



# AĞAÇ MALZEMEDE YANMAYI GECİKTİRİCİ VE SU İTİCİ KİMYASAL MADDELERİN EĞİLME DİRENCİNE ETKİLERİ

**Hüseyin PEKER, Hüseyin SİVRİKAYA, Ergün BAYSAL, M. Kemal YALINKILIÇ**  
Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon

## ÖZET

Bu çalışmada bor içerikli çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş odunun statik eğilme direncinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Karşılaştırma için denemelerde polietilenglikol (PEG-400/P4), Amonyum sülfat (AS), Diamonyum fosfat (DAP) ve organik çözücülü ticari bir emprenye maddesi olan Vacsol kullanılmıştır. Emprenye işlemlerinde tek işlemle bireysel kimyasal maddelerin kullanılması ve ikincil bir su itici madde (Water repellent = WR) ile muamele edilerek hazırlanan deney planı uygulanmıştır. Deney sonuçlarına göre; asidik karakterdeki çözeltiler sarıçam eğilme direncinde azalmaya sebep olurken, kayında bazik çözeltiler daha olumlu sonuçlar vermiştir. Her iki türde de Polietilenglikol - 400 (P4) ve Borik asit + Borax (BA + BX) sonrası uygulanan su itici madde uygulamalarında dikkate değer oranda direnç artışları sağlanamamıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Bor, Yanma geciktiriciler, Su iticiler, Eğilme direnci, Odun koruma

## STATIC BENDING STRENGTH OF WOOD TREATED WITH FIRE RETARDANT AND WATER REPELLENT PRESERVATION CHEMICALS

### ABSTRACT

This study has designed for determination of static bending strength of mainly boron impregnated scots pine and east beech wood. Other chemicals used as control are polyethylene glycole (PEG-400) and some commercial preservatives such as Vacsol (V), Ammonium sulphate (AS) and Diammonium phosphate (DAP) were used by secondary process on the boron or PEG treated wood by the aim of improving static bending strength and avoiding the leachability of both chemicals. Result indicated that static bending strength of scots pine wood were reduced by acidic solutions of salts. In beech wood static bending strength were also affected by neutral pH of the solution. Water repellent , surprisingly don't show their aspected protective properties of static bending strength, in general .

**Key Words :** Boron, Fire retardant, Water repellent, Static bending, Wood preservation

## 1. GİRİŞ

Odun hammaddesi organik bir madde olduğundan, uygun koşullar altında bakteriler, mantarlar ve tahripçi böcekler tarafından yıkıma uğramaktadır. Meydana gelebilecek zararları önlemek ve kullanım ömrünü uzatmak için koruyucu kimyasal maddeler ile emprenye edilmesi gerekmektedir (Yalınkılıç, 1993). Bu durumda emprenye maddelerinin odun özelliklerinde sebep olacağı değişimlerin belirlenmesi söz konusudur.

Çinko klorür ve bakır sülfat ile emprenye edilen çam ve ladin odunlarının basınç ve eğilme direncinde önemli bir değişim olmadığı bildirilmiştir (Tetjamer, 1986). Maden ocaklarında suda çözünen tuzlarla emprenye edilen çam ve ladin odunlarının eğilme, çekme direncinde bir miktar azalma, basınç direncinde ise artma olmuştur (Kollman, 1959). Katran yağı ile işlem gören çam ve kayın odunlarında katran yağının basınç ve eğilme direncini artırdığı, suda çözünen

tuzların ise azalttığı tesbit edilmiştir (Gillwald, 1961). Burmester (1970), ladin, çam, kayın odunlarını 10 çeşit tuz ve 3 çeşit katran yağı ile kazanda basınç yöntemi kullanarak emprenye etmenin basınç ve eğilme dirençlerinde önemli bir değişmeye sebep olmadığını bildirmişlerdir. Suda çözünen yüksek konsantrasyonlardaki tuzlar ve özellikle yanmayı geciktirici maddeler, ağaç malzemenin denge rutubeti miktarını yükselterek direnç azalmasına sebep olabilmektedir (Burmester ve Becker, 1963).

