır varsayım (H_0) reddedilmiştir. Yani $r \neq 0$ yolundaki alternatif varsayım (H_a) kabul edilmiştir. Sonuç olarak makaslama direnci ve hava kurusu özgül kütle arasında 0.05 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır.



Şekil 3.16 Makaslama direnci ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişki

3.2.5. Brinell Sertlik:

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)'nin çekme odununa ait yapılan hesaplamalar sonucu bulunan Brinell-Sertlik değerinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.19'da verilmiştir.

Çizelge 3.19 Çekme odununun Brinell- Sertlik değerleri.

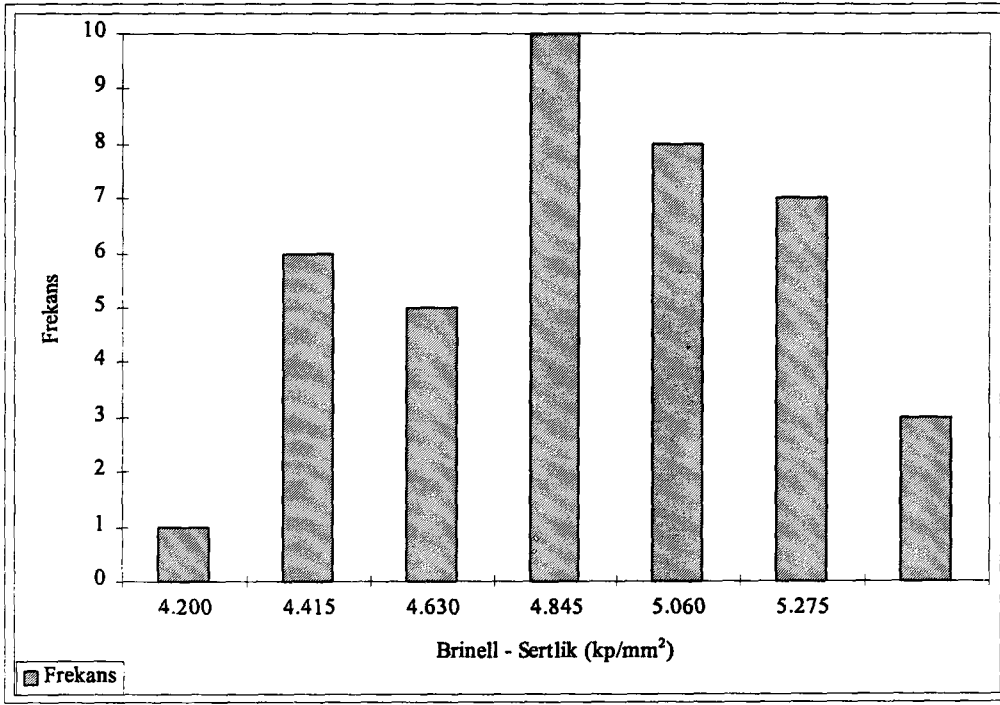
	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	40
Aritmatik Ortalama	X	4,79
Standart Sapma	± S	0,342
Değişim Aralığı	R	4,2-5,49
Varyasyon Katsayısı	% V	7,13

Normal odunun Brinell -Sertlik değerinin aritmetik ortalama değeri, standart sapması, değişim aralığı ve varyasyon katsayısı Çizelge 3.20’de verilmiştir.

Çizelge 3.20 Normal odunun Brinell-Sertlik değerleri.

	ÖZEL İŞARETİ	ÖZGÜL KÜTLE r =12 (%)
Numune Sayısı	N	25
Aritmetik Ortalama	X	4,55
Standart Sapma	$\pm S$	0,269
Değişim Aralığı	R	4,18
Varyasyon Katsayısı	% V	4,92

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) çekme odununun Brinell-Sertlik değerinin minimum ve maksimum değerler arasında ne şekilde değiştiğini göstermek ve değişik Brinell-Sertlik değerlerinin toplam numune sayısına hangi oranlarda iştirak ettiği ve bu iştirak oranlarına dağılışını göstermek amacı ile varyasyon grafiği çizilmiştir. Eğrinin çizimi için Brinell-Sertlik değeri grupları teşkil edilmiş ve her gruba giren numune sayısındaki yüzde iştirak oranı tespit edilmiştir. Sonra apsis ekseni üzerinde Brinell-Sertlik Değerleri ve ordinat ekseni üzerindede her bir hava kurusu özgül kütle basamağındaki numunelerin % iştirak oranları gösterilmek suretiyle grafik çizilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.17 Brinell sertlik varyasyon grafiği.

