

**OKALİPTÜS (*E. camaldulensis*) AĞACININ FARKLI
YÜKSEKLİKLERİNDEN ALINAN TOMRUKLARDAN
ÜRETİLMİŞ KONTRPLAKLARIN BAZI MEKANİK
ÖZELLİKLERİ**

Some Mechanical Properties of the Plywood Produced from the
Logs Cut from Different Height of the Eucalyptus
(*E. camaldulensis*) tree

**Semra ÇOLAK
İsmail AYDIN
Gürsel ÇOLAKOĞLU**

**K.T.Ü. Orman Fakültesi
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü**

KTÜ Forestry Faculty, Department of Forest Industry Engineering

61080 TRABZON

DOĞU AKDENİZ ORMANCILIK ARAŞTIRMA MÜDÜRLÜĞÜ

DOA DERGİSİ (Journal of DOA)

Sayı: 9 Sayfa: 95 - 111 Yıl: 2003

Bu çalışma K.T.Ü. (Karadeniz Teknik Üniversitesi) Araştırma Fonu Tarafından desteklenmiştir.

KISA ÖZET

Bu çalışmada; okaliptüs ağacının farklı yüksekliklerinden alınan tomruklardan elde edilen kaplamalardan, laboratuvar şartlarında fenol formaldehit yapıştırıcısıyla üretilen kontrplakların eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü ve yapışma direncindeki değişimler incelenmiştir. Ayrıca aynı ağaçtan alınan masif odun örneklerinin yoğunluk, eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerleri üzerine buharlama ve ağaç yüksekliğinin etkisi de araştırılmıştır. Sonuç olarak, okaliptüs ağacının farklı yüksekliklerinden alınan masif örneklerin eğilme direnci değerleri 120,7 ile 128,1 N/mm² arasında, elastiklik modülü değerleri 11673 ile 13544 N/mm², aynı tomrukların buharlama işlemi yapılan kısımlarından alınan örneklerin ise eğilme direnci 117,9 ile 122,7 N/mm², elastiklik modülü değerleri 11066 ile 12933 N/mm² arasında bulunmuştur. Kontrplakların eğilme direnci değerleri; 94 ile 115 N/mm², elastiklik modülü değerleri ise 8648 ile 9598 N/mm² arasında değişmektedir. Kontrplakların yapışma direnci üzerine, tomrukların ağaçtan alınma yüksekliğinin belirgin bir etkisi olmamıştır. Kontrplaklara ait eğilme direnci ve eğilme de elastiklik modülü sonuçları beton ve betonarme kalıp tahtası olarak kullanılacak olanlar için belirtilen sınır değerlerden daha yüksektir. Aynı şekilde deneme kontrplaklarının çekme-makaslama direnci değerleri ilgili standartta (TS EN 314-2) belirtilen sınır değer (1,0 N/mm²) üzerinde bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Okaliptüs, Kontrplak, Buharlama, Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü, Çekme-makaslama direnci.

This study was financially supported by research fund of Karadeniz Technical University.

ABSTRACT

In this study, the differences in the bending strength, modulus of elasticity values and the shear strength of the plywood panels produced from eucalyptus veneers and bonded with phenol formaldehyde adhesive at laboratory condition were investigated. The veneers were peeled from the logs cut from different heights of the same tree. The effects of steaming and the heights from which the logs were taken on the specific gravity, the bending strength and the modulus of elasticity values of the solid wood samples were also investigated. As a results, the bending strength and modulus of elasticity values of the solid wood samples which were taken from different heights of the eucalyptus tree were found 120,7 to 128,1 N/mm², and 11673 to 13544 N/mm², and those of the steamed solid wood samples were 117,9 to 122,7 N/mm² and 11066 to 12933 N/mm², respectively. The bending strength and the modulus of elasticity values of the plywood panels changed from 94 to 115 N/mm², and from 8648 to 9598 N/mm², respectively. The height from which the logs were taken did not affect clearly the shear strength of the plywood panels. The bending strength and the modulus of elasticity values of the plywood panels are higher than the limit values of them which will be used for shuttering panel for concrete and reinforced concrete plywood. The shear strength values of the panels also are higher than the limit values (1,0 N/mm²) stated in the standard (TS EN 314-2).

