

MELAMİN-ÜRE FORMALDEHİT (MÜF) İLE ÜRETİLMİŞ OKUME KONTRPLAKLARIN BAZI ÖZELLİKLERİNE ORTA TABAKADA KULLANILAN AĞAÇ TÜRÜNÜN ETKİSİ

Cenk DEMİRKİR
Gürsel ÇOLAKOĞLU
İsmail AYDIN
Semra ÇOLAK

KTÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, TRABZON

Özet: Bu çalışmada; orta tabakalarında kızılğaç ve kayın kaplamaların kullanılması durumunda okume kontrplakların bazı özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. 2 mm kalınlığındaki kaplamalardan endüstriyel koşullarda üretilen kontrplak levhalarında yapıştırıcı olarak serbest formaldehit oranı farklı iki tip melamin-üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. En yüksek emisyon değeri her üç tabakası okume kaplamalardan üretilenlerde, en düşük emisyon değeri ise orta tabakası kayın kaplama olan kontrplaklarda gerçekleşmiştir. Orta tabakası kayın olan kontrplakların çekme-makaslama ve eğilme direnci, orta tabakası kızılğaç ve okume kaplama kullanılanlardan daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Melamin-üre formaldehit, formaldehit emisyonu, çekme-makaslama direnci, eğilme direnci, elastikiyet modülü

EFFECT OF WOOD SPECIES USED FOR CORE LAYER ON SOME PROPERTIES OF OKUME PLYWOOD PANELS BONDED WITH MELAMINE-UREA FORMALDEHYDE (MUF) ADHESIVE

Abstract: In this study; changes in some properties of the okume plywood panels when used alder and beech veneers in their core layers were investigated. Two types of melamine-urea formaldehyde (MUF) resins having different free formaldehyde contents were used for bonding plywood panels manufactured from 2 mm thick veneers at industrial conditions. The formaldehyde emission values of plywood panels bonded with MUF having higher free formaldehyde content were found to be higher than those of the panels bonded with other resin type. The highest formaldehyde emission value was found for the panels manufactured from okume veneers in all layers while the lowest value was determined from the panels include beech veneers in the core layer. The shear and bending strength values of the panels consisted of beech veneers in the core layer were found to be higher than those of the panels consisted of okume and alder veneers in the core layers.

Keywords: Melamine-urea formaldehyde, formaldehyde emission, shear strength, bending strength, modulus of elasticity

1. GİRİŞ

Soyma kaplama üretimi için ülkemizde ve Avrupa'da okume odununun kullanımı oldukça fazladır. Homojen bir yapıya sahip olan okume odunu teknik olarak soyma kaplama üretiminde problem yaratmaması ve geniş çaplı olması nedeniyle tercih edilmektedir. Levha kopmadan sonsuz bant halinde oldukça uzun soyulduğu için, kuru boyutlandırma metodu ile üretim yapan kontrplak fabrikalarında kapasiteyi yükseltmesi bakımından daha da uygundur. Ayrıca okumeden kontrplak üretiminde randıman % 45-55 (1) iken, kayından üretilenlerde % 30-35, kavaktan üretilenlerde ise % 20-25 arasında olduğu ifade edilmektedir (2). Her ne kadar teknik bakımdan soyma kaplama üretimine uygunsuz da, okume kontrplakların teknolojik özellikleri, konstrüksiyon amaçlı kullanım yerlerinde bazı ağaç türlerine göre daha düşüktür. Ayrıca döviz fiyatlarındaki ani yükselmeler, kontrplak üretiminde okume veya diğer tropik bölge ağaç odunlarını kullanan sanayicileri etkilemektedir. Bu nedenle orta tabakada okume yerine farklı ağaç türü

