

Çiğdem Akın

SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES	A	VOLUME	40	NUMBER	1	1990
SERIE		BAND		HEFT		
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

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



DALLI SERVİ (Cupressus sempervirens var. horizontalis M.) ODUNUNDA EĞİLMEDE ELASTİKLİK MODÜLÜ

Prof. Dr. Yener GÖKER¹⁾
Ar. Gör. Nusret AS¹⁾

Kı s a Ö z e t

Bu çalışmada Dalılı Servi Odununun Eğilmede Elastikiyet Modülü değeri saptanmış bulunmaktadır. Bu amaçla Manavgat Orman İşletmesi, Köprülü Kanyon Milli Parkından alınan deneme ağaçlarından elde edilen örnekler denemeye tabi tutulmuştur.

Yapılan tespitler sonucu Dalılı Servi Odununda Eğilmede Elastikiyet modülü değeri 61709 kp/cm² olarak saptanmıştır. Böylece aynı familyaya mensup olan veya yakın benzerlik gösteren ağaç türlerine göre daha gevrek bir oduna ve yapıya sahip bulunmaktadır.

1. GİRİŞ

Ülkemizde Doğal halde yetişen Dalılı Servi (Cupressus sempervirens var. horizontalis M.) odununun Teknolojik özellikleri daha önce GÖKER-BOZKURT (1988) tarafından araştırılmış olup, Eğilmede Elastiklik modüllü denemeleri yapılmamıştır. Bu makalede adı geçen özellik ile ilgili değerler verilmektedir. Dalılı servi odunu uygun yetişme muhitlerinde endüstriyel kullanıma uygun çap ve boyda az budaklı dolgun gövdeler yapmakta olup, Eterik yağ içeren dayanıklı, kolay işlenebilen, düzgün yüzeyler veren orta sertlikte, az çalışan, orta kalitede bir oduna sahip bulunmaktadır.

Elastiklik modülü (E-Modülü) teorik ve gerçekte ulaşılamayan, belirli bir malzemenin elastiklik durumunu karakterize eden sabit bir değer olmakla beraber çeşitli malzemenin elastiklik özelliğini ve durumunu göstermesi bakımından önemlidir. E-modül ne kadar küçük ise o cismin, şekil değiştirici mekanik etkilere o kadar az karşı koyduğu, yani tekrar eski orijinal şekline dönüşebilecek deformasyonlara kolaylıkla elverişli olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir deyimle, Elastiklik modülü arttıkça cisimler deformasyon oluşturan kuvvetlere karşı daha yüksek bir karşı koyma göstermekte, küçüldükçe daha kolay defonne olmaktadır.

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı Öğretim Elemanları.

1. Elastiklik Modülünün Tanımı

Elastikiyet katı bir madde düşük gerilemelerde meydana gelen deformasyonların yük kaldırıldıktan sonra tekrar tamamıyla elde edilmesidir. Sadece belirli bir sınıra kadar elastik özellikler geçerli olmaktadır. Bu sınırın üstünde ise plastik deformasyon ve kırılma meydana gelmektedir. Bu sınır aşılmadığı sürece kuvvetlerin oluşturduğu şekli değiştirme kuvvetlerin kaldırılması ile kaybolur.

Defarmasyon ϵ işareti ile gösterilmekte ve şu formüle göre bulunmaktadır.

$$\epsilon = \alpha \cdot \sigma^n$$

Burada ;

$$\sigma = \text{Gerileme (kp/cm}^2\text{)}$$

n = Odunda l olarak alınmaktadır.

Hook kanununa göre deformasyon;

$$\epsilon = \alpha \cdot \sigma \text{ olmaktadır. Buradan;}$$

$$\alpha = \epsilon / \sigma \text{ (Birim deformasyon veya deformasyon katsayısı)}$$

elde olunur.

α değerinin tersi $1/\alpha = E$ Elastikiyet yada Young modülü olarak bilinmektedir. Aynı zamanda Elastikiyet bir maddenin sertliğine ait ölçüyü gösterir.