Key words: Eucalyptus, Plywood, Steaming, Bending strength and Modulus of Elasticity values, Shear strength.

1. GİRİŞ

Türkiye de uzun yıllar genel amaçlı kontrplak üretiminde en önemli ağaç türlerimizden olan kayın kullanılmıştır. Ancak, kalite ve miktar olarak kontrplak üretimine uygun kayın tomruklarının ülkemizde teminindeki zorluklar sonucu, sektör hammadde açığını ithalat yoluyla dengelemeye çalışmış ve son yıllarda yaşanan ekonomik krizler (Nisan 1994, Şubat 2001) sonrası oluşan devalüasyon ile ithal tomruklarla üretimini sürdüren özellikle kaplama ve kontrplak üretimi yapan şirketler büyük ekonomik sıkıntılar yaşamışlardır. Bu nedenle, kontrplak endüstrisinin hammadde ihtiyacının ucuz ve sürekli olarak temin edilebileceği ağaç türleri üzerinde çalışılması önem kazanmıştır. Bilindiği gibi genel amaçlı kontrplakların değerlendirildiği yerlerde fazla özellik aranmamaktadır. Raute Wood firmasının (Finlandiya) hızlı gelişen ağaç türlerinin bu tür kontrplak üretiminde değerlendirilmesi ile ilgili bir raporunda okalıptüsten (*E. globulus* ve *E. granadis*) uygun sonuçlar alındığı belirtmiştir (RAUTE WOOD NEWS). Ancak, ağacın kesiminden hemen sonra çatlamaları minimize edecek tedbirlerin alınması, tomrukların yaklaşık 40 °C civarında ısıtılmaları ve uzun gövde halinde ısıtılmaları durumunda boyutlandırmanın kaplama soyma işleminden hemen önce yapılması gerektiğini önermektedir. Okalıptüsten bu şekilde üretilen kontrplakların huş kontrplaklarından daha yüksek eğilme direnci ve sertlik değerine sahip olduğu ifade edilmiştir. Ülkemizdeki hızlı gelişen türlerden okalıptüs tomruklarının depolanması, biçilmesi ve kurutulmasındaki problem ve güçlükler, bu türün kullanımında bazı güçlükler çıkarmaktadır. Bu durum, bir çok ülkede benzer ağaç türleri için de geçerli bulunmaktadır. Türkiye’de okalıptüs (*E. camaldulensis*) tomruklarının farklı buharlama sürelerinin bunlardan üretilen kontrplakların ve LVL’lerin mekanik özelliklerine etkilerine ilişkin laboratuvar çalışmalarında standartlara uygun sonuçlar elde edilmiştir (ŞAHİN, 1998 ; ÇOLAKOĞLU ve ark., 2002). Bu çalışmada ise kaplamalık tomrukların ağaçtan alınma yerinin, bunlardan üretilen kontrplakların özelliklerine etkisi ele alınmıştır. Genel olarak bir ağaç türü içerisinde odunun yoğunluk değerlerinde 0,20 g/cm³ kadar farklılık olduğu, ağacın köke yakın kısımlarında en ağır odun, üst kısımlarında ise en hafif odun teşekkül etmektedir (BOZKURT ve GÖKER, 1996). Enine yönde de, özden çevreye doğru yoğunluklardaki değişme ağaç türüne göre farklılıklar göstermektedir. Diğer taraftan, odunun mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine özgül ağırlığı etkilidir. Bu özellik odundan

üretilen kontrplak ve yonga levhalar için de geçerlidir. Kaplamanın kullanım amacına göre üretildiği odunun özgül ağırlığı da önemli bulunmaktadır. Kaplamanın kullanım yerine göre tavsiye edilen odun yoğunluk değerleri; Yapı kontrplağı için 0,41–0,55, Sert ağaçtan yüz kaplamaları için 0,43–0,65; Dekoratif kontrplakların iç tabakaları için 0,32–0,45; Ambalaj ve kutu kaplamaları için ise 0,35–0,65 kadardır (LUTZ, 1977).

