

170931

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TRABZON-YEŞİLBÜK YÖRESİNDE YETİŞTİRİLMİŞ MONTERİ ÇAMI [*Pinus radiata D. Don*] ODUNUNUN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Orm. End. Müh. Elif TOPALOĞLU

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Orman Endüstri Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06.07.2005
Tezin Savunma Tarihi : 10.08.2005**

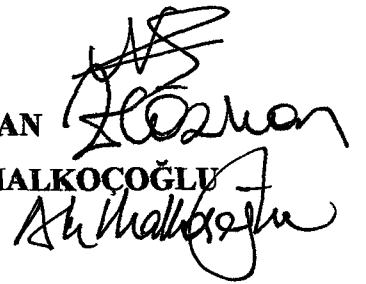
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nurgül AY

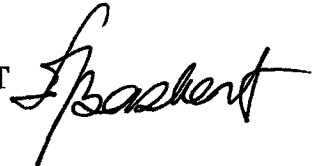
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Zafer Cemal ÖZKAN

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir MALKOCOĞLU

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Trabzon 2005





ÖNSÖZ

Monteri çamı (*Pinus radiata D. Don*) odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırıldığı bu çalışma, K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenen, konu seçiminde ve çalışmalarımın yürütülmesinde yardım ve ilgisini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Nurgül AY'a, yapıcı katkılarından ve değerli fikirlerinden yararlandığım sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Abdülkadir MALKOÇOĞLU'na teşekkür ederim.

Araştırma materyalinin temininde kolaylık sağlayan sayın hocam Coşkun GENÇOSMANOĞLU'na ve eşim Mustafa TOPALOĞLU'na, arazi çalışmalarımda yardımcı olan Arş. Gör. Ali İhsan KADIOĞULLARI'na, deney örneklerinin hazırlanmasında emeği geçen laboratuvar personeli Ahmet HELLAÇ'a, çalışmalarım sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen ailem ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Elif TOPALOĞLU
Trabzon 2005

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Monteri Çamı [<i>Pinus radiata</i> D. Don]'nın Dünyadaki Yayılışı	3
1.3. Monteri Çamı [<i>Pinus radiata</i> D. Don]'nın Türkiye'deki Plantasyonları ve Yetiştirilmesi Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	9
1.4. Monteri Çamı [<i>Pinus radiata</i> D. Don]'nın Botanik Özellikleri.....	12
1.5. Monteri Çamı [<i>Pinus radiata</i> D. Don]'nın Anatomik Özellikleri.....	13
1.5.1. Makroskopik Özellikler.....	13
1.5.2. Mikroskopik Özellikler	13
1.6. Literatür Özeti	13
1.6.1. Monteri Çamı [<i>Pinus radiata</i> D. Don] Üzerinde Yapılan Anatomik Araştırmalar.....	13
1.6.2. Monteri Çamı [<i>Pinus radiata</i> D. Don] Üzerinde Yapılan Teknolojik Araştırmalar.....	15
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	18
2.1. Araştırma Alanının Tanıtımı	18
2.2. Örnek Ağaçların Seçimi	18
2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	19
2.4. Makroskopik Özelliklerin Belirlenmesi	19
2.4.1. Yıllık Halka Genişliği	19
2.5. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi.....	20
2.5.1. Özgül Ağırlık.....	20
2.5.1.1. Hava Kuruğu Özgül Ağırlık	20

2.5.1.2.	Tam Kuru Özgöl Ağırlık	22
2.5.2.	Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Hacmi Oranları	22
2.5.3.	Hacim-Yoğunluk Değeri	23
2.5.4.	Odun-Su İlişkileri	23
2.5.4.1.	Monteri Çamı Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı	25
2.5.4.2.	Lif Doygunluk Noktası Rutubeti	26
2.6.	Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi	26
2.6.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci	26
2.6.2.	Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü	28
2.6.3.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci	31
2.6.4.	Makaslama Direnci	32
2.6.5.	Brinell Sertlik Değerleri	34
2.7.	Kullanılan İstatistik Yöntemler	35
3.	BULGULAR	36
3.1.	Makroskopik Özellikler	36
3.1.1.	Yıllık Halka Genişliği	36
3.1.1.1.	Yıllık Halka Genişliği İle Özgöl Ağırlık Arasındaki İlişki	37
3.2.	Fiziksel Özellikler	38
3.2.1.	Özgöl Ağırlık	38
3.2.1.1.	Hava Kuruşu Özgöl Ağırlık	38
3.2.1.2.	Tam Kuru Özgöl Ağırlık	39
3.2.2.	Hacim-Yoğunluk Değeri	40
3.2.3.	Hücre Çeperi Maddesi Oranı	42
3.2.4.	Hava Boşluğu Hacmi Oranı	43
3.2.5.	Odun-Su İlişkileri	44
3.2.5.1.	Monteri Çamı [<i>Pinus radiata</i> D. Don] Odununun Daralma ve Genişleme Miktarları	44
3.2.5.2.	Monteri Çamı [<i>Pinus radiata</i> D. Don] Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı	46
3.2.5.3.	Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti	46
3.3.	Mekanik Özellikler	47
3.3.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci	47
3.3.1.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci İle Özgöl Ağırlık Arasındaki İlişki	48
3.3.1.2.	Statik Kalite Değeri	49

3.3.1.3. Spesifik Kalite Değeri	49
3.3.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	49
3.3.2.1. Eğilme Direnci	49
3.3.2.2. Eğilme Direnci İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki	50
3.3.2.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	51
3.3.2.4. Eğilmede Elastikiyet Modülü İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki.....	52
3.3.3. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri	53
3.3.3.1. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci.....	53
3.3.3.2. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki	54
3.3.3.3. Dinamik Kalite Değeri	55
3.3.4. Makaslama Direnci.....	55
3.3.4.1. Teğet Yönde Makaslama Direnci.....	55
3.3.5. Brinell Sertlik Değerleri	56
3.3.5.1. Enine Kesitte Brinell Sertlik Değeri.....	56
3.3.5.2. Enine Kesit Sertliği İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki	57
3.3.5.3. Radyal Kesitte Brinell Sertlik Değeri.....	58
3.3.5.4. Radyal Kesit Sertliği İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki	59
3.3.5.5. Teğet Kesitte Brinell Sertlik Değeri.....	60
3.3.5.6. Teğet Kesit Sertliği İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki	61
4. TARTIŞMA.....	63
4.1. Yıllık Halka Genişliği	63
4.2. Fiziksel Özellikler	63
4.2.1. Özgül Ağırlık.....	63
4.2.2. Hacim-Yoğunluk Değeri	64
4.2.3. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Hacmi Oranları	66
4.3. Odun-Su İlişkileri.....	66
4.3.1. Hacimsel Daralma ve Genişleme Miktarları	66
4.3.2. Monteri Çamı [<i>Pinus radiata D. Don</i>] Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı.....	67
4.3.3. Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti.....	67
4.4. Mekanik Özellikler.....	68
4.4.1. Liflere Paralel Basınç Direnci	68
4.4.1.1. Statik Kalite Değeri	69

4.4.1.2. Spesifik Kalite Değeri	69
4.4.2. Eğilme Direnci	69
4.4.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	70
4.4.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci.....	72
4.4.4.1. Dinamik Kalite Değeri	73
4.4.5. Makaslama Direnci.....	73
4.4.5.1. Teğet Yönde Makaslama Direnci.....	73
4.4.6. Brinell Sertlik Değerleri	74
5. SONUÇLAR	75
6. ÖNERİLER	77
7. KAYNAKLAR.....	80
ÖZGEÇMİŞ.....	85



ÖZET

Bu çalışmada Monteri çamı [*Pinus radiata D. Don.*] odununun fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır.

Deneyleerde, Trabzon-Yeşilbük yöresinden alınan 5 adet örnek ağaçtan yararlanılmıştır. Örnek ağaçların seçimi, deney örneklerinin hazırlanması ve deneyler ilgili standartlara uygun olarak yürütülmüştür.

Bu çalışmada, Monteri çamı odununun fiziksel özelliklerinden tam kuru ve hava kuru su özgül ağırlıklar, hacim-yoğunluk değeri ve odun-su ilişkileri; mekanik özelliklerinden liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, makaslama direnci, dinamik eğilme (şok) direnci ve Brinell sertlik değerleri hesaplanmıştır.

Sonuçlar, aynı ağaç türü ve aynı familyaya ait ağaç türleri odunları üzerinde yapılmış olan diğer çalışma sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Çalışma sonucunda Monteri çamı odununun hafif, yumuşak ve orta kalite özelliğine sahip olduğu, çalışma özellikleri ve liflere paralel basınç direnci “orta”; eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve dinamik eğilme (şok) direnci “küçük” ağaçlar grubunda bulunduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlardan yararlanarak Monteri çamı odununun kullanım yerleri hakkında önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Monteri çamı, *Pinus radiata D. Don.*, Fiziksel ve Mekanik Özellikler.

SUMMARY

The Physical and Mechanical Properties of Radiata Pine [*Pinus radiata* D. Don.] Wood Which is Grown in Trabzon-Yeşilbük Region.

In this study some physical and mechanical properties of Radiata pine [*Pinus radiata* D. Don.] wood were investigated.

In the experiments, the five trees were obtained from Trabzon-Yeşilbük region were used. The selection of the experimental trees, preparation of the test specimens and application of the test procedures were done according to relevant standards.

For the physical properties air and oven dry specific gravity, volume density value, wood water relatives; for the mechanical properties compression strength parallel to the grain, static bending strength, modulus of elasticity for bending strength, shear strength, impact strength and value of Brinell hardness were determined.

The results were compared with the obtained data of same species and tree species in the same family.

As a result of this study, Radiata pine wood has light, soft and medium quality property. Its wood-water relatives and compression strength parallel to the grain is “medium”, static bending strength, modulus of elasticity for bending strength and impact strength is little. According to the obtained data of this study, the proposals were given about use of Radiata pine [*Pinus radiata* D. Don.] wood.

Key Words: Radiata pine, Physical and Mechanical Properties.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Monteri çamı (<i>Pinus radiata D. Don</i>)' nın Doğal Yayılış Alanı	4
Şekil 2. Ano Nuevo Bölgesi	5
Şekil 3. Monterey Bölgesi	6
Şekil 4. Cambria Bölgesi	7
Şekil 5. Guadalupe Adası	8
Şekil 6. Cedros Adası	8
Şekil 7. Marmara Bölgesi'nde deneme alanındaki türlere ait hacim grafikleri.....	11
Şekil 8. Karadeniz Bölgesi'nde deneme alanındaki türlere ait hacim grafiği	11
Şekil 9. Trabzon-Yeşilbük Yöresi	18
Şekil 10. Özgül ağırlık deney örneği (boyutlar mm)	20
Şekil 11. Radyal ve teğet yönde çalışma deney örneği (boyutlar mm)	25
Şekil 12. Liflere paralel yönde (boyuna) çalışma deney örneği (boyutlar mm).....	25
Şekil 13. Liflere paralel basınç direnci deneyi örneği (boyutlar mm).....	27
Şekil 14. Eğilme direnci deneyi örnek boyutları (boyutlar mm).....	29
Şekil 15. Dinamik eğilme direnci deneyi ve örnek boyutları (boyutlar mm).....	31
Şekil 16. Makaslama direnci örneği (boyutlar mm).....	33
Şekil 17. Brinell sertlik deneyi örneği (boyutlar mm).....	34
Şekil 18. Yıllık halka genişliği dağılım grafiği	36
Şekil 19. Monteri çamı odununun yıllık halka genişliği ile özgül ağırlık arasındaki ilişki	37
Şekil 20. Monteri çamı odununun hava kuru özgül ağırlık dağılım grafiği.....	38
Şekil 21. Monteri çamı odununun tam kuru özgül ağırlık dağılım grafiği.....	39
Şekil 22. Monteri çamı odununun hacim yoğunluk dağılım grafiği.....	40
Şekil 23. Tam kuru özgül ağırlık değeri ile hacim yoğunluk değeri arasındaki ilişki.....	41
Şekil 24. Monteri çamı odununun hücre çeperi maddesi oranı dağılım grafiği	42
Şekil 25. Monteri çamı odununun hava boşluğu hacmi oranı dağılım grafiği	43
Şekil 26. Monteri çamı odununun hacimsel daralma miktarı dağılım grafiği.....	45
Şekil 27. Monteri çamı odununun hacimsel genişleme miktarı dağılım grafiği	45
Şekil 28. Monteri çamı odununun liflere paralel basınç direnci dağılım grafiği.....	47

Şekil 29. Monteri çamı odununun özgül ağırlık değeri ile liflere paralel basınç direnci değeri arasındaki ilişki.....	48
Şekil 30. Monteri çamı odununun eğilme direnci dağılım grafiği	50
Şekil 31. Monteri çamı odununun eğilme direnci değeri ile özgül ağırlık değeri arasındaki ilişki.....	51
Şekil 32. Monteri çamı odununun elastikiyet modülü dağılım grafiği.....	52
Şekil 33. Monteri çamı odununun özgül ağırlık değeri ile elastikiyet modülü değeri arasındaki ilişki.....	53
Şekil 34. Monteri çamı odununun dinamik eğilme (şok) direnci dağılım grafiği	54
Şekil 35. Monteri çamı odununun özgül ağırlık değeri ile dinamik eğilme (şok) direnci değeri arasındaki ilişki.....	55
Şekil 36. Monteri çamı odununun teğet yönde makaslama direnci dağılım grafiği.....	56
Şekil 37. Monteri çamı odununun enine kesitte Brinell sertlik değeri dağılım grafiği	57
Şekil 38. Özgül ağırlık değeri ile enine kesitte Brinell sertlik değeri arasındaki ilişki	58
Şekil 39. Monteri çamı odununun radyal kesitte Brinell sertlik değeri dağılım grafiği	59
Şekil 40. Özgül ağırlık değeri ile radyal kesitte Brinell sertlik değeri arasındaki ilişki	60
Şekil 41. Monteri çamı odununun teğet kesitte Brinell sertlik değeri dağılım grafiği	61
Şekil 42. Özgül ağırlık değeri ile teğet kesitte Brinell sertlik değeri arasındaki ilişki	62

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Ülkemizde denenen bazı yabancı ağaç türlerinin genel ortalama hacim artımları	2
Tablo 2. Monteri çamı (<i>Pinus radiata D. Don</i>)'nın doğal yayılış alanları ve özellikleri...	4
Tablo 3. Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'nde 1970 yılında kurulmuş deneme alanındaki türlere ait çap, boy ve yıllık hacim artım değerleri.....	10
Tablo 4. Örnek ağaçların genel özellikleri	19
Tablo 5. Yıllık halka genişliği değerleri	36
Tablo 6. Yıllık halka genişliği ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları.....	37
Tablo 7. Monteri çamı odununun hava kuru özgül ağırlık değerleri	38
Tablo 8. Monteri çamı odununun tam kuru özgül ağırlık değerleri	39
Tablo 9. Monteri çamı odunun hacim yoğunluk değerleri	40
Tablo 10. Tam kuru özgül ağırlık ile hacim yoğunluk değeri arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları	41
Tablo 11. Monteri çamı odununun hücre çeperi maddesi hacmi oranı değerleri	42
Tablo 12. Monteri çamı odununun hava boşluğu hacmi oranı değerleri.....	43
Tablo 13. Monteri çamı odununun daralma ve genişleme miktarları.....	44
Tablo 14. Monteri çamı odununun hacim yoğunluk değerlerine göre içerisine alabileceği en yüksek su miktarı	46
Tablo 15. Monteri çamı odununun tam kuru özgül ağırlık değerlerine göre içerisine alabileceği en yüksek su miktarı.....	46
Tablo 16. Monteri çamı odununun liflere paralel basınç direnci değerleri	47
Tablo 17. Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları	48
Tablo 18. Monteri çamı odununun eğilme direnci değerleri	49
Tablo 19. Eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları	50
Tablo 20. Monteri çamı odununun elastikiyet modülü değerleri	51
Tablo 21. Elastikiyet modülü ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları	52
Tablo 22. Monteri çamı odununun dinamik eğilme direnci değerleri.....	53

Tablo 23. Dinamik eğilme (şok) direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları	54
Tablo 24. Monteri çamı odununun teğet yönde makaslama direnci değerleri	56
Tablo 25. Monteri çamı odununun enine kesitte Brinell sertlik değerleri	57
Tablo 26. Enine kesitte Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları	58
Tablo 27. Monteri çamı odununun radyal kesitte Brinell sertlik değerleri	59
Tablo 28. Radyal kesitte Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları	60
Tablo 29. Monteri çamı odununun teğet kesitte Brinell sertlik değerleri.....	61
Tablo 30. Teğet kesitte Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları	62
Tablo 31. Monteri çamı ve diğer bazı ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri	64
Tablo 32. Monteri çamı ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacim-yoğunluk değerleri	65
Tablo 33. Monteri çamı ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacimsel daralma miktarları	66
Tablo 34. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci değerleri ..	68
Tablo 35. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait eğilme direnci değerleri.....	70
Tablo 36. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait elastikiyet modülü değerleri	71
Tablo 37. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait dinamik eğilme direnci değerleri	72
Tablo 38. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait makaslama direnci değerleri	73
Tablo 39. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait Brinell sertlik değerleri	74
Tablo 40. Monteri çamı odununun fiziksel ve mekanik özellikleri.....	76

SEMBOLLER DİZİNİ

ACQ	: Alkali-Bakır-Kuat
CCA	: Bakır-Krom-Arsenik
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
HOÇEM	: Hafif Organik Çözücülü Emprenye Maddesi
K	: Kuzey
LDR	: Lif doygunluk noktasındaki rutubet miktarı
MDF	: Orta yoğunluktaki lif levha
R	: Değişim aralığı
r^2	: Korelasyon katsayısı
s	: Standart sapma
TR	: Türkiye
TS	: Türk Standartları
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
s^2	: Varyans
var.	: Varyete
W	: Batı
\bar{x}	: Aritmetik ortalama
μ	: Mikron
p	: Önem düzeyi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ülkemizin toplam orman alanı, 1999 yılı sonu itibariyle sağlanan verilere göre 20.763.247 hektardır. Bu miktar toplam ülke yüzölçümünün %26,6'sını oluşturmaktadır. 1999 yılı verilerine göre tüm ormanlık alanda iğne yapraklı saha oranı %53,9, yapraklı saha oranı ise %46,1 dir. Normal koru ormanlarında en fazla sahayı %32 ile Kızılcıam türü kaplamakta olup bunu sırasıyla Karaçam %26, Kayın %13, Sarıçam %8, Gökmar %6, Meşe %4, Sedir %3 ve Ladin %2 olarak izlemektedir [1].

Özel sektörde yetiştirilmekte olan hızlı gelişen ağaç türleri yaklaşık 200.000 ha alan kaplamakta ve bu alanın 160.000 ha'nı kavak türleri oluşturmaktadır. Endüstriyel odun üretim ve arzı içinde özel sektörde yetiştirilen hızlı gelişen ağaç türlerinin oranı son yirmi yılda çok büyük bir artış (üç kata yakın) göstermiş olup halen toplam iç üretimin %30'u, tüketimin ise %26'sı civarındadır [1].

Ülkemizde doğal türlerin yanında, uzun yıllardan beri ağaçlandırma sahalarında geniş alanlarda dikimi yapılan bazı türler de bulunmaktadır. Ağaçlandırma sahalarında dikilen önemli yabancı tür ağaçların başlıcaları şunlardır. Cumhuriyet Ağacı, Beyaz Çiçekli Yalancı Akasya (*Robinia pseudo-acacia*), Okaliptus (*Eucalyptus sp.*), İran Çamı (*Pinus elderica*), Sahil Çamı (*Pinus pinaster*), **Monteri Çamı** (*Pinus radiata*), Douglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii*), Kıbrıs Akasyası (*Acacia cyanophylla*), At kestanesi (*Aesculus*), Kokar Ağaç (*Ailanthus althissima*) [1].

Hızlı büyüyen yabancı ağaç türleri ile tüm dünya ormancıları ilgilenmektedir. Yıllar önce başlatılan denemeler sonucu birçok ülkede hızlı gelişen yabancı türler geniş alanlarda güvenle kullanılmaktadır.

Hızlı büyüyen ağaç türlerinin tanımı da çok çeşitli olarak yapılmıştır. Yapılan tanımlamalar içinde ülkemizde en çok benimsenenler, Akdeniz Ormancılık Sorunları Araştırma Komitesi tarafından yapılan tanımlamalar olmuştur [2, 3].

- Çevrenin yerli türlerine uygulanan idare süresinin 1/3'ü kadar bir idare süresi içerisinde çap olarak yerli türlerin kesim sırasında ulaştıkları değere ulaşabilen türlere **hızlı büyüyen ağaç türleri** denir.

Diğer bir tanımlama da şöyledir:

- İdare müddeti yaşında dalsız ve kabuksuz yıllık ortalama artımı $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ ve daha fazla olan türlere *hızlı büyüyen ağaç türleri* denir.

Bu tanımlamalara göre ülkemizde iyi yetişme ortamlarında denenen bazı yabancı türlerin genel ortalama hacim artımları Tablo 1. de belirtilmektedir [3].

Tablo 1. Ülkemizde denenen bazı yabancı ağaç türlerinin genel ortalama hacim artımları

Ağaç Türü	Yaş	Genel Ortalama Hacim Artımı (m^3/ha)
Duglas göknarı	40	12,9
Sahil çamı	40	11,8
Monteri çamı	30	14,6
Okalıptus	15	37,0
Melez kavak	15	50,0

Araştırmaya konu olan Monteri çamı (*Pinus radiata D. Don*)'nın beş doğal yayılış alanı mevcuttur. Bunların üçü California'nın sahil merkezindeki Ano Nuevo, Monterey ve Cambria bölgeleridir. Diğer iki bölge; Baja California sahili ötesinde bulunan Guadalupe ve Cedros adalarıdır [4].

Monteri çamı dünyada yaygın olarak yetiştirilen bir çam türüdür. Hızlı büyümesi ve arzu edilen kereste ve kağıt hamuru kalitesi, bu ağaç türünün Avustralya, Yeni Zelanda ve İspanya'ya ithal edilen türlerin başında gelmesine ve Arjantin, Şili, Uruguay, Kenya ve Güney Afrika Cumhuriyeti plantasyonlarında başlıca bir tür olmasına neden olmuştur. Bu ülkelerde Monteri çamı; ülke içi pazarlara hizmet ederek, ihracatla değerli döviz kaynakları sağlayarak ve doğal ormanların kesilmesini azaltarak orman ekonomisinin başlıca dayanağı olmuştur [5].

Monteri çamı, güney ekvator ülkeleri olan Yeni Zelanda, Şili, Avustralya ve Güney Afrika'da ve kuzey ekvator ülkesi olan İspanya'da 1923 yılından itibaren başarılı egzotik bir tür olarak yaygın olarak kullanılmaktadır [6].

Monteri çamı; Yeni Zelanda, Şili, Avustralya ve Güney Afrika gibi geniş alanlarda yetiştirildiği ülkelerde herhangi bir egzotik ağaç türünden daha kısa bir idare süresi içerisinde en yüksek hacim verimi yapan bir tür olmakla kalmamış aynı zamanda bu türün

odunu; yapı ağacı, ambalaj odunu, odun hamuru ve lif-yonga sanayinin aradığı odun tipi de olmuştur [7].

Monteri çamının Avrupa'daki en geniş plantasyonları ise İspanya'nın Atlantik sahillerinde bulunmaktadır. Ayrıca Monteri çamı ile Şili'de yapılan ağaçlandırmalarda başarı derecesi çok yüksek olmakla birlikte bu ülkedeki Monteri çamı plantasyonları 16–20 yıl idare süreleri ile lif levha ve kağıt yapımında kullanılmakta, 30–40 yıl idare süreleri içerisinde de bıçkı sanayinde kullanılmaktadır [7].

Monteri çamı, günümüzde, uygun yetiştirme koşullarına sahip, dünyanın çoğu ülkelerinde yetiştirilmektedir.

Monteri çamı, hemen hemen diğer ağaç türlerine göre iki temel avantaja sahiptir:

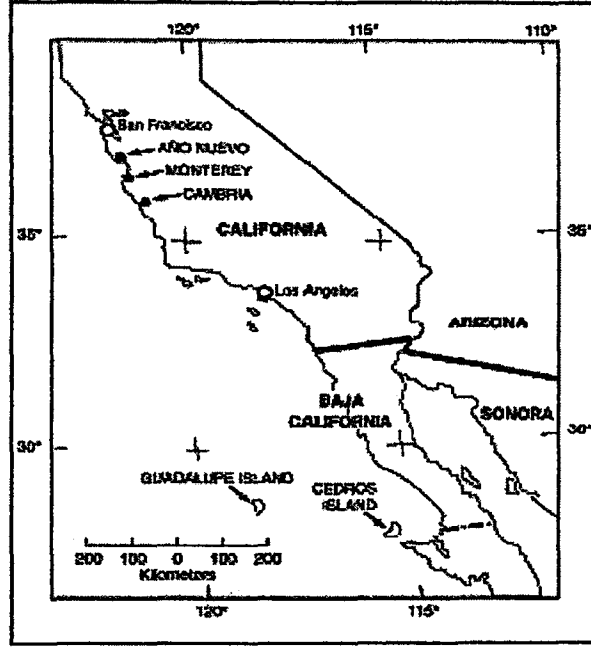
1. Monteri çamı, diğer ağaç türlerinden daha hızlı büyüyerek 60cm., 80cm. hatta 100 cm. çap yapabilmektedir.
2. Monteri çamı, çok düzgün tekstürlü bir oduna sahip olup, zımparalama ve cilalama işlemleri için kusursuz bir odundur [8].