Elastikiyet modülü üzerine; odunun özgül ağırlığının, Yazodunu iştirak oranının, su miktarının, sıcaklığın, yıllık halka genişliğinin, lif yönünün, lif açısının, budaklılığın, etkisi vardır.

Genel olarak özgül ağırlığın artması ile E-modülü değeri yükselir. Keza yıllık halka içerisinde yaz odunu iştirak oranı arttıkça E-modülü de yükselme gösterir. Bunun nedeni yaz odunu E-modülünün ilkbahar odununa nazaran daha yüksek oluşudur.

Odunda LDN (% 30 rutubete) kadar su miktarı arttıkça E-modülü değeri azalmaktadır.

% 30 rutubetin üzerinde su miktarının artması ile E-modülünde önemli bir değişme meydana gelmez.

Odunda higroskopik bölge içerisinde her %1 su miktarı artışına karşılık elastik modülde %2 azalmanın kabul edilmesi tavsiye edilmektedir. Buna göre herhangi bir ağaç numunesinin M_1 rutubetteki elastiklik modülü E_1 bilindiği takdirde, higroskopik bölge içerisinde herhangi bir M_2 rutubetteki E modülü E_2 aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$E_2 = E_1 [1 - 0.02 (M_2 - M_1)]$$

Sıcaklık arttıkça eğilmede E-modülü azalmaktadır. Ayrıca geniş yıllık halkalı odun oluşturan, hızlı büyüyen ve ışık ağacı niteliğinde olan iğne yapraklı ağaçlarda yıllık halka içindeki yaz odunu iştirak oranı az olduğu için, bu gibi ağaçların odununda Eğilmede E-modülü değeri düşük bulunmaktadır.

E-modülü, odunun üç esas ekseninin gösterdiği yönde farklı bulunmaktadır. Liflere paralel yönde en yüksek, radyal yönde daha düşük, yıllık halkalara teğet yönde ise en düşüktür.

Liflerin gidiş yönü ile numunenin boyuna eksenini arasında oluşan açının E-modülü üzerine etkisi vardır. Lif açısının değeri arttıkça Eğilmede E-modülü değeri azalmaktadır. Keza budaklıkta Elastiklik modülü üzerine tesir eder.

Kare enine kesitli örneklerde E-modülü karenin kenar uzunluğunun artması ile biraz azalmakta ve dikdörtgen şeklindeki enine kesitte ise dikdörtgenin yüksekliğinin genişliğine oranı arttıkça artış göstermektedir. Ağaç malzemenin uzunluğu (l) nin enine kesit yüksekliği (h) ya oranı $l/h = 15$ e kadar yükseldikçe elastiklik modülü değeri azalmakta, bu oran 15 in üstünde artıka elastiklik modülü değişmemektedir (BERKEL, 1970).

Değişik araştırmacılar tarafından yerli ağaçlarımız üzerinde yapılan Eğilmede Elastiklik Modülü deneylerine göre saptanan değerler Tablo 1 de verilmiş bulunmaktadır.

II. MATERYÂL ve METOD

Araştırma materyali, bu ağaç türünün ülkemizde doğal olarak en büyük orman oluşturduğu Manavgat İşletmesi, Karabük Serisi, Andızlı dar mevkiinden alınan 63-105 yaşlar, 37-54 cm arasında değişen göğüs çapları ve değişik boylardaki 7 adet deneme ağacından elde olunmuştur.

Deneme ağaçlarının 2-4 m yükseklikleri arasından düzgün lifli ve budaksız kısımlardan kesilen 1.50 m uzunluktaki kısa tomruklardan Kuzey, Güney, Doğu ve Batı yönlerden 28 adet 6 cm genişlikte kalaslar biçilmiş ve laboratuvar'a nakledilmiştir. Daha sonra kalaslar ön kurutmaya bırakıldıktan sonra makinelerle işlenerek standard şekilde 53 adet 20x20x350 mm boyutlarında E-Modülü örneği hazırlanmıştır. Bu standard boyuttaki örnekler zımparalanmış, numaralanmış ve TS 642'ye göre $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ve $\% 65 \pm 3$ bağılmede rutubetleri ($\%12$) değişmez hale gelinceye kadar klimatize edilmiştir. Daha sonra her bir deneme numunesinin orta kısmındaki enkesit boyutları milimetrik kompasla ölçülerek tespit edilmiştir.

