

Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi

Ayhan ÖZÇİFÇİ, Faruk BATAN

ÖZET

Bu çalışmada, sanayi atığı bor yağı ile emprenye edilmiş Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) odunlarının bazı mekanik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak, deney örnekleri ASTM-D 1413 esaslarına göre iki farklı yöntemle emprenye edilmiştir. Birinci yöntemde 1 saat ön vakum, 1 saat 4 atm basınç altında emprenye sıvısına tabi tutulup dolu hücre metodu, ikincisinde ise normal şartlarda 1 saat daldırma metodu uygulanmıştır. Deneyler sonucunda; en yüksek retensiyon miktarı ve oranı basınç yöntemiyle emprenye edilen sarıçam odunu örneklerde, en yüksek yoğunluklar basınç yöntemiyle emprenye edilen kayın odunu örneklerde elde edilmiştir. Mekanik dirençler bakımından; en yüksek eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, basınç direnci ve dinamik eğilme direnci kayın odunu kontrol örneklerinde, en düşük basınç yöntemi ile emprenye edilen göknar örneklerinde elde edilmiştir. Sonuç olarak, atık bor yağının ağaç malzemenin mekanik özelliklerini %2-%5 oranında düşürdüğü bununda istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Buna göre ağaç malzemenin mekanik etkilere maruz kalacağı yerlerde daldırma yöntemiyle emprenye edilmesi önerilebilir.

Anahtar Sözcükler: Emprenye, bor yağı, eğilme direnci, ağaç malzeme

Effect of Some Mechanical Properties on Wood Materials Impregnated with Waste Boron Oil

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine some physical and mechanical properties of Uludag fir (*Abies bornmülleriana* Mattf.), Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and Scots pine (*Pinus Sylvestris* L.) woods impregnated with waste of boron oil. For this purpose, test samples were impregnated with two different methods according to ASTM-D 1413 standards. In the first method, full cell method, for an hour the wood materials were vacuumed for an hour and then they were impregnated under 4 atm for an hour. As for the second method, they were immersed in boron oil for an hour. The results of the experiments show that the highest amount of retention ratio and densities were observed in beech samples. In mechanical strength, the highest bending strength, modulus of elasticity, compression strength and dynamic bending strength were obtained in beech control samples. In conclusion, the wood material should be impregnated by pressure method if waste boron oil is to be used in the fields which will be exposed to physical pressure. Moreover, waste boron oil caused decreasing the mechanical properties as 2% or 5%. However, it is determined that this result is not important for properties of wood materials. According to this wood material could be impregnated by dipping method if it is to be used in the fields which will be exposed to mechanical pressure.

Keywords : Impregnation, boron oil, bending strength, wood material

1. GİRİŞ

Emprenye işlemi ağaç malzemenin bünyesinde oluşan çürüme, yanma ve boyutsal çalışmasını önlemek amacıyla belli standart ve normlara göre özel tesislerde değişik kimyasal maddelerin ağaç malzemeye nüfuz ettirilmesidir. Emprenye işlemi sonucunda ağaç malzemenin ömrü 7-8 kat daha artmaktadır. Doğal koşullarda kalan ağaç malzeme beş yıldan daha kısa bir zamanda tahrip olabilmektedir (1). Ağaç malzemede meydana gelen (yanma, çürüme, tahrip vs.) kusurların oluşumunu önlemek amacıyla ağaç malzeme çeşitli emprenye maddesi ile emprenye edilerek dış ortam şartlarından bir miktar korunabilmektedir.

Makale 17.07.2009 tarihinde gelmiş,03.12.2009 tarihinde yayınlanmak üzere kabul edilmiştir.

A.ÖZÇİFÇİ, F.BATAN, Karabük Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi,

Mobilya ve Dekorasyon Bölümü

e-posta: aozcifci@karabuk.edu.tr,

Digital Object Identifier 10.2339/2009.12.4, 287-292

Literatürde, Doğu kayını odunundan hazırlanan lamine levhalar borlu emprenye maddeleri ile emprenye işlemine tabi tutulmuş daha sonra lamine levhaların çeşitli mekanik özellikleri test edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, % 1'lik borik asit ile işlem gören lamine levhaların elastiklik modülü işlemsiz (kontrol) örneklere göre % 5,1 azaldığı tespit edilmiştir. Borik asit ile emprenye işleminin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünde az bir düşüşe sebep olduğu, yalnız bu düşüşün, istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (2).