Thompson (1964), yapraklı iki odun türünden elde edilen kontrplağın şok direncinde dört farklı krom preparatının önemli bir değişiklik oluşturmadığını saptamıştır. Burmester (1970), tuz ve yağ içeren koruyucu maddelerin odunda basınç ve eğilme direncine uzun dönem etkilerini incelemiş, 3 ay ve 12 ay bekletme etkilerinin farklı olduğunu ve en az etkilenmenin 12 ay bekletme sonucu oluştuğunu tespit etmiştir. Isaacs (1972), kazanda basınç yönteminin çeşitli odun türlerinde eğilme direncini % 8-10 kadar azalttığını bildirmiştir.

Odun koruyucu kimyasal maddeler içerisinde önemli bir yere sahip ve özellikle biyolojik zararlılara (mantar, böcek, bakteri vb.) karşı odunu koruduğu bilinen bor esaslı kimyasal maddelerin, dış mekanlarda veya yüksek rutubet ve bağıl neme sahip iç mekanlarda odundan yıkanarak uzaklaşması kullanımını sınırlamaktadır (Williams, 1986). Bu nedenle borun odundan yıkanmasını engellemek için bazı su itici maddelerle ikincil bir emprenye işlemine gerek duyulmaktadır. Bu çalışmada, yanmayı önleyici maddelerin iç ve dış mekan şartlarında odunun eğilme direncine etkisi araştırılmıştır. Çalışma kapsamında piyasada yaygın olarak kullanılan ticari emprenye maddeleri kontrol amacıyla kullanılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2. 1. Materyal

Araştırma kapsamında sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*) odunları kullanılmıştır. Bu odun türlerinin ülkemiz endüstrisinde kullanımının yaygın olması ve orman zenginliğinin büyük bir kısmını oluşturması tercih sebebi olmuştur.

Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan borlu bileşikler ETİBANK Bandırma Boraks ve Asit Fabrikası işletmesi'nden vinil monomerler PETKİM-İzmit Rafinerisi ve Polisan Kimya San. A. Ş.'den, diğer maddelerden PEG-400 Shell

Petroleum Co.'den, geri kalan maddeler ise kimyasal madde satıcısı firmalardan temin edilmiştir.

### 2. 2. Yöntem

#### 2. 2. 1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Sarıçam odunu Çaykara / Trabzon orman işletmesinden, Doğu kayını ise Maçka / Trabzon bölgesinden temin edilmiştir. TS 345 ve TS 1476 esaslarına göre kesilen tomruklar laboratuvara getirildikten sonra kesit yüzeylerine renklenmeyi önleyecek Antiblue uygulanmıştır. Antiblue uygulamasından sonra TS 2470 esaslarına uyularak istiflenen parçalar bu durumda güneş ve yağmur etkisinden korunarak yaklaşık 1 ay süreyle bekletilmiştir.

Daha sonra iklim odasında  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve %  $65 \pm 5$  bağıl nem şartlarında denge rutubetine (% 12) ulaşıncaya kadar bekletilmişlerdir (Örs, 1982). Bu durumda diri odun kısımlarından 2 x 2 x 30 cm ölçülerde deney örnekleri alınmıştır.

#### 2. 2. 2. Emprenye İşleminde Kullanılan Kimyasal Maddeler

Çalışma kapsamında üç farklı emprenye grubu denenmiştir.

- 1) Bor'lu bileşikler
  - a. Sulu çözeltileri (tek işlemli emprenyelerde): Borik asit (BA), Borax (BX), BA + BX
  - b. Sulu çözeltileri + SIM (ikili işlemli emprenyelerde): (BA + BX) + St, (BA + BX) + MMA, (BA + BX) + ISO, (BA + BX) + Parafin (P)
- 2) SIM (su itici madde): St (stiren), MMA (metilmetakrilat), ISO (izosiyanat), P (parafin) + BA + BX
- 3) Ticari Emprenye Maddeleri : PEG-400 (polietilenglikol-400), Amonyum sülfat (AS), Damonyumfosfat (DAF), Vacsol (V)

