

Denizden Yükseklik ve Bakının Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odun-Su İlişkileri Üzerine Etkisi

Elif TOPALOĞLU¹, Nurgül AY¹, Lokman ALTUN²

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

²Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü

Eser Bilgisi:

Araştırma makalesi

Sorumlu yazar: Elif TOPALOĞLU, ekibrit@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada yetiştirme yeri faktörlerinden denizden yükseklik ve bakının Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) odun-su ilişkileri üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma bölgesinde, beş yükselti basamağı ve iki bakı grubu oluşturulmuş ve toplam 20 adet ağaç kesilmiştir. Odun-su ilişkilerini belirlemek için hacim yoğunluk değeri, lif doyumluk noktası rutubeti, odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı, daralma ve genişleme yüzdeleri hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; %95 güven düzeyi ile yükseltinin hacim yoğunluk değeri, daralma ve genişleme yüzdeleri, lif doyumluk noktası rutubeti ve en yüksek odun rutubeti üzerine etkisinin olduğu; bakının hacim yoğunluk değeri, teğet ve radyal yönde daralma yüzdesi, hacimsel daralma yüzdesi, teğet ve lifler yönünde genişleme yüzdesi, lif doyumluk noktası rutubeti ve en yüksek odun rutubeti üzerine etkisinin olduğu; lifler yönünde daralma yüzdesi, radyal yönde genişleme yüzdesi ve hacimsel genişleme yüzdesi üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. En düşük değerlerin yer aldığı kuzey bakı ve birinci yükselti basamağının bu ağaç türünün masif olarak kullanılacağı yerler için en uygun yetiştirme yeri olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Denizden yükseklik, bakı, Doğu kayını, odun-su ilişkisi

Effect of Altitude and Aspect on Wood-Water Relations of Beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) Wood

Article Info:

Research article

Corresponding author: Elif TOPALOĞLU, ekibrit@hotmail.com

ABSTRACT

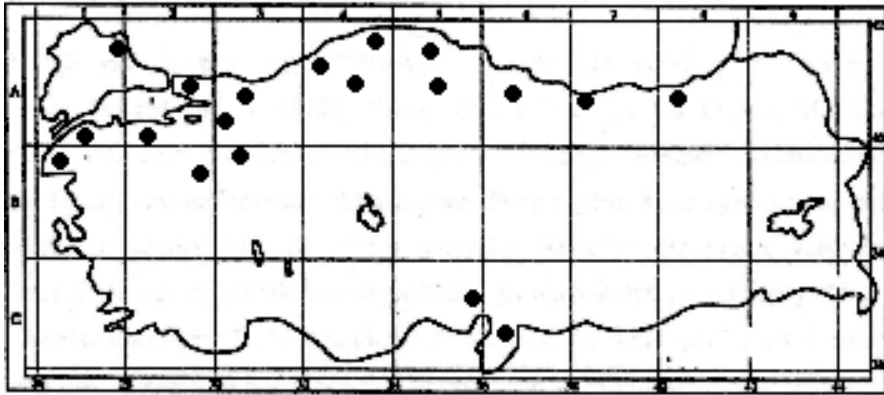
Effects of altitude and aspect on wood-water relations in Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) were studied. Study area divided into five altitude steps and two aspect groups, total of 20 trees were cut off. In order to determine the wood-water relations; volume density value, fiber saturation point, maximum moisture content, and shrinkage and swelling percentages were determined. According to results, with 95% significance level ($p < 0,05$), altitude affects volume density value, shrinkage and swelling percentages, fiber saturation point and maximum moisture content; aspect affects volume density value, tangential and radial shrinkage percentages, volumetric shrinkage percentage, tangential and longitudinal swelling percentages, fiber saturation point and maximum moisture content while it has no effect on longitudinal shrinkage percentage, radial and volumetric swelling percentages. Results demonstrated that northern aspect and first altitude step has the lowest values, thus, this aspect and altitude step making a suitable place for this tree species to be used as solid wood.

Keywords: Altitude, aspect, Oriental beech, wood-water relation

GİRİŞ

Kayın, Kuzey Yarımkürenin ılıman iklim bölgelerinde yetişen yapraklı ağaç ormanları içerisinde en baskın ağaçlar arasında yer almaktadır (Peters ve Poulson 1994; Fang ve Lechowicz 2006). Kayın cinsinin Doğu Asya, Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Amerika'da olmak üzere on esas tür ve iki alt türü olduğu bilinmektedir. (Yaltırık ve Efe 2000). Fagaceae familyası içerisinde yer alan Kayın (*Fagus*), Türkiye'de Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica* L.) olmak üzere iki türle temsil edilmektedir. Fakat esas yayılışı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) yapmaktadır (Atalay 1992). Ülkemizde yayılış gösterdiği alan bakımından yapraklı ağaçlar içerisinde ikinci sırada yer alan Doğu Kayını asli ağaç türlerimiz arasında önemini korumaktadır. Ayrıca endüstriyel odun üretiminde %15'lik payı ile yapraklı ağaçlar içerisinde ilk sırada yer almaktadır (Konukçu 2001).

