

## Kayın, kavak ve okaliptüs kaplamalarından üretilen kontrplakların bazı fiziksel özellikleri

Bekir Cihad Bal<sup>a,\*</sup>, İbrahim Bektaş<sup>b</sup>

<sup>a</sup> KSÜ, Andırın Meslek Yüksekokulu, 46100, Andırın, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>b</sup> KSÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Müh., 46060, Kahramanmaraş, Türkiye

\* İletişim yazarı/Corresponding author: bcbal@hotmail.com, Geliş tarihi/Received: 17.05.2012, Kabul tarihi/Accepted: 05.07.2012

**Özet:** Bu çalışmada, kayın (*Fagus orientalis* L.), melez kavak (*Populus x euramericana* I-214), ve eucalyptus (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) kaplamaları ile, üre-formaldehit, melamin-üre-formaldehit ve fenol-formaldehit tutkalları kullanılarak 3 farklı kombinasyonda 5 tabakalı kontrplak levhaları üretilmiştir. Üretilen levhaların hava kurusu yoğunluk, kalınlığına şişme ve su alma gibi fiziksel özellikleri ölçülmüştür. Kalınlığına şişme ve su alma testlerinin ölçümleri 2, 24, 168 ve 336 saatlik süreler sonunda yapılmıştır. Yapılan istatistik testleri ile tutkal türü, kombinasyon tipi ve süre faktörlerinin kalınlığına şişme ve su alma üzerine etkisi incelenmiştir. İstatistik testlerin sonuçlarına göre; her üç faktöründe kalınlığına şişme ve su alma miktarları üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Tutkal türüne göre en düşük kalınlığına şişme ve su alma miktarları melamin-üre formaldehit tutkalı ile üretilen levhalarda, en yüksek fenol-formaldehit ile üretilen levhalarda ölçülmüştür. Kombinasyon tipine göre en düşük kalınlığına şişme okaliptüs-kavak kombinasyonunda, en düşük su alma miktarı ise kayın-okaliptüs kombinasyonunda ölçülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Kontrplak, Kalınlığına şişme, Su alma, Okaliptüs, Kavak, Kayın

## Some physical 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 beech (*Fagus orientalis* L.), eucalyptus (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) and hybrid poplar (*Populus x euramericana* I-214 clone) rotary cut veneers using urea-formaldehyde (UF), melamine-urea formaldehyde (MUF) and phenol-formaldehyde (PF) adhesives. Physical properties e.g. air-dry density, thickness swelling and water absorption of produced plywood boards were determined. The measurements of thickness swelling and water absorption were made at the end of 2, 24, 168 and 336 h times. The effects of factors of adhesive type, combination type and time on the thickness swelling and water absorption were investigated. As a result of ANOVA test, it was determined that the effects of all three factors on the thickness swelling and water absorption were significant, statistically. According to adhesive type, the lowest thickness swelling and water absorption were determined on the plywood bonded with MUF, the highest were determined on the plywood bonded with PF. According to combination type, the lowest thickness swelling was determined on the plywood produced with eucalyptus and poplar combination. The lowest water absorption was determined on the plywood produced with beech and eucalyptus combination.

**Keywords:** Plywood, Thickness swelling, Water absorption, Eucalyptus, Poplar, Beech

### 1. Giriş

Okaliptüs gibi hızlı büyüyen ağaç türleri, kısa idare süreleri sonunda odun hammaddesinin endüstriyel plantasyonlar ile karşılanması bakımından önemlidir. Fakat kısa süreli üretimler bazı sorunlara sebep olmaktadır. Bunlar; hızlı büyüyen türlerin kullanımlarını sınırlayan, yüksek oranda genç odun ve büyüme gerilmeleri içermeleridir. Hızlı büyüyen türlerin kereste olarak kullanımındaki engel olarak bu sorunlar gösterilmektedir. Genel olarak hızlı gelişen türlerin kullanım alanları; kâğıt, kâğıt hamuru ve ormancılar için karlı olmayan enerji odunudur (Kojima vd., 2009).

Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*) Türkiye'ye ilk olarak 1885 yılında Adana-Mersin demiryolu hattını yapan Fransız şirketi tarafından bu hat güzergâhındaki istasyonlara süs bitkisi olarak dikilmek amacıyla getirilmiştir (Adalı, 1944). Park ve bahçelerde süs bitkisi ya da gölge ağacı olarak kullanılmasının dışında ilk *E. camaldulensis*

ağaçlandırması 1939 yılında Tarsus-Karabucak'ta gerçekleştirilmiştir. 885 hektarlık bir alanı kaplayan bu ağaçlandırmanın, aynı zamanda Türkiye'nin ilk ağaçlandırması olduğu belirtilmektedir. Yapılan adaptasyon denemelerinde, 191 okaliptüs türüne ait 609 orijin Türkiye'de yetiştirilirdiği açısından denenmiştir (Gürses, 1990). Bu çalışmalar sonrasında, *E. camaldulensis* ve *E. grandis* türlerinde sırasıyla 33.5 ve 50.5 m<sup>3</sup>/ha yıllık ortalama artım değerlerine ulaşılmıştır (Gürses vd., 1995).