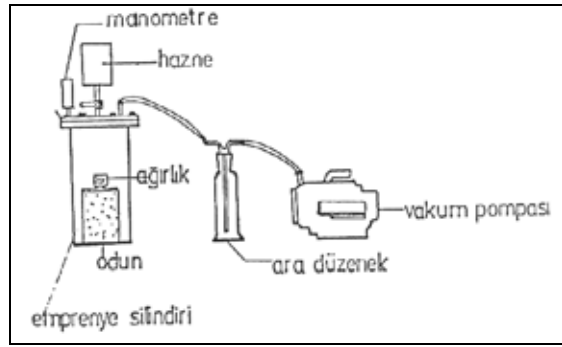
#### 2. 2. 3. Emprenye Yöntemi

Emprenye işlemlerinde ASTM-D 1413-76'da belirtilen esaslara uyulmuştur. Buna göre; 60 dk süreyle ön vakum uygulandıktan sonra çözelti verilmiş ve 60 dk süreyle örnekler açık hava basıncı etkisinde çözelti içerisinde bırakılmıştır. Örnekler borlu bileşiklerle emprenye için hava kurusu (% 12), monomer maddeler için % 4-6 rutubete kadar kurutulmuştur (Norimoto ve ark., 1992). Emprenye işleminde kullanılan deney düzeneği Şekil 1'de, emprenye deney planı ise Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Emprenye Denei Planı

Kim Mad Grubu	Kim. Madde	Emprenye Denei No	Emp. İřl.	İşlem Sırası		Çözelti Konst. (%)		Çözücü Madde	
				1. İşlem	2. İşlem	1. Empr.	2. Empr.	1. Empr.	2. Empr.
I. Grup	Borlu Bileşikler	1	1	Tanalith - CBC	-	13	-	DS	-
	Amonyumlu Bileşikler	2	1	Amonyum Sülfat (AS)	-	13	-	DS	-
	Fosforlu Bileşikler	3	1	Diamonyum Fosfat. (DAP)	-	13	-	DS	-
	Organik Çözütçüler	4	1	VACSOL(V)	-	100	-	-	-
II. Grup	Yanmayı Geciktiriciler Fungusitler	5	1	Borikasit(BA)	-	13	-	DS	-
		6	1	Borax (Bx)	-	13	-	DS	-
		7	1	Ba+Bx*(7:3,A:A)	-	13	-	DS	-
		8	2	Ba+Bx (7:3)*	Stiren (St )	13	100	DS	-
		9	2	"	MMA	13	100	DS	-
		10	2	"	St+MMA	13	70 : 30*	DS	-
		11	2	"	ISO	13	100	DS	-
		12	2	"	ISO	13	100	DS	-
		13	1	P+Ba+Bx	-	13	-	DS + ***	-
III. Grup	Bulking Koruyucu	14	1	PEG-400 (P4)	-	100	-	-	-
		15	2	P4	St	100	100	-	-
		16	2	P4	MMA	100	100	-	-
		17	2	P4	St+MMA	100	70 : 30	-	-
18	2	P4	ISO	100	100	-	-		
IV. Grup	Su İtçiler	19	1	St	-	100	-	-	-
		20	1	MMA	-	100	-	-	-
		21	1	St+MMA	-	70 : 30*	-	-	-
		22	1	ISO	-	100	-	-	-

\* : (Ağırlık : Ağırlık) \*\* : ISO katılması soğutmayla gerçekteşmiştir (+ 4°C) \*\*\* : Emülgatör +Trietilenamin + Destile su - Tüm emprenyede 60 dk vakum 60 dk difüzyon uygulanmıştır-Tüm emprenyeler oda sıcaklığında (22 ± 2°C) yapılmıştır.



şekil 1. Emprenye denei düzeneği

## 2. 2. 4. Statik Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyleri, TS 2474 esaslarına göre yapılmıştır. Klimatize edilen örneklerin orta kısımlarından genişlik ve yükseklikleri kumpasla ölçülerek kesit yüzeyleri hesaplanmıştır. Daha sonra Universal denei makinasına dayanak noktaları arasındaki açıklık kalınlığın 12 katı olacak şekilde yerleştirilmiş, yük örneklerin radyal yüzüne ve tam ortadan uygulanmıştır. Yükleme hızı, örnek 1.5 ± 0.5 dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış, kırılma anındaki yük (F max) kaydedilmiştir. Deformasyon 0.01 mm, kuvvet 10 Kp duyarlıklı ölçülerek eğilme direnci (σE) ;

$$\sigma E = \frac{3F_{max} \times L}{2b \times h^2} \text{ kp/cm}^2$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

F : Kırılma anındaki maksimum kuvvet [kp]  
L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık [cm]  
b : Örnek genişliđi [cm]  
d : Örnek yüksekliđi.

