



T.C  
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BATI KARADENİZ KIYI BÖLGESİNDE YETİŞEN  
KAYIN (*Fagus orientalis* Lipsky) ODUNUNUN FİZİKSEL  
VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN YETİŞME ORTAMI  
DEĞİŞKENLERİYLE İLİŞKİSİ**

**Şahin BİRCAN**

**EYLÜL 2008**



T.C  
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BATI KARADENİZ KIYI BÖLGESİNDE YETİŞEN  
KAYIN (*Fagus orientalis* Lipsky) ODUNUNUN FİZİKSEL  
VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN YETİŞME ORTAMI  
DEĞİŞKENLERİYLE İLİŞKİSİ**

**Şahin BİRCAN**

**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALINDA  
YÜKSEK LİSANS DERECESESİ İÇİN GEREKLİ ÇALIŞMALARI  
YERİNE GETİREREK  
ONAYA SUNULAN TEZ**

**EYLÜL 2008**

## **Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Onayı**

Prof. Dr. A.Demet KAYA

Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak gerekli çalışmalarını yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Refik KARAGÜL

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı

Okuduğumuz bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak onaylanması düşüncemize göre, amaç ve kalite olarak tamamen uygundur.

Doç. Dr. Oktay YILDIZ

Tez Danışmanı

### **Jüri Üyeleri**

- 1- Doç. Dr. Oktay YILDIZ .....
- 2- Doç. Dr. Derya EŞEN .....
- 3- Yrd. Doç. Dr. Süleyman KORKUT .....

## ABSTRACT

THE RELATIONSHIP AMONG ECOSYSTEM VARIABLES AND PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF EASTERN BEECH (*FAGUS ORIENTALIS* LIPSKY) WOOD GROWN IN THE COASTAL REGION OF THE WESTERN BLACK SEA REGION OF TURKEY

Şahin BİRCAN

Master of Science: Department of Forest engineering

Advisor: Associate Prof. Dr. oktay YILDIZ

September 2008, 45 Pages

Turkey is among the countries that experiencing wood shortages. Therefore Turkish foresters need to do basic or applied research for Turkey's important tree species in terms of wood production. Eastern beech is one of the most important wood producing species in turkey with accounting 20 % of the turkey's total wood production. Thus, the aim of this study is to investigate the relationships among ecosystem variables and beech wood's physical and mechanical properties.

Research site is located in an eastern beech site located in western Black Sea region of Turkey ( $40^{\circ} 07' 05''$  –  $41^{\circ} 05' 25''$  N and  $31^{\circ} 03' 26''$  –  $31^{\circ} 12' 46''$  E). The forest is managed by Akçakoca Forest Management Directorate. The sites have about Yearly  $9\text{ }^{\circ}\text{C}$  average temperature with 1200 mm annual precipitation. Soil

texture ranges from clay to clay loam and classified as Typic Haplumbrepts. Above ground canopy is mostly comprises eastern beech with the mixture of about % 10 chestnut (*Castanea sativa*).

For the study 6 sites along the elevation and from changing site aspect were selected. For the each site 3 trees without any default and 100 m apart from each other were marked on tree directions. Then trees were fallen-down with a chain saw and carried to the mill and laboratory for the measurements.

In addition forest floor and soil for the first 20 depths were sampled from 5 randomly located places on each site. From these samples soil pH, organic matter content, soil and organic matter macro-nutrient concentrations were determined. Besides for each sapling site elevation, site aspect, slope etc. were recorded. After measurements and analysis data were analyzed for the correlation among site, soil, forest floor's variables and wood's mechanical and physical properties.

Data revealed that slope and radial Janka hardness are negatively ( $P$ -value = 0.0264), elevation and volume shrinkage are positively ( $P$ -value = 0.0274), soil acidity and wood's longitudinal Janka hardness are negatively ( $P$ -value = 0.0134) related. Besides forest floor N concentration is negatively related to wood tangential Janka hardness ( $P$ -value = 0.0085), tangential swelling ( $P$ -value = 0.0237), volume swelling ( $P$ -value = 0.0191), volume shrinkage ( $P$ -value = 0.0228) and impact bending strength ( $P$ -value = 0.0478). Forest floor phosphor concentration is positively related to radial swelling ( $P$ -value = 0.0002), but negatively related to longitudinal swelling ( $P$ -value = 0.03). Forest floor potassium concentration is negatively related to wood's volume shrinkage ( $P$ -value = 0.0357).

In order to meet increasing wood demand Turkish foresters need to necessary intensive management practices instead of relaying sites' natural wood production

capacity. One of the priority is to define the ecosystem variables which can effect wood production in both quantity and quality aspect. Then intensive silvicultural practices can be applied these designated wood production sites. In addition remaining forest lands can be managed for the other function of the forest with society's desire.

## ÖZET

### BATI KARADENİZ KIYI BÖLGESİNDE YETİŞEN KAYIN (*Fagus orientalis* Lipsky) ODUNUNUN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN YETİŞME ORTAMI DEĞİŞKENLERİYLE İLİŞKİSİ

Şahin BİRCAN

Yüksek Lisans: Orman Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Oktay Yıldız

Eylül 2008, 45 sayfa

Türkiye orman kaynakları ve odun üretimi bakımından dünya ortalamasının altında olan ülkeler arasındadır. Bunun için odun üretimi bakımından önemli türlerle ilgili temel ve uygulamalı araştırmaların artırılması gerekmektedir. Türkiye’de kayın ormanlarından üretilen odun miktarı tüm ağaçlardan alınan odun miktarının beşte biri gibi çok önemli kısmını oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı ise; Türkiye’de odun üretimi açısından en önemli türlerden biri olan kayın ağaçlarının yetiştiği ortamlardaki bazı ekosistem değişkenleriyle (arazi eğimi, yükselti, toprak ve ölü-örtü besin içerikleri vb.) odunun fiziksel ve mekanik özelliklerinin nasıl değiştiğini ortaya koymaktır.

Araştırma sahaları, Batı Karadeniz kayın ekosistemlerini temsilen Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Akçakoca İşletme Müdürlüğüne bağlı Deredibi İşletme

Şefliği'nde coğrafi olarak,  $40^{\circ} 07' 05''$  –  $41^{\circ} 05' 25''$  kuzey enlemleri ile  $31^{\circ} 03' 26''$  –  $31^{\circ} 12' 46''$  doğu boylamları arasındaki yer kayın meşcerelerinden belirlenmiştir.

Araştırma sahalarının ortalama sıcaklığı  $9\text{ C}^{\circ}$  ve yıllık ortalama yağışı 1200 mm'dir. Toprağın Tanecik bileşimi killi balçıktan kumlu balçığa kadar değişmekte olup yöredeki topraklar USDA toprak sınıflandırma sistemine göre Typic Haplumbrepts olarak adlandırmaktadır. Araştırma sahalarında ormanın üst tabakasının büyük bir kısmı 100+ yaşında kayın ağaçlarıyla kaplı olup karışıma % 10-20 arası kestane (*Castanea sativa*) katılmaktadır.

Çalışma için kayının yayıldığı alt rakımdan üst rakıma kadar farklı yükselti ve bakılardan 6 saha seçilmiştir. Bu altı sahanın her birinde sahayı temsil edecek ve 100 m aralıklarda üçgen oluşturacak şekilde, göğüs yüzeyi çapı 30-45 cm'ler arasında reaksiyon odunu olmayan düzgün gövdeli üç ağaç belirlenerek numaralandırılmıştır. Deneme alanı içindeki ağaçlar göğüs çapından ölçülmüş ve kuzey yönleri belirlenerek motorlu testerelerle ağaçlar kesilmiştir (TSE 4176).

Daha sonra her deneme alanından rastgele yöntemle 5 adet 30\*30 cm büyüklüğündeki örnek alanlardan mineral toprak üzerindeki ölü-örtü tamamen toplanarak makro-besin içerikleri belirlenmiştir. Sahalardaki toprağın besin yoğunluklarını ve pH'ını belirlemek için, her bir örnekleme noktasından rastgele seçilen 5 noktadan OM mineral toprağa kadar toplandıktan sonra aynı yerden ilk 20 cm toprak derinliklerinden toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinden pH, organik madde, Toplam C ve N ile diğer makro besin elementleri analiz edilmiştir. Ayrıca her deneme alanının bakısı, yükseltisi, eğimi vb. kaydedilmiştir. Kayının yetişme ortamı özellikleri ile odununu mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için veriler arasında korelasyon analizi yapılmıştır.



Analizler sonucu, arazi meyili arttıkça odunun radyal sertliğinin azaldığı ( $P$ -değeri = 0.0264), arazide denizden olan yükseklik arttıkça odunun hacim daralmasının arttığı ( $P$ -değeri = 0.0274), toprağın asidliği azaldıkça odunun enine kesit sertliğinin arttığı ( $P$ -değeri = 0.0134) belirlenmiştir. Ayrıca, ölü-örtü organik maddesinin azot içeriği arttıkça odununun teğet kesit sertliği ( $P$ -değeri = 0.0085), odunun teğet yönde genişlemesi ( $P$ -değeri = 0.0237), hacim genişlemesi ( $P$ -değeri = 0.0191), hacim daralması ( $P$ -değeri = 0.0228), şok direnci ( $P$ -değeri = 0.0478) değerlerinin azaldığı, organik maddedeki fosfor içeriğinin artmasıyla radyal genişlemenin arttığı ( $P$ -değeri = 0.0002), boyuna genişleme ise azaldığı ( $P$ -değeri = 0.03) belirlenmiştir. Organik maddenin potasyum içeriğinin ise kayın odununun hacim daralmasıyla ters orantılı olduğu ( $P$ -değeri = 0.0357) ortaya çıkmıştır.

Türkiye'nin giderek artan odun talebini karşılayabilmesi için orman alanlarından doğal yollarla odun yetiştirmesine güvenmeyip daha yoğun işletme tedbirleri alması gerekmektedir. Öncelikle kaliteli ve daha fazla odun yetişmesini etkileyen ekosistem özellikleri belirlenerek odun üretimine en elverişli yerler ayrılıp bu alanlarda silvikültürel işlemlere yoğunluk kazandırılmalı ve odun yetiştirilmesine fazla elverişli olmayan alanlarda ormanın başka işlevleri için planlanmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Araştırma süresince göstermiş olduğu anlayış ve rehberliği için tez danışmanım Oktay YILDIZ'a, laboratuvar çalışmalarında öneri ve yorumlarda bulunan Suleyman KORKUT'a, arazi çalışmalarında yardımcı olan Orman İşletme Şefi Yusuf SOYSAL' a, deney örneklerinin hazırlamasında bana her türlü olanağı sunan Düzce Entegre Orman Ürünleri sahipleri: Şükrü İNALBAY, Burhan CABOĞLU, İrfan CABOĞLU ve firma çalışanlarına, örneklerin kesiminde makinelerinden yararlandığım Berşa Mobilya ve Dekorasyon sahipleri; Ayhan ÖNDER ve Filiz ÖNDER'e, Sertoğlu Ağaç sahipleri Halit SERT ve Halis SERT'e, çalışmalar sırasında yardımcı olan meslektaşım Bülent TOPRAK ve Yaşar Selman GÜLTEKİN'e teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalar sırasında bana sonsuz anlayış gösterip destekleyen eşim Muhterem BİRCAN ve fazla ağlamayan oğlum Yiğit Alp BİRCAN'a da şükranlarımı sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ABSTRACT.....	IV
ÖZET.....	VII
TEŞEKKÜR.....	X
İÇİNDEKİLER.....	XI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XV
<b>BÖLÜM</b>	
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Doğu Kayını ( <i>Fagus orientalis</i> Lipsky.....	3
1.2. Toprak ve Organik Madde .....	5
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>7</b>
2.1.Çalışma Alanı.....	7
2.2. İklim .....	7
2.3. Anakaya, Arazi Yapısı ve Toprak Özellikleri.....	8
2.4. Bitki Örtüsü.....	8
2.5. Yöntem.....	9
2.5.1. Örneklerin Toplanması ve Analizleri.....	9
2.5.1.1. Organik Madde.....	9
2.5.1.2. Toprak.....	10
2.5.1.3. Ağaçların seçimi ve alt örneklemelemlerin yapılması.....	11
2.5.1.4. Test Örneklerinin Hazırlanması.....	12

