

SERİ  
SERIES  
SERIE  
SÉRIE

**A**

CİLT  
VOLUME  
BAND  
TOME

**42**

SAYI  
NUMBER  
HEFT  
FASCICULE

**2**

**1992**

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
**ORMAN FAKÜLTESİ**  
D E R G İ S İ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,  
UNIVERSITY OF ISTANBUL  
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL  
REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE  
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



# BELGRAD ORMANINDA SUNİ OLARAK YETİŞTİRİLMİŞ DOUGLAS GÖKNARI (*Pseudotsuga menziesii* Franco)'nın FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Prof. Dr. Yılmaz BOZKURT<sup>1)</sup>  
Prof. Dr. Yener GÖKER<sup>1)</sup>  
Prof. Dr. Nurgün ERDİN<sup>1)</sup>

## Kısa Özet

Belgrad Ormanında dikimle yetiştirilen Douglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii* Franco)'nın fiziksel ve mekanik özellikleri incelenerek; hava kuruşu yoğunluk  $D_{12}=0.489$  g/cm<sup>3</sup>, daralma yüzdeleri  $\beta_r = \% 4.7$ ,  $\beta_t = 7.7$ ,  $\beta_v = \% 12.4$ , eğilme direnci  $\sigma_E = 86.8$  N/mm<sup>2</sup>, liflere paralel basınç direnci  $\sigma_B = 44.1$  N/mm<sup>2</sup>, liflere paralel çekme direnci  $\sigma_C = 94.6$  N/mm<sup>2</sup>, dinamik eğilme direnci  $a = 5.9$  J/cm<sup>2</sup>, Brinell sertlik BS// 37.5 N/mm<sup>2</sup>, BS  $\perp = 22.1$  N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.

Ayrıca, hava kuruşu yoğunluk ile yıllık halka genişliği, eğilme direnci, liflere paralel basınç direnci ve Brinell sertlik değerleri arasındaki ilişkiler araştırılmış, her özellik için istatistik değerler bulunarak F kontrolleri yapılmıştır.

## 1. GİRİŞ

Douglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii* Franco) Kuzey Amerika'nın batısında Amerika Birleşik Devletlerinde ve Kanada'da doğal olarak yetişmektedir. Gerek Avrupa'da gerekse ülkemizde, İğne yapraklı ağaç yapı kerestesi ihtiyacının diğer türlerle desteklenmesi amacıyla, bu ağaç türü suni olarak yetiştirilmektedir. Bu çalışmada; Belgrad ormanında da bu amaçla yetiştirilmiş bulu-

1) İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyeleri.

nan Douglas göknarı ağaçlarından alınan küçük, kusursuz odun örnekleri üzerinde fiziksel ve mekanik özellikler tespit edilmiştir.

Daha önce aynı yetiştirme yerinden alınan Douglas göknarı diri odun örneklerinde Mc-Namara metoduna göre yapılan su ekstraksiyonunda pH değeri 5.4 olarak bulunmuştur (Bozkurt-Erdin 1986).

## 2. MATERYAL

Araştırma materyalini hazırlamak için; 1985 yılında İstanbul yakınındaki Belgrad Ormanı Bentler bölgesi, Topkoru mevki 202 nolu Bölmede bulunan 2 parselden 4'er adet olarak, toplam 8 adet Deneme ağacı alınmıştır. Seçilen 8 ağacın;

- Normal gelişmiş düzgün gövdeli, sağlam ağaç olmasına,

- Göğüs yüksekliğindeki kabuklu çaplarının 20 cm den fazla olmasına özen gösterilmiştir. Deneme ağaçlarının yaşları 34, boyları 14-24 m, göğüs yüksekliğindeki çapları ise 17-33 cm'ler arasında bulunmaktadır. Kuzey-güney yönü işaretlenen ağaçlar toprak yüksekliğinden kesilerek bir tekerlek alındıktan sonra her bir ağacın yüksekliğinin % 10'nun katları olarak, uç çapı 10 cm kalıncaya kadar tekerlekler çıkarılmıştır. bu tekerleklerden İ.Ü. Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında kuzey-güney yönünde çıtalar hazırlanarak; yıllık halka genişliği, yoğunluk, hacim ağırlık değeri, daralma yüzdeleri ve özden çevreye doğru değişimleri incelenmiştir.

Ayrıca, her bir ağaçtan 2-4 m arasından çıkarılan 2 m uzunluğundaki gövde kısımlarından eğilme, liflere paralel basınç, liflere paralel çekme, dinamik eğilme direnci ve sertlik örnekleri hazırlanarak direnç değerleri tespit edilmiştir.

## 3. METODLAR VE İSTATİSTİK DEĞERLENDİRME

Douglas göknarının araştırılan çeşitli fiziksel ve teknolojik özelliklerinin elde edilmesinde kullanılan metodlar aşağıda açıklanmıştır.

(1) Tam kuru yoğunluk ( $D_0$  :  $g/cm^3$ ), hava kuru yoğunluk ( $D_{12}$ :  $g/cm^3$ ), hacim ağırlık değeri ( $R$  :  $kg/m^3$ ) denemelerinde TS 2472/1976 nolu standart kullanılmış, örnek büyüklüğü 20x20x30 mm olarak alınmıştır.

(2) Radyal ( $\beta_r$ ), teğet ( $\beta_t$ ) ve hacmen daralma ( $\beta_v$ ) yüzdeleri, TS 2471/1976 nolu standarda göre incelenmiş, örneklerin büyüklüğü 30x30x15 mm olarak hazırlanmıştır.

(3) Hava kuru eğilme direnci ( $\sigma_{E12}$  :  $N/mm^2$ ) tespiti için TS 2474/1976 nolu standarda göre ve 20x20x350 mm boyutunda hazırlanan örnekler üzerinde çalışılmıştır.

(4) Hava kuru liflere paralel basınç direnci ( $\sigma_{B12}$  :  $N/mm^2$ ), TS 2595/1977 nolu standarda göre incelenmiş, örnekler 40x40x60 mm boyutunda hazırlanmıştır.

(5) Hava kuruşu liflere paralel çekme direnci ( $\sigma_{C12}$  : N/mm<sup>2</sup>), TS 2475/1976 nolu standard esaslarına göre incelenmiştir. Örnekler 15x50x450 mm boyutundaki taslaklardan hazırlanmıştır.

(6) Hava kuruşu dinamik eğilme direnci (a: J/cm<sup>2</sup>), TS 2477/1976 nolu standard esaslarına göre 20x20x300 mm boyutundaki örneklerde incelenmiştir.

(7) Hava kuruşu liflere paralel Brinell sertlik ( $\perp$  HB : N/mm<sup>2</sup>), radyal Brinell sertlik ( $\perp$  HB : N/mm<sup>2</sup>), teğet Brinell ( $\perp$  HB : N/mm<sup>2</sup>), TS 2479/1976 nolu standarda göre 50x50x50 mm boyutundaki örneklerde incelenmiştir.

Yukarıda belirtilen standartlardaki metodlarla bulunan veriler istatistik yöntemlerle değerlendirilmiş, ortalama, minimum, maksimum, standart sapma, standart hata, varyasyon katsayısı, güven alt ve üst sınırları bulunarak, varyans analizleri ile F testleri yapılmıştır.