Okaliptüs odununun değişik alanlarda kullanılması üzerine bazı araştırmalar yapılmıştır. Masif odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine Tan (1999), odun kömürü üretiminde kullanılması Tüfekçi (2001) ve kontrplak üretiminde kullanılması üzerine Şahin (1998), LVL (laminated veneer lumber) üretiminde kullanılması üzerine Aydın vd. (2004) ile Çolak vd. (2003), okaliptüsün kâğıt endüstrisinde kullanılması üzerine Ayata (2008) ve lif morfolojisi üzerine Gürboy ve Özden (1994) tarafından araştırmalar yapılmıştır. Okaliptüs odunundan kontrplak

üretimi konusunda Türkiye’de yapılan çalışmalarda, genel amaçlar ve yapı maksatlı olarak kontrplak üretiminde okaliptüs odunundan yararlanılabileceği belirtilmiştir (Şahin, 1998; Çolak vd., 2003). Ayrıca, Raute Wood firmasının (Finlandiya) hızlı gelişen ağaç türlerinin kontrplak üretiminde değerlendirilmesi ile ilgili bir raporunda okaliptüstün (*E.globulus* ve *E.grandis*) uygun sonuçlar alındığı belirtilmiştir (Çolak vd., 2003). Türkiye’de yapılan bu 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 kâğıt hamuru üretimi gibi farklı alanlarda değerlendirilmektedir. Özellikle MOPAK GRUP tarafından bu konuda büyük yatırımlar yapılmıştır (Anonim, 2012). Ayrıca, günümüzde yapılan bazı araştırmalarda, okaliptüs odununun mobilya üretiminde, kontrplak, yönlendirilmiş şerit yonga levha, yonga levha, orta yoğunluklu lif levha, tabakalanmış ağaç malzeme ve tabakalanmış kaplama kereste üretimine uygun olduğu belirtilmiştir (Kurt vd. 2008).

Hızlı büyüyen bir tür olarak *E.grandis* diğer bazı ülkelerde değişik alanlarda kullanılmakta ve üzerinde bilimsel çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle, LVL üretiminde kullanılması üzerine Saviana vd. (2009), Castro ve Paganini (2003) Carvalho vd. (2004) ve kontrplak üretiminde kullanılması üzerine Dias ve Lahr (2004), Iwakiri vd. (2006) tarafından bazı araştırmalar yapılmıştır.

Türkiye’de kontrplak sektöründe genel olarak yerli ağaç türlerinden en çok kayın ve kavak odunları kullanılmaktadır. Özellikle kaplama, kontrplak ve diğer bazı alanlarda fazlaca kullanılmasından dolayı büyük çaplı ve yeterli kalitede kayın odunu yurt içinden temin edilememektedir. Bu konuda ucuz ve kaliteli hammadde temini için yurt dışı piyasalardan ithalat yapılmaktadır. Dünya genelinde ise, Okume (*Aucoumea klaineana*) Batı Afrika odunu olarak büyük ölçüde kontrplak üretiminde değerlendirilmektedir. Soyma kaplama üretimi için ülkemizde ve Avrupa’da okume odununun kullanımı oldukça fazladır. Ayrıca, Kontrplak üretiminde okume ve ithal kayın kullanılması durumunda döviz çıktısı söz konusu olmakta ve ekonomik duruma göre döviz fiyatlarındaki değişimler üreticileri olumsuz yönde etkilemektedir. (Örs vd. 2002).

Farklı ağaç türlerinden üretilen kontrplakların fiziksel özellikleri de birbirlerinden farklıdır. Üretilen kontrplağın teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli odun özelliği yoğunluktur. Yoğunluğu yüksek ağaç türlerinden üretilen kontrplağın mekanik özellikleri daha yüksektir. Fiziksel özelliklerden kalınlığına şişme ve su alma miktarları ise suda bekletme süresine göre değişiklik göstermektedir.