2.5.1.4.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi.....	13
2.5.1.4.1.1. Yoğunluk .....	13
2.5.1.4.1.1.1. Hava Kuru Yoğunluk.....	14
2.5.1.4.1.1.2. Tam Kuru Yoğunluk.....	15
2.5.1.4.1.2. Çalışma (Sorpsiyon) Denemeleri.....	15
2.5.1.4.2. Mekanik özelliklerin belirlenmesi.....	18
2.5.1.4.2.1. Basınç Direnci.....	18
2.5.1.4.2.2. Eğilme Direnci.....	19
2.5.1.4.2.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	21
2.5.1.4.2.4. Dinamik Eğilme Direnci.....	23
2.5.1.4.2.5. Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Direnci.....	24
2.5.1.4.2.6. Yarıлма Direnci.....	25
2.5.1.4.2.7. Sertlik Değeri (janka Sertlik).....	26
2.5.1.4.2.8. Liflere Paralel Çekme Direnci.....	28
2.6. İstatistiki Analizler .....	30
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	31
2.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR.....	42

## ÇİZELGELER DİZİNİ

**ÇİZELGE 1.** Batı Karadeniz kıyı bölgesinde yetişen kayın ormanlarından odunun yetişme ortamı değişkenleriyle ilişkisini belirlemek için örneklenen kayın ağaçları ve örnekleme noktalarına ait veriler .....12

**ÇİZELGE 2.** Batı Karadeniz kıyı bölgesinde yetişen kayın ormanlarından odunun yetişme ortamı değişkenleriyle ilişkisini belirlemek için alınan toprak örneklerine ait veriler .....31

**ÇİZELGE 3.** Batı Karadeniz kıyı bölgesinde yetişen kayın ormanlarından odunun yetişme ortamı değişkenleriyle ilişkisini belirlemek için alınan ölü-örtü organik maddesi örneklerine ait veriler .....32

**ÇİZELGE 4a.** Örnekleme sahalarından en-düşük yükseltiden alınan kayın odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait değerler.....32

**ÇİZELGE 4b.** Örnekleme sahalarından orta yükseltiden alınan kayın odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait değerler. ....33

**ÇİZELGE 4c.** Örnekleme sahalarından en üst yükseltiden alınan kayın odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait değerler. ....34

**ÇİZELGE 5.** Batı Karadeniz kıyı bölgesinde yetişen  
kayın ormanlarında odunun yetişme ortamı değişkenleriyle  
ilişisini gösterir *Pearson* korelasyon katsayıları .....38

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>ŞEKİL 1.</b> Deneme Noktalarından Ölü-örtü Organik Maddesinin Toplanması.....	9
<b>ŞEKİL 2.</b> Deneme Alanlarından Toprak Örneklerinin Alınması.....	10
<b>ŞEKİL 3.</b> Deneme Ağaçlarından Kesilen Tomruklar.....	12
<b>ŞEKİL 4.</b> Seçilen Tomruklardan Alınan Kalas Örnekleri.....	13
<b>ŞEKİL 5.</b> Yoğunluk Tayini İçin Hazırlanan Örneklerin İklimlendirme Odasında %12 Nem Oranına İninceye Kadar Bekletilmesi.....	14
<b>ŞEKİL 6.</b> Daralma Deneyi İçin Hazırlanan Örneklerin Suda Bekletilmesi.....	16
<b>ŞEKİL 7.</b> Basınç Direnci Deneyi.....	19
<b>ŞEKİL 8.</b> Eğilme Direnci Deneyi.....	20
<b>ŞEKİL 9.</b> Eğilmede Elastikiyet Modülü Deneyi.....	22
<b>ŞEKİL 10.</b> Dinamik Eğilme Direnci Deneyi.....	23

<b>ŞEKİL 11.</b> Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Direnci Deneyi.....	24
<b>ŞEKİL 12.</b> YarıлмаDdirenci Deneyi.....	26
<b>ŞEKİL 13.</b> Sertlik Deneyi.....	27
<b>ŞEKİL 14.</b> Liflere Paralel Çekme Direnci Deneyi.....	29







## 1.GİRİŞ

Odun ürünlerine olan talep her geçen gün artarken başka amaçlı kullanımlar nedeniyle odun üreten orman alanları giderek daralmaktadır. Ayrıca uluslararası düzenlemeler ve yasaklar da doğal orman alanlarından odun üretimini sınırlandırmaktadır. Örneğin, sertifikalı veya eko-etiketli ürünlerin dışındaki orman ürünlerinin alım ve satımı giderek sınırlandırılmaktadır. Sertifikalı odun üretimi ise genelde yoğun ormancılık faaliyetlerini kısıtlayan sahalardan elde edildiği için piyasaya odun arzı geleneksel yöntemlerle üretilen sertifikasız odunlardan çok daha azdır. Dolayısıyla giderek sıkılaştıran çevre düzenlemeleri odun piyasasına arzı daha da daralmaktadır. İklim değişikliği çerçeve antlaşmasını imzalayan Türkiye'nin Kyoto protokolünü de imzalamasıyla Türkiye'deki odun üretimi ve ticaretindeki denetimi daha da sıkılaştıracaktır. Türkiye bir taraftan çevre ve kaynakların sürdürülebilir kullanımıyla ilgili uluslararası sözleşmelerin hemen hemen hepsine taraf olup, beş yıllık kalkınma planlarında da sürdürülebilir kaynak kullanımına sürekli vurgu yaparken, diğer taraftan da çoğu kaynakta olduğu gibi odun hammaddesinde de kıtlık çekmektedir.

Dünyadaki toplam orman alanları 3.9 milyar hektar olup yılda 12 milyon ha orman alanı başka kullanım amaçlı yok edilmektedir. Dünyada kişi başına odun tüketimi 0.7 m<sup>3</sup> olup şu anki nüfus artış hızına göre odun talebi yılda 70 milyon m<sup>3</sup> artmaktadır (Kimmins, 1987). Çoğu toplumlar şimdiden odun açığıyla karşı karşıya gelmiştir. Odun açığını kapatmak için ağaçlandırma çalışmaları bir yandan sürmekte ise de Dünya nüfusunun hızla artmasından dolayı orman ürünlerine olan talebin

doğal ormanlara baskıyı azaltmak için kurulan ağaçlandırma sahalarından elde edilecek odun üretimiyle de karşılanması olasıdır (FAO, 2001).

Türkiye orman kaynakları ve odun üretimi bakımından dünya ortalamasının altında olan ülkeler arasındadır. Türkiye'nin yasal olarak 21 milyon hektar orman alanı bulursa da bu alanların ancak yarısı odun üretimi açısından verimli orman olarak nitelendirilmektedir. Türkiye'deki kuru ormanlarında yaklaşık 1.2 milyar m<sup>3</sup> odun ve baltalık ormanlarında yaklaşık 125 milyon ster odun serveti bulunmakta olup kuru ormanlarında yıllık 31 milyon m<sup>3</sup> ve baltalık ormanlarda da yaklaşık 6 milyon ster büyüme sağlanmaktadır. Türkiye'deki tüm ağaçlardan elde edilen yıllık üretim miktarı da 11.3 milyon m<sup>3</sup> kuru ve 6.7 milyon ster baltalık odunudur. Toplam odun üretimini orman alanına kıyasladığımızda Türkiye ormanlarından hektar başına yıllık odun üretimi 1 m<sup>3</sup> ün altındadır. Ayrıca ağaçların yaşlı olmaları ve orman bakımlarının yetersiz olması dolayısıyla da üretilen odunların kalitesinin düşük olması odun endüstrisindeki açığın sadece sayısal olarak değil kalite olarak da çok büyük olduğunu göstermektedir. Bu nedenle artan talebi üretimin karşılayamaması sonucu Türkiye her yıl 1 milyon m<sup>3</sup> 'ün üzerinde odun ithal etmektedir (FAO, 2005).

Dolayısıyla Türkiye'de ormancılığının en önemli sorunu gelecek nesillerin daha da artacak olan ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan ve yeterli miktarda doğal orman ekosistemlerini koruyarak toplumun ihtiyaçlarının nasıl karşılanacağıdır. Orman Bakanlığı Türkiye Ulusal Ormancılık Programı (2004–2023)'nda odun üretimi yapılan alanlardan iç ve dış piyasada rekabet edebilecek özelliklerde ve sürdürülebilir olarak odun üretilmesine vurgu yapılmıştır. Sürdürülebilirlik ilkesinin ulusal ormancılık politikasının temel bileşenlerinden olduğu, sürdürülebilir kalkınma için orman kaynaklarının da sürdürülebilir bir şekilde işletilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Anonim, 2004).

Orman ürünlerine olan ve hızla artan talepleri karşılamak için ormanların doğal olarak büyümesine güvenemeyiz. Doğal ormanların verim güçlerinin ve üretilen odun kalitesinin yoğun ormancılık faaliyetleri ile artırılması ve bunun sürdürülebilir bir şekilde yapılması gerekmektedir (Kozlowski, 2002). Bunun için odun üretimi bakımından önemli kayın, sarıçam, kızılçam, göknar, ladin vb. türlerle ilgili temel ve uygulamalı araştırmaların artırılması gerekmektedir.

### **1.1. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky)**

Balkanlar'dan başlayarak Türkiye, Kafkasya ve kuzey İran üzerinden Kırım'a kadar yayılış gösteren doğu kayını, Türkiye ormanlarının yaklaşık 1.7 milyon hektar alanında yayılış göstermekte olup Türkiye orman alanlarının % 8 ini oluşturmakta ve ağaç türleri arasında da 4. yayılış genişliğine sahip bir türdür. Türkiye'de her yıl yaklaşık 70 bin ha kayın ormanı gençleştirilmekte ve bu gençleştirme çalışmaları sırasında 2.2 milyon m<sup>3</sup> eta alınmaktadır. Bu bakımdan kayın ormanlarından üretilen odun miktarı tüm ağaçlardan alınan odun miktarının beşte biri gibi çok önemli kısmını oluşturmaktadır (Anonim, 2006).

Doğu Kayını 30-40 m ye kadar boylanan, 1 m'nin üstünde çap yapabilen düzgün gövdeli I. sınıf odun üretebilen bir türdür (Anonim, 1985). Orta çapı 1.5 metreye, kullanılabilir gövde uzunluğu ise 20 metre kadar çıkabilir. Odunu kırmızımsı beyaz renkte olup diri- ve öz-odun arasında renk farkı görülmez. Diri odun genişliği 5-15 cm arasında değişmekte olup dağınık traheli ve yıllık halka sınırları yaz odunu tabakasında trahelerin az sayıda olması nedeniyle belirgindir. Traheler küçük çaplıdır. Yaklaşık 0.5 – 0.1 mm aralıkla uzanan geniş öz ışınları çıplak gözle dahi görülebilmekte ve kalın öz ışınları yıllık halka sınırında genişlemektedir. Radyal yüzeylerde koyu renkli geniş aynacıklar, teğet kesitte

kırmızımsı iğ şeklinde lekeler halinde bulunur. Öz ışınları radyal kesitte yüzeyin yaklaşık % 10'unu kaplarlar. Odunu düzgün lifli, ince ve yeknesak tekstürlü, sert ve ağırdır (Yaltırık ve Efe, 2000).

Dağınık traheli olan kayın odununda, traheler yaz odununa doğru gidildikçe azalmakta ve daralmaktadır. Yuvarlak, oval yada köşeli şekillerde olabilen traheler  $\text{mm}^{-2}$ 'de 80-180 adet olup teğet çapları 60-80  $\mu\text{m}$ 'dur. Trahelerde gruplaşma, İlkbahar odununda daha yüksek orandadır. Perforasyon tablaları basit ve yaz odunundaki küçük çaplı trahelerde 20 bölmeye kadar merdivenimsidir. Perforasyon tablası trahe hücrelerinin uç kısımlarında enine, oblik ve dikine yönde bulunabilirler. Traheler arası geçitler horizontal sıralı veya bazen merdivenimsi olabilir. Öz odununda içleri yabancı maddelerle dolu traheler bulunabildiği gibi tüller de bulunabilir. Boyuna paranzimler çok sayıda, apo-traheal dağınık ve teğet sıralıdır. Çok nadir olarak heterojen öz ışınlarına rastlanmakta, trahelerle karşılaşma yerlerinde büyük geçitler görülmektedir (Yaltırık ve Efe, 2000).

Kayın odununun yoğunluğu (D) yaklaşık  $0.68-0.72 \text{ g cm}^{-3}$ , hacim ağırlığı (R)  $0.53 \text{ g cm}^{-3}$ , daralma yüzdesi  $\beta_r = \% 5.8$ ,  $\beta_t = \% 11.8$ ,  $\beta_v = \% 17.9$ 'dir. Ayrıca elastikiyet modülü (E-Mod)  $15\,700 \text{ N mm}^{-2}$ , eğilme direnci ( $\sigma$ )  $120 \text{ N mm}^{-2}$ , çekme direnci ( $\sigma //$ )  $132 \text{ N mm}^{-2}$ , basınç direnci ( $\sigma //$ )  $60 \text{ N mm}^{-2}$ , dinamik eğilme direnci (a)  $0.98 \text{ k N mm}^{-2}$ , makaslama direnci ( $\tau$ )  $9.9 \text{ N mm}^{-2}$ , radyal yarıлма direnci ( $\sigma$ )  $0.74 \text{ N mm}^{-2}$ , teğet yarıлма direnci( $\sigma$ ) $1.07 \text{ N mm}^{-2}$ , liflere paralel brinell sertlik(H)  $54.9 \text{ N mm}^{-2}$ , liflere dik brinell sertlik (H) ise yaklaşık  $27 \text{ N mm}^{-2}$ , dir (As ve Ark., 2001).

