
Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi
Seri: A, Sayı: 1, Yıl: 2002, ISSN: 1302-7085, Sayfa:19-38

ÇEŞİTLİ EMPRENYE MADDELERİNİN YONGALEVHANIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ¹

Ahmet Ali VAR* Ümit C. YILDIZ** Hülya KALAYCIOĞLU**

* Öğr.Gör.Dr., SDÜ Orman Fak. Orman End. Müh. Bölümü

** Doç.Dr. KTÜ Orman Fak. Orm. End. Müh. Bölümü

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; çeşitli emprenye maddelerinin yongalevhanın eğilme direnci (ED), elastikiyet modülü (EM) ve levha yüzüne dik çekme direnci (ÇD) üzerine etkilerini ve bu etkilerin önem derecelerini belirlemektir.

Araştırmada; endüstriyel odun yongaları, üre-formaldehit ve çeşitli emprenye maddeleri kullanılmıştır. Üre-formaldehid tam kuru yonga ağırlığına oranla, diğer kimyasallar ise tam kuru tutkal ağırlığına oranla uygulanmıştır. Levhalar, tutkal püskürtme makinasında emprenye edilen yongalar tutkalandıktan sonra, bu yongalar 150°C sıcaklık ve 25–28 kp/cm² basınçta preslenerek üretilmiştir.

Sonuç olarak; emprenye maddesi kullanım miktarı arttıkça, kontrole göre, ED %2.01–34.93, EM %2.67–49.18 ve ÇD %0.50–42.13 arasında artmıştır. Bu artış, ED ve EM için kolofan, alkid reçinesi, immersol-WR'li levhalarda önemsizken diğerlerinde önemli; ÇD için ise borik asit/boraks, tanalith-CBC, tanalith-CBC/borik asit/borakslı levhalarda anlamsızken diğerlerinde anlamlı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Emprenye, Endüstriyel odun yongaları, Yongalevha, Mekanik özellikler

EFFECTS OF VARIOUS TIMBER PRESERVERS ON MECHANICAL PROPERTIES OF PARTICLEBOARD

ABSTRACT

The goal of this study is to determine the effects of various timber preservers on bending strength (BS), modulus of elasticity (MOE) and internal bond (IB) of particleboard, and whether the levels of those of effects are importance or not

The following material were used for manufacturing of experimental boars; wood chips, urea-formaldehyde and various wood preservers. The urea-formaldehyde were utilized according to the oven-dry weight of the chips, the

¹ Bu çalışma, DPT tarafından desteklenen ve kod no= 97.113.001.2 olan araştırma projesinin (doktora çalışması) bir bölümü olarak yürütülmüştür.

other chemicals were treated as to the oven-dry weight of the adhesive. The chips were impregnated with solutions of the preservatives in the gluing machine before adhering treatment. The boards were manufactured by pressing at temperature 150°C and pressure 25–28 kp/cm².

As a result; the mechanical properties of the board have increased with increasing of using amounts of impregnating substances. According to the control, the rates of increase have ranged from 2.01% to 34.93% for BS, from 2.67% to 49.18% for MOE, and from 0.50% to 42.13% for IB. For BS and MOE, while this increase is unimportant statistically in the boards impregnated with pine rosin, alcid resin and immersol WR, it is important in the other boards. For IB, the increase has not significance in the boards treated with boric acid/borax, tanalith CBC and tanalith CBC/boric acid/borax, whereas it has significance in the others.

Keywords: Impregnation, Industrial wood chips, Particleboard, Mechanical properties.

1. GİRİŞ

Bir ağacın, klasik odun işleme yöntemleri ile sadece %25'i yapı malzemesine dönüştürülmektedir. Son yıllarda, bu yöntemler terk edilmekte veya değiştirilerek yongalı, lifli ya da tabakalı ağaç malzeme üretim yöntemleri geliştirilmektedir. Böylece, odunun %100'e yakın bir kısmı değerlendirilebilmektedir.

Yongalevhanın, yaklaşık %90'ını odun yongaları oluşturmaktadır. Fakat, herhangi bir koruyucu işleme tabi tutulmadan kullanılan yongalar çeşitli biyotik ve abiyotik zararlılarca tahrip edilmektedir. Buna bağlı olarak, mamul malzemede boyut değişmesi, renklenme, çürüme ve direnç kayıpları meydana gelmektedir. Oysa, levha üretiminde amaç, ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri yanında, biyolojik ve kimyasal özelliklerini iyileştirmek veya en azından bu özellikleri korumaktır. Bu nedenle, yongalevhanın zararlı faktörlere karşı etkili bir şekilde korunması gerekmektedir.

Yongalevha üretiminde, emprenye maddeleri, ya tam kuru yonga ağırlığına oranla ya da katı tutkal ağırlığına oranla kullanılmaktadır (1–4). Koruyucu maddelerin konsantrasyon ve kullanım oranları fazla olursa, levhaların işlenmesi güçleşmekte, rengi yüksek sıcaklıklarda koyulaşmakta, büyük delikli püskürtücüler gerekmemekte, tutkal sertleşmesi olumsuz etkilenmekte, birim yüzeye isabet eden tutkal miktarı azalmakta, zamanla yongaların veya levhaların denge rutubeti yükselmektedir (5–11). Sonuçta, levhalarda bazı sorunlar çıkmaktadır. Bu bakımdan, levha üretiminde, emprenye maddelerinin, su iticiler için %0.2–3.0 (5, 12,13)

ve organik çözücüler için %0.3–1.0 arası oranlar gibi (14,15) düşük kullanım miktarları uygulanmaktadır.

Emprenye işlemi, yongalevha üretiminde, aşağıdaki gibi farklı biçimlerde yapılmaktadır: a) Emprenye edilmiş odunun yongalanması, b) Yongalara emprenye çözeltisi püskürtme, c) Yongaları emprenye çözeltisi içinde bekletme, d) Emprenye maddesini tutkal çözeltisine karıştırma, e) Tutkallama makinasında emprenye çözeltisini yongalara püskürtüp sonra tutkallama, f) Tutkallama makinasında yongaları tutkallayıp sonra emprenye çözeltisi püskürtme, g) Levhanın emprenyesi (16–20). Diğer yandan, endüstriyel uygulamalar açısından literatür bilgisine rastlanılmamıştır. Fakat, yongalevhaların, melamin emdirilmiş kağıtlar gibi koruyucular ile kaplandığı bilinmektedir.

Bu çalışmada, çeşitli emprenye maddelerinin yongalevhanın mekanik özelliklerine etkilerinin ve bu etkilerin önem düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için, su alımı, mantar, böcek ve yangına karşı koruyucu bazı emprenye maddeleri kullanılmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Malzeme

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan endüstriyel odun yongaları, tutkal (üre-formaldehit) ve sertleştirici (amonyum klorür) maddeler ORMA Ticaret A.Ş.'den; emprenye maddeleri (Çizelge 1) ve organik çözücü (%97'lik n-Heksan) ise piyasadan temin edilmiştir. Yongalar tutkallama makinası giriş kısmından alınmıştır.