Bu çalışmanın amacı, okaliptüs, kayın ve kavak odunlarından üç farklı kombinasyonda ve üç farklı tutkal ile üretilen kontrplakların fiziksel özelliklerinden hava kuru su yoğunluk, kalınlığına şişme ve su alma miktarlarının incelenmesi ve hızlı büyüyen bir ağaç türü olarak okaliptüsün, hızlı büyüyen kavak ve yavaş büyüyen kayın odunundan elde edilen farklı kombinasyonlardaki kontrplakların karşılaştırılmasıdır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Kontrplakların elde edilmesinde, okaliptüs (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden), kayın (*Fagus orientalis* L.) ve kavak (*Populus x euramericana* I-214) odunlarından elde edilmiş 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 ve özel bir kontrplak fabrikasında 3 mm kalınlıkta soyma kaplamalar üretilmiş ve kurutulmuştur. Kavak tomruklarından ağaç kesildikten bir gün sonra, okaliptüs tomruklarından 3 gün sonra soyma kaplamalar üretilmiştir. Kayın tomrukları yaklaşık 40 saat okaliptüs tomrukları yaklaşık 15 saat, 70-80°C sıcaklıkta buharlanmıştır. Soyma makinesinin hızı kayın ve kavak kaplamalarda 25-30 m/dk, okaliptüslerde ise 15-20 m/dk olarak ayarlanmıştır. Kullanılan tutkallar özel bir tutkal üreticisinden temin edilmiştir. Kuru madde miktarı FF tutkalında %47, ÜF tutkalında %52 ve MÜF tutkalında %55’dir.

### 2.2. Yöntem

Tutkal kaplama levhalarının sadece bir yüzüne 200 g/m<sup>2</sup> olacak şekilde sürülmüştür. ÜF ve MÜF tutkalları hazırlanırken sertleştirici olarak amonyum sülfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) kullanılmıştır. FF tutkalına katkı veya dolgu maddesi katılmamıştır. Tutkal karışımları ve pres şartları Çizelge 1’de verilmiştir. Kontrplaklar 5 tabakalı olarak laboratuvar tipi elektrik ısıtmalı bir hidrolik preste üretilmiştir. Her grup için 5 adet levha üretilmiştir. Tutkalamadan sonra ön presleme yapılmamıştır. 1. kombinasyonda dış tabakalar kayın ortadaki 3 tabaka okaliptüs (Tip I), 2. kombinasyonda dış tabakalar kayın ortadaki 3 tabaka kavak (Tip II) ve 3. kombinasyonda dış tabakalar okaliptüs ortadaki 3 tabaka kavak (Tip III) olarak oluşturulmuştur. Presleme işleminden sonra levhalar 1 hafta üst üste konup bekletilmiş sonra test örnekleri hazırlanmıştır. Hava kuru su yoğunluk (D<sub>12</sub>) TS EN 323’de, kalınlığına şişme (KŞ) ve su alma (SA) TS EN 317’de belirtilen esaslara göre (Formül 1, 2 ve 3) belirlenmiştir. Deney parçaları kontrplak kalınlığında ve 50±1 mm genişlik ve kalınlığa sahip kare şeklinde kesilmiştir. Her grup için 30 deneme örneği D<sub>12</sub> ölçümleri için, 20 deneme örneği KŞ ve SA ölçümleri için hazırlanmıştır. KŞ ve SA Deney örnekleri testlerden önce klima edilmiş ve sonra suya daldırılmıştır. Sudan çıkarıldıktan sonra yüzey suyu hafifçe silinmiş ve kalınlığı ve ağırlığı alınmıştır. Daha sonra tekrar suya daldırılmıştır. Bu şekilde ilk daldırmadan 2, 24, 168 ve 336 saat sonra dört defa ölçüm yapılmıştır. Aslında KŞ ve SA testleri pratikte 2 ve 24 saatlik sürelerde yapılmaktadır. Ancak farklı kombinasyonda üretilen bu kontrplakların uzun süreler sonundaki davranışlarını inceleyebilmek için 168 ve 336 saatlik sürelerde de ölçümler yapılmıştır. Hesaplamalar aşağıdaki formüle göre yapılmıştır. Elde edilen bulguların SPSS programında istatistik analizleri yapılmıştır. Süre, kombinasyon tipi ve tutkal türünün KŞ ve SA üzerine etkisi üç yönlü 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.

$$D_{12} = \frac{W_{12}}{V_{12}} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (1)$$

Burada  $D_{12}$ : hava kurusu yoğunluk ( $\text{kg/m}^3$ ),  $W_{12}$ : deney parçasının hava kurusu haldeki ağırlığı (kg),  $V_{12}$ : deney parçasının hava kurusu haldeki hacmidir ( $\text{m}^3$ )

$$K\text{Ş} = \frac{k_2 - k_1}{k_1} \times 100 \quad (2)$$

Burada KŞ: kalınlığına şişme miktarı (%),  $k_1$ : deney parçasının suya daldırmadan önceki kalınlığı (mm),  $k_2$ : deney parçasının suya daldırmadan sonraki kalınlığı (mm).

$$SA = \frac{a_2 - a_1}{a_1} \times 100 \quad (3)$$

Burada SA: su alma miktarı (%),  $a_1$ : deney parçasının suya daldırmadan önceki ağırlığı (g),  $a_2$ : deney parçasının suya daldırmadan sonraki ağırlığı (g).