Kayın odunu kolay ve çabuk kuruyabilmekte ve çatlama, çarpılma, kabuklaşma ve hücre çökmeleri gibi kurutma kusurlarına karşı yatkınlığı azdır. Odunun körleştirme etkisi orta derece olup soyulabilirliği, kesilebilirliği ve tornada

işlenebilirliği iyidir. Ayrıca yapıştırma ve yüzey işlemlerinde fazla sorunlu değildir. İyi renk verilebilir ve iyi cila kabul eder (Yaltırık ve Efe, 2000).

Kayın odunu geniş bir kullanım alanına sahiptir. Masif mobilya, bükme mobilya, spor aletleri, alet sapları, tornacılıkta, kontra plak, kaplama levha, parke, yonga levha, lif levha ve kağıt odunu, oluklu mukavva travers vb. yapımında kullanılabilir (Yaltırık ve Efe, 2000).

## **1.2. Toprak ve Organik Madde**

Kayın gölgeli bakılarda yayılış gösterir (Anonim, 1985; Atay, 1987; Atay, 1990). İyi yetişme ortamlarında yaklaşık 25-30 yıl gölgeye dayanabilen (Atay, 1987) kayın genelde % 60'a kadar eğime sahip yamaçlarda verimli, süzekliği ve havalanma şartları iyi, orta- ve derin topraklarda (30-100 cm) iyi gelişme gösteren bir ağaç türüdür (Atay, 1987; Atalay, 1992).

Bitki, hayvan ve mikrobiyal canlı kalıntularından oluşan ve toprağın en önemli bileşeni olan organik madde (OM) topraktaki bitki ve hayvanlar için enerji ve besin deposudur (Kilham, 1995). OM ekosistemdeki azot (N), fosfor (P) ve kükürt (S)'in ana deposudur, toprağın fiziksel yapısı, hava ve su içeriği OM ile birlikte artar. Fisher ve Binkley (2000) OM'yi toprak motorunu çalıştıran yakıtı benzetmektedir. Topraktaki yaşamın çok büyük bir kısmı topraktaki OM'yi enerji kaynağı olarak kullanmaktadır. OM'nin ayrışmasıyla salınan inorganik N orman topraklarındaki yararlanılabilir N'in en önemli kaynağıdır. Kayının yetiştiği orman alanlarında topraklar genelde asidik olup bitki beslenmesi açısından verimlidir.

Bu çalışmanın amacı; Türkiye'de odun üretimi açısından en önemli türlerden biri olan kayın ağaçlarının yetiştiği ortamlardaki bazı ekosistem değişkenleriyle (arazi eğimi, yükselti, toprak ve ölü-örtü besin içerikleri vb.) odunun fiziksel ve

mekanik özelliklerinin nasıl değiştiğini ortaya koymaktır. Böylece orman ekosistemlerinde endüstriyel açıdan kaliteli odun üretilecek sahaların belirlenmesi ve ayrıca orman anlarının diğer kullanım amaçlı (koruma, biyolojik çeşitlilik, rekreasyon, su üretimi vb.) olarak ta ayrılması açısından işletmecilere yardımcı olacak veri üretmektir.



## **2. MATERYAL VE YÖNTEM**

### **2.1.Çalışma Alanı**

Araştırma sahaları, Batı Karadeniz kayın ekosistemlerini temsilen Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Akçakoca İşletme Müdürlüğüne bağlı Deredibi İşletme Şefliği'ndeki kayın meşcerelerinden belirlenmiştir.

Deredibi Orman İşletme Şefliği Batı Karadeniz Bölgesi'nin kıyı kesiminde coğrafi olarak, 40<sup>0</sup> 07' 05'' – 41<sup>0</sup> 05' 25'' kuzey enlemleri ile 31<sup>0</sup> 03' 26'' – 31<sup>0</sup> 12' 46'' doğu boylamları arasında yer almaktadır. İşletme Şefliği Ormanları Akçakoca-Düzce yolunun batısında Akçakoca İlçesi'nin güney kısmında yer almaktadır. İşletme ormanlarının kuzey sınırını Karadeniz kıyı çizgisi oluşturmaktadır. Ormanlar yaklaşık 150 metre yükseltiden başlayıp 1100 metreye kadar çıkmakta ve hakim bakı kuzeydir. Şeflik sınırları içerisinde kalan 12 bin ha sahanın yaklaşık % 40'ı ormanlarla kaplı olup bu ormanların tamamı saf kayın veya çoğunluğu karışık yapraklı ormanlardan oluşmaktadır.

### **2.2. İklim**

Araştırma sahaları Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer almakta olup Karadeniz'in doğu bölgelerine göre daha az yağış almaktadır (Özyuvacı, 1999). .

Araştırma sahalarına en yakın olan Akçakoca meteoroloji istasyonundan alınan verilere göre Akçakoca'nın ortalama sıcaklığı 13 C<sup>0</sup>, ortalama yıllık yağış 1072 mm olmasına rağmen yaz aylarında ortalama yağış diğer aylara göre düşüktür. Vejetasyon dönemi Nisan ayında başlamakta ve ekim sonlarına kadar sürmektedir.

Fakat örnekleme alanları ile Akçakoca İlçesi arasında yaklaşık 750 m yükseklik farkı olduğundan toplam yağış meteoroloji tarafından kaydedilenden daha fazla, ortalama sıcaklık daha düşük ve kışlar daha sert geçmektedir. Dolayısıyla vejetasyon dönemi daha kısa sürmektedir.

### **2.3. Anakaya, Arazi Yapısı ve Toprak Özellikleri**

Bölgenin büyük bir bölümü volkanik kayalardan oluşmuştur. Kuzey kesimlerde denize yakın olan yerler ile güneyde bazı yerler gevşek alüviyal yataklardan oluşmuştur (Anonim, 2005). Yalıtık ve ark (1953) güney yamaçlarda Pleistosen Alüvyonu, kuzeye doğru Eosen-kalker kumlu şist ve andezit alanları bulunduğunu belirtmiştir. Bölgenin kuzeyinde bulunan ana kayalarda kretase oluşumu en geniş yayılışa sahiptir. Çalışma sahalarındaki toprak derinliği ortalama 80–90 cm'den fazladır. Tanecik bileşimi killi balçıktan kumlu balçığa kadar değişmekte olup yöredeki topraklar USDA toprak sınıflandırma sistemine göre Typic Haplumbrepts olarak adlandırmaktadır (Kantarcı, 2000). Bu topraklar eski Avrupa ve Amerika sınıflandırmasına göre acid kahverengi orman toprakları olarak adlandırılmaktadır (Tavernier ve Smith, 1957). Karadeniz bölgesindeki kayın ve alt tabakada orman gülünün bulunduğu meşcerelerde toprak pH'sı genelde 4.5–6 arasında değişmektedir (Atalay, 1992). Bölgedeki topraklar genelde asidik olduklarından yangın toprak pH'ını arttırarak makro-besin elementlerinin yararlanılabilirliğini arttırabilir (Yıldız ve ark., 2004)

### **2.4. Bitki Örtüsü**

Araştırma sahaları Euro-Siberian flora bölgesinin Euxin kesiminde yer almaktadır (Anşin, 1983, Atalay, 1994). Araştırma sahalarında ormanın üst

tabakasının büyük bir kısmı 100+ yaşında kayın ağaçlarıyla kaplı olup karışıma % 10-20 arası kestane (*Castanea sativa*) ve az miktarda akçaağaç (*Acer compestre*, *A. platonoides*, *A. troutvetteri*), katılmaktadır. Çoğunluğunu mor çiçekli orman gülünün oluşturduğu çalı tabakasında az miktarda orman sarmaşığı (*Hedera helix*) ve çoban-püskülü (*Ilex aquifolium*) bulunmaktadır. Otsu tabakada orman gülünün olmadığı kısımlarda mürver (*Sambucus ebulus*), İngiliz çimi (*Lolium perene*), sarmaşık (*Tamus communis*), noel gülü (*Helleborus orientalis*), sütleğen (*Fleuphorbia anygdaleides*) ve eğrelti (*Pteridium aquilinum*) gibi türler bulunmaktadır.

## **2.5. Yöntem**

### **2.5.1. Örneklerin Toplanması ve Analizleri**

#### **2.5.1.1. Organik Madde**

Her deneme alanından rastgele yöntemle 5 adet 30\*30 cm büyüklüğündeki örnek alanlardan mineral toprak üzerindeki ölü-örtü tamamen toplanmıştır (Şekil 1).



**Şekil 1.** Deneme noktalarından ölü-örtü organik maddesinin toplanması.

Ölü-örtünün besin yoğunluğunun tespiti için fırınlarda 65 C<sup>0</sup> 48 saat kurutulan örnekler kahve öğütücülerinde öğütülüp un haline getirilerek analizleri yapılmıştır. Organik maddedeki toplam N CN (LECO True space) analiz makinesi ile kuru yakma yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Diğer makro-besin analizleri için (P, K, Ca ve Mg ) bitki örnekleri önce nitrik ve perklorik asit karışımında digest edilip (Jones ve Case, 1990). Daha sonra P yoğunluğunun belirlenmesi için Spectrofotometre. Kalsiyum ve Mg yoğunluğunun belirlenmesi için Perkin-Elmer 3110 Atomic Absorption Spectrometer, Potasyum için Jenway Flame Photometer kullanılmıştır.

#### **2.5.1.2. Toprak**

Sahalardaki toprağın besin yoğunluklarını ve pH'ını belirlemek için, her bir örnekleme noktasından rastgele seçilen 5 noktadan OM mineral toprağa kadar toplandıktan sonra aynı yerden 0-10 ve 10-20 cm toprak derinliklerinden 100 cm<sup>3</sup> lük toprak örnekleme silindirleri (AMS soil Core samplers) ile toprak örneği alınmıştır (Şekil 2).



**Şekil 2.** Deneme Alanlarından Toprak Örneklerinin Alınması.

Toprak örnekleri hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm lik ve 0.5 mm'lik eleklerden geçirilerek fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Toprağın asitliğini belirlemek için hava kurusu toprak örnekleri saf su karışımı ile pH metre kullanılarak çözelti asitliği olarak belirlenmiştir (Thomas, 1996). Toplam C ve N yine kuru yakma metodu ile (LECO True space) belirlenmiştir. P ve S analizleri örnekler nitrik ve perklorik asitte digest edildikten sonra spektrofotometrede, değişebilir katyonlar amonyum asetatla ekstrakt edilerek Ca ve Mg atomik absorpsiyon ve K flame photometrede okunmuştur.

Toprak örneklerinin fiziksel analizleri Bouyoucos Hidrometre Yöntemi'ne göre yapılmıştır. Toprağın tanecik bileşimi, örneklerin kum, kil ve toz miktarlarına göre Uluslararası Tekstür Üçgeni'nden yararlanılarak belirlenmiştir.

### **2.5.1.3. Ağaçların seçimi ve alt örnekleme yapılmaması**

Kayının yayıldığı alt rakımdan üst rakıma kadar farklı yükselti ve bakılardan 6 saha seçilmiştir. Bu altı sahanın her birinde sahayı temsil edecek şekilde 100 m aralıklarda üçgen oluşturacak şekilde, göğüs yüzeyi çapı 30-45 cm'ler arasında reaksiyon odunu olmayan düzgün gövdeli üç ağaç belirlenerek numaralandırılmıştır. (Çizelge 1). Deneme alanı içerisindeki ağaçlar göğüs çapından ölçülmüş ve kuzey yönleri belirlenerek motorlu testerelerle ağaçlar kesilmiştir (TSE 4176). Ağaçlar kesildikten sonra ağacın boyu, orta boy çapı, ilk kuru dalın ağacın dibinden olan uzaklığı, ilk yaş dalın ağacın dibinden olan uzaklığı, çatallanmanın (varsa) yine ağacın dibinden olan uzaklığı kaydedilmiştir (Şekil 3).



