

KAYIN, OKUME VE KAVAK SOYMA KAPLAMALARINDAN FARKLI KOMBİNASYONLARDA ÜRETİLEN KONTRPLAKLARIN BAZI TEKNİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Yalçın ÖRS*, Gürsel ÇOLAKOĞLU, İsmail AYDIN, Semra ÇOLAK**
*Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü
06500 Teknikokullar, ANKARA
**K.T.Ü., Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, TRABZON

ÖZET

Bu çalışmada kayın (*Fagus orientalis* Lipsky), okume (*Aucoumea klaineana*) ve melez kavak (*Populus x eureamericana* I 45/51) soyma kaplamalarından farklı kombinasyonlarda, üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen üç tabakalı kontrplakların, yoğunluk, çekme-makaslama direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerleri belirlenmiştir. Sonuç olarak kayın kontrplakların yoğunluğu, çekme-makaslama ve eğilme dirençleri ile elastiklik modülü, kavak ve okume kontrplaklarından, kavak kontrplakların çekme makaslama direnci ise okume kontrplakların çekme-makaslama direncinden büyük bulunmuştur. Okume ve kavak kontrplaklarının eğilme dirençleri arasındaki fark ise belirgin değildir. Dış tabakası kayın olanların çekme-makaslama direnci daha yüksek, okume olanların ise en düşüktür. Orta tabakaları okume ve kavak olan kontrplakların çekme-makaslama dirençleri arasında fark görülmezken, orta tabakası kayın olan kontrplakların çekme-makaslama direnci diğerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Orta tabakası kayın ve okume kaplamalardan üretilmiş kontrplakların eğilme dirençleri ve eğilmede elastiklik modülü değerleri arasındaki fark önemsiz çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kayın, Okume, Kavak, Kontrplak, Yoğunluk, Çekme- makaslama direnci, Eğilme Direnci, Eğilmede Elastiklik Modülü.

COMPARISON OF SOME TECHNICAL PROPERTIES OF PLYWOOD PRODUCED FROM BEECH, OKOUME AND POPLAR ROTARY CUT VENEERS IN DIFFERENT COMBINATIONS

ABSTRACT

In this study, the specific gravity, shear strength, bending strength and modulus of elasticity values of three-layer-plywood panels produced from beech (*Fagus orientalis* Lipsky), okoume (*Aucoumea klaineana*) and poplar (*Populus x eureamericana* I 45/51) rotary cut veneers by using urea formaldehyde glue in different combinations were determined and compared. As a result; the specific gravity, shear strength, bending strength and modulus of elasticity of beech plywood panels were higher than those of poplar and okoume. The shear strength value of poplar plywood was higher than okoume plywood. The difference between bending strength of okoume and poplar plywood was not clear. The shear strength values of plywood panels having beech veneers as outer layers were higher and those of having okoume as outer layers was the lowest. While the shear strength values of plywood panels having okoume and poplar veneers as inner layer had no differences, the shear strength of plywood having beech veneers as inner layer was higher than those of the others. The bending strength and modulus of elasticity values of plywood having beech and okoume veneers as inner layer were not different.

Key Words: Beech, Okoume, Poplar, Plywood, Density, Shear-Tensile Strength, Bending Strength, Modulus of Elasticity.

1. GİRİŞ

Kontrplağın teknolojik özellikleri üzerine etkili olan en önemli faktör üretiminde kullanılan ağaç türüdür. Bir çok ağaç türü kontrplak üretiminde değerlendirilebilmektedir. Ancak genel, dekoratif yada yapı maksatlı kullanılacak kontrplak üretiminde ağaç türünün seçimi önemli bulunmaktadır. Ülkemizde genel amaçlı kontrplakların üretiminde okume, kayın ve melez kavak türleri daha çok kullanılmaktadır (1). Okume (*Aucoumea klaineana*) Dünya pazarındaki en önemli Batı Afrika odunu olup büyük ölçüde kontrplak üreti-

minde değerlendirilmektedir. Soyma kaplama üretimi için ülkemizde ve Avrupada 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 uygundur. Ayrıca okumeden kontrplak üretiminde randıman % 45 - 55 (2) iken, kayından % 30 - 35, kavaktan üretilenlerde ise % 20 - 25 arasında olduğu ifade