### 3. Bulgular ve tartışma

Bu çalışmada üç farklı kombinasyonda ve üç farklı tutkal türü ile üretilen 5 tabakalı kontrplakların hava kurusu yoğunluk miktarları ortalama değerleri, standart sapmaları ve varyasyon katsayıları Çizelge 2’de verilmiştir. Elde edilen bu bulgulara göre Tip I kombinasyonunda üretilen kontrplakların yoğunlukları diğer ikisine göre ve Tip II nin yoğunluğu da Tip III’e göre daha yüksek ölçülmüştür. Bunun birkaç temel sebebi bulunmaktadır; kontrplağın yoğunluğunun elde edildiği odunun yoğunluğuna göre değişmesidir. Yüksek yoğunluğa sahip odunlardan yüksek yoğunluğa sahip kontrplaklar elde edilir. Bir diğeri pres basıncıdır. Pres basıncı arttıkça elde edilen kontrplağın yoğunluğu da artar ve son olarak kullanılan tutkal miktarı, dolgu maddeleri ve katkı maddelerinin miktarıdır. Bunların kullanım miktarı arttıkça kontrplak yoğunluğu da artar. Ayrıca kaplama kalınlığı da yoğunluğu etkiler ve ince kaplamalardan üretilen kontrplakların yoğunluğu, diğer şartlar aynı ise, daha kalın kaplamalardan üretilen kontrplakların yoğunluğundan yüksek olur (Özen, 1981; Örs vd, 2002). Kontrplağın fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyen temel faktör yoğunluktur. Yüksek yoğunluğa sahip kontrplakların mekanik özellikleri yüksektir.

Çizelge 3’de 4 farklı sürede ölçülen KŞ ve SA testlerine ait bulgular verilmiştir. Bu bulgulara göre genel olarak KŞ ve SA miktarlarının da arttığı görülmektedir. KŞ miktarları

2 saatlik süre sonunda Tip I’de MÜF ile üretilen örneklerde %1.02 ile Tip III’de FF ile üretilen örneklerde %2.58 aralığında değişmektedir. 336 saatlik süre sonunda yapılan ölçümlerde ise en düşük Tip III ve MÜF ile üretilen örneklerde %3.38 ve en yüksek Tip I’de FF ile üretilen örneklerde ölçülmüştür.

Su alma miktarı ise 2 saatlik süre sonunda en düşük Tip I’de MÜF ile üretilen örneklerde %13.07 ve en yüksek Tip III’de FF ile üretilen örneklerde %30.84 ölçülmüştür. 336 saat sonunda ise en düşük su alma yüzdesi Tip I’de MÜF ile yapılandırılan örneklerde ve en yüksek Tip III’de FF ile yapılandırılan örneklerde %105.9 ölçülmüştür. Diğer tüm bulgular bu değerler aralığında yer almıştır.

Sürenin, tutkal türünün ve kombinasyon tipinin (dış ve iç tabakalarda kullanılan odun türünün) ayrı ayrı etkilerini inceleyebilmek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4’te gösterilmiştir. Elde edilen bu istatistik sonuçlarına göre; tutkal türünün, kombinasyon tipinin ve sürenin KŞ ve SA testleri üzerine istatistiksel olarak önemli seviyede ( $P < 0.001$ ) etkili olduğu belirlenmiştir. Diğer ikili ve üçlü etkileşimlerde (KŞ’de üçlü etkileşim hariç) önemli bulunmuştur.