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), batıda Balkanlardan başlayarak Anadolu, Kafkasya, Elbruz dağlarının kuzey kesimi ve Karadeniz kuzeyinde Kırım yarımadasına kadar uzanmaktadır. Ülkemizde Trakya'da Istranca dağı, Tekirdağ ve Belgrad ormanı, Ege ve Marmara havzasında, Kuzey Anadolu'da oldukça büyük bir yayılış göstermektedir. Ayrıca güneyde Adana'nın Pos Ormanlarında, Amanos dağlarının kuzeyinde, Maraş-Andırın kesiminde yerel olarak yayılmaktadır (Atalay 1992; Yaltırık ve Efe 2000). Genel olarak en uygun yetişme alanı 700/800-1100/1200 m'ler arasında olmasına rağmen Doğu Karadeniz Bölgesinde 1800-1900 m yükseltilere kadar yayılış gösterebilmektedir (Anşin 1983; Atalay 1992; Genç 2004). Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Türkiye'deki yayılış alanları Şekil 1'de ayrıntılı olarak belirtilmektedir (Davis 1982).



Şekil 1. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)'nin Türkiye'deki yayılışı

Kayın odunu sert ve ağır olup çok çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Kolay yarılr, işlenmesi ve cilalanması kolaydır (Bozkurt ve Göker 1996). Mobilya, parke, kaplama, kontrplak, ayakkabı kalıbı, oyuncak, ambalaj sandığı, alet sapları, ayakkabı topukları ve emprenye edilmek suretiyle demir yolu traversi üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca maden direği ve

yakacak odun olarak da değerlendirilmektedir (Bozkurt ve Göker 1996; Örs ve Keskin 2001).

Ağaç türlerinin gelişimini etkileyen en önemli iki faktör; ağaç türünün genetik yapısı ve yetişme ortamı koşullarıdır. Yetişme ortamı; belirli bir mevkide, yeryüzü şekli, iklim, anakaya/toprak ve

canlılar faktörlerinin ortak etkisi altında oluşmuş ekolojik bir birimdir (Kantarıcı 2005). Bu ekolojik faktörler (klimatik, fizyografik, edafik, biyolojik) ağacın gelişimini ve oluşan odunun yapısını etkilemektedir (Creber ve Chaloner 1984; Tessier vd 1994; Roo-Zielinska ve Solon 1997; Wodzicki 2001). Ekolojik araştırmalarda “denizden yükseklik” ya da “rakım” canlıların yaşam alanlarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Körner 2007). Denizden yükseklik; bir yerin iklimi, toprak özellikleri ve vejetasyon yapısı üzerinde etkili olan önemli bir faktördür (Çepel 1995; Üstündağ 2009). Çeşitli bölgelere göre denizden her 100 m yükseliş için hava sıcaklığı 0,4-0,6 °C arasında azalmaktadır. Bunun sonucunda vejetasyon süresi kısalmaktadır. Denizden yükseklik arttıkça belirli bir yüksekliğe kadar (ülkemizde 2000-2500 m) yağışlar da artar. Bu artış, her 100 m yükseklik için yaklaşık olarak yılda 50 mm dir (Atalay 1983; Çepel 1988). Arazinin bakışı, o yerin özellikle sıcaklık ve yağış iklimini etkiler. Türkiye’de güneşli bakıların güneşlenme süresi ve şiddetinin daha fazla oluşu nedeni ile güneşli bakılar (güneydoğu, güney, güneybatı, batı) daha sıcak, gölgeli bakılar (kuzeybatı, kuzey, kuzeydoğu, doğu) daha serindir (Çepel 1995). Ayrıca güneşli taraftaki traheid ya da liflerin uzunlukları, gölge tarafındakilerden daha kısa olabilmektedir (Bozkurt ve Erdin 1997; Bozkurt ve Erdin 2000). Bozkurt ve Göker (1996), Almanya’da kayınının özgül ağırlığının yüksek dağlarda aşağıdan yukarı çıkıldıkça ve kuzeyden güneye gidildikçe bir azalma gösterdiğini belirtmektedir.

Bu çalışmanın amacı; Sinop Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde doğal olarak yetişen Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)’nin yetişme yeri faktörlerinden denizden yükseklik ve bakımının bu türün odununun odun-su ilişkileri üzerine etkisini incelemektir. Odun-su ilişkileri; hacim yoğunluk değeri, odunun daralma ve

genişleme yüzdeleri, lif doygunluk noktası rutubeti ve odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı başlıkları altında incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma Bölgesinin Tanıtımı

Bu çalışma, Karadeniz Bölgesi’nin Batı Karadeniz Bölümü’nde yer alan Sinop ili sınırları içinde bulunan saf Doğu Kayını ormanlarında gerçekleştirilmiştir. Araştırma bölgesi olarak saf Doğu Kayını ormanlarının yoğun olarak bulunduğu Sinop Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Sinop Orman İşletme Müdürlüğü seçilmiştir. Doğu Kayını, Sinop’ta 40-1400 m yükseltiler arasında yayılış göstermektedir.