Bu çalışmada Trabzon-Yeşilbük yöresinden alınan Monteri çamı (*Pinus radiata D.Don*) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan bu ağaç türünün en uygun kullanım yerleri hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır.

1.2. Monteri Çamı [*Pinus radiata D. Don*]' nın Dünyadaki Yayılışı

Monteri çamı (*Pinus radiata D. Don*)'nın doğal yayılış alanı, beş ayrı popülasyonla sınırlandırılmıştır. Bunların üçü, Kaliforniya sahil merkezindeki Ano Nuevo, Monterey ve Cambria bölgeleridir. Diğer iki bölge, Baja Kaliforniya sahili ötesindeki Guadalupe ve Cedros adalarıdır. En kuzeydeki meşcere, Ano Nuevo noktasının doğusunda bulunmaktadır. Merkezdeki meşcere, Monterey'in güneyine 48 km. uzaklıktadır. En güneydeki meşcere ise Cambria bölgesine yaklaşık 105 km. uzaklıktadır. Çamlar, denizden 11 km. uzaklıkta nadiren bulunur. Kuzey-güney yayılış alanı yaklaşık 209 km.dir. Guadalupe adası, Cambria'nın güneyine 740 km. ve Cedros adası Cambria'nın güneydoğusuna 908 km. uzaklıktadır [4, 9].

Monteri çamının Amerika kıtası üzerindeki yayılış alanının 4860–6480 ha. arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, Monteri çamının yayılış gösterdiği toplam alan yaklaşık 8000 ha. kadardır [5].



Şekil 1. Monteri çamı (*Pinus radiata D. Don*)'nın Doğal Yayılış Alanı [10].

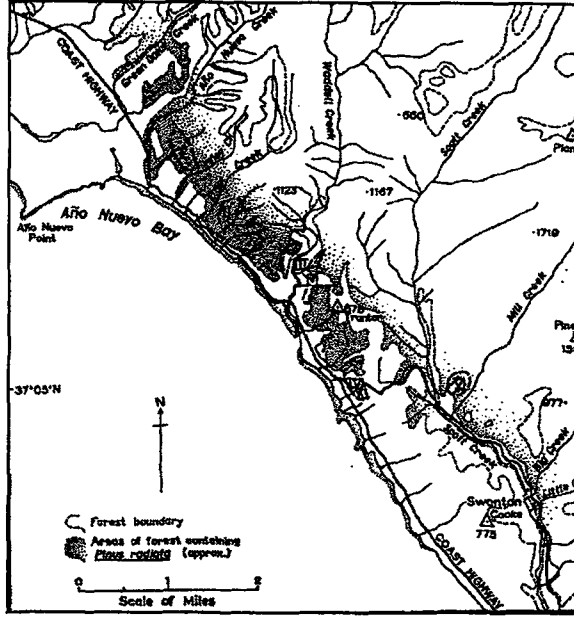
Monteri çamının doğal yayılış alanları ve bu alanlara ait bazı özellikler Tablo 2'de belirtilmektedir [11].

Tablo 2. Monteri çamı (*Pinus radiata D. Don*)'nın doğal yayılış alanları ve özellikleri

Meşcere	Enlem (N)	Boylam (W)	Ağaç Sayısı	Rakım Aralığı (m)	Yıllık Yağış (mm)
Ano Nuevo	37,0	122,5	1.200.000	10–33	800
Monterey	36,5	122,0	3.000.000	10–440	400
Cambria	35,5	121,0	1.300.000	10–200	500
Guadalupe Adası	29,0	118,3	220	400–1200	150
Cedros Adası	28,3	115,3	80.000	380–640	150

Ano Nuevo

Ano Nuevo, üç kara popülasyonunun en kuzeyindeki bölgedir. Monterey'in kuzeyine yaklaşık olarak 75 km. uzaklıktan başlar. Buradaki ormanların dağılımı, 400–600 ha. arasında değişmektedir. Bazı bölgelerde Monteri çamı ormanları ile *Pseudotsuga menziesii* ve *Pinus attenuata*'nın hakim olduğu ormanlar yavaş yavaş birbirine karışmaktadır [4].

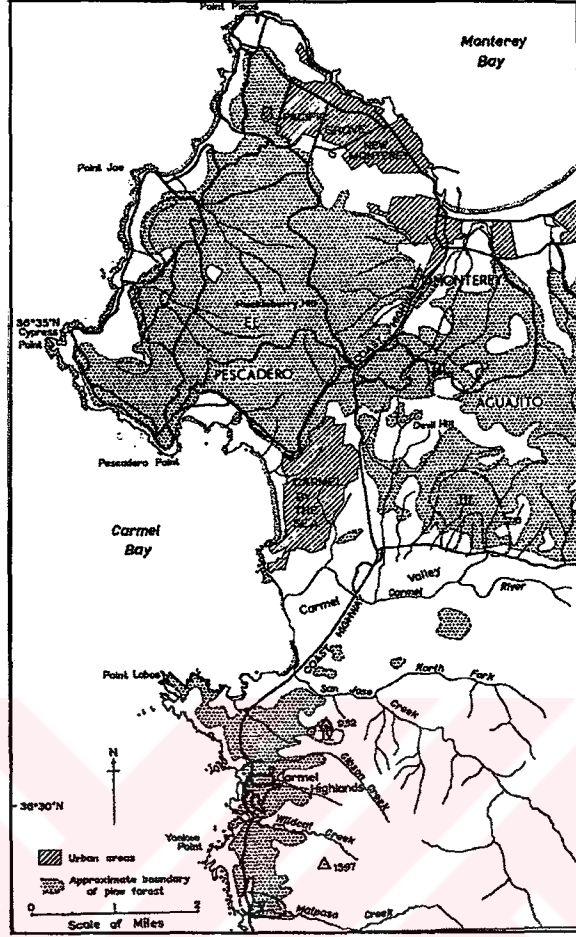


Şekil 2. Ano Nuevo Bölgesi

Monterey

Monterey, beş popülasyonun en geniş alana sahip olanıdır. Tahmini ormanlık alan, 2800–6000 ha. arasında değişmektedir. Sahil yakınlarında bulunan *Cupressus macrocarpa* sık sık görülen baskın bir türdür. *Pinus muricata* ve *Cupressus goveniana* (var. *goveniana*) Monteri çamı ile birlikte bulunmaktadır [4].

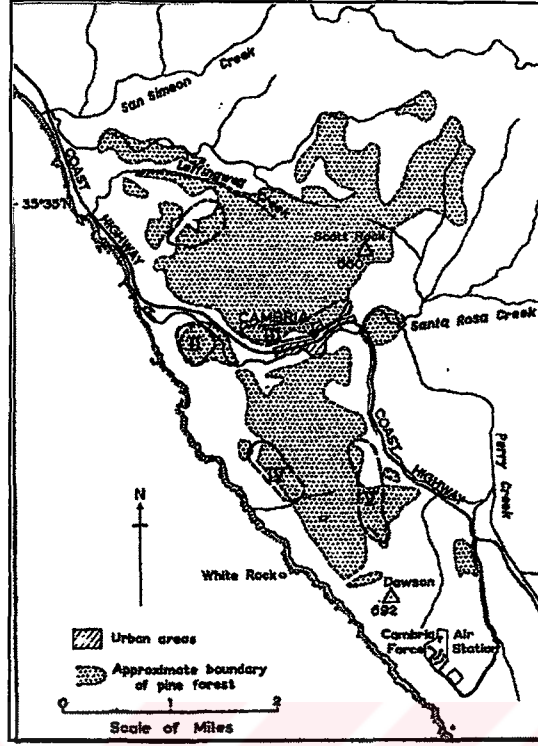
Bu popülasyonun en iyi meçereleri sıradağlar ile deniz arasında kalan bölgedeki kuzey yamaçlarda görülmektedir. Güney yamaçtakiler ise seyrek ve cılızdır [12].



Şekil 3. Monterey Bölgesi

Cambria

Üç kara populasyonunun en güneyindeki bu bölge, Monterey meşceresinin güneyinden yaklaşık olarak 100 km. uzaklıktan başlar. Tahmini ormanlık alan, 900–1200 ha. arasında değişmektedir. Cambria bölgesi, diğer iğne yapraklı türleri içermeyen tek kara populasyonudur [4].



Şekil 4. Cambria Bölgesi

Guadalupe Adası

Baja Kaliforniya'nın Pasifik sahilinden 250 km ötede bulunan Guadalupe adası, yaklaşık olarak 35 km uzunluğunda ve 12 km genişliğindedir. Bu ada; yaklaşık 7 milyon yaşında, volkanik adalar grubudur. Adanın güneyindeki yıllık yağış miktarı, yaklaşık olarak 150 mm, kuzeyindeki yıllık yağış miktarı ise bu değerden daha yüksektir. Monteri çamı, *Quercus tomentalla* ve Guadalupe adasına mahsus bir tür olan *Brahea edulis* ile birlikte bulunmaktadır. Monteri çamı; daha fazla yağış, daha az güneş ışığı alan ve adadaki diğer yerlerden daha yüksek sis kümelerinin bulunduğu, adanın kuzey ucunda bulunmaktadır [4].

1.3. Monteri Çamı [*Pinus radiata D. Don*]’ nın Türkiye’deki Plantasyonları ve Yetiştirilmesi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Hızlı büyüyen yabancı türlerin Türkiye’ye ithali ile ilgili sistemli çalışmalara Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü’nce 1969 yılında başlanmıştır [7].

Monteri çamı, ülkemizde 1969–1976 yılları arasında “ İbrelî Tür Arboretumları” kapsamında kurulan Muş- Ilıcadüzü (5 orijin), Mersin- Ayvalı (1 orijin), Bergama- Kırkgeçit (5 orijin), Manisa- Karatepe (6 orijin), Manisa- Uncubozköy (6 orijin), Selçuk- Davutdağı (6 orijin), Aydın- Küçükderebaşı (6 orijin), Aydın- Ninemsuyu (6 orijin), Muğla- Çamalan (6 orijin), Fethiye- Çırpı (3 orijin), Demirköy- İğneada (3 orijin), Çatalca- Örencik (3 orijin), İstanbul- Feneryolu (3 orijin), Edremit- Şapdağ (2 orijin), Edremit- Kumlucalar (2 orijin), Gemlik- Armutlu (3 orijin), Gemlik (1975; 5 orijin), İzmit-Çenedağ (3 orijin), İzmit- Kayalıdağ (2 orijin), İzmit- Işıktepe (3 orijin), İzmit- Kefken (5 orijin), İzmit- Kerpe (1974; 2 orijin), Düzce-Aksu (1 orijin), Ünye- Asarkaya (4 orijin) Bafra- Sarıgazel (4 orijin), Sinop- Bektaşağa (4 orijin) deneme alanlarında yer almıştır. Ayrıca Ünye-Asarkaya, Bafra –Sarıgazel, Sinop- Bektaşağa, Kandıra- Kefken, İzmit- Işıktepe’de kurulan yabancı tür denemelerinde, Sedir’le birlikte Monteri çamı da değerlendirmelere tabi tutulmuştur [13].

Monteri çamı, 1960’lı yıllarda birçok denemeye daha konu olmuştur. Bafra- Sarıgazel (4 orijin), Gelemen Fidanlığı (1 orijin), Sinop- Bektaşağa (1 orijin), Vezirköprü- Kızılırmak yanı (2 orijin), Bolu- Aksu (1 orijin), İzmit- Işıktepe (3 orijin), İstanbul- Alemdağ (1 orijin), İstanbul- Bahçeköy (1 orijin), İstanbul- Feneryolu (3 orijin), İstanbul- İmrahor (5 orijin), Demirköy (2 orijin), Çanakkale- Şehitler Ormanı (1 orijin), Ezine Fidanlığı (1 orijin), Keşan (3 orijin), Balıkesir- Değirmenboğazı (2 orijin), Erdek (1 orijin), Bursa- Gemlik (1 orijin), Bursa- Armutlu (3 orijin), İzmir- Urla (1 orijin), Söke- Ovacık (1 orijin), Söke- Ovacık- Çıfıtboğazı (1 orijin) , Söke- Ovacık-Beypazarı (1 orijin), Fethiye- Kınıclar (1 orijin), Fethiye-Kemer-Çırpı (2 orijin), Fethiye- Dikmen (3 orijin), Antalya- Kurşunlu (2 orijin), Erdemli-Tömük (1 orijin), Mersin- Çamalan (2 orijin), Maraş- Pınarbaşı-Kırkgöz (1 orijin), Kilis- Kaplanderesi (1 orijin), Adana- Sarıçam (1 orijin) yörelerinde denemelere katılmıştır [14].

Monteri çamının doğal yayılış alanında hüküm süren iklim tipleri ülkemizde tam anlamıyla temsil edilmemektedir. Gerekli ölçme ve tespitler yapılarak yakın iklim tiplerine sahip olan bölgelerin Batı Karadeniz ve özellikle doğu kesimleri, Doğu Karadeniz’in

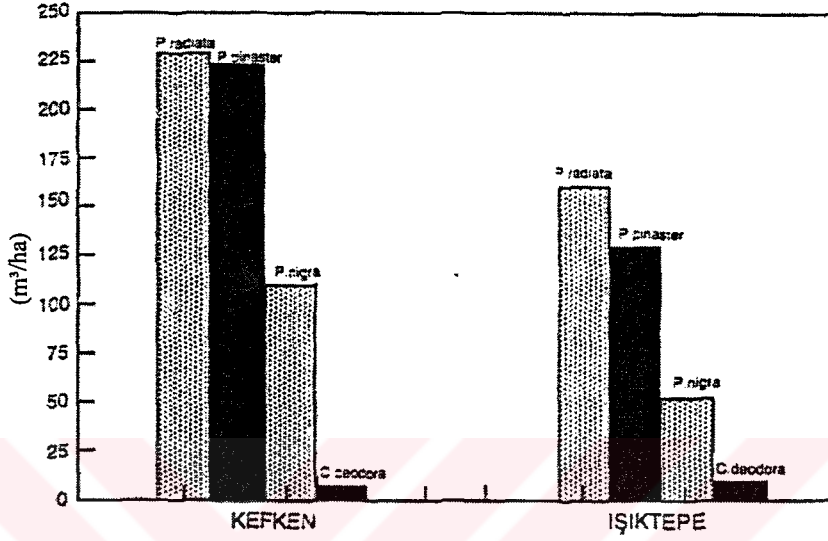
batısı, Orta Karadeniz ve Marmara Bölgesi'nin doğusu olduğu belirlenmiştir. Belirtilen bu bölgelerde Monteri çamı ile yapılacak endüstriyel ağaçlandırmalar tesisinin birim alanda yüksek hacim verimi elde edilmesi bakımından yararlı olduğu belirtilmektedir [13, 15].

Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'nde 1970 yılında kurulmuş deneme alanındaki türlere ait çap, boy ve yıllık hacim artım değerleri Tablo 3'de belirtilmektedir [15].

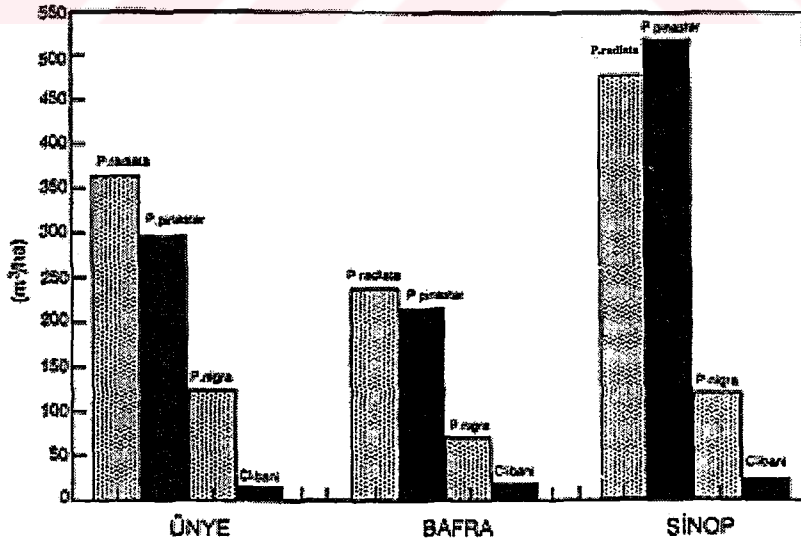
Tablo 3. Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'nde 1970 yılında kurulmuş deneme alanındaki türlere ait çap, boy ve yıllık hacim artım değerleri.

DENEME ALANLARI	TÜRLER	ÇAP (d1.30) (cm)	BOY (m)	HACİM (m ³ /ha.)	ORTALAMA ARTIM (m ³ /ha./Yıl)
ÜNYE Asarkaya	<i>Pinus radiata</i> (İspanya)	20,5	15,60	366,40	17,447
	<i>Pinus pinaster</i> (Korsika)	20,5	12,45	296,48	14,118
	<i>Pinus nigra</i> (TR. Vezirköprü)	15,7	7,95	125,28	5,965
	<i>Cedrus libani</i> (TR. Erbaa)	4,7	3,40	7,68	0,365
BAFRA Sarıgazel	<i>Pinus radiata</i> (İspanya)	18,8	10,40	240,16	11,436
	<i>Pinus pinaster</i> (Korsika)	18,6	10,75	218,56	10,407
	<i>Pinus nigra</i> (TR. Vezirköprü)	12,5	6,95	77,60	3,695
	<i>Cedrus libani</i> (TR. Erbaa)	6,7	5,50	17,60	0,838
SİNOP Bektaşoğlu	<i>Pinus radiata</i> (İspanya)	23,3	13,90	487,52	23,215
	<i>Pinus pinaster</i> (Korsika)	24,7	13,30	517,28	24,632
	<i>Pinus nigra</i> (TR. Vezirköprü)	14,6	8,40	121,28	5,775
	<i>Cedrus libani</i> (TR. Erbaa)	7,9	5,95	27,52	1,310
KANDIRA keften	<i>Pinus radiata</i> (Yeni Zelanda)	18,2	11,60	230,53	11,526
	<i>Pinus pinaster</i> (TR. Taşdelen)	20,2	11,10	223,75	11,187
	<i>Pinus nigra</i> (TR.)	14,0	6,30	104,21	5,210
	<i>Cedrus deodora</i>	4,2	4,95	4,88	0,244
İZMİT Işıktepe	<i>Pinus radiata</i> (Güney Avustralya)	18,70	7,60	160,16	7,626
	<i>Pinus pinaster</i> (TR. Taşdelen)	14,90	7,90	132,16	6,293
	<i>Pinus nigra</i> (TR. Dursunbey)	11,20	5,35	52,80	2,514
	<i>Cedrus deodora</i>	6,10	4,30	12,00	0,571

Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'nde deneme alanlarındaki türlere ait hacim grafikleri Şekil 7 ve Şekil 8'de belirtilmektedir [15].



Şekil 7. Marmara Bölgesi'nde deneme alanındaki türlere ait hacim grafikleri.



Şekil 8. Karadeniz Bölgesi'nde deneme alanındaki türlere ait hacim grafiği.

Araştırmalar sonucunda; ÷lkemizde uygun yetişme ortamlarında Monteri amının hızlı büyüyen egzotik bir tür olarak, diğer hızlı gelişen yabancı türlere ve yerli ağaç trlerimize göre kısa idare sresinde en yüksek hacim artımı yaptığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Monteri amı ve diğer hızlı büyüyen yabancı ağaç türleri ile yapılacak olan endüstriyel plantasyonlar tesisi, hem ülke ekonomimiz hem de ağaçlandırma çalışmaları açısından yararlı görülmektedir.

1.4. Monteri amı [*Pinus radiata D. Don*]'nın Botanik zellikleri

Normal olarak orta boylarda olan bu am türü, derin ve zengin topraklarda 30–50 metre boylara ve düzgün gövdelere sahiptir. Özellikle lkesi dışında egzotik şekilde yetiştirildiği Avustralya, Yeni Zelanda, şili, Güney Afrika ve İspanya'da çok başarılı sonuçlar alınmıştır. İleri yaşlarda kalın dallı, şekilsiz ve dağınık tepeli kahverengi ve çatlaklı kabuğu olan bir ağaçtır. Tomurcuk yumurta şeklinde, açık kestane rengine, sivri uçlu, reçineli veya reinesizdir. Açık yeşil renkte iğne yaprak, ince ve yumuşak olup, l olarak kısa sürgüne dizilmişlerdir. İğne yaprakların uzunlukları 10–15 cm dir. Erkek iekler sarımsı renkte, dişi çiçekler ise koyu kırmızı renktedirler. Olgun kozalak 7–14 cm boyunda olup, kestane rengine, cilalı görünüşlü, çok kısa saplı ya da sapsızdır. Kalkanın göbeği ince dikenlidir, kozalak ağaçta uzun süre kalmaktadır [16, 17].

Odunu az reçineli olup, yoğunluğu da az, traheidleri uzun olduğundan selüloz ve kâğıt sanayine çok uygundur. Gençlikte çok hızlı büyür. Bazen bir yılda iki metre sürgün verir. Hatta bir yılda birkaç kez sürebilir. İyi yetişme yerlerinde 35 yaşlarında 18 metre boy ve 40 cm çaplara ulaşabilir[16, 17]. Olgun ağaçların boyu 9–38 m arasında değişmektedir. Fakat genellikle 21–30 m'dir. Monteri amının çapı oldukça geniştir. Uygun yetişme yerlerinde d.b.h. (1,30 m) 64 cm'nin altındadır[5]. Aynı zamanda, rejenerasyon yeteneği yüksek, çok sayıda tomurcuk vermekte, herhangi bir rzđar ve kar gibi zararlarla tepe sürgünleri kırılırsa, bu kesimlerde bulunan çok sayıda tomurcuklar sayesinde yeniden sürgünler oluşturulabilmektedir. Ancak, don ve kuraklığa karşı duyarlı olup, vatanı dışında bazı böcek zararlıları ile mantar hastalıkları söz konusudur [16, 17].

1.5. Monteri amı [*Pinus radiata D. Don*]'nın Anatomik zellikleri

1.5.1. Makroskopik zellikler

Diri odun 15 cm kadar genişlikte, beyazımsı; zodun pembemsi kahverengindedir. Yıllık halkalar geniş ve belirgindir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş yavaştır. Yalancı yıllık halkalar mevcuttur. Enine kesitte, reçine kanalları açık renkte, küçük noktacıklar halinde görülmektedir. Boyuna yüzeylerde ise ince kahverengi çizikler halinde belirgindir. Tekstür, yeknesak ve incedir. Belirgin reçine kokusu vardır [18, 19, 20].

1.5.2. Mikroskopik zellikler

Ortalama traheid çapı 45 μ , traheid uzunluğu 3200–5300 μ dur. Traheidlerin oduna katılım oranı % 88,6 dır. Boyuna paraşimler mevcut değildir. Enine traheidlerin çeperleri belirgin Şekilde dişli, bazen tali dişler de bulunmaktadır. z ışını paraşim hücreleri, kalın çeperli ve geçitli (horizontal çeper) dir. Boyuna traheidlerle öz ışını paraşim hücrelerinin karşılaşma yerlerindeki geçitler “pinoid” tiptedir. zışınları, heterojen ve tek sıralıdır. İğimsi z ışınları da mevcuttur. zışını yüksekliği az (2–5 hücre) dır [18, 21].

1.6. Literatür zeti

1.6.1. Monteri amı [*Pinus radiata D. Don*] zerinde Yapılan Anatomik Araştırmalar

Bektaş [12], Adapazarı-Kaynarca-Turnalı serisindeki Monteri amı odununun makroskopik ve mikroskopik özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmada; maksimum yıllık halka genişliğinin 17.29 mm; minimum yıllık halka genişliğinin 0.99 mm; İ.O. genişliği ile yıllık halka genişliği arasında doğru orantının, Y.O. genişliği ile Y.H.G. arasında ters orantının olduğunu belirtmektedir.

Monteri amında boyuna ve enine reçine kanalları bulunduğunu, enine kesitte; 1 mm² deki boyuna reçine kanalı sayısının Y. O.'da maksimum 4 adet, İ. O.'da ise 3 adet olduğunu belirtmektedir. 100 lme sonucu tespit edilen boyuna reçine kanalı çapları ise İ. O.' da ortalama 180 mikron, Y. O.' da ortalama 120 mikron olduğunu; 1 mm² deki traheid

sayısının İ. O.'da ortalama 723 adet, Y. O.'da ise ortalama 1105 adet olduğunu belirtmektedir.

Radyal kesitte; bordürlü geçitlerin bulunduğunu ve yapılan 100 ölçme sonucunda bordürlü geçitlerin çapları, İ. O.'da ortalama 15 mikron, Y. O.'da ise ortalama 9 mikron olduğunu, bordürlü geçitlerden başka, boyuna traheidlerle öz ışını paranzim hücrelerinin karşılaşma yerlerinde "pinoid" tipi geçit bulunduğunu belirtmektedir.