Buna göre; Türkiye de hızlı gelişen okaliptüsün köke ve tepe kısmına yakın tomruklardan elde edilecek kaplamalardan üretilecek kontrplakların hangi kullanım yeri için uygun olacağı araştırmanın ana konusu olmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

Tek bir okaliptüs (*E. camaldulensis*) ağacından, kökten tepeye doğru her biri 1,3 metre uzunluğunda olan 5 tomruk alınmıştır. Tomruklar, dipten itibaren 1. tomruk 0,5 –1,8 metre, 2. tomruk 2,5 - 3,8 metre, 3. tomruk 4,5 – 5,8 metre, 4. tomruk 6,5 - 7,8 metre ve 5. tomruk 8,5 - 9,8 metreden kesilmiştir. Her bir tomruktan 55 cm' lik kısım kesilerek kaplama soyma işlemi için, geri kalan kısımlar da masif deney örnekleri için kullanılmıştır. Soyma kaplama üretimi, tomruklar buharlama işlemi yapıldıktan sonra gerçekleştirildiği için masif örneklerin özellikleri hem buharlama yapılmış hem de yapılmamış örnekler için ayrı ayrı ele alınmıştır. Boyuna yönde ikiye bölünerek bir parçası soyma kaplama üretilecek tomruklarla birlikte buharlama işlemine tabi tutulan tomruk kısımlarından masif örneklerin hazırlanması TS 2470'e uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Masif örneklerin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneyleri için TS 2474 standardından yararlanılmıştır. Ayrıca, ağacın yüksekliğine göre de özgül ağırlığı ve eğilme direnci ile eğilmede elastikiyet modülü belirlenmiştir. Ağacın kesiminden hemen sonra, enine kesitte oluşabilecek çatlakları önlemek için, tomruklar içi su dolu bir havuzda buharlama işlemine kadar bekletilmişler ve 2 mm kalınlıkta soyma kaplamalar elde edilmiştir. Kontrplak üretiminde kullanılan kaplamalar, tutkallanmadan önce bir iklimlendirme dolabında rutubetleri % 6,5-7,0 olacak şekilde bekletilmiştir. Her bir tomruk yüksekliğinden elde edilen kaplamalardan fenol formaldehit tutkalı (tek yüze 180 g/m²) kullanılarak dört adet üç tabakalı kontrplak üretilmiştir. Pres sıcaklığı 140 °C, pres basıncı 1,2 N/mm² ve presleme süresi ise 6

dakika olarak uygulanmıştır. Kontrplaklardan deney örneklerinin hazırlanması TS EN 326 (1999)'a göre, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünün tespiti ise TS EN 310 (1999)'a göre yapılmıştır. Kontrplakların yapışma direncini belirlemek için çekme-makaslama deneyi örneklerinin yarısı kapalı ortamlarda rutubet etkisinde yada kısa süreli dış hava şartlarında kalacak kontrplaklar için TS EN 314-1 de belirtilen 6 saat kaynatma işlemi uygulandıktan sonra diğer yarısı ise 20 °C sıcaklık ve % 65 bağıl nem şartlarında bekletildikten sonra denenmiştir. Bütün deneyler için örnek sayısı (n) 30 adet olarak alınmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Masif Odun Özelliklerine ait Bulgular

Buharlama işlemi ve tomrukların ağaçtan alınma yüksekliğine göre okalıptüs odunun özgül ağırlığı, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülüne ait ortalama değerler Tablo 1'de verilmiştir. Her bir özellik için uygulanan varyans analizi sonuçları tablolar 2,3 ve 4 de, varyans kaynakları ortalamalarının Duncan testi ile karşılaştırma sonuçları ise Tablo 5'de özetlenmiştir.

