

Okaliptüs, Kayın ve Kavak Kaplamalarından Üretilen Kontrplakların Eğilme Özellikleri

*Bekir Cihad BAL, İbrahim BEKTAŞ

KSÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Kahramanmaraş

*Sorumlu yazar: bcbal@hotmail.com

Geliş Tarihi: 02.07.2012

Özet

Bu çalışmada, okaliptüs (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden), melez kavak (*Populus x euramericana* I-214) ve kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) kaplamaları ile üre-formaldehit (ÜF), melamin-üre-formaldehit (MÜF) ve fenol-formaldehit (FF) tutkalları kullanılarak 3 farklı kombinasyonda 5 tabakalı kontrplak levhaları üretilmiştir. Üretilen levhaların statik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü dış tabakaların elyaf yönüne paralel ve dik yönde ölçülmüştür. Bu özelliklerin birbirleriyle olan ilişkileri araştırılmıştır. Yapılan istatistik testleri ile tutkal türü, kombinasyon tipi ve kuvvet yönünün eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi belirlenmiştir. Üç faktörlü varyans analizi sonuçlarına göre; kombinasyon tipi ve kuvvet yönünün eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli, tutkal türünün önemsiz olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, elde edilen bulgular *Eucalyptus grandis* odununun bu çalışmada kullanılan kayın odunu kadar yüksek eğilme özelliklerine sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Kontrplak, eğilme direnci, elastikiyet modülü, okaliptüs, kavak, kayın.

Flexural Properties of Plywood Produced From Beech, Poplar and Eucalyptus Veneers

Abstract

In this study, in three different combinations and five ply plywood boards were produced from rotary cut veneers of beech (*Fagus orientalis* Lipsky.), eucalyptus (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) and hybrid poplar (*Populus x euramericana* I-214 clone) using urea-formaldehyde (UF), melamine-urea formaldehyde (MUF) and phenol-formaldehyde (PF) adhesives. Modulus of rupture and modulus of elasticity of produced plywood boards were determined in parallel and perpendicular direction to the fiber direction of face veneers of plywood. The effects of factors of adhesive type, combination type and load direction on the modulus of rupture, modulus of elasticity were investigated. As a result of three-way ANOVA test, it was determined that the effects of factors of combination type and load direction on the modulus of rupture and modulus of elasticity were significant but the effects of adhesive type were insignificant, statistically. In addition, the results showed that *Eucalyptus grandis* have high flexural properties as beech used in this study.

Keywords: Plywood, modulus of rupture, modulus of elasticity, eucalyptus, poplar, beech.

Giriş

Kontrplak geliştirildiği günden bugüne kadar diğer odun esaslı malzemelere göre önemli bir yere sahip olmuştur. Kontrplağın, masif oduna göre, boyut stabilitesinin yüksek olması, daha homojen bir yapıda olması, geniş boyutlu olması ve makinelerde daha kolay işlenmesi gibi üstün özellikleri bulunmaktadır (Çolakoğlu, 1996). Bu üstün özelliklerinden dolayı fazlaca tüketilmektedir. Dünya genelinde toplam kontrplak üretimi 1961 yılında 16 519 900 m³ ve 1980 yılında 39 432 191 m³ iken 2010 yılında 84 011 611 m³ olarak gerçekleşmiştir (URL1, 2012).

Hızlı büyüyen geniş yapraklı ağaç türleri ilk yaşlarda genel olarak geniş yıllık halkalara ve düşük yoğunluğa sahip olan

genç odun oluşturur. İleri yaşlarda dar yıllık halka ve yüksek yoğunluğa sahip olgun odun oluşumu başlar. Bu farklılıkların ve hızlı büyüme sonucunda oluşan iç gerilmelerin sonucu olarak bu ağaç türlerinin kereste olarak kullanımı sınırlıdır ve genel kullanım alanları kâğıt, kâğıt hamuru ve enerji odunudur (Kojima ve ark., 2009).

Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*) Türkiye'ye ilk olarak 1885 yılında Adana-Mersin demiryolu hattını yapan Fransız şirketi tarafından getirilmiştir (Adalı, 1944). İlk *E. camaldulensis* ağaçlandırması 1939 yılında Tarsus-Karabucak'ta yapılmıştır. 885 hektarlık bir alanı kaplayan bu ağaçlandırma Türkiye'nin ilk ağaçlandırması olarak kabul edilmektedir. Bu ağaç türü üzerinde yapılan çalışmalarda, 191 okaliptüs türüne ait 609

orijin Türkiye'de yetişebilirliği açısından denenmiştir (Gürses, 1990). Yapılan bu çalışmalar sonucunda, *E. camaldulensis* ve *E. grandis* türlerinde sırasıyla 33.5 ve 50.5 m³ h⁻¹ yıllık ortalama artım değerlerine ulaşılmıştır (Gürses ve ark. 1995).

Ülkemizde okaliptüs odununun farklı alanlarda kullanılması üzerine bazı araştırmalar yapılmıştır. Bunlar tarih sırasına göre; lif morfolojisi konusunda (Gürboy ve Özden, 1994), kontrplak üretiminde kullanılması konusunda (Şahin, 1998), masif odununun fiziksel ve mekanik özellikleri konusunda (Tan, 1999), odun kömürü üretiminde kullanılması (Tüfekçi, 2001), genel amaçlar ve yapı maksatlı olarak kontrplak üretiminde (Çolak ve ark., 2003), LVL (laminated veneer lumber) üretiminde kullanılması (Aydın ve ark., 2004), ve okaliptüsün kâğıt endüstrisinde kullanılması konusundadır (Ayata, 2008). Ayrıca, Raute Wood firmasının (Finlandiya) hızlı gelişen ağaç türlerinin kontrplak üretiminde değerlendirilmesi ile ilgili bir raporunda okaliptüsten (*E.globulus* ve *E. grandis*) uygun sonuçlar alındığı belirtilmiştir (Çolak ve ark., 2003). Türkiye'de yapılan bilimsel çalışmalarda *E. camaldulensis* üzerinde denemeler yapıldığı fakat *E.grandis* türü üzerinde kaplama ve kontrplak üretimi konusunda, herhangi bir çalışma olmadığı görülmektedir.

Türkiye'de okaliptüs odunu ambalaj sanayi ve yakacak odunu olarak ve kağıt hamuru üretimi gibi farklı alanlarda değerlendirilmektedir. Özellikle MOPAK GRUP tarafından bu konuda bazı yatırımlar yapılmıştır (URL2, 2012). Ayrıca, günümüzde yapılan bazı araştırmalarda, okaliptüs odununun, odun esaslı kompozit malzemelerin üretimine uygun olduğu belirtilmiştir (Kurt ve ark., 2008). Dünyada ve Türkiye'de hızlı büyüyen ağaç türleri hammadde olarak birçok alanda değerlendirilmektedir. Plantasyon ormanların da hızlı büyüyen geniş yapraklı ağaç türlerinden kavak ve okaliptüs türleri fazlaca tercih edilmektedir. Hızlı büyüyen bir tür olarak *E. grandis* diğer bazı ülkelerde değişik alanlarda kullanılmakta ve üzerinde bilimsel çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle, LVL üretiminde kullanılması üzerine Saviana ve

ark. (2009), Castro ve Paganini (2003) Carvalho ve ark. (2004) ve kontrplak üretiminde kullanılması üzerine Dias ve Lahr (2004), Ivakiri ve ark. (2006) tarafından bazı araştırmalar yapılmış ve olumlu sonuçlar bildirilmiştir.

Ağaç türü, pres basıncı, tutkal türü, kaplama kalınlığı, tabaka sayısı, kaplama kurutma sıcaklığı gibi faktörler üretilen kontrplakların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etki eden önemli faktörlerdir. Fakat üretilen kontrplağın teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli odun özelliği yoğunluktur. Yoğunluğu yüksek odunların kaplamalarından üretilen kontrplağın mekanik özellikleri daha yüksektir.