**Şekil 3.** Deneme Ağaçlarından Kesilen Tomruklar

**Çizelge 1.** Batı Karadeniz kıyı bölgesinde yetişen kayın ormanlarından odunun yetişme ortamı değişkenleriyle ilişkisini belirlemek için örneklenen kayın ağaçları ve örnekleme noktalarına ait veriler

Değişken	Ortalama	St. Sapma	En düşük	En yüksek
Rakım (m)	722	205	450	950
Meyil (%)	49	21	15	70
Ağaç çapı (cm)	37	1.47	35	39
Ağaç boyu (m)	25	2.8	21.5	28

#### 2.5.1.4. Test Örneklerinin Hazırlanması

Kesilen ağaçlardan 2 ile 4 m yüksekliği arasında kusursuz silindirik yapıda 1.5 m'lik gövde kısımları alınarak, numaralandırılmış ve kesim atölyesine taşınmıştır. Her tomruktan 4 ana yönden kalınlığı en az 6 cm kalınlığında birer adet kalas alınmıştır (TSE 2470 ve TSE 53, Şekil 4).





**Şekil .4.** Seçilen tomruklardan alınan kalas örnekleri

#### **2.5.1.4.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi**

##### **2.5.1.4.1.1. Yoğunluk**

Yoğunluk tayini için TS 2472(1976) esaslarına uyulmuştur. Önce yoğunluk örneklerinin elde edileceği tekerlek şeklindeki kısa gövdelerin kuzey-güney ve doğu-batı yönünde ve aralama işlemlerinden sonra oluşmuş odun kısmı işaretlenmiştir. İşaretlenen kısımlar bir tarafı kabuklu olacak şekilde, aralama işlemlerini gösteren işaretten yıllık halka kaybı olmamasına gayret edilerek kesilmiştir. Örneklemeye kesimlerine kabuğa yakın kısımlardan başlanmıştır. Kabuk dikkatli bir şekilde testereye azar azar kestirilmiştir. Bu kısımda son yıllık halkalarda bir kayıp olmaması için bir miktar kabuk bırakılmış daha sonra bu az miktarda kalan kabuk kısımları zımparalama işleminde uzaklaştırılmıştır.

#### 2.5.1.4.1.1.1. Hava Kurusu Yoğunluk

Yoğunluk örnekleri, iklimlendirme dolabında  $20 \pm 2 \text{ C}^0$  sıcaklık ve  $\% 65 \pm 5$  bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlilerinin yaklaşık olarak  $\%12$  olması sağlanmıştır (Şekil 5).



**Şekil 5.** Yoğunluk tayini için hazırlanan örneklerin iklimlendirme odasında  $\%12$  nem oranına ininceye kadar bekletilmesi

Örnek boyutları  $\pm 0.01$  mm duyarlıkta ölçme yapabilen dijital ölçme aletleriyle ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır. Örneklerin ağırlıkları  $\pm 0.001$  g duyarlıklı analitik terazide belirlenmiş ve aşağıdaki formül  $\% r$  rutubetindeki yoğunlukları hesaplanmıştır.

$$D_r = W_r / V_r,$$

Denklemden;

$D_r = \%r$  rutubetteki yoğunluğunu ( $\text{g cm}^{-3}$ ),  $W_r = \%r$  rutubetteki ağırlığını (g) ve  $r = \% r$  rutubetteki hacmini ( $\text{cm}^3$ ) ifade etmektedir.



#### **2.5.1.4.1.1.2. Tam Kuru Yoğunluk**

Örnekler, kurutma dolabına konmuş ve kurutma dolabı sıcaklığı kademeli olarak 50, 75 ve 103 ± 2 C<sup>0</sup> ye çıkartılmıştır. Bu sıcaklıkta örnek ağırlıkları sabit kalıncaya kadar bekletilmiştir. Bu süreyi belirlemek için kurutma dolabı içerisinde farklı yerlerden (alt ve üst raftan, dolabın ön, arka ve yan tarafından ve orta kısmında yer alan örneklerden) örnekler seçilmiştir, belli aralıklarla kurutma dolabından çıkartılan örnekler desikatörde soğutulmuş ve ağırlıkları verilerek ölçülmüştür. Arka arkaya iki ölçüm arasında fark olmadığında kurutma işlemine son verilerek örnekler desikatöre alınmıştır. Örnek boyutları ± 0.01 mm duyarlıkta ölçme yapabilen dijital kompas ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır. Örneklerin ağırlıkları ± 0.001 g duyarlıklı analitik terazide belirlenmiş ve aşağıdaki formül yardımıyla tam kuru yoğunlukları hesaplanmıştır.

$$D_o = W_o / V_o$$

Denklemden;

$D_o$  = tam kuru yoğunluğu (g cm<sup>-3</sup>),  $W_o$  = tam kuru ağırlığı(g) ve  $V_o$  = tam kuru hacmi(g cm<sup>-3</sup>) ifade etmektedir.

#### **2.5.1.4.1.2. Çalışma (Sorpsiyon) Denemeleri**

Lif doygunluğu noktasına kadar odun, bünyesine su almak sureti ile genişlemekte, su vermekle de daralmaktadır. Odun boyutlarında bu şekilde meydana gelen değişmeye “çalışma” denmektedir. Çalışma deneyleri için örnekler, 2 metrelik gövde kısımlarından elde edilmiştir. Tür Standartlarında genişleme şişme olarak, daralma ise çekme olarak adlandırılmaktadır. Çalışma denemeleri TS 4083, 4084, 4085, 4086 ya uygun olarak yürütülmüştür. Deney örnekleri 20\*20\*10-30 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Standartta örnek boyutu 20\*20\*10-30 mm olarak belirtilmiştir.

Daralma miktarlarını belirlemek için hava kurusu haldeki örnekler,  $20 \pm 2 \text{ C}^0$  sıcaklıkta damıtık su içerisine batırılarak bekletilmiştir. Örneklerin tamamen su içerisine batması üzerlerine seramikten daire şeklinde ve delikli bir ağırlık konularak sağlanmıştır. Seçilen birkaç örnekte 3 gün ara ile periyodik olarak ölçümler yapılmış ve bu örneklerde aynı yerden son iki ölçüm arasındaki fark 0.02 mm yi aşmaması durumunda örneklerin lif doygunluğu noktasına ulaştığı kabul edilmiştir. Daha sonra örnekler kısım kısım sudan çıkarılmış ve kurutma kağıdı ile suları alınmıştır. Örnek boyutlar  $\pm 0.01 \text{ mm}$  duyarlıkta ölçülmüştür (radyal ve teğet yöndeki ölçümlerde kompasın ölçüm kolları içerisinden tamamen alınarak, boyuna yöndeki ölçümlerde ise ortadan tek bir ölçüm yapılmıştır (Şekil 6).



**Şekil 6.** Daralma deneyi için hazırlanan örneklerin suda bekletilmesi

Örneklerin hızla su kaybederek çatlamasını önlemek için, deney örnekleri bir sürü laboratuvar koşullarında bekletildikten sonra kurutma dolabına yerleştirilmiştir. Örneklerde çatlama meydana gelmesini önlemek amacıyla kurutma dolabı sıcaklığı  $60-80-103 \text{ C}^0$  olmak üzere kademeli bir şekilde artırılmıştır. Örnekler kurutma fırınlarında  $103 \pm 2 \text{ C}^0$  sıcaklıkta kurumaya alınarak her 6 saatte bir periyodik olarak

tartılmış ve ağırlıkları değişmediği noktada tam kuru olduğuna karar verilmiştir. Tam kuru hale getirilen örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra boyutları  $\pm 0.01$  mm duyarlıkta ölçülmüş ve daralma oranları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

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

Denklemdede;

$\beta$ : daralma miktarını ifade etmektedir.

Boyuna, teğet ve radyal yöndeki daralma yüzdeleri ( $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ) için ayrı ayrı değerler hesaplanmış, hacimsel daralma miktarları ( $\beta_v$ ) ise daralma yüzdelerinin toplamından  $\beta_v = \beta_t + \beta_r + \beta_l$  olarak hesaplanmıştır. Genişleme yüzdelerinin belirlenmesi için hava kurusu örnekler önce kurutma fırınlarına konulmuş ve  $103 \pm 2$  C<sup>0</sup> sıcaklıkta tam kuru hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Desikatörde soğutulan örneklerin tam kuru boyutları ölçülmüştür. Daha sonra örnekler su içerisinde tam doygun hale gelinceye kadar daha önce açıklandığı şekilde su içerisinde bekletilmiştir. Boyutları değişmez hale gelinceye kadar su içerisinde bekletilen örnekler, kısım kısım sudan çıkartılmış ve kurutma kağıdı ile kurulanmıştır. Örneklerin boyutları  $\pm 0.01$  mm duyarlıkla ölçülmüş ve genişleme yüzdeleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

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

Denklemdede;

$\alpha$  = genişleme miktarını (%) ifade etmektedir.

Hacimsel genişleme miktarı ( $\alpha_v$ ), boyuna, teğet ve radyal yöndeki genişleme yüzdelerinin toplamından  $\alpha_v = \alpha_l + \alpha_t + \alpha_r$  olarak elde edilmiştir. Çalışma deneylerinde örnekler su içerisinde bekletildikten sonra kirlenmeden değiştirilmesine dikkat edilmiştir.

#### **2.5.1.4.2. Mekanik özelliklerin belirlenmesi**

Daha sonra bu kalaslardan mekanik özelliklerin belirlenmesi için yapılacak denemelerde kullanmak için her testle ilgili standartlar esas alınarak alt örnekleme yapılmıştır. Öncelikle liflere paralel doğrultuda makaslama direnci testleri için 30\*60\*80 mm boyutlarında numune çıkartılmış, daha sonra sırası ile janka sertlik testleri için 50\*50\*50 mm boyutlarında, yarıma direnci testleri için 50\*50\*94 mm boyutlarında, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü testleri 20\*20\*360 mm boyutlarında, liflere paralel doğrultuda basınç direnci testleri için 20\*20\*30 mm, dinamik eğilme direnci testleri için 20\*20\*300 mm boyutlarında numuneler hazırlanmıştır. Numuneler mekanik deneme testlerine uygun şekilde boyutlandırıldıktan sonra zımparalanmış ve TS 642'ye göre %12 hava kurusu hale gelinceye kadar klimatize edilmişlerdir.

##### **2.5.1.4.2.1. Basınç Direnci**

Liflere paralel yöndeki basınç dayanımı, liflere paralel yönde tesir eden ve ağaç malzemeyi sıkıştırmaya, ezmeye çalışan kuvvetlere karşı kırılma anındaki gerilmedir. Liflere paralel yöndeki basınçta kırılma sınırına yaklaşıldığında zaman numunede kuvvetli şekil değişmesi, ezilme meydana gelmekte, iç kısımlarda sert doku kısımları, yumuşak doku kısımları içerine doğru bir çökme göstermekte nihayet kırılma anında ise liflere meyilli durumda kayma, liflere paralel yönde yarıma ve numune içerisinde boşluklar oluşması gibi haller görülmektedir.

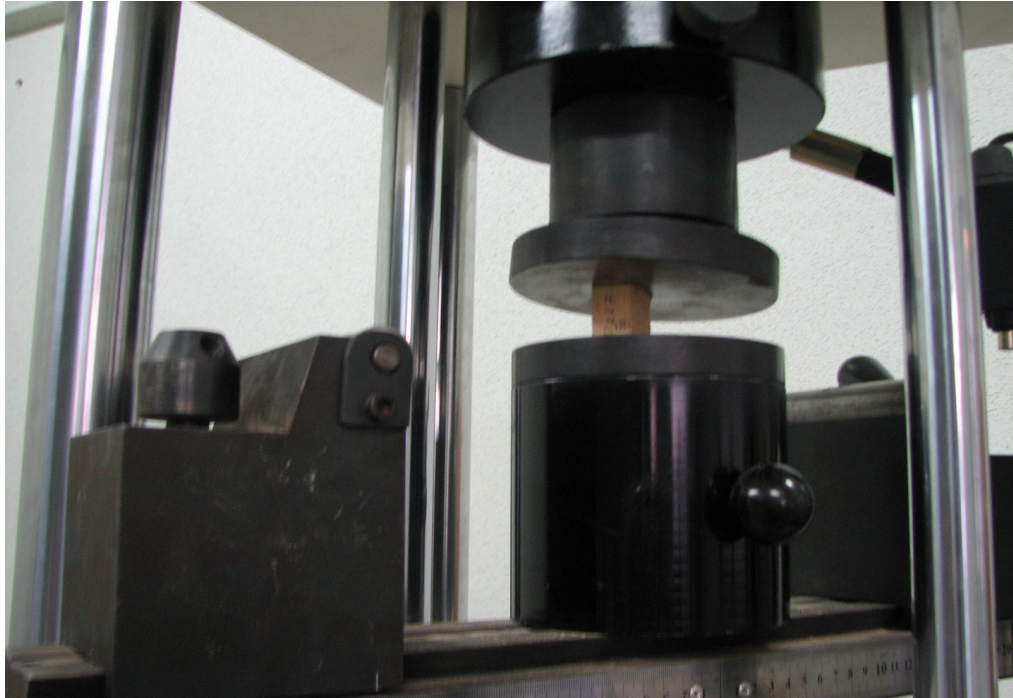
Bu deneme için TS 2595 standardı kullanılmıştır. Test numuneleri 20\*20\*30 mm ebatlarında hazırlanmıştır. Deney parçalarının en kesit boyutlarında 0.1 mm duyarlılıkta ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Deney hızı deney parçası yüklemeye başladıktan 1.5-2 dakika sonra kırılacak şekilde deney hızı ayarlanmıştır. Kırılma

anındaki Pmax değeri makine göstergesinden okunmuş ve kaydedilmiştir (Şekil.7) Elde edilen veriler aşağıdaki formülden yararlanılarak liflere paralel doğrultuda basınç miktarı bulunmuştur.

$$W = P_{max} / a.b \text{ kp cm}^{-3}$$

Denklemdede;

w = Liflere paralel basıncı (kp cm<sup>-2</sup>), Pmax = kırılma anındaki maximum yükü (kp), a ve b deney parçalarının enine kesit ölçülerini (cm) ifade etmektedir. Burada elde edilen değer yaklaşık olarak 10'a bölünerek, N mm<sup>-2</sup> cinsinden direnci hesaplanır.