Teğet kesitte yapılan 100 ölçme sonucu, İ. O.'da 1 cm² de ortalama 11 adet, Y. O.'da ise ortalama 27 adet enine reçine kanalı bulunduğunu, öz ışınlarının genellikle tek sıralı olduğunu, iğimsi öz ışınlarının oldukça fazla olduğunu, ortalama özışını yüksekliğinin 275 mikron, ortalama özışını genişliğinin 9 mikron, iğimsi öz ışınlarının genişliğinin ortalama 36 mikron, 1mm² deki özışını sayısının ortalama 36 adet olduğunu belirtmektedir. Traheid uzunluğunun 2,57 mm, traheid genişliğinin İ. O.'da 36 mikron, Y.O.'da 18 mikron, çeper kalınlığının İ. O.'da 9 mikron, Y. O.'da 15 mikron olduğunu belirtmektedir.

Tank vd. [22], Monteri çamı, Sahil çamı ve Kızılcamın lif ve kâğıt teknolojisine uygunluğunu inceledikleri araştırmada; lif uzunluğunun Monteri çamında 2,02 mm, Sahil çamında 3,97 mm ve Kızılcamda 3,20 mm; lif genişliğinin Monteri çamında 16,28 μ , Sahil çamında 23,50 μ ve Kızılcamda 25,05 μ ; lümen genişliğinin Monteri çamında 10,15 μ , Sahil çamında 15,70 μ ve Kızılcamda 15,49 μ ; lif çeper kalınlığının Monteri çamında 3,06 μ , Sahil çamında 3,90 μ ve Kızılcamda 4,78 μ olduğunu ve lif boyutları bakımından en iyi ölçülere Sahil çamının sahip olduğunu, bunu Kızılcamın izlediğini, Monteri çamının ise gerek lif uzunluğu gerekse lif genişliği ve çeper kalınlığı yönünden çok düşük değerlere sahip olduğunu belirtmektedir.

Harris ve Meylan [23], Monteri çamında boyuna ve teğet yöndeki daralma miktarı üzerine mikrofibril açısının etkisini araştırmışlardır. Monteri çamı genç odunu üzerinde yaptıkları çalışmalarda, 25°den daha büyük mikrofibril açılarında teğet yönde daralma miktarının azaldığını, boyuna yönde daralma miktarının arttığını belirtmektedir.

Cave ve Walker [24], hızlı büyüyen yumuşak ağaç türlerinde elastikiyet modülünü inceledikleri çalışmalarında, Monteri çamı odununun elastikiyetindeki belirgin azalışın sebebini izah eden tek faktörün mikrofibril açısı olduğunu belirtmektedir.

1.6.2. Monteri Çamı [*Pinus radiata D. Don*] Üzerinde Yapılan Teknolojik Araştırmalar

Bektaş [12], Adapazarı-Kaynarca-Turnalı deneme alanındaki Monteri çamı ağaçlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmada; tam kuru özgül ağırlığın 0.380 gr/cm^3 , hava kurusu özgül ağırlığın 0.428 gr/cm^3 , hacim-yoğunluk değerinin 342 kg/m^3 , liflere paralel yönde daralma miktarının % 0.3, radyal yönde daralma miktarının % 3.4, teğet yönde daralma miktarının % 5.4, hacimsel daralma miktarının 9.1, radyal yönde genişleme miktarının %2.7, teğet yönde genişleme miktarının %4.3, hacimsel genişleme miktarının ise %7.0 olduğunu; liflere paralel yönde basınç direncinin 263.59 kg/cm^2 , statik kalite değerinin 6.2, spesifik kalite değerinin 14.4, eğilme direncinin 947 kg/cm^2 , dinamik eğilme direncinin 0.15 kgm/cm^2 , dinamik kalite değerinin 0.82, liflere dik yönde çekme direncinin 20.40 kp/cm^2 , radyal yönde yarıлма direncinin 3.65 kp/cm^2 olduğunu belirtmektedir.

Göker [19], Yeni Zelanda' da 27 yaşında ve hava kurusu özgül ağırlığı 0.404 gr/cm^3 olan Monteri çamı deney örnekleri ile yapılan çalışmada; eğilme direncinin 427 kp/cm^2 , eğilmeye elastikiyet modülünün 92827 kp/cm^2 , liflere paralel yönde basınç direncinin 261 kp/cm^2 , liflere dik yönde basınç direncinin 60.47 kp/cm^2 , radyal yönde makaslama direncinin 99.15 kp/cm^2 , teğet yönde makaslama direncinin 120 kp/cm^2 , liflere paralel yönde çekme direncinin 33.7 kp/cm^2 , liflere dik yönde çekme direncinin 23.9 kp/cm^2 olduğunu belirtmektedir.

Bozkurt ve Erdin [18], $\delta_0 = 0.36-0.41 \text{ gr/cm}^3$, $\delta_{12} = 0.40-0.48 \text{ gr/cm}^3$, W_t (taze haldeki ağırlık) = $800-850 \text{ kg/m}^3$, $\beta_r = \%2.7$, $\beta_t = \%5.5$, $\beta_v = \%8.4$, $\sigma_B = 360-450 \text{ kp/cm}^2$, $\sigma_e = 600-910 \text{ kp/cm}^2$, E. Mod. = $85000-114000 \text{ kp/cm}^2$, $\sigma_c = 720-860 \text{ kp/cm}^2$, $\sigma_m = 68-76 \text{ kp/cm}^2$, $\sigma_y = 30-50 \text{ kp/cm}^2$ olduğunu ve kimyasal analizler sonucunda selüloz oranının %45, lignin oranının %27, pentozan oranının %9 ve alkol-benzende çözünen ekstraktif madde oranının %1.8 olduğunu belirtmektedir.

Tank vd. [22], Monteri çamı, Sahil çamı ve Kızılçam'ı lif ve kâğıt üretimine uygunlukları açısından incelemiştir. Bu çalışmada, Monteri çamının hacim-yoğunluk değerinin 0.358 gr/cm^3 , Monteri çamı odunun kimyasal bileşenlerinin; kül %0,2, lignin %28.47, holoselüloz %64.06, alfa selüloz %42.75, pentozanlar %9.30 ve çözünürlüklerinin; eterde %1.12, alkol-benzende %1.67, seyreltik alkalide %9.27 olduğunu, elde ettikleri kraft selülozlarının fiziksel özelliklerinin ise kopma uzunluğunun 6277 m, patlama faktörünün 51.6, yırtılma faktörünün 83.0, hacimliliğin $1.25 \text{ cm}^3/\text{g}$ ve esnekliğin %4.2 olduğunu ve her üç ağaç türünün de selülozik lif üretimine elverişli olduklarını belirtmektedir.

Kninmonth ve Whitehouse [25], Yeni Zelanda'da yapmış oldukları araştırmada $\delta=428-510 \text{ kg/m}^3$, eğilme direncinin 800 kp/cm^2 , liflere paralel basınç direncinin 370 kp/cm^2 , taze halden tam kuru hale geçişte radyal yönde daralma miktarının %3.4, teğet yönde daralma miktarının %7.0, taze halden hava kurusu hale geçişte radyal yönde daralma miktarının %2.0, teğet yönde daralma miktarının %4.2 olduğunu ve Monteri çamı odununun geçirgen, kolay emprenye edilebilir ve kolay işlenen bir odun olduğunu fakat dayanıklı olmadığını belirtmektedir.

Scott [26], Güney Afrika' da yetişen 34 yaşında, 46.25 cm çapındaki Monteri çamı odunlarından hazırlanan %12 rutubetteki deney örneklerinin eğilme direncinin 879 kg/cm^2 , maksimum basınç direncinin 362 kg/cm^2 olduğunu, aynı çalışmada maksimum basınç direncinin Sarıçam için 447 kg/cm^2 , Duglas göknarı için 522 kg/cm^2 olduğunu, Monteri çamının basınç direncinin Sarıçam ve Duglas göknarından daha düşük olduğunu, yıllık halka genişliğinin doğrudan bir direnç göstergesi olamayacağını, geniş yıllık halkaların daha düşük bir ağırlık ve daha düşük bir direncin göstergesi olduğunu belirtmektedir.

Dohr ve Drow [27], Şili de yetişen Monteri çamının fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan araştırmalar sonucunda; Monteri çamının teğet yöndeki daralma miktarının %6.7, radyal yöndeki daralma miktarının %3.4 ve hacimsel daralma miktarının %10.7 olduğunu, hava kurusu özgül ağırlığının 545 kg/m^3 , tam kuru özgül ağırlığının $0,44 \text{ gr/cm}^3$, elastikiyet modülünün 112000 kp/cm^2 , eğilme direncinin 826 kp/cm^2 , liflere paralel yöndeki basınç direncinin 436 kp/cm^2 ve sertlik değerinin 3520 N olduğunu belirtmektedir.

Albala [27], Monteri çamı odununun mekanik özelliklerini incelediği çalışmasında; elastikiyet modülünün 81400 kp/cm^2 , eğilme direncinin 627 kp/cm^2 , liflere paralel yönde basınç direncinin 338 kp/cm^2 olduğunu belirtmektedir

Ditchburne vd. [27], Avustralya'da yetişen Monteri çamının mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışmada; elastikiyet modülünün 114000 kp/cm^2 , eğilme direncinin 876 kp/cm^2 , liflere paralel yönde basınç direncinin 483 kp/cm^2 , liflere dik yönde basınç direncinin 358 kp/cm^2 , teğet yönde makaslama direncinin 113 kp/cm^2 olduğunu belirtmektedir.

Scott [27], Monteri çamının elastikiyet modülünün 94500 kp/cm^2 , eğilme direncinin 759 kp/cm^2 , liflere paralel yönde basınç direncinin 407 kp/cm^2 , sertlik değerinin 2780 N olduğunu belirtmektedir.

Anon [28], Monteri çamı odununun hacim-yoğunluk değerinin 430 kg/m^3 , diri odundaki reçine miktarının %1.8, eğilme direncinin 953 kp/cm^2 , elastikiyet modülünün

100200 kp/cm², makaslama direncinin 129 kp/cm², teğet yönde daralma miktarının %4.1, radyal yönde daralma miktarının %2.7 olduğunu belirtmektedir.

Siemon [28], Monteri çamının hava kurusu özgül ağırlığının 530 kg/m³, eğilme direncinin 872 kp/cm², elastikiyet modülünün 114800 kp/cm² olduğunu belirtmektedir.

Kingston ve Risdon [28], Monteri çamı odununun hacim-yoğunluk değerinin 485 kg/m³, hava kurusu özgül ağırlığının 593 kg/m³, teğet yönde daralma miktarının %5.1 ve radyal yönde daralma miktarının %3.4 olduğunu belirtmektedir.

Bozla ve Keating [28], Monteri çamı odununun hava kurusu özgül ağırlık değerinin 540 kg/m³, eğilme direncinin 732 kp/cm², makaslama direncinin 110 kp/cm², elastikiyet modülünün 99000 kp/cm², teğet yönde daralma miktarının %4.1 ve radyal yönde daralma miktarının %2.1 olduğunu belirtmektedir.

Cerda ve Wolfe [29], Güney Şili’de yetişen ve elektrik direği olarak kullanılan 20–25 yaşlarında, 45 adet, 12 m uzunluğunda Monteri çamı ağaçlarının eğilme direncini inceledikleri çalışmada, Monteri çamı tel direklerinin ortalama özgül ağırlığının 0.44 gr/cm³, eğilme direncinin 520 kp/cm² ve elastikiyet modülünün 105000 kp/cm² olduğunu belirtmektedir.

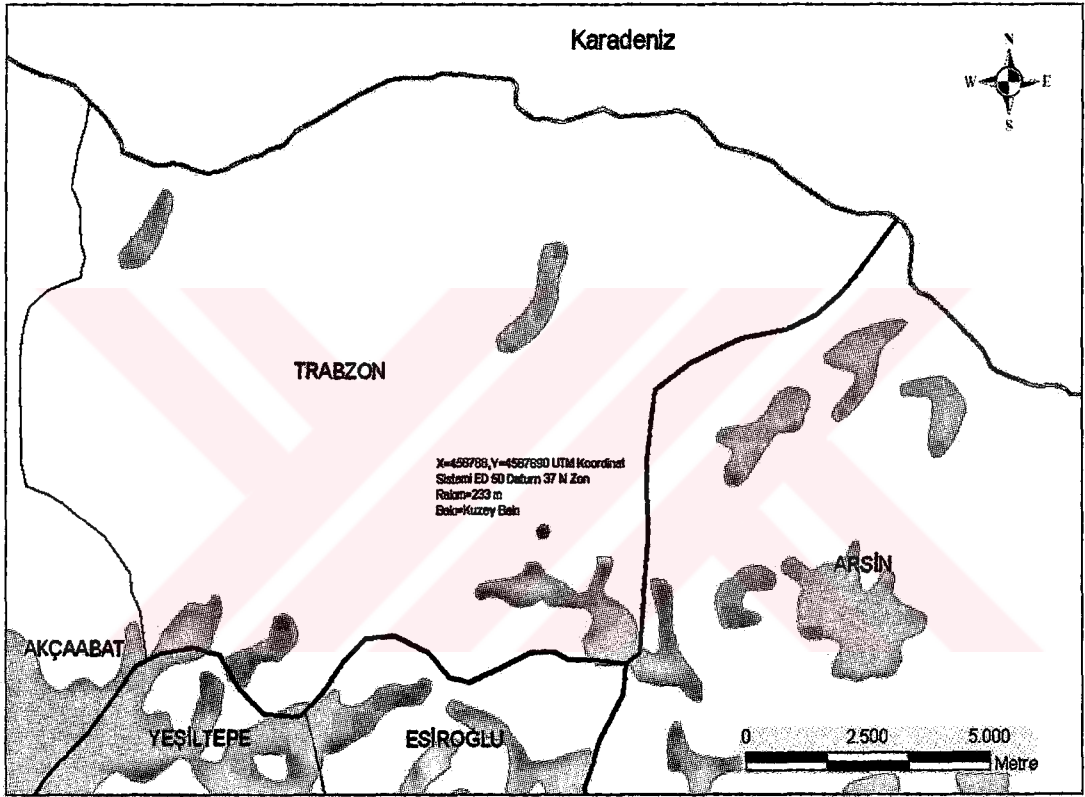
Raymond vd. [30], Güney ve Batı Avustralya’da yetişen, ortalama yağış miktarı 650–750 mm olan kurak bölge koniferleri ile ortalama yağış miktarı daha fazla olan New South Wale’de yetişen Monteri çamı’ni odun ve lif özellikleri açısından incelemişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda; Kızılcıam (*Pinus brutia*) ve Kanarya adası çamı (*Pinus canariensis*) odunu elastikiyetinin Monteri çamı (*Pinus radiata*)’ndan daha iyi olduğunu, MDF üretimi için kurak bölge koniferlerinin başarılı bir şekilde kullanılabilceğini, panel özelliklerinin genel olarak tüm ağaç türleri için de aynı olduğunu, kraft kağıt hamuru ve kağıt üretimi için NSW’de yetişen Monteri çamının en yüksek kağıt hamuru verimine (%59.4) sahip olduğunu belirtmektedir.

Yeni Zelanda Ormancılık Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan bir çalışmada Monteri çamı; işlenme, çalışma ve mekanik özellikleri yönünden Güney Doğu Asya’da yetişen altı adet ağaç türü ile karşılaştırılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda; Monteri çamı’nın rendeleme, şekil verme, tutkallama, zımparalama ve delme özelliklerinin çok iyi, çivi tutma özelliğinin zayıf olduğu, dayanıklı ve orta sert özelliğine sahip bir ağaç türü olduğu belirtilmektedir. Ayrıca tüm deneyler sonucunda Monteri çamı odununun, karşılaştırıldığı ağaç türlerine yakın ve “iyi” kalite özelliğine sahip olduğu belirtilmektedir [31].

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

Bu amaçla Şekil 9’da gösterilen Trabzon-Yeşilbük yöresi belirlenmiştir.



Şekil 9. Trabzon-Yeşilbük Yöresi

2.2. Örnek Ağaçların Seçimi

Bu yörede deneylerde kullanılacak örnek ağaçların kusursuz ve düzgün gövdeli olmasına özen gösterilmiş ve TS 4176’ya göre seçilmiştir [32]. Araştırmada 5 adet örnek ağaçtan yararlanılmıştır. Örnek ağaçların genel özellikleri Tablo 4’de belirtilmiştir.

Tablo 4. Örnek ağaçların genel özellikleri

ÖZEL MÜLK		Ağaç No	Ağaç Yaşı	Ağaç Çapı (cm)	Rakım (m)	Bakı
TRABZON	YEŞİLBÜK	1	24	30	233	K
		2	29	32	233	K
		3	22	28	233	K
		4	23	26	233	K
		5	22	28	233	K

2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Örnek ağaçların kuzey yönü belirlenerek ağaç gövdesi üzerinde işaretlenmiş ve her bir örnek ağacın 1.30 m yükseklikteki çapı ölçülmüştür.

Örnek ağaçlarının 0.30 m'den başlayarak her 2 m'de bir olmak üzere 15 cm'lik ve 2-4 m'ler arasından 2 m'lik gövde kısımları çıkarılarak bunların enine kesitleri üzerine kuzey yönü işaretlenmiş ve alınış sırasına göre numaralandırılmıştır.

15 cm'lik gövde kısımlarından özgül ağırlık ve hacim-yoğunluk deneyleri için kuzey-güney ve doğu-batı yönünde 2 cm genişliğinde şeritler çıkarılmış ve 20×20×30 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır.

Ağaçlardan alınan 2 m'lik gövde kısımları, fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi için kullanılmış, kuzey-güney ve doğu-batı yönünden 6 cm genişlikte parçalar kesilerek basınç, eğilme, şok, makaslama dirençleri, sertlik ve çalışma deney örnekleri hazırlanmıştır. Elde edilen bütün örnekler %65±5 bağıl nem ve 20±2°C sıcaklıkta bekletilerek yaklaşık % 12 rutubete getirilmiştir.

2.4. Makroskopik Özelliklerin Belirlenmesi

2.4.1. Yıllık Halka Genişliği

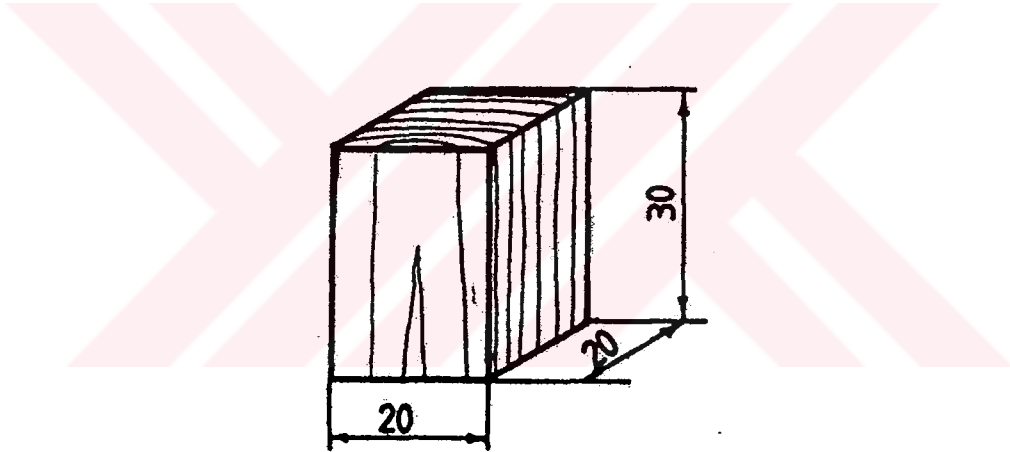
Ortalama yıllık halka genişliğinin belirlenmesinde 391 adet özgül ağırlık örneğinden yararlanılmıştır. Örneklerin enine kesitlerindeki yıllık halkalar sayılmış ve radyal yöndeki

boyutları ± 0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Her örneğin radyal yöndeki uzunluğu, yıllık halka sayısına bölünerek ortalama yıllık halka genişliği hesaplanmıştır.

2.5. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

2.5.1. Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık tayini için TS 2471, TS 2472 ve TS 53 esaslarına uyulmuştur [33, 34, 35]. 15 cm.lik tekerleklerin kuzey-güney ve doğu-batı yönünden 20 mm genişlikte parçalar çıkarıldıktan sonra, parçalar 30 mm. aralıklarla kesilmiş ve $20 \times 20 \times 30$ mm boyutlarında özgül ağırlık deney örnekleri hazırlanmıştır (Şekil 10). Her örnek numaralandırılmıştır [36].



Şekil 10. Özgül ağırlık deney örneği (boyutlar mm.)

2.5.1.1. Hava Kuru Özgül Ağırlık

Örnek boyutları ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçme yapabilen mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır [36].

Örneklerin ağırlıkları ± 0.001 gr duyarlıklı terazide belirlenmiş ve 1 nolu eşitlikten %r rutubetindeki özgül ağırlıkları hesaplanmıştır [36].

$$\delta_r = \frac{M_r}{V_r} \quad (1)$$

Eşitlikte;

δ_r : % r rutubetteki özgül ağırlık gr/cm³

M_r : % r rutubetteki ağırlık gr

V_r : % r rutubetteki hacim cm³

Örneklerin rutubetleri, tam kuru haldeki ağırlıkları (M_0) tartıldıktan sonra, aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [36].

$$r = \frac{M_r - M_0}{M_0} \times 100 \quad (2)$$

Eşitlikte;

r : Rutubet miktarı %

M_r : % r rutubetteki ağırlık gr

M_0 : Tam kuru ağırlık gr

Hesaplanan rutubet miktarları %9-15 arasında değerler aldığından farklı rutubet miktarlarındaki özgül ağırlık değerlerinin, %12 rutubetteki özgül ağırlık değerlerine dönüştürülmesi için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır [36].

$$\delta_{12} = \delta_r \times \left(1 - \frac{(1 - 0.85\delta_r)(r - 12)}{100} \right) \quad (3)$$

Eşitlikte;

δ_{12} : % 12 rutubetteki özgül ağırlık gr/cm³

δ_r : % r rutubetteki özgül ağırlık gr/cm³

r : Örnek rutubeti %

2.5.1.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık

Tam kuru özgül ağırlık değerinin belirlenmesi için hava kurusu özgül ağırlık örneklerinden yararlanılmıştır. Örnekler tam kuru hale gelinceye kadar kurutma fırınında $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler desikatörde soğutulmuştur. Daha sonra örneklerin ağırlıkları ± 0.001 gr, boyutları ± 0.01 mm duyarlıkta ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla tam kuru rutubetteki (%) ağırlıkları hesaplanmıştır [36].

$$\delta_0 = \frac{M_0}{V_0} \quad (4)$$

Eşitlikte;

δ_0 : Tam kuru özgül ağırlık gr/cm³

M_0 : Tam kuru ağırlık gr

V_0 : Tam kuru hacim cm³

2.5.2. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Hacmi Oranları

Tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanarak hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu hacmi oranları aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır [36].

$$V_{\phi} = \frac{\delta_0}{\delta_{\phi}} \times 100 \quad (5)$$

Eşitlikte;

V_{ϕ} : Hücre çeperi oranı %

δ_0 : Tam kuru özgül ağırlık gr/cm³

δ_{ϕ} : Hücre çeperi özgül ağırlığı gr/cm³

(Hesaplama hücre çeperi özgül ağırlığı 1.5 gr/cm³ olarak kabul edilmiştir.)

Tam kuru haldeki odunun hava boşluğu oranı (b) aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [36].

$$b = \left(1 - \frac{\delta_0}{1.5}\right) \times 100 \quad (6)$$

Eşitlikte;

b : Hava boşluğu oranı %

δ_0 : Tam kuru özgül ağırlık gr/cm³

2.5.3. Hacim-Yoğunluk Değeri

Hacim-yoğunluk değerinin belirlenmesinde özgül ağırlık deneyinde kullanılan örneklerden yararlanılmıştır. Deneyler, TS 2472 esaslarına göre yürütülmüştür [34].

Örnekler kurutma fırınında 103±2°C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiş ve desikatörde soğutulduktan sonra tam kuru ağırlıkları ±0.001 gr duyarlıkta tartılmıştır. Örneklerin yaş haldeki hacimlerini belirlemek için, örnekler ortalama LDR olarak kabul edilen %30 rutubet değerini aşınca kadar su içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra örneklerin 3 farklı yöndeki (boyuna, radyal, teğet) tam doygun haldeki boyutları mikrometre yardımıyla ±0.01 mm duyarlıkta belirlenerek hacimleri hesaplanmış ve aşağıdaki eşitlikten hacim-yoğunluk değerleri belirlenmiştir [36].

$$y = \frac{M_0}{V_d} \quad (7)$$

Eşitlikte;

y : Hacim-yoğunluk değeri gr/cm³

M₀ : Tam kuru ağırlık gr

V_d : Lif doygunluk noktası üzerindeki hacim cm³

2.5.4. Odun-Su İlişkileri

Teğet ve radyal yöndeki çalışma miktarlarını belirlemek için 30×30×15 mm boyularında örnekler hazırlanmıştır (Şekil 11).