%70 kızılçam, karaçam ve sedir karışımı, %30 kavak, toplam yonga içinde %5 kabuk bulunan ve kalınlıkları 0.3-0.5 mm olan yongaların, yanma odası 800°C, makina girişi 400–420°C, makina çıkışı 116°C olan sanayi tipi kurutma makinasında 8–10 dk bekletilerek %40'dan %3-4 rutubete kadar kurutulduğu; tutkalın %65, sertleştiricinin ise %33 konsanrasyonda olduğu belirtilmiştir (21).

2.2. Alet, Cihaz veya Makina

Laboratuvar tipi alet, cihaz veya makina olarak: 103±2°C'de kurutabilen kurutma dolabı, 0.01 g duyarlı hassas terazi, tek enjektörlü ve 6 kg/cm² basınca dayanıklı karıştırma kollarına sahip tutkallama makinası, en x boy = 56 x 76 cm olan şekillendirme çerçevesi, aynı ölçülerde soğuk pres görevi yapan bir tabla, 2 cm kalınlıkta metal kalınlık takozları, 2 mm kalınlıkta pres sacları, elektrikle ısıtılan ve levha boyutları 70 x 89 cm olan tek katlı hidrolik pres, yan alma daire testere makinası, zımparalama makinası, mm taksimatlı ve 0.01 mm duyarlı kumpas ve mikrometre, profilli metal takozlar, profilli takozların

örneklere yapıştırılması için sentetik tutkal ve Üniversal Test Makinası kullanılmıştır.

2.3. Yongalevha Üretimi

Deneme levhaları, KTÜ Orm. Fak. Orman Endüstri Müh. Böl. Yongalevha Pilot Tesisi'nde üretilmiştir. Üretim esnasında, kontrole göre, yoğunluk, boyutlar, tutkal ve sertleştirici miktarları, yonga rutubeti, presleme ve kondisyonlama şartları, serme hataları vb. faktörler sabit; emprenye maddesi, konsantrasyon ve kullanım oranları ise farklı tutulmuştur. Üre-formaldehit dış tabakalar için %10 ve orta tabaka için %8 oranlarında, sertleştirici tutkal çözeltisine %10 oranında ilave edilerek (12,22), emprenye maddeleri ise Çizelge 1'de verilen oranlarda (1-4) kullanılmıştır. Levhaların dış tabakaları, levha kalınlığının %35'ini ve orta tabaka %65'ini oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. Her üç tabaka için, tutkal tam kuru yonga ağırlığına oranla, sertleştirici ve koruyucu maddeler ise tam kuru tutkal ağırlığına oranla uygulanmıştır (12,22). Immersol-WR üretici firmanın bildirdiği konsantrasyonda (23), diğer emprenye maddeleri ise ağırlık esasına göre hazırlanan konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Aynı şekilde, yonga miktarları da ağırlık esasına göre belirlenmiştir.

Yongalar, kurutma dolabında $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de %2-3 rutubete kadar kurutulduktan sonra tutkallama makinasında emprenye edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, makinanın karıştırma kolları bir taraftan yongaları homojen bir şekilde karıştırırken, diğer taraftan da yongalar üst enjektörden makina içine sevk edilen emprenye çözeltisiyle emprenye edilmiştir. Emprenye işleminin hemen ardından, makina içindeki yongalar üzerine tutkal çözeltisi püskürtülmüştür. Karıştırma süresi emprenye çözeltisi ve tutkal dağılımının homojen olması için 5'er dakika olarak ayarlanmıştır.

Çizelge 1: Denemelerde Kullanılan Emprenye Maddeleri, Konsantrasyon ve Kullanım Oranları; Üretilen Levha Tipleri ve Levhaya Yüklenen Katı Madde Miktarları.

Emprenye maddesi	Emprenye maddesi konsantrasyonu (%)	Levha tipi	Emprenye maddesi kullanım oranı (%) *	Yüklenen katı emprenye maddesi miktarı (g)	
				Dış tabakalar	Orta tabaka
Kontrol	0	K	0	0	0
Kolofan	10	KLF ₁	1.0	1.95	2.90
		KLF ₂	1.5	2.93	4.35
		KLF ₃	3.0	5.85	8.70

Çizelge 1'in devamı

Alkid reçinesi	20	AR ₁	1.0	1.95	2.90
		AR ₂	1.5	2.93	4.35
		AR ₃	3.0	5.85	8.70
Amonyum sülfat	7	AS ₁	1.0	1.95	2.90
		AS ₂	1.5	2.93	4.35
		AS ₃	3.0	5.85	8.70
Borik asit	5	BA ₁	0.5	0.98	1.45
		BA ₂	0.75	1.47	2.18
		BA ₃	1.5	2.93	4.35
Boraks	5	BR ₁	0.5	0.98	1.45
		BR ₂	0.75	1.47	2.18
		BR ₃	1.5	2.93	4.35
Borik asit/Boraks	2.5 / 2.5	BB ₁	0.5	0.98	1.45
		BB ₂	0.75	1.47	2.18
		BB ₃	1.5	2.93	4.35
Tanalith-CBC	10	CBC ₁	0.6	1.17	1.74
		CBC ₂	0.9	1.76	2.61
		CBC ₃	1.8	3.51	5.22
Tanalith-CBC/ Borik asit/Boraks	5 / 2.5 / 2.5	TBB ₁	0.6	1.17	1.74
		TBB ₂	0.9	1.76	2.61
		TBB ₃	1.8	3.51	5.22
Immersol- WR 2000**	1.76	IM ₁	0.3	0.59	0.87
		IM ₂	0.45	0.88	1.31
		IM ₃	0.9	1.76	2.61

* Tam kuru tutkal ağırlığına oranladır. ** 107.8 mililitrede 1.9 g katı madde bulunmaktadır.

Tutkallanan emprenyeli yongalar serme ünitesine taşınmıştır. Burada, şekillendirme çerçevesi, alt pres sacı üzerine yerleştirildikten sonra, öncelikle, alt dış tabaka yongaları, sonra, sırasıyla, orta ve üst dış tabaka yongaları serilmiştir. Serme işlemi, el ile mümkün olduğu kadar homojen bir şekilde yapılmıştır. Sonra, yongalevha taslağı, üzerine bir tabla yerleştirilerek sıkıştırılmıştır (soğuk pres). Ardından, önce şekillendirme çerçevesi, sonra tabla yavaşça ve taslak levhanın kenarlarına zarar vermeden çıkarılmıştır. Levhanın homojen kalınlıkta olması için alt pres sacı üzerine kalınlık takozları, levha taslağı üzerine ise üst pres sacı yerleştirilmiştir. Böylece, sıcak prese hazır hale getirilen levha taslağı, hidrolik preste preslenmiştir (sıcak pres). Pres şartları olarak, sıcaklık 150 °C, süre pres kapandıktan sonra 6 dk (kapanma süresi 70–80 sn) ve basınç 25–28 kp/cm² uygulanmıştır.