Ayrıca hava kuruşu yoğunluk ile bazı teknolojik özellikler arasındaki ilişkinin regresyon denklemleri bulunarak F testleri yapılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Yoğunluk ve Hacim Ağırlık Değeri

Yoğunluk denemeleri sonunda ortalama yıllık halka genişliği 6.12 mm, standart sapma 1.66 mm, ortalama tam kuru yoğunluk 0.474 g/cm<sup>3</sup> standart sapma 0.062 g/cm<sup>3</sup>, varyasyon katsayısı % 13.2; ortalama hava kuruşu yoğunluk 0.489 g/cm<sup>3</sup>, standart sapma 0.065 g/cm<sup>3</sup>, varyasyon katsayısı % 13.3; ortalama hacim ağırlık değeri 0.415 g/cm<sup>3</sup>, standart sapma 0.050 g/cm<sup>3</sup>, varyasyon katsayısı % 12.1 olarak saptanmıştır. Yoğunluk değerlerine ait diğer istatistik bilgiler Tablo : 1'de verilmiştir.

**Tablo 1 :** Douglas göknarında yıllık halka genişliği, yoğunluk ve hacim ağırlık istatistik değerleri  
**Table 1 :** Statistical values for the growth ring widths, density and basic density of Douglas fir.

Değişkenler	$\bar{X}$	Xmin	Xmax	S	$S_{\bar{x}}$	V(%)	$G_A$	$G_U$	N
Yıllık halka genişliği (mm) Growth ring width (mm)	6.12	2.32	13.12	1.66	0.13	28.38	5.55	6.69	173
Hava kuruşu yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> ) Air dry density (g/cm <sup>3</sup> )	0.489	0.336	0.764	0.065	0.005	13.31	0.480	0.499	173
Tam kuru yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> ) Oven dry density (g/cm <sup>3</sup> )	0.474	0.334	0.758	0.062	0.0048	13.19	0.464	0.483	171
Hacim ağırlık değeri (g/cm <sup>3</sup> ) Basic density (g/cm <sup>3</sup> )	0.415	0.296	0.628	0.050	0.0039	12.09	0.407	0.422	169

- 1) Tablo 1'de ve diğer tablolarda;  $\bar{X}$  = Aritmetik ortalama, S = Standart sapma,  $S_{\bar{x}}$  = Örnekleme hatası, V = Varyasyon katsayısı,  $G_A$  = Güven aralığı alt sınırı.  $G_U$  = Güven aralığı üst sınırı, N = Örnek sayısını göstermektedir.
- 2) Basic density is based on weight when oven dry and volume when green.

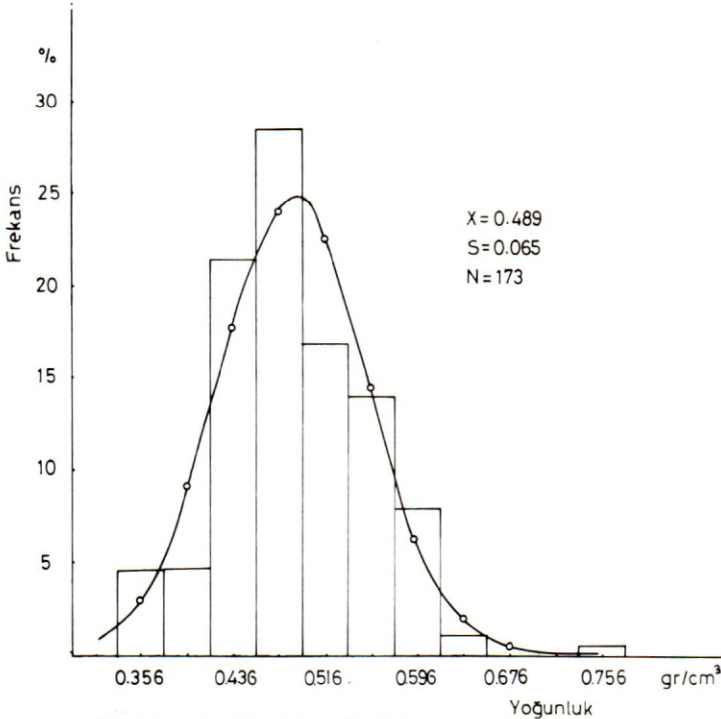
Belgrad ormanında dikimle yetiştirilen Douglas göknarında hava kuru yoğunluğa ait, ağaçlar arası ve ağaçlar içi varyans analizi yapılarak heterojenlik araştırılmıştır (Tablo-2).

**Tablo 2 :** Hava kuru yoğunluk varyans analizi

**Table 2 :** Air dry density analysis of variance

Varyasyon Kaynağı Source of variation	Serbestlik derecesi Df	Kareler toplamı Sum of squares	Kareler ortalaması Mean square	F
Ağaçlar arası	7	0.31379	0.4483	17.87 <sup>+++</sup>
Ağaçlar içi	165	0.41397	0.00251	
Genel	172	0.72776		

Tabloda görüldüğü gibi varyans analizi F değeri 17.87 olarak bulunmuştur. F tablolarında 7-200 serbestlik derecesi için verilen F değeri 3.65 olduğundan, denemede kullanılan örneklerin ağaçlar arasındaki hava kuru yoğunluk farkının % 99.9 seviyede önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, hava kuru yoğunluğa ait varyasyon grafiği Şekil-1'de verilmiştir.



**Şekil 1 :** Hava kuru yoğunluk varyasyon grafiği

**Fig. 1 :** Frequency curve for the air dry density of Douglas fir

Douglas göknarı Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da doğal olarak yetişmekte, Avrupa'da ise suni olarak yetiştirilmektedir. Bunlara ait yoğunluk değerleri, Belgrad ormanında dikimle yetiştirilen Douglas göknarı yoğunluk değerleri ile karşılaştırmalı olarak Tablo-3'de verilmiştir.

**Tablo 3 :** Değişik bölgelerde yetişen Douglas göknarlarında ortalama yoğunluk ve hacim ağırlık değeri

**Table 3 :** Values for density and basic density for Douglas fir of various origins

Yetiştirme Yeri Description	D <sub>0</sub> g/cm <sup>3</sup>	D <sub>12</sub> g/cm <sup>3</sup>	R kg/m <sup>3</sup>	Kaynak Source
Yetiştirme (Türkiye)	0.47	0.49	415	-
Yetiştirme (Almanya)	0.47	-	-	Sachsse-1984
Yetiştirme (Almanya)	-	0.52	-	Kommert-1974
Yetiştirme (İngiltere)	-	-	410	FPRL-1964
Doğal (A.B.D.)	-	-	450	Panshin, De zeeuw-1980
Doğal (Kanada)	-	-	450	Mullins, Mc Knight-1981
Doğal	0.47	0.51	-	Lohmann-1982
Doğal	0.47	-	410	Knigge, Schulze-1966

Tabloda görüldüğü gibi hacim ağırlık değeri, Kanada ve Amerika Birleşik Devletlerinde doğal olarak yetişen Douglas göknarlarında yüksek olup 450 kg/m<sup>3</sup> iken, ülkemizde ve İngiltere'de dikimle yetiştirilenlerde daha düşük olup 410-415 kg/m<sup>3</sup> tür.

Belgrad ormanında yetiştirilen Douglas göknarlarında hava kurusu yoğunluğun, özden çevreye doğru ve gövde boyunca aşağıdan yukarıya doğru değişimi regresyon analizi ile incelenmiştir. Elde edilen değerler Tablo : 4'de, regresyon denklemi ise aşağıda verilmiştir.

$$Y = 492.5 - 0.98 x_1 - 1.89 x_2 + 0.0107 x_1^2 + 0.43 x_2^2$$

$$r = 0.29 \quad N = 166$$

Burada;  $x_1$  = Relatif boy (%)

$x_2$  = Özden çevreye uzaklık (cm)

Y = Hava kurusu yoğunluk (kg/m<sup>3</sup>)'u ifade etmektedir.