Her numune 10 tonluk üniversal test makinasında iki ucundan dayanak noktaları üzerine yerleştirilmiş ve bir eğme kolu ortadan yıllık halkalara teğet yönde tesir edecek şekilde yük uygulanmıştır. Yük-deformasyon eğrisinin doğru orantılı olarak seyrettiği ŞEKİL 1 de görülen kısma isabet eden her bir yük için numune üzerinde oluşan deformasyon değeri tensometre yardımı ile ölçülmüştür.

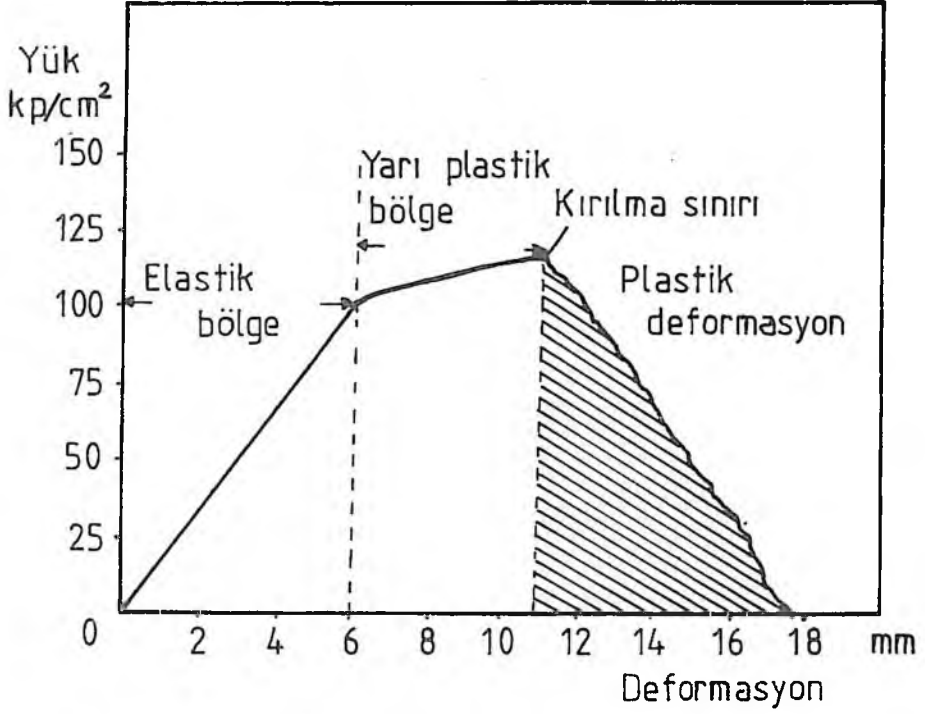
Numunelere önce 10 kp luk bir ön yükleme uygulanmış ve bu yüklemenin tensometre üzerinde meydana getirdiği değer dikkate alınmayarak tensometre sıfırlanmıştır. Daha sonra yük-deformasyon eğrisinin doğru orantılı kısmında (Elastik bölge sınırında) kalacak şekilde 50 kp luk yükler (Δp) uygulanmış ve bu yüklerin örnek üzerinde oluşturduğu eğilme miktarı (Δf) tensometreden okunmuştur. Bir sonraki yük ile bir önceki yük arasındaki fark daima 50 kp olacak şekilde tutulmuştur. Herbir Δp ve Δf değeri için aşağıdaki formüle göre Eğilmede E-modülü değeri saptanmıştır.

$$E = \frac{\Delta p \cdot Ls^3}{\Delta f \cdot 4 \cdot b \cdot h^3} \quad \text{kp/cm}^2$$

Tablo 1 : Yerli ağaç türlerinden bazılarının Eğilmede Elastiklik modülü değerleri.