edilmektedir (3). Her ne kadar teknik bakımdan soyma kaplama üretimine uygunsuz da, bundan üretilen kontrplakların teknolojik özellikleri, konstrüksiyon amaçlı kullanım yerlerinde, bazı ağaç türlerine göre daha düşüktür. Ayrıca döviz fiyatlarındaki ani yükselmeler, okume veya diğer tropik bölge ağaç odunlarını kontrplak üretiminde kullanan sanayicileri etkilemektedir. Ülkemizde kontrplak endüstrisinde değerlendirilen kayın (*Fagus orientalis*) son yıllarda soyma kaplama üretimi için, Bağımsız Devletler Topluluğundan ithal edilenler hariç tutulursa, uygun çap ve formda yeteri kadar bulunamamaktadır. Buna rağmen bir çok kullanım alanında kayın kontrplaklar tercih edilmektedir. Genel amaçlı kontrplak üretiminde melez kavak odunu da kullanılmaktadır. Kavak her ne kadar soyma kaplama üretiminde çap bakımından uygun değilse de, ucuz ve kontrplak üretim maliyetlerinin düşük olması yanında yurt içinden sağlanabilmesi bu endüstride kullanımını artırmaktadır. Kontrplak üretiminde okume ve ithal kayın kullanılması durumunda döviz çıktısı söz konusu olmakta ve ekonomik duruma göre döviz fiyatlarındaki değişimler üreticileri olumsuz yönde etkilemektedir. Ancak bir kısım kullanım yerlerinde okume ve kayından üretilen kontrplaklar, renk ve görünüş bakımından, kavaktan üretilenlere göre daha çok tercih edilmektedir. Bu çalışmada, üretimlerinde aynı tutkallama ve presleme şartları kullanılarak orta ve dış tabakaları okume, kayın ve melez kavak soyma kaplamalarından laboratuvar şartlarında elde edilen kontrplakların, yoğunluk, çekme – makaslama direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerleri belirlenerek karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Deney kontrplaklarının elde edilmesinde kullanılan kavak (*Populus x eureamericana* I 45/51) kaplamalar, ağaçların kesiminden hemen sonra laboratuvar şartlarında, kayın ve okume kaplamalar ise tomruklar buharlandıktan sonra endüstriyel şartlarda 1,4 mm kalınlıkta soyulmuşlardır. Elde edilen 60 x 60 cm boyutlarındaki soyma kaplama levhaları enjektörlü kaplama kurutma makinesinde kurutularak rutubetlerinin % 4 - 7 olması sağlanmıştır. Deneme kontrplaklarının üretiminde katı madde miktarı %55 olan üre formaldehit (ÜF) tutkalı kullanılmıştır. Tutkal çözeltisinin hazırlanmasında üretici firmanın tavsiyeleri,

araştırma amacı ve kontrplak fabrikalarının kullandığı reçeteler dikkate alınmıştır. Sertleştirici olarak %15'lik amonyum klorür (NH_4Cl) kullanılmış ve tüm reçetelere sıvı haldeki tutkalın %10' u oranında ilâve edilmiştir. Katkı maddesi olarak, tutkal katı madde miktarının %55 i kadar buğday unu tutkal çözeltisine katılmıştır. Tutkal çözeltisi her defasında sadece 4 kontrplak için gerekli miktarda hazırlanmış ve böylece çözeltinin viskozitesinin değişmesi önlenmiştir. Kurutulduktan sonra levhaların rutubeti eşit olmadığından sıcaklığı 30 °C ve bağıl nemi % 32 olan bir iklimlendirme dolabında rutubetleri % 6,0 – 6,5 olacak şekilde bekletilmişlerdir. Tutkallama işlemine kadar levhalarda oluşabilecek rutubet değişmesini önlemek için, her defasında, iklimlendirme dolabından 6 adet kaplama alınarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tutkal çözeltisi karışımları ve kontrplak üretim şartları tablo 1 de verilmiştir. Tutkallama, kaplama levhanın tek yüzüne 170 g/m² olacak şekilde yapılmıştır. Tutkallanan levhalar lifleri birbirine dik ve kaplama açık yüzeyleri kontrplak taslağının iç yüzeyinde kalacak şekilde üst üste yerleştirilmiş ve preslemeden önce bu şekilde 5 dakika bekletilmişlerdir. Üç tabakalı ve 60x60 cm boyutlarındaki levhaların preslenmesi laboratuvar tipi elektrikle ısıtılan tek katlı hidrolik preste yapılmıştır. Pres basıncı 10 kg/cm², pres süresi 4 dakika olarak ayarlanmıştır. Her tip kontrplaktan 4 er adet üretilmiştir.

