

ORMAN ÜRÜNLERİ SANAYİİ KURUMU KONTRPLAK FABRİKASINDA ÜRETİLEN KAYIN KONTRPLAKTA ÖZGÜL AĞIRLIK - EĞİLME DİRENCİ İLİŞKİSİ

Ar. Gör. Ercan TANRITANIR ¹⁾

Kısa Özet

Orman Ürünleri Sanayii Kurumu (ORÜS) nun Bolu - Karacasu kontrplak fabrikasında üretilen 130x220x0.8 cm boyutundaki kayın kontrplaklarda, eğilme direnci ve özgül ağırlık arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Çalışmalar sonucunda bu iki değişken arasında %76 oranında bir korelasyon bulunmuş ve regresyon denklemi

$$y = \frac{0,683 x + 2579,41}{4206,92}$$

şeklinde düzenlenmiştir.

1. GİRİŞ

Kontrplak, yurdumuzda en fazla tüketilen orman endüstri ürünlerinden birisidir. Bunun nedeni; masif ağaç malzemenin heterojen, anizotropik ve higroskopik bir madde olmasıdır. Bu olumsuz özelliği ortadan kaldırmak için, soyma kaplama levhalar lifleri birbirine dik olacak şekilde yapıştırılarak daha dirençli bir malzeme elde edilmektedir.

Eğilme direnci ve özgül ağırlık arasındaki korelasyonun yüksek olması, bu iki değişken arasında bir regresyon denklemi kurmayı mümkün kılmaktadır. Bu çalışmada, söz konusu istatistiksel yöntem kullanılarak pratiğe yönelik bir regresyon denklemi düzenlenmiştir.

2. GEREKLİ MALZEMENİN SAĞLANMASI

Araştırmada kullanılan malzeme "Genel Amaçlar" için üretilmiş, 130x220x0.8 cm boyutundaki 10 adet üçüncü sınıf kontrplak levhadan ibarettir.

Söz konusu levhalar "Orman Ürünleri Sanayii Kurumu Genel Müdürlüğü" (ORÜS) 'ün Bolu'da bulunan kontrplak fabrikasında üretilmiştir.

1) I.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Endüstri Makineleri ve İşletme Anabilim Dalı.

2.1. Malzemenin Tanıtılması

Kontrplak levhalar üretim sonunda yüzlerinin görünüş özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır.

Daha iyi özelliklere sahip yüze "üst yüz" bunun aksi durumda olan yüze de "alt yüz" denilmekte, üst ve alt yüzün birbirinin farklı olmamaları halinde ise yüz ayırımı yapılmamaktadır.

TS 3106 (1987) 'ye göre kontrplağın sınıfı önce üst yüze sonra da alt yüze bakarak belirlenmektedir (Tablo 1).

Tablo 1 : Kontrplak sınıfları (Ekstra, I, II, III, IV)

Table 1 : Classes of plywoods (Extra, I, II, III, IV)

E/E	E/I	E/II	E/III	E/IV
	I/I	I/II	I/III	I/IV
		II/II	II/III	II/IV
			III/III	III/IV
				IV/IV

Gene TS 3106 (1987) 'ye göre kontrplağın bir yüzünde bulunabilecek en fazla kusur sayısı (Tablo 2) 'de görülmektedir.

Tablo 2 : Kontrplaklarda bulunabilecek kusur sayısı.

Table 2 : Maximum number of defect in plywood.

Yüz Görünüş Özelliğine Göre Kontrplak Sınıfı	Bulunabilecek Kusur Sayısı (En Fazla)
E	(Kusursuz)
I	3
II	6
III	9
IV	Sınırsız

TS 3107 (1987) 'de "Kontrplak - Genel Anaçlar İçin Soyma Plakalı Kontrplak - Dış Plakları Kayın olan Levhaların Görünüş Özelliklerine Göre Sınıflandırılması"nın yapılaş şekli belirtilmektedir.

3. YÖNTEMİN AÇIKLANMASI

Bu örnek uygulamada, kontrplağın özgül ağırlığı ile eğilme direnci arasındaki ilişki ve bu ilişkinin kalite kontrolünde kullanılabilme imkânı incelenecektir.

3.1. Eğilme Direnci (σ_e) 'nin Belirlenmesi

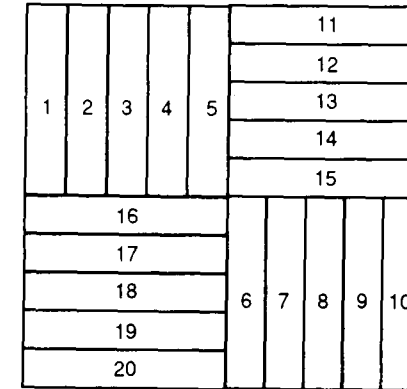
"Ağaç malzeme, kullanılması sırasında ve özellikle yapılarda eğilme etkisi yapan yüklerle karşılaşmaktadır" (BERKEL, A., 1970).

