

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TRABZON-MAÇKA YÖRESİNDE YETİŞTİRİLMİŞ AVRUPA MELEZİ
(*Larix decidua* Mill.) ODUNUNUN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE GÖVDE YÜKSEKLİĞİNİN ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End.Müh. Emrah AKPINAR

MAYIS 2012

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TRABZON-MAÇKA YÖRESİNDE YETİŞTİRİLMİŞ AVRUPA MELEZİ
(*Larix decidua* Mill.) ODUNUNUN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE GÖVDE YÜKSEKLİĞİNİN ETKİSİ**

Orman Endüstri Mühendisi Emrah AKPINAR

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"ORMAN ENDÜSTRİ YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 16.04.2012
Tezin Savunma Tarihi : 07.05.2012**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nurgül AY

Trabzon 2012

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında

Emrah Akpınar tarafından hazırlanan

**TRABZON-MAÇKA YÖRESİNDE YETİŞTİRİLMİŞ AVRUPA MELEZİ
(*Larix decidua* Mill.) ODUNUNUN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE GÖVDE YÜKSEKLİĞİNİN ETKİSİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 07 /05 / 2012 gün ve 1453 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Nurgül AY

Üye : Prof . Dr. Gökay NEMLİ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Derya USTAÖMER

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin ağaç gövde yüksekliğine göre değişiminin 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 yardımını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Nurgül AY'a, yapıcı katkılarından, değerli fikirlerinden yararlandığım ve gelecekte iyi bir bilim insanı olacağına inandığım sayın Arş. Gör. Elif TOPALOĞLU'na teşekkür ederim.

Yüksek lisans ve öncesinde, benden desteklerini esirgemeyen, yolumu açan ve aydınlatan, her zaman yanımda hissettiğim örnek insanlar, A. Şahika ERTAN ve Asaf ERTAN'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Araştırma materyalinin temininde kolaylık sağlayan sayın Orm. End. Müh. Nihat AY'a, deney örneklerinin hazırlanmasında emeği geçen Orm. End. Müh Birdal KAZAZ ve ekibine, çalışmalarım sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Özlem NAMLI, Seda KORTİKOĞLU, Cansu KURNAZ, Efe Meriç, Orm. End.Müh. Ufuk DEĞİRMENCİ, Yük. Orm. End. Müh. Oktay KOÇ'a, Günışığı Nevcan YANIK'a, Nilay SOYUĞUR'a, Arş. Gör. Hasan Onur TAN'a ve Yüksek öğrenim yıllarımda özlediğim ve özlettiğim Ailem'e teşekkürlerimi sunarım.

Emrah AKPINAR
Trabzon 2012

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Trabzon-Maçka Yöresinde Yetiştirilmiş Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Gövde Yüksekliğinin Etkisi ” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Nurgül AY‘ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 16/04/2012

Orm. End. Müh. Emrah AKPINAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	IX
SUMMARY.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Ülkemizde Dikim Alanlarına Sahip Hızlı Gelişen Bazı Türler	2
1.2. Melezler (<i>Larix</i> spp.) Hakkında Genel Bilgiler	3
1.3. Avrupa Melezi [<i>Larix decidua</i> Mill]' nin Dünyadaki Yayılışı.....	4
1.4. Avrupa Melezi [<i>Larix decidua</i>]’ nin Türkiye’deki Plantasyonları ve Yetiştirilmesi Üzerine Yapılan Çalışmalar	5
1.5. Avrupa Melezi [<i>Larix decidua</i> Mill]’ nin Botanik Özellikleri.....	6
1.6. Avrupa Melezi [<i>Larix decidua</i> Mill]’ nin Anatomik Özellikleri.....	7
1.6.1. Makroskopik Özellikler.....	7
1.6.2. Mikroskopik Özellikler	7
1.7. Literatür Özeti.....	8
1.7.1. Avrupa Melezi [<i>Larix decidua</i> Mill.] Üzerinde Yapılan Anatomik Araştırmalar.....	8
1.7.2. Avrupa Melezi [<i>Larix decidua</i> Mill.] Üzerinde Yapılan Teknolojik Araştırmalar	9
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	11
2.1. Araştırma Alanının Tanıtımı.....	11
2.2. Örnek Ağaçların Seçimi.....	12
2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	12
2.4. Makroskopik Özelliklerin Belirlenmesi.....	13
2.4.1. Yıllık Halka Genişliği.....	13
2.5. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi.....	13
2.5.1. Özgül Ağırlık.....	13
2.5.1.1. Hava Kuru Özgül Ağırlık.....	14

2.5.1.2.	Tam Kuru Özgül Ağırlık.....	15
2.5.2.	Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Hacmi Oranları.....	15
2.5.3.	Hacim-Yoğunluk Değeri.....	16
2.5.4.	Odun-Su İlişkileri.....	17
2.5.4.1.	Avrupa Melezi Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı ...	18
2.5.4.2.	Lif Doygunluk Noktası Rutubeti.....	19
2.6.	Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi.....	19
2.6.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci.....	20
2.6.1.1.	Statik Kalite Değeri.....	21
2.6.1.2.	Spesifik Kalite Değeri.....	21
2.6.2.	Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	22
2.6.3.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci.....	24
2.6.4.	Brinell Sertlik Değerleri.....	26
2.7.	Kullanılan İstatistik Yöntemler.....	28
2.8.	Kullanılan Programlar.....	28
3.	BULGULAR.....	30
3.1.	Makroskopik Özellikler.....	30
3.1.1.	Yıllık Halka Genişliği.....	30
3.2.	Fiziksel Özellikler.....	30
3.2.1.	Hava Kuruşu Özgül Ağırlık.....	30
3.2.2.	Tam Kuru Özgül Ağırlık.....	31
3.2.3.	Hacim-Yoğunluk Değeri.....	32
3.2.4.	Hücre Çeperi Maddesi Oranı.....	33
3.2.5.	Hava Boşluğu Hacmi Oranı.....	34
3.2.6.	Odun-Su İlişkileri.....	34
3.2.6.1.	Avrupa Melezi (<i>Larix decidua</i> Mill.) Odununun Daralma ve Genişleme Miktarları.....	34
3.2.6.2.	Avrupa Melezi (<i>Larix decidua</i> Mill.) Odununun Gövde Yüksekliğine Göre Daralma ve Genişleme Miktarları.....	35
3.2.6.3.	Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti.....	36
3.3.	Mekanik Özellikler.....	36
3.3.1.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci.....	36
3.3.1.2.	Liflere Paralel Basınç Direnci ile Gövde Yükseklik İlişkisi.....	36

3.3.1.3.	Liflere Paralel Basınç Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki.....	37
3.3.1.4.	Statik Kalite Değeri.....	38
3.3.1.5.	Spesifik Kalite Değeri.....	38
3.3.2.	Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	38
3.3.2.1.	Eğilme Direnci ile Gövde Yüksekliği Arasındaki İlişki.....	39
3.3.2.2.	Eğilme Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki.....	39
3.3.2.3.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	41
3.3.2.4.	Eğilmede Elastikiyet Modülü ile Gövde Yüksekliği Arasındaki İlişki.....	41
3.3.2.5.	Eğilmede Elastikiyet Modülü ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki.....	42
3.3.3.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri.....	43
3.3.3.1.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci.....	43
3.3.3.2.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ile Gövde Yüksekliği Arasındaki İlişki.....	43
3.3.3.3.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki.....	44
3.3.3.4.	Dinamik Kalite Değeri.....	45
3.3.4.	Brinell Sertlik Değerleri.....	45
3.3.4.1.	Liflere Paralel Yönde Brinell Sertlik Değeri.....	45
3.3.4.2.	Liflere Paralel Yöndeki Sertlik ile Ağaç Yüksekliği Arasındaki İlişki.....	45
3.3.4.3.	Liflere Paralel Yöndeki Sertliği ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki.....	46
3.3.4.4.	Liflere Dik Brinell Sertlik Değeri.....	47
3.3.4.5.	Liflere Dik Sertliği ile Gövde Yüksekliği Arasındaki İlişki.....	48
3.3.4.6.	Liflere Dik Sertliği ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki.....	48
4.	TARTIŞMA.....	50
4.1.	Yıllık Halka Genişliği.....	50
4.2.	Fiziksel Özellikler.....	50
4.2.1.	Özgül Ağırlık.....	50
4.2.2.	Hacim-Yoğunluk Değeri.....	51
4.2.3.	Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Hacmi Oranları.....	53
4.3.	Odun-Su İlişkileri.....	53
4.3.1.	Hacimsel Daralma ve Genişleme Miktarları.....	53
4.3.2.	Avrupa Melezi [<i>Larix decidua</i> Mill.] Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı.....	54
4.3.3.	Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti.....	54
4.4.	Mekanik Özellikler.....	55

4.4.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci.....	55
4.4.1.1.	Statik Kalite Değeri ve Spesifik Kalite Değeri	56
4.4.2.	Eğilme Direnci.....	57
4.4.3.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	58
4.4.4.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci.....	59
4.4.4.1.	Dinamik Kalite Değeri.....	59
4.4.5.	Brinell Sertlik Değerleri.....	59
5.	SONUÇLAR.....	61
6.	ÖNERİLER.....	63
7.	KAYNAKLAR.....	66
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi
ÖZET

TRABZON-MAÇKA YÖRESİNDE YETİŞTİRİLMİŞ AVRUPA MELEZİ
(*Larix decidua* Mill.) ODUNUNUN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE GÖVDE YÜKSEKLİĞİNİN ETKİSİ

Emrah AKPINAR

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Nurgül Ay
2012, 69 Sayfa

Bu çalışmada Avrupa melezi [*Larix decidua* Mill.] odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine ağaç gövde yüksekliğinin etkisi araştırılmıştır.

Deneyleerde, Trabzon-Maçka yöresinden alınan 3 adet örnek ağaçtan yararlanılmıştır. Örnek ağaçların seçimi, deney örneklerinin hazırlanması ve deneyler ilgili standartlara uygun olarak yürütülmüştür.

Avrupa melezi odununun fiziksel özelliklerinden tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlıklar, hacim-yoğunluk değeri ve odun-su ilişkileri; mekanik özelliklerinden liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, dinamik eğilme (şok) direnci ve Brinell sertlik değerleri hesaplanmış ve tüm bu değerlerin gövde yüksekliğine göre değişimi incelenmiştir.

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

Çalışma sonucunda, Avrupa melezi 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 “düşük” ağaçlar grubunda bulunduğu, ağaç gövde yüksekliğine göre özgül ağırlığın azaldığı ve direnç özelliklerinin düştüğü belirlenmiştir. Bu sonuçlardan yararlanarak Avrupa melezi odununun kullanım yerleri hakkında önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Avrupa melezi, *Larix decicua*, Fiziksel ve Mekanik Özellikler, Gövde yüksekliği.

Master Thesis

SUMMARY

The Effect of Stem Height on The Physical and Mechanical Properties of European larch (*Larix decidua* Mill.) Wood Grown in Trabzon-Maça Region.

Emrah AKPINAR

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industrial Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Nurgül Ay
2012, 69 Pages

In this study, the effect of tree stem height on the physical and mechanical properties of European larch (*Larix decidua* Mill.) wood was investigated.

In the experiments, the three trees were obtained from Trabzon-Maça 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, impact strength and value of Brinell hardness were determined. Moreover the variation of all the wood properties was determined related to the stem height.

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

According to the test results, European larch wood has light, soft and medium quality properties. 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 are little. As stem height increases, specific gravity and mechanical properties decrease. According to the obtained data of this study, the proposals were given about use of European larch [*Larix decidua* Mill.] wood.

Key Words: European larch, *Larix decidua*, Physical and Mechanical Properties, Stem Height

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 1.	Avrupa melezi [<i>Larix decidua Mill</i>]’ nin Dünyadaki yayılış alanı.....	4
Şekil 2.	Avrupa melezinin orijin deneme alanları.....	5
Şekil 3.	Avrupa melezinin mikroskop altında görünümü.....	8
Şekil 4.	Hacim-yoğunluk değerlerinin ağaç gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği.....	10
Şekil 5.	Trabzon-Maçka Meryemana yöresi.....	11
Şekil 6.	Özgül ağırlık deney örneği.....	13
Şekil 7.	Radyal, teğet ve liflere paralel yönde çalışma deney örneği	18
Şekil 8.	Liflere paralel basınç direnci örneği.....	21
Şekil 9.	Eğilme direnci deneyi örnek boyutları.....	22
Şekil 10.	Dinamik eğilme direnci deneyi ve örnek boyutları.....	24
Şekil 11.	Brinell sertlik deneyi örneği.....	26
Şekil 12.	Digimizer ile ölçüm yapmak.....	29
Şekil 13.	Liflere Digimizer ile yakınlaştırılmış görüntü ile ölçüm.....	29
Şekil 14.	Avrupa melezi odununun hava kurusu özgül ağırlığın gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği.....	31
Şekil 15.	Dinamik Avrupa melezi odununun tam kuru özgül ağırlığının gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği.....	32
Şekil 16.	Avrupa melezi odununun hacim-yoğunluk değerlerinin gövde yüksekliğine göre değişimi.....	33
Şekil 17.	Avrupa melezi odunun genişleme miktarlarının gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği.....	35
Şekil 18.	Avrupa melezi odunun daralma miktarlarının gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği.....	35
Şekil 19.	Liflere paralel basınç direncinin gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği.....	37
Şekil 20.	Avrupa melezi odununun özgül ağırlık değeri ile liflere paralel basınç direnci değeri arasındaki ilişki.....	38
Şekil 21.	Eğilme direncinin gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği.....	39
Şekil 22.	Avrupa melezi odununun eğilme direnci değeri ile özgül ağırlık değeri arasındaki ilişki.....	40
Şekil 23.	Elastikiyet modülünün gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği.....	41

Şekil 24.	Avrupa melezi odununun hava kurusu özgül ağırlık değeri il elastikiyet modülü değeri arasındaki ilişki	42
Şekil 25.	Dinamik eğilme direncinin gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği	43
Şekil 26.	Avrupa melezi odununun özgül ağırlık değeri ile dinamik eğilme (şok) direnci değeri arasındaki ilişki	44
Şekil 27.	Liflere paralel yöndeki Brinell sertlik değerlerinin gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği	46
Şekil 28.	Özgül ağırlık değeri ile enine kesitte Brinell sertlik değeri arasındaki ilişki	47
Şekil 29.	Liflere dik yöndeki Brinell sertlik değerlerinin gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği	48
Şekil 30.	Özgül ağırlık değeri ile liflere Brinell sertlik değeri arasındaki ilişki	49
Şekil 31.	Avrupa Melezi odunun biçme sonrası görünümü	63
Şekil 32.	Avrupa Melezi odununun Dinamik eğilme direnci Testi sonrası görünümü	64

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1.	Avrupa melezinin orijin deneme alanları hakkındaki bilgiler.....	5
Tablo 2.	Kullanılan ağaçların genel özellikleri.....	12
Tablo 3.	Avrupa melezi'nin yıllık halka genişliği değerleri.....	30
Tablo 4.	Avrupa melezi odununun hava kurusu özgül ağırlık değerleri.....	30
Tablo 5.	Avrupa melezi odununun tam kuru özgül ağırlık değerleri.....	31
Tablo 6.	Avrupa melezi odunun hacim yoğunluk değerleri.....	32
Tablo 7.	Avrupa melezi odununun hücre çeperi maddesi hacmi oranı değerleri....	33
Tablo 8.	Avrupa melezi odununun hava boşluğu hacmi oranı değerleri.....	34
Tablo 9.	Avrupa melezi odununun daralma ve genişleme miktarları.....	34
Tablo 10.	Avrupa melezi odununun liflere paralel basınç direnci değerleri.....	36
Tablo 11.	Basınç direnci ile hava kurusu özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları.....	38
Tablo 12.	Avrupa melezi odununun eğilme direnci değerleri.....	39
Tablo 13.	Eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları.....	40
Tablo 14.	Avrupa melezi odununun elastikiyet modülü değerleri.....	41
Tablo 15.	Elastikiyet modülü ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları.....	42
Tablo 16.	Avrupa melezi odununun dinamik eğilme direnci değerleri.....	43
Tablo 17.	Dinamik eğilme (şok) direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları.....	44
Tablo 18.	Avrupa melezi odununun liflere paralel yöndeki (enine kesitte) Brinell sertlik değerleri.....	45
Tablo 19.	Liflere paralel (Enine kesitte) Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları.....	46
Tablo 20.	Avrupa melezi odununun liflere dik Brinell sertlik değerleri.....	47
Tablo 21.	Liflere dik Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları.....	49
Tablo 22.	Avrupa melezi ve diğer bazı ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri.....	51
Tablo 23.	Avrupa melezi ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacim-yoğunluk değerleri.....	52

Tablo 24.	Avrupa melezi ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacimsel daralma miktarları.....	53
Tablo 25.	Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci değerleri.....	55
Tablo 26.	Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait eğilme direnci değerleri.....	56
Tablo 27.	Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait elastikiyet modülü değerleri.....	57
Tablo 28.	Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait dinamik eğilme direnci değerleri	58
Tablo 29.	Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait Brinell sertlik değerleri.....	59
Tablo 30.	Avrupa melezi odununun fiziksel ve mekanik özellikleri.....	62

SEMBOLLER DİZİNİ

δ_0 :	Tam Kuru Özgül Ağırlık
δ_{12} :	Hava Kurusu Özgül Ağırlık
y :	Hacim-Yoğunluk Değeri
β_r :	Radyal Yönde Daralma Miktarı
β_t :	Teğet Yönde Daralma Miktarı
β_v :	Hacimsel Daralma Miktarı
α_r :	Radyal Yönde Genişleme Miktarı
α_t :	Teğet Yönde Genişleme Miktarı
α_v :	Hacimsel Genişleme Miktarı
$\sigma_{B//}$:	Basınç Direnci
σ_e :	Eğilme Direnci
E :	Eğilme Elastikiyet Modülü
σ_s :	Dinamik Eğilme Direnci
$H_{B//}$:	Liflere Paralel Yönde Brinell Sertlik Değerleri
$H_{B\perp}$:	Liflere Dik Yönde Brinell Sertlik Değerleri
LDR :	Lif Doygunluk Noktasındaki Rutubet Miktarı
MDF :	Orta Yoğunluktaki Lif Levha
R :	Değişim Aralığı
r^2 :	Korelasyon Katsayısı
S :	Standart Sapma
\bar{x} :	Aritmetik Ortalama
n :	Eleman sayısı
TR :	Türkiye
TS :	Türk Standartları
TSE :	Türk Standartları Enstitüsü
μ :	Mikron

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ülkemizin toplam orman alanı, 2010 yılı sonu itibariyle sağlanan verilere göre 21.537.091 hektardır. Bu miktar toplam ülke yüzölçümünün %27.65'ini oluşturmaktadır. 2010 yılı verilerine göre tüm ormanlık alanda iğne yapraklı saha oranı %61.1, yapraklı saha oranı ise %38.9 dur. Normal koru ormanlarında en fazla sahayı %32 ile Kızılçam türü kaplamakta olup bunu sırasıyla Karaçam %26, Kayın %13, Sarıçam %8, Göknar %6, Meşe %4, Sedir %3 ve Ladin %2 olarak izlemektedir [1].

Özel sektörece yetiştirilmekte olan hızlı gelişen ağaç türleri yaklaşık 200.000 ha alan kaplamakta ve bu alanın 160000 ha'nı kavak türleri oluşturmaktadır. Endüstriyel odun üretim ve arzı içinde özel sektörece 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 [2].