Bu çalışmanın amacı, okaliptüs, kavak ve kayın odunlarından üç farklı kombinasyonda üç farklı tutkal ile üretilen kontrplakların statik eğilme direncinin ve eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesi ve bu özelliklerin birbirleriyle karşılaştırılmasıdır.

Materyal ve Metot

Materyal

Kontrplakların elde edilmesinde, kavak (*Populus x euramericana* I-214) kayın (*Fagus orientalis* L.) ve okaliptüs (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden), odunlarından elde edilmiş 3 mm soyma kaplamalar ve ÜF (üre-formaldehit), MÜF (melamin-üre-formaldehit) ve FF (fenol-formaldehit) tutkalları kullanılmıştır. Okaliptüs tomrukları (ortalama çap: 30cm) Karabucak-Tarsus'dan, kayın (ortalama çap: 55 cm) ve kavak tomrukları (ortalama çap: 40 cm) Yenice-Karabük'ten elde edilmiş, özel bir kontrplak fabrikasında soyma kaplamalar üretilmiş ve yaklaşık %6-7 rutubet seviyelerine kadar kurutulmuştur. Kavak tomruklarından ağaç kesildikten bir gün sonra yaş halde iken, okaliptüs tomruklarından 3 gün sonra enine kesitlerde çatlama başlamadan önce soyma kaplamalar üretilmiştir. Kayın tomrukları yaklaşık 40 saat okaliptüs tomrukları yaklaşık 15 saat buharlanmıştır. Kullanılan tutkallar özel bir tutkal üreticisinden temin edilmiştir. Kuru madde miktarı FF tutkalında %47, ÜF tutkalında %52 ve MÜF tutkalında %55'dir.

Metod

Tutkallama işlemi, tutkal sürme merdanesi ile elle yapılmıştır. Tutkal kaplama levhalarının sadece bir yüzüne sürülmüştür. Kullanılan tutkal miktarı 200 g/m² olarak ayarlanmıştır. ÜF ve MÜF tutkalları hazırlanırken sertleştirici olarak amonyum sülfat ((NH₄)₂SO₄) kullanılmıştır. Sertleştirici konsantrasyonu %15 olarak ayarlanmıştır. FF tutkalına katkı veya dolgu maddesi katılmamıştır. Tutkal karışımları Tablo 1’de verilmiştir. Kontrplak levhaları 1.5x60x60 cm ölçüsünde (kalınlık, genişlik, uzunluk), 5 tabakalı olarak hazırlanmış ve laboratuvar tipi elektrik ısıtmalı bir hidrolik preste üretilmiştir. Levhaların üretiminde sadece 1. sınıf kaplamalar kullanılmıştır. Her kombinasyondan her tutkal türü ile 5 kontrplak levhası üretilmiştir. 1. kombinasyonda dış tabakalar kayın ortadaki 3 tabaka okalıptüs (Tip I), 2. kombinasyonda dış tabakalar kayın ortadaki 3 tabaka kavak (Tip II) ve 3. kombinasyonda dış tabakalar okalıptüs ortadaki 3 tabaka kavak (Tip III) olarak oluşturulmuştur. Pres basıncı Tip I için 12, Tip II ve Tip III için 8 kg cm⁻² şeklinde ayarlanmıştır. Pres süresi tüm gruplarda 18 dk ve pres sıcaklığı ÜF ve MÜF tutkalı kullanılan levhalarda 110, FF tutkalı kullanılan levhalarda 140°C olarak ayarlanmıştır. Presleme işleminden sonra levhalar 1 hafta üst üste konup bekletilmiş sonra her kombinasyon için 90 adet (her tutkal grubu için 30 adet (15+15) olmak üzere 270 adet test örneği hazırlanmıştır.