Liflere paralel yöndeki çalışma miktarını belirlemek için 30×30×100 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır (Şekil 12).

Deneyler TS 4083, TS 4084, TS 4085 ve TS 4086 esaslarına göre yürütülmüştür [37, 38, 39, 40].

Daralma miktarlarını hesaplamak için hava kurusu hale getirilen örnekler, içerisinde su bulunan bir kaba konularak bir hafta bekletilip sudan çıkarılmış ve fazla suları alındıktan sonra boyutları mikrometre ile ± 0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Daha sonra örneklerin hızla su kaybederek çatlamasını önlemek için deney örnekleri bir süre (yaklaşık %12 rutubete gelinceye kadar) laboratuvar koşullarında bekletildikten sonra kurutma fırınına yerleştirilmiştir. Kurutma fırınında $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta tam kuru hale getirilen örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra boyutları ± 0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Daralma yüzdelерinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır [36,41].

$$\beta = [\text{Doymun ölçü} - \text{Tam kuru ölçü}] / [\text{Doymun ölçü}] \times 100 \quad (8)$$

β = Daralma miktarı (%)

Boyuna, teğet ve radyal yöndeki daralma yüzdeleri (β_t , β_r , β_v) hesaplanmış, hacimsel daralma miktarları (β_v) ise teğet ve radyal yöndeki daralma yüzdelерinin toplamından elde edilmiştir. Boyuna yöndeki daralma yüzdesi hesaplamalara dahil edilmemiştir [36,41].

$$\beta_v = \beta_t + \beta_r \quad (9)$$

Genişleme yüzdelерinin belirlenmesi için örnekler önce kurutma fırınında tam kuru hale getirilmiş, daha sonra su içerisinde tam doymun hale getirilerek her iki durumdaki boyutları ± 0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Genişleme yüzdelерinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır [36,41].

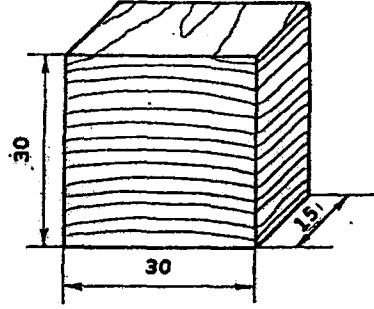
$$\alpha = [\text{Doymun ölçü} - \text{Tam kuru ölçü}] / [\text{Tam kuru ölçü}] \times 100 \quad (10)$$

α = Genişleme miktarı (%)

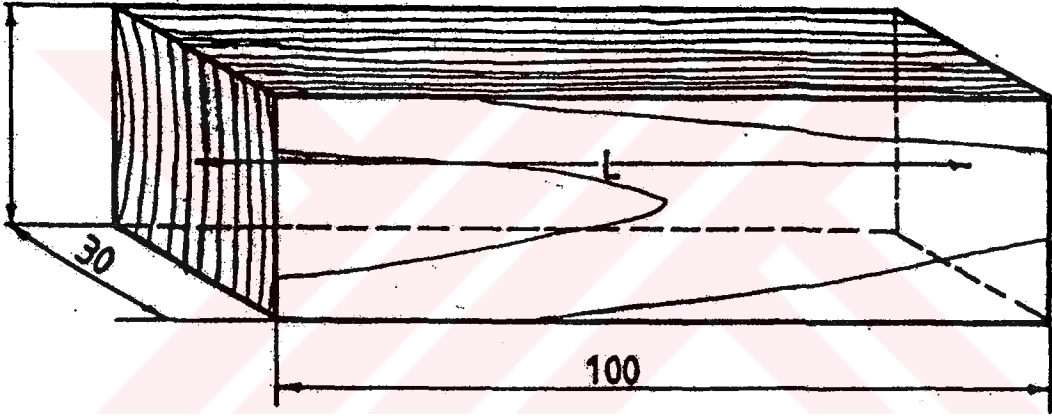
Hacimsel genişleme miktarı (α_v), teğet ve radyal yöndeki genişleme yüzdelерinin (α_t, α_r) toplamından elde edilmiş, boyuna genişleme yüzdesi (α) hesaplamalara dahil edilmemiştir.

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

(11)



Şekil 11. Radyal ve teğet yönde çalışma deney örneği (boyutlar mm)



Şekil 12. Liflere paralel yönde (boyuna) çalışma deney örneği (boyutlar mm)

2.5.4.1. Monteri Çamı Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Boyutsal değişimi önlemek ve mantarlara karşı dayanımı artırmak için odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarının (r_{\max}) bilinmesi gerekmektedir. Bunun için r_{\max} 'ın hesabında aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır [36,41].

$$r_{\max} = \frac{\delta_{\varphi} - y}{\delta_{\varphi} \times y} \times 100 \quad (12)$$

$$r_{\max} = \text{LDR} + \frac{\delta_{\varphi} - \delta_0}{\delta_{\varphi} \times \delta_0} \times 100 \quad (13)$$

Eşitlikte;

r_{\max} : Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı	%
δ_{φ} : Hücre çeperi tam kuru özgül ağırlığı	gr/cm ³
y: Hacim-yoğunluk değeri	gr/cm ³
LDR : Lif doygunluğu rutubeti	%
δ_0 : Tam kuru özgül ağırlık	gr/cm ³

2.5.4.2. Lif Doygunluk Noktası Rutubeti

Lif doygunluğu noktasındaki rutubet derecesi, hacimsel daralma yüzdesi ve hacim-yoğunluk değerlerinden yararlanılarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [36].

$$LDR = \frac{\beta_v}{y} \quad (14)$$

Eşitlikte;

LDR : Lif doygunluk rutubeti	%
β_v : Hacimsel daralma yüzdesi	%
y: Hacim-yoğunluk değeri	gr/cm ³

2.6. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Deneylerde 1–10 ton kapasiteli üniversal deney makinesi kullanılmıştır. Mekanik özellikler olarak liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü, dinamik eğilme (şok) direnci ve teğet yönde makaslama direnci ile Brinell sertlik değerleri belirlenmiştir [41,42].

2.6.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci için TS 2595'e göre 20×20×30 mm boyutlarında hazırlanan deney örneklerinden yararlanılmıştır (Şekil 13) [43]. Yaklaşık %12 rutubetteki örneklerin enine kesit boyutları ve lif yönündeki uzunlukları ±0.01 mm, ağırlıkları ise

± 0.001 gr duyarlıkta ölçülmüştür. Deney üniversal deney makinesinde yapılmıştır. Deney hızı, örnekler makinede 1.5-2 dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış olup, kırılma anındaki kuvvet (F_{\max}) ölçülmüştür. Liflere paralel basınç direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [44].

$$\sigma_{B//} = \frac{F_{\max}}{axb} \quad (15)$$

Eşitlikte;

$\sigma_{B//}$: Liflere paralel basınç direnci kp/cm^2

F_{\max} : Kırılma anındaki kuvvet kp

a, b : Örnek enine kesit boyutları cm

Deneylerden sonra örnek rutubetleri belirlenerek rutubetleri %12'den farklı olan örneklerin basınç direnci değerleri aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak %12 rutubetteki liflere paralel basınç direnci değerlerine dönüştürülmüştür [44].

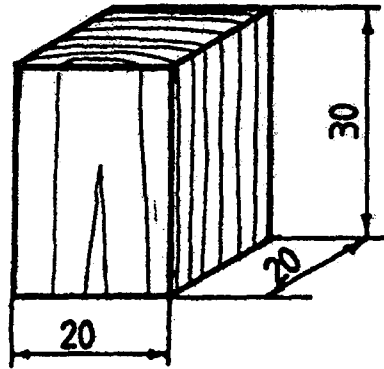
$$\sigma_{B//(12)} = \sigma_{B//} [1 + 0.05(r-12)] \quad (16)$$

Eşitlikte;

$\sigma_{B//(12)}$: % 12 rutubetteki basınç direnci kp/cm^2

$\sigma_{B//}$: % r rutubetteki basınç direnci kp/cm^2

r : Deney anındaki örnek rutubeti %



Şekil 13. Liflere paralel basınç direnci örneği (boyutlar mm)

Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye dayanarak Monteri çamı odunun basınca göre kalite değerinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır [45].

$$St = \frac{\sigma_{B/(12)}}{100 \times \delta_{12}} \quad (17)$$

Eşitlikte;

St : Statik kalite değeri	km
$\sigma_{B/(12)}$: % 12 rutubetteki basınç direnci	kp/cm ²
δ_{12} : % 12 rutubetteki özgül ağırlık	gr/cm ³

Liflere paralel basınç direnci ile özgül arasındaki ilişkiye dayanarak Monteri çamı odunun spesifik kalite değerinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır [45].

$$Sp = \frac{\sigma_{B/(12)}}{100 \times (\delta_{12})^2} \quad (17)$$

Eşitlikte;

Sp : Spesifik kalite değeri	
$\sigma_{B/(12)}$: % 12 rutubetteki basınç direnci	kp/cm ²
δ_{12} : % 12 rutubetteki özgül ağırlık	gr/cm ³

2.6.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

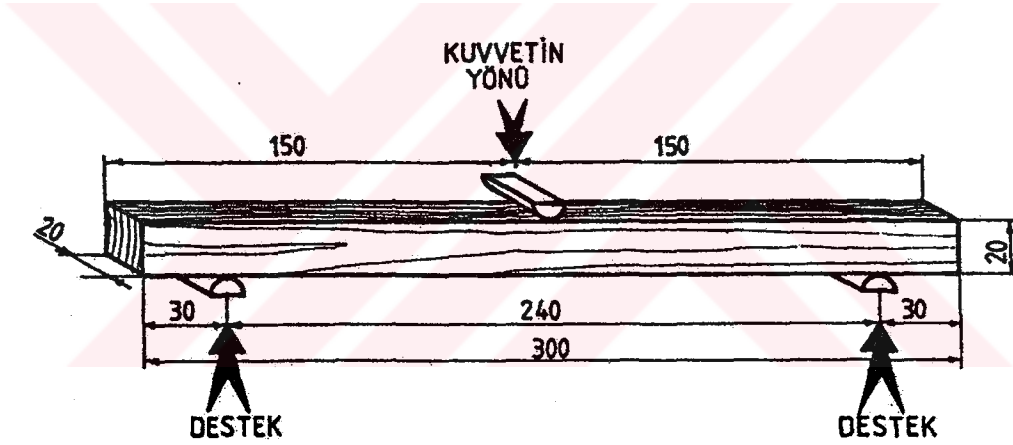
Eğilme direnci deneyi, 20×20×300 mm boyutlarındaki deney örnekleri ile TS 2474 esaslarına uygun olarak yapılmıştır (Şekil 14). Klimatize edilerek yaklaşık %12 rutubete getirilen örneklerin radyal yönü en, teğet yönü de kalınlık alınmak sureti ile boyutları ±0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Örnekler, makineye dayanak noktaları arasındaki açıklık kalınlığının 12 katı olacak şekilde yerleştirilmiş, yük deney örneklerinin radyal yüzüne yıllık halkalara teğet yönde ve deney örneğinin tam orta kısmından uygulanmıştır. Deney hızı, makinede yükleme başladıktan sonra örnek 1.5±0.5 dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış

olup kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) ± 1 kp duyarlıkta ölçülerek eğilme direnci aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır [41,44].

$$\sigma_e = \frac{3xFxLs}{2xaxb^2} \quad (19)$$

Eşitlikte;

σ_e : Eğilme direnci	kp/cm ²
F : Kırılma anındaki kuvvet	kp
Ls : Dayanak noktaları arasındaki açıklık	cm
a : Örnek genişliği	cm
b : Örnek kalınlığı	cm



Şekil 14. Eğilme direnci deneyi örnek boyutları (boyutlar mm)

Deneylerden sonra her bir örneğin rutubet miktarı kırılma bölgesine yakın kısımlardan alınan $20 \times 20 \times 30$ mm boyutlarında örnekler yardımıyla belirlenmiştir. Rutubetleri %12'den farklı örneklerin eğilme dirençleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla %12 rutubetteki eğilme direnci değerlerine dönüştürülmüştür [41,44].

$$\sigma_{e(12)} = \sigma_{e(r)} \times [1 + 0.04(r-12)] \quad (20)$$

Eşitlikte;

$\sigma_{e(12)}$: % 12 rutubetteki eğilme direnci	kp/cm ²
--	--------------------

$\sigma_{e(r)}$: % r rutubetteki eğilme direnci	kp/cm ²
r : Deney anındaki örnek rutubeti	%

Eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesinde eğilme direnci deney örneklerinden yararlanılmış ve deneyler TS 2478 esaslarına göre yürütülmüştür [47].

Elastikiyet modülünün belirlenmesi için eğilme direnci deneyleri yapılırken uygulanan her 10 kp kuvvete karşılık gelen eğilme miktarı, makine üzerine yerleştirilmiş bir komparatör yardımıyla ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Ölçülen kuvvet ve eğilme miktarlarından yararlanılarak 21 nolu eşitlik yardımıyla elastikiyet modülü hesaplanmıştır[53].

$$E = \frac{FxLs^3}{4xfbxh^3} \quad (21)$$

Eşitlikte;

E : Elastikiyet modülü	kp/cm ²
F : Elastik bölgedeki kuvvet	kp
Ls : Dayanak noktaları arasındaki açıklık	cm
b : Örnek genişliği	cm
h : Örnek yüksekliği	cm
f : Eğilme miktarı	cm

Rutubetleri % 12'den farklı deney örneklerinin elastikiyet modülü, deney anındaki örnek rutubeti belirlenerek aşağıdaki eşitlikten %12 rutubetteki elastikiyet modülüne dönüştürülmüştür [47].

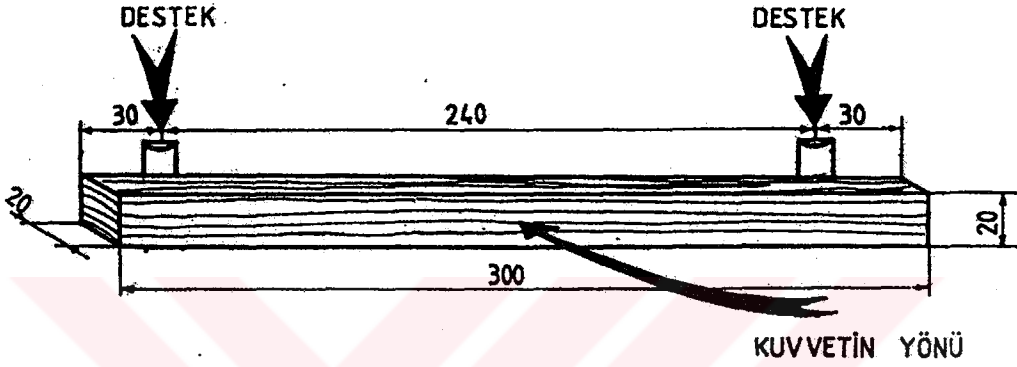
$$E_{(12)} = E_{(r)}[1+0.02(r-12)] \quad (22)$$

Eşitlikte;

$E_{(12)}$: % 12 rutubetteki elastikiyet modülü	kp/cm ²
$E_{(r)}$: % r rutubetteki elastikiyet modülü	kp/cm ²
r : Deney anındaki örnek rutubeti	%

2.6.3. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Dinamik eğilme direnci deneyi, TS 2470, TS 2477 [48,49] esaslarına göre yapılmış ve 20×20×300 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır (Şekil 15). Klimatize edilerek hava kuru hale getirilen örneklerin deneyden önce enine kesit boyutları ±0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür [44, 53].



Şekil 15. Dinamik eğilme direnci deneyi ve örnek boyutları (boyutlar mm)

Deney örnekleri orta kısımlarından 15 kpm'lik iş gücüne sahip pandüllü çekiç aleti ile kırılmış ve her bir örnek için kırılmadan sonra elde edilen iş miktarı ±1 kpm duyarlıkta belirlenerek şok dirençleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [44,53].

$$\sigma_{\text{ş}} = \frac{W}{axb} \quad (23)$$

Eşitlikte;

$\sigma_{\text{ş}}$: Şok direnci	kpm/cm ²
W : Örnek kırıldığında elde edilen iş miktarı	kpm
a : Örnek genişliği	cm
b : Örnek kalınlığı	cm

Deneylerden hemen sonra örneklerin kırılma yerlerine yakın kısımlardan 20×20×30 mm boyutlarında örnekler alınarak özgül ağırlıkları ve rutubetleri belirlenmiştir. Rutubetleri %12'den farklı olan örneklerin %12 rutubetteki şok dirençleri 24 nolu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır [44, 53].

$$\sigma_{\text{ş}(12)} = \sigma_{\text{ş}(r)} [1 + 0.025(r-12)] \quad (24)$$

Eşitlikte;

$\sigma_{\text{ş}(12)}$: % 12 rutubetteki şok direnci	kpm/cm ²
$\sigma_{\text{ş}(r)}$: % r rutubetteki şok direnci	kpm/cm ²
r : Deney anındaki örnek rutubeti	%

Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiden dinamik kalite değeri hesaplanmıştır [41,53].

$$Dt = \frac{\sigma_{\text{ş}(12)}}{(\delta_{12})^2} \quad (25)$$

Eşitlikte;

Dt: Dinamik kalite değeri	km
$\sigma_{\text{ş}(12)}$: % 12 rutubetteki şok direnci	kpm/cm ²
δ_{12} : % 12 rutubetteki özgül ağırlık	gr/cm ³

2.6.4. Makaslama Direnci

Makaslama direnci deneyi TS 3459 esaslarına göre yürütülmüştür (Şekil 16) [50]. Deney öncesi, klimatize edilen örneklerin makaslama etkisinde kalacak her iki çıkıntılı kısımların boyutları ± 0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür [42, 44, 50].

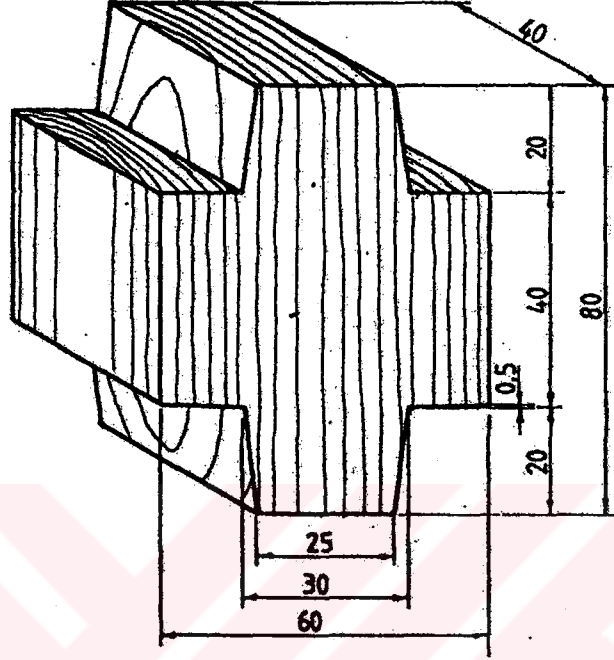
Deneme hızı, yük uygulamaya başladıktan sonra 1.5-2 dakika içinde örnek kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Ölçülen F_{max} değerleri aşağıdaki eşitlikte yerine konmak sureti ile makaslama direnci değerleri hesaplanmıştır [42, 44, 50].

$$\sigma_m = \frac{F_{\text{max}}}{2 \times l \times a} \quad (26)$$

Eşitlikte;

σ_m : Makaslama direnci	kp/cm ²
F_{max} : Makaslama anındaki maksimum kuvvet	kp

l : Kayma yüzeyi uzunluğu cm
a : Kayma yüzeyi genişliği cm



Şekil 16. Makaslama direnci örneği (boyutlar mm)

Deneylemlerden sonra rutubetleri %12'den farklı olan örneklerin makaslama direnci değerleri aşağıdaki eşitlik yardımı ile %12 rutubetteki makaslama direnci değerlerine dönüştürülmüştür [42, 44, 50].

$$\sigma_{m(12)} = \sigma_{m(r)} [1 + 0.03(r-12)] \quad (27)$$

Eşitlikte;

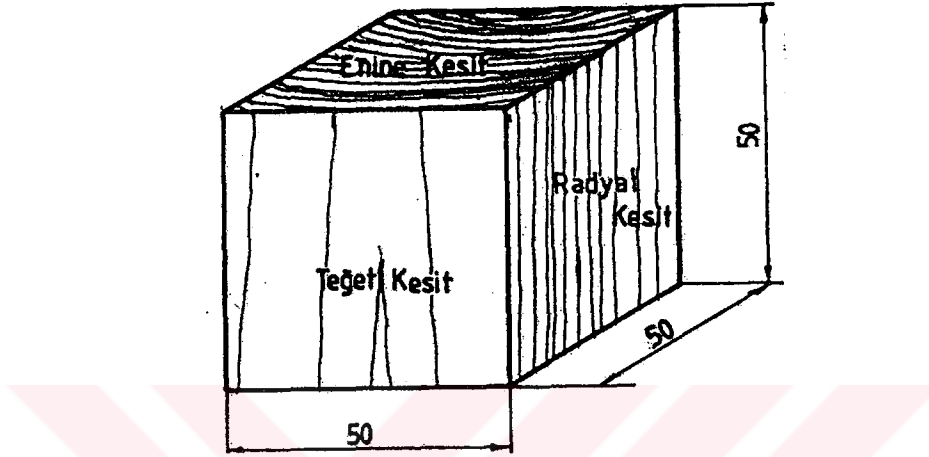
$\sigma_{m(12)}$: % 12 rutubetteki makaslama direnci kp/cm²

$\sigma_{m(r)}$: % r rutubetteki makaslama direnci kp/cm²

r : Deney anındaki örnek rutubeti %

2.6.5. Brinell Sertlik Değerleri

Deney örnekleri TS 2479'a göre 50×50×50 mm boyutlarında hazırlanmış ve klimatize edilmiştir (Şekil 17) [51].



Şekil 17. Brinell sertlik deneyi örneği (boyutlar mm)

Örnekler; liflere paralel, yıllık halkalara dik ve teğet yönlerde kesitlerin orta noktalarına kuvvet uygulanacak şekilde makineye yerleştirilmiştir. Deneylerde 10 mm çapındaki çelik küreden yararlanılmış ve uygulanacak kuvvet olarak Monteri çamı odunu için önerilen 50 kp kuvvet seçilmiştir [41]. Maksimum kuvvete 15 saniye içerisinde ulaşacak şekilde deneme hızı ayarlanmış ve bu kuvvet 30 saniye devam ettirildikten sonra 15 saniye içerisinde sıfıra indirilmiştir. Ayrıca deney örneklerinde çukur izinin belirgin olmasını sağlamak amacıyla mürekkep kullanılmıştır. Örnek üzerinde oluşan çukur çapları dijital kumpasla ± 0.01 mm duyarlıkta ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlikten Brinell sertlik değerleri hesaplanmıştır [53].

$$H_B = \frac{2xF}{\left[\frac{\pi}{2} \times D \times (D - \sqrt{D^2 - d^2}) \right]} \quad (28)$$

Eşitlikte;

H_B : Brinell sertlik değeri kp/mm²

F : Uygulanan kuvvet kp

D : Brinell küresi çapı mm
d : Örnek yüzeyindeki çukur çapı mm

Deneylemlerden sonra her bir örneğin özgül ağırlığı ve rutubet miktarı belirlenmiştir. Rutubet miktarı %12'den farklı örneklerin sertlik değerleri %12 rutubetteki sertlik değerlerine aşağıdaki eşitlikler yardımı ile dönüştürülmüştür [53].

$$H_{B(12)} = H_{B(r)} [1 + 0.04(r-12)] \quad (\text{liflere paralel yönde}) \quad (29)$$

$$H_{B(12)} = H_{B(r)} [1 + 0.025(r-12)] \quad (\text{liflere dik yönde}) \quad (30)$$

Eşitlikte;

$H_{B(12)}$: % 12 rutubetteki Brinell sertlik değeri	kp/mm ²
$H_{B(r)}$: % r rutubetteki Brinell sertlik değeri	kp/mm ²
r : Deneylem anındaki örnek rutubeti	%

2.7. Kullanılan İstatistik Yöntemler

Deneylemler sonucunda elde edilen değerlere ait aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, değişim aralığı, en yüksek ve en düşük değerler hesaplanmış ve dağılım grafiği çizilmiştir.

İki özellik arasındaki ilişkinin belirlenmesinde regresyon analizi uygulanmış ve serbest değişkenlerin bağlı değişkenler üzerindeki ilişki düzeyi saptanmıştır. Yapılan regresyon analizinden sabit terim, serbest değişkenin katsayısı, regresyon denklemi katsayıları standart hataları, regresyon denkleminin standart hatası ve korelasyon katsayısı bulunmuştur. Regresyon denklemi katsayıları yardımı ile regresyon denklemi oluşturulmuş ve %99 güven düzeyi için regresyon grafiği çizilmiştir.