Hızlı büyüyen yabancı ağaç türleri ile tüm dünya ormancuları ilgilenmektedir. Yıllar önce başlatılan denemeler sonucu birçok ülkede hızlı gelişen yabancı türler geniş alanlarda güvenle kullanılmaktadır. Hızlı büyüyen türlerin önemi son 15 yılda daha da artmaktadır, Dünyadaki orman alanlarının azalması, küresel iklim değişikliğinin etkileri, odun hammaddesini kullanan sektörleri önlem almaya zorlamıştır. Özellikle küresel iklim değişikliğiyle bir çok ağaç türü yok olma tehlikesine girmiştir, bu sebepten dolayı, araştırmalar hızlı büyüeyebilen, yetiştirme ortamına uyum sağlayabilen, soğuktan, rüzgardan, etkilenmeyen dayanıklı ağaç türlerine yönelmiştir.

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 [3, 4].

- 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 m³/ha ve daha fazla olan türlere hızlı büyüyen ağaç türleri denir.

Araştırmaya konu olan Avrupa melezi (*Larix decidua*)'nın odunu değerlidir. Özellikle su yolları yapımında ve maden direği yapımında kullanılabilir. Oldukça sert ve çok dayanıklı olan odunu bina inşaatlarında, kayık yapımında, telefon ve telgraf direği olarak, kabukları tanen üretiminde ve kimya sanayiinde kullanılmaktadır. Ayrıca çok sıcak olan yaz aylarında, ağaçların yaralanmış yerlerinde kristalleşmiş şekerimsi bir madde ilaç sanayiinde kullanılmaktadır. Odunundan damıtma yoluyla etil alkol elde edilmektedir.[5]

Genellikle 30-35 m. bazen de 50m.'ye kadar boylanan, hızlı büyüyen, 500-700 yıl yaşayabilen sivri tepeli 1. Sınıf ağaçtır. Hızlı büyüdüğü ve kıymetli odun yaptığı için bugün doğal sınırların dışına çıkarılmıştır. [5]

Avrupa melezi, günümüzde, uygun yetişme koşullarına sahip, dünyanın çoğu ülkelerinde yetiştirilmektedir.

Avrupa melezi, hemen hemen diğer ağaç türlerine kıyasla iki temel avantaja sahiptir:

1. Avrupa melezi, diğer ağaç türlerinden daha hızlı büyüyerek 45 cm ye kadar çap yapabilmektedir.
2. Avrupa melezi, düzgün tekstürlü bir oduna sahip olup, zımparalama ve cilalama işlemleri için kusursuz bir odundur .[5]

Bu çalışmada Trabzon-Maçka yöresinden alınan Avrupa melezi(*Larix decidua* Mill.) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan bu ağaç türünün en uygun kullanım yerleri hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır.

1.1.1. Ülkemizde Dikim Alanlarına Sahip Hızlı Gelişen Bazı Türler

Paulownia ağacı, ülkemizde özellikle özel dikim alanlarına sahiptir, ticari olarak üretimi daha yaygındır, Antalya, İzmir, Çorum, Samsun'da Paulownia yetiştiriciliği yapılmaktadır [54,55]. Yetişme ortamı olarak Kavak ağacı ile benzerlik göstermektedir.

Marmara Bölgesi'nde Sahil çamı (*Pinus pinaster*), Moneri çamı (*Pinus radiata*) ve Douglas göknarı (*Pseudotsugamenziesii*) gibi hızlı gelişen egzotik ağaçlar bulunmaktadır, *Pseudotsugamenziesii* Karadeniz bölgesinde de araştırma alanlarına sahiptir.(53)

Moneri Çamı (*Pinus radiata* D. Don) , Marmara bölgesinde ve Karadeniz bölgesinde deneme alanlarına sahiptir.

1.2. Melezler (*Larix*spp.) Hakkında Genel Bilgiler

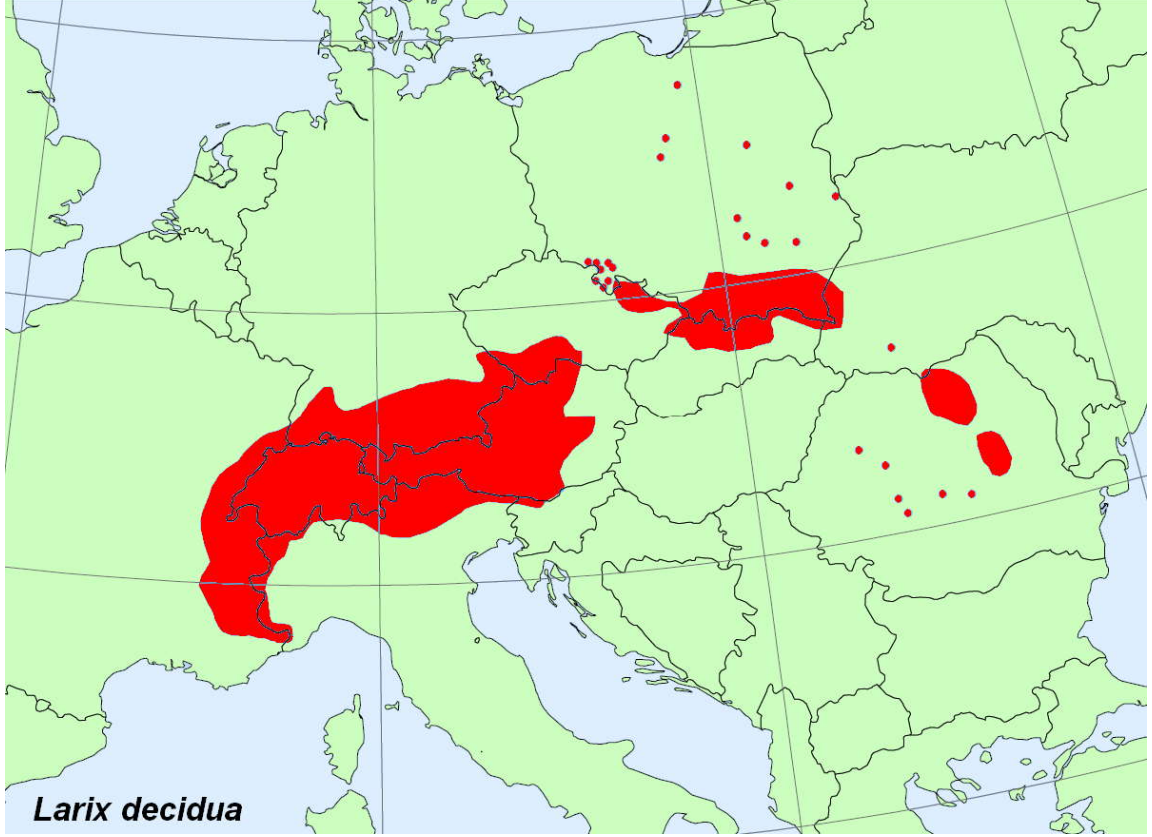
Pinaceae familyasına ait olan Melezler (*Larix*spp.), Kuzey yarımkürenin soğuk iklim bölgelerinde; Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'da yetişen ve iğne yapraklılar içinde kışın yaprağını döken birkaç ağaç türünden birisidir, 10 kadar türü vardır. Gövde kabukları çatlaklı, gevşek tepeli, piramit formu, dalları horizontal ve sarkık, tomurcukları oval ve küçük, pulları kiremitimsi dizilip iğne yaprakları Sedir'de olduğu gibi rozetimsi bir noktada toplanmıştır; ince ve yumuşak yapıda, alt yüzleri stoma çizgilidir. Çiçekleri 1 evcildi; erkek ve dişi çiçekleri kısa sürgünlerin ucunda tek tek bulunur; erkek çiçekleri sarı renkli, oval ya da yuvarlak, dişi çiçekleri yuvarlak biçimli ve iğne yapraklarla çevrelenmiştir. 1540 mm. büyüklüğünde ve 40-50 puldan oluşan ve 1 yılda olgunlaşan kozalakları oval ya da silindirik ve kahve renklidir. Nemli ve balçık ya da kum-kil karışımı derin topraklar üzerinde iyi yetişir. Işık ağacıdır. Sonbaharda yaprak sararması yapar ve sonra yapraklarını dökerler. Kökleri derine gider, rüzgara ve gençliğinde dona dayanıklıdır, nem istemleri çok, sıcaklık istekleri azdır. Yapraklı türlerle karıştırılırsa çok iyi silvikültürel sonuçlar alınır. Ancak ülkeleri dışındaki ağaçlandırmalarda bazı mantar ve böceklerden ciddi olarak etkilenirler. Ülkemiz orman ağacı olarak girmiştir [6].

Melez ağacının 14 türü bulunmaktadır, bunlar;

- Avrupa melezi (*Larixdecidua*)
- Dahurian melezi (*Larixgmelinii*)
- *Larixgriffithii*
- *Larixhimalaica*
- Japon melezi (*Larixkaempferi*)
- Tibet melezi (*Larixkongboensis*)
- Amerika melezi (*Larixlaricina*)
- *Larixlyallii*
- Master melezi (*Larixmastersiana*)
- Batı melezi (*Larixoccidentalis*)
- Çin melezi (*Larixpotaninii*)
- *Larixprincipis-rupprechtii*
- Sibirya melezi (*Larixsibirica*)
- Yunnan melezi (*Larixspeciosa*)

Dünyada yayılış alanı olarak en yaygın olan türleri Sibirya melezi (*Larixsibirica*), Dahurian melezi (*Larixgmelinii*) ve Amerika melezi (*Larixlaricina*)'dir [52].

1.3. Avrupa melezi [*Larix decidua* Mill]'nin Dünyadaki Yayılışı



Şekil 1. Avrupa melezi [*Larix decidua* Mill]'nin Dünyadaki yayılış alanı.

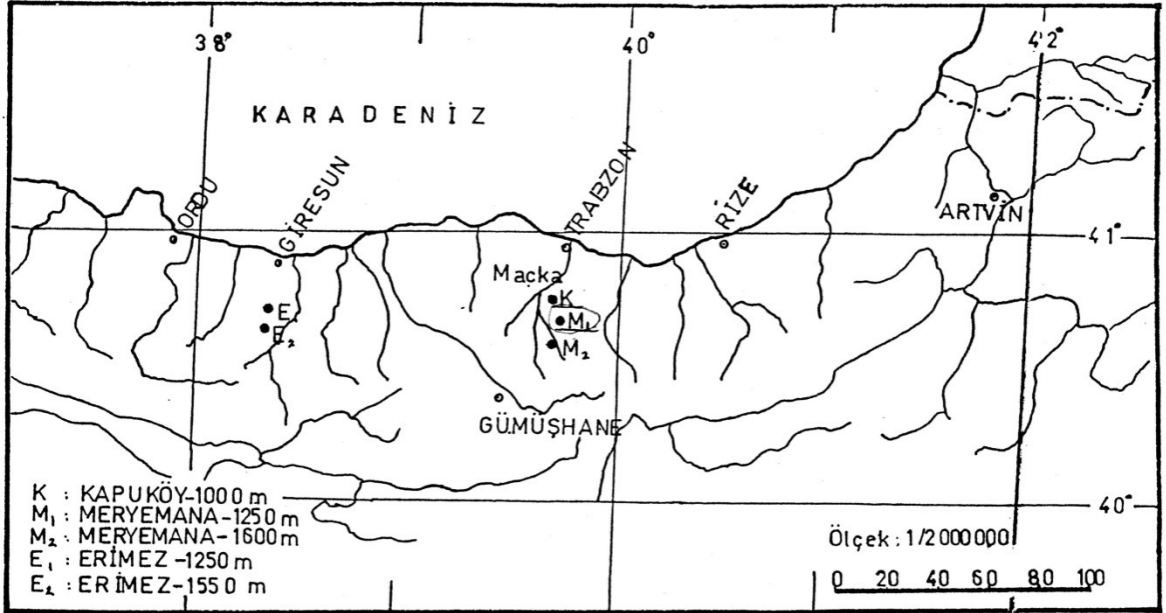
Avrupa Melezi, Doğu Fransa'da İsviçre, Kuzey İtalya, Güney Almanya ve Avusturya'ya kadar uzanan Alp dağlarında, Çekoslovakya, Polonya ve Sibirya'ya kadar uzanan geniş alanda doğal olarak bulunur. En geniş yayılışını Alpler'de yapar ve buralarda 1000 m 'nin üstüne çıkar, tek tek 2400 m 'lerde de bulunur.[6]

Avrupa melezi, uyum sağladığı topraklarda dayanıklılığı sayesinde, Uluslararası Doğal Hayatı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği tarafından sürdürülen Nesli Tükenme Tehlikesi Altında Olan Türlerin Kırmızı Listesi(IUCN)'ne göre Avrupa melezi, yaygın bulunan türler sınıfına alınmıştır.[7]

1.4. Avrupa Melezi [*Larixdecidua*]’ nin Türkiye’deki Plantasyonları ve Yetiştirilmesi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Tür uyum (adaptasyon) denemesi amacıyla Meryemana Araştırma Ormanı'na 1963 yılında dikilen *Larixdecidua* ve 1978 yılında dikilen *L. occidentalis* ve *L. Lariciana* fidanları dikilmiştir.

Araştırma alanları Maçka ve Giresun orman işletme müdürlükleri sınırları içerisinde yer almaktadır. Toplam 5 adet orijin deneme sahası mevcuttur. Bunlardan 3 tanesi Maçka 2 tanesi Giresun-Erimez'dedir. Yükselteleri 1000 m-1550 m arasında değişen örnek alanlar Şekil 2’de ve bu alanlara ait bazı bilgiler de Tablo 1’de verilmiştir. [8]



Şekil 2. Avrupa melezinin Türkiye’deki orijin deneme alanları. [8]

Tablo 1. Avrupa melezinin orijin deneme alanları hakkındaki bilgiler. [8]

	Kapuköy	Yeniköy	Karaağaç	Erimez-1	Erimez-2
Yükselti (m)	1000	1250	1600	1250	1550
Bakı	Kuzey-Batı	Batı	Doğu	Kuzey	Kuzey
Trabzon’a Uzaklık (km)	35	43	53	156	166
Enlem	40 ⁰ 49 ¹ N	40 ⁰ 42 ¹ N	40 ⁰ 40 ¹ N	40 ⁰ 46 ¹ N	40 ⁰ 44 ¹ N
Boylam	39 ⁰ 40 ¹ E	39 ⁰ 40 ¹ E	39 ⁰ 40 ¹ E	38 ⁰ 40 ¹ E	38 ⁰ 22 ¹ E

Bu üç melez türünden birisi olan, Avrupa melezinin de Doğu Karadeniz yöresine uyum sağladığı kanısına varıldığına göre, bu türün, bu yörede en iyi gelişimini yapan orijinlerinin ortaya konulması için Avrupa ülkelerinden (Almanya, Danimarka, İsviçre ve Avusturya) ağırlıklı olarak Avrupa melezi ele alınmış ve daha hızlı büyüyen Japon melezinden 3 ve melez melezinden de 2 olmak üzere toplam 33 orijin kullanılmıştır.

Araştırmalar sonucunda; ülkemizde uygun yetişme ortamlarında Avrupa melezinin hızlı büyüyen egzotik bir tür olarak, diğer hızlı gelişen yabancı türlere ve yerli ağaç türlerimize göre kısa idare süresinde en yüksek hacim artımı yaptığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Avrupa melezi ve diğer hızlı büyüyen yabancı ağaç türleri ile yapılacak olan endüstriyel plantasyonlar tesisi, hem ülke ekonomimiz hem de ağaçlandırma çalışmaları açısından yararlı görülmektedir.

1.5. Avrupa Melezi [*Larix decidua* Mill]' nin Botanik Özellikleri

Genellikle 30- 35 m, bazen de 50 m 'ye kadar boylanan, 500-700 yıl yaşayabilen, sivri tepeli birinci sınıf orman ağacıdır. Gövde kabuğu gri-kahve renkli ve çatlaklı, dalları yatay ve sarkık; iğne yaprakları 2-4 cm, yumuşak, açık yeşil renkte, sonbaharda dökülmeden önce altın sarısı bir renge dönüşür, püskül gibi bir arada bulunmaktadırlar. Kozalakları Çam türlerine nazaran daha küçüktür 2-6 cm boyundadır. Dişi çiçekler pulpul kırmızı, erkek çiçekler sarı, kozalakları dar-oval biçimli, açık-kahve renklidir. Derine giden kazık kök yapar ve bu nedenle fırtınaya dayanıklıdır .[8]

Don, rüzgar ve kara karşı çok dayanıklı olan bu ağaç türünün yerlerinin iklimi karasal (kontinental) karakterlidir. Ekstrem sıcaklıklara dayanıklı olup geç donlardan zarar görür. Özellikle Nisan ve Mayıs aylarında oluşan geç donlardan taze sürgünler ölür ve bu yerler mantarların üremesine uygun ortamları oluşturur. En iyi yetişebilmesi için yaz sıcaklığının fazla olmaması ve çok kuvvetli rüzgarlara maruz kalmaması gerekir. Kuvvetli rüzgarlardan uzak yerlerdeki çok verimli olmayan taze, hafif kırıntılı topraklarda oldukça iyi gelişir ise de; ağır mam ve kireçtaşı üzerinde bulunan sığ topraklar üzerinde de yetişebilir. Kökleri de ana kayada bulunan metal katyonları çözerek absorbe etme yeteneğindedir.[8]

Avrupa melezi Alp'lerde ladin (Batı dorukağacı) ağırlıklı dağ ormanlarının zenginleştirilmesi ve dayanıklılığının artırılması için en önemli karışım ağacıdır. Tipik bir ışık ağacıdır.

İklim istekleri çok çeşitlidir. Doğal yetişme ortamlarında;

Yıllık ortalama sıcaklık :- 1, + 14 °C

Yıllık yağış miktarı: 450 – 250 mm

Büyüme dönemi : 50 - 250 gün arasında değişmektedir.