Eğilme direnci gerek genel amaçlar için, gerekse yapı kontrplakları olarak üretilen kontrplaklarda önemli bir direnç çeşididir. Zira gevrek olan veya iyi bir yapışma göstermeyen levhalar, eğici kuvvetler altında tutkal hattından ayrılarak münferit levhalara dönüşmektedir. Eğilme direnci, aralıkla iki dayanak üzerine konmuş deney parçasına ortasından kırılıncaya kadar enkesit boyutlarına bağlı olarak saptanmaktadır.

Eğilme direncini etkileyen faktörler arasında özgül ağırlık, budaklar, rutubet miktarı, ısı derecesi, liflerin gidiş yönü ile örnek boyuna eksenindeki açı ve örneğin enine kesiti görülmektedir (BERKEL, A., 1970).

Eğilme direnci; özgül ağırlıkla doğru orantılı olarak artmakta, budak varlığı ile azalmaktadır. Çeşitli rutubet miktarlarına göre değişen eğilme direnci genellikle hava kurusundaki (%12) örneklerde ölçülmektedir. 0°C'nin üstünde ısı derecesi arttıkça eğilme direnci alçalmakta, 0°C'nin altında ise yükselmektedir. Lif yönü ile örneğin boyuna eksenindeki açı $p=0^\circ$ olduğunda eğilme direnci maksimum, $p=90^\circ$ olduğunda ise minimum değerdedir. Enine kesit yüzeyleri küçük örneklerde büyük olanlara göre daha yüksek eğilme direnci vermektedir.

Uygulama örnekleri TS 3969 (1983) 'a göre hazırlanmıştır. Dikdörtgen prizma şeklinde olan örneğin kalınlığı, levha kalınlığına eşittir. Denemeler her bir kontrplak levhasından alınan 20 adet örnek üzerinde yapılmıştır. Bunlardan 10 adedinde yüzey kaplamalarının lif yöne levhanın uzun kenarına paralel, diğer 10 adedinde ise yüzey kaplamalarının lif yöne levhanın uzun kenarına diktir (Şekil 3).



Şekil 1 : Eğilme direnci örneklerinin kesilmesi (TS 3969).

Figure 1 : Method used in obtaining specimens (TS 3969).

Aynı standarda göre örneklerin boyutları şöyledir:

Kalınlık (a) : Kontrplak kalınlığı (mm)

Genişlik (b) : 50 mm

Uzunluk (L) : Dayanak açıklıklarından en az 50 mm daha uzun.

Dayanak açıklığı (L_s) : 100 mm'den daha az olmamak şartı ile 20 ± 0.5 mm'dir.

Buna göre uygulamada kullanılacak örneklerin boyutu;

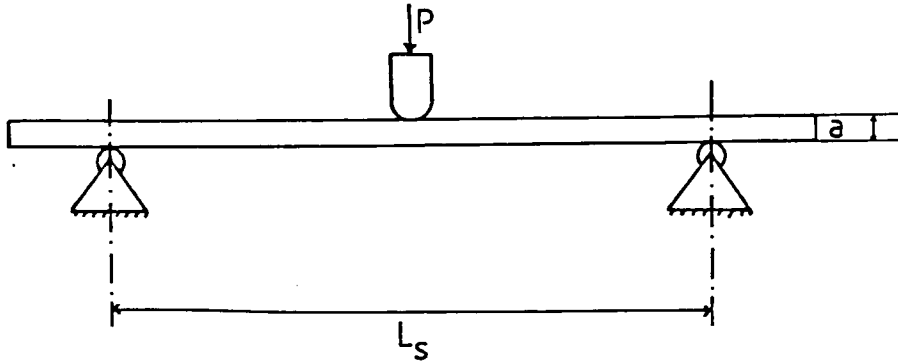
Kalınlık (a) : 8 mm

Genişlik (b) : 50 mm

Dayanak açıklığı (L_s) = 200 mm > 20 a ± 0,5 mm = 160 mm ± 0,5 mm olarak belirlenmiştir.

Örnekler, denemeden önce klimatize edilerek rutubet miktarı %12'ye getirilmektedir.