Doğada eğri olarak büyümüş Kestane’de rastlanılan çekme odununun en çok tekrarlanan Brinell-Sertlik değeri % 25 katılım oranı ile 4,84 kg/mm² dır. Bu grafikte en fazla tekrarlanan Brinell-Sertlik değeri 4,84 kg/mm² olup, aritmetik ortalama değeri olan 4,79 Kg/mm², en fazla tekrarlanan değerın bir miktar sağında bulunmaktadır.

3.2.5.1 Brinell-Sertlik ile Hava Kuru Özgöl Kütle Arasındaki İlişki:

Hava kuru özgül kütle ile Brinell-Sertlik arasındaki ilişkinin belirlenmesinde regresyon analizi metodundan yararlanılmıştır. Elde edilen çözüm sonuçları Çizelge 3.21’de ve regresyon istatistikleri aşağıda özetle verilmiştir.

Regresyon İstatistikleri;

Korelasyon Katsayısı (r) = 0,961

Belirlilik Katsayısı (r^2) = 0,924

Standart Hata (S_{xy}) = 0,094

Örnek Sayısı (n) = 40

Çizelge 3.21 Brinell-Sertlik ile hava kurusu özgül kütleye ait regresyon analizi.

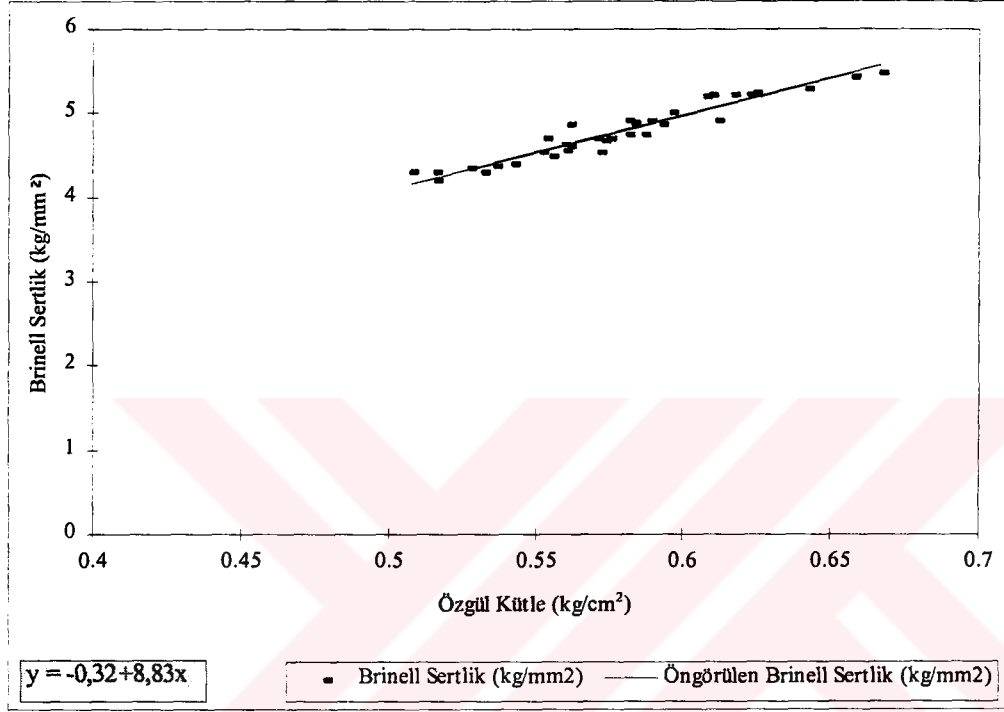
	Katsayılar	Standart Hata	t Değeri	% 95 Düşük	% 95 Yüksek
SABİT	-0,325	0,237	-1,371	-0,805	0,154
X DEĞİŞKENİ	8,837	0,408	21,628	8,010	9,665

Buna göre, Brinell -Sertlik ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon denklemi ($y = -0,325 + 8,837X$) olarak Çizelge 3.21'deki verilerden düzenlenmiştir.

Brinell-Sertlik ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon doğrusuna ait grafik Şekil 3.14'de gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi ikisi arasında doğrusal ve artan bir ilişki vardır. Bulunan korelasyon katsayısı değeri 0.961 olduğundan ilişkinin çok kuvvetli olduğu söylenebilir.