Bor maddesinin, odundaki selüloz zincirlerini hidrolize etmesi sonucu ağaç malzemenin mekanik direncinde az miktarda azalmaya neden olduğu belirtilmektedir (3). Doğu kayını ve sarıçam odunlarının borlu bileşikler, amonyumlu bileşikler, fosforlu bileşikler ve organik çözücü maddelerle emprenye edilebilme özellikleri ve kuru emprenye maddesi retensiyon miktarları araştırılmıştır. Retensiyon miktarları boraks+borik asit

ile Doğu kayını odununda $10,57 \text{ kg/m}^3$, sarıçam odununda ise $41,64 \text{ kg/m}^3$ bulunmuştur (4).

Benzer bir çalışmada, sarıçam ve Doğu kayını odunlarından hazırlanan deney örnekleri sodyum sülfat, sodyum tetra borat, bakır sülfat, potasyum nitrat, çinko sülfat ile daldırma ve basınç uygulanan yöntemlerle emprenye edilmiş, daldırma metoduyla emprenye edilen örneklerin yanma direnci basınçlı yöntemle emprenye edilenlerden daha düşük çıkmıştır (5). Doğu kayını ve sarıçam odunları ASTM-D 1413-07 esaslarına göre 1 saat vakum 1saat normal atmosfer basıncı uygulanarak tanalith CBC ile emprenye edilmişlerdir. Sonuçta, % retensiyon oranı ve retensiyon miktarı Doğu kayınında 2,11 ve 9,90 kg/m^3 ; sarıçamda % 1,60 ve 4,85 kg/m^3 olarak tespit edilmiştir (6).

Bu çalışmanın amacı, sanayi atığı olarak kullanılan bor yağının %5 oranında çözelti elde ederek geri dönüşümü sağlayıp ağaç malzemenin emprenyesinde kullanılma imkanlarının araştırılmasıdır. Ayrıca, atık bor yağının, ağaç malzemenin bazı mekanik özelliklerinde nasıl bir etki yaptığı belirlenmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Ağaç Malzeme

Deney örneklerinin hazırlanmasında, mobilya imalat endüstrisinde yaygın olarak kullanılan; sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus Orientalis* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies Bornmülleriana* Mattf.) kullanılmıştır.

2.2. Emprenye Maddesi

Bor yağı çeşitli metallerin işlenmesinde (kesme ve taşlama) su ile karıştırılarak kullanılan çok maksatlı metal işleme yağıdır. Alüminyum ve bakır alaşımları, yumuşak çelik ve dökme demir gibi metallerin hafif ve ağır talaş kaldırma işlemlerinde (talaş imalat), alüminyum çubukların sıcak çekilmesinde yağlayıcı ve soğutucu olarak kullanılmaktadır. Emülsiyon ömrünü kısaltan bakteri faaliyetini önleyici madde içermektedir. Malzemede iyi derecede soğutma ve işlenen yüzeyin düzgün ve temiz olmasını sağlayan bor yağı ağır işlemlerde talaş kaynamasını kontrol altında tutmakta, böylece işlenen yüzeyin düzgün ve temiz olmasını sağlayarak kesici takımların ömrünü de uzatmaktadır. Metal yüzeylerde korozyonu önleyici etki yapmaktadır (7, 8). Bor yağına ait özellikler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Bor yağının özellikleri

Yoğunluğu (g/cm^3)	pH	Viskozite (4 mm/Din cup/ sn)	Emülsiyon Karışımı Oranı (%)
0,95	8-9,5	25,08	5