Kontrplaklarda eğilme deneyi 1 kg'a kadar duyarlı "Universal Ağaç Malzeme Test Makinası"nda yapılmaktadır. İki dayanak noktası üzerinde serbest olarak duran test örneği üzerine dayanarak noktaları arasındaki uzaklığın ortasından, örnek genişliğine mümkün olduğu kadar homojen dağılmış ve artış hızı değişmeyen bir kuvvet uygulanmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2 : Eğilme direnci deney düzeni TS 3969 (1983).

Figure 2 : Assembly used for the bending strength tests (TS 3969).

Burada silindirik dayanakların çapı 25 mm'dir. Silindirik dayanaklara paralel ve bunlardan eşit uzaklıkta, çapı ve boyu silindirik dayanakların aynı olan bir kuvvet başlığı kullanılmaktadır. Dayanak silindirleri ile basınç uygulama silindirlerinin boyları örnek genişliğinden daha fazla olmalıdır.

Tam kuvvet uygulamasına geçmeden önce, yükleme başlığı harekete geçirilerek örneğin dayanak noktalarına iyice yerleşip yerleşmediği ve kuvvet uygulama başlığının örneğin her tarafına değip değmediğinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Kuvvet uygulama başlığının hızı, örneği yüklemeye başladıktan 1,5 - 2,0 dakika içinde kırarak en büyük yükü (P_{max}) sağlayacak şekilde ayarlanmakta veya bu yüke 60 ± 5 saniyede ulaşılmaktadır. Örnek kırıldığında P_{max} %1 yaklaşımla aletin kadrانından okunmaktadır.

Denemeler iki grup örnek üzerinde ayrı ayrı yapılmakta, kuvvet her grup test örneğinin yarısına alttan diğer yarısına da üstten uygulanmaktadır.

Denemelerin tamamlanmasından sonra her gruptan rastgele seçilen 5 adet örnekten 50x50x1 mm boyutunda parçalar alınarak bunlar üzerinde rutubet miktarı belirlenmektedir.

TS 3969 (1983) 'e göre hesaplama ve sonuçların bulunmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$\sigma_e = \frac{3L_s}{2b.a^2} \cdot P_{max} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

Burada,

P_{max} = Uygulanan en büyük (örneği kıran) yük (kgf).

L_s = Dayanak açıklığı (cm).

b = Örnek genişliği (cm).

a = Örnek kalınlığı (cm) dir.

3.2. Özgül Ağırlığın Belirlenmesi

TS 3110 (1978) standardında boyutu 100x100x1 mm olarak belirtilmiş örneklerin, "Özgül Ağırlık - Eğilme Direnci" ilişkisini belirleyebilmek için, eğilme direnci için hazırlanmış örneklerden alınması gerekmektedir. Ancak, eğilme direnci örneklerinde genişliğin b = 50 mm olması zorunluluğu bunu mümkün kılmamaktadır. Bunun yerine eğilme direnci için hazırlanan örneklerde özgül ağırlığın belirlenmesi uygun olmaktadır.

Kondisyonlanan örneklerin özgül ağırlığı,

$$P = \frac{m}{V}$$

eşitliğiyle bulunmaktadır. Burada;

m = Örneğin ağırlığı (gr).

V = Örneğin hacmi (cm³) 'dir.

3.3. Örnek Sayısının Belirlenmesi

Bilimsel araştırmalarda 30 veya daha büyük örnek sayısı normal dağılım göstermekte ve amaç için yeterli olmaktadır. Ayrıca n değeri

$$n = \frac{t^2 \cdot c^2}{m^2}$$

eşitliğiyle bulunabilmektedir (KALIPSIZ, A., 1976).

Burada;

n = Denemedeki örnek sayısı.

t = Bu bir sabitedir, genellikle 2 olarak alınmaktadır.

m = Öngörülen hata olup araştırmacı tarafından belirlenmekte ve genellikle %10 alınmaktadır. Bu uygulamada güvenilirlik derecesini yüksek tutmak için %1 alınmıştır.

$$c = \text{Değişiklik katsayısı} = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100$$

$n = 20$ olan ön denemede $\bar{x}_p = 0,80$, $\delta_p = 0,023$ ve $c = 2,9$ bulunmuştur.