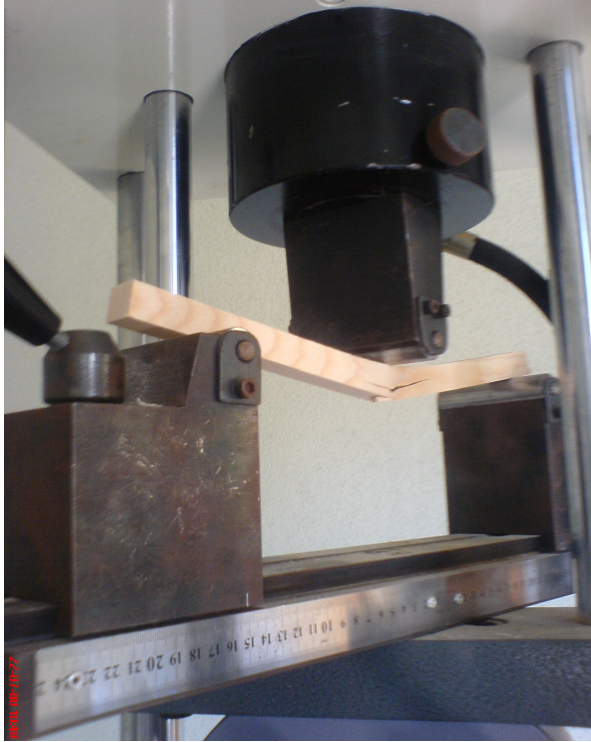


**Şekil 7.** Basınç direnci deneyi

#### **2.5.1.4.2.2. Eğilme Direnci**

Eğilme direnci denemeleri TS 2474'e göre yürütülmüş ve denemelerde 20\*30\*350 mm ebatlarında numuneler hazırlanmıştır. Deney öncesi numunelerin eni ve kalınlığı 0.1 mm duyarlılıkla ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

Örnekler deneme makinesinin dayanak noktaları üzerine radyal yönden olacak şekilde yerleştirilmiştir. Dayanak noktasındaki açıklık örnek kalınlığının 15 katı olacak şekilde ayarlanmıştır. Yükleme bir tek noktadan gerçekleştirilmiştir. Deney yükü değişmez bir yük ile yüklenmiştir. Deney parçaları yüklenmeye başladıktan  $1.5 \pm 0.5$  dakikada kırılacak şekilde deney hızı ayarlanmış ve kırılma anındaki maximum yük ( $P_{max}$ ) değeri makine göstergesinden okunarak kaydedilmiştir (Şekil 8).



**Şekil 8.** Eğilme direnci deneyi

Aşağıdaki formül yardımıyla eğilme direnci hesaplanmıştır.

$$bW = 3P_{max}.l/2b.h^2 \text{ N/mm}^2$$

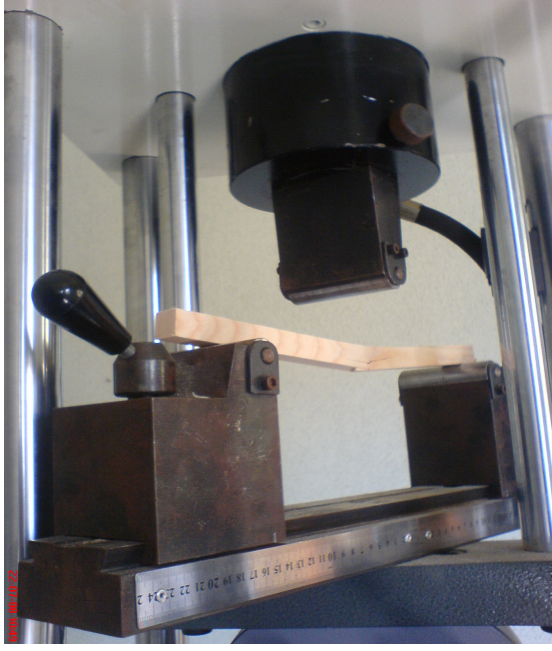
Denklemdede;

$P_{max}$  = kırılma anındaki maximum yükü (kp),  $l$  = dayanağı(cm),  $b$ = örneğin genişliğini (cm),  $h$  = örneğin kalınlığını (cm) ifade etmektedir. Burada elde edilen değer yaklaşık olarak 10'a bölünerek,  $N \text{ mm}^{-2}$  cinsinden dik eğilme direnci hesaplanır.

### **2.5.1.4.2.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü**

Elastikiyet Modülü soyut bir ölçüdür. Bir maddenin şekil değiştirme kabiliyetini ifade eder. Elastikiyet, katı bir maddede düşük gerilmelerle meydana gelen deformasyonların yük kaldırıldıktan sonra tekrar tamamen elde edilmesi ile tarif edilmektedir. Elastik özellikler katı maddelerde belli bir sınırın altında geçerlidir. Bu sınırın üzerinde plastik deformasyon veya kırılma meydana gelir. Elastik sınır içerisinde uygulanan yük kaldırıldığında meydana gelen deformasyon geri kazanılır. Elastik sınırların üzerine çıkıldığında uygulanan yükün kaldırılması durumunda oluşan deformasyon geri kazanılmaktadır. Örnekte artık kalıcı şekil değişikliklerinin meydana geldiği bu bölge yarı plastik bölge olarak adlandırılmaktadır ve oluşan deformasyon yarı plastik deformasyondur. Maximum yüklemenden sonra ( $P_{max}$ ) paça kırılmakta ve plastik deformasyon ortaya çıkmaktadır. Bu deneme TS 2478 no'lu Standarda göre yürütülmüştür. Denemeler içim 20\*20\*350 mm ebatlarında standartlara uygun şekilde hazırlanmış örnekler kullanılmıştır. Test numunelerinin genişlik ve kalınlığı 0.1 mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Dayanak noktaları arasındaki açıklık örnek kalınlığının 15 katı olarak ayarlanmıştır (Şekil 9). Elde edilen veriler aşağıdaki formülde yerine konulmuş ve Eğilmede Elastikiyet Modülü elde edilmiştir.





**Şekil 9.** Eğilmede elastikiyet modülü deneyi,

$$Eeğ = P\Delta L^3 / 4.b.h^3. \Delta f \text{ N/mm}^2$$

Burada ;

P = elastikiyet sınırı altında tatbik edilen yüklerin ortalamasını (kp), L= dayanak noktaları arasındaki açıklığı (cm), b = örnek genişliğini (cm), h = örnek kalınlığını (cm), ve f = P yüküne karşılık örnekte meydana gelen deformasyon (cm) ifade etmektedir.

Formüldeki P değerini bulmak için 3 adet örneğe kuvvet uygulanmıştır ve P max değerleri, yani kırılma anındaki max noktaları bulunmuştur. Bu değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Elde edilen değer 3'e bölünmüştür. Bulunan sayı a olsun. Bu a sayısı, en büyüğü a'yı geçmeyecek şekilde ardışık artan 3 sayıya ayrılır. Örneğin a sayısı 44 ise, aranan 3 sayı 14, 28, 42'dir. Dolayısıyla P değerleri, 14, 28, 42 kp kuvvet uygulandığı anda skalada okunan deformasyon miktarlarıdır. Formülde değerler yerine konulunca elde edilen değer yaklaşık olarak 10'a bölünerek, N mm<sup>-2</sup> cinsinden eğilmede elastikiyet direnci hesaplanır.



#### 2.5.1.4.2.4. Dinamik Eğilme Direnci

Dinamik Eğilme Direnci saniyenin binde biri gibi çok küçük bir zaman içerisinde meydana gelen bir direnç çeşididir. Yüksek dinamik eğilme direnci esnekliği, düşük dinamik eğilme direnci ise gevrekliği temsil etmektedir. Bu deneme TS 2477 standardına göre yapılmıştır. Test numuneleri 20\*20\*300 mm ebatlarında hazırlanmıştır. Deney numunelerinin en kesit alanları 0.1 mm duyarlılıkta ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Mesnetler üzerine simetrik olarak konulan deney parçası kuvvet yıllık halkalara teğet yönde bir çarpmada kırılmıştır (Şekil 10).



**Şekil 10.** Dinamik eğilme direnci deneyi

Deneye tabi tutulan örnekler tarafından bünyelerinde absorbe edilen iş miktarı belirlenerek, aşağıdaki formül yardımıyla dinamik eğilme direnci hesaplanmıştır.

$$A_w = A / F \text{ kg cm}^{-2} = \text{kN cm}^{-1}$$

Denklemdede;

$A_w$  = dinamik eğilme direncini ( $kg\ cm^{-2}$ ),  $A$  = örneğin numunesinde absorbe ettiği iş miktarını ( $kgm$ ) ve  $F$  = deney numunesinin en kesit alanını ( $b.h\ cm^2$ ) ifade etmektedir.

#### 2.5.1.4.2.5. Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Direnci

Makaslama dirençleri deneylerinde haç şeklinde ve iki makaslama yüzeyi içeren numuneler kullanılmıştır. Bu deney için  $30*60*80mm$  ebatlarında olan numuneler elde edilmiştir. Denemeler TS 3459'a uygun yapılmıştır. Denemelerden önce numunelerin makaslama yüzeyi kenarları  $0.1\ mm$  duyarlılıkla ölçülmüştür. Test numuneleri vakit kaybedilmeden teste tabi tutulmuştur. Deney parçalarına sabit bir yük uygulanmıştır. Kırılma anındaki max yükler belirlenmiş ve kaydedilmiştir (Şekil

11).



Şekil 11. Liflere paralel doğrultuda makaslama direnci deneyi

Makaslama direnci, elde edilen veriler ve aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$T = P_{max}/2.b.l$$

Denklemdede;

$P_{max}$  = kırılma yükünü (kp),  $b$ = makaslama yüzeyi kalınlığını (cm),  $l$  = makaslama yüzeyi uzunluğunu (cm) ifade etmektedir. Elde edilen değer yaklaşık olarak 10' a bölünerek makaslama direnci  $N\ mm^{-2}$  hesaplanır.

#### **2.5.1.4.2.6. Yarılma Direnci**

Yarılma direnci, bir ağacın lifleri arasına giren ve onu ayırmaya çalışan kama şeklinde alete gösterdiği dirençtir. Bu deneme test numune Standartlara uygun olarak hazırlanmıştır. Denemeler TS 7613 'e göre yürütölmüştür. Numune boyutları 50\*50\*94 mm ebatlarındadır. Numune boyutları 0.1 mm duyarlılıkla ölçölmüş ve kaydedilmiştir. Numuneler deney makinesinin kavrama çeneleri takılmış ve ters yönlere çekilerek yarılmaya zorlanıştır. Yarılma anındaki maksimum kuvvet okunmuş ve kaydedilmiştir (şekil 12).



**Şekil 12.** Yarıлма direnci deneyi

Elde edilen değerler aşağıdaki formülde yerine konularak Yarıлма Direnci  $k_p$   $cm^{-2}$  olarak belirlenmiştir.

$$y = F_{max}/A_o$$

Denklemdede;

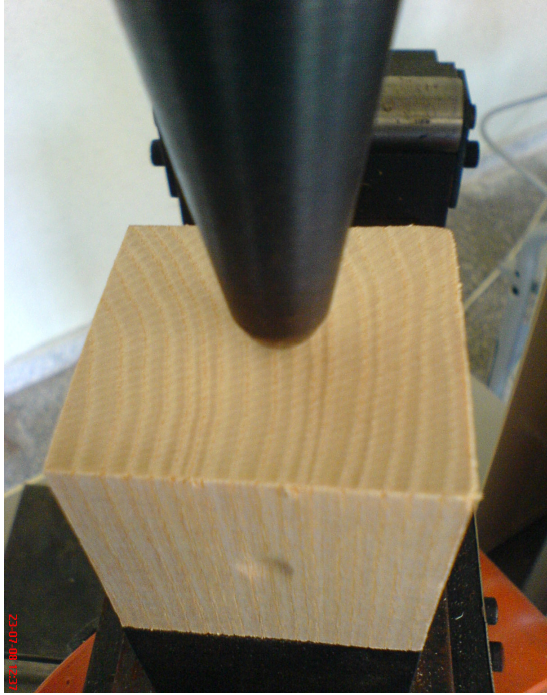
Y = yarıлма mukavemeti,  $F_{max}$  = yarıлма anındaki maksimum kuvvet,  $A_o$  = deney numunesinin deneyden önceki yarıлма yüzeyini ifade etmektedir.