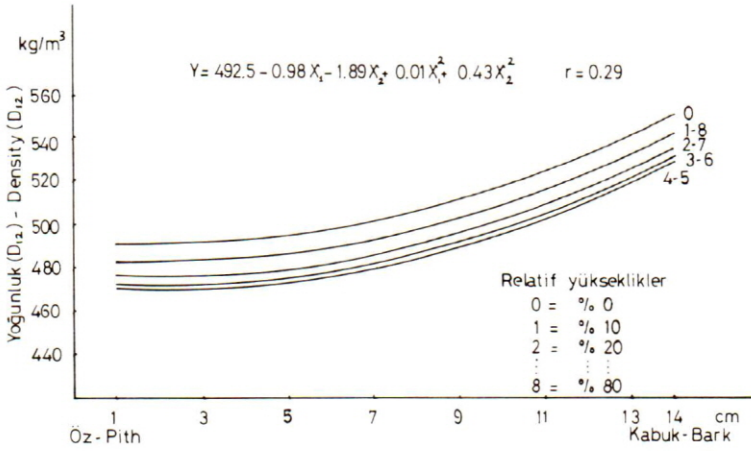
Tablo-4'deki değerler incelendiğinde gövdenin alt kısımlarında hava kurusu yoğunluğun daha yüksek olduğu, gövdenin % 50 yüksekliğine kadar azaldığı, % 50 yükseklikten sonra yoğunlukta tekrar artma olduğu görülmektedir. Özden çevreye doğru gidişte ise yoğunluğun öze yakın kısımlarda düşük olduğu, çevreye doğru arttığı tespit edilmiştir (Şekil:2).

Belgrad ormanında dikimle yetiştirilmiş Douglas göknarı örneklerinde yıllık halka genişliği ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki araştırılmış ve yıllık halka genişledikçe yoğunluğun azaldığı, hiperbolik bir fonksiyon gösterdiği anlaşılmıştır. Bu iki değişken arasındaki ilişkiyi gösteren eşitlik aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4 :** Douglas göknarında hava kuru yoğunluğun özden-çevreye ve gövde boyunca değişimi ( $\text{kg/m}^3$  olarak).

**Table 4 :** The variations in the air dry density ( $\text{kg/m}^3$ ) within the stem of Douglas fir from the pith to the bark and along the stem axis.

Relatif Boy %	Ö z d e n U z a k l ı k (c m)														Ortalan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
0	491	490	491	492	494	497	500	505	510	517	524	532	541	551	509
10	482	482	482	483	485	488	492	496	502	508	515	523	532	542	500
20	476	475	475	477	479	481	485	490	495	501	509	517	526	535	494
30	471	471	471	472	474	477	481	485	491	497	504	512	521	531	489
40	469	468	469	470	472	475	478	483	488	495	502	510	519	529	487
50	469	468	469	470	472	475	478	483	488	495	502	510	518	528	487
60	471	470	471	472	474	477	480	485	490	497	504	512	521	530	489
70	475	474	475	476	478	481	484	490	494	500	508	516	525	535	493
80	481	481	481	482	484	487	491	495	501	507	514	522	531	541	499
Ortalama	476	475	476	477	479	482	485	490	495	501	509	517	526	535	494



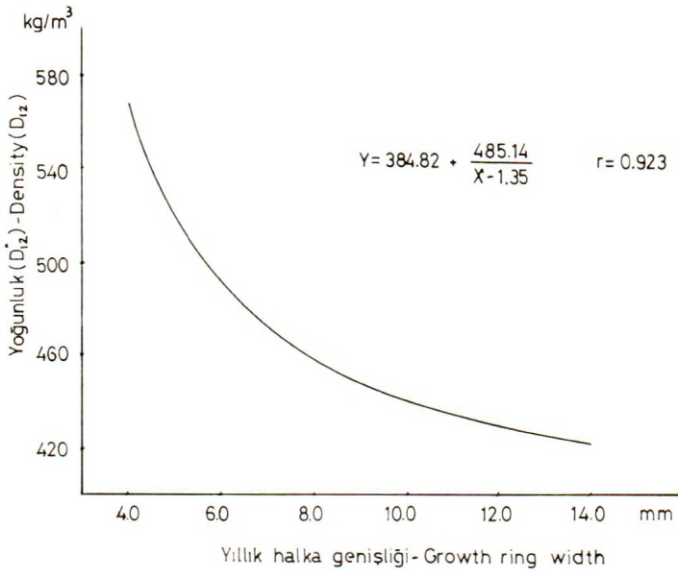
Şekil-2 : Hava kuruğu yoğunluğun özden çevreye doğru ve gövde boyunca değişimi

Fig.-1 : Air dry density trend of variation within the tree as described by the multiple regression model

$$Y = 384.82 + \frac{485.14}{x - 1.35} \quad r = 0.92 \quad N = 172 \quad F = 485.02+++$$

Eşitlikte; x = Yıllık halka genişliği (mm)

Y = Hava kuruğu yoğunluğu (kg/m³) belirtmektedir (Şekil-3).



Şekil 3 : Yıllık halka genişliği ile hava kuruğu yoğunluk arasındaki ilişki

Fig. 3 : The relationship between air dry density and growth ring width



#### 4.2 Daralma Yüzdesi

Belgrad ormanında dikimle yetiştirilen Douglas göknarlarında daralma denemeleri sonunda elde edilen ortalama; radyal yönde daralma yüzdesi ( $\beta_r$ ) 4.7, teğet yönde daralma yüzdesi ( $\beta_t$ ) 7.7 ve hacmen daralma yüzdesi ( $\beta_v$ ) ise 12.4 olarak bulunmuştur. Daralma yüzdelere ait diğer istatistik bilgileri Tablo-5'te verilmiştir.

**Tablo 5 :** Douglas göknarında daralma miktarları (%)

**Table 5 :** Shrinkage (%) in the different directions of Douglas fir wood

Değişkenler Variables	$\bar{X}$	$X_{min}$	$X_{max}$	S	$S_{\bar{x}}$	V(%)	$G_A$	$G_U$	N
Radyal daralma Radial shrinkage	4.7	2.33	6.25	0.65	0.071	13.83	-	-	87
Teğet daralma Tangential shrinkage	7.7	5.56	10.56	1.11	0.119	14.40	7.45	7.92	87
Hacmen daralma Volume shrinkage	12.4	8.12	16.04	1.68	0.181	13.55	12.03	12.75	86

Diğer ülkelerde doğal olarak yetişen veya yetiştirilen Douglas göknarı daralma yüzdeleri bu araştırmada elde edilen değerlerle karşılaştırılmalı olarak Tablo-6'da görülmektedir.

**Tablo 6 :** Değişik bölgelerde yetişen Douglas göknarında daralma miktarları (%)

**Table 6 :** Shrinkage (%) in Douglas fir wood from various origins

Yetiştirme Yeri Description	$\beta_r$	$\beta_t$	$\beta_v$	Kaynak Source
Yetiştirme (Türkiye)	4.7	7.7	12.4	-
-	4.2	7.4	11.9	Bosshard-1974
-	4.2	7.0	11.6	Knigge-1966
Doğal (A.B.D.)	4.8	7.6	12.4	FPL-1974
Doğal (Kanada)	4.8	7.4	11.9	Mullins, McKnight-1981

Tablo incelendiğinde gerek doğal gerekse suni yetiştirilmiş Douglas göknarında daralma değerleri bakımından büyük farklılıklar bulunmadığı anlaşılmaktadır.

#### 4.3 Eğilme Direnci

Eğilme direnci denemelerinde klimatize edilerek kullanılan örneklerin rutubetleri kontrol edildiğinde minimum % 10.5, maksimum % 13.5 olarak bulunmuştur. Ortalama rutubet değeri % 12.2 olduğundan, % 12 rutubeteki direnç değerlerini bulmak için

$$\sigma_{E12} = \sigma_M [1 + 0.04 (M-12)]$$

eşitliğinden yararlanılmıştır. Bu işlem sonunda, hava kurusu eğilme direnci ortalama 86.8 N/mm<sup>2</sup>, standart sapma 14.0 N/mm<sup>2</sup>, varyasyon katsayısı % 16.2 olarak bulunmuştur. Eğilme direnci ile ilgili diğer istatistik bilgiler Tablo-7 de verilmiştir.