Genel olarak böyle bir çalışmada sürenin ve kontrplak kombinasyonunun önemli seviyede etkili olabileceği beklenebilir. Ancak, tutkal türünün hem kalınlığına şişme hem de su alma testlerinin sonuçları üzerine önemli seviyede etkili olabileceği öngörülmeyebilir. Her üç tutkalda formaldehit esaslı tutkaldır ve sıcaklık etkisi ile kürlenmektedir. Yapışma direnci bakımından aralarında önemli farklar vardır. Fakat KŞ ve SA yüzdeleri bakımından fark olması beklenmeyebilir. Ancak, elde edilen bu sonuçlar literatürde ki bazı çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Özen (1981) yapmış olduğu çalışmada kayın ve kızılğaç kaplamaları ile ÜF ve FF tutkalları ile üretilen kontrplaklar üzerinde yaptığı KŞ ve SA testlerinde benzer sonuçlar elde etmiştir. Aynı çalışmada; Schneider’e göre; sertleşmiş ÜF tutkalının denge rutubetinin,  $20^\circ\text{C}$ ’de ve %58 bağıl nem ortamında %11.0 iken, sertleşmiş FF tutkalının %38.6 olduğunu, aynı şartlarda ağacın denge rutubetinin ÜF’nin denge rutubetine yakın olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle FF ile yapılandırılmış yonga levha ve kontrplak benzeri ağaç malzemelerin su alma miktarları ÜF ile yapılandırılmış olanlarınkinden daha yüksek olduğunu ve bu fazlalığın yapıştırma için kullanılan FF tutkalının kontrplak genel ağırlığına katılma oranına göre değiştiğini bildirmiştir. Ayrıca kontrplaklarda kalınlık artımının, pres basıncı nedeniyle azalmış olan kalınlığın zamanla başlangıçtaki duruma gelmesi, yani zahiri kalınlık artımı ve ağacın lif doygunluk noktasına kadar adsorbe ettiği suyun neden olduğu gerçek kalınlık artımı şeklinde iki farklı şekilde olduğu ve bunların her ikisinin iç içe olup pratik olarak ayrılamayacağını bildirmiştir (Özen, 1981).

Çizelge 1. Tutkal karışımları ve pres şartları

Tutkal tipi	Tutkal miktarı (Birim)	Buğday Unu (Birim)	Sertleştirici (Birim)	Pres süresi (dk)	Pres basıncı ( $\text{kg/cm}^2$ )	Pres sıcaklığı ( $^\circ\text{C}$ )
ÜF	100	30	10	24	Tip I için 12, Tip II ve III için 8	110
MÜF	100	15	10	24		110
PF	100	0	0	24		140

Çizelge 2. Kontrplakların hava kurusu yoğunlukları

	Hava Kurusu Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )								
	KAYIN-OKALİPTÜS-KAYIN (Tip I)			KAYIN-KAVAK-KAYIN (Tip II)			OKALİPTÜS-KAVAK-OKALİPTÜS (Tip III)		
	ÜF	MÜF	FF	ÜF	MÜF	FF	ÜF	MÜF	FF
x	667	642	636	537	519	527	503	511	504
s	33.9	40.6	29.3	21.9	17.6	22.9	25.8	25.6	23.1
v	5.1	6.3	4.6	4.1	3.4	4.3	5.1	5.0	4.6
n	30	30	30	30	30	30	30	30	30

x: aritmetik ortalama, s: standart sapma, v: varyasyon katsayısı, n: örnek sayısı

Çizelge 3. Kalınlığına şişme ve su alma miktarları

n:20	Tutkal		KŞ (%)					SA (%)			
			2 s	24 s	168 s	336 s	2 s	24 s	168 s	336 s	
TİP I											
ÜF	x	1.23	4.34	5.39	5.65	13.60	35.14	47.41	61.9		
	s	0.31	0.51	0.55	0.52	1.68	3.15	3.4	4.21		
MÜF	x	1.02	3.36	4.46	4.55	13.07	29.31	39.68	49.5		
	s	0.22	0.52	0.41	0.45	2.53	4.56	4.04	5.4		
FF	x	1.29	4.86	5.82	5.90	16.16	44.11	67.98	78.77		
	s	0.2	0.6	0.54	0.56	2.86	5.32	6.75	7.59		
TİP II											
ÜF	x	1.95	4.24	4.46	4.75	22.1	54.55	71.22	96.18		
	s	0.5	0.55	0.53	0.63	4.41	3.24	3.04	4.08		
MÜF	x	1.37	3.64	3.79	3.88	21.87	51.65	70.81	83.3		
	s	0.22	0.36	0.41	0.4	2.88	4.26	4.35	5.96		
FF	x	2.26	4.89	5.23	5.19	28.5	62.29	87.03	100.57		
	s	0.33	0.4	0.53	0.5	2.76	4.21	5.29	6.51		
TİP III											
ÜF	x	2.28	4.09	4.19	4.43	28.94	56.15	84.14	102.67		
	s	0.26	0.25	0.25	0.33	4.33	3.14	5.19	6.01		
MÜF	x	1.52	3.25	3.37	3.38	23.96	49.09	76.69	90.49		
	s	0.28	0.41	0.96	0.42	3.24	4.26	6.51	6.88		
FF	x	2.58	4.63	5.05	5.14	30.84	60.16	89.74	105.9		
	s	0.46	0.4	0.54	0.49	3.3	5.01	10.45	10.25		