Deneme Alanları ve Örnek Ağaçların Belirlenmesi

Araştırma bölgesinde deneme alanları, 200 m yükselti farkı olacak şekilde (0-200 m, 200-400 m, 400-600 m, 600-800 m, 800-1000 m) yükselti basamaklarına ayrılmıştır. Her yükselti basamağından ve iki farklı bakı grubundan (kuzey bakı grubu ve güney bakı grubu) toplam 4 adet deneme alanı belirlenmiştir. Buna göre; Sinop Orman İşletme Müdürlüğü (5 yükselti basamağı ve 2 bakı grubu) için 20 deneme alanı belirlenmiştir. Deneme alanlarının normal sıklık ve kapalılıkta olmasına dikkat edilmiştir. Belirlenen deneme alanlarının genel ve özel mevki özellikleri (yerel adı, yükselti, eğim, bakı, arazi yüzü şekli, komşu çevre) belirlenerek kaydedilmiştir. Her bir deneme alanının koordinatları, denizden yüksekliği ve bakışı GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi) cihazı ile tespit edilmiştir. Deneme alanlarında çap ve boy dağılımı bakımından homojen, düzgün gövdeli, tepe gelişimi normal olan meşcereyi temsil edebilecek ağaçlar örnek ağaç olarak seçilmiştir. Bu çalışma için her deneme alanından 1 adet ağaç olmak üzere

toplam 20 adet ağaç kesilmiştir. Kesimden önce dikili haldeki ağaçların 1,30 metre yükseklikteki çapları ölçülerek kaydedilmiştir. Kesim işleminden sonra ağaç tamamen dallardan temizlenerek boyu ölçülmüştür.

Hacim Yoğunluk Değeri

Hacim yoğunluk değeri, odunu hammadde olarak kullanan selüloz ve kâğıt endüstrisi gibi dallarda bir metreküp odun içerisinde ne kadar selüloz veya mekanik odun hamuru bulunduğunu gösteren önemli bir değerdir (Berkel 1970). Hacim yoğunluk deneyi, TS 2472 esaslarına göre yürütülmüştür. Her örnek ağacın 2 metrelik gövde kısımlarından 20×20×30 mm olan örnekler hazırlanmıştır. Örnekler kurutma fırınında 103±2 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiş ve desikatörde soğutulduktan sonra tam kuru ağırlıkları ±0,01 g duyarlıkta tartılmıştır. Örneklerin yaş haldeki hacimlerini belirlemek için örnekler, lif doyumluğu noktası rutubet değerini aşmaya kadar su içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra örneklerin boyuna, radyal ve teğet yöndeki boyutları dijital ölçü aleti ile ±0,01 mm duyarlıkta belirlenerek hacimleri hesaplanmış ve aşağıdaki formül kullanılarak hacim yoğunluk değerleri belirlenmiştir (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$R = \frac{W_0}{W_T}$$

Formülde;

R: Hacim yoğunluk değeri, (g/cm³)

W₀: Tam kuru ağırlık, (g)

W_T: Lif doyumluk noktası üzerindeki hacim, (cm³) değerlerini ifade etmektedir.

Sorpsiyon (Daralma-Genişleme) Deneyi

Daralma ve genişleme yüzdeleri; TS 4083, 4084, 4085 ve 4086 standartlarına göre belirlenmiştir. Her örnek ağacın 2 metrelik gövde kısımlarından enine kesit ölçüleri 20×20 mm ve uzunluğu 30 mm olan örnekler hazırlanmıştır. Daralma yüzdeleri hesaplamak için hava kurusu hale getirilen örnekler, rutubetleri lif doyumluk noktasını aşmaya kadar 20±5 °C sıcaklığındaki su içerisinde batırılarak bekletilmiştir. Üç gün ara ile yapılan ölçümlerle, iki kontrol deney örneğinin aynı doğrultularındaki değişimler kontrol edilmiştir. Artarda yapılan iki ölçme arasındaki farkın 0,02 mm'yi aşmaması durumunda suya batırma işlemine son verilmiştir. Örnek boyutları ±0,01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Deney örnekleri hava kurusu hale gelinceye kadar laboratuvar koşullarında bekletildikten sonra kurutma fırınına yerleştirilmiştir. Kurutma fırınında 103±2 °C sıcaklıkta tam kuru hale getirilen örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra tam kuru haldeki boyutları ±0,01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Daralma yüzdelerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

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

β: Daralma yüzdesi, (%)

Boyuna, teğet ve radyal yöndeki daralma yüzdeleri (β₁, β₂, β₃) hesaplanarak hacimsel daralma yüzdesi (β_v), üç yöndeki daralma yüzdelerinin toplamından hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker 1996).