Deneme sonunda her örneğin rutubeti TS 2470' de belirtilen esaslara uyularak belirlenmiştir. Rutubetleri % 12'den farklı örneklerin eğilme dirençleri  $\sigma E (12) = \sigma E (r) [1-0.04 (12-r)]$  eşitliği yardımıyla % 12 rutubetlerdeki eğilme direncine çevrilmiştir (Berkel, 1970).

## 2. 2. 5. Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Denei sonuçları bilgisayarda STATGRAF istatistik programı yardımıyla değerlendirilmiştir Grup içi farklılıkları görmek için DUNCAN testi, önem düzeyinin belirlenmesi maksadıyla Basit Varyans Analizi yapılmıştır. Deđerlendirmelerde hata payı 0.05 alınmıştır.

## 3. BULGULAR

### 3. 1. Emprenye Çözeltilerinin Özelliklerine İlişkin Bulgular

Emprenye çözeltilerinin özelliklerine ilişkin bulgular Tablo 2'de verilmiştir.

Çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrasında ölçülen pH değerleri ve yoğunluklarında değişme olmamıştır. Bu durum her emprenyede taze çözeltiyle çalışmaktan kaynaklanmış olabilir.

Tablo 2. Emprenye Çözeltilerinin Özellikleri

Grup No	Den. No	İşlem Sayısı ve Sırası	Çözücü Madde	Çözelti Konst. (%)	pH		Yoğunluk		% BAE	
					EÖ	ES	EÖ	ES	EÖ	ES
I	1	1.Tanalith-CBC	DS	13	2.48	2.79	1.08	1.08	48.2	48.2
	2	1. AS	DS	13	4.55	4.06	1.07	1.07	-	-
	3	1. DAP	DS	13	6.64	6.70	1.07	1.07	-	-
	4	1. V	-	100	5.91	6.00	0.81	0.81	-	-
II	5	1. BA	DS	13	4.60	4.64	1.02	1.02	35.3	35.3
	6	1. BX	DS	13	11.2	11.3	1.02	1.02	33.4	33.4
	7	1. BA + BX	DS	13	7.86	7.91	1.11	1.11	62.3	62.3
	8	1. BA + BX	DS	13	7.86	7.91	1.11	1.11	62.3	66.8
		2. St	-	100	4.14	4.10	0.91	0.91	-	-
	9	1. BA + BX	DS	13	7.86	7.91	1.11	1.11	62.3	66.8
		2. MMA	-	100	7.41	7.85	1.22	1.22	-	-
	10	1. BA + BX	DS	13	7.86	7.91	0.91	0.91	62.3	66.8
		2.St + MMA	-	70 : 30	5.70	5.73	1.12	1.12	-	-
	11	1. BA + BX	DS	13	7.82	7.92	0.91	0.91	62.3	66.8
2. ISO		-	100	4.60	4.62	1.21	1.21	-	-	
12	“	“	“	“	“	“	“	“	“	
13	1.P + BA + BX	DS + E + T	13	8.12	8.07	1.03	1.03	-	-	
III	14	1. P4	-	100	5.67	5.60	1.12	1.12	-	-
	15	1. P4	-	100	5.67	5.60	1.12	1.12	-	-
		2. St	-	100	4.14	4.10	0.91	0.91	-	-
	16	1. P4	-	100	5.67	5.60	1.12	1.12	-	-
	17	1. P4	-	100	5.67	5.60	1.12	1.12	-	-
		2. St + MMA	-	70 : 30	5.70	5.65	1.12	1.12	-	-
18	1. P4	-	100	5.67	5.60	1.12	1.12	-	-	
	2. ISO	-	100	4.60	4.60	1.21	1.21	-	-	
IV	19	1. St	-	100	4.14	4.10	0.91	0.91	-	-
	20	1. MMA	-	100	7.41	7.85	1.22	1.22	-	-
	21	1. St + MMA	-	70 : 30	5.70	5.65	1.12	1.12	-	-
	22	1. ISO	-	100	4.60	4.60	1.21	1.21	-	-

BA'nın tek başına kullanıldığı çözeltilerde ve özellikle ticari Tanalith-CBC'nin % 13'lük çözeltisinde pH değerlerinin asidik bölgede olması, bu çözeltilerin odundaki polisakaritleri olumsuz etkilemesi (Hidroлиз) olasılığını güçlendirmektedir. Boraks'ın tek başına kullanılmasında çözeltinin bazik bölgede olması, bazların odunda lignin ve bazı ekstraktifleri çözündürücü etkisinin dikkate alınmasını gerektirebilir. Bu durumda direnç özelliklerinin etkilenmesi söz konusudur. BA ve BX' in 7 : 3 (ağırlık : ağırlık) oranında karıştırılması ile hazırlanan çözeltilerde tespit edilen pH değerleri 7.81-7.95 olmak üzere nötre yakın çıktığından, odundaki kimyasal bileşiklerin çok az etkilenecekleri varsayılmıştır.