Table 1 : Values of Modulus of elasticity in bending some of the Turkish tree species

Ağaç Türleri Tree species	Türkçe ismi Turkish name	Eğilme direnci Bending strenght kp/cm ²	Eğilmede elastiklik modülü The modulus of elasticity in bending kp/cm ²
Cupressus sempervirens var. horizontalis	Dallı servi	864.90	61709 GÖKER AS
Cupressus sempervirens var. pyramidalis	Piramid servi	1077	82400 ERİÇ
Abies bornmülleriana	Uludağ göknarı	730.0	83000 -
Abies cilicica	Toros göknarı	843	106000 BOZKURT
Abies equi-trojani	Kazdağı göknarı	729	102000 ÇEHRELİ
Pinus sylvestris	Sarıçam	648.7	102000 -
Juniperus excelsa	Boylu ardıç	544.4	105300 BERKEL BOZKURT GÖKER
Juniperus foetidissima	Kokulu ardıç	505.8	110800 BERKEL BOZKURT GÖKER
Fagus orientalis	Doğu kayını	1052	125000 -
Quercus petrea	Sapsız meşe	1185	113000 -
Fraxinus oxycarpa	Dişbudak	1086.9	95900 -
Eucalyptus rostrata	Okalıptus	757.5	139000 -
Robinia pseudoacacia	Yalancı akasya	1361	112700 -



ŞEKİL 1 : Eğilmede Elastikiyet modülü değerlerinin saptanmasında Yük-Deformasyon grafiği.

FIGURE 1 : Load-deflection curve for modulus of elasticity in bending

Burada ;

Δp = Yüklemeler arasındaki fark ($P_2 - P_1$), kp.

Δf = Bu yüklemelerin meydana getirdiği eğilme miktarı. (cm)

L_s = Dayanak noktaları arasındaki mesafe (cm)

b = Örnek genişliği. (cm)

h = Örnek yüksekliği. (cm) dir.

Herbir örneğe ait bulunan 3 veya 4 arasında değişen değerlerin ortalaması alınmış ve hesaplamalarda bu değer kullanılmıştır. (ŞEKİL 2) test düzenini göstermektedir.

III. BULGULAR

Deneme sonucu bulunan Eğilmede Elastiklik modülü değerleri aşağıda Tablo 2'de açıklanmış bulunmaktadır

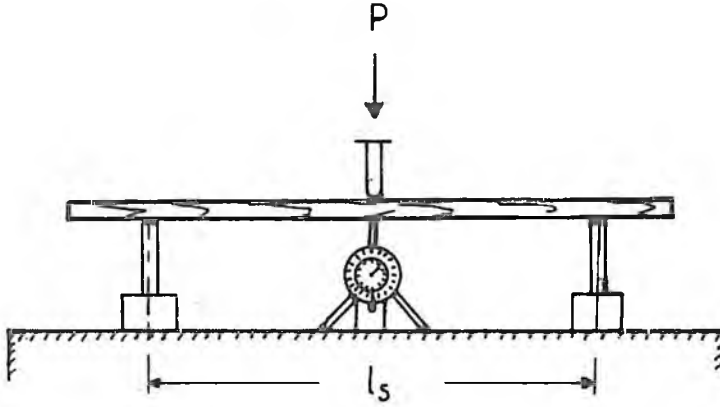
Tablo 2 : Dalı Servı (Cupressus sempervirens var. horizontalis) odununda Eğilmede E-modülü değerleri

Table 2 : The values of modulus of elasticity in bending for Cupressus sempervirens var. horizontalis.

	İşareti Notation	Eğilmede E-Modülü Değeri Modulus of elasticity
Numune sayısı Sample size	N	53
Deneme ağacı sayısı The number of trees	k	7
Eğilmede ortalama E-modülü Aritmetic mean of modulus of elasticity	\bar{X}	61709
Değişim genişliği Range of variation	R	40140 - 106169
Standard sapma Standart deviation	$\pm S$	17607.18
Varyasyon katsayısı The coefficiest of variation	% V	28.532
Ortalamanın güven aralığı Confidance intervall of Aritmetic mean	$\pm q$ $\pm \% P$	3771.51 5.861
F - Testi F - test	F	8.916

Teste tabi tutulan örneklerin Eğilmede Elastiklik modülü değerleri Diri odunda 32 adet örneğin ortalaması olarak 52251 kp/cm² ; özodunda ise 21 adet örneğin ortalaması olarak 66226 kp/cm² olarak saptanmıştır.