Burada ($n-2=40-2=38$) serbestlik derecesi ve 0.05 güven düzeyi için Çizelge 3.21'den $t_{38,0.05} = 21,628$ bulunmuştur. $t_{hesap} = 21,628 > t_{tablo} = 2,024$ olduğu için sıfır

varsayım (Ho) reddedilmiştir. Yani $r \neq 0$ yolundaki alternatif varsayım (Ha) kabul edilmiştir. Sonuç olarak, Brinell-Sertlik ve hava kurusu özgül kütle arasında 0.05 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır.



Şekil 3.18 Brinell-Sertlik ile hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişki.

BÖLÜM 4

SONUÇ VE TARTIŞMA

Ağaç malzemenin çeşitli kullanım yerlerinde karşılaştığı etkiler bakımından fiziksel ve mekaniksel özellikler çok önemlidir. Özgül kütle, odun-su ilişkileri, basınç direnci, eğilme direnci, liflere paralel çekme direnci, makaslama direnci ve Brinell-Sertlik değerlerinde hava kurusu hal esas alınmıştır. Bu direnç çeşitleri, ağaç malzemeye kullanım yerinde maruz olan dış etkenlere karşı gösterilen direncin bir ölçüsüdür. Bu itibarla Kestane'nin ahşap tekne yapımındaki kullanım yerleri için yeterli direnç özelliklerinin bilinmesi sözkonusu olduğundan bulunan değerlerin önemi büyüktür.

Yapılan laboratuvar deneyleri ve bu deneylerden elde edilen değerleri istatistiksel analizleri sonucunda, ahşap tekne yapımında kullanılan doğada eğri büyümüş kestane ağacında bulunan çekme odununun fiziksel ve mekaniksel özellikleri ile odun kalitesi üzerine etkisi saptanmıştır. Yine deneylerden Kestane'nin normal odununun fiziksel ve mekaniksel özellikleri belirlenmiş ve karşılaştırma imkanları doğmuştur. Anadolu Kestane'sinin çekme ve normal odununa ait bulunan fiziksel ve mekaniksel özellik değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelge 4.1'de bulgulara ait örnek sayısı ile istatistik değerlerden yalnızca ortalama değerler belirtilmiştir.

Çizelge 4.1 Kestane (*Castanea sativa* Mill.) çekme ve normal odununun fiziksel ve mekaniksel özellikleri.

ÖZELLİKLER	Çekme Odunu		Normal Odun	
	Örnek Sayısı	Ortalama (X)	Örnek Sayısı	Ortalama (X)
Tam kuru özgül kütle (gr/cm ³)	75	0,545	50	0,517
Hava kurusu özgül kütle (gr/cm ³)	100	0,571	30	0,535
Liflere paralel daralma (%)	20	0,649	20	0,666
Teğet yönlü daralma (%)	33	7,009	30	7,186
Radyal yönlü daralma (%)	33	4,648	30	4,851
Hacmen daralma miktarı (%)	33	11,658	30	12,015
Liflere paralel genişleme (%)	20	0,658	20	0,670
Teğet yönlü genişleme (%)	33	7,530	30	7,759
Radyal yönlü genişleme (%)	33	4,886	30	5,103
Hacmen genişleme miktarı (%)	33	12,385	30	12,896
Liflere paralel basınç direnci (kgf/cm ²)	50	441,06	41	459,82
Eğilme direnci (kgf/cm ²)	40	877,25	40	905,97
Liflere paralel çekme direnci (kgf/cm ²)	61	992,90	50	1311,18
Lifler paralel makaslama direnci (kgf/cm ²)	45	50,35	25	80,8
Brinell-Sertlik değeri (kg/mm ²)	40	4,79	25	4,55
Statik Kalite değeri (Km)		7,72		8,59

Yapılan fiziksel testlerde çekme odun özgül kütle değeri normal odundan belirgin olarak yüksek bulunmuştur. Çekme odununun ortalama hava kurusu özgül kütle değeri 0,571 gr/cm³ olup, normal odunun ortalama hava kurusu özgül kütle değeri olan 0,535 gr/cm³ den yüksektir.

Çekme odununda özgül kütlenin yüksek çıkması, bu odunun kalın hücre çeperi yapısına bağlanmakta ve normal odunun hava kurusu özgül kütle değerine göre % 7 lik bir artış olduğu gözlenmektedir. Bir sınıflandırma yapılırsa 0,50-0,69 gr/cm³ özgül kütle değerleri arasında yer alıp orta ağırlıktaki ağaç sınıfına girmektedir.

Çekme odununun tam kuru özgül kütle değeri $0,545 \text{ gr/cm}^3$ olarak tespit edilmiştir. Normal odunun tam kuru özgül kütle değeri ise $0,517 \text{ gr/cm}^3$ bulunmuş olup çekme odunu değerinden küçüktür. Bu fark çekme odununun anatomik yapısındaki kalın hücre çeperine bağlı olduğu söylenebilir.