kaplamaların kullanılması durumunda özelliklerinde meydana gelecek değişimler önemli bulunmaktadır. Kayın tomruklar Türkiye’de uzun yıllar kontrplak üretiminde değerlendirilmiş, ancak günümüzde soyma kaplama üretimine elverişli kayın tomruğu bulunmasında yaşanan güçlükler nedeniyle kontrplak randımanında % 20’lere varan azalmalar olmuştur. Kavak kontrplakların kullanım yerleri ise sınırlıdır. Kızılağaç kaplamalar; kurutulduktan sonra kayına benzer bir renk vermesi, kaplama üretiminin kolay olması, ağacın hızlı gelişmesi gibi bazı avantajlara sahiptir. Her şeyden önce her üç ağaç da dağınık trahelidir ve kaplama soyma tekniğine en uygun gruba dahildir. Bu nedenlerden dolayı yerli türlerden kayın ve kızılağaç seçilmiştir. Diğer taraftan açık renkli sert ağaç kontrplaklarının üretiminde, fenol reçinesinin sakınca yaratan koyu renginden dolayı sınırlı miktarlarda melamin reçinesinin kullanıldığı bildirilmektedir. Çünkü melamin reçinesi fenol reçinesinden oldukça pahalıdır. Melamin formaldehit reçineleri, rutubete ve suya dayanıklı kontrplak ve yonga levhaların üretiminde de yapıştırıcı olarak kullanılmaktadır. Odun levha endüstrisindeki uygulamalarında çalışma tarzı, tatbiki ve kullanımı ÜF reçinesi gibi oldukça basittir. Su ve hava şartlarına karşı direnci mükemmeldir. Fiyatının ucuz olması açısından Melamin-üre-formaldehit (MÜF) yapıştırıcısı melamin formaldehit’e (MF) göre daha caziptir. Bununla birlikte MÜF’in suya karşı direnci, üre bileşeninden dolayı, daha azdır (3). Suya dayanıklı tabakalı ağaç malzemeler için yapıştırıcı olarak genelde fenol formaldehit (FF) reçineleri kullanılmaktadır. Rutubete kısmen dayanıklı olabilmesi için melamin oranı %3-12 arasında olan MÜF tutkallarıyla da bu tür ortamlarda değerlendirilecek levhalar üretilmektedir. Ancak MÜF ile üretilen levhaların yapışma direncinin dış hava koşullarına karşı fenol formaldehit reçinesiyle üretilenler kadar dayanıklı olmadığı bildirilmektedir (3). Literatürde üre formaldehit (ÜF) reçinesiyle üretilen kontrplakların suya karşı dayanıklılığını artırmak için tutkal çözeltilisine doğrudan melamin ilavesinin önemli fayda sağladığı rapor edilmiştir (4, 5). Bu çalışmalarda ÜF tutkal karışımına % 10–11 oranında melamin ilave edilmesinin Melamin / üre mol oranı 30 / 70 olan ticari MÜF reçinesine göre daha iyi sonuç verdiği ifade edilmiştir.

Bu çalışmada; orta tabakada okume yerine kızılağaç yada kayın kaplama kullanılması durumunda okume kontrplakların bazı özelliklerindeki değişimler ile farklı iki tip MÜF tutkalı kullanımının kontrplakların yapışma direnci ve formaldehit emisyonuna etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Kontrplak üretiminde kullanılan kaplamalar 2.0 mm kalınlıkta endüstriyel şartlarda üretilmiş ve kurutulmuşlardır. Levhaların tutkalanmasında serbest formaldehit oranı farklı iki tip melamin-üre formaldehit (MÜF) tutkalı kullanılmıştır. Bunlardan serbest formaldehit oranı %0.87 olan ve kapalı yerde belli bir rutubete kadar dayanıklı kontrplaklar için üretilmiş MÜF-1; % 2-3 oranında melamin ihtiva etmektedir. MÜF-2 ise E1 sınıfı kontrplaklar için üretilmiş olup, serbest formaldehit oranı %0.16 kadardır. Tutkal reçetelerinin hazırlanmasında üretici firmanın tavsiyeleri, araştırma amacı ve kontrplak fabrikalarının kullandığı reçeteler dikkate alınmıştır. Sertleştirici olarak %15 'lik NH₄Cl kullanılmış ve tüm reçetelere sıvı haldeki tutkalın %10 'u oranında ilâve edilmiştir. Katkı maddesi olarak tutkal çözeltilisine, tutkal katı madde oranının % 55 i kadar buğday unu katılmıştır. Tutkal çözeltisi her defasında sadece 4 kontrplak için gerekli miktarda hazırlanmış ve böylece çözeltilinin viskozitesinin değişmesi önlenmiştir. Çalışmada kullanılan tutkal çözeltisi karışımları ve kontrplak üretim şartları Tablo 1’de verilmiştir. Tutkallama, kaplama levhanın tek yüzüne 160 g/m² olacak şekilde yapılmıştır. Üç tabakalı