Tablo 1. Deneme Kontrplaklarının Üretim Şartları

Levha No	Pres Basıncı (kg/cm ²)	Pres Süresi (dak.)	Buğday Unu (%)	Orta Tabaka	Dış Tabaka
1	10	4	55	Kayın	Kayın
2	10	4	55	Kavak	Kavak
3	10	4	55	Okume	Okume
4	10	4	55	Okume	Kavak
5	10	4	55	Kayın	Kavak
6	10	4	55	Kayın	Okume

2.2 Yöntem

Deneme kontrplaklarının yoğunlukları DIN 52374 (4) esaslarına uyularak belirlenmiştir. Buna göre 50 X 50 cm kare kesitli örnekler hazırlanmış ve yoğunluk; (ρ) ;

$$\rho = \frac{m}{b_1 \times b_2 \times t} \text{ (g / cm}^3\text{)}$$

m = deney örneğinin ağırlığı (g)

b₁, b₂ = genişlikler (cm)

t = kalınlık (cm)

eşitliği yardımıyla hesaplanmıştır. ÜF tutkalıyla üretilen kontrplaklar açık hava şartlarında kullanılmaya uygun olmadığından, kapalı yerlerdeki normal hava rutubetinin tutkal bağına yapacağı etkiyi incelemek için % 65±5 bağıl nem ve 20 ±2°C şartlarındaki iklimlendirme dolabında bekletilen örnekler iki gruba ayrılmışlardır. Hiç bir ön işlem uygulanmadan klimatize edilen birinci grup örneklerde DIN 53255 esaslarına göre çekme-makaslama deneyi ile yapışma dirençleri belirlenmiştir. Klimatize edilen ikinci grup örnekler ise sıcaklığı 20 ±2°C olan su içerisinde 24 saat bekletildikten sonra denenmişlerdir. Hazırlanan örneklerin çekme-makaslama direncinin (τ_B) hesaplanmasında;

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

F = Kopma Kuvveti (N)

L = Makaslama alanının uzunluğu (mm)

b = Makaslama alanının genişliği (mm)

eşitliği kullanılmıştır.

Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü deneylerinde DIN 52371 esaslarına uyulmuştur (5). Uzunluk eksenine dış tabakaların lif doğrultusuna paralel olan örnekler, 20°C±2 sıcaklık ve % 65±5 bağıl nemdeki iklim odasında klimatize edildikten sonra denenmişlerdir. Eğilme direnci (σ_{ed}) ve eğilmede elastiklik modülü (Em);

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

F_{max} = Uygulanan en büyük kuvvet (N)

Tablo 2. Deneme Kontrplaklarının Yoğunluk, Çekme-Makaslama ve Eğilme Dirençleri ile Eğilmede Elastiklik Modülü Ortalama Değerleri

Levha No	Orta Tabaka	Dış Tabaka	Yoğunluk ¹ (g/cm ³)	Çekme-Makaslama ¹ (N/mm ²)		Eğilme Direnci ² (N/mm ²)	Elastiklik Modülü ² (N/mm ²)
				kuru	yaş		
1	Kayın	Kayın	0,6897	3,08	2,62	124,5	10096
2	Kavak	Kavak	0,4710	2,11	1,89	75,6	6803
3	Okume	Okume	0,4900	1,64	1,58	77,4	7733
4	Okume	Kavak	0,4950	2,21	1,89	81,1	7247
5	Kayın	Kavak	0,5318	2,64	2,32	80,6	7119
6	Kayın	Okume	0,5353	1,63	1,45	72,1	7123

¹ gözlem sayısı n= 30, ² gözlem sayısı n=20

l = Dayanakların eksenleri arasındaki uzaklık (mm)

b = Deney parçasının genişliği (mm)

h = Deney parçasının kalınlığı (mm)

$$Em = \frac{L_1^3 \cdot \Delta P}{4 \cdot h \cdot a^3 \cdot \Delta f}$$

ΔP = ($F_2 - F_1$) kuvvet artışı (N)

Δf = ($F_2 - F_1$) kuvvet artışı nedeniyle meydana gelen eğilme miktarı (mm).

eşitlikleri yardımıyla hesaplanmıştır.