**Tablo 7 :** Douglas göknarında eğilme direnci, yoğunluk ve rutubetle ilgili istatistik değerler  
**Table 7 :** Statistical values for the static bending strenght, density and moisture content of Douglas fir wood

Değişkenler Variables	$\bar{X}$	X <sub>min</sub>	X <sub>max</sub>	S	S $\bar{X}$	V(%)	G <sub>A</sub>	G <sub>U</sub>	N
Eğilme direnci (N/mm <sup>2</sup> )									
Static bending strenght (N/mm <sup>2</sup> )	86.8	54.6	117.7	14.035	1.351	16.16	83.37	88.73	106
Hava kurusu yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )									
Air dry density (g/cm <sup>3</sup> )	0.558	0.365	0.674	0.062	0.006	13.6	0.548	0.578	104
Rutubet miktarı (%)									
Moisture content (%)	12.2	10.5	13.5	0.45	0.045	3.7	12.14	12.32	103

Belgrad ormanında yetiştirilen Douglas göknarında 7 ağaçtan alınan 106 örnek üzerinde yapılan eğilme direnci denemeleri ile ilgili varyans analizi Tablo-8'de görülmektedir.

**Tablo 8 :** Eğilme direnci varyans analizi  
**Table 8 :** Static bending strenght analysis of variance

Varyasyon kaynağı Source of variation	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı Sum of squares	Kareler Ortalaması Mean square	F
Ağaçlar arası	6	797136	132856	10.69+++
Ağaçlar içi	99	1230584	12430.14	
Genel	105	2027720		

Görüldüğü gibi varyans analizi F değeri 10.69 olarak bulunmuştur. F-tablolarında 6-100 serbestlik derecesi için verilen 4.11 değeri ile karşılaştırıldığında, ağaçlar arası eğilme direnci değerlerinin % 99,9 güvenlikle heterojen olduğu anlaşılmaktadır.

Diğer ülkelerde doğal olarak yetişen veya yetiştirilen Douglas göknarı eğilme dirençleri, bu araştırmada elde edilen eğilme direnci değerleri ile karşılaştırılmalı olarak Tablo-9'da verilmiştir.

**Tablo 9 :** Değişik bölgelerde yetişen Douglas göknarlarında eğilme direnci değerleri (N/mm<sup>2</sup>)  
**Table 9 :** Values for static bending strenght (N/mm<sup>2</sup>) for Douglas fir of various origines

Yetiştirme Yeri Description	Eğilme direnci Static bending strenght	Kaynak Source
Yetiştirme (Türkiye)	86.8	-
Yetiştirme (Almanya)	103.8	Kommert-1974
Yetiştirme (Avusturya)	116.5	Neusser et all-1977
Yetiştirme (İngiltere)	86.9	FPRL-1964
-	85.0	Wagenführ, Scheiber-1974
-	77.4	Sachsse-1984
Doğal (A.B.D.)	85.0	FPL-1974
Doğal (Kanada)	88.6	Mullins, McKnight-1981

Tablo incelendiğinde görüleceği gibi, Amerika birleşik devletleri'nde sahil yörelerinde doğal olarak yetişen Douglas göknarlarında hava kurusu eğilme direnci 85 N/mm<sup>2</sup> olarak verilmektedir. Dağ tipi Douglas göknarlarında bu değer daha yüksektir. İngiltere'de dikimle yetiştirilen Douglas göknarlarında eğilme direnci 86.9 N/mm<sup>2</sup>, ülkemizde yetiştirilenlerde ise 86.8 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Dikkat edilirse bütün değerler birbirine çok yakındır. Ancak, eğilme direncinin yüksek veya düşük olmasında yıllık halka genişliği ve yaz odunu oranı birlikte etkili olmaktadır. Avusturya'da suni olarak yetiştirilen Douglas göknarında hava kurusu eğilme direnci 116.5 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Buradan elde edilen örneklerde yıllık halka genişliği 4.3 mm, yaz odunu oranı % 43 olup, yıllık halka genişliğinin yarısına yakındır. Belgrad ormanında yetiştirilen Douglas göknarlarında da yaz odunu oranı % 41.3 olarak bulunmuştur. Ancak, yıllık halka genişliği 6.12 mm olduğundan Avusturya'daki örneklerden daha geniştir. Bu nedenle ülkemizde yetiştirilen Douglas göknarı örneklerinden elde edilen eğilme direnci daha düşük olmaktadır.

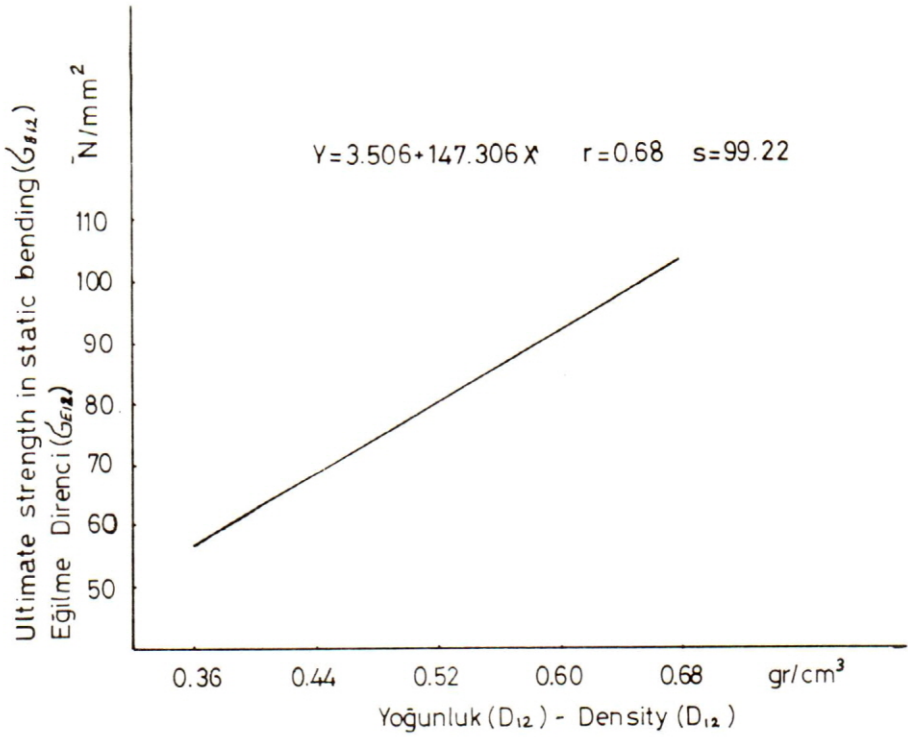
Belgrad ormanında yetiştirilen Douglas göknarı eğilme direnci denemelerinde kullanılan örneklerin hava kurusu yoğunlukları incelendiğinde, ortalama yoğunluk 0.558 g/cm<sup>3</sup>, standart sapma 0.062, varyasyon katsayısı % 13.6 olarak bulunmuştur. Diğer istatistik değerler Tablo7'-de verilmiştir.

Hava kurusu eğilme direnci ile hava kurusu yoğunluğun regresyon analizinde, iki değişken arasında giderek artan doğrusal bir ilişki bulunduğu tespit edilmiş (Şekil-4) ve regresyon denklemi aşağıda verilmiştir.

$$Y = 3.506 + 147.306 D_{12}$$

$$r = 0.68 \quad S = 9.92 \quad F = 84.34^{+++}$$

Serbestlik derecesi 1-100 için tablo  $F_{100} = 11.5$  ( $84.34 > 11.5$ ) olduğundan, eğilme direnci ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişkinin sıfır olma ihtimali % 99.9 güvenlikle red edilmektedir. Böylece eğilme direnci ile hava kurusu yoğunluğun ilişkisinin önemli düzeyde olduğu saptanmıştır.