#### **2.5.1.4.2.7. Sertlik Değeri (janka Sertlik)**

TS 2479/1976'ya göre statik sertlik deneyi yapılmıştır. Deney örnekleri 50x50x50 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Standartta deney örneklerinin lif doğrultusundaki boyu en az 50 mm ve kare en kesitinin kenarları 50x50 mm olarak belirtilmektedir. Örneklerin kabuk kısmı mümkün olduğunca yıllık halka kaybı

olmayacak şekilde uzaklaştırılmıştır. Teğet kesit sertlik değerleri bulunurken örnekler, kuvvet orta noktalarına uygulanacak şekilde makineye yerleştirilmiştir.

Test makinesine bağlı dijital aparattan birinde çelik kürenin örnek içine girme derinliği, diğerinde sertlik değeri otomatik olarak görülmektedir. Çelik kürenin çapının yarısı olan 5.64 mm derinliğe ulaşıldığı anda diğer aparattan sertlik okunmuştur (Şekil 13).



**Şekil 13.** Sertlik deneyi

Deneylerden sonra her bir örneğin rutubet miktarı belirlenmiş, rutubet miktarı %12 den farklı örneklerin sertlik değerleri %12 rutubetteki sertlik değerlerine aşağıdaki formüller yardımıyla dönüştürülmüştür.

$$HJ(12) = HJ_r [1 + 0.04(M2 - 12)] \text{ (liflere paralel yönde)}$$

$$HJ(12) = HJ_r [1 + 0.025(M2 - 12)] \text{ (liflere dik yönde)}$$

Denklemdede;

HJ(12) :%12 rutubetteki sertlik değerini (Kp=Kg), HJr: % r rutubetteki sertlik değerini (Kp=Kg) ve M2: deney anındaki örneğin nem değerini (%) belirtmektedir.

#### 2.5.1.4.2.8 Liflere Paralel Çekme Direnci

Teğet yönde liflere paralel çekme direnci deneyi yapılmıştır. Deney bilgisayara bağlı ve TS 2475/1976[143] esaslarına göre programlanmış makinede yürütölmüştür. 0.7x20x150 mm boyutlarında hazırlanan örnekle, zımparalandıktan sonra iklimlendirme dolabında  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $\% 65 \pm 5$  bağıl nem şartlarında bekletilmiştir. Örneklein kopma kesik yüzeyi boyutları  $\pm 0.01$  mm duyarlılıkta öölçölerek çekme kesit yüzeyi hesaplanmıştır. Deney yapılıncaya kadar örneklein rutubet alıp vermesini önlemek amacıyla deney örneklei şeffaf naylon streç folyo ile sarılmıştır. Liflere paralel çekme direnci deney örnekleinin şekli ve boyutları şekil.... 'da gösterilmiştir. Deneme makinesine yerleştirilen özel bir tertibatla iki aksi yöne doğru çekilmek suretiyle örnekle orta kısımlardaki çekme yüzeylerinden kırılmıştır. Deney hızı yük uygulamaya başlanmasından 1.5–2 dk. Sonra örnekle kırılacak şekilde otomatik olarak ayarlanmıştır. Örneklein kırıldığı kuvvet (Pmax.) öölçölmüştür (şekil14). Liflere paralel çekme direnci aşağıdaki formölden hesaplanmıştır.

$$\sigma_{\perp} = \frac{P_{max}}{b \times h}$$

denkleimde;

$\sigma_{\perp}$  : Liflere paralel çekme direnci (Nmm<sup>-2</sup>), Pmax : Kırılma anındaki kuvvet (N),

b, h : Örnekle çekme kesit yüzeyi boyutları (mm)

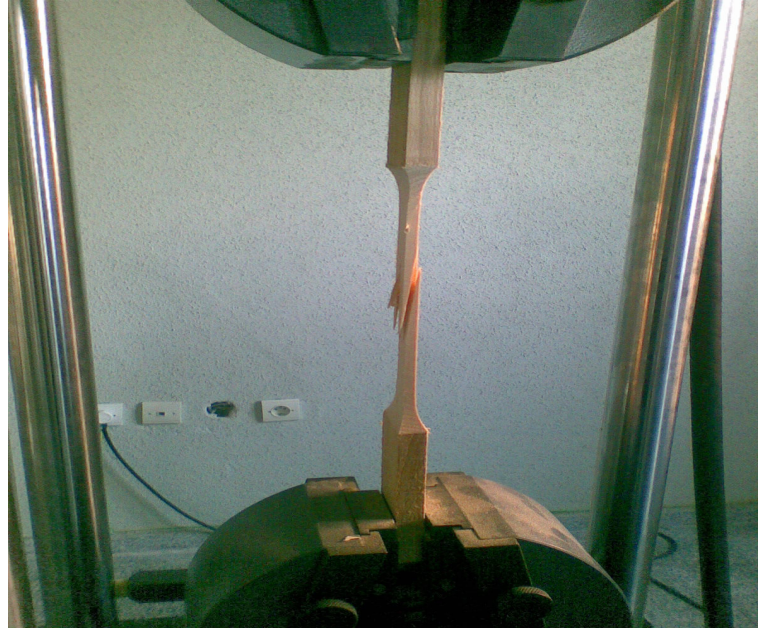


Deneylerden sonra her bir örneğin rutubet miktarı belirlenmiştir. Rutubetleri %12'den farklı örneklerin dirençleri formül yardımıyla % 12 rutubetteki liflere paralel çekme direnci değerlerine dönüştürülmüştür.

$$\sigma_{\perp (12)} = \sigma_{\perp (r)} [ 1 + 0,015 (M2 - 12) ]$$

denklemden;

$\sigma_{\perp (12)}$  : % 12 rutubetteki liflere dik çekme direnci ( $\text{Nmm}^{-2}$ ),  $\sigma_{\perp (r)}$  : % r rutubetteki liflere dik çekme direnci ( $\text{Nmm}^{-2}$ ), M2 : Deney anındaki örnek rutubeti (%)



**Şekil 14.** Liflere Paralel Çekme Direnci Deneyi

## **2.6. İstatistiki Analizler**

Kayının yetişme ortamı özellikleri ile odununu mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için veriler arasında korelasyon analizi yapılarak Pearson korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Sonuçların  $P < 0.05$  düzeyinde istatistiki olarak önemli olduğu kabul edilmiştir. İstatistiki analizler için SAS (Statistical Analysis Software, 1996) programından yararlanılmıştır.



### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma sahalarındaki toprakların derinliği 40 cm ile 1 metreden fazla derinliğe kadar değişmekte olup genel olarak orta-derin ila derin arası topraklar olarak tanımlanmaktadır (Soysal, 2008). Bölgedeki topraklar genelde hafif asidten aside kadar değişmekte olup, şimdiki araştırmada da toprak pH'ı 5'in altındadır (Çizelge 2). Araştırma sahalarındaki toprakların ilk 20 cm derinliğinde % 7'ye yakın organik madde bulunmakta olup acid kahverengi orman toprakları olarak tanımlanan bu toprakların bitki yetişmesi açısından organik madde, karbon ve diğer makro besin elementlerince yeterli olduğu söylenebilir (Killham, 1994; Fisher ve Binkley, 2000).

**Çizelge 2.** Batı Karadeniz kıyı bölgesinde yetişen kayın ormanlarından odunun yetişme ortamı değişkenleriyle ilişkisini belirlemek için alınan toprak örneklerine ait veriler

Değişken	Ortalama	St. Sapma	En düşük	En yüksek
OM (%)	6.65	1.57	4.5	8.5
C (%)	3.86	0.91	2.61	4.9
N (%)	0.24	0.07	0.14	0.32
P (ppm)	1.57	0.96	0.7	3.15
K (ppm)	232	93	94	345
Ca (ppm)	94.4	59	21	169
Mg (ppm)	98	58	29	206
S (ppm)	1429	536	838	2053
pH	4.95	0.176	4.8	5.2

Araştırma sahalarında hektarda yaklaşık 12 ton organik madde bulunmaktadır. Nem ve sıcaklığın uygun olması organik madde ayrışmasının hızlı bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır. Ölü-örtü organik maddesinin kimyasal analizleri de organik maddenin makro-besin içeriği bakımından yörede yapılan diğer

çalışmalarla uyum gösterdiğini ve bitki beslenmesi açısından yeterli olduğunu göstermektedir (Yıldız ve ark, 2007; Soysal , 2008; Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Batı Karadeniz kıyı bölgesinde yetişen kayın ormanlarından odunun yetişme ortamı değişkenleriyle ilişkisini belirlemek için alınan ölü-örtü organik maddesi örneklerine ait veriler

Değişken	Ortalama	St. Sapma	En düşük	En yüksek
N (%)	1.025	0.17	0.83	1.22
P (ppm)	753	253	500	1217
K (ppm)	1000	107	896	1160
Ca (ppm)	4973	713	4160	5988
Mg (ppm)	448	18	422	470

Kayın odunundan alınan örneklerin analizleri sonucu örnek ağaçlardan alınan odunların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait verilerin ortalaması Çizelge 4a,b,c 'te verilmiştir

**Çizelge 4a.** Örneklem sahalarından en-düşük yükseltiden alınan kayın odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait değerler.

Yükselti	Değişken	.....Kuzey Doğu.....		.....Güney Doğu.....	
		Ortalama	Std sapma	Ortalama	Std sapma
450-500	RG (%)	5.96	0.57	6.22	0.49
	TG (%)	12.8	0.74	13	0.41
	BG (%)	0.47	0.13	0.34	0.05
	HG (%)	19.2	1.24	19.5	0.88
	RD (%)	5.95	0.23	6.29	0.35
	TD (%)	11	0.89	10.3	0.54
	BD (%)	0.43	0.06	0.52	0.09
	HD (%)	17	1.1	17	0.73
	TKY (g cm <sup>-3</sup> )	0.64	0.01	0.70	0.01
	HKY (g cm <sup>-3</sup> )	0.69	0.01	0.73	0.01
	SD (Kgm cm <sup>-2</sup> )	1.02	0.09	1.15	0.19
	LPCD (N mm <sup>-2</sup> )	166	7.92	157	11
	YD (N mm <sup>-2</sup> )	8.8	0.33	9.65	1.33
	BD (N mm <sup>-2</sup> )	52	1.87	55	3.56
	MD (N mm <sup>-2</sup> )	6.13	0.46	6.68	0.37
	ED (N mm <sup>-2</sup> )	115	1	110	1.22
	EL (N mm <sup>-2</sup> )	13198	614	12456	516
	RS (Kp)	115	1.02	120	1.35
TS (Kp)	141	1.4	143	1.51	
ES (Kp)	203	3.15	211	2.15	

ED= Eğilme Direnci, EL=Elastikiyet, RS= Odunun Radyal Yöndeki Sertliği, TS= Odunu Teğet Yöndeki Sertliği, ES= Odunun Enine Yöndeki Sertliği, RG=Radyal Genişleme, TG=Teğet Genişleme, BG=Boyuna Genişleme, HG= Hacim Genişlemesi, RD=Radyal Daralma, TD=Teğet Daralma, BD=Boyuna Daralma, HD=Hacimsel Daralma, TKY=Tam Kuru Yoğunluk, HKY=Hava Kurusu Yoğunluk, SD=Şok Direnci, SD= Şok Direnci, LPCD=Liflere Paralel Çekme Direnci, YD=Yarılma Direnci, BD= Basınç Direnci, MD= Makaslama Direnci.

Bu çalışmada elde edilen odunun fiziksel ve mekanik özelliklerine ait veriler literatürdeki verilerle uyum göstermektedir (Berkel, 1941; Malkoçoğlu, 1994; As ve ark., 2001).

**Çizelge 4b.** Örneklem sahalarından orta yükseltiden alınan kayın odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait değerler.