ve 55x55 cm boyutlarındaki levhaların preslenmesi laboratuvar tipi, elektrikle ısıtılan tek katlı hidrolik preste yapılmıştır. Pres basıncı 10 kg/cm² ve süresi ise 6 dakika olarak ayarlanmıştır. Her tip kontrplaktan 2'şer adet üretilmiştir. Formaldehit emisyonu EN 717-3 de tanımlanan şişe yöntemine göre belirlenmiştir.

Tablo 1. Deneme Kontrplaklarının Üretim Şartları

Levha No	Pres Basıncı (kg/cm ²)	Pres Süresi (dak.)	Buğday Unu* (%)	Dış Tabaka	Orta Tabaka
OK/OK	10	6	55	Okume	Okume
OK/KIZ	10	6	55	Okume	Kızılağaç
OK/KAY	10	6	55	Okume	Kayın

* Katı haldeki tutkala oranla

TS EN 326-1 'e göre hazırlanan çekme-makaslama örnekleri TS EN 314-1 'de belirtilen esaslara göre denenmiş ve sonuçları TS EN 314-2 'ye göre değerlendirilmiştir. Klimatize edilen çekme-makaslama direnci örnekleri sıcaklığı 20±2°C olan su içerisinde 24 saat bekletildikten sonra denenmişlerdir. Hazırlanan örneklerin çekme-makaslama direncinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$\tau_B = \frac{F}{L \times b} \quad (\text{N/mm}^2)$$

τ_B = Çekme-makaslama direnci (N/mm²)
F= Kopma Kuvveti (N)
L= Makaslama alanının uzunluğu (mm)
b= Makaslama alanının genişliği (mm)

Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneylerinde TS EN 310 esaslarna uyulmuştur. Uzunluk eksenine dış tabakaların lif doğrultusuna paralel olan örneklerin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü hesaplamalarında kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$\sigma_{ed} = \frac{3 \cdot F_{\max} \cdot L}{2 \cdot b \cdot t^2} \quad (\text{N/mm}^2)$$

σ_{ed} = Eğilme Direnci (N/mm²)
 F_{\max} = Uygulanan en büyük kuvvet (N)
L = Dayanakların eksenleri arasındaki uzaklık (mm)
b = Deney parçasının genişliği (mm)
t = Deney parçasının kalınlığı (mm)

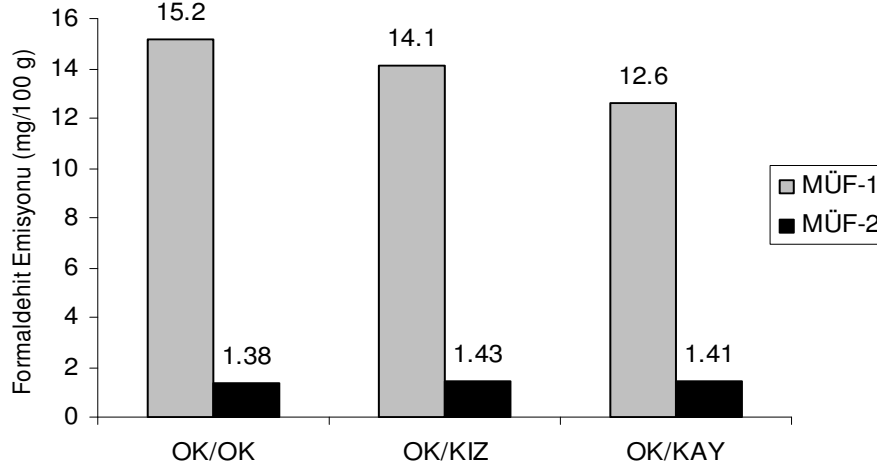
$$E_m = \frac{L_s^3 \cdot \Delta P}{4 \cdot b \cdot a^3 \cdot \Delta f}$$