Denemede saptanan değerlere dayanılarak varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi ile örneklerin aynı ana topluma dahil olup olmadıkları ve aralarındaki farkın significant olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan varyans analizi sonucu aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. (Tablo 3).



ŞEKİL 2 : Eğilmede E-modülü denemelerinde Test Düzeni.
FIGURE 2 : Assembly used for the modulus of elasticity tests.

Tablo 3 : Varyans analizi sonuçları
Table 3 : The results of variance analysis.

Varyasyon kaynağı Source of variation	Serbestlik derecesi Degrees of Freedom	Toplam varyanslar Total varians	Ortalama varyans Avarage varians	F - Oranı
Örnekler arası Between the samples	6	$V_{ara} = 8668027300$	$S^2_{ara} = 1444671277$	F = 8.916***
Örnekler içi Within the samples	46	$V_{iç} = 7452658653$	$S^2_{iç} = 162014318.5$	
Genel General	52	$V = 16120675954$	$S^2 = 310012997.7$	

Tablonun incelenmesinden de anlaşılacağı gibi $v_{ara} = 6$, $v_{iç} = 46$ serbestlik derecelerinde F değeri, $P = 0,001$ güven sınırı için F değerleri tablosundan yaklaşık olarak 4,73 olarak bulunmuştur. Araştırma sonucunda $F = 8.916 > 4.73$ olduğu saptanmıştır.

Buna göre $P = 0,001$ güven düzeyinde grupların aynı ana topluma ait olduğu yolundaki varsayım reddedilir. Gruplar arasındaki farklılıklar $P > 0,001$ olasılıkla rastgele nedenlerden dolayı olmayıp significanttır.

Varyans analizinde ulaşılan yargı kesin olmayıp sıfır varsayımın kabulü halinde 1. tip hata, reddi halinde ise 2. tip hata söz konusudur.

1. Servide Eğilmede E-modülü ile Hava kurusu Özgül ağırlık arasındaki ilişki

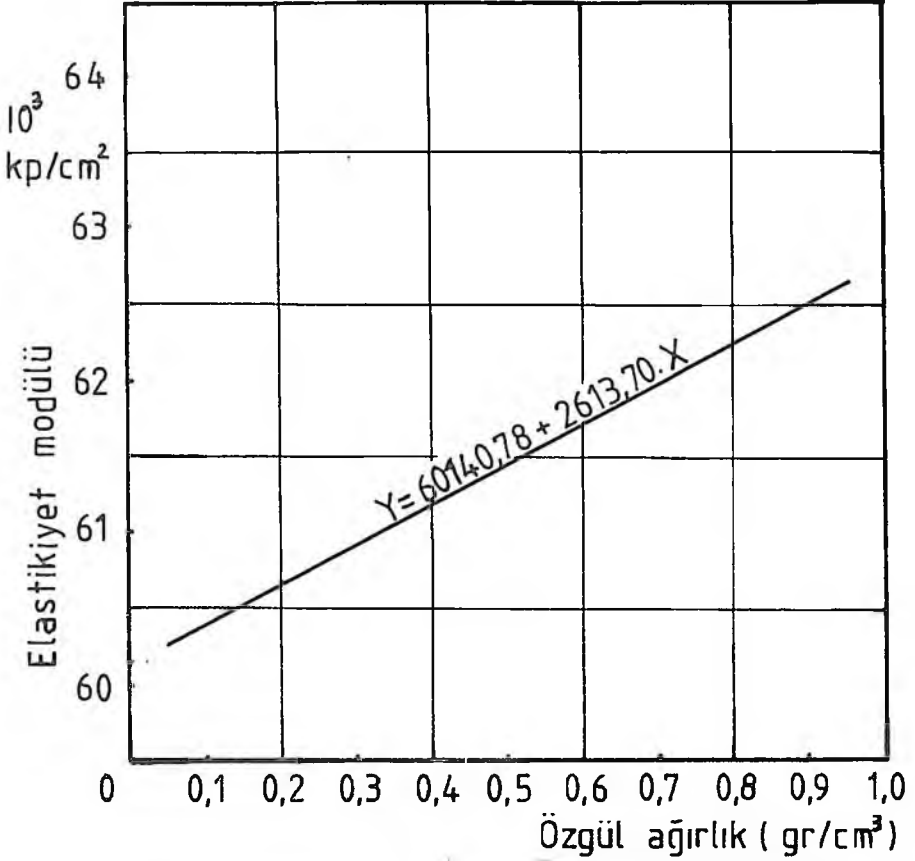
Dallı servi odun örnekleri üzerinde Eğilmede E-modülü denemeleri yapıldıktan sonra her bir deneme çitasından 20x20x30 mm boyutlarında özgül ağırlık örnekleri hazırlanmış ve bunlar üzerinde hava kurusu özgül ağırlıklar saptanmıştır. Daha sonra matematik istatistik yolla regresyon denklemi bulunmuş ve grafikleri çizilmiştir. (Şekil 3).