Kontrplakların statik eğilme direncinin ve elastikiyet modülünün belirlenmesinde TS EN 310 numaralı (Anonim, 1999) standarttan yararlanılmıştır. Bu standarda göre; levhanın enine ve boyuna yönde kesilen iki grup deney seti hazırlanmıştır. Dış tabaka elyaf yönü test örneğinin uzun kenarına paralel olan test örnekleri “paralel”, dik olan test örnekleri ise “dik” test örnekleri olarak gruplanmıştır. Deney parçaları dikdörtgen biçiminde ve genişliği 50±1 mm, uzunluğu deney parçasının anma kalınlığının 20 katı +50 mm ve toplamda 350 mm olarak hazırlanmıştır. Deney parçaları %65±5 bağıl nem ve 20±2°C sıcaklıkta değişmez kütleye ulaşmaya kadar kondisyonlanmıştır. Silindirik destekler arasındaki uzaklık levha anma kalınlığının 20 katı olacak şekilde

ayarlanmıştır. Kuvvet deney boyunca sabit hızla uygulanmış ve yükleme başlığının hızı en büyük kuvvete 60±30 sn’de ulaşacak şekilde ayarlanmıştır. Eğilme direnci (F) formül 1 ve elastikiyet modülü (E) formül 2 ile hesaplanmıştır;

$$\sigma_F = \frac{3.P_{max}.L}{2.b.h^2} \quad (N \text{ mm}^{-2}) \quad (1)$$

Burada σ_F eğilme direnci (N mm⁻²), P_{max} kırılma anında uygulanan maksimum yük (N), b deney parçasının eni (mm), h deney parçasının kalınlığı (mm), L mesnetler arası açıklık (mm)’dir.

$$\sigma_E = \frac{\Delta F.L^3}{\Delta f.4.b.h^3} \quad (N \text{ mm}^{-2}) \quad (2)$$

Burada σ_E elastikiyet modülü (N mm⁻²), ΔF : Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı (N) Δf : Örnekteki eğilme miktarı farkı (mm), L mesnetler arası açıklık (mm)’dir.

Elde edilen bulguların SPSS programında istatistik analizleri yapılmıştır. Kombinasyon tipi (KT), tutkal türü (TT) ve kuvvet yönünün (KY) eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine etkisi üç faktörlü varyans analizi (Three-way ANOVA) ile ve bu faktörlere ait grupların ortalamaları arasındaki farklar Tukey HSD (Tukey Honestly Significant Difference) çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Üç faktörlü varyans analizi yapılarak, gruplar arasında üç faktörün, bu çalışmada bağımlı değişken olan eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerindeki etkisini ayrı ayrı test etmek yerine faktörlerinin temel etkileri ve ortak etkileri aynı anda test edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 1. Tutkal karışımları (ağırlığa göre)

Tutkal tipi	Tutkal (Birim)	Buğday unu (Birim)	Sertleştirici (Birim)
ÜF	100	30	10
MÜF	100	15	10
FF	100	0	0

Bulgular ve Tartışma

Testler sonunda elde edilen eğilme direnci ve elastikiyet modülüne ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde kombinasyonlar arasında ve aynı Tip kombinasyonlarda tutkal grupları arasında