Ağaç malzemenin daralma ve genişleme yüzdeleri çeşitli yönlerde farklılık göstermektedir. Bu oran boyuna yönde en düşük, bunu radyal ve teğet yön izlemektedir. Yapılan deneyler sonucu çıkan bulgular bunu doğrulamıştır. Kestane çekme odununda boyuna, radyal, teğet ve hacimsel daralma ve genişleme yüzde değerleri normal odundan daha düşük bulunmuştur. Pashın De Zeeuw (1970)'e göre buna sebep olarak jelatin tabakada lignin miktarının az oluşu, hücre çeperinde suyun hareketi esnasında mikrofibrillerin birbirini çekmesi sonucu daralma ve genişleme artmaktadır. Ahşap tekne yapımcılığında, her ağaç sektöründe olduğu gibi odunun az çalışması istenilen bir özelliktir.

Kestane çekme odununda liflere paralel basınç direnci değeri $441,06 \text{ kgf/cm}^2$ bulunmuş olup, normal odunun basınç direnci değeri olan $459,82 \text{ kgf/cm}^2$ den daha düşük bulunmuştur. Lignin miktarının az oluşu hücre çeperinde selüloz mikrofibrilleri arasındaki yatay desteklenmeyi ortadan kaldırarak, basınç altında mikrofibriller desteksiz sütun halinde kalmakta ve direnç değeri düşmektedir. Ahşap tekne yapımında kısa dikme, kaplama ve omurga başlarında kullanılan direklerde bu direnç değeri önem kazanmaktadır. Yapılan regresyon analizi sonucunda liflere paralel basınç direnci ile hava kurusu özgül kütle arasında $0,05$

kullanış yerindeki özellikle kaplama kısımlarında emniyet gerilmeleri için önemli olup, ağaç birleştirmelerinde teknik olarak bu değerin yüksek olması gerekir. Sonuç olarak eğri odun normal oduna göre daha zayıftır. Normal odun çekme odununa göre daha yüksek kalitelidir.

Eğilme direnci değerleri çekme odununda 877,25 kgf/cm², normal odunda 905,97 kgf/cm² olarak tespit edilmiştir. Buna göre normal odunun eğilme direnci çok az oranda çekme odunundan yüksek çıkmıştır. Bu fark basınç direnci değerinden daha azdır. Buna sebep olarakta çekme odunundaki lignin miktarının az oluşu gösterilebilir. sonuç olarak, çekme odunu eğilme esnasında normal oduna nazaran daha az bir gerilme miktarına sahiptir. Ahşap tekne yapımında armuzların ve posta kısımları eğrilik içerrdiğiinden ahşabın gerilme miktarının yüksek olması teknik yönden gerekmektedir. Normal odunun gerilme miktarı yüksek çıktığından yeni gelişen laminasyon tekniğiyle bu gerilme artırılabilir. Yapılan regresyon analizinde eğilme direnci ile hava kurusu özgül kütle arasında 0,05 güven

düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Özgöl kütle arttıkça eğilme direnci artmaktadır.

Liflere paralel yönde çekme direnci, Kestane çekme odununda 992,90 kgf/cm², normal odunda ise 1311,18 kgf/cm² bulunmuştur. Buna göre normal odunun çekme direnci değeri ile liflere paralel çekme direnci değeri arasında büyük bir fark çıkmıştır. Bu ise Pashın De Zeeuw 'a göre hücre çeperindeki jelatinli tabakanın sekonder çepere iyi bir şekilde bağlanmaması ve mikrofibrillerin meyil açısının normal oduna nazaran çok büyük olmasından kaynaklanmaktadır. Lif açısının artması ile çekme direnci eğilme ve basınç direncine nazaran daha çok bir azalma gösterir. Ayrıca çekme odununda liflerin daha fazla fakat, normal odundan kısa oluşuda buna etken olarak belirtilebilir. Yapılan regresyon analizinde, liflere paralel çekme direnci ile hava kurusu özgöl kütle arasında 0,05 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki çıkmıştır. Özgöl kütle arttıkça liflere paralel çekme direnci artmaktadır.