- E_m = Eğilmede elastiklik modülü (N/mm^2)
 L_s = Dayanakların eksenleri arasındaki uzaklık (mm)
 b = Deney örneğinin genişliği (mm)
 a = Deney örneğinin kalınlığı (mm)
 ΔP = $(F_2 - F_1)$ kuvvet artışı (N)
 Δf = $(F_2 - F_1)$ kuvvet artışı nedeniyle meydana gelen eğilme miktarı (mm)

3. BULGULAR

3.1. Formaldehit Emisyonu

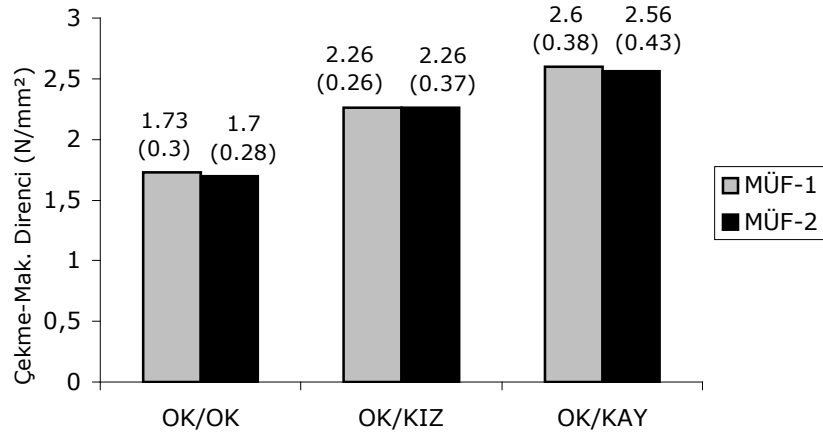
Formaldehit emisyonu sonuçları Şekil 1’de gösterilmiştir. MÜF-2 ile üretilen kontrplakların emisyon değerleri, serbest formaldehit oranı yüksek olan MÜF ile üretilmiş olanlara göre belirgin olarak düşüktür. En yüksek emisyon değeri tüm tabakaları okume kaplamalardan üretilenlerde, en düşük emisyon değeri ise orta tabakası kayın kaplama olan kontrplaklarda bulunmuştur.



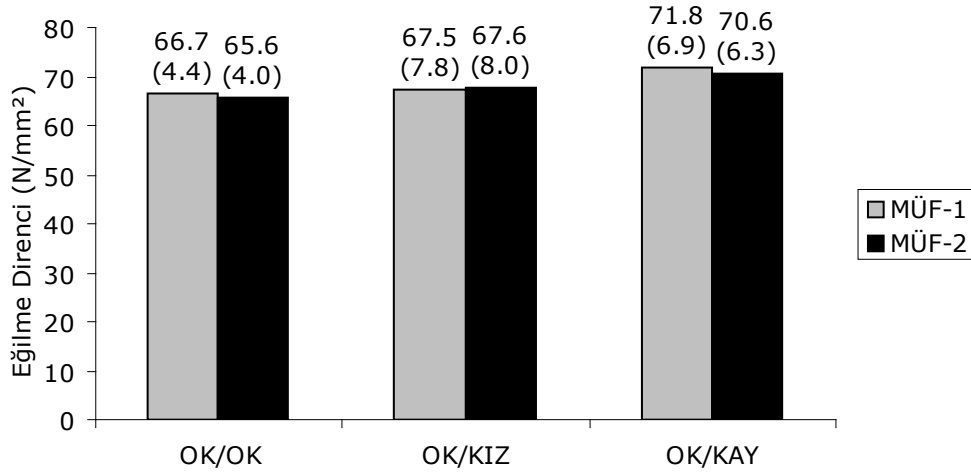
Şekil 1. Orta tabakada kullanılan odun ve tutkal türünün formaldehit emisyonuna etkisi