Sıcak presten çıkarılan yongalevhalar, tutkalın sertleşmeye devam etmesi ve soğuması için pres sacları arasında laboratuvarında bekletilmiştir. Soğuyan levhalar, TS 642'ye göre, sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi % 65±5 olan kondisyonlama odasında üç hafta bekletildikten sonra, yan alma işlemlerine tabi tutulmuştur (24). Yanları alınan levhalar, tekrar aynı

şartlardaki ortama konularak, burada, mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılacak deneme örnekleri hazırlanmaya kadar bekletilmiştir.

2.4. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Eğilme Direnci

Deney, Üniversal Test Makinası'nda TS EN 310'a göre yapılmıştır (25). Bu amaçla, 250 x 50 x 20 mm boyutunda hazırlanan örnekler, 20±2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nemde hava kurusu rutubete kadar klimatize edilmiştir (24). Yüklemenin yapılacağı hat üzerinde, örneklerin genişlikleri bir, kalınlıkları ise iki noktadan 0.01 mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Her iki kalınlığın aritmetik ortalaması alınarak örnek kalınlığı belirlenmiştir. Yükleme mekanizmasının hızı, yükleme anından itibaren 1–2 dk içinde kırılma olacak şekilde 6 mm/dk'ya ayarlanmıştır. Deney sonunda, her bir örneğin eğilme direnci (ED) aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (25).

$$\delta_{ed} = (3 \times F \times L) / (2 \times b \times d^2)$$

Burada; δ_{ed} = Eğilme direnci (kgf/cm²),

F = Kırılma anındaki en büyük kuvvet (kgf),

L = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm),

b = Örnek genişliği (cm) ve d = Örnek kalınlığı (cm)'dir.

Eğilmede Elastikiyet Modülü

Deney, TS EN 310 standardına göre yapılmıştır (25). Deney için, 250 x 50 x 20 mm boyutunda hazırlanan örnekler, klimatize ortamda değişmez ağırlığa kadar bekletildikten sonra, elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları saptanmıştır. Bu maksatla, Üniversal Test Makinası'nın sehim ölçeri kullanılmıştır. Elastik deformasyon 0.01 mm, kırılma anındaki kuvvet ise 1 kgf duyarlılıkla belirlenmiştir. Deneyden sonra, her örneğin elastikiyet modülü (EM), kuvvet–deformasyon eğrisinin elastikiyet sınırı içerisinde kalan kısmından yararlanarak, aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır (25).

$$EM = (F \times L^3) / (4 \times \Delta_e \times b \times d^3)$$

Burada; EM = Eğilmede elastikiyet modülü (kgf/cm²),

F = Deformasyon sağlayan kuvvet (kgf),

L = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm),

b = Örnek genişliği (cm), d = Örnek kalınlığı (cm),

Δ_e = Eğilme miktarı (cm)'dir.

Levha Yüzüne Dik Çekme Direnci

Deney, TS 4906 standardına göre yapılmıştır (26). Bunun için, 50 x 50 x 20 mm boyutunda hazırlanan örnekler, sıcaklığı 20 ± 2 °C, bağıl nemi % 65 ± 5 olan ortamda klimatize edilmiştir (24). Boyutları 0.01 mm duyarlılıkla ölçülen örneklerin her iki yüzüne profilli metal takozlar yapıştırılmış ve bunlar yaklaşık $1-2$ kgf/cm² basınç altında işkencelerle yarım gün sıkıştırılmıştır. Sonra, klimatize edilen örnekler takozlarla birlikte Üniversal Test Makinası'na yerleştirilmiş, örnek yüzüne dik yönde çekme kuvveti uygulanmış ve örnek kopuncaya kadar devam ettirilmiştir. Kuvvetin hızı, 1-2 dk içinde kopma olacak şekilde ayarlanmıştır. Deney sonunda, her örneğin levha yüzüne dik çekme direnci (ÇD) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır (26).

$$\delta_{cd} = F_{max} / A$$

Burada; δ_{cd} = Levha yüzüne dik çekme direnci (kgf/cm²),

F_{max} = Kopma anındaki en büyük kuvvet (kgf),

A = Örnek enine kesit alanı (cm²)'dir.

2.5. İstatistiksel Analiz

Deneylerden elde edilen bulgular Varyans Analizi (VA), Duncan Testi (DT) ve Korelasyon Analizi (KA) ile irdelenmiştir. VA, emprenye maddesi kullanım oranının mekanik özelliklere etkisinin önemli olup olmadığını belirlemek için uygulanmıştır. Etkiler önemli çıkmış ($p < 0.05$) ise bunlar DT ile test edilmiştir. Bununla, levhalar arasında fark veya homojenlik grubu (HG) olup olmadığı; fark var ise hangi levhalar arasında gerçekleştiği; yok ise hangi levhaların aynı HG'nda toplandığı belirlenmiştir. KA ise emprenye maddesi kullanım oranı ile mekanik özellikler arasında pozitif veya negatif bir ilişki olup olmadığını; ilişki varsa bunun istatistiksel olarak önemli veya önemsiz olduğunu belirlemek için kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Emprenye maddelerinin yongalevhanın mekanik özelliklerine etkileri Şekil 1, 2, 3'de, emprenyeli yongalevhaların mekanik özelliklerine ilişkin istatistiksel bulgular ise Çizelge 2'de verilmiştir. Bunlara göre; emprenyeli levhaların ED, EM ve ÇD değerleri, emprenyesiz levhadan daha yüksek bulunmuştur.

KA sonuçlarına (Çizelge 3) göre; emprenye maddesi kullanım oranı ile yongalevhanın mekanik özellikleri arasında pozitif bir ilişki ortaya çıkmıştır. Bu ilişki ED ve EM bakımından alkid reçinesi ve immersol-WR için önemsiz, diğer maddeler için önemli; ÇD bakımından

ise borik asit/boraks ve tanalith-CBC/borik asit/boraks ve tanalith-CBC için önemsiz, diğer maddeler için anlamlı bulunmuştur.

VA sonuçlarına (Çizelge 4) göre; ED için kolofan ve borik asit / boraks dışında diğer maddelerin etkileri önemli; EM ve ÇD için ise bütün maddelerin etkileri anlamlı bulunmuştur.

DT sonuçlarına (Çizelge 5) göre ise ED için kolofan ve borik asit / borakslı yongalevhalar aynı HG'larında; alkid reçinesi, amonyum sülfat, borik asit, boraks, tanalith-CBC, immersol-WR, tanalith-CBC / borik asit/borakslı levhalar farklı HG'larında yer almıştır. EM ve ÇD için ise bütün levhalar farklı HG'larını oluşturmuşlardır.