Genişleme yüzdelerinin belirlenmesi için deney örnekleri kurutma fırınında 103±2 °C sıcaklıkta değişmez boyutlara ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Desikatörde soğutulduktan sonra örneklerin boyutları ±0,01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Klima

odasında kondisyonlanan örnekler, rutubetleri lif doygunluk noktasını aşmıyaya kadar 20 ± 5 °C sıcaklığındaki su içerisinde bekletilmiştir. Üç gün ara ile yapılan ölçümlerle, iki kontrol deney örneğinin aynı doğrultularındaki değişimler kontrol edilmiştir. Artarda yapılan iki ölçme arasındaki farkın 0,02 mm'yi aşmaması durumunda suya batırma işlemine son verilmiştir. Genişleme yüzdelerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

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

α : Genişleme yüzdesi, (%)

Hacimsel genişleme yüzdesi (α_v), teğet, radyal ve boyuna yöndeki genişleme yüzdelerinin (α_r , α_t) toplamından elde edilmiştir (Bozkurt ve Göker 1996).

Lif Doygunluk Noktası Rutubeti

Odunun hücre boşluklarında bulunan serbest suyun buharlaşarak çıktığı, hücre çeperlerinin tamamen su ile doygun olduğu rutubet noktasına “lif doygunluğu noktası” adı verilmektedir (Bozkurt ve Erdin 1997; Berry ve Roderick 2005). Lif doygunluğu rutubeti, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker 1996).

$$\text{LDN} = \frac{\beta_v}{R}$$

Formülde;

LDN: Lif doygunluğu rutubeti, (%)

β_v : Hacimsel daralma yüzdesi, (%)

R: Hacim yoğunluk değeri, (g/cm^3) değerlerini ifade etmektedir.

En Yüksek Odun Rutubeti

Lif doygunluk noktası üzerinde odundaki bütün boşlukların su ile dolu olması

durumunda “en yüksek odun rutubeti” kavramı ortaya çıkmaktadır. En yüksek odun rutubeti, odunun uzun süre su içinde bekletilmesi ile elde edilmektedir (Bozkurt ve Göker 1996). Odunun boyutsal değişimini azaltmak, mantar ve böceklerle karşı dayanımını artırmak için empenye edilmesinde içerisine alabileceği en fazla empenye maddesi miktarının belirlenmesi bakımından önemlidir. Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı, ağaç türüne ve odunun anatomik yapısına göre değişmektedir. Hafif ağaçlar, ağır ağaçlara göre içerisine daha fazla su alabilmektedir. Bu değerın hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Berkel 1970 Bozkurt ve Göker 1996).

$$M_{\max} = \text{LDN} + \frac{D'_0 - D_0}{D'_0 \times D_0} \times 100$$

Formülde;

M_{\max} : Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı, (%)

D'_0 : Hücre çeperi tam kuru yoğunluğu, (g/cm^3)

LDN: Lif doygunluğu rutubeti, (%)

D_0 : Tam kuru yoğunluk, (g/cm^3) değerlerini ifade etmektedir.

Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Yükselti basamakları, 200 m yükselti farkı olacak şekilde 5 gruba ayrılmış ve 1 (0-200 m), 2 (200-400 m), 3 (400-600 m), 4 (600-800 m), 5 (800-1000 m); bakı grupları ise kuzey (K) ve güney (G) olarak kodlanmıştır. İstatistik değerlendirmeler yapılırken SPSS 11.5 istatistik paket programı kullanılmıştır. Deneyler sonucunda elde edilen verilere ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Yükselti ve bakı faktörlerinin odun-su ilişkisi üzerindeki etkisini incelemek için Çoğul Varyans Analizi yapılmış ve yükselti basamakları arasındaki anlamlı farklılıklar %95 güven

düzeyinde "Duncan" homojenlik grupları ile belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Doğu Kayını odununun her bir yükselti basamağı ve bakı grubu için belirlenen odun özelliklerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1'de belirtilmektedir. Tablo 1'de görüldüğü üzere en düşük hacim yoğunluk ve lif doyumluk noktası rutubeti değerleri kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değerler güney bakı üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı, kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında en düşük, güney bakı birinci yükselti basamağında en yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. Yıllık halkalara teğet yöndeki daralma yüzdesine ait en düşük değer kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer güney bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Yıllık halkalara radyal yöndeki daralma yüzdesine ait en düşük değer kuzey bakı dördüncü yükselti basamağında, en yüksek değer güney bakı üçüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Liflere paralel yönde daralma yüzdesine ait en düşük değer kuzey bakı beşinci yükselti basamağında, en yüksek değer güney bakı dördüncü yükselti basamağında belirlenmiştir. Hacimsel daralma yüzdesi kuzey bakı beşinci yükselti basamağında en düşük, güney bakı üçüncü yükselti basamağında en yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. En düşük teğet yönde genişleme yüzdesi değeri kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek

değer güney bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Radyal yönde genişleme yüzdesine ait en düşük değer güney bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer güney bakı ikinci yükselti basamağında belirlenmiştir. Lifler yönünde genişleme yüzdesi kuzey bakı birinci yükselti basamağında en düşük değerde, güney bakı üçüncü yükselti basamağında en yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Hacimsel genişleme yüzdesine ait en düşük değer kuzey bakı birinci yükselti basamağında, en yüksek değer güney bakı ikinci yükselti basamağında olduğu belirlenmiştir. Araştırılan odun özellikleri üzerine yükselti ve bakı faktörlerinin etkisi olup olmadığını belirlemek için gerçekleştirilen Çoğul Varyans Analizi önem düzeyi değerlerine ait sonuçlar kıyaslamalı olarak Tablo 2'de belirtilmektedir. Çoğul Varyans Analizi sonuçlarına göre %95 güven düzeyi ile yükseltinin hacim yoğunluk değeri, daralma ($\beta_t, \beta_r, \beta_l, \beta_v$) ve genişleme ($\alpha_t, \alpha_r, \alpha_l, \alpha_v$) yüzdeleri, lif doyumluk noktası rutubeti ve en yüksek odun rutubeti üzerine etkisinin olduğu ($p < 0,05$); bakımın hacim yoğunluk değeri, teğet yönde daralma yüzdesi, radyal yönde daralma yüzdesi, hacimsel daralma yüzdesi, teğet yönde genişleme yüzdesi, lifler yönünde genişleme yüzdesi, lif doyumluk noktası rutubeti ve en yüksek odun rutubeti üzerine etkisinin olduğu ($p < 0,05$), lifler yönünde daralma yüzdesi, radyal yönde genişleme yüzdesi ve hacimsel genişleme yüzdesi üzerine etkisinin olmadığı ($p > 0,05$) belirlenmiştir.

Tablo 1. Odun özelliklerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri

Odun Özellikleri	Gruplara Ait Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Değerleri									
	1. Yükselti Basamağı (0-200 m)		2. Yükselti Basamağı (200-400 m)		3. Yükselti Basamağı (400-600 m)		4. Yükselti Basamağı (600-800 m)		5. Yükselti Basamağı (800-1000 m)	
	K1	G1	K2	G2	K3	G3	K4	G4	K5	G5
Hacim Yoğunluk Değeri (g/cm ³)	0,550 (0,017)*	0,561 (0,021)	0,600 (0,034)	0,603 (0,010)	0,604 (0,023)	0,611 (0,014)	0,608 (0,022)	0,585 (0,017)	0,593 (0,017)	0,576 (0,024)
Teğet Yönde Daralma Yüzdesi (%)	10,240 (0,727)	11,431 (0,911)	10,849 (0,758)	12,587 (1,432)	10,972 (1,160)	12,521 (1,882)	11,672 (1,212)	11,556 (0,813)	10,382 (1,075)	11,871 (1,032)
Radyal Yönde Daralma Yüzdesi (%)	5,005 (0,484)	5,432 (0,794)	5,310 (0,469)	6,143 (1,425)	5,108 (0,528)	6,508 (1,367)	4,758 (0,596)	6,112 (0,980)	5,334 (0,696)	5,058 (0,698)
Lifler Yönünde Daralma Yüzdesi (%)	0,322 (0,061)	0,319 (0,045)	0,325 (0,040)	0,335 (0,061)	0,343 (0,022)	0,344 (0,039)	0,334 (0,052)	0,346 (0,045)	0,307 (0,056)	0,331 (0,052)
Hacimsel Daralma Yüzdesi (%)	15,580 (0,938)	17,211 (1,301)	16,483 (1,130)	19,066 (2,179)	16,427 (1,485)	19,375 (3,171)	17,313 (1,757)	16,947 (1,300)	15,463 (1,007)	18,301 (1,914)
Teğet Yönde Genişleme Yüzdesi (%)	12,572 (1,152)	13,048 (0,656)	13,674 (1,183)	16,688 (1,030)	14,540 (1,082)	14,164 (1,613)	14,104 (1,408)	13,901 (0,933)	14,485 (1,561)	13,464 (1,437)
Radyal Yönde Genişleme Yüzdesi (%)	5,328 (0,768)	5,206 (0,741)	5,629 (0,415)	6,073 (0,809)	6,000 (0,611)	5,428 (0,409)	5,685 (0,890)	5,562 (0,581)	5,636 (0,763)	5,265 (0,320)
Lifler Yönünde Genişleme Yüzdesi (%)	0,291 (0,049)	0,305 (0,030)	0,319 (0,048)	0,375 (0,064)	0,307 (0,054)	0,417 (0,091)	0,311 (0,040)	0,327 (0,041)	0,334 (0,059)	0,323 (0,045)
Hacimsel Genişleme Yüzdesi (%)	18,526 (1,772)	18,689 (0,686)	19,597 (1,451)	23,068 (1,414)	20,854 (1,485)	19,919 (1,649)	20,096 (1,820)	19,881 (1,424)	20,148 (1,825)	18,997 (2,064)
Lif Doygunluk Noktası Rutubeti (%)	26,107 (1,999)	28,509 (2,261)	27,240 (1,931)	32,588 (4,102)	27,960 (2,092)	32,776 (4,459)	27,171 (2,181)	31,325 (4,694)	28,985 (2,741)	29,140 (2,300)
En Yüksek Su Miktarı (%)	112,154 (7,432)	112,441 (10,582)	99,479 (6,141)	104,793 (5,673)	96,144 (5,854)	98,214 (4,839)	98,877 (4,925)	99,312 (9,561)	101,330 (5,937)	103,124 (7,872)

*Standart sapma değerleri parantez içinde belirtilmektedir.