Şekil 4 : Eğilme direnci ile yoğunluk arasındaki ilişki

Fig. 4 : The relationship between static bending strenght and density

#### 4.4 Liflere Paralel Basınç Direnci

Hava kuruşu liflere paralel basınç direncinin tespit edilmesinde kullanılan örneklerin deneme sonunda rutubet tayini yapılmıştır. % 12 rutubetteki liflere paralel basınç direnci değerlerinin bulunması için;

$$\sigma_{B12} = \sigma_M [1 + 0.05 (M-12)]$$

eşitliğinden yararlanılmıştır.

Belgrad ormanında yetiştirilen Douglas göknarında hava kuruşu liflere paralel basınç direnci ortalama 44.1 N/mm<sup>2</sup>, standard sapma 5.1 N/mm<sup>2</sup>, varyasyon katsayısı % 11.5 olarak bulunmuştur. Diğer istatistik değerler Tablo-10'da verilmiştir.

Sekiz ağaçtan alınan 104 örnek üzerinde yapılan hava kuruşu basınç direnci denemeleri sonuçlarının varyans analizi Tablo-11 de görülmektedir.

Varyans analizinde elde olunan F değeri 8.49, tablo F değeri ile karşılaştırıldığında serbestlik derecesi 7-100 için tablo F değerinin 3.83 olduğu görülmüştür. Buradan ağaçlar arası hava kuruşu basınç direnci değerlerinin % 99.9 güvenlikle heterojen olduğu anlaşılmaktadır.

**Tablo 10 :** Douglas göknarında liflere paralel basınç direnci istatistik değerleri  
**Table 10 :** Statistical values for the compression strenght of Douglas fir wood

Değişkenler Variables	$\bar{X}$	Xmin	Xmax	S	$S_{\bar{x}}$	V(%)	$G_A$	$G_U$	N
Liflere paralel basınç direnci (N/mm <sup>2</sup> )	44.1	32.27	55.71	5.070	0.497	11.5	43.1	45.07	104
Compression strenght paralel to grain (N/mm <sup>2</sup> )									
Hava kuru yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	0.534	0.452	0.660	0.040	0.0039	7.49	0.527	0.542	104
Air dry density (g/cm <sup>3</sup> )									

**Tablo 11 :** Liflere paralel basınç direnci varyans analizi  
**Table 11 :** Compression strenght parallel to grain analysis of variance

Varyasyon kaynağı Source of variation	Serbestlik derecesi Df	Kareler toplamı Sum of squares	Kareler Ortalaması Mean square	F
Ağaçlar arası	7	103476	14782.29	8.49+++
Ağaçlar içi	96	167210	1741.77	
Genel	103	270686		

Varyans analizinde elde olunan F değeri 8.49, tablo F değeri ile karşılaştırıldığında serbestlik derecesi 7-100 için tablo F değerinin 3.83 olduğu görülmüştür. Buradan ağaçlar arası hava kuru basınç direnci değerlerinin % 99.9 güvenlikle heterojen olduğu anlaşılmaktadır.

Liflere paralel hava kuru basınç direnci değerleri, gerek doğal gerekse suni olarak yetiştirilen ülkelerdeki değerlerle karşılaştırılarak Tablo-12'da verilmiştir.

**Tablo 12 :** Değişik bölgelerde yetişen Douglas göknarlarında liflere paralel basınç direnci (N/mm<sup>2</sup>)

**Table 12 :** Values for compression strenght parallel to grain (N/mm<sup>2</sup>) for Douglas fir of various origines

Yetiştirme Yeri Description	Liflere paralel basınç direnci Compression strenght parallel to grain	Kaynak Source
Yetiştirme (Türkiye)	44.1	-
Yetiştirme (Almanya)	55.5	Kommert-1974
Yetiştirme (Avusturya)	44.0	Neusser et all-1977
Yetiştirme (İngiltere)	47.2	FPRL-1964
-	47.0	Bosshard-1974
-	46.0	Sachsse-1984
Doğal (A.B.D.)	49.9	FPL-1974
Doğal (Kanada)	50.1	Mullins, McKnight-1981

Tabloda görüldüğü gibi, doğal yetiştirme yerlerinden alınan örneklerde liflere paralel basınç direnci 50 N/mm<sup>2</sup> civarında bulunmaktadır. Dikimle yetiştirilen Douglas göknarlarında Avusturya'da 44.0, İngiltere'de 47.2, Türkiye'de ise 44.1 N/mm<sup>2</sup> değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin doğal yetiştirme yerlerindeki değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Almanya'da suni olarak yetiştirilen meşcerelerde Kommert'e göre liflere paralel basınç direnci 55.5 N/mm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. Ancak, bu çalışmada yıllık halka genişliği çok dar olup, 2.8 mm olarak verilmektedir.

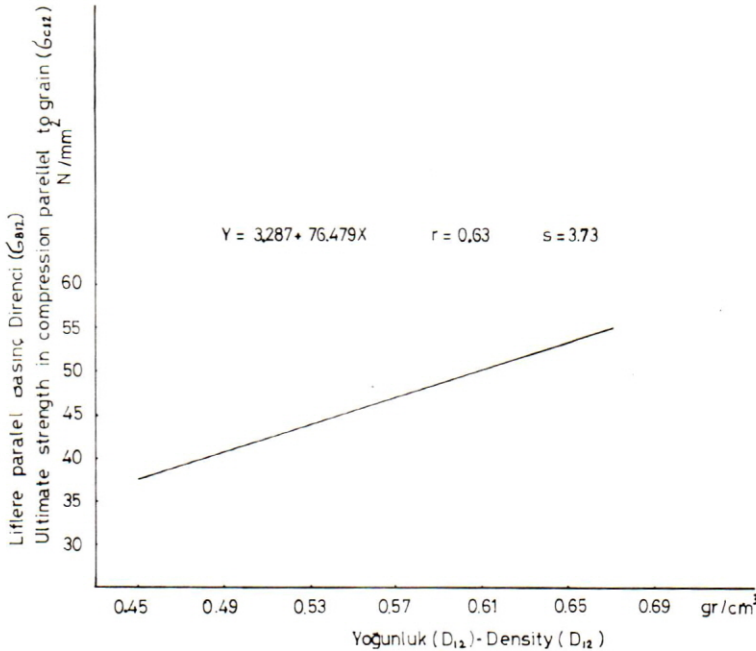
Belgrad ormanında yetiştirilen Douglas göknarı liflere paralel basınç direnci denemelerinde kullanılan örneklerin hava kuru su yoğunlukları incelendiğinde, ortalama yoğunluk 0.534 g/cm<sup>3</sup>, standard sapma 0.040, varyasyon katsayısı % 7.5 olarak bulunmuştur. Diğer istatistik değerler tablo-10'da verilmiştir.

Hava kuru su liflere paralel direnci ile hava kuru su yoğunluk regresyon analizinde iki değişken arasında giderek artan doğrusal bir ilişki bulunduğu tespit edilmiş (Şekil-5) ve regresyon denklemi aşağıda verilmiştir.

$$Y = 3.287 + 76.479 D_{12}$$

$$r = 0.64 \quad S = 3.73 \quad F = 66.7+++$$

Serbestlik derecesi 1-100 için tablo  $F_{100} = 11.5$  ( $66.7 > 11.5$ ) olduğundan, liflere paralel basınç direnci ile hava kuru su yoğunluk arasındaki ilişkinin sıfır olma ihtimali % 99.9 güvenlikle red edilmektedir.