$t = 2$, $m = \%1$ ve $c^2 = 8,41$ değerleri eşitlikte yerine konularak,

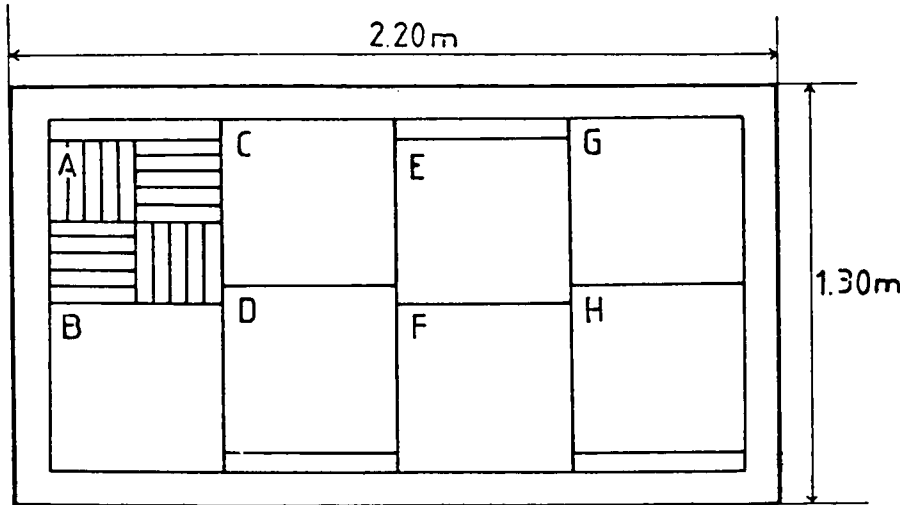
$$n = \frac{(2)(8,41)}{1} = 16,82 = 17$$

olarak araştırmada enaz kullanılması gereken örnek sayısı belirlenmiştir. Halbuki uygulamada levhanın uzun kenarına paralel yönde 100 adet, levhanın uzun kenarına dik yönde 100 adet olmak üzere toplam 200 adet örnek kullanılmıştır.

b) Kontrolplak Levhalardan Örneklerin Çıkarılması :

Bu uygulamada "İki Kademeli Örnekleme" yöntemi kullanılmıştır (İDİL, O., 1980). Birinci kademede üretimden tesadüfi olarak 10 adet kontrolplak levhası alınmış, ikinci kademede ise her levha örnek büyüklüğüne göre belirlenmiş bir şebeke sistemine bölünerek örnekler bu sistemden tesadüfi olarak seçilmiştir.

Şebeke sistemi şöyle hazırlanmıştır: Kenarların levhalar üzerindeki olumsuz etkilerini uzaklaştırmak için TS 3104 (1978) 'e göre örnekler, levha kenarlarından 100'er mm içerideki alandan seçilmiştir.



Şekil 3 : Kontrolplak levhasına örnek şebekesinin işlenmesi.
Figure 3 : Method used in obtaining specimens.

Kenar paylarının çıkarılmasıyla geriye kalan levha üzerine 20'şer adet örnek içeren 10 adet örnek grubu TS 3069 (1983) 'e göre işlenmiştir. Böylece toplam olarak 10 adet levha üzerine 2000 (200x10) adet örnek işlenmiş ve bunlar içinden her levhadan 20 adet olmak üzere 10 adet levhadan toplam 200 (20x10) adet örnek tesadüfi olarak seçilmiştir. Seçilen örnekler, alındıkları levhalar itibarıyla Şekil No. 3'te görülmektedir.

3.4. Değerlendirmede Kullanılacak İstatistiksel Yöntemin Açıklanması :

Bu örnek uygulamada özgül ağırlık, eğilme direnci ve frekanslardan oluşan üç değişkenin varlığı gözlenmektedir. Dolayısıyla sorunun üç boyutlu olarak dikkate alınması, ilişkinin regresyon ve korelasyon yardımı ile incelenmesi gerekmektedir. Böyle ilişkilerde aşağıdaki tablo ve eşitliklerden yararlanılmaktadır.

Tablo 3 : Üç boyutlu ilişkinin incelenmesinde kullanılan tablo.

Table 3 : The table used in the examination of the three dimensional relation.

y	Y	x	X	Toplam			
				$\sum f_i$	$\sum f_i X_i$	$\sum f_i X_i^2$	$\sum f_i X_i Y_j$
				N	NX		
Toplam		$\sum f_j$		NY			
		$\sum f_j Y_j$					
		$\sum f_j Y_j^2$					
		$\sum f_j Y_j X_i$					

$$X = \frac{\sum f_i X_i Y_i}{N = \sum f_i} \quad Y = \frac{\sum f_j Y_j}{N = \sum f_j}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_i f_i x_i}{N = \sum f_i} \quad y = \frac{\sum_j f_j y_j}{N = \sum f_j}$$

$$r = \text{Korelasyon katsayısı} = \frac{S_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

$$s_{xy} = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j f_i X_i Y_j - \bar{X} \cdot \bar{Y}$$

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j f_i \bar{X}_i^2 - \bar{X}^2$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j f_i Y_j^2 - \bar{Y}^2$$

$$a_{yx} = \text{Regresyon katsayısı} = \frac{s_{xy}}{\sigma_x^2}$$

$$y - \bar{y} = a_{yx} (x - \bar{x}) \quad \text{Regresyon doğrusu}$$

Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değişmektedir. (+1 > 0 > -1). Bu değer +1 veya -1'e yakın oluşu (r > 0,70), x ve y değişkenleri arasında kuvvetli bir ilişkinin varlığını göstermektedir. 0,70'ten küçük korelasyon katsayılarında ise değişkenler arasındaki ilişki zayıftır.