3.2. Mekanik Özellikler

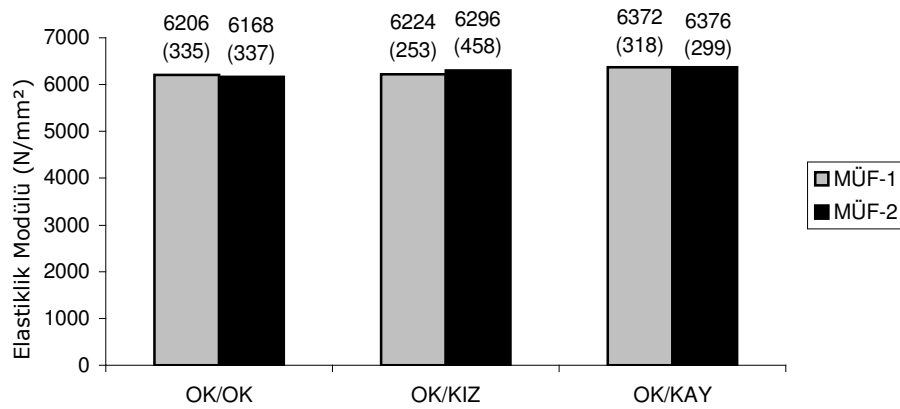
Orta tabakada kullanılan odun türü ile tutkal tipinin çekme-makaslama, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülüne etkilerine ilişkin ortalama değerler sırasıyla Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4’te gösterilmiştir. Kontrplakların çekme-makaslama ve eğilme direnci ile eğilmede elastikiyet modülüne orta tabaka odun türü ve tutkal tipinin etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 2’de, ortalamalar arasındaki farklar için yapılan Newman-Keuls testi sonuçları ise Tablo 3’te verilmiştir.



Şekil 2. Deneme kontrplaklarının çekme-makaslama direnci aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri (standart sapma değerleri parantez içinde verilmiştir)



Şekil 3. Deneme kontrplaklarının eğilme direnci aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri (standart sapma değerleri parantez içinde verilmiştir)



Şekil 4. Deneme kontrplaklarının eğilmeye elastikiyet modülü aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri (standart sapma değerleri parantez içinde verilmiştir)

Tablo 2. Tutkal tipi ve orta tabakada kullanılan odun türünün çekme-makaslama, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülüne etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	Önem Düzeyi
Çekme-Makaslama Direnci					
Orta Tabaka	23.0	2	11.5	105.9	***
Tutkal Tipi	0.024	1	0.024	0.65	BD
Etkileşim	0.012	2	0.0058	0.54	BD
Eğilme Direnci					
Orta Tabaka	548	2	274	6.67	*
Tutkal Tipi	15.3	1	15.3	0.37	BD
Etkileşim	11.2	2	5.6	0.14	BD
Eğilmede Elastikiyet Modülü					
Orta Tabaka	709156	2	354578	3.09	*
Tutkal Tipi	25.21	1	25.21	0.001	BD
Etkileşim	104533	2	52266	0.456	BD

BD = Önemli değil, * = 0.05 düzeyinde önemli, *** =0.001 düzeyinde önemli

Varyans analizi sonuçlarına göre orta tabaka odun türünün kontrplakların çekme-makaslama ve eğilme direnci ile eğilmede elastikiyet modülüne etkisi 0.05 hata payı için önemlidir. Ancak araştırmada kullanılan iki farklı tutkal türünün etkisi önemsiz bulunmuştur. Yapılan varyans analizi sonuçlarında tutkal tipinin (iki tip) etkisinin belirgin olmaması nedeniyle Newman-keuls testiyle karşılaştırma yapılmamıştır.