Makaslama direnci değerleri, Kestane çekme odununda 50,35 kgf/cm², normal odunda 80,89 kgf/cm² olarak tespit edilmiştir. Çekme odunu ile normal odun arasında fark yüksek çıkmıştır. Bu ise yine liflere paralel yönde çekme direncinde açıklanan hücre yapısındaki özelliklerden kaynaklanmaktadır. Kısaca lif açısının artması ile makaslama direncinde büyük bir azalma söz konusudur. Bu direnç özellikle ahşabın kullanım yerinde birleştirilmesinde önemli olup, ahşap tekne yapımında da iskelet kısmı oluşturulurken eğri kısımların birleştirilmesi söz

konusudur. Bu da normal oduna göre kaliteyi düşürmektedir. Regresyon analizinde, makaslama direnci ile hava kurusu özgül kütle arasında 0,05 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır. Özgül kütle arttıkça makaslama direnci artmaktadır.

Brinell-Sertlik değeri Kestane çekme odununda $4,72 \text{ kg/mm}^2$ normal odunda ise $4,55 \text{ kg/mm}^2$ olarak bulunmuştur. Çekme odununda bu değer normal odundan daha yüksek bulunmuştur. Buna neden olarak ise, jelatinli tabakanın önemli bir şekilde arttırıcı bir etmen olduğu belirtilebilir. Bu nedenle değer normal odundan yüksek çıkmaktadır. Buradan şu çıkmaktadır, ahşap tekne yapımında kullanılan eğri kısımlardaki çekme odunu bulunan kısımlar eskimeye ve ani kuvvetlere karşı normal odun kısmından daha dirençlidir. Brinell-Sertlik ile hava kurusu özgül kütle arasında yapılan regresyon analizinde 0,05 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki çıkmıştır. Özgül kütle arttıkça Brinell-Sertlik değeri de artmaktadır.

Doğada eğri olarak büyümüş Kestane ağacında rastlanılan çekme odununu özgül kütle, daralma ve genişleme miktarları normal odundan yüksek çıkmıştır. Mekanik özelliklerden, liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci, liflere paralel çekme direnci ve makaslama direnci değerleri normal odundan düşük, Brinell-Sertlik değeri ise bir miktar yüksek çıkmaktadır. Buna sebep olan faktörler yukarıda anlatılmıştır.

Ahşap tekne ve yat yapımında iskeleti oluşturan armuz, posta ve kaplamanın tabii olarak eğri büyümüş kestane odunundan yapılması ve bu odunundaki iç gerilmenin ve zorlanmanın az olması, bunu vazgeçilemeyen bir unsur haline getirmektedir. Kestane'nin su ve havanın bozucu etkilerine, tanence zengin olduğundan deniz içindeki organizmalara karşı dayanıklılığı ve direncinin yüksek oluşu bu türü fazla miktarda kullanılan bir malzeme yapmaktadır. Ayrıca, çivi, vida ve tutkal gibi birleştiricilerle iyi bir bağlantı kurması önemli kılan özelliklerindendir.

Günümüzde turizmin ülkemizde önemli bir yer alması, balıkçılığın devam etmesi çelik kontrüksiyonlu teknelerin yapımının gelişmesine nazaran, ahşap tekne yapımının fiziksel ve estetik özellikleri sebebiyle tercih edilir konuma getirmiştir.

Ahşap tekne malzemesi olarak kullanılan eğri kestane özellikle taşıyıcı ve kaplama elemanları olarak kullanılmaktadır. Ancak araştırmanın sonucu bulunan bulgular, Kestane türünün anatomik ve yapısal bütün pozitif unsurları yanında fiziksel ve mekanik özellikleri itibarı ile normal oduna nazaran değerinin düşük olduğudur. Bu da bize normal oduna göre taşıyıcı elemanlarda, birleştirmede ve kaplamada gerekli sağlam yapıyı vermesini engellemektedir.

Oysa ki, böyle sağlam bir yapıya sahip, suya ve organizmalara dayanıklı bir türün son zamanlarda gelişen ve Karadeniz'de bazı tekne yapımcılarının uyguladığı laminasyon yöntemine geçilmesini zorunlu kılmaktadır. Laminasyon malzeme,

planlanan ölçülerde kesilen parçaların, üst üste lif yönleri birbirine ters olacak şekilde yapıştırılıp belli basınç altında sıkıştırılması, uygulanacak yöntemle gerekli eğriliğin verilmesi suretiyle elde edilmektedir. Böylece, bulunması zor olan tabii eğri ağaca bağımlılık azalacak, giderek azalan ağaç serveti ekonomik kullanılacaktır. Ağacın düzensiz yapısından kaynaklanan zayıflıklar da bu yöntemle giderilecektir.