Avrupa ladinine kıyasla kuru havaya daha çok dayanıklıdır. Fakat havanın fazla rutubetli olduğu yerde yetişebilir .[8]

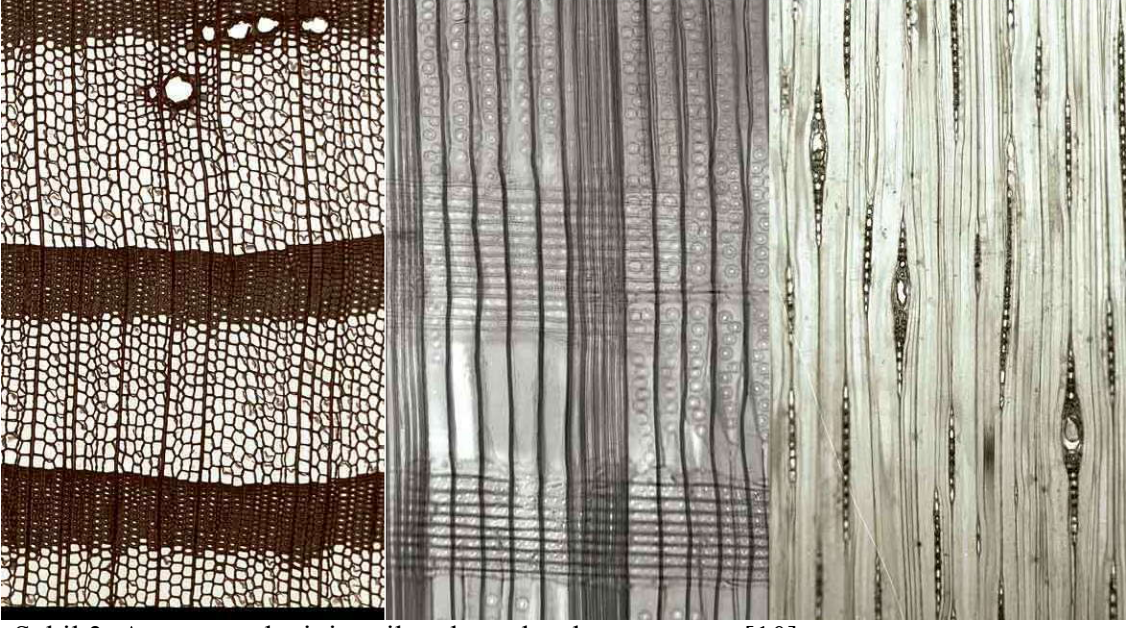
1.6. Avrupa Melezi [*Larix decidua* Mill]' nin Anatomik Özellikleri

1.6.1. Makroskopik Özellikler

Diri odun 1-3 cm genişlikte ve sarımsı renkte, öz odun kırmızımsı kahverengi, sonraları koyulaşarak koyu kırmızımsı kahverengine dönüşür. Tekstür ince ve yeknasak, lifler düzgün, budaklı, çok dekoratif. Yıllık halka sınırları çok belirgin, ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş ani. Reçine kanalları lup altında görülür.[9]

1.6.2. Mikroskopik Özellikler

Traheidler, 2300-4300 μ uzunlukta, mm^2 de 3000 adet, radyal çeperler üzerinde kenarlı geçitler genellikle 2 sıralı, ilkbahar odunu traheidlerindeki kenarlı geçitlerin çapı 1422 yaz odunu tabakası geniş, oran %91.2. Şekil 3'de görüldüğü gibi anatomik yapı bakımından ladine benzemekte, ancak ilkbahar odunundan yaz odununa geçişin ani olması ve kenarlı geçitlerin iki sıralı bulunması ile birbirinden ayrılmaktadırlar.[9]



Şekil 3. Avrupa melezinin mikroskop altında görünümü.[10]

Boyuna paraşimler; yaz odununda çok az miktarda bulunur. Öz ışınları; heterojen, tek sıralı, iğimsi, içinde reçine kanalı bulunan çok sıralı öz ışınları şeklinde olup, 1-15 hücreye kadar yüksekliktedir. Öz ışınlarının genellikle kenarlarında bazen arada öz ışını traheidleri bulunur. Bunların çeperleri ince ve düzgündür. Öz ışını paraşim hücreleri kalın çeperli, horizontal ve uç çeperleri düğümlü, fazla sayıda geçit ihtiva ederler, mm de 6-10 adet, karşılaşma yerindeki geçitler Piceoid (bazen taxodioid) tipte, 2-6 adet. Boyuna reçine kanalları; genellikle yaz odunu içersinde bulunur. Epitel hücreleri kalın çeperli, 60-80 μ çapta, enine reçine kanalları ise ladindeki gibi öz ışının ortasında değil, eksantrik durumdadır.[9]

1.7. Literatür Özeti

1.7.1. Avrupa Melezi [*Larix decidua* Mill.] Üzerinde Yapılan Anatomik Araştırmalar

Diri odun kısmı ince ve sarımtırak beyaz renkte, öz odunu ise esmer kırmızımtırak renktedir. Yıllık halkalar genellikle dardır. Odun tekstürü kuvvetlidir. İlkbahar-yaz donunu geçişi anidir. Bu nedenle enine kesitler pürüklü bir yapı arz eder. Odunu hafif reçine kokar[11.]Boyuna traheidler yaz odunu zonunda çok kalın çeperlidir. Bu nedenle ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş anidir. Kenarlı geçitlerin, ilkbahar odunu traheidlerinin radyal çeperleri üzerine çoğunlukla “2” sıralı olması bu takson için önemli bir özelliktir.

Özışınları üniseri ve heterojendir. Maksimal yükseklik 20 hücre civarındadır. Özışını paranzim hücrelerinin çeperleri kalın ve bol miktarda basit geçitlidir. Enine traheitlerin çeperleri ince ve düzdür. [11]

Enine traheitler özışını dokusunda genellikle az sayıda ve marjinaldir. Özışınlarının ortasında bulunabilirler. Bol miktarda küçük boyutlu kenarlı geçitleri vardır. Özışını paranzim hücreleri ile boyuna traheitlerin karşılaşma yerlerinde 2-6 adet piceoid tip geçit bulunur.

Reçine kanalları normal, boyuna ve enine kanallar şeklindedir. Boyuna kanallar yaz odunu zonunda genellikle tek tek dağılmıştır. Kalın çeperli epitel hücreleri çok sayıdadır (6 hücreyi aşar). Soğuk bölgelerde yetiştiği için, boyuna reçine kanalları oldukça küçük çaplıdır (60-80 mikron). Enine reçine kanalları özışınlarını eşit olmayan iki parçaya böler (teğet kesit). Özışınlarının ya alt ya da üst kısımlarında yer alır. Teğet kesitlerde, enine kanalların epitelium hücre sayısı 9 hücreyi aşar. Boyuna paranzim normal olarak bulunmaz. Bazı odunlarda çok az sayıda paranzime rastlanabilir. [11]

1.7.2. Avrupa Melezi [*Larix decidua* Mill.] Üzerinde Yapılan Teknolojik Araştırmalar

Bozkurt[12],Avrupa melezi ağacının fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmada; tam kuru özgül ağırlığın 0.55 gr/cm^3 , hava kurusu özgül ağırlığın 0.59 gr/cm^3 , radyal yönde daralma miktarının % 3.4, teğet yönde daralma miktarının % 7.8, hacimsel daralma miktarının %11.4 ; liflere paralel yönde basınç direncinin 48 N/mm^2 , eğilme direncinin 93 N/mm^2 olduğunu, eğilmede elastiklik modülünün 12000 N/mm^2 , liflere dik sertlik direncinin 19 N/mm^2 , liflere paralel sertlik değerinin 53 N/mm^2 ve kimyasal analizler sonucunda selüloz oranının %34, lignin oranının %30, alkol-benzende çözünen ekstraktif madde oranının %4,9 olduğunu ve pH'nın diri odunda 5.4, öz odunda 4.2 olduğunu belirtmektedir.

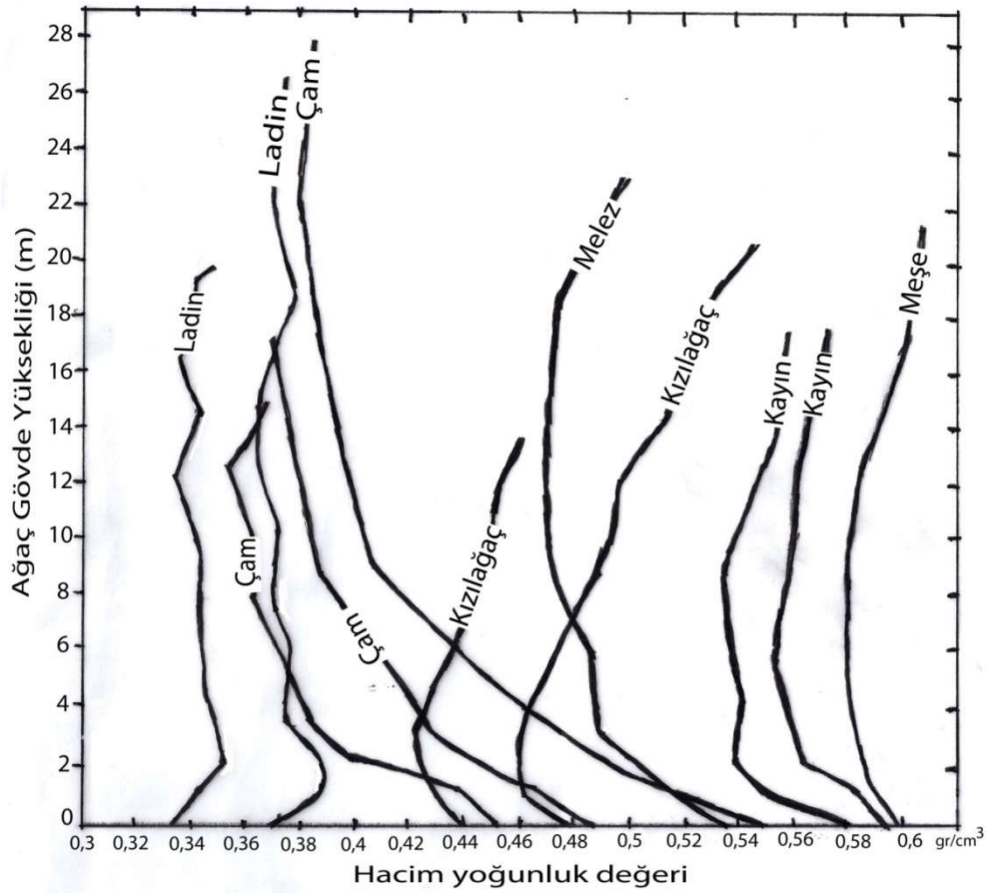
Bozkurt [12], $\delta_0= 0.55 \text{ gr/cm}^3$, $\delta_{12}=0.59 \text{ gr/cm}^3$, $\sigma_e=990 \text{ kp/cm}^2$, E. Mod.= 138000 kp/cm^2 , olduğunu belirtmektedir.

Cirad'e [13] göre, yetişkin *Larix decidua*'nın ortalama çapı 40-70cm, kabuk kalınlığı 1-3 cm, %12 rutubetteki ortalama yoğunluğu 0.6 gr/cm^3 , radyal yönde daralma %4.2, teğet

yönde daralma %8.2, sertlik direncinin 52 N/mm², eğilme direncinin 90 N/mm² ve elastikiyet modülünün 11800N/mm² olduğunu belirtmektedir.

Bozkurt araştırma yapmış olduğu Ladin, Çam, Kızılağaç, Kayın, Meşe ve Melez ağaçlarının Hacim-yoğunluk değerlerinin ağaç gövde yüksekliğine göre değişimini Şekil 4'de vermiştir. [14]

Green'e[15] göre, Amerika'da yetişen *Larix decidua*'nın %12 rutubetteki ortalama yoğunluğu 0.52 gr/cm³, liflere paralel basınç direnci 52.5 N/mm², eğilme direncinin 90 N/mm² ve elastikiyet modülünün 12900N/mm² olduğunu belirtmektedir.



Şekil 4. Hacim-yoğunluk değerlerinin ağaç gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği.[14]

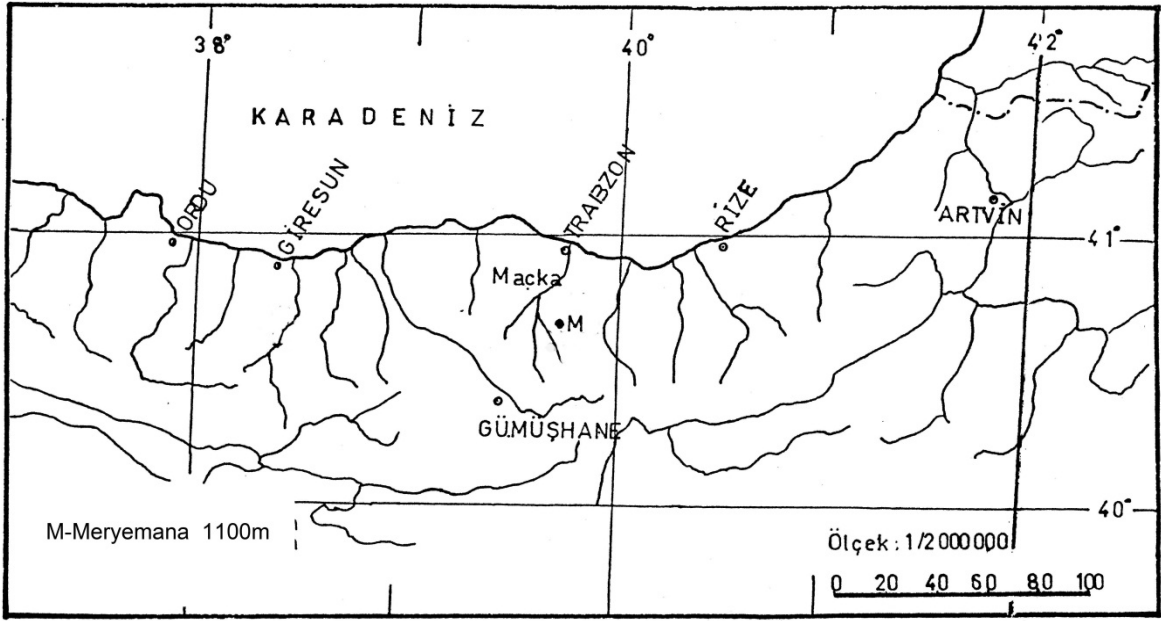
Yatay yöndeki direnç özelliklerinin değişimi, özden çevreye gittikçe İğne yapraklı ağaçların özgül ağırlığı artmakta, Yapraklı ağaçların özgül ağırlığı azalmaktadır. [16]

Rakım'a göre değişimine bakıldığında, Avrupa melezi Doğu ladinine benzemektedir, yükseklik arttıkça özgül ağırlık azalmaktadır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

Avrupa melezinin orijin deneme alanları göze alındığında Şekil5'te gösterilen Trabzon-Maçka Meryemana yöresi araştırma alanı olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. Trabzon-Maçka Meryemana yöresi. [17]

2.2. Örnek Ağaçların Seçimi

Bu yörede deneylerde kullanılacak örnek ağaçların kusursuz ve düzgün gövdeli olmasına özen gösterilmiş ve TS 4176'ya göre seçilmiştir [18]. Araştırmada 3 Avrupa melezi ağacından yararlanılmıştır. Deneylerde kullanılan bu ağaçların genel özellikleri Tablo 4'de belirtilmiştir.

Tablo 2. Araştırmada kullanılan ağaçların genel özellikleri.

ÖZEL MÜLK	Ağaç	Ağaç Yaşı	Ağaç Çapı (cm)	Ağaç Boyu (m)	Rakım (m)	Bakı
TRABZON MAÇKA- MERYEMANA	A	38	23	20	1100	Güneybatı
	B	39	24	21	1100	Güneybatı
	C	40	24	21.5	1100	Güneybatı

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 18m'ye kadar 1.5m'lik tomruklar halinde kesilmiştir.

Her 1.5 m'lik tomruktan, fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi için, 20×20×30 mm, 20×20×300 mm, 50×50×50 mm'lik parçalar kesilerek, özgül ağırlık, hacimyoğunluk, sertlik, basınç, çalışma, eğilme-elastikiyet ve şok direnci deney örnekleri hazırlanmıştır.

Ağaçlardan alınan 1.5 m'deki gövde kısımlarından yıllık halka sayısı, yıllık halka genişliği, ilkbahar ve yaz odunu genişliği ölçümleri için, 3 cm kalınlığında enine kesitten örnekler 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

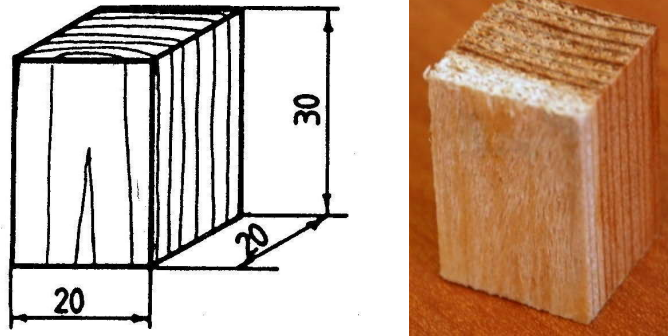
Ortalama yıllık halka genişliğinin belirlenmesinde her üç ağacın dipten 150 cm yüksekliğinden alınan 3 cm kalınlığında 3 cm genişliğinde ve ağaç çapı uzunluğunda alınan örneklerle çalışılmıştır. Örneklerin enine kesitlerindeki yıllık halkaları yaz odunu ve ilkbahar odunu genişlikleri ayrı ayrı ± 0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. İlk bahar odunu, yaz odunu ve toplam yıllık halka genişlikleri bulunduktan sonra, her bir genişliğin ağaç yaşına bölümü ile ortalama ilkbahar odunu, yaz odunu ve yıllık halka genişlikleri bulunmuştur.

Ölçümler Digimizer programı yardımı ile bilgisayar ortamında hassas bir şekilde yapılmıştır. Program, bir ölçü birimi ile beraber elde edilmiş dijital görüntünün, ölçü birimi üzerinden tanımlanan birim mesafesinin piksel sayısını bularak, oran-orantı yöntemi ile nesnenin gerçek boyutunu hassas bir şekilde hesaplamamızı sağlamaktadır.

2.5. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

2.5.1. Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık tayini için TS 2471, TS 2472 ve TS 53 esaslarına uyulmuştur [19, 20, 21]. 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 6). Her örnek numaralandırılmıştır [36].



Şekil 6. Özgül ağırlık deney örneği (boyutlar mm).

2.5.1.1.Hava Kurusu 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[22].

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

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 [22].

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

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 [22].

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

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±2°C'de değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler desikatörde soğutulmuştur. Daha sonra örneklerin ağırlıkları ±0.001 gr, boyutları ±0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla tam kuru rutubetteki (%0) ağırlıkları hesaplanmıştır [22].

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

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 [22].

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

Eşitlikte;

V_{φ} : Hücre çeperi oranı %

δ_0 : Tam kuru özgül ağırlık gr/cm³

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

(Hesaplamada 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 [20].

Örnekler kurutma fırınında 103±2°C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşmaya 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 aşmaya 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 [22].

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

Eşitlikte;

y : Hacim-yoğunluk değeri	gr/cm ³
M_0 : Tam kuru ağırlık	gr
V_d : Lif doygunluk noktası üzerindeki hacim	cm ³

2.5.4. Odun-Su İlişkileri

Teğet, radyal ve liflere paralel yöndeki çalışma miktarlarını belirlemek için 20×20×30 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır (Şekil 7).

Deneyler TS 4083, TS 4084, TS 4085 ve TS 4086 esaslarına göre yürütülmüştür [23, 24,25, 26].

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 yüzdelerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır [22,27].

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

$$\beta = \text{Daralma miktarı (\%)}$$

Boyuna, teğet ve radyal yöndeki daralma yüzdeleri (β_l , β_t , β_r) hesaplanmış, hacimsel daralma miktarları (β_v) ise teğet ve radyal yöndeki daralma yüzdelerinin toplamından elde edilmiştir. Boyuna yöndeki daralma yüzdesi hesaplamalara dahil edilmemiştir [22,27].

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

Genişleme yüzdelerinin belirlenmesi için örnekler önce kurutma fırınında tam kuru hale getirilmiş, daha sonra su içerisinde tam doygun hale getirilerek her iki durumdaki

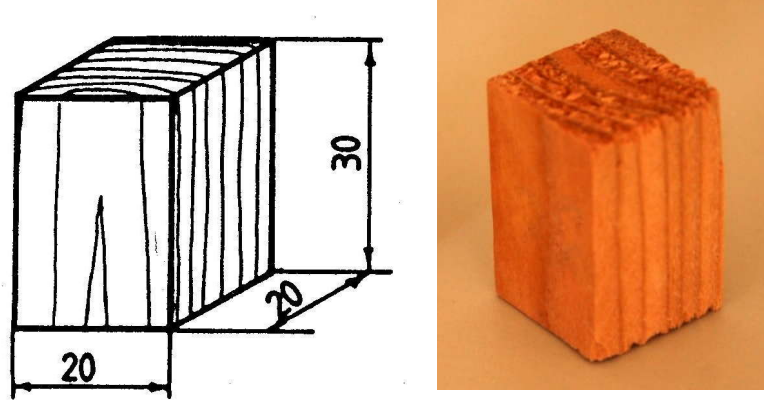
boyutları ± 0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Genişleme yüzdelerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır [22,27].

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

α = Genişleme miktarı (%)

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

$$\alpha_v = \alpha_t + \alpha_r \quad (11)$$



Şekil 7. Radyal, teğet ve liflere paralel yönde çalışma deney örneği (boyutlar mm)

2.5.4.1. Avrupa Melezi 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 [22,27].

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

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

Eşitlikte;

r_{\max} : Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı	%
δ_{ζ} : 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 [22].