Şekil 5 : Liflere paralel basınç direnci ile yoğunluk arasındaki ilişki

Fig. 5 : The relationship between compression strenght parallel to grain and density

#### 4.5 Liflere Paralel Çekme Direnci

Hava kuruşu liflere paralel çekme direncinin tespit edilmesinde kullanılan 59 örneğin deneme sonunda rutubet tayini yapılmıştır. % 12 rutubetteki liflere paralel çekme direnci değerlerinin bulunması için;  $\sigma_{C12} = \sigma_M [1 + 0.03 (M-12)]$  eşitliği kullanılmıştır. Eşitliğe göre, dikimle yetiştirilen Douglas göknarının hava kuruşu liflere paralel çekme direnci; ortalama 94.6 N/mm<sup>2</sup>, minimum 39.9 N/mm<sup>2</sup>, maksimum 160.0 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Standart sapma 25.8, ortalamanın standart hatası 3.36, varyasyon katsayısı % 27.3, güven aralığı alt sınırı 87.9, üst sınırı 101.3 olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada elde edilen ortalama liflere paralel çekme direnci, diğer ülkelerde elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmalı olarak Tablo-13'de verilmiştir.

**Tablo 13 :** Değişik bölgelerde yetişen Douglas göknarlarında liflere paralel basınç direnci (N/mm<sup>2</sup>)

**Table 13 :** Values for tensile strength parallel to grain (N/mm<sup>2</sup>) for Douglas fir of various origins

Yetiştirme Yeri Description	Liflere paralel çekme direnci Tensile strength parallel to grain	Kaynak Source
Yetiştirme (Türkiye)	94.6	-
-	102.9	Sachsse-1984
-	105.0	Langendorf et all-1972
-	106.8	Lohmann-1982
-	115.0	Bosshard-1974

Tablo incelendiğinde, ülkemizde suni olarak yetiştirilen Douglas göknarlarında hava kuruşu liflere paralel çekme direncinin en düşük değerde olduğu görülmektedir. Bunun nedenini yıllık halkaların çok geniş olmasında aramak gerekmektedir. Çekme direnci denemeleri sonunda ortaya çıkan kırılmalar incelendiğinde, bunların yaz odunu ile ilkbahar odunu arasındaki sınırda meydana geldiği görülmüştür.

#### 4.6 Dinamik Eğilme Direnci

Hava kuruşu dinamik eğilme direnci denemelerinden sonra bu örnekler üzerinde rutubet tayini de yapılmıştır. Bulunan direnç değerinin, % 12 rutubet değerine çevrilmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$\sigma_{DE12} = \sigma_M [1-0.005 (M-12)]$$

Dinamik eğilme direnci denemelerinde 51 örnek üzerinde çalışılmıştır. Hava kuruşu dinamik eğilme direnci ortalama 5.89 J/cm<sup>2</sup>, minimum 1.1 J/cm<sup>2</sup>, Maksimum 8.9 J/cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Standart sapma 2.12, standart hata 0.358, varyasyon katsayısı % 36.1 olarak hesaplanmıştır.

Belgrad ormanında yetiştirilen Douglas göknarı ortalama dinamik eğilme direnci, diğer ülkelerde elde olunan sonuçlarla karşılaştırmalı olarak Tablo-14'te verilmiştir.

**Tablo 14:** Değişik bölgelerde yetişen Douglas göknarlarında dinamik eğilme direnci (J/cm<sup>2</sup>)  
**Table 14 :** Values for impact bending strenght (J/cm<sup>2</sup>) for Douglas fir of various origins

Yetiştirme Yeri Description	Dinamik Eğilme direnci Impact bending strenght	Kaynak Source
Yetiştirme (Türkiye)	5.89	-
Yetiştirme (Avusturya)	5.50	Neusser et all-1977
-	3.72	Sachsse-1984
-	3.80	Lohmann-1982

Tablo incelendiğinde, suni olarak yetiştirilen Douglas göknarlarında dinamik eğilme direncinin yüksek bulunduğu görülmektedir.

#### 4.7 Brinell Sertlik

Brinell sertlik denemelerinde kullanılan klimatize edilmiş örneklerin hava kurusu (% 12) rutubeteki değerlerini bulmak için aşağıda verilen eşitliklerden yararlanılmıştır. Liflere paralel yönde;

$$BS_{12} // = BS_M [1 + 0.04 (M-12)]$$

Liflere dik yönde;

$$BS_{12} \perp = BS_M [1 + 0.025 (M-12)]$$

Hava kurusu liflere paralel yöndeki Brinell sertlik değeri ortalama 37.5 N/mm<sup>2</sup>, standart sapma 12.069, varyasyon katsayısı % 32.2 olarak bulunmuştur.

Hava kurusu radyal yöndeki Brinell sertlik değeri ortalama 23.3 N/mm<sup>2</sup>, standart sapma 8.64, varyasyon katsayısı % 37.05, teğet yöndeki Brinell sertlik değeri ortalama 20.9 N/mm<sup>2</sup>, standart sapma 8.89, varyasyon katsayısı % 42.56 olarak bulunmuştur. Diğer istatistik bilgileri Tablo-15'da verilmiştir.

Dikimle yetiştirilen veya doğal olarak yetişen Douglas göknarlarına ait Brinell ve Janka sertlik değerleri karşılaştırmalı olarak Tablo-16'da verilmiştir.

Boyuna, radyal ve teğet yönlerdeki Brinell sertlik değerleri ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki regresyon analizi ile araştırılmış ve bulunan denklemler aşağıda verilmiştir.

$$Y = 9.965 + 52.849 D_{12}$$

$$r = 0.263 \quad N = 75 \quad s = 12.04 \quad F = 5.43+$$



**Tablo 15 :** Çeşitli yönlerde Brinell Sertlik değerleri**Table 15 :** Brinell hardness of different directions as istatistical measurements

Brinell Sertlik (N/mm <sup>2</sup> ) Brinell hardness (N/mm <sup>2</sup> )	$\bar{X}$	X <sub>min</sub>	X <sub>max</sub>	S	S $\bar{x}$	V(%)	G <sub>A</sub>	G <sub>U</sub>	N
Liflere paralel yönde Parallel to grain	37.5	16.2	70.6	12.069	1.201	32.21	34.9	39.7	100
Radyal yönde Radial direction	23.3	10.6	51.3	8.64	0.858	37.05	21.5	24.9	97
Teğet yönde Tangential direction	20.9	10.3	54.5	8.89	0.911	42.57	18.9	22.7	91
Rutubet miktarı (%) Moisture content (%)	12.1	8.0	16.4	2.03	0.201	16.79	11.7	12.5	102
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> ) Density (g/cm <sup>3</sup> )	0.525	0.29	0.67	0.064	0.0063	12.17	-	-	103

**Tablo 16 :** Değişik bölgelerde yetiştirilen Douglas göknarlarında Brinell ve Janka sertlik değerleri (N/mm<sup>2</sup>)**Table 16 :** Values for Brinell hardness and Janka hardness (N/mm<sup>2</sup>) for Douglas fir of various origins

Yetiştirme Yeri Description	Brinell Sertlik Brinell hardness		Janka sert. Janka hard. side	Kaynak Source
	Liflere paralel Parallel to grain	Liflere dik Perpendicular to grain		
Yetiştirme (Türkiye)	37.5	22.11	-	-
Yetiştirme (İngiltere)	-	-	34.5	FPRL-1964
-	50	20-30	29-34	Wagenführ, Scheiber-1974
Doğal (A.B.D)	-	-	32	FPL-1974
Doğal (Kanada)	-	-	33.1	Mullins, McKnight-1981

Eşitliğin doğrusallık kontrolünde, serbestlik derecesi 1-80 için tablo F değeri 3.96 (5.43>3.96) olduğundan, r'nin sıfır olma ihtimali % 95 güvenlikle red edilmektedir.