KAYNAKLAR

- Abreu, C.G., Campos, J.A.** (1993) *Supressive Soils And Chestnut İnk Disease Proceedings*, Intern. Congr. On Chestnut, Spoleta, Italy. Oct. 20-23
- Akyüz, M.** (1995) *Doğu Ladini Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri*, K.T.Ü. Orm. Fak. I. Ulusal Ormancılık Kongresi, Cilt: 2, pp:113-122.
- Anşın, R.** (1985) *Orman Botaniği II. Ders Notları*, K.T.Ü. Orm. Fak. Yay. No:99. Trabzon.
- Ayfer, M., Soylu, A.** (1993) *Selection of Chestnut Cultivars (Castanea sativa Mill.) in Marmara Region of Turkey*, Intern. Congr. on Chestnut, Spoleto, Italy.
- Baytop, F.** (1984) *Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi (Geçmişte ve Bugün)*, İ.Ü. Eczacılık Fakültesi Yayın No: 325, 40. İstanbul.
- Belisario, A., Scortichini, M.** (1993) *Phomopsis Castanea And Pseudomanos Syringe pv. Syringe Associated With Stem Cankers of Castanea Sativa Seedlings*, Intern. Congr. on Chestnut, Spoleto, Italy. Oct. 20-23
- Berkel, A.** (1946) *Kestane Odununun Önemli Teknolojik Vasıfları ve Kullanma Yerleri Hakkında Araştırmalar*, Orman ve Av Dergisi, Yıl: 18, Sayı: 9, s: 272-284.
- Berkel, A.** (1967) *Reaksiyon Odunu, Özellikleri, Kalite ve Değerlendirme Bakımından Önemi*, İ.Ü. Orm. Fak. Der. Seri: B, Cilt: 17, Sayı: 1, pp:1-21. İstanbul.
- Berkel, A.** (1970) *Ağaç Malzeme Teknolojisi*, İ.Ü. Orm. Fak. Yay. No: 1448, 147, İstanbul.
- Bozkurt, Y. A.** (1992) *Odun Anatomisi*, İ.Ü. Orm. Fak. Yay. 3652, 415, İstanbul
- Bozkurt, Y. A., Erdin, N.** (1987) *Dünya Ticaretinde Önemli Bazı Ağaçlara Benzer ve Onların Yerine Kullanılan Ağaçlar*, İ.Ü. Orm. Fak. Der., Seri: B, Cilt: 37, Sayı: 3, s: 38-43, İstanbul

- Bozkurt, Y. A., Erdin, N. (1995)** *İğne Yapraklı ve Yapraklı Ağaç Odunlarında Tanım Özellikleri (Odun Anatomisi II)*, İ.Ü. Orm. Fak. Yay. No: 3907,6. İstanbul.
- Bozkurt, Y.A., Erdin, N. (1989)** *Ticarete Yabancı Önemli Ağaçlar*, Ders Kitabı, İ.Ü. Orm. Fak. Yay. No:3572, 4, İstanbul.
- Bozkurt, Y.A. (1986)** *Ağaç Teknolojisi*, İ.Ü. Orm. Fak. Yay. 3403, 380, İstanbul.
- Bozkurt, Y.A., Göker, Y. (1986)** *Orman Ürünlerinden Faydalanma*, Ders Kitabı, İ.Ü. Orm. Fak. Yay. No: 3402, 379, İstanbul.
- Bozkurt, Y.A., Göker, Y., Erdin, N. (1993)** *Emprenye Tekniği*, İ.Ü. Orm. Fak. Yay. 3779, 425
- Bozkurt, Y.A.,Göker, Y. (1987)** *Fiziksel ve Mekaniksel Ağaç Teknolojisi*, İ.Ü. Orm.Fak. Yay. 3445, 388,İstanbul.
- Buchanan, M.A. (1963)** *Extraneous components of wood*. In *The Chemistry of wood*, pp.313 - 367. N.Y.: Interscience Pub.
- Clarke, S.H. (1937)** *Forestry 11* (2) : 85.
- Clermont, L.P., Bender, F. (1958)** *Pulp and Paper Mag. of Canada* 59.
- Cristaforo, A.De., Ratundo, G. (1993)** *Chestnut Fruit Insect Perts in The Composio Region (Southern Italy) Biology And Domagon*, Intern. Congr. on Chestnut, Spoleto, Italy, Oct. 20-23.
- Çağatay, A. (1960)** *Türkiye Kestane Zararlılarına İlave*, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 1, İstanbul.
- Çoban, H. (1995)** *Yüzyıllara Dayanan Geleneksel Ahşap Tekne Yapımı*, Bilim ve Teknik Dergisi, Cilt: 28, Sayı: 333, pp: 30-38.
- Dadswell, H.E., Wardrop, A.B. (1949)** *What is Reaction Wood? Reprinted From "Australian Forestry"*, Vol. 13, No: 1
- Demetçi, Y. E. (1986)** *Toros Sediri (Cedrus Libani A. Richard) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Araştırmalar*, Orm. Arş. Ens. Yay. Tek. Bül. Seri No: 180.
- Donald Mac, W. L. (1993)** *Diseases of Chestnut*, Intern. Congr. on Chestnut, Spoleto, Italy, Oct. 20-23.