Yükselti	Değişken	.....Kuzey Doğu.....		.....Güney Doğu.....	
		Ortalama	Std sapma	Ortalama	Std sapma
755-780	RG (%)	5.8	0.63	6.02	0.36
	TG (%)	13	0.89	14.5	0.41
	BG (%)	0.5	0.11	0.42	0.17
	HG (%)	19.4	0.94	21	0.52
	RD (%)	5.9	0.34	6	0.34
	TD (%)	10.8	0.21	11	0.55
	BD (%)	0.54	0.1	0.46	0.01
	HD (%)	17	0.14	18	0.55
	TKY (g cm <sup>-3</sup> )	0.66	0.02	0.81	0.19
	HKY (g cm <sup>-3</sup> )	0.71	0.02	0.72	0.01
	SD (Kgm cm <sup>-2</sup> )	0.81	0.09	1.07	0.19
	LPCD (N mm <sup>-2</sup> )	134	22	162	5.95
	YD (N mm <sup>-2</sup> )	9.7	1.55	8.91	1.94
	BD (N mm <sup>-2</sup> )	49.6	3.37	52.69	2.13
	MD (N mm <sup>-2</sup> )	6.4	0.11	6.81	0.53
	ED (N mm <sup>-2</sup> )	100	1.06	113	112
	EL (N mm <sup>-2</sup> )	11407	808	13511	889
RS (Kp)	123	4	114	2.87	
TS (Kp)	132	2.1	149	0.91	
ES (Kp)	200	2.03	207	2.71	

ED= Eğilme Direnci, EL=Elastikiyet, RS= Odunun Radyal Yöndeki Sertliği, TS= Odunu Teğet Yöndeki Sertliği, ES= Odunun Enine Yöndeki Sertliği, RG=Radyal Genişleme, TG=Teğet Genişleme, BG=Boyuna Genişleme, HG= Hacim Genişlemesi, RD=Radyal Daralma, TD=Teğet Daralma, BD=Boyuna Daralma,

HD=Hacimsel Daralma, TKY=Tam Kuru Yoğunluk, HKY=Hava Kuru Yoğunluk, SD=Şok Direnci  
SD= Şok Direnci, LPCD=Liflere Paralel Çekme Direnci, YD=Yarıлма Direnci, BD= Basınç Direnci,  
MD= Makaslama Direnci.

Bu çalışmada ekosistemin 6 değişkeninin (bağımsız değişken) bizim ölçtüğümüz odunun 20 özelliğinden sadece 10 tanesi ile istatistiki olarak önemli derecede bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Fakat daha önceki çalışmalarda istatistiki olarak önemli bulunan bazı ilişkiler bu çalışmada ortaya çıkmamıştır. Örneğin Schwappach (1898) kayında yoğunluğun yüksek dağlarda aşağıdan yukarıya doğru çıkıldıkça (rakım arttıkça) azaldığını ve yine yoğunluğun kuzeyden güney bakılara gidildikçe bir düşüş gösterdiğini belirlemiştir. Şimdiki çalışmada rakımla birlikte odun yoğunluğu göreceli olarak artma eğilimi gösterse de bu ilişki istatistiki olarak belirlenememiştir (Çizelge 4a,b,c). Bunun nedeni arazinin çok değişken olmasıyla açıklanabilir. Bu nedenle ileriki çalışmalarda örnek sayısı arttırılmalıdır.

**Çizelge 4c.** Örneklem sahalarından en üst yükseltiden alınan kayın odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait değerler.

Yükselti	Değişken	.....Kuzey Doğu.....		.....Güney Doğu.....	
		Ortalama	Std sapma	Ortalama	Std sapma
900-950	RG (%)	6.57	0.25	6.2	0.49
	TG (%)	13.7	0.47	13.7	1.4
	BG (%)	0.33	0.01	0.38	0.02
	HG (%)	20.6	0.33	20.3	1.74
	RD (%)	6.4	0.57	6.92	0.33
	TD (%)	11.2	0.42	11.26	0.65
	BD (%)	0.47	0.14	0.46	0.02
	HD (%)	18	0.71	18.6	0.38
	TKY (g cm <sup>-3</sup> )	0.69	0.01	0.7	0.01
	HKY (g cm <sup>-3</sup> )	0.72	0.02	0.73	0.01
	SD (Kgm cm <sup>-2</sup> )	1.1	0.12	1.2	0.32
	LPCD (N mm <sup>-2</sup> )	165	24	162	47
	YD (N mm <sup>-2</sup> )	8.6	1.12	9.95	0.74
	BD (N mm <sup>-2</sup> )	51	2.65	52.98	2.63
	MD (N mm <sup>-2</sup> )	6.52	0.22	6.61	0.4
	ED (N mm <sup>-2</sup> )	115	1.14	112.34	0.56
	EL (N mm <sup>-2</sup> )	14761	293	13338	967
	RS (Kp)	130	1.13	132	0.99
	TS (Kp)	152	1.64	153	4.2
ES (Kp)	211	1.98	204	4.6	

ED= Eğilme Direnci, EL=Elastikiyet, RS= Odunun Radyal Yöndeki Sertliği, TS= Odunu Teğet Yöndeki Sertliği, ES= Odunun Enine Yöndeki Sertliği, RG=Radyal Genişleme, TG=Teğet Genişleme, BG=Boyuna Genişleme, HG= Hacim Genişlemesi, RD=Radyal Daralma, TD=Teğet Daralma, BD=Boyuna Daralma, HD=Hacimsel Daralma, TKY=Tam Kuru Yoğunluk, HKY=Hava Kuru Yoğunluk, SD=şok Direnci SD= şok Direnci, LPCD=Liflere Paralel Çekme Direnci, YD=Yarıлма Direnci, BD= Basınç Direnci, MD= Makaslama Direnci.

Örneklerin alındığı ekosistemin bazı özelliklerinin odundaki fiziksel ve mekanik özelliklerle bir ilişkisinin olup olmadığını araştırmak için yapılan korelasyon analizlerinde ekosistemin 6 değişkeninin (bağımsız değişken) odunun 10 özelliği ile istatistiki olarak önemli derecede bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Arazi meyili arttıka odunun radyal sertliğinin azaldığı (*P-değer* = 0.0264) belirlenmiştir. Bu arazilerde toprak 40 cm den başlayıp 1 metreden daha derinlere kadar çıkmaktadır. Kayın ağaçları derin toprak isteğinin yanında süzekliği fazla olan topraklarda daha hızlı büyümetedir (Yıldız ve ark., 2007). Yöredeki toprakların tanecik bileşimi killi topraklardan balçık topraklar olup göreceli olarak suyu iyi tutan topraklar olarak sınıflandırılabilir. Fakat arazi eğiminin artmasıyla suyun topraklardan süzülmesi de daha kolay olmaktadır. Bu nedenle eğimi fazla olan arazilerde kök havalanmasının iyi olmasına bağlı olarak kayın ağaçları daha hızlı büyümüş ve hızlı büyümeye bağlı olarak sertliği de azalmış olabilir. Fakat eğimin çok artmasıyla toprak derinliği ve buna bağlı olarak su tutulumunun azalmasıyla özellikle yaz kuraklıklarında bitkiler su sıkıntısı çekebilir. Bu nedenle eğim ile ağacın büyümesi ve odunun sertlik değerleri arasındaki bu ilişki belirli bir arazi eğimine kadar geçerli olabilir. bu çalışmada kayının yetiştiği tüm eğimlerden örnekleme yapılmadığından bu ilişki ölçülen eğim değerleriyle sınırlı tutulmalıdır. Bundan sonraki araştırmalarda farklı eğime sahip arazilerde yetişen aynı yaşlı

ağaçlardaki göreceli büyüme oranları yıllık halkalar yardımıyla karşılaştırılarak arazi meyli ile büyüme ilişkisi karşılaştırılmalıdır.

Arazide denizden olan yükseklik arttıkça kayın odununun hacim daralmasının arttığı ( $P$ -değeri = 0.0274) görülmüştür. Aynı enlem derecesinde denizden olan yüksekliğin her 100-130 metre artmasıyla bitkilerin ilk baharda uyanması 3-4 gün ertelenmektedir (Kimmins, 1997). Aynı şekilde sonbaharda havaların soğumasıyla fizyolojik duranlığa geçmede aynı oranla daha erken olacağını düşünürsek arazide yükseltinin artmasıyla vejetasyon mevsimi kısılacak ve ağaçların büyümesi daha alçak yükseltilerde yetişen ağaçlara göre daha az olacaktır. Bununla birlikte kısa vejetasyon süresi yıllık halka genişliğinin azalmasına ve bunun sonucu olarak yaz odununun oranını da düşürecektir. Bu nedenle odunun hacim daralmasındaki yükseltiye bağlı olarak artışının nedeni ağacın büyüme süresiyle ilgilidir.

Toprağın asidliği azaldıkça odunun enine yönde sertliğinin de arttığı ( $P$ -değeri = 0.0134) belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu yöredeki kayın ormanlarında topraklar genelde asidiktir (Sargıncı, 2005; Yıldız ve Eşen, 2007; Soysal, 2008). Toprağın asidliğinin artmasıyla topraktaki makro besin elementlerinin alınımı azalmaktadır (Fisher and Binkley, 2000). Ayrıca bitki besin elementlerinden kalsiyum (Ca) odunun hücre çeperi kalınlaşmasında kullanılan bir besin elementli olup odunun sertleşmesiyle doğrudan ilgilidir (Waring ve Running, 1999). Toprakta kalsiyumun artmasıyla asidlik düşer ve kalsiyumun azalmasıyla da toprak asidliği artar. Yani topraktaki Ca miktarı ile toprak pH'ı doğru orantılıdır. Bu nedenle toprak asidliğinin arttığı yerlerde odunun enine sertliğinin azalmasının ağaçların kalsiyum beslenmesiyle ilişkisi olabilir. Odun sertliğinin toprak pH'ı ile olan bu ilişkisi topraktaki Ca yoğunluğu ile ortaya çıkmamıştır. Topraktaki pH değişimi toprağın tamponlama etkisinin kontrolünde değiştiğinden ve bu ilişki doğrusal olmadığından

pH ile odun sertliği arasındaki ilişki Ca ile de aynı şekilde ortaya çıkmayabilir. Bunun için kireçleme denemeleri yapılarak, birim kalsiyum miktarı ile birim pH değişimini ve uzun vadede bunun odun özelliklerini nasıl değiştirdiği araştırılabilir. Bunun yanında toprak asidliğinin artması odun içerisindeki ekstraktif maddelerinin azalmasına dolayısıyla yoğunluk azalmasına bağlı olarak direnç değerlerde düşüşe yol açmaktadır (Berkel, 1970). Bu da toprak asidliği ili odun sertliği arasındaki ilişkiyi açıklayan başka bir neden olabilir.

Ağaçların yetiştiği sahalardaki lü-örtü organik maddesinin azot içeriği arttıa kayın odununun teğet yöndeki sertliği ( $P$ -değer = 0.0085), odunun teğet yönde genişlemesi ( $P$ -değer = 0.0237), hacim genişlemesi ( $P$ -değer = 0.0191), hacim daralması ( $P$ -değer = 0.0228), şok direnci ( $P$ -değer = 0.0478) değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. lü-rtü organik maddesi bitki beslenmesinde en dinamik havuz olup, bitkilerin yıl içerisinde kullandığı özellikle azot, fosfor, potasyum gibi elementlerin büyük çoğunluğu organik maddeden sağlanmaktadır (Kilham, 1995; Marshall, 2000; Odum ve Barrett, 2008). Organik maddenin ayrışmasıyla mineralize olan besin elementleri açığa çıkmakta ve kök tüketim bölgelerine bitkilerin alınımi için salınmaktadır. Azot bitki beslenmesinde karasal ekosistemlerde en önemli besin elementidir (Kozlowski ve Pallardy, 1997). Dolayısıyla yetişme ortamının azot bakımından zenginleşmesi ağaçların daha hızlı büyümesini sağlayacaktır. Hızlı büyüyen ağaçlarda yıllık halka içerisindeki yaz odununa göre yoğunluğu düşük olan ilkbahar odununun oranı arttığından lü-örtüdeki azot miktarının artması odunun fiziksel ve mekanik özelliklerine ait değerlerin düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle odununun teğet yöndeki sertliği, teğet yönde genişlemesi, hacim genişlemesi, hacim daralması ve şok direnci değerlerinin azot miktarının lü- örtü organik maddesinin azot içeriğiyle ters orantılı ilişkisinin nedeni azot alınıminin

artmasıyla ağaçların hızlı büyümesinden kaynaklanabilir. Fakat bu çalışmadaki odunun fiziksel ve mekanik özelliklerine ait veriler standartların dışında değildir. Bu bakımdan ormancuların ağaçları daha hızlı büyütürken odun miktarını arttırmak için sahanın verim gücünü artırma çabalarıyla iyi beslenerek hızlı büyüyen ağaçların odunlarının mekanik ve fiziksel özellik değerlerinin düşmesi arasında bir çelişki bu sahalarda yetişen kayınlar için bulunmamaktadır.