2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Örneklerin hazırlanmasında kullanılan ağaç malzemelerin düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, tül teşekkülü ve büyüme kusurları bulunmayan, renk ve yoğunluk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış diri odun kısımlarından TS 2470’e göre hazırlanmıştır (9). Hava kurusu haldeki ağaç malzemelerden, liflere dik eğilme direnci ve eğil-

mede elastiklik modülü için TS EN 2474 (10) standartlarına uygun ve $20 \times 20 \times 360 \pm 1 \text{ mm}$ ölçülerinde 90 adet, liflere paralel basınç direnci deneyi için TS 2595 (11) esaslarına göre ve $20 \times 20 \times 30 \pm 1 \text{ mm}$ boyutlarında 90 adet, dinamik eğilme (şok) direncini belirlemek için TS 2477 (12) standartlarında $20 \times 20 \times 360 \pm 1 \text{ mm}$ ölçülerinde 90 adet, hacim yoğunluk değerinin tayini için TS 2472’e (13) göre $20 \times 20 \times 30 \pm 1 \text{ mm}$ ölçülerinde 90 adet deney örneği hazırlanmıştır. Hazırlanan deney örnekleri hava kurusu haldeyken ağırlıkları ve hacimsel boyutları belirlenmiştir.

2.4. Emprenye İşlemi

Emprenye işleminde iki yöntem uygulanmıştır. Birinci yöntemde vakum-basınç, ikinci yöntemde daldırma uygulanmıştır. Vakum-basınç yöntemine göre örnekler ASTM D 1413 esaslarına uygun 60 dakika süreyle 760 mm Hg^{-1} ya eşdeğer ön vakum, daha sonra 60 dakika süreyle 4 atmosfer basınç altında çözelti içerisinde bırakılmıştır (14). Son olarak örnekler 760 mm Hg^{-1} vakum uygulanarak ağaç malzeme yüzeyinde kalan emprenye maddeleri geri alınmıştır. İkinci yöntemde ise örnekler 60 dakika süre ile emprenye sıvısı içerisinde bırakılmış ve bu süre sonunda örneklerin yüzeyleri temizlenip kurutulmuştur. Emprenye edilen örnekler çözücünün buharlaşması için $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%65 \pm 3$ bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar iklimlendirme dolabında bekletilmiştir (15).

2.5. Retensiyon Miktarı ve Oranları

Deney örneklerindeki emprenye maddesi tutunma (retensiyon) miktarı (R-Kg/m^3) ve % retensiyon oranları (R-%) örnekler emprenye öncesi ve sonrası (16):

$$R = \frac{G.C}{V} \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad (1)$$

$$R(\%) = \frac{Moes - Moeö}{Moeö} \cdot 100 \quad (2)$$

eşitliklerden hesaplanmıştır. Burada;

$$G = T_2 - T_1,$$

$$T_1 = \text{Emprenye öncesi deney örneğinin ağırlığı (g)}$$

$$T_2 = \text{Emprenye sonrası deney örneğinin ağırlığı (g)}$$

$$V = \text{Örnek hacmi (cm}^3\text{)}, C = \text{Çözelti konsantrasyonu (\%)}$$

$$Moes = \text{Emprenye sonrası deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)}$$

$$Moeö = \text{Emprenye öncesi deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)}$$

2.6. Tam Kuru Yoğunluk

Örnekler 0,01 g duyarlılıklı dijital terazide tartılmış, boyutları $\pm 0,01 \text{ mm}$ duyarlılıklı kumpas ile ölçülerek hacimleri belirlendikten sonra $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta etüvde tam kuru yoğunlukları (δ_o);

$$\delta_o = M_o / V_o \text{ g/cm}^3 \quad (3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

$$\delta_o = \text{Tam kuru yoğunluklar (g/cm}^3\text{)}, M_o = \text{Tam kuru ağırlık(g)}, V_o = \text{Tam kuru hacim (cm}^3\text{)}$$

2.7. Hacim Yoğunluk Değeri

Hacim yoğunluk değeri (Y); tam kuru haldeki ağırlığın (M_o), doymuş haldeki hacme (V_d) oranına göre;

$$Y = \frac{M_o}{V_d} \text{ g/cm}^3 \quad (4)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır (16). Burada;

Y = Hacim yoğunluk değeri (g/cm^3), M_o = Tam kuru ağırlık (g), V_d = Doymuş haldeki hacim (cm^3)

$$\sigma_b = F_{\max} / A \text{ N/mm}^2 \quad (7)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır (11). Burada;

σ_b = Basınç direnci (N/mm^2), F_{\max} = Kırılma sırasında ölçülen kuvvet

A = Örneğin enine kesit alanı (mm^2)

2.10. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Deneyi

Bu deneyde kırılma anında harcanan kuvvet (w), deney cihazındaki kadrandan belirlenerek dinamik eğilme direnci (σ_{DE}):