Radyal yönde Brinell sertlik değeri ile hava kuruşu yoğunluk arasındaki ilişkinin doğrusal denklemi;

$$Y = 1.098 + 42.62 D_{12}$$

$$r = 0.309 \quad N = 75 \quad s = 8.159 \quad F = 7.69^{**}$$

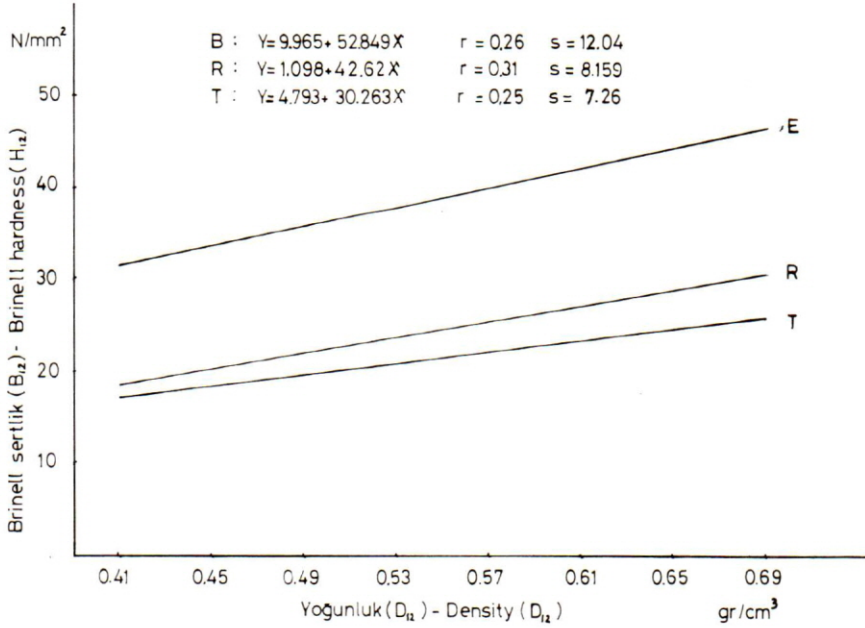
olup, eşitliğin doğrusallık kontrolü yapıldığında, F değeri, serbestlik derecesi 1-80 için tablo F değeri 6.96'dan büyük olduğundan ( $7.69 > 6.96$ ), r'nin sıfır olma olasılığı % 99 güvenlikle red edilmektedir.

Teğet yönde Brinell sertlik değeri ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişkiye ait doğrusal denklem;

$$Y = 4.793 + 30.26 D_{12} \text{ olarak bulunmuştur.}$$

$$r = 0.251 \quad N = 75 \quad s = 7.26 \quad F = 4.895+$$

Eşitliğin doğrusallık kontrolünde, serbestlik derecesi 1-75 için tablo F değeri 3.96 ( $4.89 > 3.96$ ) olduğundan, r'nin sıfır olma ihtimali % 95 güvenlikle red edilmektedir. Bu eşitliklere göre hazırlanan grafik Şekil-6'da verilmiştir.



Şekil 6 : Brinell sertlik ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki  
Fig. 6 : The relationship between Brinell hardness and density

Grafikte görüldüğü gibi liflere paralel yönde Brinell sertlik ile yoğunluk arasındaki ilişkiye ait doğru en üstte seyretmekte, onun altında teğet, en altta ise radyal yönlere ait Brinell sertlik-yoğunluk ilişkisinin doğruları bulunmaktadır. Her üç doğrunun yönü, yoğunluk arttıkça sertliğin arttığını göstermektedir.

## 5. SONUÇLAR

Araştırma materyali, 1985 yılında İstanbul yakınındaki Belgrad Ormanı Bentler Bölgesi, Topkoru Mevkii 202 nolu Bölmede bulunan, dikimle yetiştirilmiş 2 parselden 4'er adet olarak, toplam 8 adet alınmıştır. Deneme ağaçlarının yaşı 34, boyları 14-24 m, göğüs yüksekliğindeki çapları ise 17-33 cm'ler arasındadır. Ülkemizde suni olarak yetiştirilen Douglas göknarından elde edilen ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemek üzere bu ağaçlardan hazırlanan küçük, kusursuz örneklerde yoğunluk, hacim ağırlık değeri, daralma yüzdeleri, eğilme, liflere paralel basınç, liflere paralel çekme, dinamik eğilme dirençleri ile Brinell sertlik değerleri incelenerek sonuçlar aşağıda verilmiştir. Araştırmada kullanılan örneklerin ortalama yıllık halka genişliği 6.12 mm dir.

(1) TS 2472/1976 nolu standarda göre yapılan denemelerde;

Tam kuru yoğunluk ( $D_0$ ) ortalama 0.474 g/cm<sup>3</sup>, minimum 0.334, maksimum 0.758 g/cm<sup>3</sup>, standart sapma 0.062, varyasyon katsayısı % 13.9 g/cm<sup>3</sup>, Hava kuru yoğunluk ( $D_{12}$ ) ortalama 0.489 gr/cm<sup>3</sup>, minimum 0.336 g/cm<sup>3</sup>, maksimum 0.764 g/cm<sup>3</sup>, standart sapma 0.065, varyasyon katsayısı % 13.31,

Hacim ağırlık değeri (R) ortalama 415 kg/m<sup>3</sup>, minimum 296 kg/m<sup>3</sup>, maksimum 628 kg/m<sup>3</sup>, standart sapma 50, varyasyon katsayısı % 12.1 olarak bulunmuştur.

(2) TS 2471/1976 nolu standarda göre yapılan daralma denemelerinde;

Radyal yönde daralma ( $\beta_r$ ) ortalama % 4.7, minimum % 2.33, maksimum % 6.25, standart sapma 0.65, varyasyon katsayısı % 13.83,

Teğet yönde daralma ( $\beta_t$ ) ortalama % 7.7, minimum % 5.56, maksimum % 10.56, standart sapma 1.11, varyasyon katsayısı % 14.4,

Hacmen daralma ( $\beta_v$ ) ortalama % 12.4, minimum % 8.12, maksimum 16.04, standart sapma 1.68, varyasyon katsayısı % 13.55 olarak tespit edilmiştir.

(3) TS 2474/1976 nolu standarda göre yapılan eğilme direnci ( $\sigma_{E12}$ ) denemelerinde; ortalama değer 86.8 N/mm<sup>2</sup>, minimum 54.6 N/mm<sup>2</sup>, maksimum 117.7 N/mm<sup>2</sup>, standart sapma 14.035, varyasyon katsayısı % 16.16 olarak bulunmuştur.

(4) TS 2595/1977 nolu standarda göre yapılan liflere paralel basınç direnci ( $\sigma_{B12}$ ) denemelerinde; basınç direnci ortalama 44.1 N/mm<sup>2</sup>, minimum 32.27 N/mm<sup>2</sup>, maksimum 55.71 N/mm<sup>2</sup>, standart sapma 5.07, varyasyon katsayısı % 11.5 dur.

(5) TS 2475/1976 nolu standarda göre yapılan liflere paralel çekme direnci ( $\sigma_c //$ ) denemelerinde; Ortalama değer 94.6 N/mm<sup>2</sup>, minimum 39.9 N/mm<sup>2</sup>, maksimum 160.0 N/mm<sup>2</sup>, standart sapma 25.8, varyasyon katsayısı % 27.3 olarak tespit edilmiştir.