Kuvvetli ilişkilerde bilinmeyen y değerleri x'in regresyon doğrusunu veren eşitlikte yerine konmasıyla bulunabilmektedir (GOODMAN R., 1970).

4. DENEMELERİN YAPILMASI

Örnekler, klima odasında ağırlıkları aynı oluncaya kadar bekletilip (en az 7 gün) kondisyonlandıktan sonra TS 3110 (1978)'e göre 0,1 gr duyarlılıkla tartılmıştır. Örnek ağırlıkları (m) örnek hacmine (V = 25 x 5 x 0,8 = 100 cm³) bölünerek örneklerin ağırlıkları bulunmuştur.

Eğilme dirençlerinin belirlenmesi için örneklerle "Universal Ağaç Maleme Test Makinası"nda kuvvet uygulanarak P_{max}'lar 1 kg duyarlılıkla ölçülmüş ve eğilme direnci formülündeki yerine monarak her bir örneğin eğilme direnci liflere paralel veya liflere dik oluşuna göre ayrı ayrı belirlenmiştir.

Bu uygulamanın değerleri Tablo No: 7'de verilmiştir. Örneklerden kusurlu olanların ayıklanmasıyla levhanın uzun kenarına paralel örneklerin sayısı 73'e, levhanın uzun kenarına dik örneklerin sayısı 97'ye düşmüştür.

5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YORUMLANMASI

1) Levhanın Uzun Kenarına Dik Yönde Üç Boyutlu İlişkinin (Özgül Ağırlık - Eğilme Direnci - Frekans) Değerlendirilmesi ve Yorumlanması

Tablo 4 :

Table 4 :

Y y	x X	710,16	874,23	1038,3	1202,37	1366,44	Toplam			
		-3	-2	-1	0	1	$\sum f_i$	$\sum f_i X_i$	$\sum f_i X_i^2$	$\sum f_i X_i Y_j$
-3	0,705 (2965,87)	7	4	1	-	-	12	-30	80	90
-2	0,744 (3129,94)	3	8	1	1	-	13	-26	60	52
-1	0,822 (3294,01)	2	7	12	10	1	32	-31	59	31
0	0,861 (3458,08)	-	-	4	27	6	37	2	10	0
1	0,861 (3622,15)	-	-	1	1	1	3	0	2	0
Toplam	$\sum f_j$	12	19	19	39	8	97	-85	211	173
	$\sum f_j Y_j$	-29	-35	-16	-11	0	-91	↗		
	$\sum f_j Y_j^2$	77	75	26	15	2	195			
	$\sum f_j Y_j X_i$	87	70	16	0	0	173			

$$x\text{'in basamak genişliği} = 164,07$$

$$y\text{'nin basamak genişliği} = 0,039$$

$$\frac{x}{y} = \frac{164,07}{0,039} = 4206,92$$

$$\bar{X} = \frac{\sum f_i X_i}{N} = \frac{\sum f_i X_i}{97} = \frac{-85}{97} = -0,876$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum f_j Y_j}{\sum f_j} = \frac{-91}{97} = -0,938$$

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i} = \frac{102683,94}{97} = 1058,59$$

$$\bar{y} = \frac{\sum f_j Y_j}{\sum f_j} = \frac{76,185}{97} = 0,785$$

$$\bar{y}_d = (4206,92) (0,785) = 3302,43$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

$$s_{xy} = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j f_{ij} X_i X_j - \bar{x} \bar{y} = \frac{1}{97} .173 - (-0,876) (-0,938) = 0,962$$

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j f_{ij} X_i^2 - \bar{x}^2 = \frac{1}{97} .211 - (-0,876)^2 = 1,407$$

$$\sigma_x = 1,186$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j f_{ij} Y_j^2 - \bar{Y}^2 = \frac{1}{97} .195 - (-0,938)^2 = 1,130$$

$$\sigma_y = 1,063$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} = \frac{2,605}{(1,186) (1,063)} = 0,763 = \% 76$$

$$a_{xy} = \frac{S_{xy}}{\sigma_x^2} = \frac{0,962}{1,407} = 0,683$$

$$y - y_d = a_{xy} (x - \bar{x})$$

$$y - 3302,43 = 0,683 (x - 1058,59)$$

$$y = 0,683 x + 2579,41 \quad \text{bu değer " } y_d \text{ " ye bölünerek}$$

$$y = \frac{0,683 x + 2579,41}{4206,92} \quad (\text{Regresyon doğrusu}) \text{ bulunur.}$$