Tablo: 1- Okalıptüs Odunun Ağaçtan Alınma Yüksekliği ve Buharlama İşlemine Göre Tam Kuru Yoğunluk, Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü Ortalama Değerleri (n=30)*

Table : 1- The Oven dry Density, Bending Strength and Modulus of Elasticity Mean Values of Eucalyptus Wood (n=30)

Tomruk No Log Number	Buharlanmış Steamed			Buharlanmamış Non-steamed		
	Yoğunluk Density (g/cm ³)	Eğilme Direnci Bending strength (N/mm ²)	Elastiklik modülü Modulus of elasticity (N/mm ²)	Yoğunluk Density (g/cm ³)	Eğilme Direnci Bending strength (N/mm ²)	Elastiklik modülü Modulus of elasticity (N/mm ²)
Tomruk No 1	0,624 (0,021)	117,9 (6,0)	11066 (1137)	0,655 (0,058)	120,7 (8,0)	11673 (1937)
Tomruk No 2	0,637 (0,029)	118,2 (8,5)	12166 (1732)	0,666 (0,046)	122,7 (12,4)	12242 (1358)
Tomruk No 3	0,638 (0,046)	122,1 (7,9)	12933 (864)	0,652 (0,031)	121,2 (7,6)	12854 (1335)
Tomruk No 4	0,649 (0,030)	121,6 (8,7)	12116 (1135)	0,661 (0,036)	128,1 (6,5)	13157 (970)
Tomruk No 5	0,673 (0,028)	120,6 (10,9)	12374 (1205)	0,687 (0,035)	124,1 (7,8)	13544 (1451)

*Standart sapma değerleri parantez içindedir, *Values in parenthesis are standard deviations.

Tablo: 2- Okaliptüs Odunun Yoğunluğuna Buharlama İşlemi ve Tomruğun Ağaçtan Alınma Yüksekliğinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Table : 2- Results of Variance Analyses Related to The Effects of Steaming and The Heights From Which The Logs Were Taken From on The Density of Eucalyptus Wood

Varyasyon Kaynağı Source of Variation	Kareler Toplamı Sum of Squares	Serbestlik Derecesi Degrees of freedom	Ortalama Kareler Mean Squares	F-Oranı F-Value	Önem Düzeyi Sig. Level
Buharlama (B)	0,0304	1	0,0304	21,75	***
Yükseklik (Y)	0,058	4	0,0145	10,37	***
B x Y	0,005	4	0,0013	0,902	NS
Hata	0,406	290	0,0014		
Toplam	0,499	299			

NS= Önemli değil, ***=0,001 düzeyinde önemli

Tablo 2 incelendiğinde, okaliptüs odunun yoğunluğuna tomruk buharlama işlemi ile örneklerin ağaçtan alınma yüksekliğinin etkisi 0,001 yanılma olasılığı için anlamlı, her iki faktörün karşılıklı etkisi ise 0,05 yanılma payı ile anlamsız olduğu görülmektedir.

Tablo: 3- Okaliptüs Odunun Eğilme Direncine Buharlama İşlemi ve Tomruğun Ağaçtan Alınma Yüksekliğinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Table : 3- Results of Variance Analyses Related to The Effects of Steaming and The Heights From Which The Logs Were Taken From on The Bending Strength of Eucalyptus Wood

Varyasyon Kaynağı Source of Variation	Kareler Toplamı Sum of Squares	Serbestlik Derecesi Degrees of freedom	Ortalama Kareler Mean Squares	F-Oranı F-Value	Önem Düzeyi Sig. Level
Buharlama (B)	5065,7	1	5065,7	6,36	*
Yükseklik (Y)	10665,8	4	2666,4	3,35	*
B x Y	5742,8	4	1435,7	1,80	NS
Hata	230947,2	290	796,4		
Toplam	252421,6	299			

NS= Önemli değil, *=0,05 düzeyinde önemli

Tablo: 4- Okalıptüs Odunun Eğilmede Elastikiyet Modülüne Buharlama İşlemi ve Tomruğun Ağaçtan Alınma Yüksekliğinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Table : 4- Results of Variance Analyses Related to The Effects of Steaming and The Heights From Which The Logs Were Taken From on The Modulus of Elasticity of Eucalyptus Wood

Varyasyon Kaynağı Source of Variation	Kareler Toplamı Sum of Squares	Serbestlik Derecesi Degrees of freedom	Ortalama Kareler Mean Squares	F-Oranı F-Value	Önem Düzeyi Sig. Level
Buharlama (B)	23761912	1	23761912	9,34	**
Yükseklik (Y)	102719208	4	25679802	10,09	***
B x Y	18744618	4	4686154	1,84	NS
Hata	737500450	290	2543105		
Toplam	882726188	299			