Çizelge 4. Kalınlığına şişme ve su alma testlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	SD	Kalınlığına şişme			Su alma			
		Ortalama kareler	F	Önem düzeyi	SD	Ortalama kareler	F	Önem düzeyi
TT	2	98.7	460.1	0.000	2	12493.4	474.8	0.000
KT	2	6.5	30.2	0.000	2	43861.2	1666.9	0.000
SR	3	364.3	1697.5	0.000	3	136322	5180.7	0.000
TT * KT	4	0.9	4.1	0.003	4	501.1	19.0	0.000
TT * SR	6	2.1	9.7	0.000	6	872.2	33.1	0.000
KT * SR	6	14.3	66.7	0.000	6	1997.4	75.9	0.000
TT * KT * SR	12	0.3	1.5	0.105	12	153.6	5.8	0.000

TT: Tutkal Türü, KT: Kombinasyon Tipi, SR: Süre, SD: Serbestlik Derecesi.

Benzer şekilde, Uysal ve Kurt (2005) tarafından farklı tutkallarla üretilen çam, kavak ve dut odunlarından üretilen LVL üzerinde su buharı ile yaptıkları denemelerde FF ile üretilen LVL'lerin ÜF ile üretilenlerden daha fazla su buharı

aldıklarını ve daha fazla kalınlığına şişme yaptıklarını belirlemişlerdir. Uysal (2005) sarıçam ve Karadeniz göknarı odunlarından ÜF, FF, PVAc ve VTKA tutkalları ile elde edilen LVL'lerin farklı sürelerde su buharına maruz

kalmadan sonra ağırlıkça artma miktarını ve radyal yönde şişme miktarının FF ile üretilen levhalarda daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Shukla ve Kamdem (2009) tarafından lale ağacı (*Liriodendron tulipifera*) odunundan PVAc, ÜF, MÜF ve MF tutkalları ile üretilen LVL'nin KŞ ve SA miktarları 2 ve 24 saat sürelerde test edilmiş ve ÜF ile üretilen levhaların diğerlerine göre daha fazla KŞ ve SA yüzdelere sahip olduğu belirlenmiştir.

Literatürdeki bu bilgiler yanında, FF ile üretilen kontrplaklardaki KŞ ve SA miktarlarının diğerlerine oranla daha yüksek çıkmasının bir diğer nedeni; FF kullanılan levhalarda pres sıcaklığı 140°C, ÜF ve MÜF kullanılan levhalarda ise 110°C olmasından dolayı, preslemeden sonra test örneklerinin ortalama rutubetlerindeki farklılıklar olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 5'de KŞ ortalama değerleri üzerine etki eden tutkal türü, kontrplak tipi ve süre faktörlerine ait Tukey çoklu ayırım testi sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre; en az KŞ miktarı MÜF tutkalında, en fazla FF tutkalında, en az Tip III kombinasyonu kontrplakta, en fazla Tip I kombinasyonu kontrplakta ve en az 2 saatlik sürede en fazla 336 saatlik sürede ölçülmüştür. Fakat 168 ile 336 saatlik sürelerdeki KŞ miktarları arasında önemli farklılık belirlenmemiştir.

Çizelge 6'da SA ortalama değerleri üzerine tutkal türü, kombinasyon tipi ve süre faktörlerinin etkisine ilişkin Tukey çoklu ayırım testi sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre: En az SA miktarı MÜF, en fazla FF ile üretilen kontrplaklarda, en az Tip I kombinasyonu kontrplakta ve en fazla tip III kombinasyonu kontrplakta, süre faktöründe ise en az 2 saatte ve en fazla 336 saatte ölçülmüştür. KŞ ile SA miktarları arasında doğrusal-pozitif bir ilişki olduğunu gösteren ilgili grafik Şekil 1'de verilmiştir. En az SA miktarının Tip I'de ve en fazla Tip III'de ölçülmesinin sebebi ise kontrplak yoğunluğundan kaynaklanmaktadır. Yoğunluğu yüksek olan kontrplaklar düşük SA miktarına ve yüksek KŞ miktarına sahiptir. Yoğunluğu düşük olanlar ise tam tersi özelliktedir. Bu durum temelde odunun su alması sonucu daralma genişleme özelliği ile ilgilidir. Yoğunluğu yüksek olan odunların "daralma ve genişleme yüzdeleri"

yoğunluğu düşük olan odunlara göre büyükken, "içerisine alabileceği maksimum su alma yüzdeleri" düşüktür.