Eğilmede E-modülü ile hava kurusu özgül ağırlık arasındaki ilişkiler bakımından yapılan araştırmalarda bulunan değerler **Tablo 4**'de belirtilmiştir.

Tablo 4 : Eğilmede E-modülü ile hava kurusu özgül ağırlık arasındaki ilişki.

Table 4 : The relation between modulus of elasticity in bending and air-dry specific gravity

	Özel İşareti Notation	Dallı Servi Cupressus sem. var. horizontalis
Regresyon Denklemi Regression equation	Y	$Y = 60140.78 + 2613,70 x$
Numune Adedi Sample Size	N	53
Regresyon ayrılış hatası Standart error of the regression	$Sy_x \pm$	23889,95
Korelasyon katsayısı Coefficient of correlation	r	0,198
Korelasyon katsayısının standart hatası Standart error of the coefficient of correlation	$sr \pm$	0,134
t - değeri t - test	T	1,477



Şekil 3 : Dallı Servi (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) de hava kurusu özgül ağırlık ile eğilmeye E-modülü arasındaki ilişki

Figure 3 : The relation between modulus of elasticity in bending and air-dry specific gravity of the wood of *Cupressus semp.* var. *horizontalis* (Miller) Gordon.

IV. TARTIŞMA

Bu araştırmada elde edilen bulgular aynı familyanın diğer cins ve türleri ile karşılaştırıldığında ilginç sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Örneğin aynı türün diğer varyetesi olan *Cupressus sempervirens* var. *Pyramidalis* te aynı değer ERİÇ (1972) tarafından 82400 kp/cm² olarak saptanmıştır. Dallı Servi'de ise bu değer 61709 kp/cm² olduğuna göre bir evvelki varyeteye nazaran daha gevrek bir oduna sahiptir. Bunun nedeni araştırmaların yapıldığı yetişme muhiti yerlerinin farklı oluşudur. Zira Köprülü Kanyon Yetiştirme Muhiti toprak ve iklim şartlarında yetişen serviler nispeten geniş yıllık halka yapmakta ve bu yıllık halka içinde yazodunu iştirak oranı düşük bulunmaktadır. Bunun sonucu olarak odun, Eğilme direnci ve Eğilmeye E-modülü bakımından düşük değer

vermektedir. Piramit Servi deneme ağaçları ise Marmara Bölgesi yetişme muhitinden alındığı için farklı şartları haizdir.