Tablo 3. Çekme-makaslama direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülüne etkileri araştırılan varyans kaynakları ortalamalarının Newman-Keuls karşılaştırma testi sonuçları (P<0.05)*

Varyans Kaynakları	Çekme –Mak.Direnci (N/mm ²)		Eğilme Direnci (N/mm ²)		Elastiklik modülü (N/mm ²)	
	n	x	n	x	n	x
Orta tabaka odun türü						
Okume	60	1.714 a	40	66.2 a	40	6187 a
Kızılağaç	60	2.258 b	40	67.5 a	40	6260 ab
Kayın	60	2.580 c	40	71.2 b	40	6374 b

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Newman-Keuls testi sonucuna göre; dış tabakaları okume orta tabakaları ise okume, kızılğaç ve kayın kaplama olan üç tip kontrplağın çekme-makaslama direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri 0.001 hata payı ile birbirinden farklıdır. Aynı olasılıkla orta tabakası kızılğaç olan kontrplaklar ile okume kontrplakların eğilme direnci arasındaki fark belirgin değildir. Ancak orta tabakası kayın kaplama olan kontrplakların eğilme direnci 0.05 hata payı ile orta tabakası okume ve kızılğaç olanlardan farklıdır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Literatürde de tutkaldaki serbest formaldehit oranının artmasıyla formaldehit emisyonunun artacağı bildirilmektedir (6). Formaldehit mol oranı yüksek olan tutkalla üretilmiş kontrplaklarda orta tabakada kullanılan odun türünün formaldehit emisyonuna etkisi belirgin bulunmuştur. Ancak formaldehit mol oranı düşük olan ve E1 tipi kontrplaklar için kullanılan MÜF reçinesi ile üretilenlerde orta tabaka odun türünün formaldehit emisyonuna belirgin bir etkisi görülmemiştir. Literatürde desikatör yöntemiyle yapılan ölçümlerde kayın kontrplaklardan ayrılan formaldehit miktarının, kızılâğaç kontrplaklarından daha düşük olduğu bildirilmektedir (7).

Araştırma sonucuna göre orta tabakası kayın olan kontrplakların çekme-makaslama direnci, orta tabakası kızılâğaç ve okume olanlarından daha yüksektir. Bu bulgunun nedenlerinden biri olarak çalışmada kullanılan kayının, kızılâğaç ve okume odunundan daha yüksek özgül ağırlığa sahip olması gösterilebilir. Çünkü literatürde yapışma direnci ile odunun özgül ağırlığı arasındaki ilişki hakkında bilgi verilmekte ve yapışma direncinin odunun özgül ağırlığına bağlı olarak arttığı belirtilmektedir (8, 9). Kontrplakların kullanım yerlerine göre üretimde kullanılacak ağaç türünün sahip olması gereken özgül ağırlık değerleri de literatürde belirtilmiştir. Buna göre; 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 g/cm³ özgül ağırlığa sahip ağaç odunlarının kullanılması tavsiye edilmektedir (10). Özgül ağırlık dışında oduna ait birçok özellik yapışma direnci üzerine etkili olmaktadır (11). Bunlardan kaplama rutubeti, sıcaklığı ve kalınlığı çalışmada kullanılan her üç ağaç türünden elde edilen kaplamalar için de aynıdır. Ancak odun türlerine göre ıslanabilme yeteneği ve yüzey pürüzlülüğünün etkileri bu çalışmada ele alınmamıştır. Sonuç olarak; uygulanan ön işlem (24 saat süre ile 20°C sıcaklıktaki suda bekletme) esnasında tabakalar arasında herhangi bir ayrılma görülmemiştir. 30 örnekle yapılan çekme-makaslama deneyi sonunda bulunan ortalama değerler EN 314-2 'de belirtilen sınır değer (1.0 N/mm²) üzerindedir.