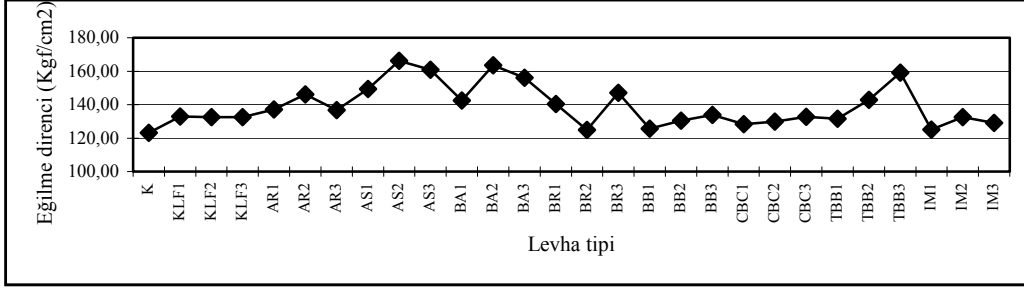
4. TARTIŞMA

Eğilme Direnci (ED)

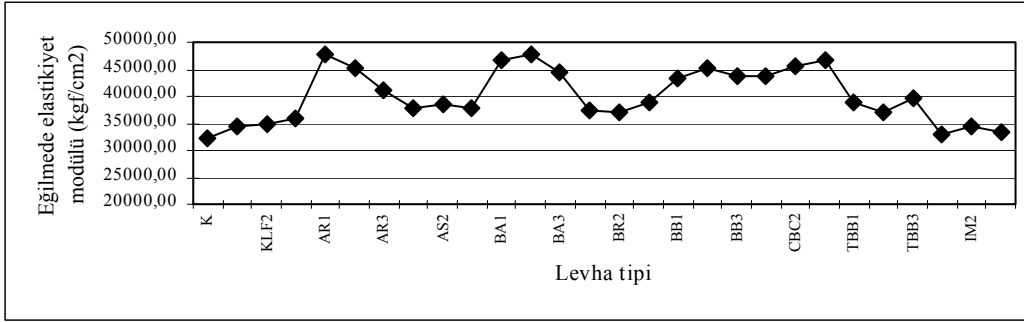
Yongalevhaya yüklenen katı emprenye maddesi miktarı arttıkça ED'nin arttığı; bu artışın kolofan, alkid reçinesi ve immersol-WR'li levhalarda önemsiz, diğerlerinde ise önemli olduğu ortaya çıkmıştır. ED'nin artması, emprenye maddelerinin, levhaların yoğunluklarını arttırmalarından olabilir. Zira, ED ile yoğunluk arasında yakın ilişki olduğu için yoğunluk arttıkça direnç belirgin bir şekilde iyileşmektedir (27,28). ED'ndeki artışın diğer bir nedeni ise özellikle, suda çözünen tuzlar taslak rutubetini yükselttikleri için yongaların plastikleşmesi veya yumuşaması olabilir. Çünkü, rutubetli yongalar, preste yüksek sıcaklık ve basınç etkisiyle daha kolay sıkıştığı için ED'nin artmasına neden olmaktadır (29).

ED değerleri mevcut standard değerlerle karşılaştırılmıştır. Buna göre; emprenyeli levhaların ED'leri TS EN 312-2 ve 3'den fazla (30,31), TS EN 312-4 ve 6'ya yakın (32,33), TS EN 312-5 ve 7'den ise daha düşük bulunmuştur (34,35). Bu bakımdan, emprenyeli yongalevhalar, kuru şartlarda, genel amaçlı ve kapalı ortamlarda (mobilya dahil), yük ve ağır yük taşıyıcı olarak kaplama levhalarla kaplanarak kullanılabilir. Fakat nemli şartlarda yük ve ağır yük taşımaya yönelik kullanımlar için uygun değildir.

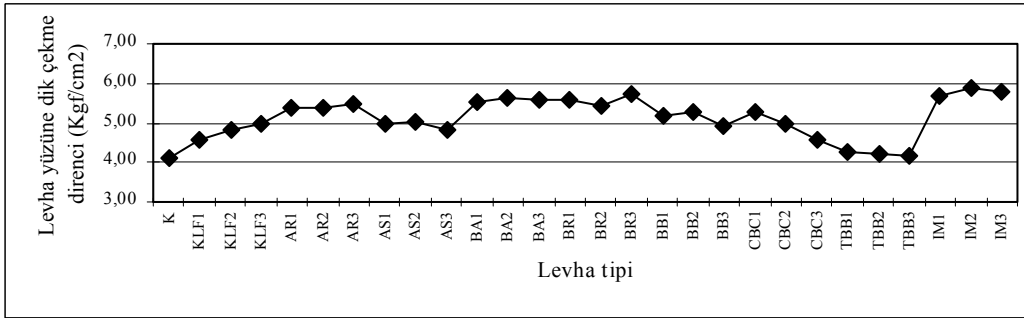
ÇEŞİTLİ EMPRENYE MADDELERİNİN YONGALEVHANIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ



Şekil 1: Emprenye Maddesi Kullanım Oranlarının Yongalevhanın Eğilme Direncine Etkileri.



Şekil 2: Emprenye Maddesi Kullanım Oranlarının Yongalevhanın Eğilmede Elastikiyet Modülüne Etkileri.



Şekil 3: Emprenye Maddesi Kullanım Oranlarının Yongalevhanın Levha Yüzüne Dik Çekme Direncine Etkileri.

Çizelge 2: Emprenyeli Yongalardan Üretilen Yongalevhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin İstatistiksel Sonuçlar.