NS= Önemli değil, **=0,01 düzeyinde önemli

Tomruk buharlama işlemi ile tomruğun ağaçtan alınma yüksekliğinin eğilme direncine etkisi 0,05 yanılma olasılığı için anlamlı, bunların karşılıklı etkileşimi ise 0,05 hata payı ile anlamsız çıkmıştır (tablo 3). Tablo 4'e göre aynı faktörlerin eğilmede elastikiyet modülüne etkileri de belirgindir. Buharlama işleminin eğilmede elastikiyet modülüne etkisi 0,01, ağaçtan alınma yüksekliğinin etkisi ise 0,001 hata payı ile anlamlıdır.

Tablo: 5- Masif Örneklerin Yoğunluk, Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülüne, Etkileri Araştırılan Varyans Kaynakları Ortalamaları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları (P<0.05)*

Table : 5- Results of Duncan Multiple Range Test For The Mean Values of Density, Bending Strength and Modulus of Elasticity of Eucalyptus Wood (P<0.05)*

Varyasyon Kaynağı Source of Variation	N	Yoğunluk Density (g/cm ³)	Eğilme Direnci Bending strength (N/mm ²)	Elastiklik modülü Modulus of elasticity (N/mm ²)
Buharlanmış	150	0,644 a	120,1 a	12131 a
Buharlanmamış	150	0,664 b	122,7 b	12694 b
Ağaçtan Alınma Yüksekliği				
Tomruk No 1	60	0,640 a	119,3 a	11369 a
Tomruk No 2	60	0,645 ab	120,5 a	12204 b
Tomruk No 3	60	0,651 ab	120,6 a	12636 bc
Tomruk No 4	60	0,655 b	121,7 ab	12894 c
Tomruk No 5	60	0,680 c	124,9 b	12959 c

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Duncan testi sonucuna göre; buharlama işlemi uygulanmış tomruklarla, buharlama yapılmamış tomruklardan alınan örneklerin yoğunluk, eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri % 95 güvenle birbirinden farklıdır. Örneklerin yoğunluk, eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerine farklı etki yaptığı tespit edilen, tomruğun ağaçtan alınma yeri, yoğunluk ve elastikiyet modülü için 3, eğilme direnci için ise 2 farklı grup oluşturmuştur. Yoğunluk için birinci grupta (a); 1, 2 ve 3 nolu tomruklar, ikinci grupta (b); 2, 3 ve 4 nolu, üçüncü grupta ise 5 nolu tomruk bulunmaktadır. Eğilme direnci için birinci grupta (a); 1, 2, 3 ve 4 nolu tomruklar, ikinci grupta ise 4 ve 5 nolu tomruklar yer almıştır. Elastikiyet modülü için yapılan Duncan testi sonuçlarında ise; üç farklı grubun birincisi 1 nolu, ikincisi 2 ve 3, üçüncüsü 3, 4 ve 5 nolu tomruklardan oluşmuştur.

3.2. Kontrplaklara Ait Bulgular

Deneme kontrplaklarının elde edilen, eğilme ve çekme-makaslama direnci ile eğilmede elastiklik modülü ortalama değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo: 6- Deneme Kontrplaklarının Eğilme Direnci, Çekme-Makaslama Direnci ve Elastiklik Modülü Ortalama Değerleri (n=30)*

Table : 6- The Bending and Shear Strength and Modulus of Elasticity Mean Values of Plywood Panels (n=30)

Tomruk No Log Number	Eğilme Direnci Bending strength (N/mm ²)	Elastiklik modülü Modulus of elasticity (N/mm ²)	Çekme –Makaslama Direnci Shear strength (N/mm ²)	
			Kuru Dry Test	Kaynatma Boiling Test
1	94,1 (5,7)	8648 (641)	2,44 (0,27)	2,11 (0,29)
2	104,9 (6,7)**	9237 (443)**	2,27 (0,21)	1,92 (0,25)
3	109,0 (8,2)	9291 (797)	2,37 (0,26)	1,94 (0,24)
4	114,1 (7,7)	9489 (649)	2,28 (0,30)	1,99 (0,36)
5	115,4 (11,8)	9598 (692)	2,27 (0,23)	2,00 (0,31)