Üretim şartlarının kontrplakların; yoğunluk, çekme-makaslama direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülüne etkilerini belirlemek için basit varyans analizi kullanılmış, etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR

Deneme kontrplaklarında belirlenen, yoğunluk, çekme-makaslama ve eğilme dirençleri ile eğilmede elastiklik modülü ortalama değerleri tablo 2 de verilmiştir.

3.1. Yoğunluk

Kavak, okume ve kayından üretilen üç tabakalı kontrplakların ortalama yoğunlukları tablo 2' de ve bu değerlere ilişkin varyans analizi sonuçları tablo 3' de verilmiştir. Bunlara göre, ağaç cinsinin yoğunluk üzerine etkisi 0,001 hata payı ile anlamlı

çıkmiştir.

Tablo 3. Kontrplak Yoğunluğuna Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Topl.	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	0,89	2	0,445	317	0,001
Gruplar içi	0,124	87	0,0014		
Toplam	1,014	89			

Kontrplakların yoğunluklarına dış tabaka ağaç cinsinin etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları tablo 4' de verilmiştir. Burada hesaplanan F değeri 0,001 hata payı ile F tablo değerinden daha büyük olduğundan dış tabaka ağaç cinsinin kontrplakların yoğunluğuna etkisi farklıdır. Ortalamalar arasında bulunan farklar Duncan testi ile karşılaştırılmış ve sonuçları tablo 18' de verilmiştir.

Tablo 4. Kontrplak Yoğunluğuna Dış Tabaka Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Topl.	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	0,4881	2	0,244	79,6	0,001
Gruplar içi	0,02663	87	0,00031		
Toplam	0,5147	89			

Kontrplakların yoğunluklarına orta tabaka ağaç cinsinin etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları tablo 5 de verilmiştir. Buna göre yoğunluk üzerine orta tabakada kullanılan ağaç cinsinin etkisi 0,001 hata payı ile önemli bulunmuştur.

Tablo 5. Kontrplak Yoğunluğuna Orta Tabaka Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	0,0561	2	0,02805	61,1	0,001
Gruplar içi	0,0399	87	0,000459		
Toplam	0,096	89			

3.2. Çekme-Makaslama Direnci

Çekme-makaslama deneyi örnekleri iki gruba ayrılmıştır. 1. grup iklimlendirme dolabında % 65±5 bağıl nem ve 20±2°C sıcaklık şartlarında, 2. grup ise 20°C sıcaklıktaki suda 24 saat bekletildikten sonra denenmiştir.

İklimlendirme işleminden sonra denenen kontrplakların çekme-makaslama direncine ağaç cinsinin etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları tablo 6 da, 20°C sıcaklıktaki suda 24 saat bekletildikten sonra denenen örnekler için ortalamalara ilişkin varyans analizi sonuçları tablo 7 de verilmiştir.

Tablo 6. İklimlendirilmiş Örneklerde Çekme-Makaslama Direncine Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	3413,7	2	1706,9	132	0,001
Gruplar içi	1120,2	87	12,9		
Toplam	4533,9	89			

Tablo 7. 20 °C suda 24 saat Bekletilmiş Örneklerin Çekme-Makaslama Direncine Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	1725	2	861,5	75,6	0,001
Gruplar içi	993	87	11,4		
Toplam	2718	89			

Tablo 6 ve 7 ye göre hesaplanan F değerleri F-tablo değerinden 0,001 hata payı ile farklıdır. Bunlara göre; ağaç cinsinin kontrplakların yapışma direncine etkisi önemli çıkmıştır. Ortalamalar arasındaki farkın karşılaştırıldığı Duncan testi sonuçları tablo 18 de verilmiştir.