İstatistik değerlendirmeler yapılırken bilgisayardan yararlanılmış ve SPSS 11.5 istatistik programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

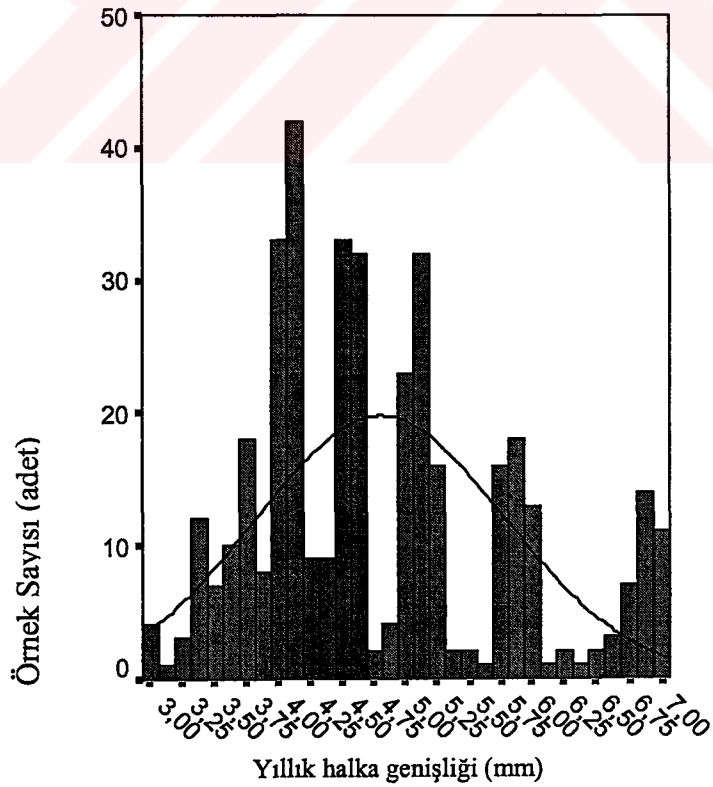
3.1. Makroskopik Özellikler

3.1.1 Yıllık Halka Genişliği

Yıllık halka genişliğine ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 5’de ve dağılım grafiği Şekil 18’de belirtilmiştir.

Tablo 5. Yıllık halka genişliği değerleri

n	\bar{x}	s	s^2	R	Min. ve Max.
391	4.8024	0.98144	0.963	4.10	2.96 – 7.06



Şekil 18. Yıllık halka genişliği dağılım grafiği

Grafiğe göre en fazla tekrarlanan yıllık halka genişliği % 26,9 katılım oranı ile 4.07 mm'dir. Ortalama yıllık halka genişliği 4.80 mm olup bu değer in sağında yer almaktadır.

3.1.1.1. Yıllık Halka Genişliği İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

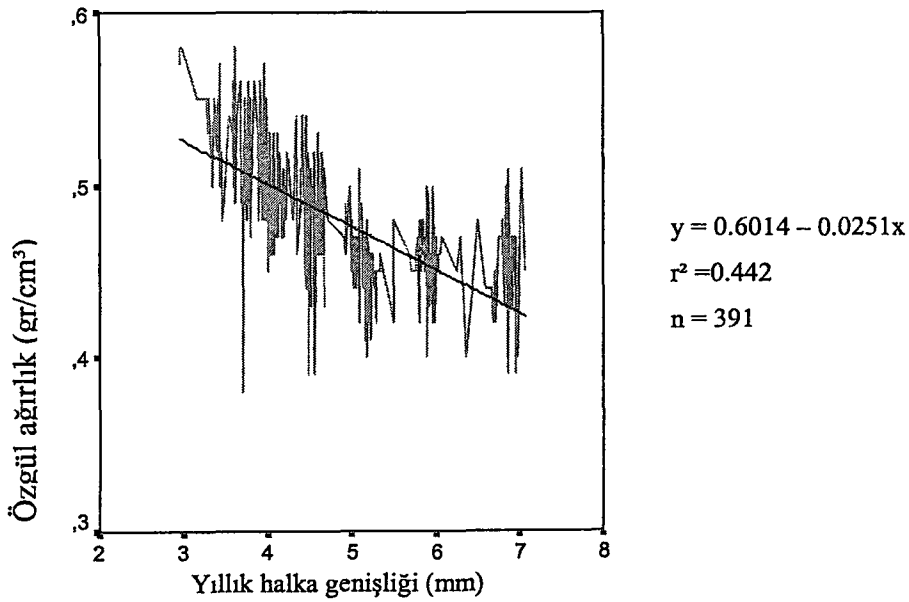
Özgül ağırlık ile yıllık halka genişliği arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 6'da ve Şekil 19'da verilmiştir.

Tablo 6. Yıllık halka genişliği ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	0.23736712	1	0.23736712	308.75348***
Hata	0.29905999	389	0.00076879	
Toplam	0.53642711	390		

Not: (***) $p < 0.001$

Yıllık halka genişliği ile özgül ağırlık arasındaki ilişki istatistiki anlamda önemli olup, özgül ağırlıktaki değişimin %44'ünü yıllık halka genişliği açıklamaktadır.



Şekil 19. Monteri çamı odununun yıllık halka genişliği ile özgül ağırlık arasındaki ilişki

3.2. Fiziksel Özellikler

3.2.1. Özgül Ağırlık

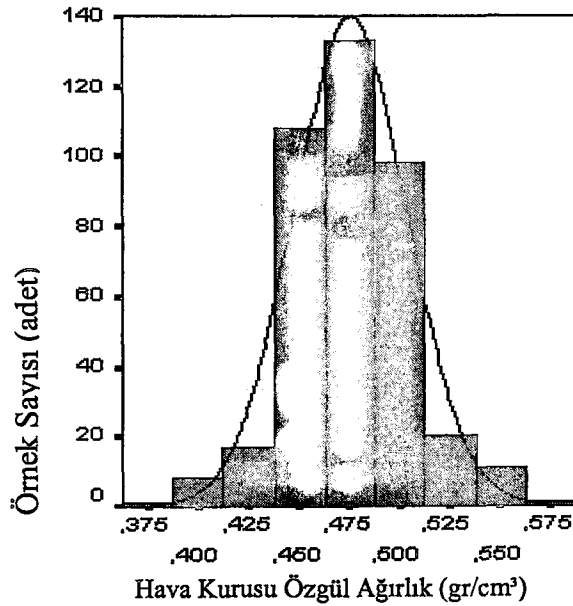
3.2.1.1. Hava Kuruğu Özgül Ağırlık

Hava kuruğu özgül ağırlık değerlerine ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 7'de bunlara ilişkin dağılım grafiğı Şekil 20' de verilmiştir. Ortalama hava kuruğu özgül ağırlık değeri 0.475 gr/cm³ olup, 0,38 – 0.58 gr/cm³ arasında değişmektedir.

Tablo 7. Monteri çamı odununun hava kuruğu özgül ağırlık değerleri

n	\bar{x}	s	s ²	R	Min. ve Max.
397	0.4753	0.02823	0.001	0.20	0.38 – 0.58

Hava kuruğu özgül ağırlık dağılım grafiğine göre en fazla tekrarlanan hava kuruğu özgül ağırlık değeri %17.6 katılım oranı ile 0.48 gr/cm³'tür. Ortalama hava kuruğu özgül ağırlık değeri 0.475 olup bu değerin solunda yer almaktadır.



Şekil 20. Monteri çamı odununun hava kuruğu özgül ağırlık dağılım grafiğı

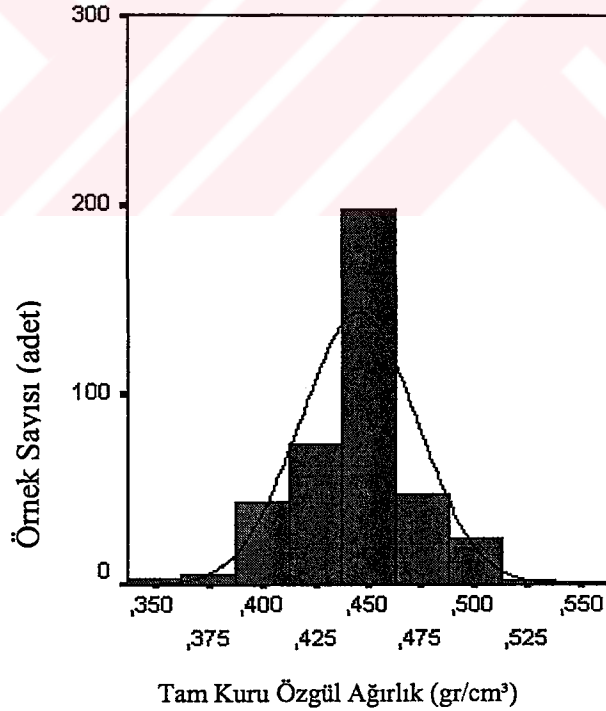
3.2.1.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık

Tam kuru özgül ağırlık değerlerine ait değerlendirme sonuçları Tablo 8’de, bunlara ilişkin dağılım grafiği ise Şekil 21’de verilmiştir. Ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.44 gr/cm^3 olup, $0.35 - 0.55 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmektedir.

Tablo 8. Monteri çamı odununun tam kuru özgül ağırlık değerleri

n	\bar{x}	s	s^2	R	Min. ve Max.
397	0.4452	0.02755	0.001	0.20	0.35 – 0.55

Monteri çamı odununun tam kuru özgül ağırlık dağılım grafiğine göre en fazla tekrarlanan değer % 19.1 katılım oranı ile 0.45 gr/cm^3 ’ tür. Ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.445 olup bu değer solunda yer almaktadır.



Şekil 21. Monteri çamı odununun tam kuru özgül ağırlık dağılım grafiği

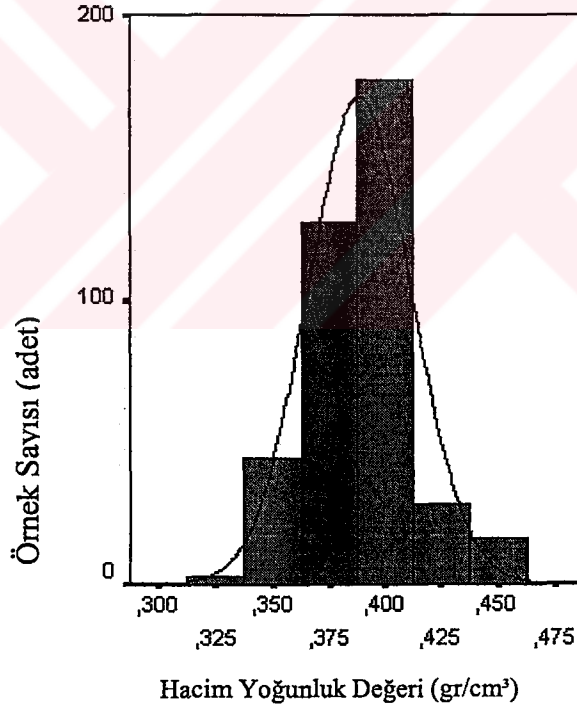
3.2.2. Hacim-Yoğunluk Değeri

Hacim yoğunluk değerlerine ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 9'da, bunlara ilişkin dağılım grafiği Şekil 22'de verilmiştir.

Tablo 9. Monteri çamı odunun hacim yoğunluk değerleri

n	\bar{X}	s	s ²	R	Min. Ve Max.
397	0.3885	0.02311	0.001	0.16	0.31 – 0.47

Ortalama hacim yoğunluk değeri 0.3885 gr/cm³ olup, 0.31 – 0.47 gr/cm³ arasında değişmektedir.



Şekil 22. Monteri çamı odununun hacim yoğunluk dağılım grafiği

Grafiğe göre en fazla tekrarlanan hacim yoğunluk değeri % 21.4 katılım oranı ile 0.39 gr/cm³ tür. Ortalama hacim yoğunluk değeri 0.3885 olup, bu değer solunda yer almaktadır.

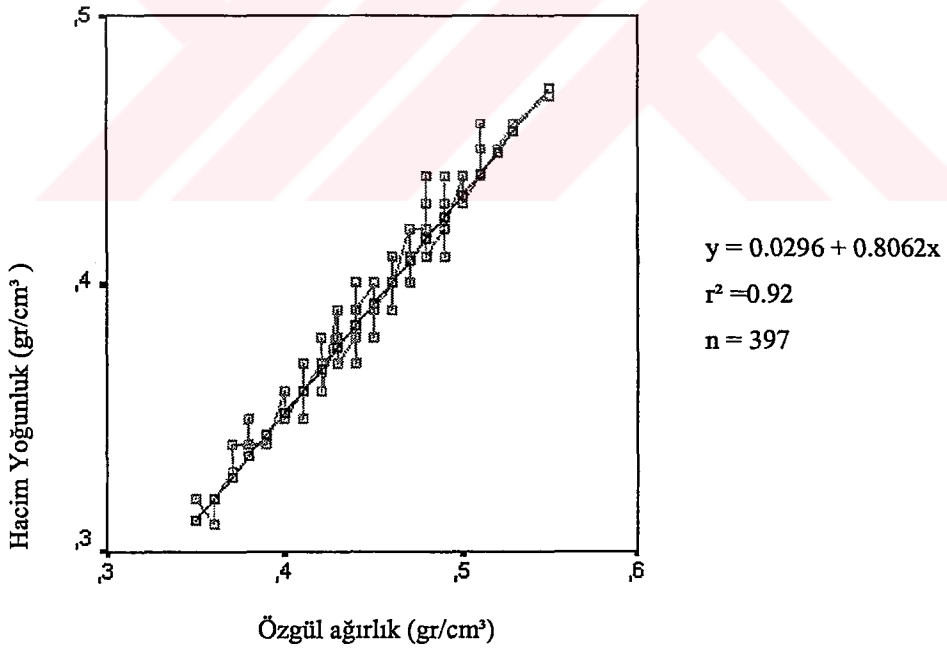
Tam kuru özgül ağırlık ile hacim yoğunluk değeri arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 10 ve Şekil 23’de belirtilmiştir.

Tablo 10. Tam kuru özgül ağırlık ile hacim yoğunluk değeri arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	0.19524534	1	0.19524534	4729.28762***
Hata	0.01630730	395	0.00004128	
Toplam	0.21155264	396		

Not: (***) $p < 0.001$

Tam kuru özgül ağırlık ile hacim yoğunluk değeri arasındaki ilişki çok kuvvetli ve artan yönde olup korelasyon katsayısı 0.923 olarak bulunmuştur.



Şekil 23. Tam kuru özgül ağırlık değeri ile hacim yoğunluk değeri arasındaki ilişki

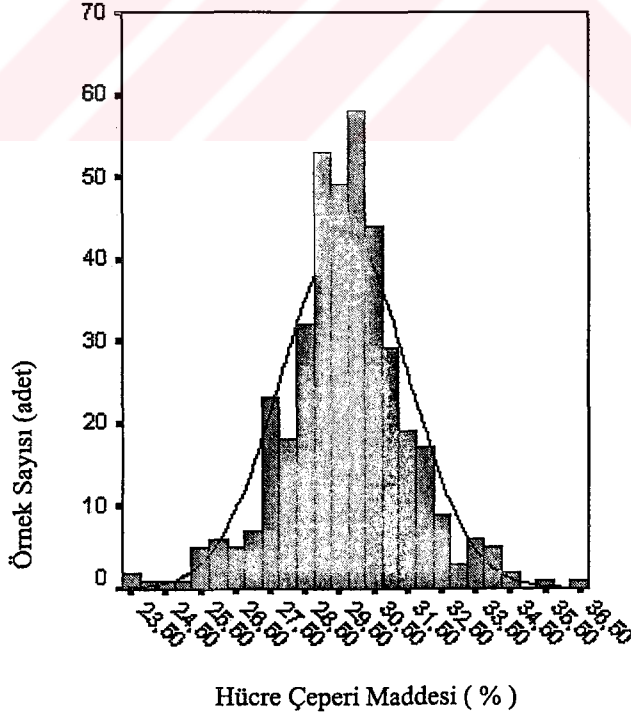
3.2.3. Hücre Çeperi Maddesi Oranı

Tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak hesaplanan hücre çeperi maddesi oranlarına ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 11’de, bunlara ilişkin dağılım grafiği Şekil 24’de verilmiştir. Ortalama hücre çeperi maddesi oranı %29.68 olup %23.57–36.54 arasında değişmektedir.

Tablo 11. Monteri çamı odununun hücre çeperi maddesi hacmi oranı değerleri

n	\bar{x}	s	s ²	R	Min. Ve Min.
397	29.6803	1.81026	3.277	12.97	23.57 - 36.54

Hücre çeperi maddesi oranı dağılım grafiğine göre en fazla tekrarlanan hücre çeperi maddesi oranı değeri %1.3 katılım oranı ile %29.77’dir. Ortalama hücre çeperi maddesi oranı değeri %29.68 olup bu değer solunda yer almaktadır.



Şekil 24. Monteri çamı odununun hücre çeperi maddesi oranı dağılım grafiği

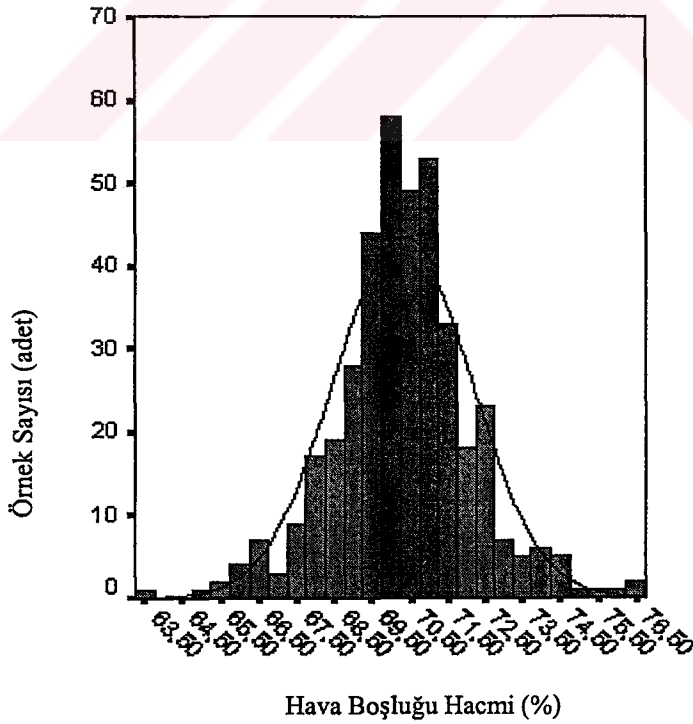
3.2.4. Hava Boşluğu Hacmi Oranı

Tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak hesaplanan hava boşluğu hacmi oranlarına ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 12’de, bunlara ilişkin dağılım grafiği Şekil 25’de verilmiştir. Ortalama hava boşluğu hacmi oranı %70.32 olup % 63.46-76.43 arasında değişmektedir.

Tablo 12. Monteri çamı odununun hava boşluğu hacmi oranı değerleri

n	\bar{x}	s	s^2	R	Min. Ve Min.
397	70.3197	1.81026	3.277	12.97	63.46 – 76.43

Hava boşluğu hacmi oranı dağılım grafiğine göre en fazla tekrarlanan hava boşluğu hacmi oranı değeri %1.3 katılım oranı ile %70.23’dür. Ortalama hava boşluğu hacmi oranı değeri %70.32 olup bu değerlerin sağında yer almaktadır.



Şekil 25. Monteri çamı odununun hava boşluğu hacmi oranı dağılım grafiği

3.2.5. Odun-Su İlişkileri

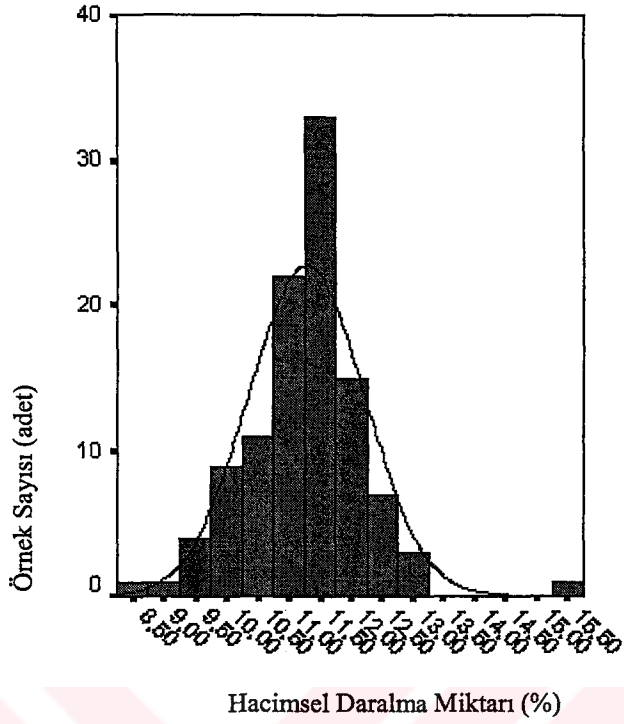
3.2.5.1. Monteri çamı [*Pinus radiata D. Don*] Odununun Daralma ve Genişleme Miktarları

Deneyle sonuçunda elde edilen daralma ve genişleme miktarlarına ait değerlendirme sonuçları Tablo 13'de, bunlara ilişkin dağılım grafikleri Şekil 26 ve Şekil 27'de verilmiştir.

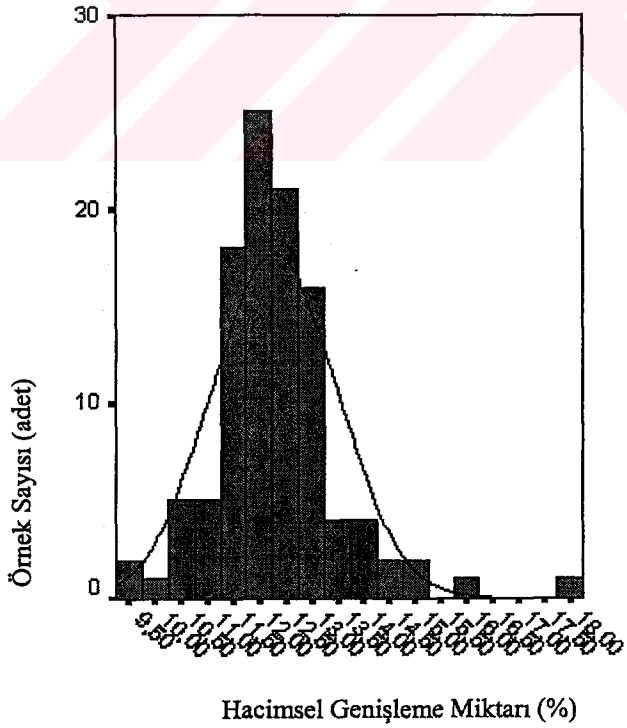
Tablo 13. Monteri çamı odununun daralma ve genişleme miktarları

	n	\bar{x}	s	s^2	R	Min. ve Max.
β_t	107	6.7525	0.60538	0.366	2.89	4.90 – 7.79
β_r	107	4.5294	0.64651	0.418	4.91	3.13 – 8.04
β_v	107	11.2821	0.93513	0.874	6.95	8.62 – 15.57
α_t	107	8.0622	0.66797	0.446	3.40	6.52 – 9.92
α_r	107	4.2332	0.84008	0.706	5.82	2.74 – 8.56
α_v	107	12.2964	1.20295	1.447	8.25	9.68 – 17.93

Hacimsel daralma miktarı dağılım grafiğine göre en fazla tekrarlanan hacimsel daralma miktarı değeri %4.7 katılım oranı ile %11.34'dür. Ortalama hacimsel daralma miktarı değeri %11.28 olup bu değer solunda yer almaktadır.



Şekil 26. Monteri çamı odununun hacimsel daralma miktarı dağılım grafiği



Şekil 27. Monteri çamı odununun hacimsel genişleme miktarı dağılım grafiği

3.2.5.2. Monteri Çamı [*Pinus radiata* D. Don] Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Monteri çamı odununun hacim-yoğunluk ve tam kuru özgül ağırlık değerlerine göre içerisine alabileceği en yüksek su miktarı Tablo 14 ve Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo14. Monteri çamı odununun hacim yoğunluk değerlerine göre içerisine alabileceği en yüksek su miktarı

	Hacim-Yoğunluk Değeri (gr/cm ³)	En Yüksek Su Miktarı (%)
Minimum	0.310	144.56
Ortalama	0.389	191.55
Maksimum	0.470	251.05

Tablo15. Monteri çamı odununun tam kuru özgül ağırlık değerlerine göre içerisine alabileceği en yüksek su miktarı

	Tam Kuru Özgül Ağırlık Değeri (gr/cm ³)	En Yüksek Su Miktarı (%)
Minimum	0.35	116.10
Ortalama	0.45	154.55
Maksimum	0.55	216.51

Monteri çamı odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı, hacim yoğunluk değerine göre ortalama % 191.55, tam kuru özgül ağırlık değerine göre ortalama %154.55 olarak hesaplanmıştır.

3.2.5.3. Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti

Monteri çamı odununun hacimsel daralma miktarı ve hacim yoğunluk değerinden yararlanılarak belirlenen ortalama lif doygunluk noktası rutubeti % 29 olarak bulunmuştur. LDR hesaplanırken, $\beta_v = \beta_t + \beta_r$ olarak hesaplanmıştır.