yoğunlukların farklı olduğu görülmektedir. Yapılan üç faktörlü varyans analizi sonuçlarına göre; Tip I, Tip II ve Tip III kombinasyonlarının ortalama yoğunlukları sırasıyla; 648, 528 ve 506 kg/m³ ve FF, MÜF ve ÜF tutkal gruplarının ortalama yoğunlukları 556, 558 ve 569 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Kombinasyon grupları arasında önemli farklar belirlenmiştir (P<0.001). Ancak tutkal gruplarında FF ile MÜF arasında önemli fark bulunmazken, ÜF grubu önemli (P<0.01) derecede diğerlerinden daha yüksek yoğunluğa sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun iki temel sebebinin olduğu düşünülmektedir. Bunlar; ÜF tutkalında daha fazla katkı maddesi kullanılması ve kaplamaların yeterince homojen olmamasıdır. Okalıptüs grandis odununda yoğunluğun özden çevreye doğru belirgin seviyede arttığı bildirilmiştir (Malan, 1988; Bal ve ark. 2011). Bunun sonucu olarak, *E.grandis* tomruklarından üretilen soyma kaplamalar arasında yoğunluk farklılıkları oluşmaktadır. Bu yoğunluk farklılıkları da kontrplak levhaları arasında fiziksel ve mekanik özelliklerde farklılıklara sebep olmaktadır. Odun yoğunluğundan başka kaplama kalınlığı da kontrplağın yoğunluğunu etkiler. İnce kaplamalardan üretilen kontrplakların yoğunluğu, diğer tüm şartlar aynı ise, daha kalın kaplamalardan üretilen kontrplakların yoğunluğundan yüksek olur. Bunun temel sebebinin kullanılan tutkal miktarı olduğu belirtilmektedir (Özen, 1981; Örs ve ark., 2002).

Tablo 2'deki bulgular incelendiğinde paralel örneklerde elastikiyet modülü ve eğilme direnci değerlerinin dik örneklerle göre önemli seviyede daha yüksek olduğu görülmektedir. Paralel örnekler; dış tabaka elyaf yönü test örneğinin uzun eksenine paralel olan, dik örnekler ise dış tabaka elyaf yönü test örneğinin uzun eksenine dik olan örneklerdir. Ancak, paralel örneklerde test cihazı yükleme başlığının kuvvet yönü, dış tabaka elyaf yönüne diktir, dik örneklerde ise paraleldir. Genel olarak, Tip I (kayın-

okalıptüs kombinasyonu) kontrplak levhalarının hava kurusu yoğunluk, elastikiyet modülü ve eğilme direnci değerleri diğer kombinasyonlara göre daha yüksek ölçülmüştür.

Elde edilen bu bulgulara göre TS 4645 EN 636 (Anonim, 2005) numaralı standartta belirtilen esaslara göre, paralel örneklerde statik eğilme direnci ve elastikiyet modülü sırasıyla; Tip I'de F 50 ve E 70-80 sınıfında, Tip II'de F 40 ve E 70 sınıfında, Tip III'de F 40 ve E 80 sınıfında yer almıştır. Dik örnekler Tip I'de F 20 ve E 25, Tip II'de F 15 ve E 20 sınıfında ve Tip III'de F 15 ve E 20 sınıfında yer almıştır.

Sonuç olarak, *E.grandis* türünün çok hızlı büyüyen bir ağaç türü olduğu göz önünde bulundurulursa, kavak odununa göre yüksek ve kayın odununa yakın özellikler gösterdiği söylenebilir.

Elastikiyet modülü üzerine kuvvet yönü, tutkal türü ve kombinasyon tipinin etkisi üç faktörlü varyans analizi ile belirlenmiştir. Buna göre kuvvet yönü ve kombinasyon tipinin elastikiyet modülü üzerine önemli seviyede (P<0.001) etkili olduğu belirlenmiştir. Ancak, araştırmada kullanılan formaldehit esaslı üç tutkal türünün etkisinin istatistiksel olarak önem sınırına (P=0.05) çok yakın bir şekilde önemli olduğu (P=0.048) belirlenmiştir. Bu sebepten dolayı yapılan Tukey çoklu ayırım testi sonucunda tutkal grupları arasında fark belirlenmemiştir (Çizelge 3). Bu konuda, Shukla and Kamdem (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine formaldehit esaslı termoset tutkallar (ÜF, MÜF, MF) arasında fark bulunmazken, termoplastik tutkal (PVAc) ile termoset tutkallar arasında fark belirlenmiştir. Termoset tutkallar ile üretilen LVL'nin (Laminated veneer lumber) eğilme özellikleri daha yüksek ölçülmüştür. Bunun sebebinin, termoplastik tutkalların termoset tutkallara göre daha az rijit fakat daha fazla plastik özelliğe sahip olmalarından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Tablo 2. Kontrplakların hava kuruşu yoğunluk, elastikiyet modülü ve eğilme direnci değerleri