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

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 universal deney makinesi kullanılmıştır. Mekanik özellikler olarak liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü, dinamik eğilme(şok) direnci ile Brinell sertlik değerleri belirlenmiştir [27,28].

Deneyler sonucu elde edilen “ kp/cm²” cinsinden birimler aşağıdaki eşitlik kullanılarak “N/mm²” ve “J/cm²” cinsinden birimlere dönüştürülmüştür.

$$1 \text{ kp/cm}^2 = 0.0980665000008723 \text{ N/mm}^2 \quad [23]$$

$$1 \text{ kpm/cm}^2 = 9.81 \text{ J/cm}^2 \quad [25]$$

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 8) [29]. Yaklaşık %12 rutubetteki örneklerin enine kesit boyutları ve lif yönündeki uzunlukları ± 0.01 mm, ağırlıkları ise ± 0.001 gr duyarlılıkta 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 [30].

$$\sigma_{B//} = \frac{F_{\max}}{a \times b} \quad (15)$$

Eşitlikte;

$\sigma_{B//}$: Liflere paralel basınç direnci kp/cm²

F_{\max} : Kırılma anındaki kuvvet kp

a, b : Örnek enine kesit boyutları cm

Deneylemlerden sonra örnek rutubetleri belirlenerek rutubetleri %12'den farklı olan örneklerin basınç direnci değerleri aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak %12 rutubetteki liflere paralel basınç direnci değerlerine dönüştürülmüştür [30].

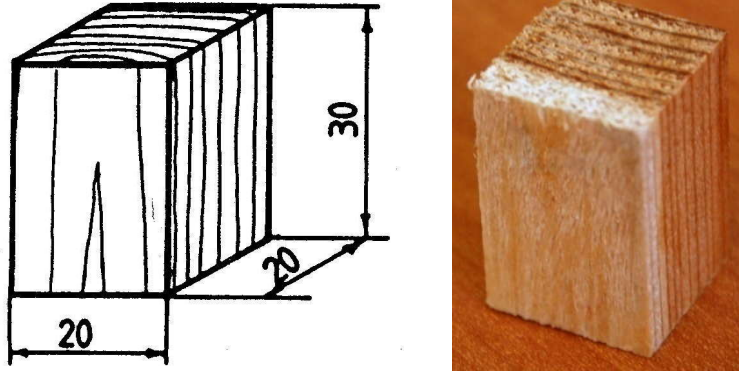
$$\sigma_{B//(12)} = \sigma_{B//} [1 + 0.05(r-12)] \quad (16)$$

Eşitlikte;

$\sigma_{B//(12)}$: % 12 rutubetteki basınç direnci kp/cm²

$\sigma_{B//}$: % r rutubetteki basınç direnci kp/cm²

r : Deney anındaki örnek rutubeti %



Şekil 8. Liflere paralel basınç direnci örneği (boyutlar mm)

2.6.1.1. Statik Kalite Değeri

Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye dayanarak Avrupa melezi odunun basınca göre kalite değerinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır [31].

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

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

2.6.1.2. Spesifik Kalite Değeri

Liflere paralel basınç direnci ile özgül arasındaki ilişkiye dayanarak Avrupa melezi odunun spesifik kalite değerinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır [31].

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

Eşitlikte;

Sp : Spesifik kalite değeri

$\sigma_{B//(12)}$: % 12 rutubetteki basınç direnci kp/cm²

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

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 9). Klimatize edilerek yaklaşık %12 rutubete getirilen örneklerin radyal yönü en, teğet yönü de kalınlık alınmak sureti ile boyutları ±0.01 mm duyarlıkta 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 [27,28].

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

Eşitlikte;

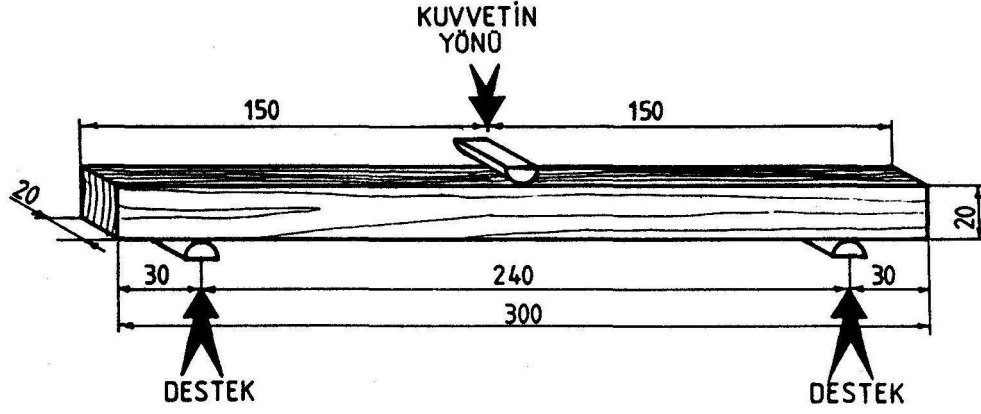
σ_e : Eğilme direnci kp/cm²

F : Kırılma anındaki kuvvet kp

Ls : Dayanak noktaları arasındaki açıklık cm

a : Örnek genişliği cm

b : Örnek kalınlığı cm



Şekil 9. Eğilme direnci deneyi örnek boyutları (boyutlar mm)

Deneylelerden sonra her bir örneğin rutubet miktarı kırılma bölgesine yakın kısımlardan alınan 20×20×30 mm boyutlarında örnekler yardımıyla belirlenmiştir. Rutubetleri %12'den farklı örneklerin eğilme dirençleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla %12 rutubetteki eğilme direnci değerlerine dönüştürülmüştür [27,30].

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

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 [30].

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 duyarlıkta ölçülmüştür. Ölçülen kuvvet ve eğilme miktarlarından yararlanılarak 21 nolu eşitlik yardımıyla elastikiyet modülü hesaplanmıştır[39].

$$E = \frac{F_x L_s^3}{4x f_x b x h^3} \quad (21)$$

Eşitlikte;

E : Elastikiyet modülü	kp/cm ²
F : Elastik bölgedeki kuvvet	kp
L _s : 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 [30].

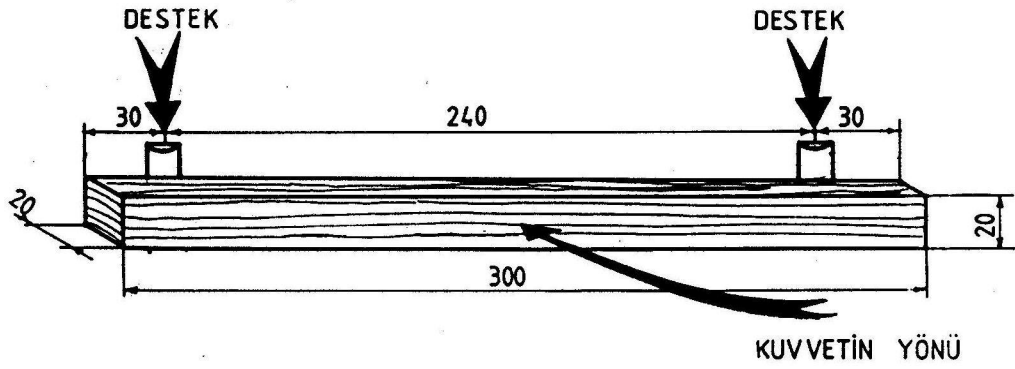
$$E_{(12)} = E_{(r)}[1+0.02(r-12)] \quad (22)$$

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 10). Klimatize edilerek hava kurusu hale getirilen örneklerin deneyden önce enine kesit boyutları ±0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür [30,39].



Şekil 10. 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 duyarlılıkta belirlenerek şok dirençleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [30,39].

$$\sigma_{\text{ş}} = \frac{W}{a \times b} \quad (23)$$

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 [30,39].

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

Eşitlikte;

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

Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiden dinamik kalite değeri hesaplanmıştır [27,39].

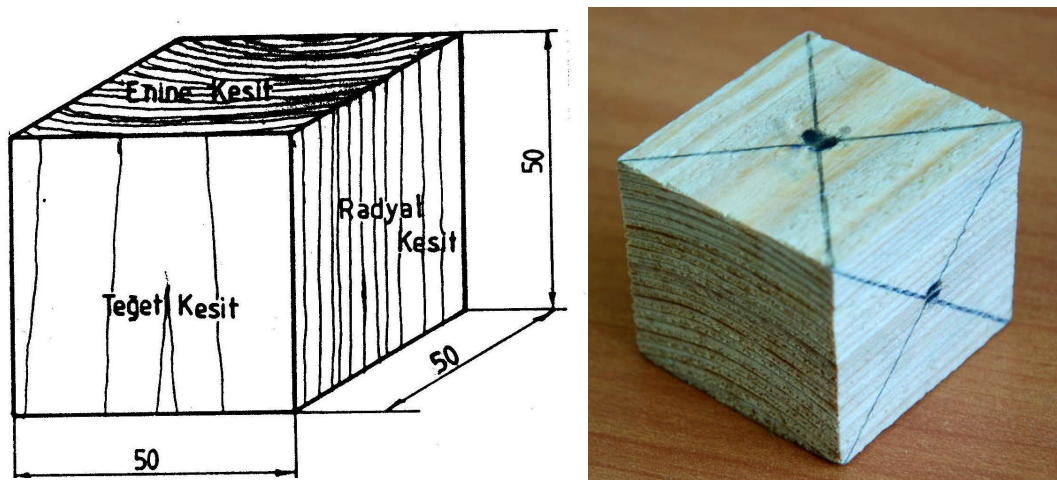
$$Dt = \frac{\sigma_{\delta(12)}}{(\delta_{12})^2} \quad (25)$$

Eşitlikte;

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

2.6.4. Brinell Sertlik Değerleri

Deney örnekleri TS 2479'a göre 50×50×50 mm boyutlarında hazırlanmış ve klimatize edilmiştir (Şekil 11) [37].



Şekil 11. Brinell sertlik deneyi örneği (boyutlar mm)

Örnekler; liflere paralel, yıllık halkalara dik ve teğet yönlerde kesitlerin orta noktalarına kuvvet uygulanacak şekilde makineye yerleştirilmiştir. Deneylede 10 mm çapındaki çelik küreden yararlanılmış ve uygulanacak kuvvet olarak Avrupa melezi odunu için önerilen 50 kp kuvvet seçilmiştir[27]. 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 duyarlılıkta ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlikten Brinell sertlik değerleri hesaplanmıştır [39].

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

Eşitlikte;

H_B : Brinell sertlik değeri	kp/mm ²
F : Uygulanan kuvvet	kp
D : Brinell küresi çapı	mm
d : Örnek yüzeyindeki çukur çapı	mm

Deneylelerden 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 [39].

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

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

Eşitlikte;

$H_{B(12)}$: % 12 rutubetteki Brinell sertlik değeri	kp/mm ²
$H_{B(r)}$: % r rutubetteki Brinell sertlik değeri	kp/mm ²
r : Deney 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 IBM SPSS Statistics 20 istatistik programı kullanılmıştır.

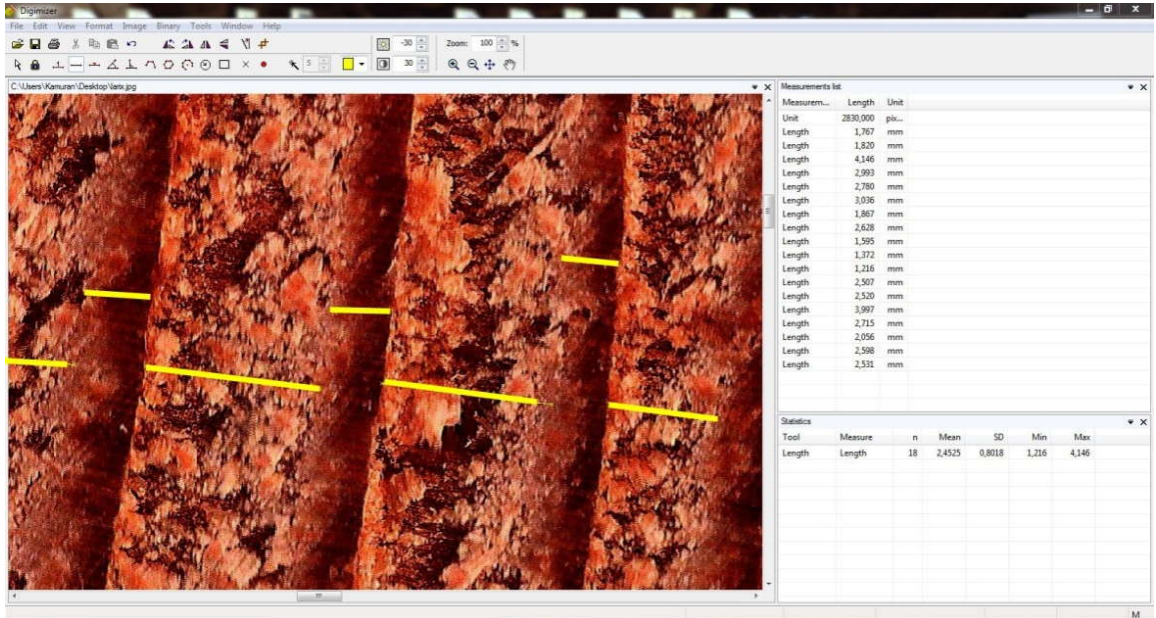
2.8 .Kullanılan Programlar

Yıllık halka ölçümü, yaz odunu ve ilk bahar odunu ölçümü, diri odun ve öz odun genişliği Digimizer[35,36] programı ile ölçülmüştür. Digimizer programı, görüntü üzerinden oran- orantı ile ölçüm yapmamızı sağlamaktadır. Ölçümü yapılacak obje ile bir ölçü birimini tarayıcı yardımı ile taratarak yada dik bir şekilde fotoğraflayarak kolaylıkla ve hassas bir şekilde ölçüm yapmamıza olanak sağlamaktadır. Şekil 12'de görüldüğü gibi yıllık halka örneği ile beraber cetvel, tarayıcı yardımı ile yüksek çözünürlükte taratılmıştır. Cetvel yardımı ile baz alınacak ölçü birimini seçilir, belirtilen aralığın cetvel üzerinden ne kadar milimetreye tekabül ettiği hesaplanır.



Şekil 12. Digimizer ile ölçüm yapmak.

Baz alınacak ölçü birimi ve aralığı belirtildikten sonra görüntü yakınlaştırılarak, daha detaylı bir şekilde ölçüm yapılmaktadır. Şekil 13'de görüldüğü gibi yıllık halka sınırlarını ve yaz odunu ile ilk bahar odununun ayırımını rahatlıkla görebilmektedir.



Şekil 13. Digimizer ile yakınlaştırılmış görüntü ile ölçüm.

3. BULGULAR

3.1. Makroskopik Özellikler

3.1.1. Yıllık Halka Genişliği

Yıllık halka genişliğine ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 3’de ve belirtilmiştir.

Tablo 3. Yıllık halka genişliği değerleri.

	n	\bar{x}	s	Min. ve Max.	Birim
Yıllık halka genişliği	117	2.6522	1.1452	0.5686-6.1608	mm
İlkbahar odunu genişliği	117	1.8900	0.9684	0.3036-4.7408	mm
Yaz odunu genişliği	117	0.7622	0.2753	0.2650-1.7496	mm
Ortalama yaz odunu katılım oranı (%)	30.925				

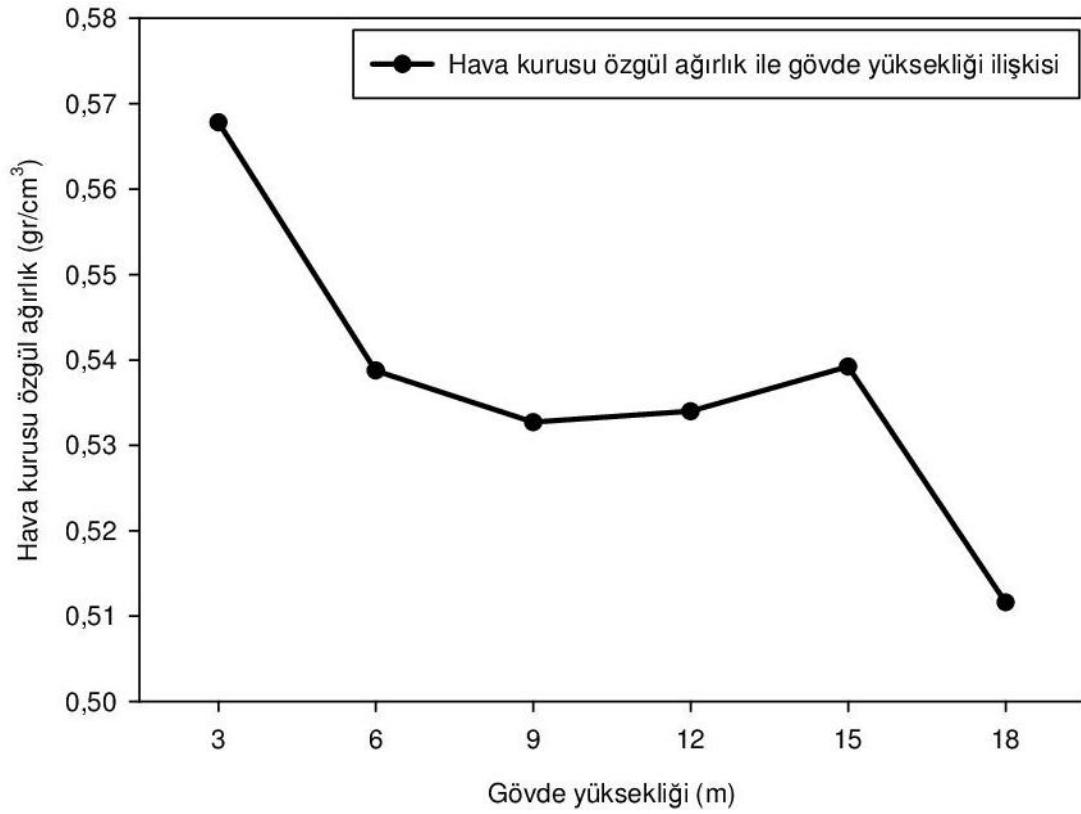
3.2. Fiziksel Özellikler

3.2.1. Hava Kuruğu Özgöl Ağırlık

Hava kuruğu özgöl ağırlık değerlerine ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 4’de, hava kuruğu özgöl ağırlığın gövde yüksekliğine göre değişimi Şekil 14’de verilmiştir. Ortalama hava kuruğu özgöl ağırlık değeri 0.543 gr/cm³ olup, 0.42 – 0.65 gr/cm³ arasında değişmektedir.