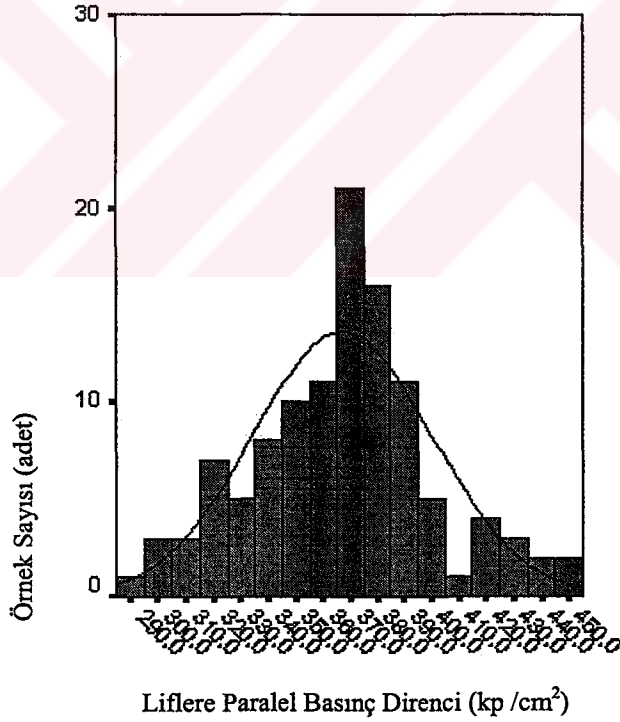
3.3. Mekanik Özellikler

3.3.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci deneyine ait bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 16’da, bunlara ilişkin dağılım grafiği Şekil 28’de verilmiştir. Liflere paralel basınç direnci değeri, ortalama 367.2205 kp/cm² olup 289.90–452.53 kp/cm² arasında değişmektedir.

Tablo 16. Monteri çamı odununun liflere paralel basınç direnci değerleri

n	\bar{x}	s	s ²	R	Min. ve Max.
113	367.2205	33.11625	1096.686	162.63	289.90 – 452.53



Şekil 28. Monteri çamı odununun liflere paralel basınç direnci dağılım grafiği

3.3.1.1. Liflere Paralel Basınç Direnci İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

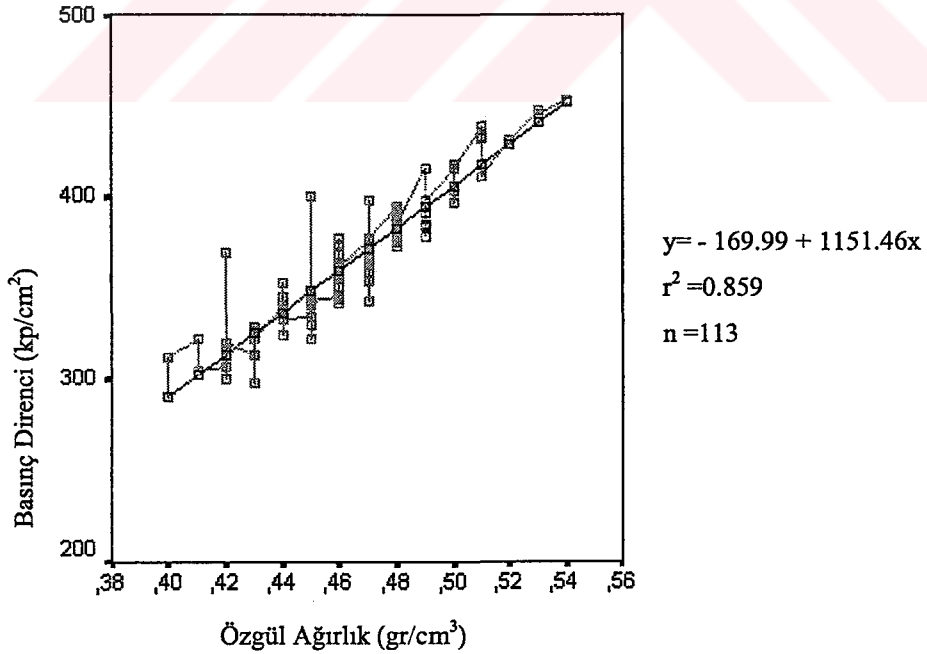
Özgül ağırlık ile liflere paralel basınç direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 17 ve Şekil 29'da verilmiştir.

Tablo 17. Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	105476.96	1	105476.96	674.73731***
Hata	17351.85	111	156.32	
Toplam	122828.81	112		

Not: (***) $p < 0.001$

Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki çok kuvvetli ve artan yönde olup korelasyon katsayısı 0.86 olarak bulunmuştur.



Şekil 29. Monteri çamı odununun özgül ağırlık değeri ile liflere paralel basınç direnci değeri arasındaki ilişki

3.3.1.2. Statik Kalite Değeri

Ortalama liflere paralel yönde basınç direnci değerinden hesaplanan statik kalite değeri 7.77 km olarak bulunmuştur. Statik kalite değerine göre Monteri çamı “orta sert” ağaçlar grubunda olup “orta kalite” özelliğine sahip bulunmaktadır [53].

3.3.1.3. Spesifik Kalite Değeri

Monteri çamı odununun spesifik kalite değeri 16.51 olarak hesaplanmıştır.

3.3.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

3.3.2.1. Eğilme Direnci

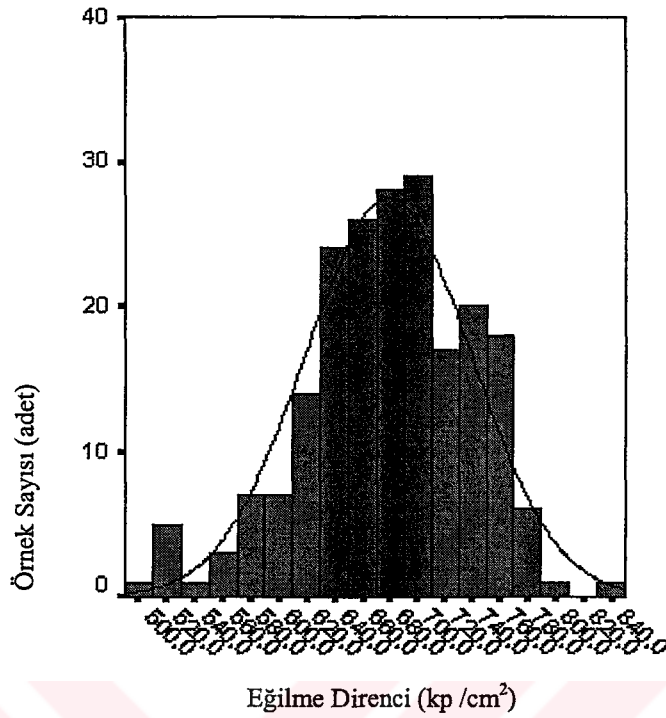
Eğilme direnci deneyine ait bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 18’de, bunlara ilişkin dağılım grafiği Şekil 30’da verilmiştir.

Tablo 18. Monteri çamı odununun eğilme direnci değerleri

n	\bar{x}	s	s^2	R	Min. ve Max.
208	678.9761	60.26312	3631.644	323.51	507.52 - 831.03

Ortalama eğilme direnci değeri 678.9761 kp/cm² olup 507.52-831.03 kp/cm² arasında değişmektedir.

Eğilme direnci dağılım grafiğine göre en fazla tekrarlanan eğilme direnci değeri %1 katılım oranı ile 716.44 kp/cm²’dir. Ortalama eğilme direnci değeri 678.98 kp/cm² olup bu değer solunda yer almaktadır.



Şekil 30. Monteri çamı odununun eğilme direnci dağılım grafiği

3.2.2.2. Eğilme Direnci İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

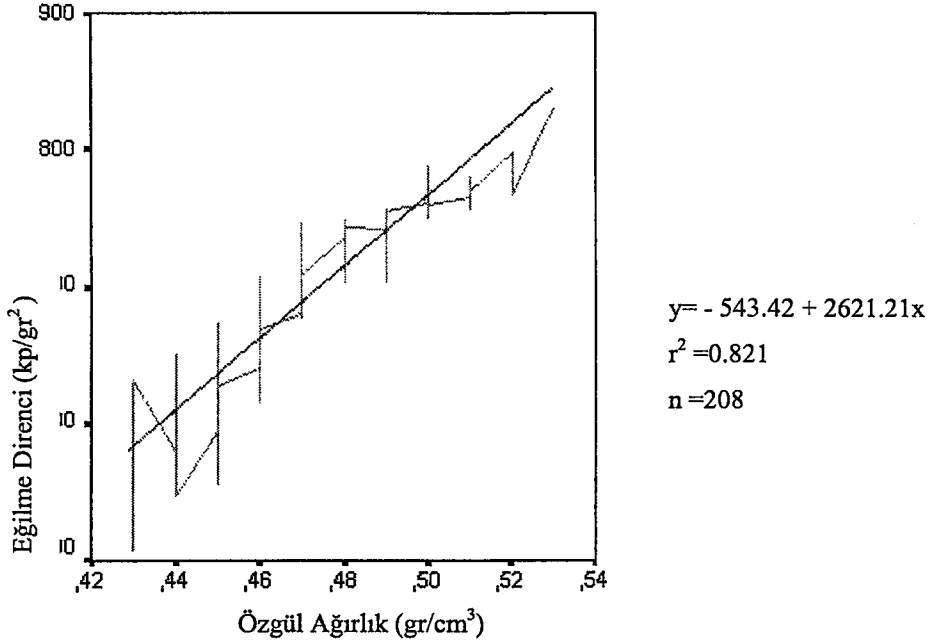
Monteri çamı odununun özgül ağırlık ile eğilme direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 19 ve Şekil 31’de verilmiştir.

Tablo 19. Eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F oranı
Regresyon	617152.71	1	617151.71	944.54544***
Hata	134597.50	206	653.39	
Toplam	751750.21	207		

Not: (***) $p < 0.001$

Eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki, çok kuvvetli ve artan yönde olup korelasyon katsayısı 0.821 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 31. Monteri çamı odununun eğilme direnci değeri ile özgül ağırlık değeri arasındaki ilişki

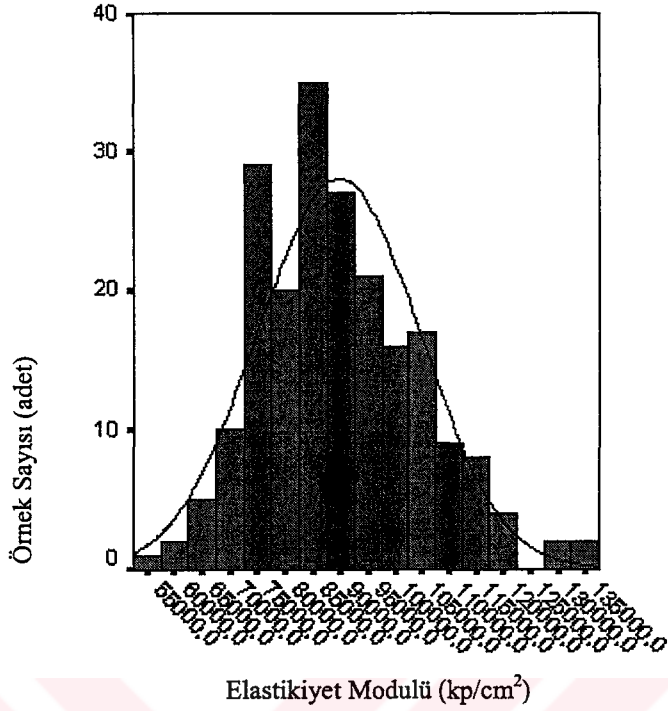
3.3.2.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Elastikiyet modülü deneyine ait bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 20'de, bunlara ilişkin dağılım grafiği Şekil 32'de verilmiştir.

Tablo 20. Monteri çamı odununun elastikiyet modülü değerleri

n	\bar{x}	s	s^2	R	Min. Ve Max.
208	89784.2	14764.92133	2.2E+08	83129.71	52598.30 - 135728.01

Ortalama elastikiyet modülü değeri 89784.2 kp/cm² olup 52598.30-135728.01 kp/cm² arasında değişmektedir.



Şekil 32. Monteri çamı odununun elastikiyet modülü dağılım grafiği

3.3.2.4. Eğilmede Elastikiyet Modülü İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

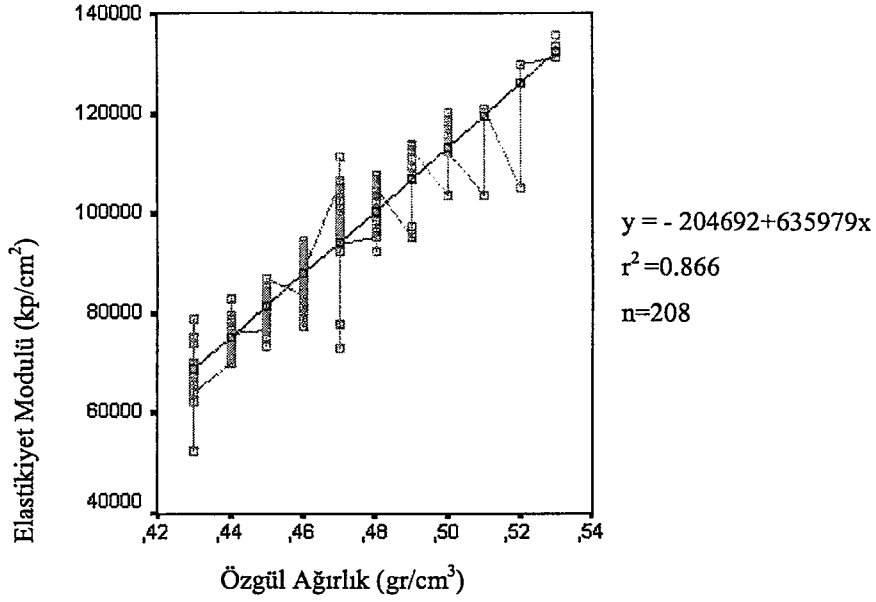
Monteri çamı odununun özgül ağırlık ile elastikiyet modülü arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 21 ve Şekil 33’de verilmiştir.

Tablo 21. Elastikiyet modülü ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F oranı
Regresyon	39068369961.4	1	39068369961.4	1328.45455***
Hata	6058230754.1	206	29408887.2	
Toplam	45126600715.5	207		

Not: (***) $p < 0.001$

Elastikiyet modülü ile özgül ağırlık arasındaki ilişki, çok kuvvetli ve artan yönde olup korelasyon katsayısı 0.866 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 33. Monteri çamı odununun özgül ağırlık değeri ile elastikiyet modülü değeri arasındaki ilişki

3.3.3. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri

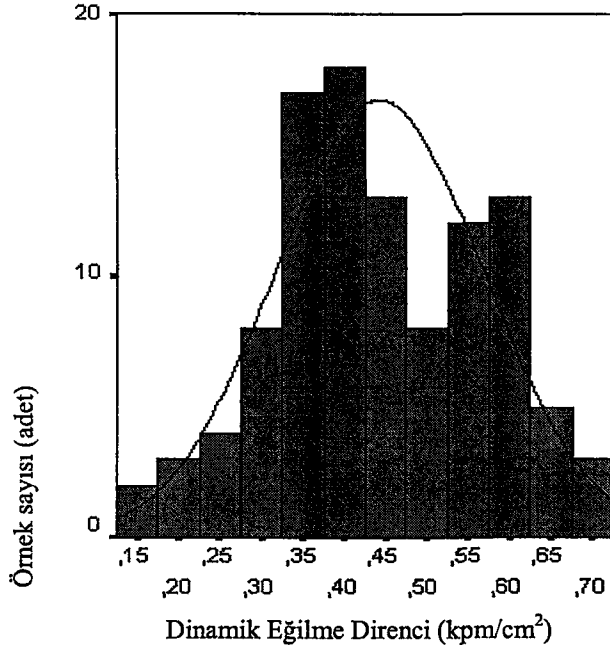
3.3.3.1. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Dinamik eğilme direnci deneyine ait bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 22'de ve dağılım grafiği Şekil 34'de verilmiştir.

Tablo 22. Monteri çamı odununun dinamik eğilme direnci değerleri

n	\bar{x}	s	s^2	R	Min. ve Max.
106	0.4426	0.12628	0.016	0.51	0.17-0.68

Ortalama dinamik eğilme (şok) direnci değeri 0.4426 kpm/cm² olup 0.17-0.68 kpm/cm² arasında değişmektedir.



Şekil 34. Monteri çamı odununun dinamik eğilme (şok) direnci dağılım grafiği

Grafiğe göre en fazla tekrarlanan dinamik eğilme direnci değeri %6.6 katılım oranı ile 0.35 kpm/cm²'dir. Ortalama dinamik eğilme direnci değeri 0.44 kpm/cm² olup bu değer in sağında yer almaktadır.

3.3.3.2. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

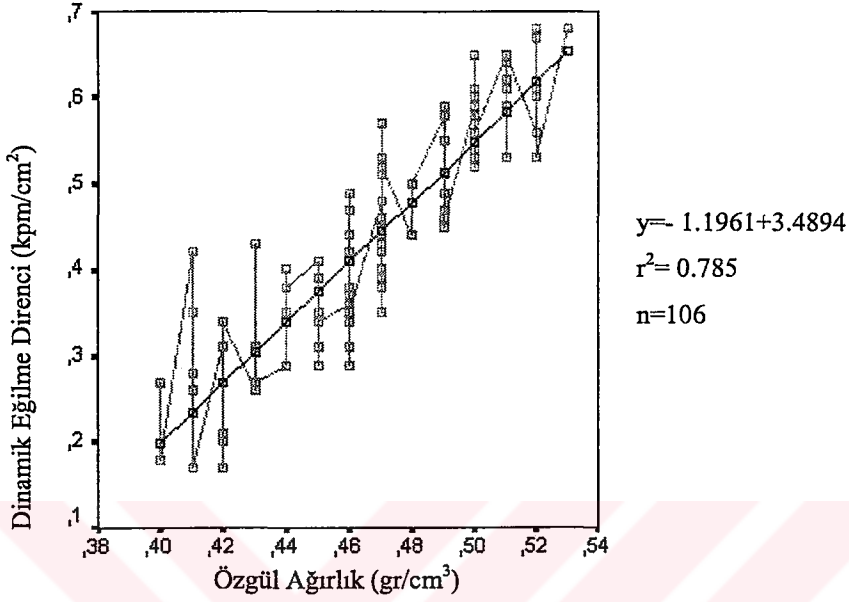
Monteri çamı odununun dinamik eğilme (şok) direnci ile özgül ağırlık arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 23 ve Şekil 35'de verilmiştir.

Tablo 23. Dinamik eğilme (şok) direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F oranı
Regresyon	1.3148366	1	1.3148366	380.23905***
Hata	0.3596238	104	0.0034579	
Toplam	1.6744604	105		

Not: (***) p<0.001

Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki kuvvetli ve artan yönde olup korelasyon katsayısı 0.785 olarak bulunmuştur.



Şekil 35. Monteri çamı odununun özgül ağırlık değeri ile dinamik eğilme (şok) direnci değeri arasındaki ilişki

3.3.3.3. Dinamik Kalite Değeri

Hava kurusu haldeki dinamik eğilme (şok) direnci ve özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak dinamik kalite değeri 1.96 km olarak hesaplanmıştır. Dinamik kalite değerine göre Monteri çamı, “orta sert” ağaçlar grubunda olup “orta kalite” özelliğine sahip bulunmaktadır [53].

3.3.4. Makaslama Direnci

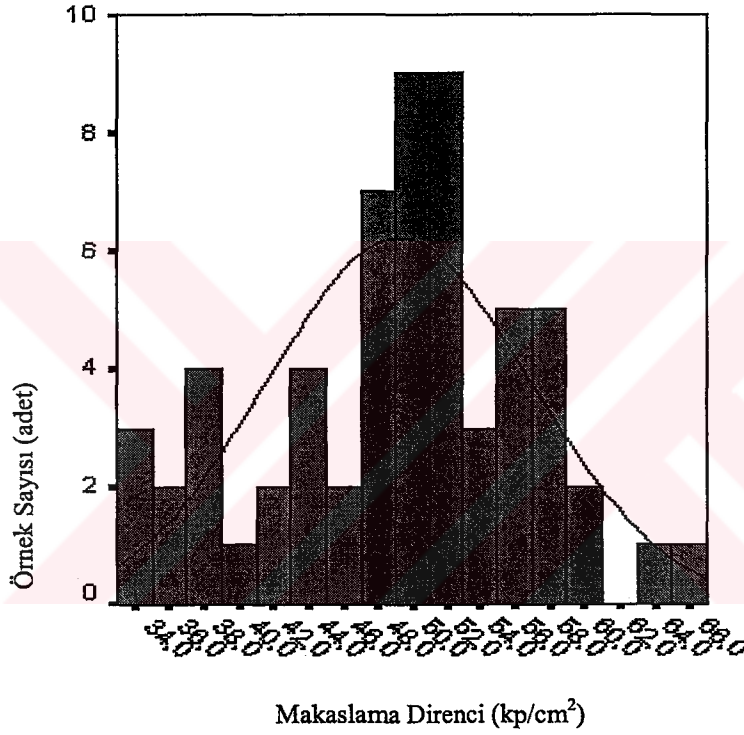
3.3.4.1. Teğet Yönde Makaslama Direnci

Makaslama direnci deneyine ait bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 24’de ve dağılım grafiği Şekil 36’da verilmiştir.

Tablo 24. Monteri çamı odununun teğet yönde makaslama direnci değerleri

n	\bar{x}	s	s^2	R	Min. Ve Max.
60	49.2748	7.68012	58.984	33.57	33.12 - 66.69

Ortalama teğet yönde makaslama direnci değeri 49.2748 kp/cm² olup 33.12-66.69 kp/cm² arasında değişmektedir.



Şekil 36. Monteri çamı odununun teğet yönde makaslama direnci dağılım grafiği

3.3.5. Brinell Sertlik Değerleri

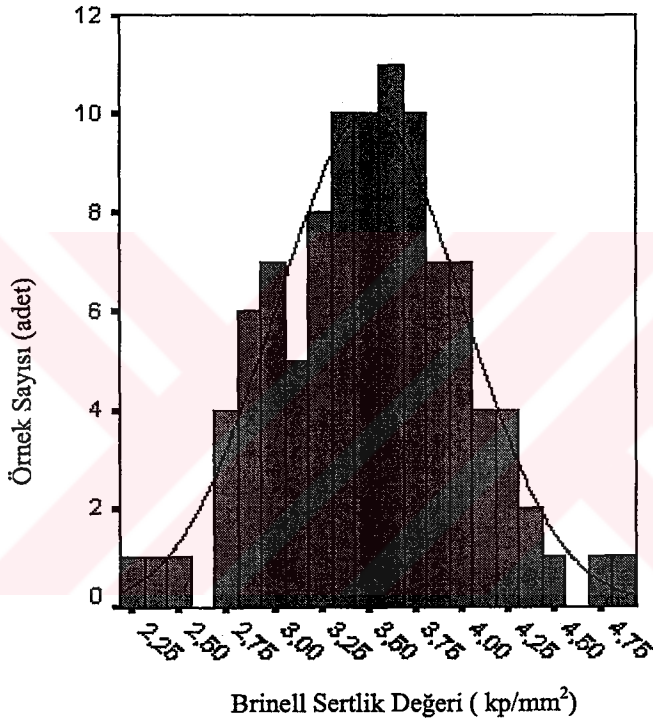
3.3.5.1. Enine Kesitte Brinell Sertlik Değeri

Enine kesitte Brinell sertlik deneyine ait bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 25'de ve dağılım grafiği Şekil 37'de verilmiştir.

Tablo 25. Monteri çamı odununun enine kesitte Brinell sertlik değerleri

n	\bar{x}	s	s^2	R	Min. Ve Max.
101	3.5165	0.50266	0.253	2.71	2.20 - 4.91

Enine kesitte ortalama Brinell sertlik değeri 3.5165 kp/mm² olup 2.20-4.91 kp/mm² arasında değişmektedir.



Şekil 37. Monteri çamı odununun enine kesitte Brinell sertlik değeri dağılım grafiği

3.3.5.2. Enine Kesit Sertliği İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

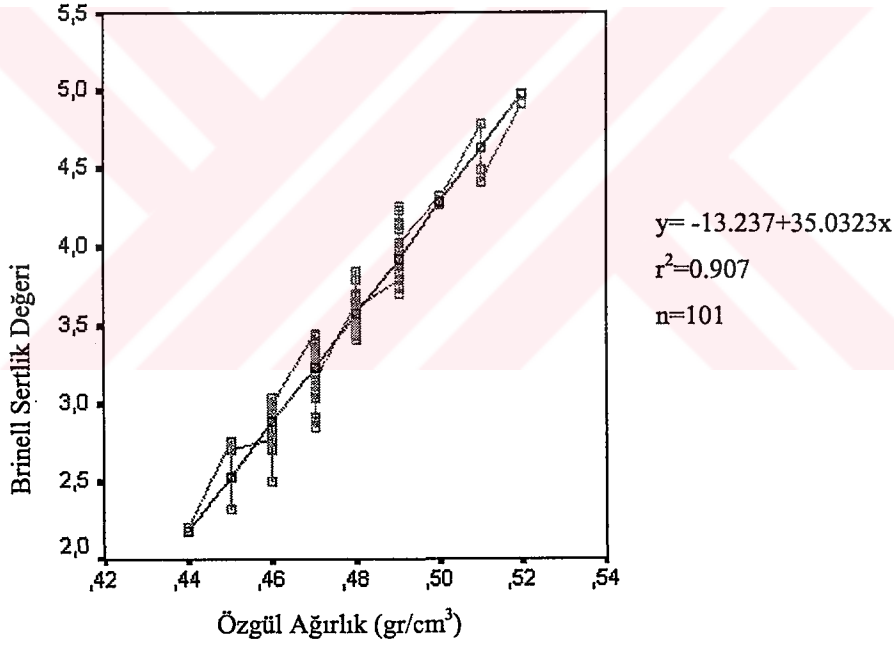
Monteri çamı odununun özgül ağırlık ile enine kesitte Brinell sertlik değeri arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 26 ve Şekil 38'de verilmiştir.