KY	KT	İD	ÜF			MÜF			FF		
			HKY Kg m ⁻³	E N mm ⁻²	F	HKY Kg m ⁻³	E N mm ⁻²	F	HKY Kg m ⁻³	E N mm ⁻²	F
Paralel örnekler	Tip I	x	667	7430	79.6	646	8640	88.3	630	8125	80.2
		s	34.6	933	8.58	26.3	810	9.89	29.4	998	10.1
	Tip II	x	534	7441	70.0	525	7767	71.0	531	7684	74.3
		s	20.2	1052	9.64	13.5	581	9.76	13	454	4.12
	Tip III	x	504	8920	69.8	502	8592	65.3	500	8463	66.1
		s	20.5	689	7.92	17.7	617	6.92	24.2	758	8.32
Dik örnekler	Tip I	x	668	3277	42.0	638	2970	39.4	643	2889	35.9
		s	34.4	331	8.54	51.9	457	7.93	28.7	281	7.36
	Tip II	x	540	2238	29.1	515	2287	28.5	523	2142	27.2
		s	23.8	135	2.47	20.2	256	5.87	29.7	210	4.33
	Tip III	x	503	2100	27.5	521	2281	27.8	509	2105	27.7
		s	31	108	2.1	29.1	233	3.93	21.7	215	2.76

KY: kuvvet yönü, KT: kombinasyon tipi, İD: istatistik değer, HKY: hava kuruşu yoğunluk, E: elastikiyet modülü, F: eğilme direnci, x: aritmetik ortalama, s: standart sapma.

Tablo 3'te kuvvet yönü, tutkal türü ve kombinasyon tipi faktörlerine ait ortalama elastikiyet modülü değerleri Tukey çoklu ayırım testi sonuçları verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde tutkal türlerine ait gruplar arasında fark ölçülmemiştir. Kombinasyon tipleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$). Tip II kombinasyonun da diğer kombinasyonlara göre elastikiyet modülü daha düşük ölçülmüştür. Kuvvet yönünün dik uygulandığı paralel örneklerde elastikiyet modülü değeri, paralel uygulanan örneklerdekinden önemli seviyede ($P < 0.001$) daha yüksek ölçülmüştür. Bu konuda, Özen

(1981) tarafından yapılan bir çalışmada, dış tabakalarında kayın orta tabakalarında kızılgağaç kaplamaları kullanılan FF ile üretilmiş kontrplaklarda paralel örneklerde statik eğilme direnci değeri ve elastikiyet modülü değeri dik örneklerinkinden daha büyük elde edilmiştir. Üç tabakalı kontrplak levhaları üzerinde yapılan çalışmalarda, orta tabakada kullanılan ağaç türünün paralel örneklerde eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine etkili olmadığı ve orta tabakaların nötr hattını oluşturduğu belirtilmiştir (Özen, 1981; Örs ve ark., 2002).

Tablo 3. Kuvvet yönü, tutkal türü ve kombinasyon tipi faktörlerine ait elastikiyet modülü ortalamaları Tukey çoklu ayırım testi sonuçları (N mm⁻²)

TT	N	Gruplar	KT	N	Gruplar	KY	N	Gruplar
ÜF	90	5234a	Tip II	90	4926a	Dik	135	2476a
FF	90	5235a	Tip III	90	5410b	Paralel	135	8118b
MÜF	90	5423a	Tip I	90	5555b			

Eğilme direnci üzerine kuvvet yönü, kombinasyon tipi ve tutkal türünün etkisi üç faktörlü varyans analizi ile belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre eğilme direnci üzerine kuvvet yönü ve kombinasyon tipi önemli seviyede

Ortalama eğilme direnci değerlerine ait Tukey çoklu ayırım testi sonuçları Tablo 4'de

etkili iken ($P < 0.001$), tutkal tipinin etkisiz olduğu belirlenmiştir ($P > 0.05$). İkili ve üçlü kombinasyonların ortak etkisi istatistiksel olarak önemsizdir.

gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre tutkal grupları arasında istatistiksel olarak belirgin

farklar belirlenmemiştir. Özen (1981) tarafından yapılan bir çalışmada tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisi, ÜF ve FF ile üretilmiş kayın ve kızılğaç kontrplakların da araştırılmış, fakat kesin bir sonuç ortaya konamamıştır.