Ölçmeler sonunda bulunan " $y_{ölçme}$ " değerleri

$$y_{ö1} = 3061,57 : 4206,92 = 0,727$$

$$y_{ö2} = 3155,84 : 4206,92 = 0,750$$

$$y_{ö3} = 3319,91 : 4206,92 = 0,789$$

$$y_{ö4} = 3411,80 : 4206,92 = 0,811$$

$$y_{ö5} = 3458,08 : 4206,92 = 0,822$$

Regresyon doğrusu yardımı ile bulunan " y_{tahmin} " değerleri

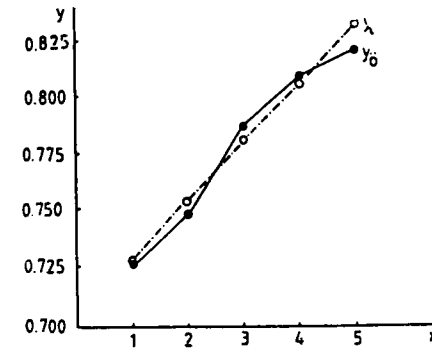
$$y_{t1} = 3064,44 : 4206,92 = 0,728$$

$$y_{t2} = 3176,51 : 4206,92 = 0,755$$

$$y_{t3} = 3288,56 : 4206,92 = 0,782$$

$$y_{t4} = 3400,62 : 4206,92 = 0,808$$

$$y_{t5} = 3512,68 : 4206,92 = 0,835$$



Şekil 4 : Levhanın uzun kenarına dik yöndeki ilişkide " $y_{ö}$ " ve " y_t " değerleri.

Figure 4 : $y_{ö}$ (ysamples) and y_t (ytheoretical) values on the relationship across the grain of the other plies.

Tablo 5 : Özgöl ağırlık iye levha kenarına dik eğilme direncinin ilişkisi.

Table 5 : The relationship between spesific gravity and bending strength across the grain of the outer plies.

Levha Kenarına Dik Eğilme Direnci (σ_e) (Kg./cm ²)	Özgöl ağırlık (P) (gr/cm ³)
600	0,711
700	0,727
800	0,743
900	0,759
1000	0,775
1100	0,792
1200	0,808
1300	0,824
1400	0,840
1500	0,856

Tablo : 6 Levhanın Uzun Kenarına Paralel Yönde Üç Boyutlu İlişkinin (Özgöl Ağırlık - Eğilme Direnci - Frekans) Değerlendirilmesi ve Yorumlanması.

Y y	X x	374,54	439,24	503,94	568,64	633,34	Toplam			
		-1	-0	+1	2	3	$\sum f_i$	$\sum f_i X_i$	$\sum f_i X_i^2$	$\sum f_i X_i Y_i$
-3 (1169,57) 0,705		8	1	3	-	1	13	-2	4	6
-2 (1234,27) 0,744		2	3	4	1	1	11	-7	15	-14
-1 (1298,97) 0,783		4	11	6	-	-	21	-2	2	-2
0 (1363,67) 0,822		3	7	7	4	2	23	18	38	0
1 (1428,37) 0,861		-	2	-	3	-	5	6	12	6
Toplam	$\sum f_j$	17	24	20	8	4	73	13	71	-4
	$\sum f_j Y_j$	-32	-18	-23	1	-5	-77			
	$\sum f_j Y_j^2$	84	34	49	7	13	187			
	$\sum f_j Y_j X_i$	+32	0	-23	+2	-15	-4			

x'in basamak genişliği = 64,7

$$\frac{x}{y} = 1658,97$$

y'nin basamak genişliği = 0,039

$$\bar{X} = \frac{\sum f_i X_i}{\sum f_i} = \frac{13}{73} = 0,17$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum f_j Y_j}{\sum f_j} = \frac{-77}{73} = -1,054$$

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i} = \frac{34070,22}{73} = 466,71$$

$$\bar{y} = \frac{\sum f_j y_j}{\sum f_j} = \frac{57,003}{73} = 0,781$$

$$\bar{y}_d = (1658,97) (0,781) = 1295,65$$

$$S_{xy} = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j f_i X_i Y_j - \bar{X}\bar{Y} = \frac{1}{73} (-4) - (0,17) (-1,054) = -0,233$$