Tablo 4. Avrupa melezi odununun hava kuruğu özgöl ağırlık değerleri.

n	\bar{x}	s	Min. ve Max.	Birim
607	0.543	0.0385	0.42–0.65	gr/cm ³



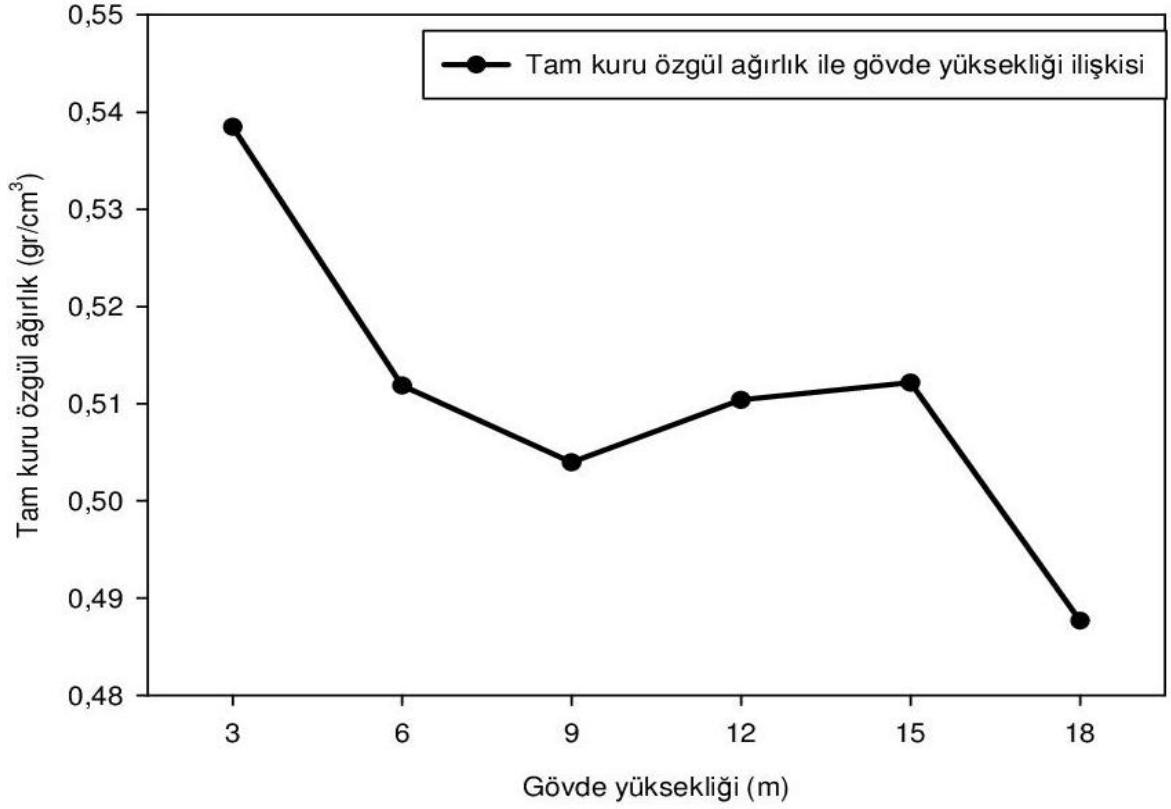
Şekil 14. Avrupa melezi odununun hava kuru özgül ağırlığın gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği.

3.2.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık

Tam kuru özgül ağırlık değerlerine ait değerlendirme sonuçları Tablo 5’de, tam kuru özgül ağırlığın yüksekliğe göre değişimi Şekil 15’de verilmiştir. Ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.521 gr/cm³ olup, 0.38 – 0.62 gr/cm³ arasında değişmektedir.

Tablo 5. Avrupa melezi odununun tam kuru özgül ağırlık değerleri

n	\bar{x}	s	Min. ve Max.	Birim
607	0.521	0.0393	0.38 – 0.62	gr/cm ³



Şekil 15. Avrupa melezi odununun tam kuru özgül ağırlığının gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği

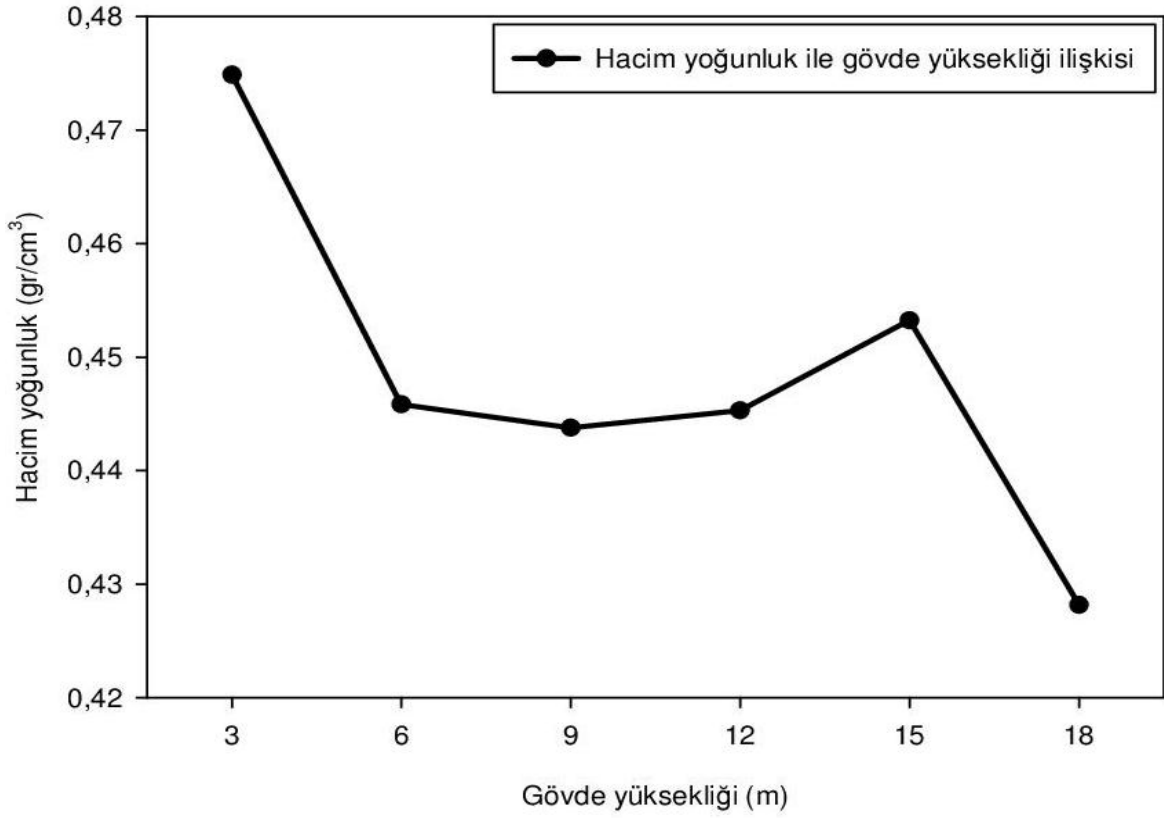
3.2.3. Hacim-Yoğunluk Değeri

Hacim yoğunluk değerlerine ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 6'da, bunlara ilişkin dağılım grafiği Şekil 16'de verilmiştir.

Tablo 6. Avrupa melezi odunun hacim yoğunluk değerleri

n	\bar{x}	s	Min. Ve Max.	Birim
778	0.4541	0.0331	0.3457– 0.5759	gr/cm ³

Ortalama hacim yoğunluk değeri 0.4541 gr/cm³ olup, 0.3457 – 0.5759 gr/cm³ arasında değişmektedir.



Şekil 16. Avrupa melezi odununun hacim-yoğunluk değerlerinin gövde yüksekliğine göre değişimi

3.2.4. Hücre Çeperi Maddesi Oranı

Tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak hesaplanan hücre çeperi maddesi oranlarına ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 7’de verilmiştir. Ortalama hücre çeperi maddesi oranı %34.708 olup %25.264–41.622 arasında değişmektedir.

Tablo 7. Avrupa melezi odununun hücre çeperi maddesi hacmi oranı değerleri

n	\bar{x}	s	Min. Ve Min.
607	34.708	2.62	25.264 – 41.622

3.2.5. Hava Boşluğu Hacmi Oranı

Tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak hesaplanan hava boşluğu hacmi oranlarına ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Ortalama hava boşluğu hacmi oranı %65.292 olup % 58.379-74.737 arasında değişmektedir.

Tablo 8. Avrupa melezi odununun hava boşluğu hacmi oranı değerleri

n	\bar{x}	s	Min. Ve Min.
607	65.292	2.62	58.379 – 74.737

3.2.6. Odun-Su İlişkileri

3.2.6.1. Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) Odununun Daralma ve Genişleme Miktarları

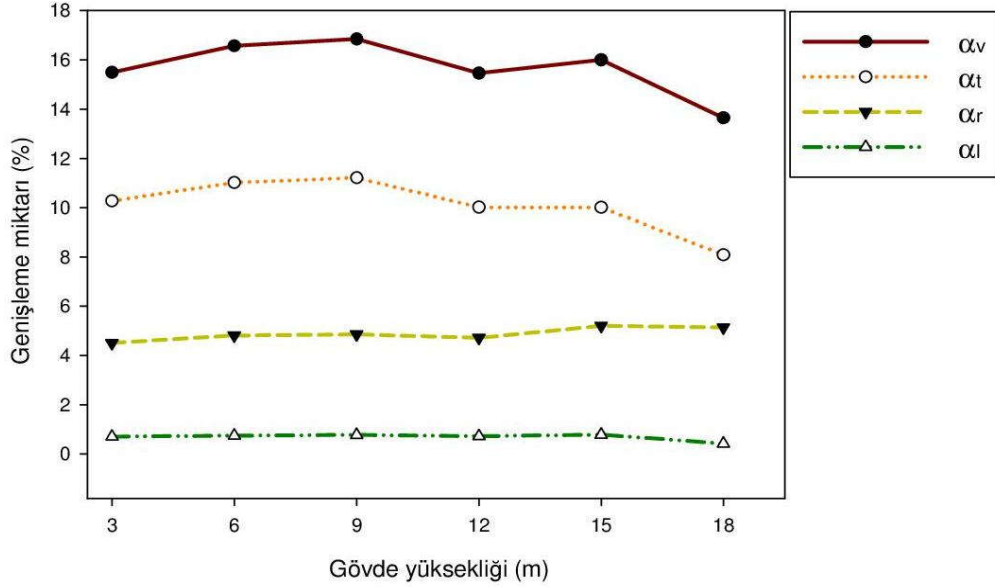
Deneylemler sonucunda elde edilen daralma ve genişleme miktarlarına ait değerlendirme sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Avrupa melezi odununun daralma ve genişleme miktarları

	n	\bar{x}	s	Min. ve Max.
Teğet yönde daralma (β_t)	778	9.34	1.36	4.48 – 11.65
Radyal yönde daralma (β_r)	778	4.69	0.77	1.71– 6.45
Boyuna yönde daralma(β_l)	778	0.36	0.22	0.15-1.11
Hacimsel daralma (β_v)	778	14.38	1.90	9.05– 18.53
Teğet yönde genişleme (α_t)	778	10.36	1.63	5.05– 13.73
Radyal yönde genişleme (α_r)	778	4.75	0.87	1.40– 6.93
Boyuna yönde genişleme(α_l)	778	0.73	0.26	0.18-1.64
Hacimsel genişleme (α_v)	778	15.83	2.24	9.23–20.83

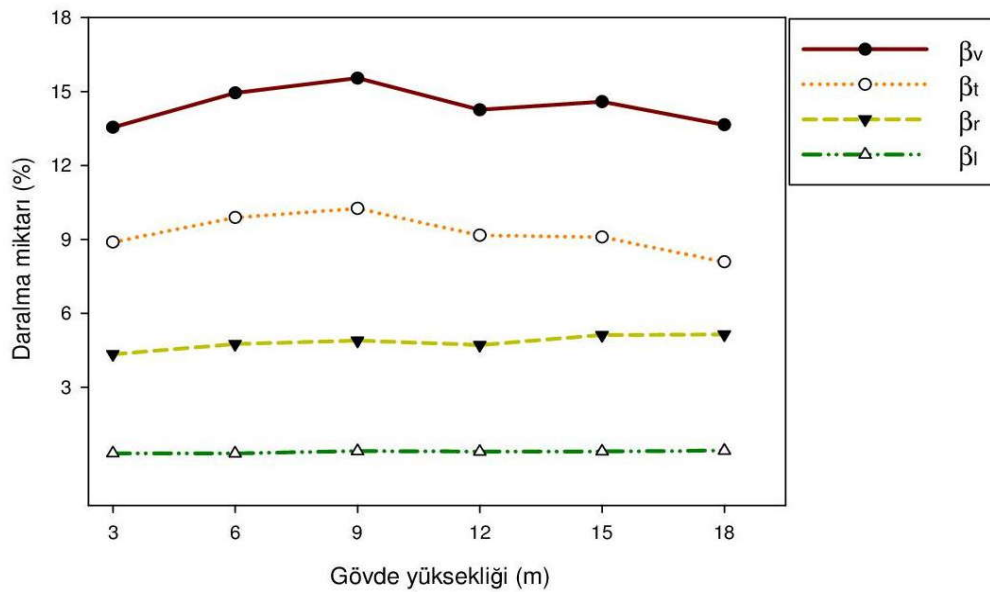
3.2.6.2. Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) Odununun Gövde Yüksekliğine Göre Daralma ve Genişleme Miktarları

Avrupa melezi odunun gövde yüksekliğine göre genişleme miktarı Şekil 17’de verilmiştir.



Şekil 17. Avrupa melezi odunun genişleme miktarlarının gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği.

Avrupa melezi odunun gövde yüksekliğine göre daralma miktarı Şekil 18’de verilmiştir.



Şekil 18. Avrupa melezi odunun daralma miktarlarının gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği

3.2.6.3.Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti

Avrupa melezi odununun hacimsel daralma miktarı ve hacim yoğunluk değerinden yararlanılarak belirlenen ortalama lif doygunluk noktası rutubeti % 31.69 olarak bulunmuştur. LDN hesaplanırken, $\beta_v = \beta_t + \beta_r + \beta_l$ olarak hesaplanmıştır.

3.3. Mekanik Özellikler

3.3.1.1.Liflere Paralel Basınç Direnci

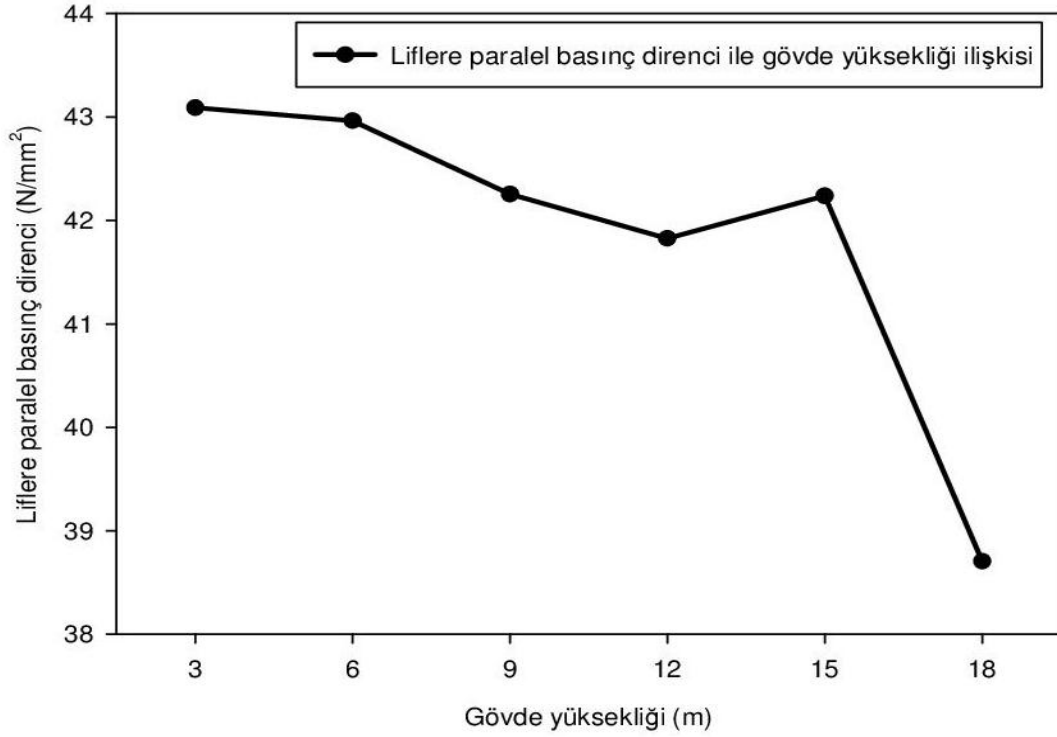
Liflere paralel basınç direnci deneyine ait bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 10'da verilmiştir. Liflere paralel basınç direnci değeri, ortalama 42.04 N/mm^2 olup $27.75\text{--}52.31 \text{ N/mm}^2$ arasında değişmektedir.

Tablo 10. Avrupa melezi odununun liflere paralel basınç direnci değerleri

n	\bar{x}	s	Min. ve Max.	Birim
679	42.04	4.17	27.75– 52.31	N/mm^2

3.3.1.2.Liflere Paralel Basınç Direnci ile Gövde Yükseklik İlişkisi

Liflere paralel basınç direnci değerlerinin gövde yüksekliğine göre değişimi Şekil 19'de verilmiştir



Şekil 19. Liflere paralel basınç direncinin gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği.

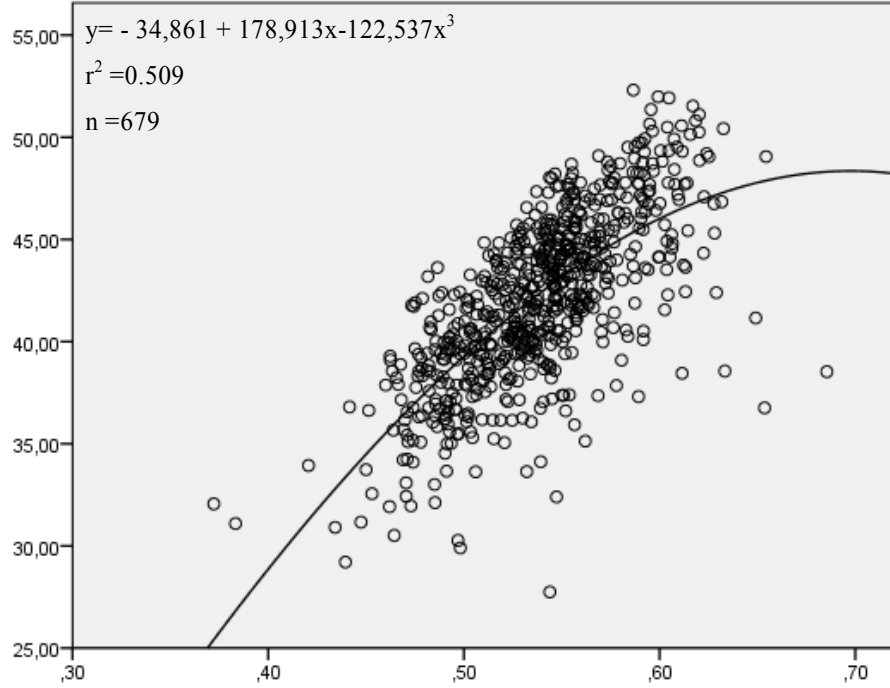
3.3.1.3. Liflere Paralel Basınç Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Hava kuru özgül ağırlık ile liflere paralel basınç direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 11 ve Şekil 20’de verilmiştir.

Tablo 11. Basınç direnci ile hava kuru özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı	Sig.
Regresyon	6004.47	2	3002.235	350.019	.000
Hata	5798.292	676	8.577		
Toplam	11802.763	678			

Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki kuvvetli olup korelasyon katsayısı 0.51 olarak bulunmuştur.



Şekil 20. Avrupa melezi odununun özgül ağırlık değeri ile liflere paralel basınç direnci değeri arasındaki ilişki

3.3.1.4. Statik Kalite Değeri

Ortalama liflere paralel yönde basınç direnci değerinden hesaplanan statik kalite değeri 7.96km olarak bulunmuştur. Statik kalite değerine göre Avrupa melezi “orta sert” ağaçlar grubunda olup “orta kalite” özelliğine sahip bulunmaktadır [53].

3.3.1.5. Spesifik Kalite Değeri

Avrupa melezi odununun spesifik kalite değeri 14.87 olarak hesaplanmıştır.