Tablo 26. Enine kesitte Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F oranı
Regresyon	22.924326	1	22.924326	968.98063***
Hata	2.342161	99	0.023658	
Toplam	25.266487	100		

Not: (***) $p < 0.001$

Enine kesitte Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişki çok kuvvetli ve artan yönde olup korelasyon katsayısı 0.907 olarak bulunmuştur.



Şekil 38. Özgül ağırlık değeri ile enine kesitte Brinell sertlik değeri arasındaki ilişki

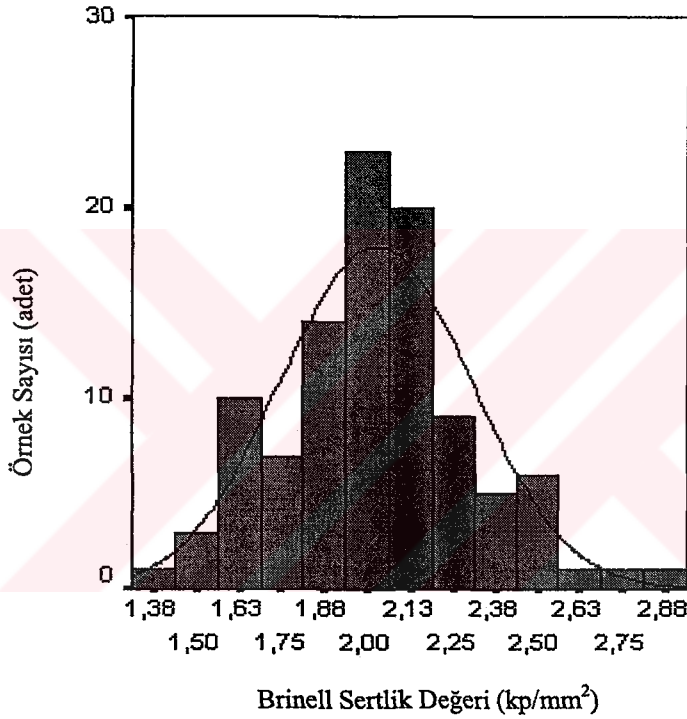
3.3.5.3. Radyal Kesitte Brinell Sertlik Değeri

Radyal kesitte Brinell sertlik deneyine ait bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 27'de ve dağılım grafiği Şekil 39'da verilmiştir.

Tablo 27. Monteri çamı odununun radyal kesitte Brinell sertlik değerleri

n	\bar{x}	s	s^2	R	Min. ve Max.
101	2.0258	0.27991	0.078	1,43	1.42 - 2.85

Radyal kesitte ortalama Brinell sertlik değeri 2.0258 kp/mm² olup 1.42-2.85 kp/mm² arasında değişmektedir.



Şekil 39. Monteri çamı odununun radyal kesitte Brinell sertlik değeri dağılım grafiği

Dağılım grafiğine göre en fazla tekrarlanan değer %5.9 katılım oranı ile 2.04 kp/mm²'dir. Radyal kesitte ortalama Brinell sertlik değeri 2.03 kp/mm² olup bu değer solunda yer almaktadır.

3.3.5.4. Radyal Kesit Sertliği İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

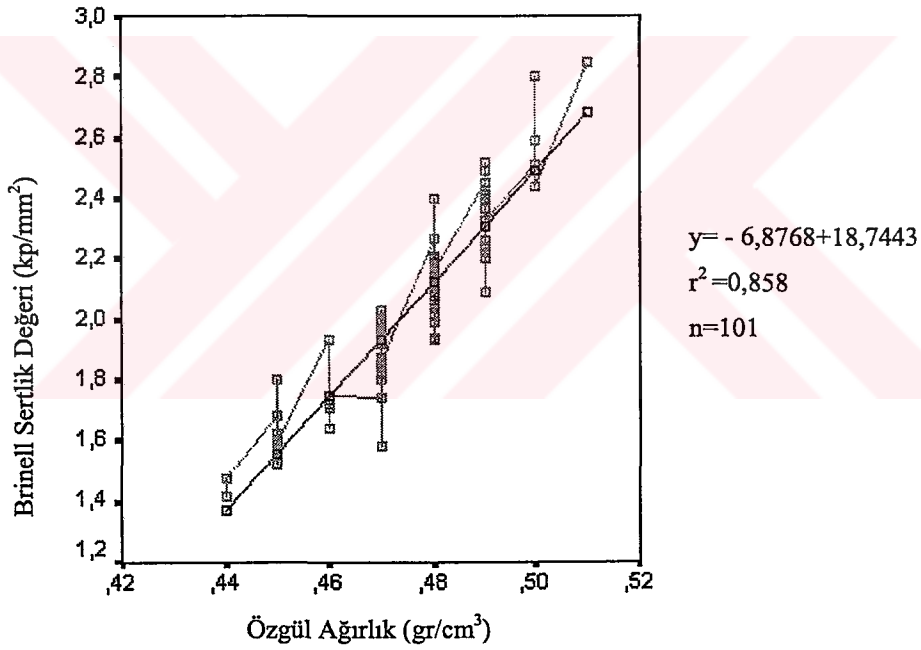
Monteri çamı odununun özgül ağırlık ile radyal kesitte Brinell sertlik değeri arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 28 ve Şekil 40'da verilmiştir.

Tablo 28. Radyal kesitte Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F oranı
Regresyon	6.7194251	1	6.7194251	596.38353***
Hata	1.1151283	99	0.0112670	
Toplam	7.8345534	100		

Not: (***) $p < 0.001$

Radyal kesitte Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişki çok kuvvetli ve artan yönde olup korelasyon katsayısı 0.858 olarak bulunmuştur.



Şekil 40. Özgül ağırlık değeri ile radyal kesitte Brinell sertlik değeri arasındaki ilişki

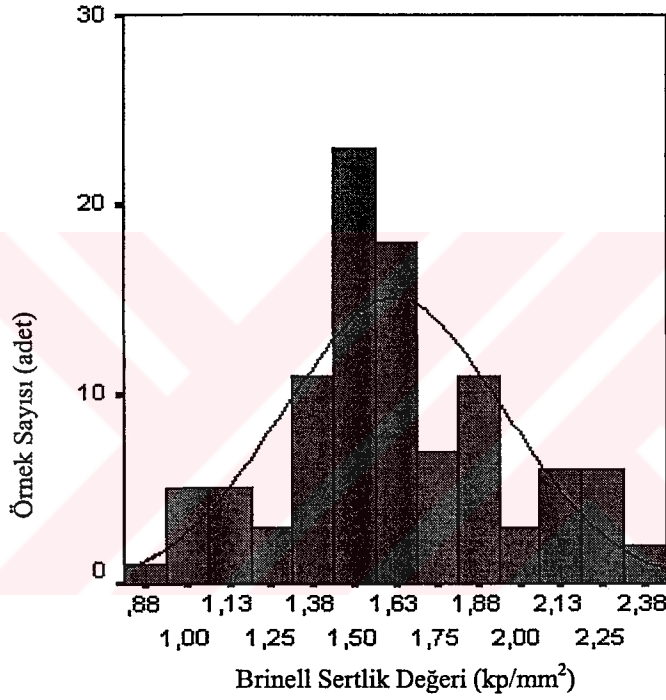
3.3.5.5. Teğet Kesitte Brinell Sertlik Değeri

Teğet kesitte Brinell sertlik deneyine ait bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 29'da ve dağılım grafiği Şekil 41'de verilmiştir.

Tablo 29. Monteri çamı odununun teğet kesitte Brinell sertlik değerleri

n	\bar{x}	s	s ²	R	Min. ve Max.
101	1.6210	0.33353	0.111	1.51	0.87 – 2.38

Teğet kesitte ortalama Brinell sertlik değeri 1.6210 kp/mm² olup 0.87-2.38 kp/mm² arasında değişmektedir.



Şekil 41. Monteri çamı odununun teğet kesitte Brinell sertlik değeri dağılım grafiği

Dağılım grafiğine göre en fazla tekrarlanan teğet kesitte Brinell sertlik değeri %5 katılım oranı ile 1.54 kp/mm²'dir. Ortalama teğet kesit Brinell sertlik değeri 1.62 kp/mm² olup bu değer in sağında yer almaktadır.

3.3.5.6. Teğet Kesit Sertliği İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

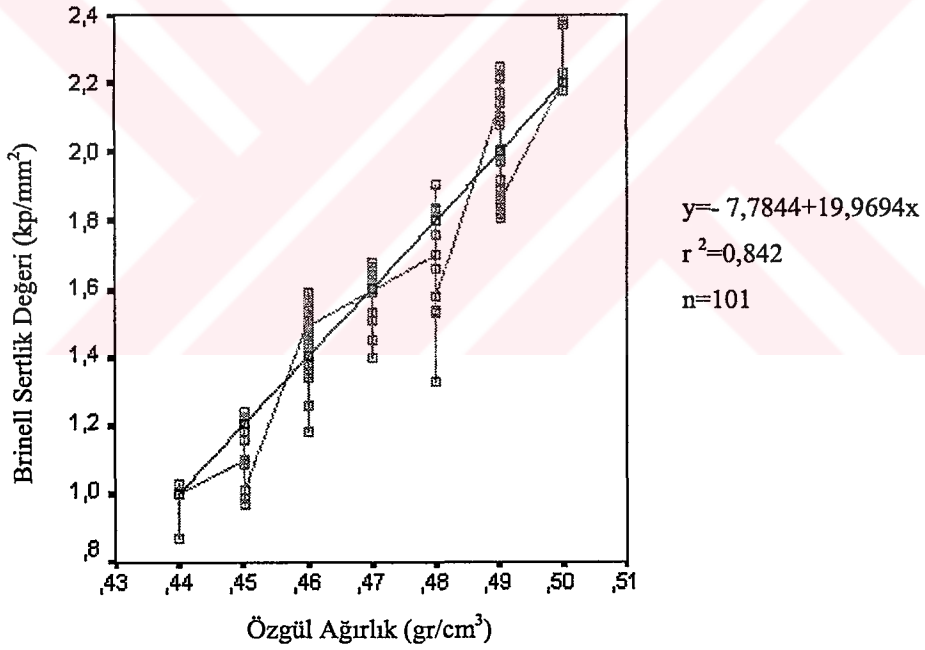
Monteri çamı odununun özgül ağırlık ile teğet kesitte Brinell sertlik değeri arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 30 ve Şekil 42'de verilmiştir.

Tablo 30. Teğet kesitte Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F oranı
Regresyon	9.3716656	1	9.3716656	529.43171***
Hata	1.7524354	99	0.0177014	
Toplam	11.1241010	100		

Not: (***) $p < 0.001$

Teğet kesitte Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişki çok kuvvetli ve artan yönde olup korelasyon katsayısı 0.842 bulunmuştur.



Şekil 42. Özgül ağırlık değeri ile teğet kesitte Brinell sertlik değeri arasındaki ilişki

4. TARTIŞMA

4.1. Yıllık Halka Genişliği

Monteri çamının ortalama yıllık halka genişliği 4.80 mm olup geniş yıllık halka oluşumu göstermektedir. Bulunan yıllık halka genişliği değerleri, 2.96-7.06 mm arasında geniş bir aralıkta değişim göstermektedir.

Monteri çamı üzerinde Bektaş [12] tarafından yapılan çalışmada ortalama yıllık halka genişliği 7 mm olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda bulunan değer ile Bektaş tarafından bulunan değer arasındaki farklılık; rakım, bakı ve ağacın yaşına bağlanabilir. Bektaş tarafından yapılan çalışmada; örnek ağaçlar 40 m yükseklikten ve güney bakıdan alınmıştır. Ayrıca ağaçların ortalama yaşı 18'dir.

4.2. Fiziksel Özellikler

4.2.1. Özgül Ağırlık

Monteri çamının ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.445 gr/cm^3 , hava kurusu özgül ağırlık değeri 0.475 gr/cm^3 olarak bulunmuştur. Hava kurusu özgül ağırlık değerine göre "hafif ağaçlar" grubunda yer almaktadır [62]. Çalışmada bulunan özgül ağırlık değerlerini çeşitli ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri ile karşılaştırmak amacıyla Monteri çamı ve diğer bazı ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Monteri çamı ve diğer bazı ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri

Ağaç Türleri	Tam Kuru Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	Hava Kuru Özgül Ağırlık (gr/cm ³)
Monteri çamı	0.445	0.475
Monteri çamı [12]	0.380	0.428
Monteri çamı [18]	0.36-0.41	0.40 – 0.48
Monteri çamı [27]	0.44	0.545
Sarıçam [18]	0.49	0.52
Veymut çamı [18]	0.37	0.40
Amerikan çamı [18]	0.62	0.67
Karaçam [53]	0.52	0.56
Kızılçam [53]	0.53	0.57
Doğu ladini [58]	0.414	0.451
Sahil çamı [59]	0.42	0.45
Sahil çamı [60]	0.423	0.464
Duglas göknarı [61]	0.415	0.441

Çalışmada bulunan özgül ağırlık değerleri, Bektaş [12] ve Bozkurt ve Erdin [18] tarafından belirtilen değerlerden yüksek çıkmıştır. Bu durum; ağacın yetiştirme yerine ve yaşına bağlanabilir Monteri çamı, aynı familyaya ait diğer türlerle karşılaştırıldığında Sarıçam, Kızılçam ve Karaçam'dan daha hafif, hızlı gelişen diğer ağaç türleri ile karşılaştırıldığında Veymut çamı, Sahil çamı ve Duglas göknarından daha ağır olduğu görülmektedir.

4.2.2. Hacim - Yoğunluk Değeri

Monteri çamının ortalama hacim-yoğunluk değeri 0.389 gr/m³ olarak bulunmuştur.

Hacim-yoğunluk değeri, hammadde alımlarını m³, satışlarını kg olarak yapan kağıt, selüloz endüstrisi ile lif levha sanayinde önemlidir. Hacim- yoğunluk değeri arttıkça belirli bir hacimdeki odundan daha fazla miktarda kuru odun yani lif kalitesi elde edilmektedir. Ticari kağıt hamuru odunlarında bu değer 0.3 – 0.6 gr/cm³ arasında değişmektedir.

Çalışmada bulunan hacim-yoğunluk değerini çeşitli ağaç türlerine ait hacim-yoğunluk değerleriyle karşılaştırmak amacıyla Monteri çamı ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacim-yoğunluk değerleri Tablo 32'da verilmiştir.

Tablo 32. Monteri çamı ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacim-yoğunluk değerleri

Ağaç Türü	Hacim – Yoğunluk Değeri (gr/m ³)
Monteri çamı	0.389
Monteri çamı [12]	0.342
Monteri çamı [22]	0.358
Monteri çamı [28]	0.430
Sahil çamı [22]	0.346
Sarıçam [53]	0.426
Karaçam [53]	0.456
Kızılçam [53]	0.478
Veymut çamı [53]	0.339
Doğu ladini [58]	0.366
Sahil çamı [59]	0.380
Sahil çamı [60]	0.377
Duglas göknarı [61]	0.368

Tam kuru özgül ağırlık değeri ile hacim-yoğunluk değeri arasında çok kuvvetli ve artan yönde bir ilişki bulunmuştur. Bunun sonucu olarak, çalışmada bulunan hacim-yoğunluk değeri, tam kuru özgül ağırlığa bağlı olmak üzere Bektaş [12] ve Tank [22] tarafından belirtilen değerlerden yüksek, Spencer [28] tarafından belirtilen değerden düşük çıkmıştır.

Monteri çamı, hızlı gelişen diğer ağaç türleri ile karşılaştırıldığında Veymut çamı, Sahil çamı ve Duglas göknarından daha yüksek hacim-yoğunluk değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, Monteri çamının tam kuru özgül ağırlık değerinin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

4.2.3. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Hacmi Oranları

Ortalama hücre çeperi maddesi hacmi %29.68, hava boşluğu hacmi %70.32 olarak bulunmuştur. Hava boşluğu hacmi, hücre çeperi maddesi hacmine bağlı olarak değişmektedir. Hücre çeperi maddesi hacmi azaldıkça hava boşluğu hacmi artmaktadır. Ayrıca hücre çeper maddesinin miktarı, odunun hücre yapısı ile değişmektedir. Mevcut hücrelerin büyüklüğü, bulunuş oranları ve hücre çeperinin kalınlığı hücre çeperi maddesi miktarını etkilemektedir. En fazla etkili olan çeper kalınlığıdır [53].

4.3. Odun-Su İlişkileri

4.3.1. Hacimsel Daralma ve Genişleme Miktarları

Monteri çamı odununun ortalama hacimsel daralma miktarı %11.28, hacimsel genişleme miktarı %12.29 olarak bulunmuştur. Daralma miktarlarına göre çalışma özellikleri “orta derece”de olan ağaçlar grubunda yer almaktadır [62]. Monteri çamı ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacimsel daralma miktarları Tablo 33’de verilmiştir.

Tablo 33. Monteri çamı ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacimsel daralma miktarları

Ağaç Türü	β_v (%)
Monteri çamı	11.28
Monteri çamı [12]	9.1
Monteri çamı [27]	10.7
Monteri çamı [28]	8.5
Monteri çamı [18]	8.4
Amerikan çamı [18]	10.9 -12.0
Veymut çamı [18]	8.2
Sarıçam [18]	12.4
Karaçam [18]	13.9
Kızılçam [18]	12.2
Doğu ladini [58]	11.20
Sahil çamı [59]	8.97
Sahil çamı [60]	9.53
Duglas göknarı [61]	11.54

Bu çalışmada bulunan hacimsel daralma miktarı; Bektaş [12], Alden [27], Spencer [28] ve Bozkurt-Erdin [18] tarafından belirtilen değerlerden yüksek çıkmıştır. Bu durum, ağaçların özgül ağırlıklarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Odunun özgül ağırlığı arttıkça, hacmen daralma ve genişleme miktarı da artmaktadır. Monteri çamı literatürdeki diğer ağaç türleri ile karşılaştırıldığında; daha yüksek özgül ağırlığa sahip olan Sarıçam, Karaçam ve Kızılcıdam'dan daha az çalıştığı, daha düşük özgül ağırlıktaki Veymut çamı ve Sahil çamından daha fazla çalıştığı sonucuna varılmaktadır.

Ağaç malzemenin üç yönde farklı çalışması, olumsuz özelliklerinden biridir. Çünkü üç yönde farklı çalışma, iç gerilmelere sebep olarak çeşitli kullanım yerlerinde boyutların değişmesine, çarpılma, eğilme gibi kusurların meydana gelmesine yol açmaktadır [52]. Bu nedenle ağaç malzemenin az çalışması kullanım yerleri açısından özellikle mobilya, parke ve kaplama endüstrisinde aranılan bir özelliktir.

4.3.2. Monteri Çamı [*Pinus radiata D. Don*] Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Monteri çamı odununun içerisine alabileceği ortalama en yüksek su miktarı, tam kuru özgül ağırlığa göre %154.55, hacim-yoğunluk değerine göre %191.55 olarak bulunmuştur. Bu değer, ağaç malzemenin emprenye edilmesi işleminde içerisine alabileceği emprenye maddesi miktarının belirlenmesinde kullanılır. Ayrıca odunun su ile taşınması, işlenmesi ve kurutma işlemlerinde önemlidir.

4.3.3. Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti

Monteri çamı odununun ortalama Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti % 29 olarak bulunmuştur. Lif doygunluğu Noktası, kritik bir nokta olup, bunun altındaki rutubetlerde ağaç malzeme özelliklerinde önemli değişiklikler olmaktadır. Su ve toprakla temas etmeyen kullanım yerlerinde odunda daima LDN altında su bulunmaktadır. LDN değeri, ağaç malzemenin çalışma özelliğini etkilemekte, emprenye ve kurutma gibi işlemlerde önemli olmaktadır [52]. Lif Doygunluğu Noktası rutubetine göre Monteri çamı "Lif Doygunluğu Noktası Yüksek" olan ağaçlar grubuna girmektedir [53].

4.4. Mekanik Özellikler

4.4.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

Monteri çamı odununun ortalama liflere paralel basınç direnci değeri 367.22 kp/cm^2 olarak bulunmuştur. Bu değere göre liflere paralel basınç direnci “orta derece”de olan ağaçlar grubunda yer almaktadır [62]. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci değerleri Tablo 34’de verilmiştir.

Tablo 34. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci değerleri

Ağaç Türü	Liflere Paralel Basınç Direnci (kp/cm^2)
Monteri çamı	367
Monteri çamı [12]	263.59
Monteri çamı [19]	261
Monteri çamı [27]	407
Monteri çamı [18]	360-450
Monteri çamı [25]	370
Amerikan çamı [18]	410
Veymut çamı [18]	330
Sarıçam [18]	450
Karaçam [18]	479
Kızılçam [18]	447
Doğu ladini [58]	390.68
Sahil çamı [59]	333.45
Sahil çamı [60]	317.93
Duglas göknarı [61]	380.93

Çalışmada bulunan sonuç, Bektaş [12] ve Göker [19] tarafından belirtilen değerlerden yüksek Alden [27] tarafından belirtilen değerden düşük, Kninmonth ve Whitehouse [25] tarafından belirtilen değere yakın çıkmıştır.

Özgül ağırlık ile basınç direnci arasında çok kuvvetli ve artan yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ağaç malzemenin özgül ağırlığı arttıkça basınç direnci de artmaktadır.

Monteri çamı aynı familyaya ait diğer ağaç türleri ile karşılaştırıldığında; Amerikan çamı, Sarıçam, Douglas göknarı, Karaçam, Kızılçam ve Doğu ladininden daha düşük, Veymut çamı ve Sahil çamından daha yüksek liflere paralel basınç direncine sahiptir.

4.4.1.1. Statik Kalite Değeri

Monteri çamı odununun ortalama statik kalite değeri 7.77 km olarak bulunmuştur. Monteri çamı “orta kalite” özelliğine sahiptir [53].

4.4.1.2. Spesifik Kalite Değeri

Monteri çamı odununun ortalama spesifik kalite değeri 16.51 olarak bulunmuştur.

4.4.2. Eğilme Direnci

Monteri çamı odununun ortalama eğilme direnci 678.98 kp/cm^2 olarak bulunmuştur. Bu değere göre eğilme direnci “küçük” olan ağaçlar grubunda yer almaktadır [62]. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait eğilme direnci değerleri Tablo 35’de verilmiştir.

Tablo 35. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait eğilme direnci değerleri

Ağaç Türü	Eğilme Direnci (kp/cm ²)
Monteri çamı	679
Monteri çamı [12]	947
Monteri çamı [28]	732
Monteri çamı [27]	759
Monteri çamı [18]	600-910
Amerikan çamı [18]	740
Veymut çamı [18]	590
Sarıçam [18]	800
Karaçam [53]	1096
Kızılçam [53]	821.50
Toros göknarı [53]	843
Uludağ göknarı [53]	730
Doğu ladinini [58]	707.03
Sahil çamı [59]	442.2
Sahil çamı [60]	610.52
Duglas göknarı [61]	663.03

Bu çalışmada bulunan eğilme direnci değeri, literatürde verilen değerlerle karşılaştırıldığında; Bektaş [12], Spencer [28] ve Alden [27] tarafından yapılan çalışmalarda bulunan sonuçlardan daha düşük çıkmıştır.

Monteri çamı aynı familyaya ait diğer ağaç türleri ile karşılaştırıldığında; Uludağ göknarı, Toros göknarı, Sarıçam, Karaçam, Kızılçam ve Doğu ladininden daha düşük, Veymut çamı, Sahil çamı ve Duglas göknarından daha yüksek eğilme direncine sahiptir.

4.4.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Monteri çamı odununun ortalama elastikiyet modülü değeri 89784.27 kp/cm² olarak bulunmuştur. Bu değere göre elastikiyet modülü “küçük” olan ağaçlar grubunda yer

almaktadır [62]. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait elastikiyet modülü değerleri Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait elastikiyet modülü değerleri

Ağaç Türü	Elastikiyet Modülü (kp/cm ²)
Monteri çamı	89784
Monteri çamı [28]	99000
Monteri çamı [19]	92827
Monteri çamı [27]	94500
Monteri çamı [18]	85000-114000
Amerikan çamı [18]	99000
Veymut çamı [18]	85000
Sarıçam [18]	110000
Kızılçam [52]	102000
Toros göknarı [52]	106000
Uludağ göknarı [52]	83000
Doğu ladini [58]	105285
Duglas göknarı [61]	76813.8

Bu çalışmada bulunan elastikiyet modülü değeri, literatürde verilen değerlerle karşılaştırıldığında; Spencer [28], Göker [19] ve Alden [27] tarafından belirtilen değerlerden düşük çıktığı görülmektedir.