Tablo 2. Atık bor yağının bazı özellikleri

Emprenye Yöntemi	Viskozite (40 °C) 4mm/Din Cup/sn	Çözücü madde	Çözelti Konsant.(%)	Sıcaklık (°C)	pH		Yoğunluk(g/ml)	
					E.Ö	E.S	E.Ö	E.S
V-Basınç	25,08	DS	5	22,5	9,3	9,3	1,392	1,4
Daldırma	25,08	DS	5	22,5	9,3	9,3	1,392	1,4

V-Basınç: Vakum-Basınç EÖ: Emprenye öncesi ES: Emprenye sonrası, DS: Damıtık **SU**

2.8. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü Deneyi

Kırılma yükleme işleminden 1,5-2 dakika sonra gerçekleşmiştir (17). Kırılma sırasında ölçülen kuvvet (F_{\max}) için eğilme direnci (σ_e);

$$\sigma_e = \frac{3F_{\max} l}{2b h^2} \text{ N/mm}^2 \quad (5)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

σ_e = Eğilme direnci (N/mm^2), F_{\max} = Kırılma sırasında ölçülen kuvvet,

l = Dayanaklar arası açıklık (mm), b = Örnek genişliği (20 mm), h = Örnek yüksekliği (20 mm)

Eğilmede lastiklik modülü (E) belirlenmesinde ise;

$$E = \frac{1}{4} \times \frac{(F_2 - F_1) L_s^3}{\Delta f b x h^3} \text{ Kg/cm}^2 \quad (6)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

E = Eğilmede lastiklik modülü (Kg/cm^2)

F1 = Birinci yük, F2 = İkinci yük, Δf = Sehim farkı (cm), b = Örnek genişliği (cm),

h = Örnek kalınlığı (cm), L_s = Mesnet açıklığı (cm)

2.9. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci Deneyi

Deneylerden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı ölçülüp, ezilme anındaki maksimum kuvvet (F_{\max}) belirlenerek basınç dirençleri (σ_b);

$$\sigma_{DE} = w/b.h \text{ (kg.m/cm}^2\text{)} \quad (8)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır (12). Burada;

σ_{DE} = Dinamik eğilme direnci (kgm/cm^2), w = kırılma anında harcama kuvvet

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

2.11. Verilerin Değerlendirilmesi

Bor yağının; ağaç malzemenin rutubeti, yoğunluğu, basınç direnci, dinamik eğilme (şok) direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerine etkilerini belirlemek için çoklu varyans analizi kullanılmıştır. Her bir faktörün etkisini belirlemek için ayrı ayrı varyans analizi yapıldığından bu çalışmada varyans analizi tabloları verilmeye gerek duyulmamıştır. Gruplar arası farklılığın önemli çıkması halinde her bir faktöre kendi içinde Duncan testi (homojenlik grubu) uygulanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Emprenye Maddesi

Deney örneklerinin empenyesinde kullanılan atık bor yağına ait bazı özellikler Tablo 2'de verilmiştir.

Emprenye işlemlerinde kullanılan çözelti empenye öncesi ve sonrası ölçülen pH değerlerinde ve yoğunluklarında sonucu etkileyecek bir değişme olmadığı görülmüştür. Buna her empenye için yeni çözelti hazırlanarak işlem yapılması sebep olarak gösterilebilir.

Tablo 3. Retensiyon Miktarları ve Oranları

Emprenye Yöntemi	Ağaç Türü	Retensiyon miktarı (kg/m ³)			Retensiyon oranı(%)		
		Ortalama	Sts	HG	Ortalama	Sts	HG
Vakum-Basınç	Çam	37,3	1,74	a	6,42	0,43	a
	Gökmar	33,88	1,57	a	4,66	0,44	b
	Kayın	32,5	1,58	a	3,97	0,44	b
Daldırma	Çam	4,7	1,089	b	0,43	0,22	c
	Gökmar	3,95	1,095	b	0,34	0,23	c
	Kayın	3,71	2,56	b	0,30	0,32	c

Sts: Standart sapma HG: Homojenlik grubu

3.2. Retensiyon Miktarları

Deney örneklerine ait ortalama retensiyon (tutunma) miktarları Tablo 3’de verilmiştir.