Orta tabakası kayın olan kontrplakların eğilme direnci, orta tabakası kızılâğaç ve okume kaplamalardan üretilmiş kontrplaklarından yüksek bulunmuştur. Ancak orta tabakaları kızılâğaç ve okume olan kontrplakların eğilme direnci değerleri birbirinden farklı değildir. Aynı şekilde eğilmede elastikiyet modülü değerleri karşılaştırıldığında, orta tabakası okume kaplamadan üretilmişlerle kızılâğaç kaplamadan üretilenler ve orta tabakası kızılâğaç kaplama ile kayın kaplamadan üretilenler arasında belirgin bir fark tespit edilememiştir. Çünkü orta tabakada kaplamanın lif yönü deney örneğinin uzun kenarına dik olup, uygulanan eğme kuvvetine karşı koyma gücü çok düşüktür. Literatürde eğilme direnci deneyinde sadece dış tabakalar basınç ve çekmeye karşı zorlandığı, teorik olarak orta tabakanın nötr hattını oluşturma ihtimalinin fazla olduğu, bu nedenle kontrplaklarda orta tabakanın elastikiyet modülü düşük ağaç cinsinden üretilmesi durumunda paralel yöndeki elastikiyet modülünü azaltmayacağı ifade edilmektedir (12).

Yüzey düzgünlüğü, renk homojenliği ve görünüm özelliklerini etkileyecek kusurların az olması bakımından dış tabakalarda okume kaplamaların kullanılması, kontrplakların kalite sınıfını artıracaktır. Ancak okume tomrukların ithalatı karşılığında döviz ödenmektedir. En azından iç tabakalarda, özgül ağırlığı okumeye yakın olan kızılâğaç odununun kullanılması döviz çıkışını azaltabilir. Diğer taraftan, yüke maruz kalacak yerlerde kullanılması durumunda, okume kontrplak üretiminde orta tabakada kayın kaplamaların kullanılması direnç özellikleri açısından olumlu sonuçlar vereceği için tavsiye edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Kollmann, F., Furniere, Lagenhölzer und Tischlerplatten, Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1962.
2. Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3401/378, İstanbul, 1986.
3. Pizzi, A., Wood Adhesives; Chemistry and Technology, Vol.1., Marcel Dekker, New York, 1983.
4. Cremonini,C., Pizzi, A., Toro, C., Improved Waterproofing of UF Plywood Adhesives by Melamine Salts as Glue Mix Hardeners:system Performance Optimization, Holzforschung und Holzverwertung, 49 (1997) 11-15.
5. Cremonini,C., Pizzi, A., Field Weathering of Plywood Panels Bonded With UF Adhesives and Low Proportions of Melamine Salts, Holz als Roh-und Werkstoff 57 (1999) 318.
6. Roffael, E., Die Formaldehydabgabe von Spanplatten und anderen Werkstoffen, DRW-verlag, Stuttgart, 1982.
7. Çolak, S., Kontrplaklarda Emprenye İşlemlerinin Asit ve Formaldehit Emisyonu ile Teknolojik Özelliklere Etkileri, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2002.
8. Chow, S., Chunsi, K.S., Adhesion Strength and Wood Failure Relationship in Wood-Glue Bonds, Mokuzai Gakkaishi, 25 (2) (1979) 125-131.
9. Namara, U.S., Waters, O., Comparison of the Rate of Glueline Strength Development for Oak and Maple, Forest Products Journal, 20 (3) (1970) 34-35.
10. Lutz, J.F., Wood Veneer: Log Selection, Cutting, and Drying, U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin No.1577, 1978.
11. Faust, T.D., Rice, J.T., Veneer Surface Roughness on Gluebond Quality in Southern Pine Plywood, Forest Products Journal, 36 (4) (1986) 57-62.
12. Özen, R., Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 9, Trabzon, 1981.