PEG- 400'ün saf haldeki çözeltisi asidik bölgede (5.60-5.67) bulunduğundan eğilme direncinde bir miktar azalma olabilir.

Odunda mekanik özellikleri iyileştirdiği bilinen, su itici etkinlik değerleri yüksek WR maddelerden ST ve ISO'nun pH'sı asidik bölgede, MMA'nın ise nötre yakın çıkmıştır. Bu durumda MMA'nın mekanik özellikleri olumlu yönde etkilemesi beklenir. St'le MMA'nın karışımında ise (70 : 30) her iki maddenin bireysel pH değerlerinin ortalaması elde edilmiştir (5.65-5.70).

### 3. 2. Retensiyon Miktarları

Sarıçam ve kayın odununda retensiyon miktarları Tablo 3'te Duncan testi kullanılarak oluşturulan homojenlik grupları ile birlikte verilmiştir. Sarıçam odununda en yüksek retensiyon miktarı Stiren'de (374 kg/m<sup>3</sup>), en düşük değer Tanalith CBC'de (19.38 kg/m<sup>3</sup>) gerçekleşmiştir. Kayın odununda en yüksek değer PEG-400 + İzosiyanat'ta (546.34 kg/m<sup>3</sup>), en düşük Tanalith CBC'de (32.76 kg/m<sup>3</sup>) elde edilmiştir.

### 3. 3. SİM Kayıpları

Sarıçam ve kayında SİM (su itici madde) kayıpları Tablo 4'te verilmiştir.

Sarıçam odununda su itici maddelerden stiren, metilmetakrilat ve izosiyanat'ın (borikasit + borax)'tan sonra uygulanmasının polietilen glikol-400'den sonra yapılan emprenyelerine göre yaklaşık iki kat retensiyon sağlandığı, polietilen glikol 400'ün ise su itici madde retensiyonunu (borikasit + borax)'a göre iki katı fazla engellediği tesbit edilmiştir. Kayın odununda, su itici maddelerin tek işlemde veya BA + BX ve PEG-400'den sonra ikinci işlem olarak uygulanmasında retensiyon farklılıkları oluşmuştur.

Tablo 3. Sarıçam ve Kayın Odunda Retensiyon Miktarı

Grup No	Emprenye No	Kimyasal Madde	Sarıçam (Kg/m <sup>3</sup> )			Kayın (Kg/ m <sup>3</sup> )		
			Ort.	St.sp.	HG	Ort.	St. sp.	HG
I.	1	Tanalith CBC	19.38	2.27	a	36.26	1.80	a
	2	AS	58.32	18.28	a	70.93	12.18	a
	3	DAP	30.84	11.56	a	81.83	9.12	a
	4	VACSOL	113.88	7.65	bc	343.25	24.10	def
II.	5	BA	56.00	18.07	a	98.00	2.94	a
	6	BX	50.91	5.22	a	88.25	6.60	a
	7	BA+Bx	41.64	7.77	a	80.19	10.57	a
	8	BA+Bx+St	26.77	113.81	def	474.73	30.30	f
	9	BA+Bx+MMA	133.77	82.98	bc	466.16	87.35	f
	10	BA+Bx+St+MMA	213.49	78.56	c	472.13	51.83	fg
	11	BA+Bx+Iso	372.27	69.80	ef	480.48	89.38	fg
	12	BA+Bx+Iso*	270.75	21.96	cde	252.56	7.32	de
	13	P+BA+Bx	49.45	4.50	bc	68.25	22.28	cd
III.	14	P4	113.88	7.65	ab	237.00	21.92	B
	15	P4+St	208.97	12.73	c	352.00	21.92	def
	16	P4+MMA	195.87	60.75	bc	419.76	8.03	ef
	17	P4+St+MMA	232.80	10.23	c	409.89	52.05	def
IV.	18	P4+Iso	233.98	37.67	c	546.34	162.41	g
	19	St	374.50	75.53	f	320.75	74.87	d
	20	MMA	186.09	67.34	c	305.75	28.55	cd
	21	St+MMA	225.00	105.00	c	204.00	118.00	bc
	22	Iso	276.25	62.09	cde	327.00	14.46	de