Dış tabaka ağaç cinsinin üç tabakalı kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisine ilişkin varyans analizi, iklimlendirilmiş ve soğuk suda bekletilmiş örnekler için ayrı ayrı yapılarak, sonuçları tablo 8 ve 9' da verilmiştir. Buna göre; çekme- makaslama direncine, dış tabaka ağaç cinsinin etkisi 0,001 hata payı ile önemli bulunmuştur.

Tablo 8. İklimlendirilmiş Örneklerde Çekme-Makaslama Direncine Dış Tabaka Ağaç

Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	3208,2	2	1604,1	136	0,001
Gruplar içi	846,9	87	9,73		
Toplam	4055,1	89			

Tablo 9. 20 °C suda 24 saat Bekletilmiş Örneklerde Çekme-Makaslama Direncine Dış Tabaka Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	2092	2	1046	136,3	0,001
Gruplar içi	667,5	87	7,67		
Toplam	2759,9	89			

Orta tabaka ağaç cinsinin kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları tablo 10 ve 11' de verilmiştir. Buna göre; her iki örnek grubu için, çekme-makaslama direncine orta tabaka ağaç cinsinin etkisi 0,001 hata payı ile anlamlıdır. Ortalamalar arasındaki farklar Duncan testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar tablo 18' de verilmiştir.

Tablo 10. İklimlendirilmiş Örneklerde Çekme-Makaslama Direncine Orta Tabaka Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	483,1	2	241,6	30,7	0,001
Gruplar içi	685,7	87	7,88		
Toplam	1168,8	89			

Tablo 11. 20 °C suda 24 saat Bekletilmiş Örneklerde Çekme-Makaslama Direncine Orta Tabaka Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	311,1	2	155,6	16,2	0,001
Gruplar içi	835,9	87	9,61		
Toplam	1147,0	89			

3.3. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülü

Kontrplakların eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülüne ağaç cinsinin etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları tablo 12 ve 13' de verilmiştir. Buna göre ağaç cinsinin eğilme direnci ile eğilmede elastiklik modülüne etkisi 0,001 hata payı ile anlamlı bulunmuştur.

Tablo 12. Kontrplakların Eğilme Direncine Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	30766	2	15383	455	0,001
Gruplar içi	1927	57	33,8		
Toplam	32693	59			

Tablo 13. Kontrplakların Elastiklik Modülüne Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	115274012	2	57637006	141	0,001
Gruplar içi	23300418	57	408779		
Toplam	138574430	59			

Kontrplakların eğilme direnci ve elastiklik modülüne dış tabaka ağaç cinsinin etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları tablo 14 ve 15' de, ortalamalar arasındaki farklar için yapılan Duncan testi sonuçları tablo 18' de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre dış tabaka ağaç cinsinin kontrplakların eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülüne etkisi 0,001 hata payı için önemlidir.

Tablo 14. Kontrplakların Eğilme Direncine Dış Tabaka Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	31616	2	15808	454	0,001
Gruplar içi	1983	57	35		
Toplam	33599	59			

Tablo 15. Kontrplakların Elastiklik Modülüne Dış Tabaka Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	117981698	2	58990849	132	0,001
Gruplar içi	25535772	57	447996		
Toplam	143517470	59			

Kontrplakların eğilme direnci ve elastiklik modülüne orta tabaka ağaç cinsinin etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları tablo 16 ve 17' de verilmiştir. Kontrplaklarda orta tabaka ağaç cinsinin eğilme direncine etkisi 0,05 hata payı ile önemli, aynı faktörün elastikiyet modülüne etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Duncan testi sonuçları tablo 18' de verilmiştir.

Tablo 16. Kontrplakların Eğilme Direncine Orta tabaka Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	375	2	185	4,98	0,05
Gruplar içi	2120	57	37		
Toplam	2491	59			

Tablo 18. Yoğunluk, Çekme-Makaslama Direnci ile Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülüne Etkileri Araştırılan Varyans Kaynakları Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları (P<0.05)*