**Çizelge 5.** Batı Karadeniz kıyı bölgesinde yetişen kayın ormanlarında odunun yetiştirme ortamı değişkenleriyle ilişkisini gösterir *Pearson* korelasyon katsayıları

Değişken	Meyil	Rakım	Toprak pH'ı	OM_N	OM_P	OM_K
RS	-0.86435					
ES			0.90403			
TS				-0.92357		
TG				-0.87141		
HG				-0.88488		
HD		0.86172		-0.87416		-0.8415
SD				-0.8158		
RG					0.9874	
BG					-0.855	

RS= odunun radyan yöndeki sertliği, ES= odunun enine yöndeki sertliği, TS= odunun teğet yöndeki sertliği, TG=teğet genişleme, HG= Hacim genişlemesi, HD=Hacimsel daralma, SD= şok direnci, RG=radyal genişleme, , BG=Boyuna genişleme, OM\_N=ölü-örtü organik maddesi azotu, OM\_P=ölü-örtü organik madde fosforu, OM\_K= ölü-örtü organik madde potasyumu.

Organik maddedeki fosfor içeriğinin artmasıyla radyal genişleme artarken ( $P$ -değeri = 0.0002), boyuna genişleme ise azalmaktadır ( $P$ -değeri = 0.03), Fosfor da bitki büyümesini etkileyen azottan sonraki en önemli besin elementlerindedir. Bu nedenle radyal yöndeki genişlemenin ağacın çalışmasını ifade ettiğini ve aynı ağaç türünün hızlı büyüyenlerinin odununun yavaş büyüyenlerinkine göre daha fazla çalışabileceğini düşünerek, fosfor bakımından iyi beslenen ağaçların daha hızlı büyüdüğünü ve bu nedenle de radyal yönde genişlemenin bu ağaçlarda fazla olduğu söylenebilir.



Organik maddenin potasyum içeriğinin ise kayın odununun hacim daralmasıyla ters orantılı olduğu (*P-değeri* = 0.0357) açığa çıkmıştır (Çizelge 5). Bitkilerin beslenmesinde K yine en çok kullanılan besin elementlerinin başında gelmektedir. Fakat K eksikliği ağaç büyümesini sınırlandırırken fazla azotun olumsuz etkisini de azaltarak aşırı azot beslenmesinden kaynaklanan hızlı büyümeyi frenleyebilir (Brady ve Weill, 1999). Ayrıca K elementi kayınların fizyolojik olarak durağan geçirdiği sonbahar ve kış aylarında ağacın soğuklardan daha az etkilenmesini de sağlamaktadır (Kimmins, 1997). Bu nedenle özellikle azot bakımından zengin sayılan bu ormanlarda odundaki hacim daralmasının organik maddedeki K miktarıyla azalması ağacın daha dengeli beslenmesinden kaynaklanabilir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kayın odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin arazinin meyli, ağaçların yetiştiği ortamdaki toprağın asidliği, ölü-örtü organik maddesinin içerdiği makro-besin elementleri ile ilgisi olduğu ortaya çıkmıştır. Türkiye odun hammaddesi bakımından yetersiz bir ülke olup her yıl 1 milyon m<sup>3</sup> 'ün üzerinde odun ithal etmektedir. Yarı doğal olarak nitelendirilen çoğu ormanlar ekonomik idare müddetini çoktan doldurdularından Türkiye ormanlarından üretilen odunlar miktar olarak yetersiz olmasının yanında kalite olarak da düşük niteliktedir. Bu bakımdan Türkiye'nin odun açığı belirtilen miktarın çok daha üstündedir.

Türkiye'nin giderek artan nüfusunun odun talebini giderek daralan alanlardan karşılayabilmesi için orman alanlarından doğal yollarla odun yetiştirmesine güvenmeyip daha yoğun işletme tedbirleri alması gerekmektedir. Öncelikle kaliteli ve daha fazla odun yetişmesini etkileyen arazi meyli, rakım, bakı, besin elementleri vb. ekosistem özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Böylece orman alanlarının yoğun odun üretimine en elverişli yerleri belirlenerek bu alanlarda yetiştirme, aralama, bakım, gübreleme vb. silvikültürel işlemlere yoğunluk kazandırılabilir.

Odun üretimi bakımından daha az elverişli orman alanları da diğer orman işlevlerinin gerçekleştirilmesi için planlanabilir. Örneğin çok dik yamaçlar, toprak koruma, yaban hayatı için ayrılabilir. Diğer bazı alanlar da özellikle son yıllarda gittikçe artan su kıtlığını azaltacak şekilde su üretim havzaları olarak veya biyolojik çeşitlilik amaçlı ayrılabilir. Bir diğer taraftan üretilen odunu işleyen işletmelerin de daha kaliteli malzeme kullanması sağlanmış olur.

Böylece hem odun üretimi hem de ormanın diğer işlevlerinin toplumun ihtiyaçları yönünde daha iyi planlanması ve uygulanması sağlanmış olur. Yukarıda belirtilen amaçların gerçekleştirilmesi için bu çalışmanın daha ayrıntılı olarak diğer ekosistemlerde ve ağaç türlerinde de yaygınlaştırılması uygulamacıya daha sağlıklı veri üretilmesini sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

**ANONİM, 1985.** Kayın. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi: 1, Muhtelif Yayınlar Serisi: 42.

**ANONİM. 2004.** Türkiye Ulusal Ormancılık Programı (2004-2023). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

**ANONİM. 2005.** Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Kurumsal Web Sitesi, APK Ulusal Bilgi Merkezi, Sayısal Haritalar, Türkiye Genel Jeoloji Atlası. 15 Şubat 2005'de World Wide Web: [http://www.khgm.gov.tr/menuler/ubm\\_link.htm](http://www.khgm.gov.tr/menuler/ubm_link.htm).

**ANONİM. 2006.** Orman Varlığımız. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı, Ankara.

**ANŞİN, R., 1983.** Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, İ. Ü. Orman Fak. Derg., 6.2: 318-339, İstanbul.

**AS, N.; KOÇ, K.H.; DOĞU, D.; ATİK, C.; AKSU, B.; ERDİNLER, S., 2001.** Türkiye'de Yetişen Endüstriyel Öneme sahip Ağaçların Anatomik, Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri.B, 51(1):71-88, ISSN. 0535-8418.

**ATALAY, İ. 1992.** Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ormanlarının ekolojisi ve tohum transferi yönünden bölgelere ayrılması. Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü. 5 (1/2): 54-59.

**ATALAY, İ. 1994.** Vegetation Geography of Turkey. Ege University Press, Bornova, İzmir.

**ATAY, İ. 1987.** Doğal Gençleştirme Yöntemleri I-II. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.Ü. Yayın No: 3461, F.B.E. Yayın No: 1.

**ATAY, İ. 1990.** Silvikültür II Ders Kitabı, Silvikültürün Tekniği. İ.Ü. No: 3599, Orman Fakültesi No: 405. İstanbul, Türkiye.

**BERKEL, A., 1941.** Şark kayını (*Fogus orientalis* L.)'nin Teknolojik vasıfları ve İstimali Hakkında Araştırmalar, Yüksek Ziraat Enstitüsü Çalışmaları, sayı: 118,Ankara

**BERKEL, A.,1970.** Ağaç MalzemeTecnolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 1448-147

**BRADY, N.C. AND WEIL. R.R. 1999.** The nature and properties of soils. Twelfth edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.

**FAO. 2001.** Global forest resources assessment 2000. Main report. FAO. Forestry Paper 140. Rome, Italy

**FAO. 2005.** State of the world's forests, Rome, Italy

**FISHER, R.F. AND BINKLEY, D. 2000.** Ecology and management of forest soils. Third edition. John Wiley & Sons, Inc. New York. USA

**JONES, J.B. JR., CASE, V.W. 1990.** Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. In: Westerman, R.L. et al. (Ed.), Soil Testing and Plant Analysis - 3<sup>rd</sup> Ed., Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp. 389-427.

**KANTARCI, M. D. 2000.** Toprak İlimi. İstanbul Üniversitesi yayın no. 4261

**KILHAM, K. 1995.** Soil ecology. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

**KILHAM, K. 1994.** Soil ecology. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

**KIMMINS, J.P. 1997.** Forest ecology a foundation for a sustainable management. Second edition. Prentice Hall. New Jersey. USA

**KIMMINS, J.P. 1897.** Forest ecology a foundation for a sustainable management  
Second edition. Prentice Hall. New Jersey. USA

**KOZLOWSKI, T.T. 2002.** Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: Implications for forest management. *Forest Ecology and Management*. 158: 195-221

**MALKOÇOĞLU, A., 1994.** Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.)'nin Teknolojik Özellikleri, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, *Doktora Tezi*, Trabzon.

**MARSHALL, V.G. 2000.** Impacts of forest harvesting on biological processes in northern forest soils. *Forest Ecology and Management*. 133: 43-60.

**ODUM, E.D. AND BARRETT. G.W. 2008.** Ekolojinin temel ilkeleri. Beşinci baskıdan çeviri. Editor. Kani Işık. Palme Yayıncılık. Ankara

**ÖZYUVACI, N. 1999.** Meteoroloji ve Klimatoloji, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No: 460, İSTANBUL.

**SARGINCI, M. 2005.** Batı Karadeniz kayın (*Fagus orientalis* lipsky) ekosistemlerinde diri-örtü control yöntemlerinin toprak verimliliğine etkisi. Yüksek lisans tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Düzce.

**SAS SYSTEMS FOR WINDOWS™ . 1996.** Release 6.12. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA

**SCHWAPPACH, A., 1898.** Untersuchungen über Raumgewicht u. Druckfestigkeit d. Holzes wichtiger Waldbäume II. Fichte, Weisstanne, Rotbuche und Weymutskiefer, Berlin-Germany.

**SOYSAL, Y. 2008.** Kayın (*Fagus orientalis* lipsky) ekosistemlerinde farklı saha hazırlama işlemlerinin besin kaybına etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Konuralp, Düzce

**THOMAS G W. 1996.** Soil pH and soil acidity. In *Methods of Soil Analysis – Part 3 – Chemical Methods*, pp. 475-490. Eds D L Sparks *et al.* Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.

**TAVERNIER, R., SMITH, G.D. 1957.** The concept of Braunerde (Brown Forest soils) in Europe and the United States. *Advan. Agron.* 9: 217-289.

**TS 2470. 1976.** Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, T.S.E. Ankara.

**TS 53. 1981.** Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayin İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları, T.S.E. Ankara.

**TS 642 ISO 554. 1997.** Kondisyonlama ve/veya Deney İçin Standard Atmosferler-Özellikler, T.S.E. Ankara.

**TS 2474. 1976.** Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, T.S.E. Ankara.

**TS 2478. 1976.** Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, T.S.E. Ankara.

**TS 2477. 1976.** Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, T.S.E. Ankara.

**TS 7613. 1989.** Odun - Yarılma Mukavemetinin Tayini, T.S.E. Ankara.

**TS 2475. 1976.** Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini, T.S.E. Ankara.

**TS 2472. 1976.** Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, T.S.E. Ankara.

**TS 4083. 1983.** Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, T.S.E. Ankara.

**TS 4084. 1983.** Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, T.S.E. Ankara.

**TS 4085. 1983.** Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini

**TS 4086. 1983.** Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini

**TS 4176. 1984.** Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Talimi için Homojen Meşcerelerden Numune ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması

**TS 2595. 1977.** Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini, T.S.E. Ankara.

**TS 3459. 1980.** Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Dayanımının Tayini, T.S.E. Ankara.

**TS 2479. 1976.** Odunun Statik Sertliğinin Tayini, T.S.E. Ankara.

**WARING, R. H. and S. W. RUNING. 1998.** Forest Ecosystem. Analysis at Multiples Scales

**YALTIRIK, F., İŞGÜZAR. H., ve KÜÇÜKKOCA, A. H. 1953.** Düzce İlçesi ve Orman İşletmesi, Ülkü Basımevi, İstanbul.

**YALTIRIK, F.; EFE, A., 2000.** Dendroloji Ders Kitabı (Gymnospermae-Angiospermae), İ.Ü. yayın No:4265, O.F. Yayın No:465, ISBN:975-404-594-1, İstanbul.

**YILDIZ, O., EŞEN, D VE SARGINCI, M. 2004.** Orman yangınlarının besin elementleri ve ekosistem verimliliğine etkileri. *Tabiat ve İnsan*, 3-4: 56-63.

**YILDIZ,O., SARGINCI, M., EŞEN, D. And JR., K. CROMACK. 2007.** Effects of Vegetation Control on Nutrient Removal and *Fagus orientalis*, Lipsky Regeneration in The Western Black Sea Region of Turkey. *Forest Ecology and Management*, 240(1-3): 186-194.