3.3.2. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyine ait bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

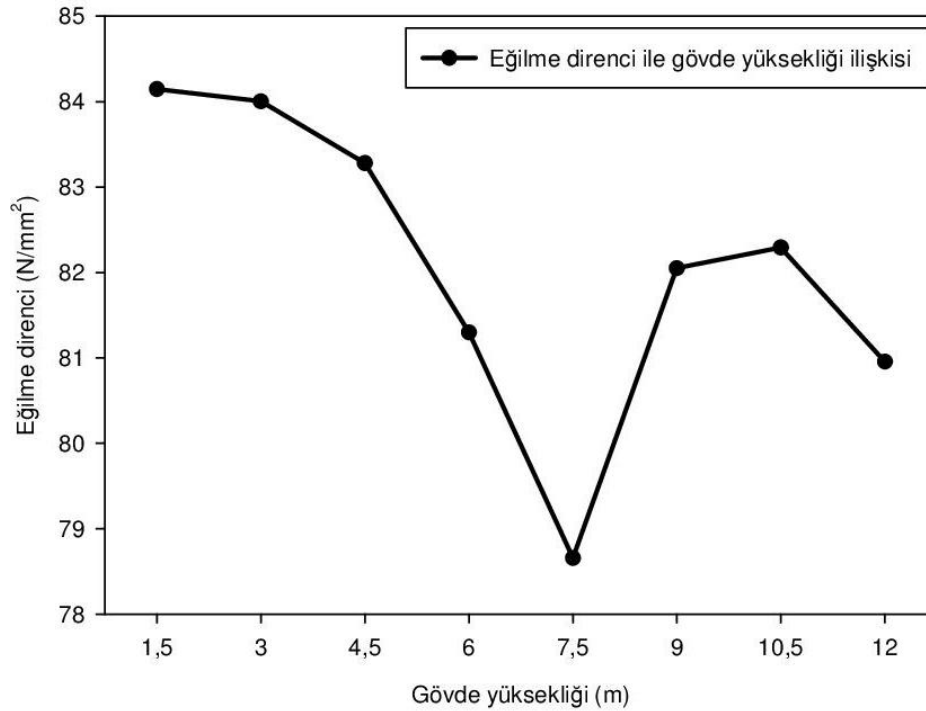
Tablo 12. Avrupa melezi odununun eğilme direnci değerleri

n	\bar{x}	s	Min. ve Max.	Birim
115	82.34	8.82	53.12 – 106.56	N/mm ²

Ortalama eğilme direnci değeri 82.34N/mm² olup 53.12-106.56N/mm² arasında değişmektedir.

3.3.2.1. Eğilme Direnci ile Gövde Yüksekliği Arasındaki İlişki

Avrupa melezi odunun eğilme direncinin ağaç yüksekliği ile değişimi Şekil 21’de verilmiştir.



Şekil 21. Eğilme direncinin gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği

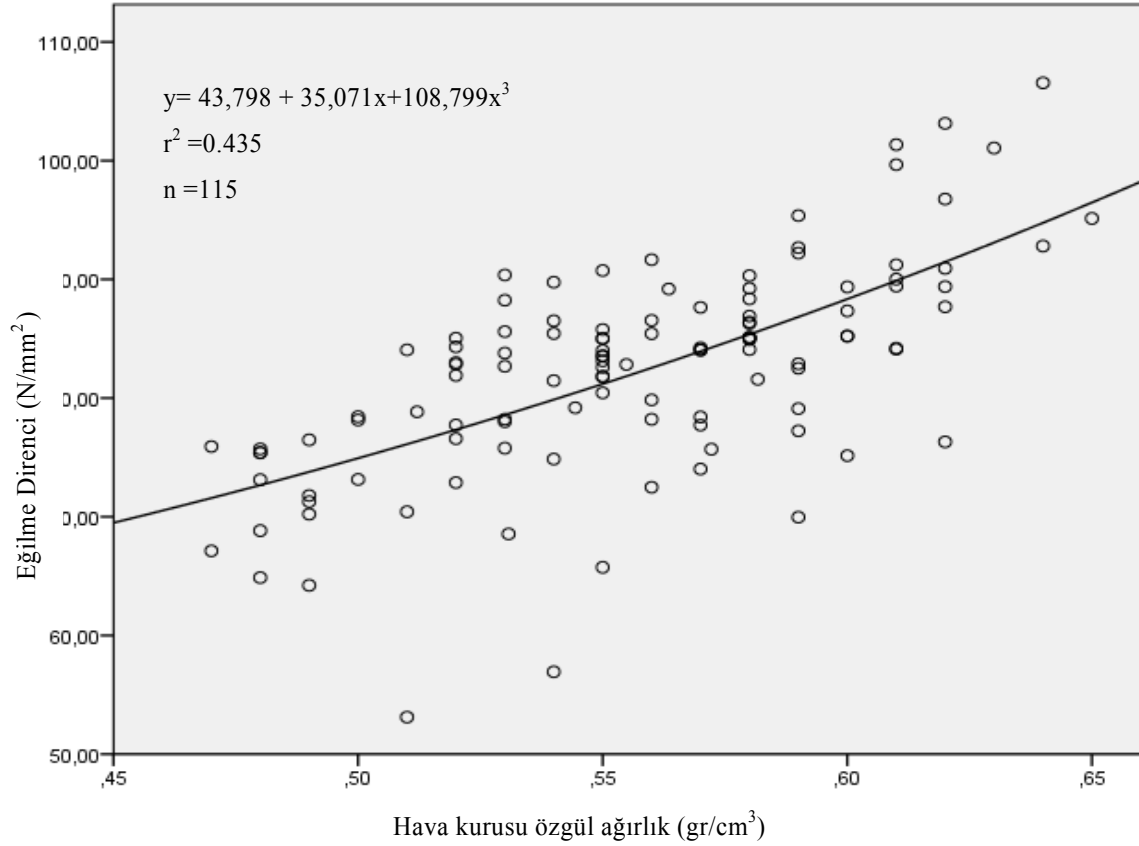
3.3.2.2.Eğilme Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Avrupa melezi odununun eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 13 ve Şekil 22’de verilmiştir.

Tablo 13. Eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F oranı	Sig.
Regresyon	3859.293	2	1929.647	43.08	.000
Hata	5016.473	112	44.79		
Toplam	8875.767	114			

Eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki, kuvvetli olup korelasyon katsayısı 0.44 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 22. Avrupa melezi 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 14’de verilmiştir.

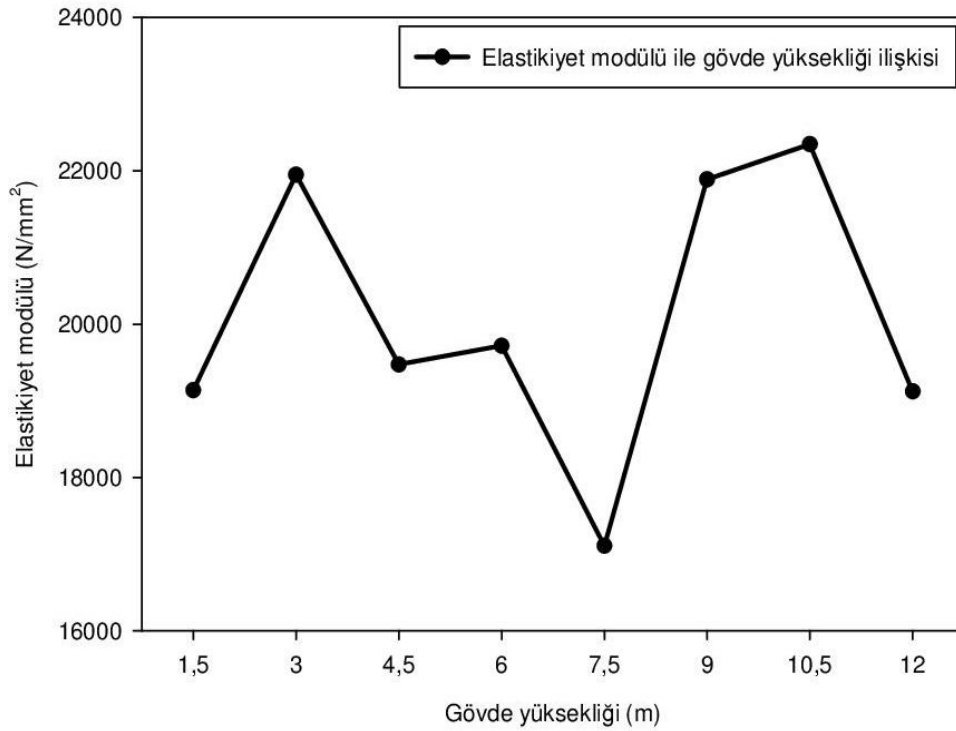
Tablo 14. Avrupa melezi odununun elastikiyet modülü değerleri

n	\bar{x}	s	Min. Ve Max.	Birim
115	20045.75	5297.487	10172.9–38189.52	N/mm ²

Ortalama elastikiyet modülü değeri 20045.75N/mm² olup 10172.9-38189.52N/mm² arasında değişmektedir.

3.3.2.4.Eğilmede Elastikiyet Modülü ile Gövde Yüksekliği Arasındaki İlişki

Avrupa melezi odunun elastikiyet modülü değerlerinin ağaç gövde yüksekliğine göre değişimi Şekil 23’de verilmiştir.



Şekil 23. Elastikiyet modülünün gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği

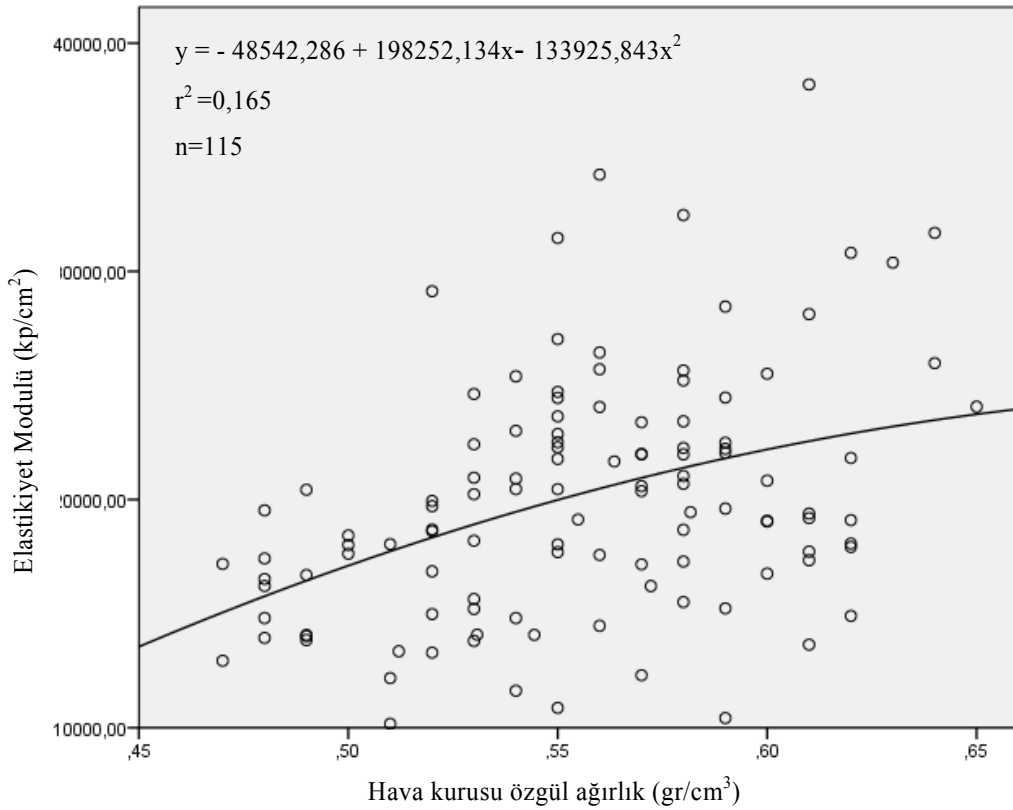
3.3.2.5.Eğilmede Elastikiyet Modülü ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Avrupa melezi odununun özgül ağırlık ile elastikiyet modülü arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 15 ve Şekil 24’de verilmiştir.

Tablo 15. Elastikiyet modülü ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F oranı	Sig.
Regresyon	526839732	2	263419866	11.04	.000
Hata	2672384928	112	23860579.72		
Toplam	3199224660	114			

Elastikiyet modülü ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiolup korelasyon katsayısı 0.17 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 24. Avrupa melezi odununun hava kuru 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 16'da verilmiştir.

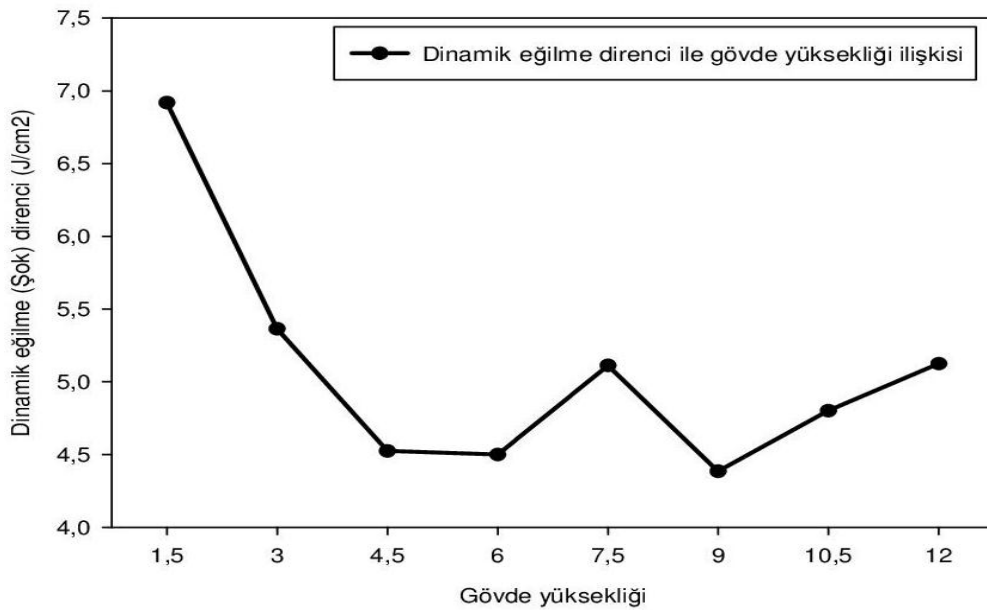
Tablo 16. Avrupa melezi odununun dinamik eğilme direnci değerleri

n	\bar{x}	s	Min. ve Max.	Birim
112	5.186	1.537	2.02-10.18	J/cm ²

Ortalama dinamik eğilme (şok) direnci değeri 5.186 J/cm² olup 2.02-10.18J/cm² arasında değişmektedir.

3.3.3.2. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ile Gövde Yüksekliği Arasındaki İlişki

Avrupa melezi odununun dinamik eğilme direncinin ağaç gövde yüksekliği arasındaki ilişki Şekil 25'de verilmiştir.



Şekil 25. Dinamik eğilme direncinin gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği

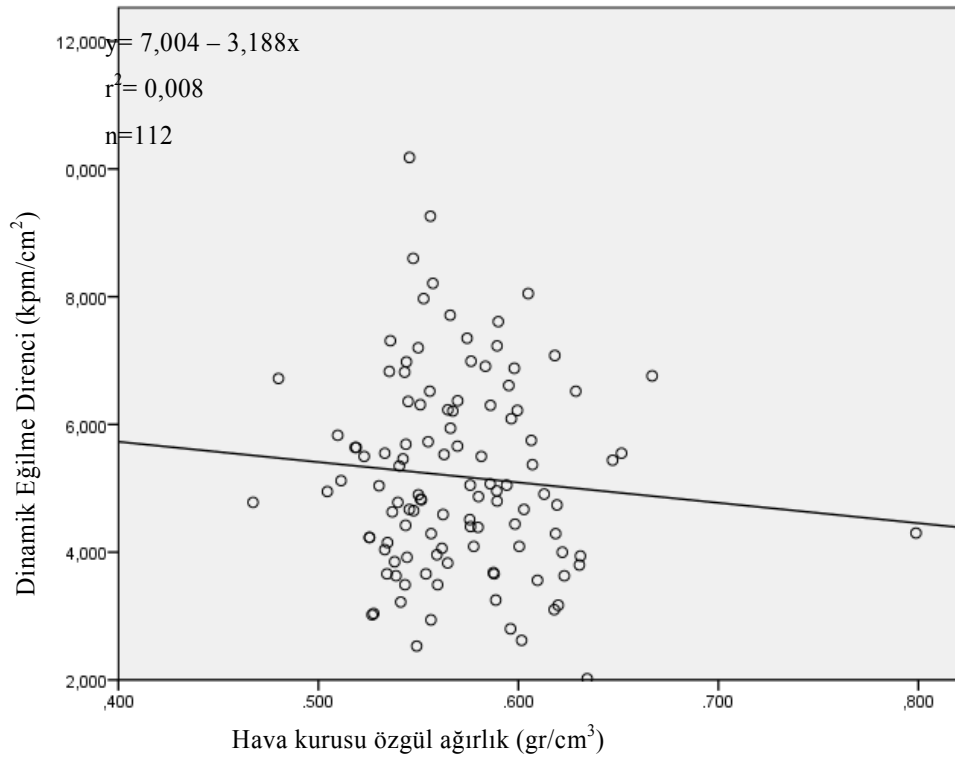
3.3.3.3. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Avrupa melezi odununun dinamik eğilme (şok) direnci ile özgül ağırlık arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 17 ve Şekil 26'de verilmiştir.

Tablo 17. Dinamik eğilme (şok) direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F oranı	Sig.
Regresyon	2.013	1	2.013	.851	.358
Hata	260.042	110	2.364		
Toplam	262.054	111			

Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağ olmadığı, korelasyon katsayısı ise 0.008 olarak bulunmuştur.



Şekil 26. Avrupa melezi odununun özgül ağırlık değeri ile dinamik eğilme (şok) direnci değeri arasındaki ilişki.

3.3.3.4. Dinamik Kalite Değeri

Hava kurusu haldeki dinamik eğilme (şok) direnci ve özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak dinamik kalite değeri 5.186 J (1.65 km) olarak hesaplanmıştır. Dinamik kalite değerine göre Avrupa melezi, “orta sert” ağaçlar grubunda olup “orta kalite” özelliğine sahip bulunmaktadır [53].

3.3.4. Brinell Sertlik Değerleri

3.3.4.1. Liflere Paralel Yönde Brinell Sertlik Değeri

Liflere paralel (enine kesit) yöndeki Brinell sertlik deneyine ait bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 18’de verilmiştir.

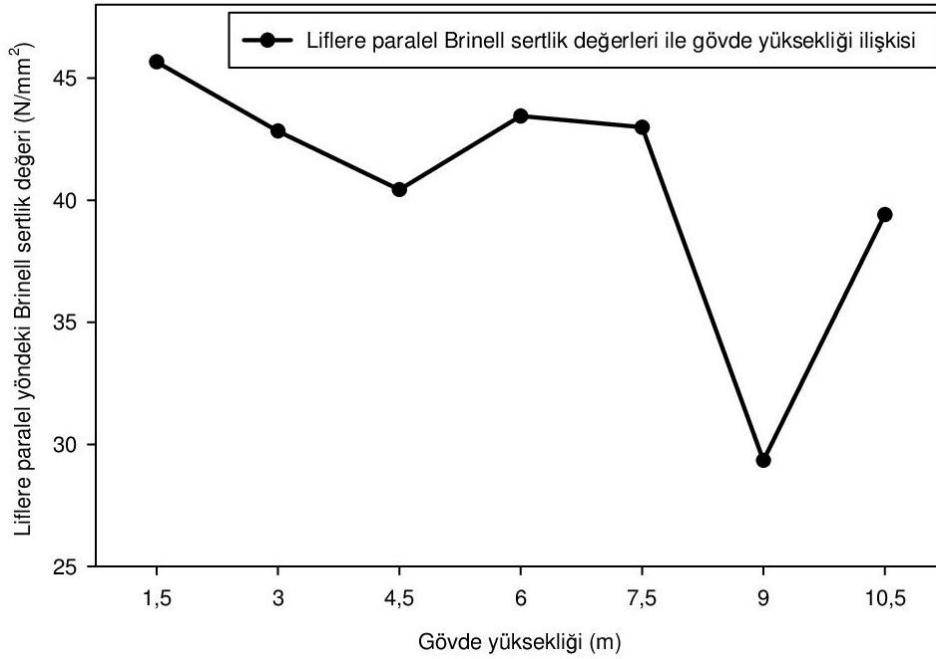
Tablo 18. Avrupa melezi odununun liflere paralel yöndeki (enine kesitte) Brinell sertlik değerleri

n	\bar{x}	s	Min. Ve Max.	Birim
315	41.98	7.36	26.84–59.92	N/mm ²

Liflere paralel yönde (enine kesit) ortalama Brinell sertlik değeri 41.98 N/mm² olup 26.84–59.92 N/mm² arasında değişmektedir.