Varyans Kaynakları		Yoğunluk (g/cm ²)	Çekme -Makaslama Direnci Kuru (N/mm ²) Yaş		Eğilme Direnci (N/mm ²)	Elastiklik modülü (N/mm ²)
Ağaç Cinsi						
DT	OT					
Kayın	Kayın	0,6897 a	3,08 a	2,62 a	124,5 a	10096 a
Kavak	Kavak	0,4710 b	2,11 b	1,89 b	75,6 b	6800 c
Okume	Okume	0,4920 c	1,64 c	1,58 c	77,4 b	7733 b
Dış Tabaka Ağaç Cinsi						
DT	OT					
Kayın	Kayın	0,6897 a	3,08 a	2,62 a	124,5 a	10096 a
Kavak	Kayın	0,5318 b	2,64 b	2,32 b	80,6 b	7119 b
Okume	Kayın	0,5353 b	1,63 c	1,45 c	72,1 c	7123 b
Orta Tabaka Ağaç Cinsi						
OT	DT					
Kayın	Kavak	0,5318 a	2,64 a	2,32 a	80,6 a	7119 a
Kavak	Kavak	0,4710 c	2,11 b	1,89 b	75,6 b	6800 a
Okume	Kavak	0,4950 b	2,21 b	1,96 b	81,1 a	7247 a

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

DT: Dış tabaka, OT: Orta tabaka

Tablo 17. Kontrplakların Elastiklik Modülüne Orta Tabaka Ağaç Cinsinin Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar arası	2085170	2	1042585	1,9	B.D.
Gruplar içi	31301828	57	549155		
Toplam	33386998	59			

B.D.= Belirgin değil

Duncan testi sonucuna göre; kayın, kavak ve okume kontrplakların yoğunluk ve çekme-makaslama dirençleri ile elastiklik modülü 0,05 hata payı ile birbirinden farklıdır. Aynı olasılıkla kayın kontrplaklarının eğilme direnci kavak ve okume kontrplaklarından farklı bulunurken, okume ve kavak kontrplaklarının eğilme dirençleri arasındaki fark belirgin değildir.

Orta tabakaları kayın dış tabakaları okume ve kavak olan kontrplaklar ile her üç tabakası da kayın olan kontrplakların çekme-makaslama ve eğilme dirençleri arasındaki farklılık 0,05 hata payı ile önemli, dış tabakaları okume ve kavak olan kontrplakların yoğunluk ve elastiklik modülü değerleri arasında fark ise önemsiz bulunmuştur.

Dış tabakaları kavak, orta tabakası ise okume ve kayın olan kontrplakların yoğunlukları 0,05 hata payı ile birbirinden farklı, eğilme dirençleri ise farksız çıkmıştır. Kavak kontrplaklarla, dış tabakaları kavak orta tabakası okume olan kontrplakların çekme-makaslama dirençleri arasında 0,05 yanılma olasılığı için anlamlı bir farklılık yoktur.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

En yüksek yoğunluk değeri kayın kontrplaklarda bulunmuştur. Kontrplakların yoğunluğu öncelikle üretiminde kullanılan ağaç türü belirler. Ayrıca tutkal karışım çözeltisi (dolgu ve katkı maddelerinin tür ve miktarı) ile kaplama kalınlığının ve pres basıncının da etkisi vardır. Pres basıncı ile tutkal türü ve karışımının etkisi odun türünün etkisine göre daha azdır. Araştırmada kullanılan kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) odununun 0,649 g/cm³ (7), kavak (*Populus x eureamericana* I 45/51) odununun 0,372 g/cm³ (8) ve okume (*Aucoumea klaineana*) odunun 0,41 g/cm³ tam yoğunluğu ağırlığa sahip olduğu ifade edilmektedir. (9) Buna göre, yoğunluğu kavak ve okumeye göre daha fazla olan kayın'dan yapılan kontrplakların yoğunluğunun (0,6897 g/cm³) diğerlerinden yüksek çıkması beklenir. Aynı şartlarda üretilen kavak ve okume kontrplakların yoğunlukları arasında ise istatistiksel anlamda fark görülmemiştir. Bu durum orta tabakası kayın dış tabakaları okume ve kavak olan kontrplaklar için de geçerlidir. Böylece dış ve orta tabakaları oluşturan levhanın üretildiği ağaç cinsinin yoğunluğuna bağlı olarak kontrplakların yoğunlukları değişecektir.