*Standart sapma değerleri parantez içindedir, ** n=20

Tablo: 7- Kontrplakların Eğilme Direnci, Elastiklik Modülü ve Çekme-Makaslama Direncine Tomruğun Ağaçtan Alınma Yüksekliğinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Table : 7- Results of Variance Analyses Related to The Effect of The Heights From Which The Logs Were Taken From on The Bending and Shear Strength and Modulus of Elasticity of The Plywood Panels

Varyasyon Kaynağı Source of Variation	Kareler Toplamı Sum of Squares	Serbestlik Derecesi Degrees of freedom	Ortalama Kareler Mean Squares	F-Oranı F-Value	Önem Düzeyi Sig. Level
Eğilme Direnci Bending strength					
Gruplar arası	8664	4	2216	32,05	***
Gruplar içi	10026	135	74,2		
Toplam	18891	139			
Eğilmede Elastikiyet Modülü Modulus of elasticity					
Gruplar arası	16251403	4	4062851	9,41	***
Gruplar içi	62622465	135	463870		
Toplam	78873868	139			
Çekme-Makaslama Direnci (Kuru Test) Shear strength (Dry Test)					
Gruplar arası	0,669	4	0,167	2,54	*
Gruplar içi	9,542	145	0,066		
Toplam	10,211	149			
Çekme-Makaslama Direnci (Kaynatma) Shear strength (Boiling Test)					
Gruplar arası	0,573	4	0,143	1,72	NS
Gruplar içi	12,082	145	0,083		
Toplam	12,656	149			

NS= Önemli değil, *=0,05 düzeyinde önemli, ***=0,001 düzeyinde önemli

Tablo 7'ye göre eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü için hesaplanan F değerleri F-tablo değerinden 0,001 hata payı ile farklıdır. Bunlara göre; tomrukların ağaçtan alınma yeri bu direnç özelliklerini önemli derecede etkilemektedir. Deneme kontrplakların üretiminde kullanılan tomrukların ağaçtan alınma yerinin, çekme-makaslama direncine etkisine ilişkin varyans analizi, iklimlendirilmiş ve kaynatma işlemi uygulanmış örnekler için ayrı ayrı belirlenerek, sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. Kuru olarak denenmiş örneklerin çekme-makaslama direncine, tomrukların ağaçtan alınma yerinin etkisi 0,05 hata payı ile önemli, kaynatma işlemi uygulanmış örneklerde ise önemsizdir. Ortalamalar arasındaki farkın karşılaştırıldığı Duncan testi sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo: 8- Kontrplakların Eğilme Direnci, Eğilmede Elastiklik Modülü ve Çekme-Makaslama Direncine Etkileri Araştırılan Varyans Kaynakları Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları (P<0.05)*

Table : 8- The Results of Duncan Multiple Range Test For The Mean Values of Bending Strength, Modulus of Elasticity and Shear Strength of The Plywood Panels (P<0.05)*

Varyasyon Kaynağı Source of Variation	N	Eğilme Direnci Bending strength (N/mm ²)	Elastiklik Modülü Modulus of elasticity (N/mm ²)	Çekme –Makaslama Direnci Shear strength (N/mm ²)	
				Kuru Dry Test	Kaynatma Boiling Test
Yükseklik					
Tomruk No 1	30	94,1 a	8648 a	2,43 a	2,11 a
Tomruk No 2	30	104,9 b**	9237 b**	2,27 b	1,92 a
Tomruk No 3	30	109,0 b	9291 b	2,37 ab	1,94 a
Tomruk No 4	30	114,1 c	9489 b	2,28 b	1,99 a
Tomruk No 5	30	115,4 c	9598 b	2,27 b	2,00 a