3.3.4.2. Liflere Paralel Yöndeki Sertlik ile Ağaç Yüksekliği Arasındaki İlişki

Avrupa melezi odununun liflere paralel yöndeki Brinell sertlik değerlerinin ağaç boyunca değişimi Şekil 27’de verilmiştir.



Şekil 27. Liflere paralel yöndeki Brinell sertlik değerlerinin gövde yüksekliğine göre değişimi grafiği

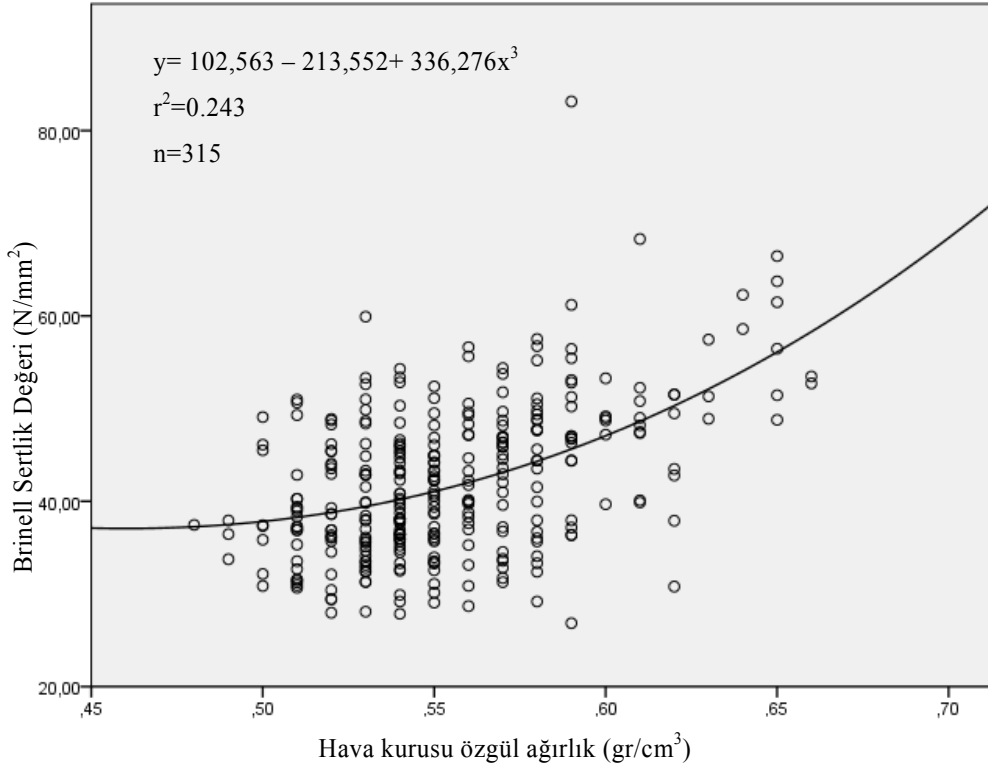
3.3.4.3. Liflere Paralel Yöndeki Sertliği ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Avrupa melezi odununun özgül ağırlık ile liflere paralel yöndeki (enine kesitte) Brinell sertlik değeri arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 19 ve Şekil 28’de verilmiştir.

Tablo 19. Liflere paralel (Enine kesitte) Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F oranı	Sig.
Regresyon	4997.49	2	2498.74	50.02	.000
Hata	15585.46	312	49.95		
Toplam	20582.95	314			

Liflere paralel (Enine kesitte) Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişki çok kuvvetli olmayıp ve artan yönde korelasyon katsayısı 0.243 olarak bulunmuştur.



Şekil 28. Özgül ağırlık değeri ile enine kesitte Brinell sertlik değeri arasındaki ilişki

3.3.4.4. Liflere Dik Brinell Sertlik Değeri

Liflere dik Brinell sertlik deneyine ait bulguların istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

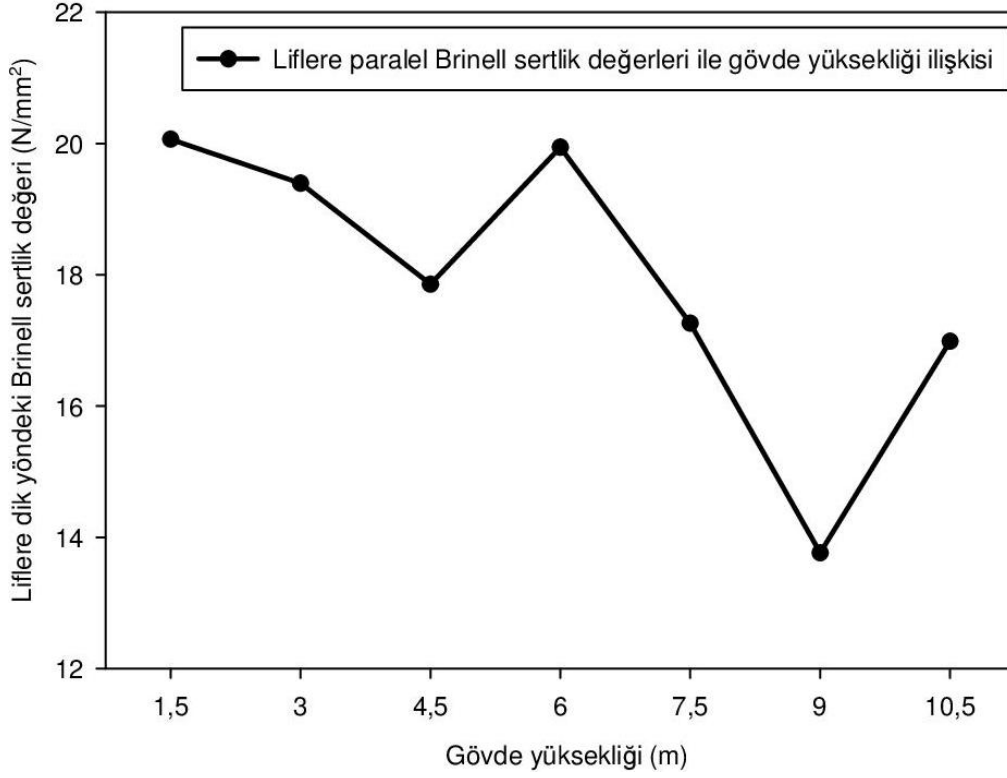
Tablo 20. Avrupa melezi odununun liflere dik Brinell sertlik değerleri

n	\bar{x}	s	Min. ve Max.	Birim
315	18.55	3.7	11.32–30.83	N/mm ²

Liflere dik yönde ortalama Brinell sertlik değeri 18.55 N/mm² olup 11.32–30.83 N/mm² arasında değişmektedir.

3.3.4.5. Liflere Dik Sertliği ile Gövde Yüksekliği Arasındaki İliŖki

Avrupa melezi odununu liflere dik yöndeki Brinell sertlik değerlerinin, ağağ boyunca yüksekliği arasındaki iliŖki Ŗekil 29’de verilmiŖtir.



Ŗekil 29. Liflere dik yöndeki Brinell sertlik değerlerinin gövde yüksekliğine göre deđiŖimi grafiği

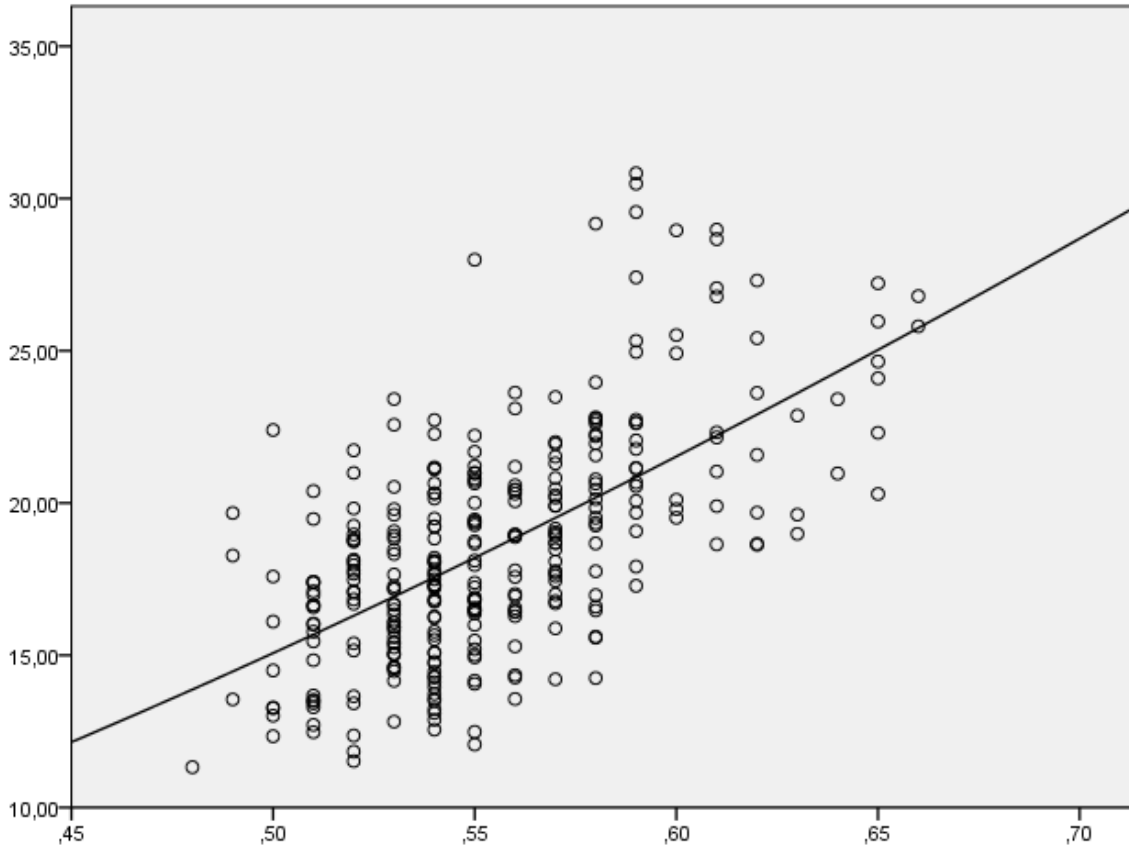
3.3.4.6. Liflere Dik Sertliği ile zgl Ağırlık Arasındaki İliŖki

Avrupa melezi odununun özgül ağırlık ile liflere dik yöndeki Brinell sertlik değeri arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 21 ve Ŗekil 30’da verilmiŖtir.

Tablo 21. Liflere dik Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F oranı	Sig.
Regresyon	1632.204	2	816.102	95.605	.000
Hata	2663.287	312	8.536		
Toplam	4295.490	314			

Liflere dik Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişki kuvvetli olup korelasyon katsayısı 0.38 olarak bulunmuştur.



Şekil 30. Özgül ağırlık değeri ile liflere Brinell sertlik değeri arasındaki ilişki.

4. TARTIŞMA

4.1. Yıllık Halka Genişliği

Avrupa melezinin ortalama yıllık halka genişliği 2.65 mm olup geniş yıllık halka oluşumu göstermektedir. Bulunan yıllık halka genişliği değerleri, 0.569-6.161 mm arasında geniş bir aralıkta değişim göstermektedir.

Avrupa melezi üzerinde Berkel [27] ortalama yıllık halka genişliği ortalama 2.45 mm olarak bulmuştur, yıllık halka değerleri 0.45-5.15 mm arasında değişim göstermiştir. Hokkaido Üniversitesinde Japon melezi üzerine yapılan araştırmada [j], diri odun yıllık halka genişliği ortalama 2.4 mm , öz odun yıllık halka genişliği ortalama 3.4 mm olarak bulunmuştur.

Çalışma sonucunda bulunan değer ile Berkel tarafından bulunan değer arasındaki farklılık; rakım, bakı, toprak ve iklim'e bağlanabilir. Larix decidua Türkiye'de ilk olarak 1963 yılında deneme alanlarına dikilmiştir, buna bağlı olarak Berkel'in çalışması 1970 tarihli olduğunu göz önüne alındığında, özellikle iklim ve coğrafi yapı yıllık halka genişliğindeki farklılığı açıklayabilmektedir.

4.2. Fiziksel Özellikler

4.2.1. Özgül Ağırlık

Larix decidua'nın ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.521 gr/cm³, hava kuru özgül ağırlık değeri 0.543 gr/cm³ olarak bulunmuştur. Hava kuru özgül ağırlık değerine göre "hafif ağaçlar" grubunda yer almaktadır [43]. Çalışmada bulunan özgül ağırlık değerlerini çeşitli ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri ile karşılaştırmak amacıyla Avrupa melezi ve diğer bazı ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. Avrupa melezi ve diğ er bazı ağ aç türlerine ait özgül ağ ırlık değ erleri

Ağ aç Türleri	Tam Kuru Özgül Ağ ırlık (gr/cm ³)	Hava Kuru Özgül Ağ ırlık (gr/cm ³)
Larix decidua	0.521	0.543
Larix decidua[27]	0.55	0.59
Larix decidua [13]		0.60
Larix japonica[50]	5.41	
Larix sibirica[51]		0.66
Doç u ladini [45]	0.414	0.451
Sarıçam [32]	0.49	0.52
Karaçam [41]	0.52	0.56
Kızılçam [41]	0.53	0.57
Monteri ç amı[49]	0.445	0.475
Sahil ç amı [47]	0.423	0.464
Duglas gö knarı [48]	0.415	0.441

Ç alışmada bulunan özgül ağ ırlık değ erleri, Berkel [27] ve CIRAD [13] tarafından belirtilen değ erlerden düşük ç ıkmıştır. Bu durum; ağ acın yetişme yerine ve iklimine bağ lanabilir Avrupa melezi, aynı familyaya ait diğ er türlerle karşılaştırıldığ ında, yetişme şartları hemen hemen aynı olan Doç u ladin'inden Sarıçam'dan ve Monteriçam'ından daha ağır, Kızılçam ve Karaçam'a da çok yakın ağ ırlıklara sahiptir, hızlı gelişen diğ er ağ aç türleri ile karşılaştırıldığ ında, Sahil ç amı ve Duglas gö knarından daha ağır olduğ u görölmektedir.

4.2.2. Hacim - Yoğ unluk Değ eri

Avrupa melezi ortalama hacim-yoğ unluk değ eri 0.454 gr/cm³ olarak bulunmuştur.

Hacim-yoğ unluk değ eri, hammadde alımlarını m³, satışlarını kg olarak yapan kağ ıt, selöloz endüstrisi ile lif levha sanayinde önemlidir. Hacim- yoğ unluk değ eri arttıķa belirli bir hacimdeki odundan daha fazla miktarda kuru odun yani lif kalitesi elde edilmektedir. Ticari kağ ıt hamuru odunlarında bu değ er 0.3 – 0.6 gr/cm³ arasında değ işmektedir.

Çalışmada bulunan hacim-yoğunluk değerini çeşitli ağaç türlerine ait hacim-yoğunluk değerleriyle karşılaştırmak amacıyla Avrupa melezi ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacim-yoğunluk değerleri Tablo 23'de verilmiştir.

Tablo 23. Avrupa melezi ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacim-yoğunluk değerleri

Ağaç Türü	Hacim – Yoğunluk Değeri (gr/cm ³)
Avrupa melezi	0.454
Monteri çamı[49]	0.389
Sahil çamı [44]	0.346
Sarıçam [41]	0.426
Karaçam [41]	0.456
Kızılçam [41]	0.478
Veymut çamı [41]	0.339
Doğu ladini [45]	0.366
Sahil çamı [46]	0.380
Sahil çamı [47]	0.377
Duglas göknarı [48]	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 Berkel [27] tarafından belirtilen tam kuru ağırlıktan daha düşük olduğundan, Berkel tarafından belirtilen değerden düşük çıkmıştır.

Avrupa melezi, hızlı gelişen diğer ağaç türleri ile karşılaştırıldığında Veymut çamı, Sahil çamı ve Duglas göknarından daha yüksek hacim-yoğunluk değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, Avrupa melezi odununun 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 %34.71, hava boşluğu hacmi %65.29 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 [31].

4.3. Odun-Su İlişkileri

4.3.1. Hacimsel Daralma ve Genişleme Miktarları

Avrupa melezinin odununun ortalama hacimsel daralma miktarı %14.38, hacimsel genişleme miktarı %15.83 olarak bulunmuştur. Daralma miktarlarına göre çalışma özellikleri “orta derece”de olan ağaçlar grubunda yer almaktadır [32]. Avrupa melezi ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacimsel daralma miktarları Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 24. Avrupa melezi ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacimsel daralma miktarları

Ağaç Türü	β_v (%)
Avrupa melezi	14.38
Avrupa melezi[27]	11.4
Avrupa melezi [13]	12.88
Monteri çamı [49]	11.28
Veymut çamı [32]	8.2
Sarıçam [32]	12.4
Karaçam [32]	13.9
Kızılçam [32]	12.2
Doğu ladini [45]	11.20
Sahil çamı [46]	8.97
Sahil çamı [47]	9.53
Duglasgöknarı [48]	11.54

Bu çalışmada bulunan hacimsel daralma miktarı; Berkel [27] ve Cirad [13], tarafından belirtilen değerlerden yüksek çıkmıştır. Bu durum, ağaçların özgül ağırlıklarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Odunun özgül ağırlığı arttıkça, hacmen daralma ve genişleme miktarı da artmaktadır. Avrupa melezi literatürdeki diğer ağaç türleri ile karşılaştırıldığında; yakın özgül ağırlığa sahip olan Sarıçam, Karaçam ve Kızılçam'dan daha fazla çalıştığı, daha düşük özgül ağırlıktaki Veymut çamı ve Sahil çamından da 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 [33]. Bu nedenle ağaç malzemenin az çalışması kullanım yerleri açısından özellikle mobilya, parke ve kaplama endüstrisinde aranan bir özelliktir.

4.3.2. Avrupa Melezi [*Larixdecidua*Mill.] Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Avrupa melezi odununun içerisine alabileceği ortalama en yüksek su miktarı, hacim-yoğunluk değerine göre %154.41 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

Avrupa melezi odununun ortalama Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti % 31.69 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 [33]. Lif Doygunluğu Noktası rutubetine göre Avrupa melezi "Lif Doygunluğu Noktası Yüksek" olan ağaçlar grubuna girmektedir [31].

4.4. Mekanik Özellikler

4.4.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

Avrupa melezi odununun ortalama liflere paralel basınç direnci değeri 42.04 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Bu değere göre liflere paralel basınç direnci “orta derece”de olan ağaçlar grubunda yer almaktadır [43]. Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci değerleri Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25. Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci değerleri

Ağaç Türü	Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm^2)
Avrupa melezi	42.04
Avrupa melezi[27]	53.93
Avrupa melezi[13]	52
Amerikan çamı [32]	40.21
Veymut çamı [32]	32.36
Sarıçam [32]	44.13
Karaçam [32]	46.97
Kızılçam [32]	43.83
Doğu ladini [45]	38.34
Sahil çamı [46]	32.65
Sahil çamı [47]	31.09
Duglas göknarı [48]	37.36

Çalışmada bulunan sonuç, Berkel [27] ve Cirad [13] tarafından belirtilen değerlerden düşük çıkmıştır

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

Avrupa melezi aynı familyaya ait diğer ağaç türleri ile karşılaştırıldığında; Sarıçam, Karaçam, Kızılçamdan daha düşük, Amerikan çamı,Doğu ladini, Duglas göknarı, Veymut çamı ve Sahil çamından daha yüksek liflere paralel basınç direncine sahiptir.