- Erdem, R.** (1956) *Kestane'nin Abiyotik ve Biyotik Düşmanları Üzerine Araştırmalar*, İ.Ü. Orm. Fak. Yay. Sayı: 102, Seri: 11.
- Erten, P., Önal, S.** (1985) *Ağaç Türlerimizin Odun ve Kabuklarının Kalori Değerlerine İlişkin Araştırmalar*, Orm. Araş. Enst. Dergisi, Cilt: 31, No: 62.
- Erten, P., Önal, S.** (1993) *Kestane Odununun Teknolojik Özellikleri ve Kestane Ağacının Kullanma Yerleri*, Orman Mühendisliği Dergisi, Yıl: 30, Sayı: 8, s:29-33, Ankara.
- Fontnoire, J.** (1971) *Le Chataignier (Castanea sativa Mill.)*, La Foret Privee Française, Et Revue Forestiere Europeenne, No: 80,6, France.
- Francoria, N., Chason, B., Thibani, B.** (1994) *Genetic Diversty And Wood Mechanical Properties of Chestnut (Castanea sativa) Analysis of one Factor Consuing Ring Shake*, 49 (1), pp: 49-62, France.
- Giannini, R.** (1993) *Conservation And Improvement of The Traditional Chestnut Orchards*, Intern. Congr. on Chestnut, Spoleto, Italy. Oct. 20-23
- Göker, Y.** (1969) *Dursunbey ve Elekdağ Karaçamları (Pinus nigra var. Pollanina) Fiziksel, Mekanik Özellikleri ve Kullanış Yeri Hakkında Araştırmalar*, İ.Ü. Orm. Fak. Der., Sayı: 2, Cilt:19, Seri: A, İstanbul.
- Göker, Y.** (1983) *Reaksiyon Odunu Oluşumunun Ağaç Malzemenin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi Hakkındaki Araştırmalar*, İ.Ü. Orm. Fak. Der., Sayı: 2, Cilt: 33, Seri: A, pp: 27-71.
- Gümüşdere, İ.** (1994) *Ormanlarımızda Önemli Bir Ağaç Türü Kestane*, Tabiat ve İnsan Dergisi, Sayı: 8.
- Hafızoğlu, H.** (1982) *Odun Kimyası*, K.T.Ü. Orm. Fak. Yay. No: 52, Trabzon.
- Holz- Lexihon** (1993) *DRW-Verlog*, Stuttgart, Bond 1.
- İlhan, R.** (1961) *Odun Kimyası Laboratuvar Tatbikatı*, İ.Ü. Orm.Fak. Yay. 891, 65.
- Kayacık, H.** (1967) *Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, Angiospermae (Kapalı Tohumlular)*, İ.Ü. Orm. Fak. Yay. 1189, 106, İstanbul.
- Koch, P.** (1972) *Utilization of The Southern Pines. Vol.1, The Raw Material*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook No: 139.