Tablo 2. Çoğul Varyans Analizi sonuçları

Faktör	Odun Özelliklerine İlişkin Önem Düzeyleri*										
	R	β_t	β_r	β_l	β_v	α_t	α_r	α_l	α_v	LDN	M_{max}
Yükselti	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Bakı	0,007	0,000	0,000	0,119	0,000	0,009	0,052	0,000	0,150	0,000	0,017

*Önem düzeyi= $p=0,05$

Yükselti, araştırılan odun özellikleri üzerinde etkili olduğu için yükselti basamakları arasındaki anlamlı farklılıklar “Duncan” homojenlik grupları ile belirlenmiştir. Hacim yoğunluk değeri, lif doygunluk noktası rutubeti ve en yüksek su miktarına ait ortalama değerler ve “Duncan” homojenlik grupları Tablo 3’de; daralma ve genişleme yüzdelere ait ortalama değerler ve “Duncan” homojenlik grupları Tablo 4’de belirtilmektedir. Tablo 3 ve 4’de görüldüğü üzere araştırılan tüm odun özellikleri yükselti basamaklarına göre farklılık göstermektedir. Duncan homojenlik gruplarına göre; en düşük hacim yoğunluk değeri birinci yükselti basamağında, en yüksek hacim yoğunluk değeri üçüncü yükselti basamağında elde edilmiştir. Hacim yoğunluk değeri, denizden yükseklik arttıkça 600 m’ye kadar artmış ve yükselti arttıkça 1000 m’ye kadar azalma eğilimi göstermiştir.

Tablo 3. Hacim yoğunluk değeri, lif doygunluk noktası rutubeti ve en yüksek su miktarına ait Duncan homojenlik grupları

Odun Özellikleri	Yükselti Basamakları	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları
R	1	0,556 a
	5	0,584 b
	4	0,596 c
	2	0,601 d
	3	0,607 e
LDN	1	27,308 a
	5	29,062 b
	4	29,248 bc
	2	29,914 bc
	3	30,368 c
M_{max}	3	97,179 a
	4	99,095 a
	2	102,136 b
	5	102,227 b
	1	112,298 c

Tablo 4. Daralma ve genişleme yüzdelere ait Duncan homojenlik grupları

Odun Özellikleri	Yükselti Basamakları	Ortalama Değerler ve Homojenlik Grupları
β_t	1	10,835 a
	5	11,126 a
	4	11,614 b
	2	11,718 b
	3	11,746 b
β_r	5	5,196 a
	1	5,218 a
	4	5,435 ab
	2	5,726 bc
β_l	3	5,808 c
	5	0,319 a
	1	0,320 a
	2	0,330 ab
β_v	4	0,340 b
	3	0,344 b
	1	16,395 a
	5	16,882 ab
	4	17,130 b
α_t	2	17,774 c
	3	17,901 c
	1	12,810 a
	5	13,975 b
	4	14,003 b
α_r	3	14,352 b
	2	15,181 c
	1	5,267 a
	5	5,450 ab
	4	5,623 bc
α_l	3	5,714 c
	2	5,851 c
	1	0,298 a
	4	0,319 b
α_v	5	0,328 bc
	2	0,347 cd
	3	0,362 d
	1	18,608 a
α_v	5	19,572 b
	4	19,989 bc
	3	20,386 c
	2	21,332 d