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır., **n=20

Tablo 8’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, 1 nolu tomruktan (dip tomruğu) elde edilen kontrplakların eğilme direnci değerleri, diğer gruplar için bulunan ortalama değerlerden 0,05 olasılıkla farklıdır. İki ve üç nolu tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci ortalama değerleri arasında fark 0,05 olasılık ile önemsizdir. Ancak 4 ve nolu tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direncine göre ise farklıdır. Elastik modülü değerleri ise iki farklı grupta toplanmıştır. Birinci grupta, 1 nolu tomruktan üretilen kontrplaklara ait ortalamalar, ikinci grupta ise 2, 3, 4 ve 5 nolu tomruktan üretilen kontrplaklar bulunmaktadır. Kuru olarak denenen çekme-makaslama direnci ortalamaları incelendiğinde ise iki farklı grubun oluştuğu görülmektedir. Buna göre 2, 3, 4 ve 5 nolu tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci ortalamaları arasındaki fark 0,05 olasılıkla önemsizdir. Ayrıca 1 ve 3 nolu tomruklardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama direnci ortalamaları da birbirinden farklıdır.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Yapılan testlerde, buharlama uygulanmış tomruklardan alınan örneklerin yoğunluğunda bir azalma olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç literatürde, buharlama işlemi ile odunun yoğunluğunda bir azalmanın olduğu ifadesi ile teyit edilmektedir (KOLLMANN ve COTE, 1968; SANTOS, 2000 ve YILGÖR ve ark., 2001). En düşük yoğunluk ortalama değerleri kök kısmına yakın olan tomruktan alınan örneklerde, en yüksek değerler ise 5 nolu tomrukta elde edilmiştir. Buharlama yapılmış tomruklardan alınan örneklerde ise; yoğunluk dip kısmından tepeye çıkıldıkça artış göstermektedir. Benzer sonuçlar masif örnekler için belirlenen eğilme direnci ortalama değerleri için de geçerlidir. Okalıptüs ağacının farklı yüksekliklerinden alınan örneklerin eğilme direnci değerleri 120,7 ile 128,1 N/mm² arasında, aynı tomrukların buharlama işlemi yapılan kısımlarından alınan örneklerin ise 117,9 ile 122,7 N/mm² arasında değişmektedir. Literatüre göre buharlama işleminin odunun mekanik özelliklerinde bir azalmaya neden olduğu ifade edilmektedir (KOLLMANN ve COTE, 1968; YILGÖR ve ark., 2001). Tablo 1 de verilen eğilmede elastiklik modülü sonuçlarında en düşük ortalamalar kök kısmına yakın olan 1 nolu tomruktan alınan örneklerde ölçülmüştür. Burada da buharlama yapılmış olanların elastiklik modülü değerleri 3. grubun istisnasıyla genelde buharlama yapılmamış olanlara göre düşük bulunmuştur.

Aynı ağacın beş farklı yüksekliğinden alınan tomruklardan üretilen kontrplakların eğilme direnci değerleri karşılaştırıldığında, en düşük ortalama değer (94 N/mm²) köke yakın kısımdan alınan birinci tomruktan üretilmiş olanlarda elde edilmiştir. Tomrukların ağaçtan alınma yeri taç kısmına yaklaştıkça eğilme direncinde bir artış meydana gelmiştir. Ancak endüstriyel uygulamalarda bu kısımlardan alınacak tomruklardaki budakların etkisinin olumsuz olacağı dikkate alınmalıdır. Çünkü laboratuvar şartlarında üretilen kontrplaklardan hazırlanan eğilme direnci örnekleri bu kusurlardan arındırılmıştır. Deneme kontrplaklarının eğilme direnci ortalama değerleri buharlanmış örneklerin yoğunluklarında olduğu gibi tepe kısmına doğru yaklaştıkça artış göstermiştir. GÖKER (1978) kontrplakların eğilme direnci üzerine üretildiği odunun yoğunluğunun belirgin bir etkisinin olduğunu belirtmektedir. Sonuçlar bunu doğrular niteliktedir. Deneme kontrplaklarının elastikiyet modülü

ortalama değerleri için de eğilme direncine benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Aynı ağacın beş farklı ykseklieinden alınan tomruklardan üretilen kontrplakların yapışma direnci, hazırlanan çekme-makaslama deneyi örnekleri ile belirlenmiştir. Kaynatma işleminden sonra denenen örneklerin sonuçlarına göre her gruba ait kontrplakların yapışma direnci kapalı yerlerde rutubet etkisinde yada kısa süreli dış hava şartlarında yeterli yapışma direncine sahiptirler. Deneme kontrplak gruplarının tamamı için elde edilen değerler, lif oranı sonuçlarının sıfır olduğu kabul edilmesi durumunda dahi, standartta (TS EN 314-2) belirtilen sınır değerin ($1,0 \text{ N/mm}^2$) zerinde bulunmaktadır. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü sonuçlarının aksine, köke yakın ilk tomruktan elde edilen kaplamalardan üretilmiş kontrplakların çekme – makaslama direnci sonuçları diğer gruplara göre biraz daha yüksek bulunmuştur.