Levha Grubu	Levha tipi	Eğilme direnci (kgf/cm ²)			Eğilmede elastikiyet modülü (kgf/cm ²)			Levha yüzüne dik çekme direnci (kgf/cm ²)		
		X	S	V	X	S	V	X	S	V
Kontrol	K	123,14	5,21	4,23	32133,15	2492,08	7,76	4,13	0,36	10,72
Kolofan	KLF1	132,83	11,00	8,28	34587,44	3217,61	9,30	4,57	0,26	7,06
	KLF2	132,52	16,26	12,27	34741,22	5857,43	16,86	4,84	0,73	15,03
	KLF3	132,61	17,61	13,28	36063,09	5644,22	13,65	4,99	0,96	17,25
Alkid Reçinesi	AR1	137,22	11,03	7,55	47839,08	5341,68	10,72	5,39	1,19	22,02
	AR2	146,07	16,57	9,57	45303,18	3515,97	7,76	5,40	0,75	13,97
	AR3	136,76	18,61	13,61	41008,72	2657,61	6,81	5,46	0,71	15,39
Amonyum Sülfat	AS1	149,46	14,36	9,61	37839,34	4361,54	11,53	4,98	0,99	19,95
	AS2	166,15	21,23	12,78	38567,23	3888,81	9,83	5,01	0,67	13,39
	AS3	160,92	13,46	8,36	37704,08	5825,13	15,45	4,82	0,59	12,17
Borik asit	BA1	142,51	8,91	7,16	46746,42	6348,90	17,32	5,53	1,43	25,88
	BA2	163,48	22,17	13,56	47934,73	4293,72	8,63	5,64	0,57	8,81
	BA3	156,13	17,96	11,50	44289,97	4553,69	10,72	5,56	0,66	11,67
Boraks	BR1	140,34	14,74	10,50	37350,28	3482,16	9,32	5,60	0,84	14,76
	BR2	124,92	14,53	11,63	37142,77	3228,09	8,69	5,43	0,52	15,05
	BR3	147,11	6,00	4,08	38821,83	3458,09	8,91	5,75	1,16	17,95
Borik asit/ Boraks	BB1	125,62	6,29	5,01	43228,89	5523,26	12,78	5,18	0,51	9,85
	BB2	130,37	16,33	12,53	45207,60	3708,09	8,20	5,26	0,87	15,47
	BB3	133,88	14,99	11,19	43637,66	4201,62	9,63	4,90	0,56	13,61
Tanalith-CBC	CBC1	128,38	10,29	9,50	43768,24	5058,10	13,54	5,27	1,14	19,88
	CBC2	129,93	17,51	13,48	45685,46	5444,03	11,68	4,95	0,73	14,76
	CBC3	132,69	16,38	12,34	46554,27	5481,06	10,12	4,59	0,40	8,78
Tanalith-CBC/ Borik asit/ Boraks	TBB1	131,58	14,21	12,73	38950,55	6309,99	16,20	4,25	0,85	20,19
	TBB2	142,93	24,16	19,66	37186,75	3475,39	9,35	4,20	0,58	14,49
Boraks	TBB3	159,14	12,99	8,16	39665,34	3942,17	9,72	4,15	0,59	17,19
Immersol-WR 2000	IM1	125,03	8,18	7,88	32989,55	3199,70	10,32	5,67	0,86	23,42
	IM2	132,54	20,29	16,43	34582,31	4675,67	12,78	5,87	0,57	9,82
	IM3	129,06	20,42	16,86	33234,55	3678,05	11,07	5,76	0,31	5,53

X=Aritmetik ortalama, S=Standart sapma, V=Varyasyon katsayısı

ÇEŞİTLİ EMPRENYE MADDELERİNİN YONGALEVHANIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Çizelge 3: Emprenye Maddesi Kullanım Oranları ile Yongalevhanın Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişkilere İlişkin Korelasyon Analizi Sonuçları.

Levha grubu	Eğilme direnci		Eğilmede Elastikiyet modülü		Levha yüzüne Dik çekme direnci	
	r	P<0,05	R	P<0,05	R	P<0,05
Kolofan	0,65	***	0,60	***	0,78	***
Alkid reçinesi	0,20	ÖD	0,18	ÖD	0,33	***
Amonyum sülfat	0,60	***	0,36	***	0,48	***
Borik asit	0,57	***	0,50	***	0,54	***
Boraks	0,51	***	0,55	***	0,62	***
Borik asit/Boraks	0,33	***	0,57	***	0,18	ÖD
Tanalith-CBC	0,32	***	0,85	***	0,28	ÖD
Tanalith-CBC/ Borik asit/Boraks	0,62	***	0,52	***	0,03	ÖD
Immorsol-WR 2000	0,05	ÖD	0,15	ÖD	0,72	***

Çizelge 4. Emprenye Maddesi Kullanım Oranlarının Yongalevhamın Mekanik Özelliklerine Etkilerine İlişkin Basit Varyans Analizi Sonuçları.

Levha Grubu	VK	SD	Eğilme direnci			Eğilmede elastikiyet modülü			Levha yüzüne dik çekme direnci					
			Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F-oranı P<0.05	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F-oranı p<0.05	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F-oranı p<0.05			
Kolofan	GA	3	679.91	226.63	1.25	ÖD	4.36 x 10 ⁸	1.45 x 10 ⁸	7.45	***	31.11	10.37	25.29	***
	Gİ	36	6501.91	180.60			7.02 x 10 ⁸	1.95 x 10 ⁸			14.76	0.41		
	T	39	7181.82				1.13 x 10 ⁹				45.78			
Alkid reçinesi	GA	3	133.52	4450.72	23.12	***	1.77 x 10 ⁹	5.93 x 10 ⁸	43.79	***	28.89	9.63	14.76	***
	Gİ	36	6928.80	192.46			4.87 x 10 ⁸	1.35 x 10 ⁷			23.48	0.65		
	T	39	20280.97				2.26 x 10 ⁹				52.37			
Amonyum sülfat	GA	3	11020.27	3673.42	16.98	***	3.13 x 10 ⁸	1.04 x 10 ⁸	5.62	***	19.91	6.63	13.93	***
	Gİ	36	7786.95	216.30			6.68 x 10 ⁸	1.85 x 10 ⁷			17.14	0.47		
	T	39	18807.22				9.81 x 10 ⁸				37.05			
Borik asit	GA	3	13224.77	4408.25	19.60	***	1.73 x 10 ⁹	5.77 x 10 ⁸	27.05	***	54.53	18.17	24.80	***
	Gİ	36	8282.77	230.07			7.67 x 10 ⁸	2.13 x 10 ⁷			26.38	0.73		
	T	39	21507.54				2.67 x 10 ⁹				80.92			
Boraks	GA	3	4121.93	1373.97	11.18	***	2.55 x 10 ⁸	85067381	8.36	***	76.62	25.54	41.74	***
	Gİ	36	4423.57	122.87			3.66 x 10 ⁸	10174719			22.02	0.61		
	T	39	8545.51				6.21 x 10 ⁸				98.64			
Borik asit/ Boraks	GA	3	692.48	230.82	1.65	ÖD	1.08 x 10 ⁹	3.60 x 10 ⁸	21.18	***	32.86	10.95	30.17	***
	Gİ	36	5022.25	139.50			6.13 x 10 ⁸	1.70 x 10 ⁷			13.06	0.36		
	T	39	5714.74				1.69 x 10 ⁹				45.93			
Tanalith-CBC	GA	3	3545.12	1181.70	6.67	***	2.86 x 10 ⁹	9.54 x 10 ⁸	41.74	***	30.34	10.11	19.12	***
	Gİ	36	6370.92	176.97			8.23 x 10 ⁸	2.28 x 10 ⁷			19.04	0.52		
	T	39	9916.04				3.68 x 10 ⁹				49.39			
Tanalith-CBC/ Borik asit/ Boraks	GA	3	12827.55	4275.85	17.42	***	4.07 x 10 ⁸	1.35 x 10 ⁸	7.22	***	5.94	1.98	5.17	***
	Gİ	36	8833.90	245.38			6.76 x 10 ⁸	1.87 x 10 ⁷			13.78	0.38		
	T	39	21661.46				1.08 x 10 ⁹				19.72			
Immersol-WR 2000	GA	3	2616.50	872.16	3.78	***	1.74 x 10 ⁸	58202087	4.51	***	52.56	17.52	54.12	***
	Gİ	36	8302.08	230.61			4.64 x 10 ⁸	12905093			11.65	0.03		
	T	39	10918.59				6.39 x 10 ⁸				64.21			

VK=Varyans kaynağı, GA=Gruplar arası, Gİ=Gruplar içi, T=Toplam, SD=Serbestlik derecesi, ***= 0.05'e göre önemli, ÖD= Önemli değil.