Lif doygunluk noktası rutubeti değerinin en düşük birinci yükselti basamağında, en yüksek üçüncü yükselti basamağında olduğu belirlenmiştir. Yükseltinin artması ile lif doygunluk noktası rutubeti 400-600 m'de en yüksek değere ulaşmış ve 600 m'den 1000 m'ye çıkıldıkça azaldığı gözlenmiştir. Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı birinci yükselti basamağında en yüksek, üçüncü yükselti basamağında en düşük değerde olup bu değer, yükselti arttıkça 600 m'ye kadar azalmış, 600-800 m arasında bir değişiklik olmaz iken 800 m'den 1000 m'ye çıkıldıkça artmıştır. Denizden yükseklik arttıkça teğet yönündeki daralma yüzdesi 600-800 m'ye kadar artmış, 800-1000 m yükseltiye çıkıldıkça azalmıştır. Yükselti arttıkça radyal yönündeki daralma yüzdesi 400-600 m'de en yüksek değere ulaşmış ve 600 m'den 1000 m'ye çıkıldıkça azalmıştır. Lifler yönündeki daralma yüzdesi, yükseltinin artmasıyla önce 600-800 m'ye kadar bir artış göstermiş ardından 1000 m'ye çıkıldıkça azaldığı gözlenmiştir. Hacimsel daralma yüzdesi 0-200 m yükselti arasında en düşük değerde iken yükselti arttıkça 400-600 m'de en yüksek değere ulaşmış ve yükselti arttıkça azalmıştır. Yıllık halkalara teğet yönündeki genişleme yüzdesi yükselti arttıkça 200-400 m'de en yüksek değere ulaşmış ve yükseltinin artması ile azalmıştır. Radyal yönündeki genişleme yüzdesi yükseltinin artması ile 400-600 m'ye kadar artmış ve yükselti arttıkça azalma eğilimi göstermiştir. Lifler yönündeki genişleme yüzdesi yükselti arttıkça 400-600 m'ye kadar bir artış gösterirken yükselti artmaya devam ettikçe azalmıştır. Hacimsel genişleme yüzdesi yükseltinin artması ile 200-400 m'de en yüksek değere ulaşmış, yükselti arttıkça azalmıştır.

Bu çalışmada araştırılan odun özellikleri üzerine bakının etkisi olmasına rağmen bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda daha çok denizden yüksekliğin etkisi araştırılmıştır. Bilindiği gibi odun-su ilişkileri; odunun

ultramikroskopik yapısı, hücre çeperi ve hava boşluğu oranları ile yakından ilişkilidir. Hücre çeper maddesi oranı arttıkça odun yoğunluğu artmakta ve yoğunluk arttıkça odunun su tutabilen iç yüzeyleri artarak daralma ve genişleme yüzdeleri de artmaktadır. Denizden yüksekliğin odun yoğunluğu üzerinde etkili olduğunu bildiren birçok çalışma (Govorcın vd 2003; Sopushynskyy vd 2005; Chave vd 2006; Swenson ve Enquist 2007; Barij vd 2007; Kiaei ve Samariha 2011; Sheikh vd 2011) bu çalışmanın sonuçlarının dayanak noktasını oluşturduğu söylenebilir. Ayrıca Gryc vd. (2008), Çek Cumhuriyeti'nde iki farklı yükseltide yetişen Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica* L.) odununun ortalama yoğunluk ve hacimsel genişleme değerleri ile yükselti arasında anlamlı bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Govorcın vd. (2003), Hırvatistan'da yayılış gösteren *Fagus sylvatica* L. odununun bazı fiziksel (yoğunluk, hacimsel daralma) ve mekanik (liflere paralel basınç direnci, statik eğilme direnci) özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında, denizden yüksekliğin artması ile araştırılan odun özelliklerinin azalma eğiliminde olduğunu belirlemişlerdir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonucunda denizden yüksekliğin artması ile Doğu Kayını odununun hacim yoğunluk değeri, lif doygunluk noktası rutubeti, en yüksek su miktarı, daralma ve genişleme yüzdelерinin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği; bakı faktörünün ise liflere paralel daralma yüzdesi, radyal yönde ve hacimsel genişleme yüzdeleri üzerine etkisi olmadığı, diğer odun özellikleri üzerinde etkisi olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. En düşük değerler genellikle kuzey bakı birinci yükselti basamağında (0-200 m) yer alırken en yüksek değerler de güney bakı ikinci (200-400 m) ve üçüncü (400-600 m) yükselti basamaklarında yer

almaktadır. Fakat en yüksek su miktarı için bu genellemeye zıt bir durum söz konusu olmaktadır. Bilindiği gibi odunun masif olarak değerlendirileceği kullanım yerleri için daralma ve genişleme yüzdelерinin az olması istenir. Doğru Kayını'nın sakıncalı özelliklerinden biri daralma ve genişleme yüzdelерinin yüksek olmasıdır. Bu ağaç türünün masif olarak kullanılacağı yerler için araştırma bölgesindeki birinci yükselti basamağı (0-200 m) ve kuzey bakıda yetişen ağaçların kullanılması doğru bir karar olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından desteklenen TOVAG-107O752 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmalarında göstermiş oldukları yardımlardan dolayı Sinop Orman İşletme Müdürlüğü personeline teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Anşın R (1983) Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, Karadeniz Üniversitesi Dergisi, 6(2), 318-339

Atalay İ (1983) Türkiye Vejetasyon Coğrafyasına Giriş. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No:19, Ticaret Matbaacılık T.A.Ş. İzmir

Atalay İ (1992) Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarının Ekolojisi ve Tohum Transferi Yönünden Bölgelere Ayrılması. Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü Yayın No:5, Ankara

Barj N, Stokes A, Bogaard T, Van Beek R (2007) Does growing on a slope affect tree xylem structure and water relations? Tree Physiology 27, 757-764