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j f_i X_i^2 - \bar{X}^2 = \frac{1}{73} \cdot 71 - (0,17)^2 = 0,944$$

$$\sigma_x = 0,971$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j f_i Y_j^2 - \bar{Y}^2 = \frac{1}{73} 187 - (-1,054)^2 = 1,450$$

$$\sigma_y = 1,204$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} = \frac{-0,233}{(0,971) (1,204)} = -0,199$$

$$a_{xy} = \frac{S_{xy}}{\sigma_x^2} = \frac{-0,233}{0,944} = -0,247$$

$$y - \bar{y}_d = a_{xy} (x - \bar{x})$$

$$y - 1295,65 = - 0,247 \cdot (x - 466,71)$$

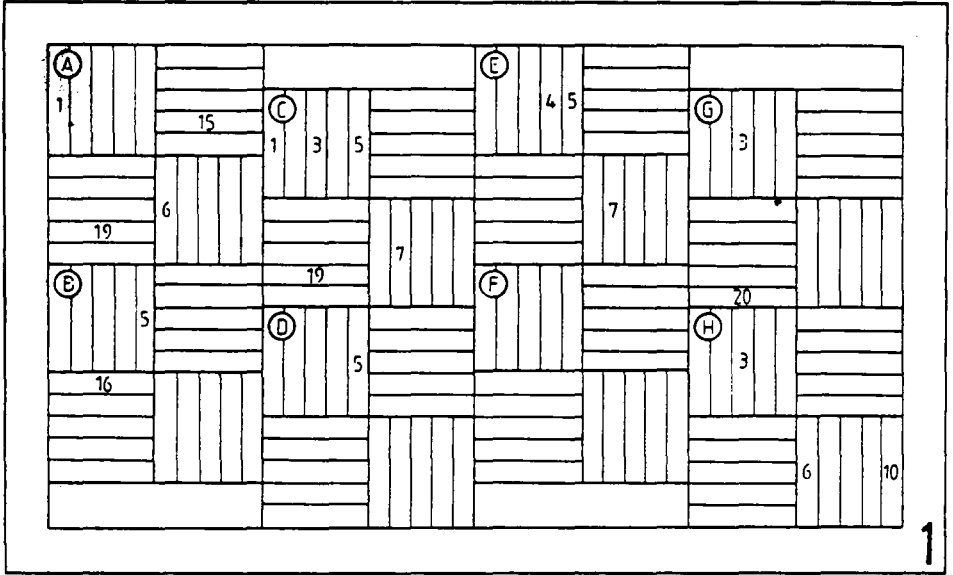
$$y = - 0,247 x + 1410,92$$

$$y = \frac{- 0,247 x + 1410,92}{1658,97}$$

Korelasyon katsayısı ($r = - 0,199$) çok küçük bir değer olarak bulunmuştur. Bunun sebebi:

– Eğilme direnci örneklerinin levha kenarına paralel yani örnek eksenine dik olması direnç üzerine olumsuz etki yapması, örneklerin kolayca kırılmasına neden olmasıdır.

Bu örneklerde, eğilme direnci ile özgül ağırlık arasında ilişki kurulması mümkün değildir.



Şekil 5 : Birinci levhadan alınan örneklerin konumu.

Figure 5 : Sampling pattern of the first of the ten panels.

Tablo 7 : Örneklerin özgül ağırlıkları ve eğilme dirençleri.

Table 7 : Specific and bending strength of the specimens from the first panel.

Levha No.	Örnek Grubu	Örnek No.	Pmax (Kgf)	Örnek Ağırlığı (gr)	Örnek Hacmi (cm ³)	Örnek Özgül Ağırlığı (gr/cm ³)	Levha kenarına dik örneklerde eğilme direnci (σ_e)	Levha kenarına paralel örneklerde eğilme direnci (σ_e)	İptal edilen örnekler (x)
	A	1 6 15 19	120,5 123 54 27	84,00 78,51 79,93 73,45	100 100 100 100	0,8400 0,7851 0,7993 0,7345	1129,69 1153,12	506,25 253,12	x
	B	5 16	105 42	76,63 79,86	100 100	0,7663 0,7986	984,38	393,75	x
1	C	1 5 7 3 19	140 125 131,5 129 44	82,02 82,53 81,84 82,30 80,87	100 100 100 100 100	0,8202 0,8253 0,8184 0,8230 0,8087	1312,5 1171,88 1232,81 1209,37	412,50	
	D	5	132,5	81,03	100	0,8103	1219,19		
	E	4 5 7	130 105,5 113	78,06 77,23 77,57	100 100 100	0,7806 0,7723 0,7754	1218,75 989,06 1059,38		
	G	3 20	121 49	81,36 80,49	100 100	0,8136 0,8049	1134,38	459,38	
	H	3 6 10	132 114 131,5	80,32 80,54 81,63	100 100 100	0,8032 0,8054 0,8163	1237,5 1068,75 1232,8		