Monteri çamının elastikiyet modülü; Amerikan çamı, Duglas göknarı, Sarıçam, Kızılçam ve Toros göknarı'nın elastikiyet modülünden düşük, Veymut çamı, Duglas göknarı ve Uludağ göknarının elastikiyet modülünden yüksektir. Bu durum, ağaç türlerinin özgül ağırlıklarının farklı olmasıyla açıklanabilir. Bu çalışmada, özgül ağırlık ile elastikiyet modülü arasında çok kuvvetli ve doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

4.4.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Monteri çamı odununun ortalama dinamik eğilme direnci değeri 0.44 kpm/cm^2 olarak bulunmuştur. Bu değere göre dinamik eğilme direnci “küçük” olan ağaçlar grubunda yer almaktadır [62]. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait dinamik eğilme direnci değerleri Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait dinamik eğilme direnci değerleri

Ağaç Türü	Dinamik Eğilme Direnci (kpm/cm^2)
Monteri çamı	0.44
Monteri çamı [12]	0.15
Karaçam [53]	0.56
Sarıçam [53]	0.55
Kızılcıam [53]	0.26
Veymut çamı [53]	0.49
Uludağ göknarı [53]	0.45
Toros göknarı [53]	0.38
Toros sediri [53]	0.45
Doğu ladini [58]	0.393
Sahil çamı [60]	0.124
Duglas göknarı [61]	0.321

Bu çalışmada bulunan şok direnci değeri, Bektaş [12] tarafından yapılan çalışmada belirlenen sonuçtan yüksek çıkmıştır. Bu durum; deney örneklerinin özgül ağırlığı ve yaşına bağlanabilir.

Monteri çamı’nın şok direnci; Karaçam, Sarıçam ve Veymut çamı’nın şok direncinden düşük, Duglas göknarı, Toros göknarı, Sahil çamı ve Doğu ladininin şok direncinden yüksek çıkmıştır.

Özgül ağırlık ile şok direnci arasında önemli ve artan yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

4.4.4.1. Dinamik Kalite Değeri

Monteri çamı odununun ortalama dinamik kalite değeri 1.96 km olarak bulunmuştur. Dinamik kalite değeri, çeşitli ağaç türlerinin şok şeklindeki etkilere karşı koyma kabiliyetlerinin karşılaştırılması bakımından önemli olmaktadır. Dinamik kalite değerine göre Monteri çamı “orta kalite” ağaçlar grubuna girmektedir.

4.4.5. Makaslama Direnci

4.4.5.1. Teğet Yönde Makaslama Direnci

Monteri çamı odununun teğet yönde makaslama direnci değeri ortalama 49.27 kp/cm² olarak bulunmuştur. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait makaslama direnci değerleri Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 38. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait makaslama direnci değerleri

Ağaç Türü	Makaslama Direnci (kp/cm ²)
Monteri çamı	49
Monteri çamı [18]	68-76
Veymut çamı [18]	62
Karaçam [53]	67.1
Toros göknarı [53]	63.8
Kazdağı göknarı [53]	47.2
Doğu ladini [58]	63.61
Sahil çamı [59]	64.30
Sahil çamı [60]	62.92
Duglas göknarı [61]	60.14

Çalışmada bulunan değer, literatürdeki değerlerden düşük çıkmıştır. Bu durum, ağacın özgül ağırlığı ve yaşına bağlanabilir. Genel olarak, tüm ağaçlarda özgül ağırlığın artması ile makaslama direnci de artmaktadır [53].

4.4.6. Brinell Sertlik Değerleri

Monteri çamı odununun ortalama enine kesit sertliği 3.5165 kp/mm², teğet kesit sertliği 1.6210 kp/mm² ve radyal kesit sertliği 2.0258 kp/mm² olarak bulunmuştur. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait Brinell sertlik değerleri Tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 39. Monteri çamı ve bazı ağaç türlerine ait Brinell sertlik değerleri

Ağaç Türü	Brinell Sertlik Değeri (kp/mm ²)	
	Liflere paralel	Liflere dik
Monteri çamı	3.52	1.82
Karaçam [53]	4.29	2.02
Toros göknarı [53]	3.20	1.20
Kazdağı göknarı [53]	2.91	1.34
Sarıçam [18]	4.08	1.93
Veymut çamı [18]	2.03 – 2.75	0.81 – 1.12
Doğu ladini [58]	3.085	1.38
Sahil çamı [60]	3.747	1.80
Duglas göknarı [61]	3.321	1.67

Çalışmada bulunan Brinell sertlik değerleri, Karaçam ve Sarıçam’dan düşük; Veymut çamı, Kazdağı göknarı, Toros göknarı, Duglas göknarı ve Doğu ladininin sertlik değerlerinden yüksek çıkmıştır.

Liflere paralel yöndeki sertlik değeri, liflere dik yöndeki sertlik değerinden yüksek çıkmıştır. Bu çalışmada Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasında çok kuvvetli ve artan yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ağaç malzemenin özgül ağırlığı arttıkça sertliği de artar.

Liflere paralel ve liflere dik yöndeki sertlik değerlerine göre Monteri çamı sertlik derecesi “yumuşak” ağaçlar grubuna girmektedir [53].

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Trabzon-Yeşilbük yöresinden alınan Monteri çamı (*Pinus radiata* D.Don) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bulgular, istatistik yöntemlerle belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 38'de verilmiştir.

Ortalama yıllık halka genişliği 4.80 mm olarak bulunmuştur. Yıllık halka genişliği ile özgül ağırlık arasında azalan yönde ve istatistiki anlamda önemli bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.445 gr/cm³, hava kuru özgül ağırlık değeri 0.475 gr/cm³ ve hacim-yoğunluk değeri 0.389 gr/m³ olarak bulunmuştur.

Tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu hacmi oranları hesaplanmıştır. Tam kuru özgül ağırlık değeri 0.445 gr/cm³ iken hücre çeperi maddesi oranı %29.68, hava boşluğu hacmi oranı %70.32 olarak hesaplanmıştır.

Ortalama daralma miktarları; teğet yönde (β_t) %6.75, radyal yönde (β_r) %4.53 ve hacmen (β_v) %11.28 olarak bulunmuştur. Ortalama genişleme miktarları; teğet yönde (α) %8.06, radyal yönde (α_r) %4.23 ve hacmen (α_v) %12.29 olarak bulunmuştur.

Ortalama lif doygunluğu noktası rutubeti %29 olarak hesaplanmıştır. Monteri çamı odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı, hacim yoğunluk değerine göre %191.55, tam kuru özgül ağırlık değerine göre %154.55 olarak hesaplanmıştır.

Liflere paralel yönde basınç direnci değeri ortalama 367 kp/cm², statik kalite değeri 7.77 km ve spesifik kalite değeri 16.51 olarak hesaplanmıştır. Basınç direnci ile özgül ağırlık arasında çok kuvvetli ve artan yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Ortalama eğilme direnci değeri 679 kp/cm², eğilmede elastikiyet modülü değeri 89784 kp/cm² olarak hesaplanmıştır. Özgül ağırlık ile eğilme direnci arasında çok kuvvetli ve doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Ortalama dinamik eğilme direnci değeri 0.44 kpm/cm² ve dinamik kalite değeri 1.96 olarak hesaplanmıştır. Özgül ağırlık ile dinamik eğilme direnci arasında artan yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Teğet yönde makaslama direnci değeri ortalama 49 kp/cm² olarak bulunmuştur.

Ortalama Brinel sertlik değerleri; enine kesit sertliği 3.52 kp/mm², radyal kesit sertliği 2.03 kp/mm² ve teğet kesit sertliği 1.62 kp/mm² olarak hesaplanmıştır. Özgül

ağırlık ile Brinell sertlik değeri arasında çok kuvvetli ve artan yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Tablo 40. Monteri çamı odununun fiziksel ve mekanik özellikleri

Özellikler		Sembol	Ortalama Değer
Yıllık halka genişliği (mm)			4.80
Tam Kuru Özgül Ağırlık (gr/cm^3)		δ_0	0.445
Hava Kuru Özgül Ağırlık (gr/cm^3)		δ_{12}	0.475
Hacim-Yoğunluk Değeri (gr/m^3)		γ	0.389
Daralma Miktarı (%)	Radyal yönde	β_r	4.53
	Teğet yönde	β_t	6.75
	Hacimsel	β_v	11.28
Genişleme Miktarı (%)	Radyal yönde	α_r	4.23
	Teğet yönde	α_t	8.06
	Hacimsel	α_v	12.29
Basınç Direnci (kp/cm^2)		$\sigma_{B//}$	367
Eğilme Direnci (kp/cm^2)		σ_e	679
Eğilme Elastikiyet Modülü (kp/cm^2)		E	89784
Dinamik Eğilme Direnci (kpm/cm^2)		σ_s	0.44
Makaslama Direnci (kp/cm^2)		σ_m	49
Brinell Sertlik Değerleri (kp/mm^2)	Liflere paralel yönde	H_{Be}	3.52
	Radyal yönde	H_{Br}	2.03
	Teğet yönde	H_{Bt}	1.62

6. ÖNERİLER

Monteri çamı; düzgün gövde yapısına sahip, hızlı büyüyen bir ağaç türüdür. Hızlı büyümesi nedeniyle geniş ve belirgin bir yıllık halka yapısına sahiptir. Monteri çamı odunu; açık renkli, düzgün lifli, yumuşak bir odundur.

Monteri çamı, böcek ve mantar tahribatına karşı hassas olup odunu dayanıksızdır. Özellikle açık havada bırakıldığında mavi renk mantarları oluşabilir. Mavileşmeyi önlemek için kesimden sonra tomruklar kısa sürede biçilmeli veya biçilinceye kadar su içerisinde depolanmalı, biçildikten sonra keresteler mavileşmeyi önleyici emprenye maddesi çözeltisinde banyo edilmeli ve yağmura karşı bir istif damı ile korunmalıdır [54, 55]. Bununla birlikte *Evetria buoliana* (Schiff.) diğer adıyla “çam sürgün bükücüsü”, Monteri çamı'nın ana vatanında ve ithal edildiği ülkelerin çoğunda bir zararı görülmediği halde ülkemizdeki Monteri çamı dikim sahalarında önemli ölçüde tahribat yapmaktadır. Böceğe karşı mücadelede güçlü fertler elde etmek suretiyle başarılı plantasyonların tesis edilmesi gerektiği önerilmektedir [56].

Biçme özelliği, az budaklı kerestede çok iyidir. Budaklı malzemede bıçakların körlenmemesi için itme hızının iyi ayarlanması gerekmektedir. Uygun şekilde işlenebilmesi için içerdiği rutubet miktarının % 12 ya da daha az olması gerekmektedir. İyi bir şekilde tutkallanır, boyanır ve verniklenir. Çivi ve vida tutma özelliği iyidir [19].

Monteri çamı odunu, doğal kurutma metodu ile ya da kurutma fırınlarında kolaylıkla kurutulabilir. Lif kıvrıklığı bulunduğu takdirde çarpılmaların görülebileceği ve çatlamaya eğilimli olduğu belirtilmektedir [18].

Monteri çamı diri odunu kolay emprenye edilmektedir. Uygun emprenye maddeleri ile emprenye edilen Monteri çamı odunu için çeşitli kullanım yerleri doğmaktadır. Monteri çamı suda çözünen emprenye maddeleri [Bakır-Krom-Arsenik (CCA) ve Alkali-Bakır-Kuat (ACQ)] ile emprenye edildiği takdirde; dış duvar kaplamalarında, iskele yapımında, çatı kirişlerinde, kameriye, güverte ve çit yapımında kullanılmaktadır. Hafif organik çözücülü emprenye maddeleri (HOÇEM) ile emprenye edilmesi durumunda Monteri çamı odunu; dış kaplamalarda, rüzgarlık yapımında, güvertelerde, kameriye, bahçe mobilyası yapımında, banyo ve çamaşırhanelerdeki iç kaplamalarda ve yüzme havuzu gibi yüksek rutubet etkisindeki yapı elemanlarında kullanılmaktadır. Aynı zamanda Monteri çamı'nın kreozot ve pigmentli (takviyeli) kreozot gibi emprenye maddeleri ile emprenye edilmesi

durumunda; çit yapımında, sahil tahkimat direkleri, elektrik direkleri, demiryolu traversleri ve köprü kirişleri yapımında kullanılabileceği belirtilmektedir [57].

Monteri çamı'nın çalışma özelliklerinin fazla olması ve dayanıklılığının az olması nedeniyle rutubetli yerlerden ve dış cephelerden uzak yerlerde, binaların iç kısımları ve kapalı inşaat iskelelerinde kullanılması önerilmektedir. Ayrıca eğilme direnci ve elastiklik özelliklerinin bu ağaç türünün telefon ve elektrik direği olarak kullanılmasına elverişli olduğu belirtilmektedir. İç döşeme ve dekorasyonda lambri olarak kullanılması önerilmektedir. Monteri çamı odununun hafif olması ve kolay çivilenebilme özelliklerinden dolayı şablon yapımında ve duvar panosu olarak kullanılması önerilmektedir. Aşınma ve sürtünme halinde kullanılacak yüzeylerde kullanımı uygun olmadığı için kontrplak üretiminde iç tabakalarda kullanılması önerilmektedir. Ayrıca Monteri çamı'nın hafif oluşu, kolay işlenebilmesi gibi özelliklerinin ambalaj malzemesi olarak kullanılmasında uygun olmasına rağmen yapısında bulunan reçineden etkilenecek sebze, meyve ve gıda maddelerinin bu ağaç türü ile üretilen ambalaj malzemesi ile taşınması önerilmemektedir [12].

Monteri çamı odununun selülozik lif üretimine elverişli olduğu belirtilmektedir [22]. Ülkemizde suni olarak yetişen Monteri çamının kağıt üretimine uygunluğu üzerine SEKA tarafından yapılan bir araştırmada, bu ağaç türü için Sülfat metodunun uygun olduğu belirtilmektedir. Ayrıca Monteri çamı odununun mekanik odun hamuru ve lif levha yapımı için uygun olduğu, Sülfat metodu için uygun olmadığı belirtilmektedir [12, 19].

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, literatürde belirtilen değerlerle karşılaştırıldığında; Monteri çamı odununun liflere paralel basınç direnci "orta derecede" olan ağaçlar grubuna girdiği için bu direnç özelliğinin önemli olduğu yerlerde, yapılarda kısa direk ve sütun olarak kullanılmaması tavsiye edilmektedir. Eğilme direnci "küçük" ve eğilmede sağlamlığı "az" olan ağaçlar grubuna girdiği için bu direnç tipinin önemli olduğu giriş vb. yerlerde kullanımında dikkat edilmelidir. Şok direnci "küçük" ve dinamik kalite değeri "orta kalite" özelliğine sahip ağaçlar grubuna girdiği için spor aletleri, alet sapları, merdivenler ve bina inşaatları gibi ani yüklemeye maruz kalan yerlerde kullanılması tercih edilmez. Teğet yöndeki makaslama direnci, düşük çıktığı için yapı malzemelerinin birleşme yerlerinde kullanımında gerekli önlemler alınmalıdır.

Monteri çamı, sertlik derecesi "yumuşak" ağaçlar grubuna girdiği için döşeme, parke ve merdiven gibi aşınma etkisinde kalan yerlerde kullanımında gerekli önlemler alınmalıdır. Malzeme yüzeyi, cila ve lake boya gibi yüzey koruyucu maddeleri ile

aşınmaya karşı korunabilir. Mobilya üretiminde ise iç kısımlarda kullanılabilir. Çalışma miktarları “orta derece”de olan ağaçlar grubunda yer aldığı için rutubetli yerlerden uzak yerlerde kullanılmasında fayda olacaktır. Gazete kağıdı ve kraft kağıdı üretiminde kullanılabilir. Monteri çamı odunu, uygun emprenye maddeleri ile emprenye edildiği takdirde birçok kullanım alanı için uygun olmaktadır.



7. KAYNAKLAR

1. D.P.T., Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2001.
2. Eraslan, İ., Hızlı Büyüyen Ağaç Türlerinin Önemi, Tanımı ve Türkiye’de Bu Türlerle Kurulacak Plantasyonların Potansiyel Üretim Kapasitesi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 33, 2 (1983) 1-27.
3. Tunçtaner, K., Hızlı Büyüyen Yabancı (Egzotik) Tür İthalleri, Prensipleri ve Yapılan Uygulamalar, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü Yayınları, Araştırma Enstitüsü Dergisi, 1, (1986) 84-95.
4. Rogers, D.L., In situ genetic conservation of Monterey pine (*Pinus radiata* D. Don) : Information and recommendations, Report No.26, Genetic Resources Conservation Program, Davis CA USA, September 2002, 5-19.
5. McDonald, P.M. ve Laacke, R.J., Silvics of North America, R.M. Burns and B.H. Honkala, eds., Volume 1, USDA Forest Service, Washington, D.C., 1990.
6. Scott, C.W., Radiata pine as an exotic, Unasylva, 14, 1 (1960) 6-16.
7. Şimşek, Y. ve Tulukçu, M., Marmara ve Karadeniz Bölgeleri’nde Tesis Edilen *Pinus radiata* D. Don. Orijin Denemelerinde Gelişme ve Gövde Kalitesi Üzerine Araştırmalar, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No: 18, İzmit, 1984.
8. Sutton, W.R.J., Plantation Forests Protect Our Biodiversity, New Zealand Forestry, 40,3 (1995) 2-5.
9. Mirov, N.T., The Genus Pinus, The Ronald Pres Company, New York, 1967.
10. Rogers, D.L., Vargas Hernandez,J.J., Matheson,A.C. ve Guerra Santos, J.J., The Mexican Island Populations of *Pinus radiata* : An International Expedition and Ongoing Collaboration For Genetic Conservation, Forest Genetic Resources Journal, 30 (2002) 23-27.
11. Moran, G.F., Bell, J.C. ve Eldridge, K.G., The genetic structure and the conservation of the five natural populations of *Pinus radiata*, Canadian Journal Forest Research, 18 (1988) 506-514.
12. Bektaş, İ., *Pinus radiata* (D. Don.)’nın (Turnalı-Kaynarca) Fiziksel, Mekanik Özellikleri ve Kullanış Yerleri Hakkında Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı, İstanbul, 1989.

13. Boydak, M., Oliver, C.D. ve Dirik, H., A.B.D. Orijinli Hızlı Gelişen İğne Yapraklı Orman Ağacı Türlerinin Türkiye'ye İthal Olanakları, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 7, İzmit, 1995.
14. Ürgenç, S., Hızlı Gelişen Bazı Egzotik (Yabancı) İğne Yapraklı Ağaç Türlerinin Türkiye'ye İthali ve Yetiştirilmesi İmkanları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Yayın No: 1750, Orman Fakültesi Yayın No: 188, İstanbul, 1972.
15. Akçidem, E., *Pinus radiata* (D. Don) İle Tekrar Ağaçlandırma Çalışmaları Ne Zaman Gündeme Gelecek?, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2, 17 (1991) 29-34.
16. Anşin, R., Tohumlu Bitkiler Gymnospermae (Açık Tohumlular), İkinci Baskı, Genel Yayın No: 122, Fakülte Yayın No: 15, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, 1994.
17. Anşin, R. ve Özkan, Z.C., Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar, K.T.Ü. Genel Yayın No: 167, Fakülte Yayın No: 19, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, 1993.
18. Bozkurt, Y. ve Erdin, N., Ticarete Önemli Yabancı Ağaçlar, İ.Ü. Yayın No: 3572, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: 4, İstanbul, 1989.
19. Göker, Y., Hızlı Gelişen Türlerden Bazılarının Teknolojik Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 32,1 (1982) 202-215.
20. Bozkurt, A.Y. ve Erdin, N., İğne Yapraklı Ağaç Odunlarında Tanım Özellikleri (Odun Anatomisi 2), Üniversite Yayın No: 3907, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: 6, İ.Ü. Basımevi, İstanbul, 1995.
21. Merev, N., Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı, Genel Yayın No: 210, Fakülte Yayın No: 32, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon, 2003.
22. Tank, T., Göksel, E., Cengiz, M. ve Gürboy, B., Hızlı Gelişen Bazı İğne Yapraklı Ağaç Türlerinin Lif ve Kağıt Teknolojisi Yönünden İncelenmesi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 40,1 (1990) 40-54.
23. Haris, J.M. ve Meylan, B.A., The influence of microfibril angle on longitudinal and tangential shrinkage in *Pinus radiata*, Holzforschung, 19, 5 (1965) 144-153.
24. Cave, I.D. ve Walker, J.C.F., Stiffness of wood in fast-grown plantation softwoods. Forest Products Journal, 44,5 (1994) 43-48.
25. Kninmonth, J.A. ve Whitehouse, L.J., The properties and uses of New Zealand Radiata Pine, J.A. Kninmonth and L.J. Whitehouse, Ed., Volume 1, Forest Research Institute, New Zealand, 1991.
26. Scott, C.W., Radiata pine in Chile, Unasyuva, 8, 4 (1954).
27. Alden, H.A., Softwoods of North America. Gen. Tech. Rep. No.102, September 1997, Madison, 86-88.

28. Spencer, D., Conifers in the Dry Country, Joint Venture Agroforestry Program, November 2001, Australia, 29-31.
29. Cerda, G. ve Wolfe, R.W., Bending strength of Chilean radiata pine poles, Forest Products Journal, 53,4 (2003) 61-65.
30. Raymond, C.A., Dickson, R., Rowell, D., Blakemore, P., Clark, N., Williams, M., Freischmidt, G. ve Joe, B., Wood and fibre of dryland conifers, Joint Venture Agroforestry Program, June 2004, Australia, 57-58.
31. URL-1, www.evergreen.co.nz/reports/comparativestudy.pdf A Comparative Study of New Zealand Pine And Selected Asian Species. 11 Mart 2005.
32. TS 4176, Odunun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuar Numunesi Alınması, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
33. TS 2471, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1976.
34. TS 2472, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TSE, Ankara, 1976.
35. TS 53, Odunun Fiziksel Özelliklerinin Tayini İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları, TSE, Ankara, 1982.
36. Ay, N., Odunun Fiziksel Özellikleri, Basılmamış Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 1998.
37. TS 4083, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
38. TS 4084, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
39. TS 4085, Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
40. TS 4086, Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
41. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, I. Cilt, İ.Ü. Yayın No: 1448, Orman Fakültesi, Yayın No:147, İstanbul, 1970.
42. Ay, N., Odunun Mekanik Özellikleri, Basılmamış Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 1998.
43. TS 2595, Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1977.

44. Örs, Y., Odunun Mekanik Özellikleri, Basılmamış Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 1996.
45. Kollmann, F., ve Wilfred, A.C., Principles of Wood Science and Technology, Solid Wood, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 1968.
46. TS 2474, Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1977.
47. TS 2478, Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara, 1978.
48. TS 2470, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, TSE, Ankara, 1976.
49. TS 2477, Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1976.
50. TS 3459, Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1980.
51. TS 2479, Odunun Statik Sertliğinin Tayini, TSE, Ankara, 1976.
52. Bozkurt, A.Y. ve Erdin, N., Ağaç Teknolojisi, Üniversite Yayın No: 3993, Fakülte Yayın No: 445, İ.Ü. Basımevi, İstanbul, 1997.
53. Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, Genel Yayın No: 3944, Orman Fakültesi Yayın No: 436, İkinci Baskı, İ.Ü. Basımevi, İstanbul, 1996.
54. Örs, Y. ve Keskin, H., Ağaç Malzeme Bilgisi, Atlas Yayınevi, Yayın No: 2, Birinci Baskı, İstanbul, 2001.
55. Yıldız, Ü.C., Odun Zararlıları, Ders Notu, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 2000.
56. Ayık, C. ve Güler, N., Türkiye'deki *Pinus radiata* Ağaçlandırmalarında Görülen *Evetria buoliana* (*Schiff.*) Tasallutunda Yetiştirme Ortamı Faktörlerinin Etkileri, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No: 21, İzmit, 1985.
57. URL-2, www.ptaa.com.au Treated Pine Technical Guide .11 Mart 2005.
58. Akyüz, M., Doğu Ladini [*Picea orientalis* (*L*) *Link.*] Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:3 Trabzon 1997.
59. Erten, P. ve Sözen, R., Sahil Çamının (*Pinus pinaster* *Ait*) Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:200, Ankara 1986.
60. As, N., *Pinus Pinaster* *Ait* Değişik Irklarının Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1992.

61. AY, N., Duglas [*Pseudotsuga Menziesii (Mirb.) Franco*] Odununun Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
62. Bozkurt, Y. ve Erdin, N., Ticarete Kullanılan Ağaçlarda Fiziksel ve Mekanik Özellikler, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 40,1 (1990) 6-24.



ÖZGEÇMİŞ

16.06.1979 yılında Trabzon'da doğan Elif TOPALOĞLU ilkokul öğrenimini Trabzon-100. Yıl İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimini Trabzon-Kanuni Ortaokulu'nda ve lise öğrenimini Trabzon-Fatih Lisesi'nde tamamladı. 1997 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 2001 yılında lisans eğitimini tamamladı. 2001 yılında K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Halen aynı anabilim dalında yüksek lisans eğitimine devam etmekte olup İngilizce bilmektedir.