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve emprenye yönteminin ağaç malzemenin mekanik özelliklerine etkisi istatistik anlamda ($\alpha=0,05$) önemli çıkmıştır. Uygulanan Duncan testine göre retensiyon miktarı en yüksek sarıçam odununda vakum-basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (37,3 kg/m³), en düşük kayın odununda daldırma yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (3,71 kg/m³) elde edilmiştir. Retensiyon oranı en yüksek sarıçam odununda vakum-basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerinde (% 6,42), en düşük kayın odununda daldırma yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (% 0,30) elde edilmiştir.

3.3. Yoğunluklar

Ağaç malzeme türüne göre ortalama yoğunluklar Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Ağaç malzemelere ait ortalama yoğunluklar (g/cm³)

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Tam Kuru Yoğunluk		Hacim Yoğunluk	
		Ortalama	Sts	Ortalama	Sts
Çam	Vakum-Basınç	0,50	0,02	0,52	0,026
	Daldırma	0,45	0,019	0,47	0,020
	Kontrol	0,41	0,013		
Gökmar	Vakum-Basınç	0,38	0,013	0,40	0,011
	Daldırma	0,35	0,012	0,36	0,011
	Kontrol	0,31	0,004		
Kayın	Vakum-Basınç	0,70	0,037	0,72	0,036
	Daldırma	0,66	0,013	0,67	0,017
	Kontrol	0,60	0,042		

Sts: Standart sapma

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve emprenye yönteminin ağaç malzemenin mekanik özelliklerine etkisi istatistik anlamda ($\alpha=0,05$) önemli çıkmıştır. Uygulanan Duncan testine göre tam kuru yoğunluk ve hacim yoğunluk değeri en yüksek kayın odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde, en düşük gökmar kontrol örneklerinde elde edilmiştir.

3.4. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü Değerleri

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin ortalama eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülüne ait değerler Tablo 5’te verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve emprenye yönteminin etkileşimi istatistik anlamda ($\alpha=0,05$) önemli bulunmamıştır. Ancak faktörlerin kendi içindeki farklılıkları belirlemek için uygulanan Duncan testine göre eğilme direnci en yüksek kayın odunu kontrol örneklerinde (126,49 N/mm²), en düşük gökmar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (49,03 N/mm²) elde edilmiştir. Eğilmede elastikiyet modülü en yüksek kayın odunu kontrol örneğinde (13274,58 N/mm²), en düşük gökmar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (7343,43 N/mm²) elde edilmiştir. Ağaç malzemelerin eğilme ve elastikiyet modülü değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde aralarında önemli fark

olduğu tespit edilmiştir. Buna göre bor maddesi, ağaç malzemenin eğilme ve elastikiyet modülü değerleri üzerinde önemli bir etki göstermediği söylenebilir.

3.5. Liflere Paralel Basınç ve Dinamik Eğilme (Şok) Direnç Değerleri

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin ortalama basınç ve dinamik eğilme dirençlerine ait değerler Tablo 6’da verilmiştir

Tablo 5. Eğilme Direnci (N/mm²) ve Eğilmede Elastikiyet Modülü (N/mm²)

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Eğilme Direnci (N/mm ²)			Eğilmede Elastikiyet Modülü (N/mm ²)		
		Ortalama	Sts	HG	Ortalama	Sts	HG
Kayın	Kontrol	126,49	2,01	a	13274,58	1744,67	a
	Daldırma	118,88	3,58	ab	13009,68	1764,88	ab
	Basınç	114,32	8,52	ab	12349,83	1132,01	b
Çam	Kontrol	67,23	3,70	c	8355,72	978,0	c
	Daldırma	67,08	3,69	c	7968,58	603,32	c
	Basınç	61,33	5,21	cd	7691,16	1097,94	c
Gök nar	Kontrol	53,50	7,69	e	7870,50	1010,92	c
	Daldırma	51,34	3,35	e	7616,17	343,95	c
	Basınç	49,03	4,46	e	7343,43	809,86	c

HG: Homojenlik grubu

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve emprenye yönteminin ağaç malzemenin mekanik özelliklerine etkisi istatistik anlamda ($\alpha=0,05$) önemli çıkmıştır. Duncan testine göre basınç direnci değeri en yüksek kayın odunu kontrol örneklerde (75,43 N/mm²), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (34,68 N/mm²) bulunmuştur. Dinamik eğilme direnci değeri en yüksek kayın odunu