Kombinasyon tipleri ve kuvvet yönlerine ait grupların birbirlerinden belirgin şekilde farklı olduğu belirlenmiştir. Özellikle Tip I (kayın-okalıptüs) kombinasyonu kontrplak levhalarının eğilme direnci değeri, yoğunluğun etkisinden dolayı, Tip II ve Tip III'den yüksek ölçülmüştür.

Tablo 4 Kuvvet yönü, tutkal türü ve kombinasyon tipi faktörlerine ait eğilme direnci ortalamaları Tukey çoklu ayırım testi sonuçları (N mm⁻²)

TT	N	Gruplar	KT	N	Gruplar	KY	N	Gruplar
FF	90	51.8a	Tip III	90	47.4a	Dik	135	31.7a
ÜF	90	53.0a	Tip II	90	50.0b	Paralel	135	73.8b
MÜF	90	53.4a	Tip I	90	60.9c			

Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada kayın, kavak ve okalıptüs kaplamaları ile 3 farklı kombinasyonda 5 tabakalı kontrplak levhaları üretilmiş ve üretilen levhaların eğilme özellikleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre;

- Dış tabakaları Kayın ve orta tabakaları okalıptüs olan kombinasyonun eğilme direnci ve elastikiyet modülü diğer kombinasyonlara göre daha yüksek ölçülmüştür.
- Kullanılan formaldehit esaslı tutkal türlerinin eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.
- Kontrplak levhalarında, beklendiği gibi, kuvvetin dış tabaka elyaf yönüne dik uygulandığı test örneklerinde (paralel örnekler) eğilme özellikleri daha yüksek ölçülmüştür.
- *E.grandis*, genel olarak hızlı büyüyen bir tür olmasına rağmen kayın odununa yakın eğilme özellikleri göstermiştir.

E.grandis odunundan elde edilen kaplamalar, görünüşün önemli olmadığı yerlerde kullanılacak kontrplaklarda dış tabakalarda, diğerlerinde iç tabakalarda veya karışık kombinasyonlarda kullanılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma; Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2009/3-2D numaralı proje kapsamında hazırlanmıştır. Vermiş oldukları destekten dolayı KSÜ BAP başkanlığına teşekkür ediyoruz.

Kaynaklar

Adalı F. 1944. Sağlık Ağacı Okalıptüs, Ziraat Vekaleti Neşriyat Müdürlüğü Genel Sayı:609, Pratik Kitaplar Sayı:3, İstanbul, S:146.

Anonim 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülü Tayini, TS EN 310, TSE, Ankara.

Anonim 2005. Kontrplak-Özellikler, TS 4645 EN 636, TSE, Ankara.

Ayata Ü. 2008. Okalıptüs (*Eucalyptus camaldulensis* ve *Eucalyptus grandis*)'ün Odun Özellikleri ve Kağıt Endüstrisinde Kullanımının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, KSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Aydın İ., Çolak S., Çolakoğlu G., Salih E. 2004. A comparative study on some physical and mechanical properties of laminated veneer lumber (LVL) produced from beech (*Fagus orientalis* L.) and eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) veneers, Holz Roh Werkst 62: 218-220.

Bal B.C., Bektaş İ., Tutuş A., Kaymakçı A. 2011. The Within-Tree Variation in Some Physical Properties in *Eucalyptus grandis* Grown in Karabucak Region. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 7 (2):82-88.

Carvalho A.M., Lahr F.A.R., Bortoletto G. 2004. Use of Brazilian eucalyptus to produce LVL panels, For Prod J 54 (10):61-64.