Kayın kontrplakların çekme-makaslama direnci, okume ve kavaktan, kavağınki ise okume kontrplaklarından daha yüksektir. Bunun nedeni çalışmada kullanılan kayının kavak ve okumeden daha yüksek yoğunluğa sahip olmasıyla açıklanabilir. Literatürde yapışma direncinin odunun yoğunluğuna bağlı olarak arttığı belirtilmektedir (10,11). Okume kontrplakların çekme-makaslama direnci kavak kontrplaklardan düşük çıkmıştır. Masif odun olarak okumenin tam kuru yoğunluğu az da olsa kavak odunundan fazladır. Buna göre okume kontrplaklarındaki çekme-makaslama direncinin en az kavak kontrplaklarındaki kadar olması beklenir. Bu sonuç kavak kaplamaların buharlanmadan, okume kaplamaların ise endüstriyel şartlarda buharlanmış olan tomruklardan elde edilmesiyle açıklanabilir.

Literatürde buharlama işleminin okume kontrplaklarda çekme-makaslama direncini yaklaşık % 27 oranında azalttığı bildirilmiştir (12). Buna göre; masif odun olarak yoğunluğunun kavak odunundan yüksek olmasına rağmen, okume kontrplakların çekme-makaslama direncinin kavak kontrplaklardan düşük çıkmasının nedeni olabilir. Yoğunluk dışında kaplama rutubeti, anatomik yapı, kaplama sıcaklığı, yüzey pürüzlülüğü, kaplamanın ıslanabilme yeteneği, ekstraktif maddeler ve levha kalınlığı da yapışma direnci üzerine etkili olmaktadır (13). Bunlardan kaplama rutubeti, sıcaklığı ve kalınlığı çalışmada kullanılan her üç ağaç türünden elde edilen kaplamalar için aynı şartlarda üretilmiştir. Ancak odun türlerine göre ıslanabilme yeteneği ve yüzey pürüzlülüğünün etkileri bu çalışmada ele alınmamıştır.

Diğer taraftan dış tabaka ağaç cinslerinin etkilerinin karşılaştırıldığı kontrplaklarda da dış tabakası kayın olanlarda çekme-makaslama direnci daha yüksek, okume olanlarda ise en düşüktür. Bunun yanında, orta tabaka ağaç cinsi için yapılan değerlendirmede orta tabakaları okume ve kavak olan kontrplakların çekme-makaslama dirençleri arasında fark görülmezken, orta tabakası kayın olan kontrplakların çekme-makaslama direnci diğerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Masif odunun eğilme direnci ve elastiklik modülünün artmasıyla, bunlardan üretilen kontrplakların aynı özelliklerinde artış olmaktadır (3,14). Bu çalışmada kayın kontrplakların eğilme direnci ve elastiklik modülü, okume kontrplaklarından daha yüksek bulunurken en düşük sonuçlar kavak için elde edilmiştir. Ancak istatistiksel olarak okume kontrplaklar ile kavak kontrplakların eğilme direnci arasındaki fark % 95 güvenle belirgin değildir. Ortalama değerlere bakıldığında okume kontrplakların eğilme direnci (77,4 N/mm²), kavak kontrplakların eğilme direncinden (75,6 N/mm²) yaklaşık %2,4 kadar fazladır. Bu çalışmada, deneme kontrplaklarının üretiminde kullanılan okume kaplamaları buharlanmış olan tomruklardan elde edilmiş fakat kavak kaplamalar buharlama işlemi yapılmadan soyulmuştur. Melez kavak türlerinden soyma kaplama, buharlama işlemi yapılmadan üretilmektedir. Literatürde buharlama işlemi yapılmadan elde edilen okume kaplamalardan üretilen kontrplakların çekme-makaslama ve eğilme direnci ile elastiklik modülü değerleri, buharlama işleminden sonra üretilen

kontrplaklarınkinden yüksek olduğu bildirilmiştir (14). Dolayısıyla okume kontrplakların eğilme direncinin kavak kontrplaklarınkinden yüksek olması beklenir. Hava kurusu haldeki kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) odununun liflere paralel eğilme direnci $112,3 \text{ N/mm}^2$ (7) iken, bu değerler kavak (*Populus x eureamericana* I 45/51) için $47,4 \text{ N/mm}^2$ (8) ve okume için 72 N/mm^2 (9) olarak verilmektedir. Buna göre kontrplağın üretildiği ağaç cinsinin eğilme direnci ile kontrplakların eğilme direnci arasında anlamlı bir ilişki olduğu ve bu sonucun literatüre uygun olduğu söylenebilir.