ÇEŞİTLİ EMPRENYE MADDELERİNİN YONGALEVHANIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Çizelge 5: Emprenyeli Yongalardan Üretilen Yongalevhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin Duncan Testi Sonuçları.

Levha Grubu	Eğilme direnci		Eğilmede Elastikiyet modülü		Levha yüzüne dik çekme direnci	
	Levha tipi	HG*	Levha tipi	HG*	Levha tipi	HG*
Kolofan	K	A	K	a	K	A
	KLF2	A	KLF1	a	KLF1	A
	KLF3	A	KLF2	a	KLF2	B
	KLF1	A	KLF3	b	KLF3	C
Alkid Reçinesi	K	A	K	a	K	A
	AR3	B	AR3	c	AR1	D
	AR1	B	AR2	d	AR2	D
	AR2	C	AR1	e	AR3	D
Amonyum Sülfat	K	a	K	a	K	A
	AS1	d	AS3	f	AS3	E
	AS3	d e	AS1	f	AS1	E
	AS2	e	AS2	f	AS2	E
Borik asit	K	a	K	a	K	A
	BA1	a	BA1	g	BA1	F
	BA3	f	BA3	h	BA3	F
	BA2	f	BA2	ı	BA2	G
Boraks	K	a	K	a	K	A
	BR2	a	BR2	i	BR2	H
	BR1	g	BR1	i	BR1	I
	BR3	g	BR3	i	BR3	İ
Borik asit/ Boraks	K	a	K	a	K	A
	BB1	a	BB1	j	BB3	J
	BB2	a	BB3	j	BB1	K
	BB3	a	BB2	j	BB2	K
Tanalith- CBC	K	A	K	a	K	A
	CBC1	H	CBC1	k	CBC3	L
	CBC2	H	CBC2	k	CBC2	L
	CBC3	H	CBC3	m	CBC1	M
Tanalith- CBC/ Borik asit/ Boraks	K	A	K	a	K	A
	TBB1	A	TBB2	n	TBB3	a
	TBB2	J	TBB1	n	TBB2	n
	TBB3	K	TBB3	n	TBB1	n
Immersol- WR 2000	K	A	K	a	K	a
	IM1	a	IM1	a	IM1	o
	IM3	ı	IM3	a	IM3	o
	IM2	ı	IM2	o	IM2	o

HG=Homojenlik grubu,

*= Aynı harf ile temsil levhalar arasındaki fark önemsizdir.

ED değerleri literatür ile de karşılaştırılmış ve uyum sağladığı görülmüştür. Zira, emprenyeli levhaların ED'leri 113–227 kgf/cm² arasında değişen literatür sonuçları içinde kalmaktadır (22,36-38). Bunun yanında, yanmayı önleyici emprenye maddeleri ve bor buharıyla emprenye edilen MDF, OSB ve normal yongalevhanın ED'lerinde, kontrole göre, önemli bir fark bulunmadığı (39); meşe odunu yongaları 230–300 °C'de 1–8 dk kurutulduktan sonra üre-formaldehit ile üretilen levhaların ED'lerinin % 20–25 arttığı bildirilmektedir (40). Ayrıca, maleik asit/gliserol ile emprenye edilmiş yongalardan üretilen levhalarda, koruyucu madde miktarı arttıkça, direnç özelliklerinin kontrolden iyi olduğu (10); asetil, propilenoksit, maleik asit/gliserol ile emprenyeli yongalardan üretilen levhaların mekanik özellikleri, asetilli levhalarda iyileşirken, propilenoksitli levhalarda beklenildiği kadar iyi olmadığı, maleik asit/gliserollü levhalarda ise sonucun olumlu olmadığı belirtilmektedir (41).

Eğilmede Elastikiyet Modülü (EM)

Bütün emprenye maddeleri için, kullanım oranı arttıkça EM'nün arttığı; bu artışın, alkid reçinesi ve immersol-WR'li levhalarda önemsiz, diğer levhalarda ise önemli olduğu anlaşılmıştır. EM'nün artması, emprenye maddelerinin yoğunluğu yükseltmelerinden kaynaklanabilir (27). Zira, EM'nün, yoğunluk arttıkça belirgin bir artış gösterdiği ileri sürülmektedir (28).

EM değerleri standard değerler ile karşılaştırılmıştır. Sonuçta, emprenyeli yongalevhalarda elde edilen değerlerin, ED'nde olduğu gibi bir durum gösterdikleri ortaya çıkmıştır (30-35).

EM değerleri literatür ile de karşılaştırılmış ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Zira, emprenyeli levhaların EM'leri, 20096–53430 kgf/cm² arasında değişen literatür sonuçları ile uyumludur (2,7,22,36,42). Bundan başka, odun materyali, maleik asit/gliserol ile emprenye edildikten sonra fenol-formaldehit ile üretilen levhaların, özellikle EM'lerinin kontrolden daha yüksek olduğu (10,43); kavak odunu yongaları, fenol-formaldehid, organik çözücülü emprenye maddeleri, suda çözünen tuzlar ve parafin ile üretilen levhaların EM'lerinin standard değerlere uygun olduğu bildirilmektedir (42). Ayrıca, japon sediri yongalarından, fenol-formaldehid ve düşük moleküllü fenolik reçine ile üretilen levhaların EM'lerinin, yüklenen emprenye maddesi miktarının artmasıyla arttığı (44); CCA ile emprenyeli ağaç tel direği yongalarının emprenyesiz yongalarla karıştırılıp fenol-formaldehid ile tutkallanarak üretilen yongalevhalarda, EM'nün karışımdaki CCA'lı yonga miktarı arttıkça azaldığı belirtilmektedir (2).

Levha Yüzüne Dik Çekme Direnci (ÇD)

Bütün emprenyeli yongalevhalar için, emprenye maddesi kullanım oranı arttıkça ÇD'nin iyileştiği; bu iyileşmenin, borik asit/boraks ve tanalith-CBC/borik asit/borakslı levhalarda önemsiz, diğer levhalarda ise önemli olduğu anlaşılmıştır. ÇD'ndeki iyileşmenin nedeni, emprenye çözeltilsinin yongaları yumuşatması sonucunda, yongaların daha fazla tutkal emmiş olmaları olabilir. Zira, yongalar arasında yeterli yapışma sağlayan sıkıştırma gerçekleştirildikten sonra, ÇD'ndeki artışın yongalara yüklenen tutkal miktarına bağlı olduğu bildirilmektedir (29). Ayrıca, yoğunluğun artması ile ÇD'nde önemli bir fark olmadığı; bunun, yongalar arasında yapışma sağlayacak temas oluşturulduktan sonra, taslak levhayı daha fazla sıkıştırmanın, ÇD'ni artırmamasından kaynaklandığı belirtilmektedir (28).