Tüm grupların KŞ ve SA değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 1'de verilmiştir, 2 saat sonunda yapılan ölçümlerde KŞ ile SA arasındaki ilişki doğrusal ve güçlü-pozitifdir (Şekil 1-A). Diğer bir deyişle fazla su alan örnekler aynı zamanda fazla kalınlığına şişme yapmıştır ( $R^2:0.69$ ). Fakat bu ilişkinin gücü 24 saat sonunda yapılan ölçümlerde zayıf-pozitif şeklindedir ( $R^2:0.10$ ). 168 saat sonunda yapılan ölçümlerde ise ilişkinin yönü değişmiştir ve zayıf-negatif olarak gerçekleşmiştir ( $R^2:0.02$ ). 336 saat sonunda yapılan ölçümlerde ise bu ilişki yine zayıf-negatif olarak gerçekleşmiştir ( $R^2:0.03$ ). Bu durum Çizelge 5'de verilen KŞ miktarı üzerine sürenin etkisinde de belirgindir. 168 saat ile 336 saatlik süreler sonunda yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. 168 saatten sonra SA devam ederken KŞ son derece azalmıştır. Bu farklılıktan dolayı, grafikten de görüleceği üzere, ilişki zayıf-negatif olarak ölçülmüştür. Benzer şekilde, Shukla ve Kamdem (2009) tarafından yapılan bir çalışmada farklı tutkal türleri ile üretilen LVL'de, 2 saatlik daldırma sonrası ölçülen KŞ ile SA yüzdeleri arasında doğrusal ve pozitif-güçlü bir ilişki olduğu belirtilmiştir.

#### 4. Sonuç ve öneriler

Yapılan bu çalışmada kayın, melez kavak ve okalıptüs kaplamaları ile ÜF, MÜF ve FF tutkalları kullanılarak 3 farklı kombinasyonda 5 tabakalı kontrplak levhaları üretilmiş ve üretilen levhaların  $D_{12}$ , KŞ ve SA gibi fiziksel özellikleri ölçülmüştür. Sonuçlara göre;

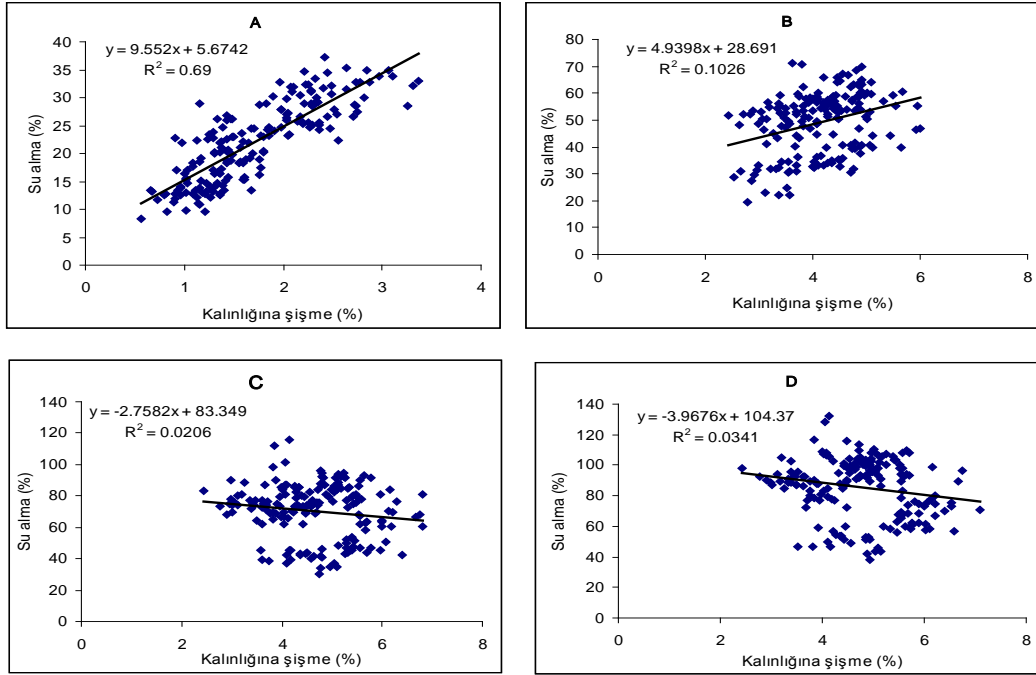
- Tutkal türüne göre en düşük KŞ ve SA miktarları MÜF tutkalı ile üretilen levhalarda, en yüksek FF ile üretilen levhalarda ölçülmüştür. Bunun olası sebeplerinin, FF tutkalının denge rutubetinin aynı ortam şartlarında ÜF'den çok daha yüksek olması ve FF tutkalı ile 140°C'de üretilen test örneklerinin preslemeden sonra daha düşük rutubet seviyelerine sahip olmasından kaynaklandığı söylenebilir.
- Ağaç türüne göre en düşük kalınlığına şişme okalıptüs-kavak kombinasyonunda, en düşük su alma miktarı ise kayın-okalıptüs kombinasyonunda ölçülmüştür.