Orta tabakası okume ve kayın olan kontrplakların eğilme direnci, her üç tabakası kavak olan kontrplaklardan yaklaşık % 6 oranında daha fazla bulunmuştur. Orta tabakası kayın ve okume kaplamalardan üretilmiş kontrplakların eğilme dirençleri birbirinden farksızdır. Aynı şekilde orta tabakası kayın ve okume, dış tabakaları kavak olan kontrplaklar ile her üç tabakası kavak kaplamalardan elde edilmiş kontrplakların eğilmede elastiklik modülü değerleri arasında da 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 (14) eğilme direnci deneyinde sadece dış tabakaların basınç ve çekmeye karşı zorlandığı, teorik olarak orta tabakanın nötr hattını oluşturma ihtimalinin fazla olduğu, bu nedenle kontrplaklarda orta tabakanın elastiklik modülü düşük ağaç cinsinden üretilmesinin paralel yöndeki elastiklik modülünü azaltmayacağı ifade edilmektedir. Her üç tabakası kayın olan kontrplakların eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü orta tabakaları kayın dış tabakaları kavak ve okume olan kontrplaklardan belirgin olarak yüksek bulunmuştur.

Bu değerlendirmelere göre çalışmada kullanılan tüm kombinasyonlar için bulunan çekme – makaslama ve eğilme direnci ortalama değerleri genel amaçlı kontrplaklar için standartlarda belirtilen değerlerin üzerinde çıkmıştır. Bu bakımdan kayın gibi değerli bir ağaç cinsinin genel amaçlı kontrplak üretiminde kullanılması yerine daha ucuz ve üretim maliyetleri daha düşük olan kavak tomruklarının değerlendirilmesi, renk uygunluğu bakımından mobilyada değerlendirilmesi durumunda kontrplakların dış tabakaları kayın iç taba-

kaları ise kavak ya da okume kaplamalardan üretilmesi önerilebilir.

5. KAYNAKLAR

1. Çolakoğlu, G., Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon 2001(Basılmamıştır).
2. Kollmann, F., Furniere, Lagenhölzer und Tischlerplatten, Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1962.
3. Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No; 3401/378, İstanbul, 1986.
4. DIN 52374, Prüfung von Sperrholz, Bestimmung der Rohdichte, DIN, Berlin 1977.
5. DIN 52371, Prüfung von Sperrholz, Biegeversuch, DIN, Berlin, 1968.
6. DIN 53255, Prüfung von Holzleimen und Holz-verleimungen, Bestimmung der Bindefestigkeit von Sperrholzleimungen im Zugversuch und im Aufstechversuch, DIN, Berlin, 1964.
7. Malkoçoğlu, A., Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 1994.
8. Sachsse, H. and Mohrdiek, O., "Vergleichende Untersuchungen technologisch wichtiger Holzeigenschaften der Schwarzpappelhybriden " Tannenhoef, I 45/51, und Harff", Holz als Roh- und Werkstoff, 38, 285-297, (1980).
9. Göker, Y.ve Kurtoğlu, A., "Maun Yerine Kullanılabilen Afrika Ağaç Türleri". İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 37-B, 23-37, (1987).
10. Chow, S. and Chunsi, K.S., " Adhesion Strength and Wood Failure Relationship in Wood-Glue Bonds", Mokuzai Gakkaishi, 25, 2, 125-131, (1979).
11. Namara, U.S. and Waters, O., "Comparison of the rate of glueline strength development for oak and maple" Forest Products Journal, 20, 3, 34-35,(1970).

12. Çolak, S. and Çolakoğlu, G., “The effect of the steaming on the some mechanical properties of Okoumè Plywoods”, Holz als Roh-und Werkstoff, 54, 332, (1996).
13. Faust, T.D. and Rice, J.T., “Veneer surface roughness on gluebond quality in southern pine plywood” Forest Products Journal, 36,4, 57-62, (1986).
14. Özen, R., Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No : 9, Trabzon, 1981.