Dallı Servi odununda Eğilme E-modülü değerli yerli ardıçlarımızma karşılaştırıldığında *Juniperus excelsa*'da 105300 kp/cm², *Juniperus foetidissima*da 110800 kp/cm² olarak bulunmuştur. Ardıçlarda ise bu test değerinin yüksek oluşu yine yıllık halka yapısına bağlıdır. Akdeniz iklim şartlarında ardıçlar karstik arazi üzerinde yetiştiği için dar yıllık halkalar yapmaktadır. Bazı iğne yapraklılarda yıllık halka daraldıkça iğne yapraklı odunlarda yaz odunu iştirak oranı artmaktadır. Bunun sonucu E-modülü Ardıçlarda Serviye göre yüksek çıkmaktadır. Böylece Eğilme Elastiklik modülü büyüdükçe cisimler deformasyon meydana getiren kuvvetlere karşı daha yüksek bir karşı koyma göstermekte, küçüldükçe daha kolay deforme olmaktadır. Diğer bir deyimle malzemenin değeri ve kalitesi yalnız onun direncine bağlı olmayıp, elastiklik sınırı ile kırılma sınırı arasındaki çalışması da önemlidir.

Özetle Dallı Servi odunu gevrek yapıya sahip olup, bu gevreklik üzerinde içerdiği eterik yağın'da etkisi olmaktadır. Eterik yağ kohezyonu düşürmektedir. Direnç isteyen kullanım yerlerinden çok makine ve el aletleri ile işlenme kolaylığı ve yüzey düzgünlüğünün ön plana alındığı alanlarda değerlendirilmelidir.

THE MODULUS OF ELASTICITY IN BENDING OF THE WOOD OF CUPRESSUS SEMPERVIRENS VAR. HORIZONTALIS

Prof. Dr. Yener GÖKER
Arş. Gör. Nusret AS

Abstract

On material obtained from the Köprülü Kanyon National Park of Manavgat Forestry District, the wood of *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* (Miller) Gordon was examined for the modulus of elasticity in bending. It was found to be 61709 kp/cm². Thus it was demonstrated that it has a value lower than that found for *Cupressus sempervirens* var. *pyramidalis* Nyman, by Eriç (1972)

Summary

After conditioning, a total of 53 samples was examined for the modulus of elasticity in bending. In the area of elastic deflection, a total of 3 or 4 readings were taken on each sample at 50 kp interwalls. Then the values were calculated using the following formula ;

$$E = \frac{\Delta p \cdot Ls^3}{\Delta f \cdot 4 \cdot b \cdot h^3} \quad \text{kp/cm}^2$$

Where;

Δp = difference between the loadings ($P_2 - P_1$) - kp

Δf = degree of bending produced as a result of Loading (Deflection) - cm

Ls = length of span - cm

b = width of sample - cm

h = depth of sample - cm

The modulus of elasticity was found to be 61709 kp/cm² (table 1). This value is lower than that found by Eriç (1972) for var. *Pyrimadalis* Nyman (82400 kp/cm²). Therefore it was judged as less suitable for applications requiring material of high stiffness (it should be reserved for applications where suitability for carving-low stiffness and hardness-is essential).

The variance analysis and regression analysis were applied and the results were shown in table 3 and 4.

The regression analysis showed that modulus of elasticity was correlated with the air-dry specific gravity according to $Y = 60140,78 + 2613,70 x$ (figure 3).

KAYNAKLAR

- GÖKER, Y., Y. BOZKURT (1988) : *Dallı Servi Odununun Teknolojik Özellikleri, Doğa Dergisi*
- BOZKURT, Y., Y. GÖKER (1987) : *Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı. İ.Ü. Yayın No : 3445, O.F. Yayın No: 388 İSTANBUL*
- BERKEL, A. : (1970) : *Ağaç Malzeme Teknolojisi, Cilt I. İ.Ü. Yayın No : 1448, O.F. Yayın No : 147 İSTANBUL*
- ERİÇ, M. (1972) : *Düünün ve Bugünün Ahsap ve Ahsaptan üretilmiş Malesmesinin Türkiye Şartları İçerisinde Rasyonel Kullanılma İmkanlarının Araştırılması. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İSTANBUL.*
- F.P.R (1969) : *The strenght Properties of timber. HMSO Bulletin No 50 London.*
- KOLLMANN, F, W COTE (1986) : *Principles Of Wood Science and Technology I. Solid Wood.*
- ONARAN, K. (1986) : *Malzeme Bilimi. İSTANBUL*