- Kollmann, F.P., Cote, A.V.** (1968) *Principles of Wood Science and Technology.I.Solid Wood*, Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg
- Merev, N.** (1986) *Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı*, Ders Notları, K.T.Ü. Orm. Fak. Yay.
- Minervini, G., Bicisach, M.** (1993) *Interaction Between Cryphonectria Parasitica And Chestnut Forest Microorganisms*, Intern. Congr. on Chestnut, Spoleto, Italy. Oct. 20-23
- Niemz, P.** (1993) *Physik des Holzen Lindder Holzwerkkotoffe*, DRW-Verlog, Stuttgart.
- Öktem, E.** (1970) *Ahşabın Mekanik Özellikleri Üzerrine Tesir Eden Odun Karakteristikleri*, Orman Mühendisliği Dergisi, Yıl: 9, Sayı: 3, s: 35-43
- Özer, A. S.** (1993) *İtalya'da İki Aylık Çalışma İle İlgili Hazırlanan "Final Raporu"*.
- Panshin-De Zeeuw.** (1970) *Textbook of Wood Technology*, Third Edition, Volume: 1, Graw-Hill Book.
- Pechmann, H. v.** (1953) *Holz als Roh - und Werkstoff*, Forschl. 11, s. 361.
- Perem, E.** (1964) *Tension Wood in Canadian Hardwoods*. Department of Forestry Publication No. 1058.
- Pigliucci, M., Villani, F.,Benedettelli, S.**(1990) *Geopraptic And Climatic Factors Associated With The Spatial Structure of Gene Frequencies in (Castanea sativa Mill.) From Turkey*, J.Genet. Vol: 69, No: 3, pp: 141-149.
- Rinallo, C., Mariotti, D.** (1993) *Genetic Transformation in Propagation of (Castanea Sativa Mill.)*, Intern. Congr. on Chestnut, Spoleto, Italy.
- Şimşek, Y.** (1993) *Orman Ağaçları Islahı Giriş*, Orm. Araş. Enst. Yayın, Muht. Yay. Serisi, No: 65.
- Taşkın, O.** (1983) *Anadolu Kestanesi (Castanae sativa Mill.) Anadolu'da Yok Oluyor*, Orman Mühendisliği Dergisi, Yıl: 22, s: 21-24.
- Tüzün, H.H.** (1991) *Bitkilerde Sağlıklı Yaşam*, Orman Mühendisliği Dergisi, Sayı: 10, s: 41.

- Villani, F., Pigliucci, M.** (1991) *Orijin And Evolution of European Chestnut: A Population Biology Perspective, Genetic Variation In European Populations of Forest Trees*, G. Müller- Strock And M. Zieke , Souerlander's Verlag, Frankfurt.
- Villani, F., Pigliucci, M., Lauteri, M., Cherubini, M., Sun, O.** (1991) *Congruence Between Genetic, Norphometric And Physiological Data on Differentiation of Turkish Chestnut (Castanea sativa)*, Genome Vol: 35, pp: 251-256.
- Villani, F., Pighucci, M., Benedettelli, S., Cherubini, M.** (1991) *Genetic Differentiation Among Turkish Chestnut (Castanea sativa Mill.) Population*, Heredity 66, pp: 131-136
- Vurdu, H.** (1983) *Kesim Artığı İbre, Yaprak ve İnce Dalların Hayvan Yemi Potansiyeli*, Orman Mühendisliği Dergisi, Yıl: 20, Sayı: 8, s: 23-28.
- Vurdu, H.** (1985) *Wood: As a Material*, Lecture Outline For Bio.260, METU, Ankara.
- Vurdu, H.** (1988) *Odun Kusurlarından Lif Kıvrıklığının Önemi ve Belirlenmesi*, Standart, Yıl: 23, Sayı 284, pp: 34-45.
- Vurdu, H.** (1990) *Orman İstisal Artıkları Artık mı?*, Standart, Yıl: 29, Sayı:338, s. 15- 19.
- Wangaard, F. F. and Granados, L. A.** (1967) *The effect of extractives on water- vapor sorption by wood*. Wood Science and Technology. 1: 253 - 277.
- Weijian, D., Di Chunji, Feygzhen, A.** (1993) *Gemplazm Resources of Castanea Mill. And Their Breeding In China*, Intern. Congr. On Chestnut, Spoleto, Italy, Oct. 20-23.
- Yakar, N.** (1983) *Bitki Morfolojisine Giriş (Tohumlu Bitkilerin İç ve Dış Morfolojisinin Ana Hatları)*, İ.Ü. Fen Fak. 3112, 186. İstanbul.
- Yaltırık, F.** (1993) *Dendorojji Ders Kitabı (Angiospermae)*, Bölüm: 1, İ.Ü. Orm. Fak. Yay. 3767, 420, pp: 121-122.

ÖZGEÇMİŞ

23.04.1966 tarihinde Karabük'te doğdu. İlk, orta ve lise tahsilini Karabük'te tamamladıktan sonra 1984 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümüne girdi. 1989 yılında bu bölümden mezun olduktan sonra Bartın Orman İşletme Müdürlüğünde 5 yıl süre ile mühendis olarak çalıştı. Aynı yıllarda Bartın'da mevcut ve kurulmakta olan çeşitli kereste fabrikalarının ve mobilya atelyelerinin fizibilite raporlarını hazırlayarak kuruluş çalışmalarında bizzat yer almıştır. 1990-1991 yıllarında askerlik görevini yerine getirmiştir. 1995 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans programı kazanarak Ekim 1995 tarihinde Bartın Orman Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. Halen Z.K.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Programını sürdürmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.