Castro G., Paganini F. 2003. Mixed glued laminated timber of poplar and *Eucalyptus grandis* clones, Holz als Roh-und Werkstoff 61: 291-298.

Çolak S., Aydın İ., Çolakoğlu G., 2003. Okalıptüs ağacının farklı yüksekliklerinden alınan tomruklardan üretilmiş kontrplakların bazı mekanik özellikleri, DOA dergisi, Sayı:9, 2003, Tarsus

Çolakoğlu G., 1996. Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi Ders Notları, Yayınlanmamış, KTÜ, Orman Fakültesi, Trabzon.

Dias F. M., Lahr F.A.R. 2004. Alternative castor oil-based polyurethane adhesive used in the production of plywood, *Materials Research*, 7 (3): 413-420.

Gürboy B., Özden Ö. 1994. *E. camaldulensis* ve *E. Grandis* odununun hacim-ağırlık değerleri ve lif morfolojisi, İÜ Orman fakültesi Dergisi A serisi, V:44, S:101,106

Gürses M. K. 1990. Dünya'da ve Türkiye'de Okalıptüs, Kavak ve Hızlı G. Y. T. O. A. Araştırma Enstitüsü Dergisi 1990/1, İZMİT, S. 1-19.

Gürses M.K., Gülbaba A.G., Özkurt A. 1995. Türkiye'de okalıptüs yetiştiriciliğinin geliştirilmesi hakkında rapor, DOA dergisi, Sayı:1.

Iwakiri S., et al. 2006. Evaluation of quality of phenolic plywood manufactured from *Eucalyptus grandis*, *Ciência Florestal*, Santa Maria, 16 (4): 437-443.

Kojima M., Yamamoto H., Yoshid M., Ojio Y., Okumura K. 2009. Maturation property of fast-growing hardwood plantation species: a view of fiber length, *For Ecol and Manag* 257 (2009) 15-22

Kurt R., Mengeloğlu F., Çavuş V. 2008. Okalıptüs odununun kullanımında yeni alanlar, I. Ulusal Okalıptüs Sempozyumu Bildiriler Kitabı, S:84.

Malan F.S. 1988. Wood density variation in four trees of south African grown *Eucalyptus grandis*, *South African Forest Journal*, 144 (1): 36 - 42

Örs Y., Çolakoğlu G., Aydın İ., Çolak S. 2002. Kayın, okume ve kavak soyma kaplamalarından farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplakların bazı teknik özelliklerinin karşılaştırılması, *Politeknik Dergisi*, 5 (3): 257-265

Özen R.1981.Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar, KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte yayın No:120, S:168. Trabzon.

Saviana J., Sosa Z.M.A, Piter J.C. 2009. Bending strength and stiffness of structural laminated veneer lumber manufactured from fast-growing Argentinean *Eucalyptus grandis*, *Maderas. Ciencia Y Tecnología* 11(3): 183-190.

Shukla S.R., Kamdem P.D. 2009. Properties of laboratory made yellow poplar (*Liriodendron tulipifera*) laminated veneer lumber: effect of the adhesives, *Eur. J. Wood Prod.* 67: 397-405.

Şahin A. 1998. Okalıptüs odunundan üretilen kontrplakların bazı teknolojik özellikleri üzerine

tomruk buharlama süresinin etkisi, Yüksek lisans tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Tan H. 1999. Tarsus karabucak yöresi buharlanmış ve buharlanmamış okalıptüs odununun (*E. camaldulanesis* Dehn) bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesi, Yüksek lisans tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Tüfekçi S. 2001. Odun Kömürü ve Okalıptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) Odun Kömürünün Özellikleri, DOA Dergisi Sayı:7, Tarsus.

URL1, 2012. Dünya geneli toplam kontrplak üretim miktarı, www.faostat.fao.org, son erişim: 21.06.2012.

URL2, 2012. *Eucalyptus grandis* plantasyonları projesi, www.mopak.com.tr, son erişim: 21.06.2012