**THE RELATIONSHIP BETWEEN BENDING AND
SPECIFIC GRAVITY OF BEECH PLYWOOD PRODUCED BY
ORMAN ÜRÜNLERİ SANAYİİ KURUMU
(ESTABLISHMENT OF FOREST PRODUCT INDUSTRY)**

Ar. Gör. Ercan TANRITANIR

ABSTRACT

Bending strength and spesific gravity were examined on beech plywood produced in Bolu-Turkey, by Orman Ürünleri Sanayii Kurumu. The relationship between strength across the grain of the outer plies (x) and specific gravity (y) was found to be:

$$y = \frac{0.683x + 2579,41}{4206,92};$$

the coefficient of correlation (r) being 0,76.

SUMMARY

Plywood is one of the most commonly used forest product. Because, the strength of plywood is more than that of solid woods.

The panels of this research (130 by 220 by 0,8 cm) were of beech. They were produced by Orman Ürünleri Sanayii Kurumu in Bolu-Karacasu.

These panels which were produced for the market (3rd Quality, Turkish Standarts). Urea formaldehyde was used as binder.

The dimensions (50 by 250 by 8 mm) of the samples were determined according to Turkish Standart (TS) 3969 (1983). A total of 200 samples were used in the experiment. They were taken from ten panels (20 of each) according to the stratified random sampling procedure. In ten of the samples (taken from one panel) the long axis was parellel to the fiber direction in the outer plies; in the remaining samples crosswise.

Before the tests the samples were left in the conditioning room during seven days and conditioned to 12% moisture content.

To determine the bending strengths "The Universal Wood Strength Test Machine" as used. The results of the tests were found according to formula given below:

$$\sigma_e = \frac{3 L_s}{2 b a^2} \cdot P_{\max} \quad (\text{kg f/cm}^2)$$

where

L_s = The length of support = $20a \pm 0,5$ mm,

a = The tickness of sample,

b = The width of sample,

$P_{\max}$ = Maximum power needed for breaking,

σ_e = Bending strength.

The specific gravity of the samples were determined according to TS 3110 (1978).

To establish the relationship between bending strength and specific gravity regression analysis was made. The value for " y_1 " (the bending strength accross the grain of the outer plies) is given below:

$$y_1 = \frac{0,683x + 2579,41}{4206,92}$$

the coefficient of correlation (r_1) being 0,76.

Thus, the following diagram of "Bending Strength versus Specific Gravity" was prepared with the aid of this equivalent.

Levha Kenarına Dik Eğilme Direnci (σ_e) (Kg.f/cm ²)	LÖzgül ağırlık (P) (gr/cm ³)
600	0,711
700	0,727
800	0,743
900	0,759
1000	0,775
1100	0,792
1200	0,808
1300	0,824
1400	0,840
1500	0,856

The value for " y_2 " (the bending strength parallel to the grain of the outer plies) is given below:

$$y_2 = \frac{-0,247x + 1410,92}{1658,97}$$

the coefficient of correlation (r_2) being -0,19.

Thus, no correlation has been found beteen the bending strength parallel to the grain of the outer plies and specific gravity.

KAYNAKLAR

- BERKEL, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No. 147, İstanbul, 1970.
- BOZKURT, Y., ve Y. GÖKER, Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No. 378, İstanbul, 1986.
- GOODMAN, R., Statistics, 1970.
- İDİL, O., Örnekleme Teorisi ve İşletme Yönetiminde Uygulaması. İ.Ü. İşletme Fakültesi, Yayın No. 107, İstanbul, 1980.
- KALIPSIZ, A., İstatistik Yöntemler, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No. 294, İstanbul, 1981.
- POLAT, S., İstatistik Yöntemler Ders Notu, 1986.
- TS 3104 (1978): Kontrplak-Boyutların Ölçülmesi, TSE, Ankara, 1978,.
- TS 3107 (1978): Kontrplak-Genel Amaçlar İçin Soyma Plakalı Kontrplak-Dış Plakaları Kayın Olan Levhaların Görünüş Özelliklerine Göre Sınıflandırılması, TSE, Ankara, 1978.
- TS 3109 (1978): Kontrplak-Deney Parçası Boyutlarının Tayini, TSE, Ankara, 1978.
- TS 3110 (1978): Kontrplak-Birim Hacim Ağırlığının Tayini, TSE, Ankara, 1978.
- TS 3969 (1983): Kontrplak-Eğilme Dayanımının ve Elastik Modülünün Tayini, TSE, Ankara, 1983.