HG : Homojenlik grubu

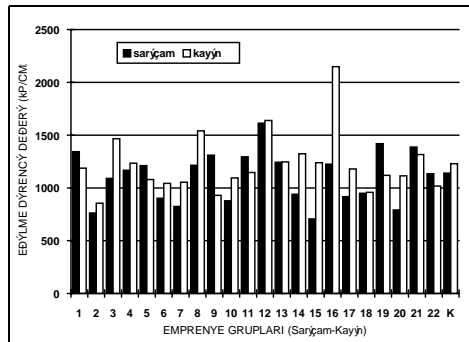
Tablo 4. Sarıçam ve Kayın Odunda SIM Kayıpları (%)

SIM	Tek İşlem Retensiyon (%)	1. İşlem	2. İşlem Retensiyon	Fark (% ±)
ST	56.3	BA + BX / PEG-400	31.1 / 5.3	-44.8 / -90.6
MMA	24.1	BA + BX / PEG-400	13.3 / 6.1	-44.8 / -74.7
ST + MMA	35.7	BA + BX / PEG-400	13.6 / 11.3	-61.9 / -68.3
ISO	22.3	BA + BX / PEG-400	19.6 / 14.3	-12.1 / -35.9
ST	32.7	BA + BX / PEG-400	39.00 / 4.0	+19.3 / -87.8
MMA	28.9	BA + BX / PEG-400	30.4 / 10.2	+5.2 / -64.7
ST + MMA	15.2	BA + BX / PEG-400	21.00 / 9.4	+38.1 / -38.1
ISO	18.4	BA + BX / PEG-400	3 / 16.3	- 60.3 / -11.1

Su itici maddelerden ST, MMA ve ST + MMA'ın BA+Bx'tan sonra uygulanması halinde tek başına uygulamasına oranla daha yüksek retensiyon elde edilmiştir.

### 3. 4. Eğilme Direnci

Sarıçam ve kayın odununa ait eğilme direnci değerleri Tablo 5'te, bunlara ilişkin grafik Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Sarıçam ve kayın odununda eğilme direnci (K : Kontrol)

### 3. 5. Sarıçam

Kontrol örneklerinin eğilme direnci değerleri 864.0 - 1847.0 kg/cm<sup>2</sup> arasında değerler almış olup ortalama 1140.8 kg/cm<sup>2</sup> hesaplanmıştır. WR maddelerin (ISO dışında) P4'den sonra uygulanmasında eğilme direnci değerlerinde önemli bir iyileşme olmamıştır. pH değeri 7 : 3 (ağırlık : ağırlık) BA + BX karışımı ile nötre yaklaştırılan BA ve BX sarıçam odunu eğilme direncini etkilememiş, ancak bireysel kullanımda bir miktar azalma olmuştur. WR maddeler BA + BX empenyesinden sonra uygulandıklarında önemli bir direnç artışı olmamıştır.

Aynı sonuç (St + MMA)'nın tek işleme empenyesi dışında diğer WR maddelerin tek başlarına kullanılması durumunda da gerçekleşmiştir. Bu sonuç eğilme direnci deney örneklerinin boyutsal deformasyona uğramamaları için empenye sonrası kurutma işleminde 70 °C'nin üzerine çıkılmamasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü söz konusu WR maddeler en az 90 °C'de polimerleşebilen maddelerdir.