4.4.1.1. Statik Kalite Değeri ve Spesifik Kalite Değeri

Avrupa melezi odununun ortalama statik kalite değeri 7.96 km olarak bulunmuştur. Avrupa melezi “orta kalite” özelliğine sahiptir [31].

Avrupa melezi odununun ortalama spesifik kalite değeri 14.87 olarak bulunmuştur.

4.4.2. Eğilme Direnci

Avrupa melezi odununun ortalama eğilme direnci 82.34 N/mm² olarak bulunmuştur. Bu değere göre eğilme direnci “küçük” olan ağaçlar grubunda yer almaktadır [43]. Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait eğilme direnci değerleri Tablo 26’de verilmiştir.

Tablo 26. Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait eğilme direnci değerleri

Ağaç Türü	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Avrupa melezi	82.34
Avrupa melezi [27]	97.08
Avrupa melezi [13]	90
Larixjaponica[50]	95.1
Larixsibirica[51]	97.8
Monteri çamı [49]	66.58
Amerikan çamı [32]	72.57
Veymut çamı [32]	57.86
Sarıçam [32]	78.45
Karaçam [41]	107.48
Kızılçam [41]	80.56
Uludağ göknarı [41]	71.59
Doğu ladini [45]	69.34
Sahil çamı [46]	43.37
Duglas göknarı [48]	65.02

Bu çalışmada bulunan eğilme direnci değeri, literatürde verilen değerlerle karşılaştırıldığında; Berkel'e göre [27] ve Carid [13] tarafından yapılan çalışmada bulunan sonuçlardan daha düşük çıkmıştır.

Avrupa melezi aynı familyaya ait diğer ağaç türleri ile karşılaştırıldığında; Karaçam daha düşük, Kızılcım'a yakın, Monteri çamı, Uludağ göknarı, Sarıçam, Doğu ladini, Veymut çamı, Sahil çamı ve Douglas göknarından daha yüksek eğilme direncine sahiptir.

4.4.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Avrupa melezi odununun ortalama elastikiyet modülü değeri 20045.75 N/mm² olarak bulunmuştur. Bu değere göre elastikiyet modülü "küçük" olan ağaçlar grubunda yer almaktadır [43]. Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait elastikiyet modülü değerleri Tablo 27'da verilmiştir.

Tablo 27. Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait elastikiyet modülü değerleri

Ağaç Türü	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Avrupa melezi	20045.75
Avrupa melezi [27]	13533.18
Avrupa melezi [13]	11800
Larix japonica[50]	88500
Larix sibirica[51]	13800
Monteri çamı [49]	8804.8
Amerikan çamı [32]	9708
Veymut çamı [32]	8335.65
Sarıçam [32]	10787
Kızılcım [40]	10002
Toros göknarı [40]	10395
Uludağ göknarı [40]	8139
Doğu ladini [45]	10324.93
Douglas göknarı [48]	7532

Bu çalışmada bulunan elastikiyet modülü değeri, literatürde verilen değerlerle karşılaştırıldığında; Berkel [27] ve Carid[13] tarafından belirtilen değerlerden yüksek çıktığı görülmektedir.

Avrupa melezi elastikiyet modülü; Amerikan çamı, Duglas göknarı, Sarıçam, Kızılçam ve Toros göknarı, Veymut çamı, Duglasgöknarı ve Uludağ göknarının elastikiyet modülünden yüksektir. Bu durum, ağaç türlerinin özgül ağırlıklarının farklı olmasıyla açıklanabilir. Bu çalışmada, özgül ağırlık ile elastikiyet modülü arasında ortalama ve doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

4.4.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Avrupa melezi odununun ortalama dinamik eğilme direnci değeri $5.19\text{J}/\text{cm}^2$ olarak bulunmuştur. Bu değere göre dinamik eğilme direnci “düşük” olan ağaçlar grubunda yer almaktadır [43]. Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait dinamik eğilme direnci değerleri Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait dinamik eğilme direnci değerleri

Ağaç Türü	Dinamik Eğilme Direnci (j/cm^2)
Avrupa melezi	5.19
Avrupa melezi [27]	5.88
Larix sibirica[51]	2.8
Karaçam [41]	5.49
Sarıçam [41]	5.39
Kızılçam [41]	2.55
Veymut çamı [41]	4.81
Uludağ göknarı [41]	4.41
Toros göknarı [41]	3.73
Monteri çamı [49]	4.31
Doğu ladini [45]	3.85
Sahil çamı [47]	1.21

Bu çalışmada bulunan şok direnci değeri, Berkel'e [27] göre düşük çıkmıştır. Bu durum; deney örneklerinin ağacın yetiştirme ortamına bağlanabilir.

Avrupa melezi'nin şok direnci; Karaçam ve Sarıçam'nın şok direncinden düşük, Douglas göknarı, Toros göknarı, Monteri çamı, Sahil çamı ve Doğu ladininin şok direncinden yüksek çıkmıştır.

Özgül ağırlık ile şok direnci arasında bir bağ bulunamamıştır .

4.4.4.1.Dinamik Kalite Değeri

Avrupa melezi odununun ortalama dinamik kalite değeri 1.65 km olarak bulunmuştur. Dinamik kalite değeri, çeşitli ağaç türlerinin şok şeklindeki etkilere karşı koyma kabiliyetlerinin karşılaştırılması bakımından önemli olmaktadır. Dinamik kalite değerine göre Avrupa melezi “ orta kalite” ağaçlar grubuna girmektedir.

4.4.5. Brinell Sertlik Değerleri

Avrupa melezi odununun ortalama liflere paralel yöndeki sertliği 41.98 N/mm², liflere dik yöndeki sertliği 18.5 N/mm² olarak bulunmuştur. Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait Brinell sertlik değerleri Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 29.Avrupa melezi ve bazı ağaç türlerine ait Brinell sertlik değerleri

Ağaç Türü	Brinell Sertlik Değeri (N/mm ²)	
	Liflere paralel	Liflere dik
Avrupa melezi	41.98	18.55
Larix japonica[50]	54.5	
Karaçam [41]	42.1	19.8
Toros göknarı [41]	31.38	11.7
Monteri çamı [49]	40.01	18.92
Sarıçam [32]	40.01	18.9
Doğu ladini [45]	30.25	13.53
Sahil çamı [47]	36.74	17.65
Douglas göknarı [48]	32.56	16.37

Çalışmada bulunan Brinell sertlik değerleri, Karaçam ve Sarıçam'dan düşük; Veymut çamı, Kazdağı göknarı, Toros göknarı, Douglas 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 Avrupa melezi sertlik derecesi “yumuşak” ağaçlar grubuna girmektedir [31].

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Trabzon-Maçka yöresinden alınan Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bulgular, istatistik yöntemlerle belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 30'de verilmiştir.

Ağaç gövde yüksekliği boyunca yapılan çalışmada gövde yüksekliği arttıkça fiziksel ve mekanik özelliklerinde düşme gözlemlenmiştir.

Özgül ağırlık, dipten tepeye doğru 1. metresinde 0.54 gr/cm^3 iken, 18. metre de 0.49 gr/cm^3 değerine düşmektedir.

Dinamik eğilme direnci dışında, özgül ağırlık ile aralarında kuvvetli bağ bulunan, basınç, eğilme ve elastikiyet, Brinell sertlik dirençleri buna bağlı olarak, gövde yüksekliği arttıkça azalmaktadır.

Avrupa melezi odununun daralması ve genişlemesi gövde yüksekliği boyunca; Hacimsel ve teğet yönde azalmakta, radyal ve boyuna yönde artmaktadır.

Ortalama yıllık halka genişliği 2.65 mm olarak bulunmuştur. Ortalama yaz odunu katılım oranı % 30.925 olarak bulunmuştur.

Ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.521 gr/cm^3 , hava kurusu özgül ağırlık değeri 0.521 gr/cm^3 ve hacim-yoğunluk değeri 0.454 gr/m^3 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/cm^3 iken hücre çeperi maddesi oranı %34.708, hava boşluğu hacmi oranı %65.292 olarak hesaplanmıştır.

Ortalama daralma miktarları; teğet yönde (β_t) %9.34, radyal yönde (β_r) %4.69 ve hacmen (β_v) %0.454 olarak bulunmuştur. Ortalama genişleme miktarları; teğet yönde (α_t) %10.36, radyal yönde (α_r) %4.75 ve hacmen (α_v) %15.83 olarak bulunmuştur.

Ortalama lif doygunluğu noktası rutubeti %31.69 olarak hesaplanmıştır.

Liflere paralel yönde basınç direnci değeri ortalama 42.04 N/mm^2 , statik kalite değeri 7.96 km ve spesifik kalite değeri 14.87 olarak hesaplanmıştır. Basınç direnci ile özgül ağırlık arasında kuvvetli bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Ortalama eğilme direnci değeri 82.34 N/mm^2 , eğilmede elastikiyet modülü değeri 20045.75 N/mm^2 olarak hesaplanmıştır. Özgül ağırlık ile eğilme direnci arasında kuvvetli bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Ortalama dinamik eğilme direnci değeri 5.186 J/cm² ve dinamik kalite değeri 5.186 J olarak hesaplanmıştır. Özgül ağırlık ile dinamik eğilme direnci arasında bir ilişki bulunamamıştır.

Ortalama Brinell sertlik değerleri; liflere paralel sertliği 41.98 N/mm², liflere dik sertliği 18.55 N/mm² olarak hesaplanmıştır. Özgül ağırlık ile Brinell sertlik değeri arasında kuvvetli bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada bulunan fiziksel ve mekanik özellikleri ile Avrupa melezinin ana vatanında yapılan çalışmalar kıyaslandığında, Maçka yöresinde yetişen Avrupa melezinin daha düşük özgül ağırlıkta olduğu, daha düşük direnç özelliklerine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Aralarında bu denli fark oluşmasının sebebi iklim koşulları olarak düşünülmektedir.

Tablo 30. Avrupa melezi odununun fiziksel ve mekanik özellikleri

Özellikler		Sembol	Ortalama Değer
Yıllık halka genişliği (mm)			2.65
Tam Kuru Özgül Ağırlık (gr/cm ³)		δ_0	0.521
Hava Kuru Özgül Ağırlık (gr/cm ³)		δ_{12}	0.543
Hacim-Yoğunluk Değeri (gr/m ³)		γ	0.454
Daralma Miktarı (%)	Radyal yönde	β_r	4.69
	Teğet yönde	β_t	9.34
	Hacimsel	β_v	14.38
Genişleme Miktarı (%)	Radyal yönde	α_r	4.75
	Teğet yönde	α_t	10.36
	Hacimsel	α_v	15.83
Basınç Direnci (N/mm ²)		$\sigma_{B//}$	42.04
Eğilme Direnci (N/mm ²)		σ_e	82.34
Eğilme Elastikiyet Modülü (N/mm ²)		E	20045.75
Dinamik Eğilme Direnci (J/cm ²)		$\sigma_{\dot{\gamma}}$	5.186
Brinell Sertlik Değerleri (N/mm ²)	Liflere paralel yönde	$H_{B//}$	41.98
	Liflere dik yönde	$H_{B\perp}$	18.55

6. ÖNERİLER

Avrupa melezi; düzgün gövde yapısına sahip, hızlı büyüyen bir ağaç türüdür. Hızlı büyümesi nedeniyle geniş ve belirgin bir yıllık halka yapısına sahiptir. Avrupa melezi odununun diri odunu, gövde çapının ortalama %20'si kadardır, öz odun ağırlıklı bir türdür, düzgün lifli, yumuşak bir odundur.

Avrupa melezi odunu, doğal kurutma metodu ile ya da kurutma fırınlarında kolaylıkla kurutulabilir. Şekil 31'de kurutma sonrası biçme sırasında diri odunda oluşan fosfor yeşili renk ayrıca araştırma konusu olabilecek niteliktedir.



Şekil 31. Avrupa melezi odununun biçme sonrası görünümü.

Avrupa melezi odunu empenye edilebilirliği diri odun için “orta” olarak belirtilmiş, öz odun için “güç” olarak belirtilmiştir [9].

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, literatürde belirtilen değerlerle karşılaştırıldığında; Avrupa melezi 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. Şekil 32’de gösterildiği gibi, şok direncinin değişken çıkması ve genellikle rijit bir yapıya sahip oluşu, Avrupa melezi odununun diri odun kısmının az olması ve genellikle öz odun ağırlıklı olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 32. Avrupa melezi odununun Dinamik eğilme direnci testi sonrası görünümü.

Avrupa melezi, 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.

Bu çalışmada elde edilen deney örnekleri, diri odun ve öz odun karışımından elde edilmiştir. Az olan diri odun kısmı, istenilen standartlarda deney örnekleri hazırlanması sırasında daha da azalmaktadır, bu yüzden öz odun kısmından da yararlanılmıştır.

Yapılan çalışmada Avrupa melezinin dirençleri önceki çalışmalara nazaran daha düşük çıkmıştır, iklim koşulları, toprak yapısı, yükselti gibi etmenlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Dünyayı etkisi altına alan küresel iklim değişikliğinin etkileri ise ayrıca incelenmelidir.

7. KAYNAKLAR

1. www.ogm.gov.tr/index.htm Ormancılık İstatistikleri. 21.01.2012
2. D.P.T., Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2001.
3. 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.
4. 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.
5. Aksu, F., Doğu Karadeniz Bölgesi’nde Larix sp. Ve Pseudotsuga sp. Orjin Deneme Alanlarındaki Gelişimin Ekolojik Etmenlerle, Özellikle Toprak İlişkisi 1998, 7-8.
6. Şensel, F., Doğu Karadeniz Yöresinde Tesis Edilen Larixssp. Orjin Denemelerinin Dokuz Yıllık Sonuçlarının Değerlendirilmesi, 1994, 11
7. http://en.wikipedia.org/wiki/Larix_decidua 25.01.2012
8. Aksu, F., Doğu Karadeniz Bölgesi’nde Larix sp. Ve Pseudotsuga sp. Orjin Deneme Alanlarındaki Gelişimin Ekolojik Etmenlerle, Özellikle Toprak İlişkisi 1998, 14.
9. Bozkurt, Y. ve Erdin, N., Ticarete Önemli Yabancı Ağaçlar, 1989, 174-175.
10. <http://www.woodanatomy.ch/species.php?code=LADE#WoodAnatomy>, 29.01.2012
11. Merev, N., Odun Anatomisi ve Tanıtımı, 2003 , 31-32
12. Bozkurt, Y., Göker, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, 1996
13. www.tropix.cirad.fr/temperate/MELEZE.pdf 11.02.2012.
14. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, I. Cilt, İ.Ü. Yayın No: 1448, Orman Fakültesi Yayın No:147, İstanbul, 1970, 391.
15. <http://www.mif.pg.gda.pl/kft/Akron/ch4-Mechanical-Properties-of-Wood.pdf> Mechanical Properties of Wood, 15.02.2012
16. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, I. Cilt, İ.Ü. Yayın No: 1448, Orman Fakültesi Yayın No:147, İstanbul, 1970, 382.
17. Şensel, F., Doğu Karadeniz Yöresinde Tesis Edilen Larixssp. Orjin Denemelerinin Dokuz Yıllık Sonuçlarının Değerlendirilmesi, 1994, 18.

18. TS 4176, Odunun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuar Numunesi Alınması, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
19. TS 2471, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1976.
20. TS 2472, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TSE, Ankara, 1976.
21. TS 53, Odunun Fiziksel Özelliklerinin Tayini İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları, TSE, Ankara, 1982.
22. Ay, N., Odunun Fiziksel Özellikleri, Basılmamış Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 1998.
23. <http://www.birimcevir.com/basinc-birimleri/basinc-birimleri.aspx> 12.02.2012
24. TS 4084, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
25. <http://www.scribd.com/doc/55711993/16/Nominal-dimensions> 12.02.2012
26. TS 4086, Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
27. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, I. Cilt, İ.Ü. Yayın No: 1448, Orman Fakültesi Yayın No:147, İstanbul, 1970.
28. Ay, N., Odunun Mekanik Özellikleri, Basılmamış Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 1998.
29. TS 2595, Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1977.
30. Örs, Y., Odunun Mekanik Özellikleri, Basılmamış Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 1996.
31. 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.
32. Bozkurt, Y. ve Erdin, N., Ticarete Kullanılan Ağaçlarda Fiziksel ve Mekanik Özellikler, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi , 40,1 (1990) 6-24.
33. Bozkurt, A.Y. ve Erdin, N., Ağaç Teknolojisi, Üniversite Yayın No: 3993, Fakülte Yayın No: 445, İ.Ü. Basımevi, İstanbul, 1997.
34. TS 2474, Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1977.

35. TS 2478, Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara, 1978.
36. TS 2470, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, TSE, Ankara, 1976.
37. <http://www.digimizer.com/download.php> 12.02.2012
38. <http://www.digimizer.com/download/digimizermanual.pdf> 12.02.2012
39. TS 2479, Odunun Statik Sertliğinin Tayini, TSE, Ankara, 1976.
40. Bozkurt, A.Y. ve Erdin, N., Ağaç Teknolojisi, Üniversite Yayın No: 3993, Fakülte Yayın No: 445, İ.Ü. Basımevi, İstanbul, 1997.
41. 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.
42. Örs, Y. ve Keskin, H., Ağaç Malzeme Bilgisi, Atlas Yayınevi, Yayın No: 2, Birinci Baskı, İstanbul, 2001.
43. Bozkurt, Y. ve Erdin, N., Ticarete Kullanılan Ağaçlarda Fiziksel ve Mekanik Özellikler, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 40,1 (1990) 6-24.
44. 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.
45. Akyüz, M., Doğu Ladini [*Piceaorientalis (L) Link.*] Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:3 Trabzon, 1997.
46. Erten, P. ve Sözen, R., Sahil Çamının (*Pinuspinaster Ait*) Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:200, Ankara 1986.
47. As, N., PinusPinaster Ait Değişik Irklarının Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1992.
48. AY, N., Duglas [*PseudotsugaMenziesii (Mirb.) Franco*] Odununun Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
49. Topaloğlu, E., Trabzon-Yeşilbük Yöresinde Yetiştirilmiş Monteri çamı (*Pinusradiata D. Don*) Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2005.
50. [http://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/22194/1/8\(2\)_P85-90.pdf](http://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/22194/1/8(2)_P85-90.pdf) 24.05.2012
51. <http://ruslesprom.ru/eng/about-larch.htm> 24.05.2012

52. <http://www.nature.com/hdy/journal/v83/n1/full/6885310a.html>24.05.2012
53. SELEK, F., Marmara Bölgesi'nde Hızlı Gelişen Egzotik Tür Plantasyonlarında Karşılaşılan Koruma Sorunları, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2007. mm
54. <http://www.paulowniaizmir.gen.tr/> 24.05.2012
55. <http://www.paulowniaci.com> 24.05.2012

ÖZGEÇMİŞ

Emrah AKPINAR 28.05.1986 tarihinde Kastamonu'da doğdu. İlkokul öğrenimini Elmalı İlköğretim Okulu'nda, Ortaokul öğrenimini Beykoz Ziya Ünsel Ortaokulu'nda ve Lise eğitimini Beykoz Fevzi Çakmak Lisesi'nde okudu. 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği bölümünü kazandı. 2008 yılında Lisans eğitimini bitirdi, aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Tezli Yüksek Lisans eğitimine başladı. Orta derece de İngilizce bilmektedir.