(6) TS 2477/1976 nolu standarda göre yapılan dinamik eğilme direnci (a) denemelerinde; ortalama dinamik eğilme direnci 5.89 J/cm<sup>2</sup>, minimum 1.1 J/cm<sup>2</sup>, maksimum 8.9 J/cm<sup>2</sup>, standart sapma 2.12, varyasyon katsayısı % 36.1'dir.

(7) TS 2479/1976 nolu standarda göre yapılan Brinell sertlik denemelerinde;

Liflere paralel yönde Brinell sertlik ortalama 37.5 N/mm<sup>2</sup>, minimum 16.22 N/mm<sup>2</sup>, maksimum 70.58 N/mm<sup>2</sup>, standart sapma 12.07, varyasyon katsayısı % 32.21,

Radial yönde Brinell sertlik ortalama 23.32 N/mm<sup>2</sup>, minimum 10.61 N/mm<sup>2</sup>, maksimum 51.31 N/mm<sup>2</sup>, standart sapma 8.64, varyasyon katsayısı % 37.05,

Teğet yönde Brinell sertlik ortalama 20.89 N/mm<sup>2</sup>, minimum 10.32 N/mm<sup>2</sup>, maksimum 54.47 N/mm<sup>2</sup>, standart sapma 8.89, varyasyon katsayısı % 42.57 olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak, hava kurusu yoğunluk ağaçta gövde boyunca, aşağıdan yukarıya azalmakta, gövdenin % 50 yüksekliğinden sonra artış göstermektedir. Ayrıca, hava kurusu yoğunluğun özden çevreye doğru giderek arttığı tespit edilmiştir. Yıllık halka genişliği ile yoğunluğun arasındaki ilişki araştırılmış ve yıllık halka genişledikçe yoğunluğun azaldığı, hiperbolik bir fonksiyon gösterdiği anlaşılmıştır. Bunlardan başka Belgrad Ormanında dikimle yetiştirilen Douglas göknarında; hacim ağırlık değeri, liflere paralel çekme, liflere paralel basınç ve Brinell sertlik değerlerinin, doğal olarak yetişen Douglas göknarlarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

**PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF  
DOUGLAS FIR (*Pseudotsuga menziesii* Franco) GROWN IN A  
PLANTATION SITE IN BELGRAD FOREST NEAR ISTANBUL**

**Prof. Dr. Yılmaz BOZKURT  
Prof. Dr. Yener GÖKER  
Prof. Dr. Nurgün ERDİN**

**Abstract**

Wood from Douglas Fir trees grown in a plantation site in Belgrad Forest, near Istanbul, was examined for its density based on dry volume and weight, density based in green volume and dry weight, shrinkage, modulus of rupture in static bending, compression parallel to grain, tension parallel to grain, toughness (shock-resisting ability), and Brinell hardness. The results were compared with the values given in the literature.

**SUMMARY**

Experimental material, 8 Douglas fir trees grown in a plantation site at Belgrad Forest near Istanbul, were harvested in 1985 from 2 parcels, 4 trees each. They were 34 years old, 14 to 24 m in height; their bhd being 17 to 33 cm. The specimens were defect free. The average width of the growth rings were 6.12 mm. The results of the measurements on the physical and mechanical properties are given below.

- 1- Density according to the Turkish Standard (TS) 2472-1976: Based on oven dry weight and volume ( $D_0$ )  $0.474 \pm SD 0.062 \text{ g/cm}^3$  (min 0.334, max 0.758, CV 13.19 %).

Based on air dry weight and volume ( $D_{12}$ )  $0.489 \pm SD 0.065 \text{ g/cm}^3$  (min 0.336, max 0.764, CV 13.31 %).

Based on oven dry weight and green volume (R)  $0.415 \pm SD 0.050 \text{ g/cm}^3$  (min. 0.296, max 0.628, CV 12.1 %).

2 - Shrinkage according to the TS 2471-1976 :

Radial ( $\beta_r$ )  $4.7 \pm SD 0.65 \%$  (min 2.33, max 6.25, CV 13.83 %), Tangential ( $\beta_t$ )  $7.7 \pm SD 1.11 \%$  (min 5.56, max 10.56, CV 14.4 %), Volumetric ( $\beta_v$ )  $12.4 \pm SD 1.68 \%$  (min 8.12, max. 16.04, CV 13.55 %).

3 - Modulus of rupture in static bending according to the TS 2474-1976 : ( $\sigma_{E12}$ )  $86.8 \pm SD 14.035 \text{ N/mm}^2$  (min 54.6, max 117.7, CV 16.16 %).

4 - Maximum crushing strenght in compression parallel to grain according to the TS 2595-1977: ( $\sigma_{B12}$ )  $44.1 \pm SD 5.07 \text{ N/mm}^2$  (min 32.27, max 55.71, CV 11.5 %).

5 - Tension parallel to grain according to the TS 2475-1976 :  $94.6 \pm SD 25.8 \text{ N/mm}^2$  (min 39.9, max 160.0, CV 27.3 %).

6 - Impactwork in shock resistance according to the TS 2477-1976:  $5.89 \pm SD 2.12 \text{ J/cm}^2$  (min 1.1, max 8.9, CV 36.1 %).

7 - Brinell hardness according to the TS 2479-1976 :

Parallel to grain  $37.5 \pm SD 12.07 \text{ N/mm}^2$   
(min 16.22, max 70.58, CV 32.21 %).

Radial  $23.32 \pm SD 8.64 \text{ N/mm}^2$  (min 10.61, max 51.31, CV 37.01 %).

Tangential  $20.89 \pm SD 8.89 \text{ N/mm}^2$  (min 10.32, max 54.47, CV 42.57 %).

The results have also shown that  $D_o$  decreases up the tree until reaching 1/2 of the tree hight, where it starts increasing.  $D_o$  increases from the pith to the bark. An examination revealed that the widths of the growth rings were negatively correlated with the density, showing a hyperbolic function. The materail examined gave in  $D_{12}$ , in tension and in compression parallel to the grain, in Brinell hardness, values lower than those given in the literature for Douglas fir grown in areas of its natural distribution.

## KAYNAKLAR

BOSSHARD, H.H., 1974. *Holzkunde*. Birkhäuser verlag. Basel und Stuttgart.

BOZKURT, Y., N. ERDİN. 1986. *Bazı Önemli Ağaç Türleri Odununda Asit Miktarının Sapıtılması*. İ.Ü. Orm.Fak.Der. A-36/2, s. 75-88.

- FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1974. *Wood Handbook. Agriculture Handbook No. 72.*
- KNIGGE, W. and H. SCHULZE. *Grundriss der Forstbenutzung. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin.*
- KOMMERT, R., 1974. *Über die Holzeigenschaften der Douglasie (Pseudotsuga menziesii Franco) auf Mittelgebirgsstandorten der DDR. Holztechnologie. 15-2. s. 67-71.*
- LANGENDORF, G., E. SCHUSTER, R. WAGENFÜHR, 1972. *Rohholz. Veb Fachbuchverlag Leipzig.*
- LOHMANN, U. 1982. *Holz Handbuch. DRW Verlag.*
- MULLINS, E.J. and T.S. MCKNIGHT, 1981. *Canadian Woods. Toronto.*
- NEUSSER, H., U. KRAMES, D. STROBACH UND M. ZENTNER, 1977. *Über die Technologischen Eigenschaften von in Österreich Gewachsenen Douglasien. Holzforschung und Holzverwertung 29-5, s. 101-112.*
- PANSHIN A.J., de C. ZEEUW, 1980. *Textbook of wood. Technology Vol. 1. New York Mc-Graw-Hill.*
- SACHSSE, H., 1984. *Einheimische Nutzhölzer Pareys Studentexte 44. Hamburg und Berlin.*
- WAGENFÜHR, R., und CHR. SCHIEBER, 1974. *Holzatlas Veb Fachbuchverlag Leipzig.*