Çizelge 5. KŞ ortalama değerlerinin tutkal türü, kontrplak tipi ve süre faktörlerine göre Tukey çoklu ayırım testi sonuçları

	Tutkal türü		Kombinasyon Tipi		Süre			
	n	Gruplar	n	Gruplar	n	Gruplar		
MÜF	240	3.1 a	Tip III	240	3.6 a	2	180	1.7 a
ÜF	240	3.9 b	Tip II	240	3.8 b	24	180	4.1 b
FF	240	4.4 c	Tip I	240	3.9 c	168	180	4.6 c
						336	180	4.7 c

Çizelge 6. SA ortalama değerlerinin tutkal türü, kombinasyon tipi ve süre faktörlerine göre Tukey çoklu ayırım testi sonuçları

	Tutkal türü		Kombinasyon Tipi		Süre			
	n	Gruplar	n	Gruplar	n	Gruplar		
MUF	240	49.9 a	Tip I	240	41.3 a	2	180	22.1 a
UF	240	56.1 b	Tip II	240	62.5 b	24	180	49.1 b
FF	240	64.3 c	Tip III	240	66.5 c	168	180	70.5 c
						336	180	85.4 d



Şekil 1. 2 (A), 24 (B), 168 (C) ve 336 (D) saat suda bekletme sonrası KŞ ile SA arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler, regresyon denklemleri (y) ve belirleme katsayıları (R<sup>2</sup>)

- Elde edilen tüm bulgular süre faktörüne göre 4 grupta KŞ ve SA arasındaki regresyon ilişkisi belirlenmiş ve bu ilişkinin 2 saat sonunda güçlü-pozitif, 24 saat sonunda zayıf-pozitif, 168 ve 336 saat sonunda ise zayıf-negatif olduğu tespit edilmiştir.

Kombinasyonlar karşılaştırıldığında *E.grandis*'in fiziksel özellikler bakımından kayın odununa yakın değerler verdiği görülmektedir. *E.grandis* odunundan elde edilen kaplamalar, görünüşün önemli olmadığı yerlerde kullanılacak kontrplaklarda dış tabakalarda, diğerlerinde iç tabakalarda kullanılabilir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi araştırma projeleri yönetim birimi başkanlığı 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, 2012, *Okalıptüs grandis* plantasyonları projesi. MOPAK internet sitesi, www.mopak.com.tr, (Erişim tarihi: 13.05.2012).
- 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.
- 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, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, DOA dergisi, Sayı:9, 2003, Tarsus.
- 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 Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi, 1990/1, İzmit, s. 1-19.
- Gürses, M.,K., Gülbaba, A.G., Özkurt, A., 1995. Türkiye'de okalıptüs yetiştiriciliğinin geliştirilmesi hakkında rapor, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, DOA dergisi, Sayı:1.
- Iwakiri, S., Neto, R., A., de Almeida, B. C., Biasi, C.,P., Chies, D., Guisantes, F.P., Franzoni, J.A., Rigatto, P.,A., Bettega, W., P., 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, Forest Ecology and Management 257 (2009) 15–22
- Kurt, R., Mengeloğlu, F., Çavuş, V., 2008. Okalıptüs odununun kullanımında yeni alanlar. I. Ulusal Okalıptüs Sempozyumu Bildiriler Kitabı, S:84.
- 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. European Journal of Wood and Wood Product, 67: 397-405.
- Şahin, A., 1998. Okaliptüs 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 okaliptüs odununun (*E.camaldulensis* Dehn.) bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tüfekçi, S., 2001. Odun Kömürü ve Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) Odun Kömürünün Özellikleri. DOA Dergisi, Sayı:7, Tarsus.
- Uysal B., Kurt Ş., 2005. Dimensional stability of laminated veneer lumbers manufactured by using different adhesives after the steam test. G.U. Journal of Science, 18 (4): 681-691.
- Uysal B., 2005. Bonding strength and dimensional stability of laminated veneer lumbers manufactured by using different adhesives after the steam test, International Journal of Adhesion & Adhesives, 25: 395-403.