ÇD değerleri standard değerler ile karşılaştırılmış ve emprenyeli yongalevhalar elde edilen değerlerin TS 4906, TS 1617 ve EN 319'dan yüksek olduğu anlaşılmıştır (26,45,46). Bununla beraber, ÇD değerleri literatür ile de karşılaştırılmış ve uygun olduğu görülmüştür. Zira, emprenyeli levhaların ÇD değerleri, 3.72–9.88 kgf/cm² arasında değişen literatür sonuçlarına yakın bulunmuştur (22,36-38). Aynı şekilde, MDF, OSB ve normal yongalevhalar bor buharı ile emprenye edildiğinde, ÇD'lerinde önemli bir değişiklik olmadığı; yanmayı önleyici kimyasal maddelerle emprenye edildiğinde ise OSB ve yongalevhanın ÇD'lerinin kontrolden iyi olduğu öne sürülmektedir (39). Ayrıca, fenol-formaldehit, üre-formaldehit ve üre-melamin-formaldehit ile üretilen yongalevhalar nemlendirildikten sonra, farklı mantar sporları ile aşılınıp 20 °C sıcaklık ve % 65 bağıl nemde 4 ay bekletildiğinde, ÇD'nin, fenol-formaldehitli levhalarda önemsiz, üre-melamin-formaldehitli levhalarda % 20, üre-formaldehitli levhalarda ise % 40 azaldığı bildirilmektedir (47).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Emprenye edilmiş yongalardan üretilen yongalevhaların mekanik özellikleri emprenyesiz yongalardan üretilen levhadan daha yüksek değerler vermiştir. En yüksek değer, ED için amonyum sülfatlı levhalarda, EM için borik asitli levhalarda, ÇD için immersol-WR'li levhalarda bulunmasına karşılık, en düşük değer ise ED ve EM için immersol-WR'li levhalarda, ÇD için tanalith-CBC/borik asit/borakslı levhalarda elde edilmiştir.

Emprenyeli levhaların mekanik özelliklerine ait sonuçlar literatür ile uyumludur. Ayrıca, deneme levhalarının ED'leri 124.92–166.15 kgf/cm² ve EM'leri 32989.55–47934.73 kgf/cm² arasında değerler göstermiştir. Bunlar, TS EN 312–2 ve 3'den yüksek (30,31), TS EN 312–

4 ve 6'ya yakın (32,33) ise de, TS EN 312-5 ve 7'den daha düşüktür (34,35). ÇD'leri ise 4.15-5.87 kgf/cm² arasında bulunmuştur Bunlar da TS 4906, TS 1617 ve EN 319'dan daha yüksektir (26,45,46). Buna göre, genel olarak, emprenyeli yongalevhalar, kuru şartlarda genel amaçlı ve kapalı ortamlarda kullanılabilir. Kaplama levhalar ile kaplanmak suretiyle kuru şartlarda yük ve ağır yük taşıyıcı olarak değerlendirilebilir. Fakat nemli şartlarda yük ve ağır yük taşımak için ise uygun değildir. Özel durumlarda ise örneğin; nemli kapalı mekanlarda kolofan ve alkid reçinesi gibi su itici maddelerle emprenyeli yongalevhalar kullanılabilir. Mantar, böcek ve termit tahribatına maruz kalabilecek kullanım yerlerinde tanalith-CBC, Immersol-WR vb. maddelerle emprenyeli levhalar değerlendirilebilir. Fakat, suda çözünen tuzlar ile emprenyeli yongalevhalar rutubetli ortamlarda uzun süre bekletilmemelidir. Zira, bu tür emprenye maddeleri, su/rutubete karşı duyarlı oldukları için levhanın teknolojik özellikleri olumsuz yönde etkilenebilir. Ayrıca, üretimde, suda çözünen tuzların kullanım miktarı arttıkça levhaların denge rutubeti de yükselebilir. Bu durum, levhaların yüzey ve kenarları su/rutubete dirençli madde/malzemeler ile kaplanmak suretiyle önlenebilir.

Yongalevhanın mekanik özellikleri, emprenye maddelerinden belirgin bir şekilde olumlu etkilenmiştir. Bütün emprenye maddeleri için, bu etkiler, EM ve ÇD'nde önemli düzeydedir. ED'nde ise alkid reçinesi, amonyum sülfat, borik asit, boraks, tanalith-CBC, tanalith-CBC/borik asit/boraks ve immersol-WR'nin etkileri anlamlı iken, kolofan ve borik asit/boraksın etkileri önemsizdir.

Emprenye maddesi kullanım miktarı arttıkça, kontrole göre, emprenyeli levhaların ED'leri %2.01-34.93, EM'leri %2.67-49.18 ve ÇD'leri %0.50-42.13 artmıştır. Buna göre, emprenye maddelerinin levhanın mekanik özelliklerini iyileştirdiği söylenebilir. Bu iyileşme, koruyucu maddelerin levhanın yoğunluğunu artırması veya yongaları yumuşatması veyahut plastikleştirilmesi ya da yumuşayan yongaların daha fazla tutkal emmiş olması nedeniyle yongalevha taslağının sıcak preste daha fazla sıkışmasından olabilir (27,28,29).

Genellikle, yongalevhalar mobilya endüstrisinde değerlendirildiği için emprenyeli levhaların yüzey kalitesi, işlenmesi, tutkallanması, çivi/vida tutması vb. özellikleri incelenmelidir. Boyama, vernikleme vb. işlemlere ilaveten, kaplama malzemeleri ile kaplanabilirlik, elektrik, hava/gaz, ısı ve ses izolasyonu da araştırılmalıdır. Bu açıdan, masif ağaç malzemeler ile karşılaştırılmalıdır. Ayrıca, iç mekanda değerlendirilen yongalevhaların, dış mekanlarda da kullanılabilmesi için, dış hava şartlarına dayanıklı ve dış cephe kaplamalarına uygun emprenyeli yongalevha üretimine de ağırlık verilmelidir.