Berkel A (1970) Ağaç Malzeme Teknolojisi, 1. Cilt, Kutulmuş Matbaası, İstanbul

Berry SL, Roderick, ML (2005) Plant-Water Relations and the Fibre Saturation Point, New Phytologist, 168, 25-37

Bozkurt AY, Erdin N (1997) Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3998, Fakülte Yayın No: 445, İstanbul

Bozkurt AY, Erdin N (2000) Odun Anatomisi. İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 4263, Fakülte Yayın No: 466, İstanbul

Bozkurt AY, Göker Y (1996) Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3944, Fakülte Yayın No: 436, İstanbul

Chave J, Muller-Landau HC, Baker TR, Easdale T A, Steege HT, Webb CO (2006) Regional and Phylogenetic Variation of Wood Density Across 2456 Neotropical Tree Species. Ecological Applications, 16(6), 2356-2367

Creber GT, Chaloner WG (1984) Influence of Environmental Factors on the Wood Structure of Living and Fossil Trees. The Botanical Review, 50(4), 357-448

Çepel N (1988) Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No: 3518, Fakülte Yayın No: 399, İstanbul

Çepel N (1995) Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3886, Sosyal B.M.Y. O. Yayın No: 433, İstanbul

Davis PH (1982) Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh at the University Press, Vol 7

Fang J, Lechowicz MJ (2006) Climatic limits for the present distribution of beech (*Fagus* L.) species in the world. Journal of Biogeography, 33, 1804-1819

Genç M (2004) Silvikültürün Temel Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 44, Isparta

Govorčin S, Sinković T, Trajković J (2003) Some Physical and Mechanical Properties of Beech Wood Grown in Croatia. Wood Research, 48(3), 39-52

Gryc V, Vavrčik H, Gomola Š (2008) Selected properties of European beech (*Fagus sylvatica* L.). Journal of Forest Science, 54(9), 418-425

Kantarıcı MD (2005) Türkiye'nin Yetiştirme Ortamı Bölgesel Sınıflandırması Ve Bu Birimlerdeki Orman Varlığı İle Devamlılığının Önemi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4558, Orman Fakültesi Yayın No: 484, İstanbul

Kiaei M, Samariha A (2011) Relationship Between Altitude Index and Wood Properties of Pinus elderrica Medw (Case Study in North of Iran). Gazi University Journal of Science, 24(4), 911-918

Konukçu M (2001) Ormanlar ve Ormancılığımız "Faydaları, İstatistikî Gerçekler, Anayasa, Kalkınma Planları, Hükümet Programları ve Yıllık Programlar'da Ormancılık". www.dpt.gov.tr/DocObjects/Download/3046/ormancil.pdf 17.02.2011

Körner C (2007) The use of 'altitude' in ecological research. Trends in Ecology and Evolution, 22(11) 569-574

Örs Y, Keskin H (2001) Ağaç Malzeme Bilgisi. Atlas Yayın Dağıtım, Yayın No: 02, İstanbul

Peters R, Poulson TL (1994) Stem growth and canopy dynamics in a world-wide range of *Fagus*

- forests. *Journal of Vegetation Science*, 5(3), 421-432
- Roo-Zielinska E, Solon J (1997) Effect of Geographical Location on Species Composition, Vegetation Structure, Diversity and Phytoindicative Characteristics in Pine Forests. *Environmental Pollution*, 98(3), 347-360
- Sheikh MA, Kumar M, Bhat JA (2011) Wood specific gravity of some tree species in the Garhwal Himalayas, India. *Forestry Studies in China*, 13(3), 225-230
- Sopushynskyy I, Vintoniv I, Teischinger A, Michalak R (2005) The influence of site factors on wood density and moisture content of beech in the Ukrainian Carpathians. *Wood Research*, 50(1), 43-49
- Swenson NG, Enquist BJ (2007) Ecological and Evolutionary Determinants of A Key Plant Functional Trait: Wood Density and Its Community-Wide Variation Across Latitude and Elevation. *American Journal of Botany*, 94(3), 451-459
- Tessier L, Nola P, Serre-Bachet, F (1994) Deciduous *Quercus* in the Mediterranean region: tree ring/climate relationships. *New Phytologist*, 126, 355-367
- T.S.E. (1976) Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini. TS 2472, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- T.S.E. (1984) Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini. TS 4083, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- T.S.E. (1984) Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini. TS 4084, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- T.S.E. (1984) Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini. TS 4085, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- T.S.E. (1984) Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini. TS 4086, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Üstündağ Ö (2009) Elazığ İlinde Genel Arazi Kullanımının Yükselti Kuşaklarına Göre Değişimi. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 2-6 Kasım, İzmir
- Wodzicki TJ (2001) Natural factors affecting wood structure. *Wood Science and Technology*, 35, 5-26
- Yaltrık F, Efe A (2000) Dendroloji. İstanbul Üniversitesi Yayın No:4265, Fakülte Yayın No:465, İstanbul