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu deneysel çalışmada, sanayi atığı bor yağının emprenye maddesi olarak kullanılması halinde Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) odunlarının bazı mekanik özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, deney örnekleri ASTM-D 1413 esaslarına göre iki farklı metotla

Tablo 6. Basınç ve Dinamik Eğilme (şok) Direnç Ortalama Değerleri (N/mm²)

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Basınç Direnci (N/mm ²)			Dinamik Eğilme (Şok) (N/mm ²)		
		Ortalama	Sts	HG	Ortalama	Sts	HG
Kayın	Kontrol	75,43	4,05	a	0,85	0,165	a
	Daldırma	68,01	4,25	b	0,77	0,074	b
	Basınç	66,98	2,99	b	0,68	0,089	c
Çam	Kontrol	42,67	1,72	c	0,37	0,039	d
	Daldırma	41,36	1,90	c	0,35	0,057	d
	Basınç	39,96	2,81	cd	0,33	0,050	d
Gök nar	Kontrol	38,58	2,20	d	0,25	0,018	d
	Daldırma	37,85	3,01	ed	0,23	0,016	d
	Basınç	34,68	1,69	e	0,21	0,029	d

kontrol örneklerinde (0,85 kgm/cm²), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (0,21 kgm/cm²) elde edilmiştir. Liflere paralel ve basınç direnci değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde, ağaç malzemeler aralarında önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir. Ancak örnekler kendi içinde değerlendirildiğinde kontrol örnekleri diğer örnekler göre daha yüksek direnç değerleri verdiği belirlenmiştir. Buna göre emprenye yöntemleri ağaç malzemenin basınç ve şok direncini azaltıcı yönde etki gösterdiği söylenebilir.

emprenye edilmiş ve deney örneklerinin bazı mekanik özellikleri test edilmiştir.

Deney aşamasında önce deney örneklerinin retensiyon oranı ve miktarları test edilmiştir. Buna göre en yüksek değerler sarıçam örneklerinde elde edilmiştir. Sarıçamda yüksek retensiyon elde edilmesi iğne yapraklı ağaçların boyuna yönde sıvı akışını sağlayan geçit çiftlerinin açık olması ve böylece fazla emprenye maddesi depo etmesinden kaynaklanabilir. Kayın odunun dağınık küçük trahe yapısına sahip olması ve daha az hücre boşluklarına sahip olması düşük retensiyona sebep olabilir. Basınç yöntemiyle emprenye yapılan ağaç malzemedede, daldırma yöntemiyle yapılan ağaç malzemeye göre daha fazla emprenye maddesi

bulunmasının nedeni; basınç yönteminde önce vakum yapılarak hücre boşluklarındaki havanın boşaltılıp daha sonra emprenye maddesinin sevk edilerek daha iyi nüfuz etmesi gösterilebilir. Literatürde, Doğu kayını ve sarıçam odunları ASTM-D 1413-07 esaslarına göre 1 saat vakum 1 saat normal atmosfer basıncı uygulanarak tanalith CBC ile emprenye edilmişlerdir. Sonuçta kayın odununda retensiyon oranının % 2,11, retensiyon miktarı 9,90 kg/m³ sarıçamda ise retensiyon oranı % 1,60 retensiyon miktarı 4,85 kg/m³ bulunmuştur (6).

Eğilme direnci en yüksek kayın odunu kontrol örneklerinde (126,49 N/mm²), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (49,03 N/mm²) elde edilmiştir. Deney sonuçlarına uygulanan varyans analizine göre; ağaç türü ve emprenye yönteminin etkileşimi istatistik anlamda ($\alpha=0,05$) önemsiz çıkmıştır. Yıldız ve ark (2004) yaptığı benzer çalışmada da bu sonuçları destekleyen değerlerin elde edildiğini vurgulanmaktadır. Buna göre borlu maddeler ile emprenye işleminin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünde az bir düşüşe sebep olduğu, yalnız bu düşüşün, istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (2). Bu sonuçlar çalışmada bulunan değerler ile uyumludur.