KAYNAKLAR

1. **GRIGORIOU, A. , et al.**, Gum Rosin as Water-Repellent Additive for Particleboard, *Holzforschung und Holzverwertung*, 5, 93–94, 1990.
2. **JACOB, M., et al.**, Reconstituted particleboards from CCA-Trated Red Pine Utility Poles, *Forest Products Journal*, 48/3, 55–62, 1998.
3. **VOULGARIDIS, E.**, Oleoresin and Gum Rosin from *Pinus halepensis* Mill. as Basic Constituents in Water Repellent Formulation Applied to Wood, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 51, 324–328, 1993.
4. **HENRY, J., et al.**, Preservative Treatment Effects on Mechanical and Thickness Swelling Properties of Aspen Waferboard, *Forest Prod. J.*, 32,11/12,19–26,1982
5. **ÖZEN, R.**, Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Yayın No: 30, Trabzon, 1980.
6. **BOZKURT, Y., ve ark.**, Yonga Levha Endüstrisi, İÜ Orman Fakültesi Yayınları No: 3311/372, İstanbul, 1985.
7. **ÖKTEM, E.**, Orman Gülü (*Rhododendron Ponticum* L.) Odunundan Yonga Levha Yapılması Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, O.D.C. 812, 862, 865.1, Ankara, 1979.
8. **DIX. B., et al.**, Influence of Heartwood and The Age of Tree on the Properties of Particleboards from Pine (*Pinus sylvestris*). Part 2: Physical–Technical Properties and Formaldehyde Release of Particleboards Made from Sapwood and Heartwood of Pine, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 55/2, 103–109, 1997.
9. **ORTIZ-CESPETES, M. K.**, Wood and Its Derivates in The Face of Termite Attack. Durability of Particleboards, *Maderero, Chile*, No: 10, 21–22, 1964.
10. **FUJIMOTO, H., et al.**, The Protection of Antiswelling Particleboard: I. Treatment with Maleic Acid and Glycerol Mixture, *Mokuzai Gakkashi*, 34/11, 904–909, 1988.
11. **OERTEL, J.**, Preservative Treatment of Wood Particleboards during Manufacture, *Holz Technology*, 4/3, 234–238, 1963
12. **KALAYCIOĞLU, H.**, Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1991.
13. **MAKU, T., et al.**, Effect of Paraffin Emulsion on the Hygroscopic, Swelling and Mechanical Properties of Chipboard, *J. of Jap. Wood Res. Society*, 2/3, 130–132, 1956.

14. **BOZKURT, Y., ve ark.**, Emprenye Tekniği, İÜ Orman Fakültesi Yayınları No: 3779/425, İstanbul, 1993.
15. **HUBER, H. A.**, Preservation of Particleboard and Hardboard with Pentachlorophenol, *Forest Prod. J.*, 8/12, 357–360, 1958.
16. **DEPPE, H. J.**, Protection of Isocyanate Bound Particleboard, *Holz als Ruh-und Werkstoff*, 29/27, 217–218, 1987.
17. **KAMDEM, D. P.**, The Durability of Phenolic Bonded Particleboards Made of Decay Resistant, Black Lotust and Nondurable Aspen, *Forest Prod. J.*, 44/2, 65–68, 1991.
18. **THOMAS, N., et al.**, Fungal Resistance of Particle Boards Made from Various Types of Acetylated Chips, *Holzforschung*, 42/2, 23–126, 1988.
19. **HAYGREEN, J. C., et al.**, Improving the Properties of Particleboard by Treating the Particles with Phenolic Impregnating Resin, *Wood and Fiber Science*, 3, 95–105, 1971.
20. **NUSSER, H., et al.**, Resistance of Some Types of Particleboard and Fibreboard to Fungi, *Holzforschung und Holzverwertung*, 22/2, 24–40, 1970.
21. **ORMA**, Orman Mahsulleri Entegre San. ve Tic. A. Ş. Kayıtları, Haziran, Isparta, 1998.
22. **KALAYCIOĞLU, H., ve ark.**, Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) Odunlarından Üretilen Yongalevhaların Teknolojik Özellikleri, *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 17/4, 737–751, 1993.
23. **HEMEL Emprenye Sanayi ve Ticaret A. Ş. Dokümanları**, İstanbul, 1997.
24. **TS 642**, Kondisyonlama ve/veya Deney için Standard Atmosferler ve Standard Referans Atmosferi, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1968.
25. **TS EN 310**, Ahşap Esaslı Levhalar–Eğilmede Elastikiyet Modülü ve Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1999.
26. **TS 4906**, Yongalevhaları–Dış Tabakanın Yüzeye Dik Yöndeki Çekme Mukavemetinin Tayini, TSE, Ankara, 1999.
27. **BOZKURT, Y. ve ark.**, Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İ.Ü. Yayınları No: 3998 / 445, İstanbul, 1997.
28. **HALLIGAN, A. F., et al.**, Prediction of Particleboard Mechanical Properties at Various Moisture Content, *Wood Science Technology*, 8, 68-78, 1974.

29. **AKBULUT, T.**, Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, İstanbul, 1996.
30. **TS EN 312-2**, Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Yongalevhalar, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1999.
31. **TS EN 312-3**, Kuru Şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan Yongalevhalar, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1999.
32. **TS EN 312-4**, Kuru Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yongalevhalar, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1999.
33. **TS EN 312-6**, Kuru Şartlarda Ağır Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Y.levhalar, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1999.
34. **TS EN 312-5**, Nemli Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yongalevhalar, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1999.
35. **TS EN 312-7**, Nemli Şartlarda Ağır Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yongalevhalar, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1999.
36. **KALAYCIOĞLU, H.**, Bitkisel Atıkların Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, ORENKO'92 Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, Trabzon, Bildiri Metinleri, I. Cilt, 288-292, 1992.
37. **BOZKURT, Y. ve ark.**, Yonga Levha Endüstrisi, İ.Ü Orman Fakültesi Yayınları No: 3311/372, İstanbul, 1985.
38. **GÖKER, Y.**, Türkiye'de Kontrplak, Kontrtable ve Yonga Levha Sanayii Gelişme Olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Özellikleri Hakkında Araştırmalar, İÜ Yayınları No: 2489/267, İstanbul, 75, 1978.
39. **HASHIM, R., et al.**, The Mechanical Properties of Boards Treated with Vapor Boron, Forest Prod. J., 44, 10, 73-79, 1994.
40. **TOMEK, A.**, Heat Treatment of Wood Chips, a New Process for Making Particle Board Water Repellent, Holz Technology, 7/3, 157-160, 1966.
41. **MALLARI, V. C., et al.**, Biodegradation of Particleboard: I. Decay Resistance of Chemically-Modified Wood and Qualities of Particleboard, Mokuzai Gakkashi, 35/9, 832-838, 1989.
42. **HALL, J. H., et al.**, Preservative Treatment Effects on Mechanical and Thickness Swelling Properties of Aspen Waferboard, Forest Prod. J., 32, 11/12, 19-26, 1982.

43. **FUJIMOTO, H., et al.**, The Protection of Antiswelling Particleboard, Treatment with Maleic Acid/Glyserol Mixture, Mokuzaï Gakkashi, 33, 37, 610–612, 1987.
44. **KAJITA, H., et al.**, Improvement of Physical and Biological Properties of Particleboards by Impregnation with Phenolic Resin, Wood Science and Tech., 26, 63–70, 1991.
45. **TS 1617**, Yongalevhaları–Binada kullanılan–Yatık Yongalı, TSE, Ankara, 1988
46. **EN 319**, Particleboards and Fibreboards–Determination of Tensile Strength Perpendicular to The Plane of The Board, European Standard, Brussels, 1993.
47. **KERNENGANG, W., et al.**, The Effect of Mould Fungi on Flaxboard and Wood Particleboard, Material und Organismen, No: 3, 4, 289–316, 1968.