Sonuç olarak; okalıptüs ağacının farklı ykseklilerinden alınan tomruklardan üretilmiş kontrplakların eğilme direnci ortalama değerleri DIN 68705-3 ve TS 4520 de yapı maksatlı kontrplaklar için belirtilen sınır değer olan 40 N/mm^2 den fazladır. Ayrıca beton ve betonarme kalıp tahtası olarak kullanılacak kontrplaklar için mevcut TS 4949 ve DIN 68792 ye göre kalınlıkları 6 mm kadar olan kontrplakların liflere paralel yöndeki eğilme direnci en az 75 N/mm^2 , eğilmede elastiklik modülü değeri ise 8500 N/mm^2 olması istenmektedir. Tablo 6 da verilen ortalama değerlere göre tüm gruplardaki kontrplakların bulunan eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü ortalama değerleri belirtilen bu sınır değerlerden yüksektir. Deneme kontrplaklarının çekme-makaslama direnci değerleri ilgili standartta (TS EN 314-2) belirtilen sınır değerin ($1,0 \text{ N/mm}^2$) zerinde bulunmaktadır. Elde edilen bu değerlere göre okalıptsten üretilen kontrplaklar mekanik özellikleri bakımından genel amaçlar yanında yapı maksatlı olarak kullanılabilirler.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- BOZKURT A.Y., GÖKER Y., 1996:** Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları; Yayın No: 436, İstanbul.
- ÇOLAKOĞLU, G., SALİH, E., ÇOLAK, S. ve AYDIN, İ., 2002:** Tomruk Buharlama Süresinin Okalıptüs (*E. camaldulensis*) Odunundan PVA Tutkallıya Üretilen LVL'lerin Bazı Teknolojik Özelliklerine Etkisi, 2. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 15-18 Mayıs 2002, Bildiriler Kitabı 3. Cilt, 846-851, Artvin.
- KOLLMANN, F.F.P. ve COTE, W.A. 1968:** Principles of Wood Science and Technology I: Solid Wood,
- SANTOS, J.A., 2000:** Mechanical behaviour of Eucalyptus wood modified by heat, Wood Science and Technology, 34:39-43.
- YILGÖR, N., ÜNSAL, O., ve KARTAL, S.N., 2001:** Physical, mechanical, and chemical properties of beech wood, Forest Product Journal, 51 (11-12): 89-93.
- DIN 68705-3, 1981:** Sperrholz- Bau-Furniersperrholz.
- DIN 68792, 1979:** Grossflächen-Schalungsplatten aus Furniersperrholz für Beton und Stahlbeton
- GÖKER, Y., 1978:** Türkiye Kontrplak, Kontrtabla Ve Yonga Levhaları Sanayii, Gelişme Olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Özellikleri Hakkında Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. yayın No:2489, O.F. yayın No: 267, İstanbul.
- LUTZ, J.F., 1977:** Wood Veneer: Log Selection, Cutting and Drying, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin No: 1577, Madison, Wis.
- RAUTE WOOD NEWS:** Eucalyptus as a raw material for plywood and LVL, (http://www.rautewood.fi/Uutta/Raute_Wood_Uutiset/En_son_ziyaret_tarihi_25.07.2003)
- ŞAHİN, A., 1998:** Okalıptüs (*E.camaldulensis*) odunundan üretilen kontrplakların bazı teknolojik özellikleri üzerine tomruk buharlama süresinin etkisi. Yayımlanmamış, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 68 sayfa, Trabzon.
- TS 4520, 1985:** Kontrplak – Yapıda Kullanılan, TSE, Ankara
- TS 4949, 1986:** Beton ve Betonarme Kalıp tahtası- Kontrplak Geniş Yüzeyle, TSE, Ankara.