Eğilmede elastikiyet modülü en yüksek değeri kayın odunu kontrol örneğinde (13274,58 N/mm²), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (7343,43 N/mm²) elde edilmiştir. Buna göre bor yağının ağaç malzemeyi biraz gevreklettiği veya emprenye yönteminin bu duruma sebep olduğu söylenebilir. Ayrıca kayın odunun yoğunluğunun yüksek olması da buna sebep olabilir. Literatürde, % 1'lik borik asit ile işlem gören lamine levhaların elastiklik modülü değerlerinin işlemsiz (kontrol) örneklerine oranla % 5,1 azaldığını bildirmişlerdir. (18). Bu değerler de çalışmada bulunan değerlerle uyumludur.

Basınç direnci en yüksek kayın odunu kontrol örneklerinde (75,43 N/mm²), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (34,68 N/mm²) elde edilmiştir. Literatürde, bor maddesinin odundaki selüloz zincirlerini hidrolize etmesi sebebiyle direnci düşürdüğü belirtilmektedir (3). Burada bor yağı hücrelere girerek ağaç malzemenin selüloz zincir yapısını zayıflatarak hücrenin kohezyon özelliğinde deformasyona sebep olmuş olabilir.

Dinamik eğilme (şok) direnci en yüksek kayın odununda kontrol örneklerinde (0,85 kgm/cm²), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (0,21 kgm/cm²) elde edilmiştir. Buna sebep emprenye maddesinin ağaç malzemeye derinlemesine nüfuz etmesi gösterilebilir.

Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan bor yağının veya borlu bileşiklerin ağaç malzemenin mekanik özelliklerinde önemli bir düşüşe sebep olmadığı belirlenmiştir. Buna göre ağaç malzemenin

mekanik etkilere maruz kalacak yerlerde de borlu bileşikler ile emprenye edilmiş kayın odununun kullanılması önerilebilir

5. KAYNAKLAR

1. Sheard, L., Ahşap Malzemenin Korunmasında Geçerli Uygulama ve Araştırmalar, Ahşap Malzemenin Korunması, MPM Yayınları, 338:24-33 1988.
2. Yıldız, Ü.C., A. Temiz, E.D. Gezer ve S. Yıldız., "Effects of the wood preservatives on mechanical properties of yellow pine (*Pinus sylvestris* L.) wood", Building and Environment, 39,1071-1075, 2004.
3. Kollmann, F.F.P., Cote, W.A., "Principles of wood science and technology" I. Solid wood, Springer-Verlag, Berlin and Heidelberg, Germany, 592, 1968.
4. Peker, H., Ağaç Malzemede Yanmayı Geciktirici ve Su İtici Kimyasal Maddelerin Eğilme Direncine Etkileri, P.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5(1): 975-983,1999.
5. Örs, Y., Sönmez, A, Uysal, B., "Çeşitli Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığı Üzerine Etkileri", Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi,23(2):43-48,1999.
6. Atar, M., Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemede Üstyüzey İşlemlerine Etkileri, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, sf. 67, 1999.
7. www.speedol.com.tr
8. www.poas.com.tr
9. TS 2470, Odunda Fiziksel Ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları Ve Genel Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, 1976.
10. TS 2474, Determination of Static Bending Properties of Wood, Turkish Standards Institute, 1976.
11. TS 2595, Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Direnci Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, 1977.
12. TS 2477, Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, 1976.
13. TS 2472, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Hacim Yoğunluk Değerinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, 1976.
14. ASTM-D 1413-07, Standard test method of testing wood preservatives by laboratory soil-block cultures. Annual Book of ASTM Standards, ASTM Standards, West Conshohocken, PA, USA. 2007.
15. TS 2471, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, 1976.
16. TS 5724, Ahşap Koruma – Suda Çözünen Emprenye Maddelerinde ve Emprenye Edilmiş Ahşapta Bor, Bakır, Krom ve Arsenik Miktarı Tayini-Volumetrik Metot, Türk Standartları Enstitüsü, 1988.
17. TS EN 310, Ahşap Esaslı Levhalar - Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elâstiklik Modülünün Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, 1999.
18. Çolakoğlu, G., Çolak, S., Aydın, İ., Yıldız, Ü.C., Yıldız, S., "Effect of Boric Acid Treatment on Mechanical Properties of Laminated Beech Veneer Lumber", Silva Fennica, 37 (4): 505-510, 2003.