Tablo 5. Sarıçam ve Kayın Odununda Statik Eğilme Direnci Değerleri

Grup No	Deney No	İşlem Sayısı Sırası	Eğilme Direnci $\sigma E(12)$ [kp/cm <sup>2</sup> ]					
			SARIÇAM			KAYIN		
			Ort.	St. sp.	HG	Ort.	St. sp.	HG
I	K	KONTROL	1140.8	211.8	abc	1230.8	326.14	abc
	1	Tanalith-CBC	1344.0	111.0	bcde	1187.2	122.4	bcd
	2	1. AS	763.7	00.0	ab	856.7	86.0	abc
	3	1. DAP	1091.2	80.0	de	1466.2	310.0	cde
	4	1. VACSOL	1167.0	165.0	abcde	1235.0	124.0	bcde
II	5	1. P4	1211.0	212.0	bcde	1079.0	158.0	abcd
	6	1. P4 2. St	903.3	55.0	ab	1044.2	72.0	abcd
	7	1. P4 2. MMA	825.7	84.0	a	1054.2	102.0	abcde
	8	1. P4 2.St + MMA	1215.0	72.3	bcde	1540.0	393.0	e
	9	1. P4 2. ISO	1310.2	80.8	de	929.0	67.0	abc
III	10	1. BA	879.0	120.0	ab	1095.2	122.0	ab
	11	1. BX	1295.5	164.9	cde	1146.2	544.0	abc
	12	1. BA + BX	1613.5	229.0	ef	1639.7	143.0	d
	13	1. BA + BX 2. St	1243.7	317.2	bcd	1246.3	505.0	abc
	14	1. BA + BX	940.2	337.6	abc	1323.5	124.0	abcd
		2. MMA						
	15	1. BA + BX	707.7	119.0	a	1239.5	342.0	abc
		2. St + MMA						
	16	1. BA + BX	1225.0	303.6	bcd	2149.7	289.0	e
		2. ISO						
17	1. BA + BX *	917.7	235.6	ab	1180.2	107.0	abc	
	2. ISO							
18	1. P + BA + BX	950.5	205.0	abc	959.0	97.0	a	
IV	19	1. St	1419.5	561.1	ab	1119.4	198.0	abc
	20	1. MMA	792.3	47.1	a	1115.2	145.0	abc
	21	1. St + MMA	1387.0	400.6	c	1317.0	24.0	bc
	22	1. ISO	1134.0	31.0	abc	1018.2	192.0	abc

Ort: Ortalama ; St.sp.: Standart sapma ; HG: Homojenlik grubu

Kurutma sıcaklığının 90 °C uygulanmaması örneklerde boyutsal deformasyonu önlemiş ancak polimerleşme sağlanamadığından beklenen direnç artışı gerçekleşmemiştir.

### 3. 6. Kayın

I. grup maddelerden Tanalith - CBC ve V ile empenye edilen örneklerin eğilme direncinde artış olmuştur.

PEG'li çözeltilerle ve V çözeltilerinden sonra uygulanan WR empenyelerinde önemli miktarda direnç azalması meydana gelmiştir. Bunlara göre, 70 °C'de kurutma işlemine tabi tutulan örneklerde WR polimerleşmesi veya ISO katılaşmasının gerçekleşmediği, PEG'in direnç özelliklerini olumsuz etkilediği söylenebilir. BA + BX empenyesinden sonra yapılan ISO (sıcak katılaşma işlemi) kayın odununun direnç özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir. BA ve BA + BX kayın odununda eğilme direncini azaltırken, BX'in tek başına

kullanılması bu bakımdan azaltıcı etki yapmamıştır. Bu durum BX'in yüksek alkalilik özelliği gösteren çözeltilerinden kaynaklanabilir.

BA + BX empenyesini takiben uygulanan WR empenyelerinde (ISO dışında) sağlanan direnç artışlarının önemsiz çıkması 70 °C'de yeterli polimerleşme oluşmadığını göstermektedir. IV. grup WR maddelerin tek başına uygulandığı 19, 20, 21 ve 22. empenyelerde de önemli bir direnç artışı sağlanmamış olması, polimerleşmenin yetersizliğini desteklemektedir.

## 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada kullanılan çözeltilerden Tanalith - CBC, BA, P4 ve ISO'nun asidik, BX, P + BA + BX'in % 13'lük çözeltilerinin ise bazik karakterde olduğu tespit edilmiştir.

#### 4. 1. Statik Eğilme Direnci Deneylerine Göre Sarıçam Odununda

- 1) pH değerini nötre yaklaştırmak amacıyla 7 : 3 (ağırlık : ağırlık) oranında karışım halinde hazırlanan BA + BX azaltıcı bir etki yapmamıştır.
- 2) WR maddeler BA + BX emprenyesinden sonra uygulandıklarında direnç artışı olmamıştır.
- 3) (St + MMA)'nın tek işlemle uygulanması dışında, diğer WR maddelerin tek işlemde emprenyesinde de direnç artışı tespit edilmemiştir. Çalışmada, 90 °C'de bekletmeden çok daha uzun süreyle kademeli olarak 70 °C'de sabit tutulan ısı işlem uygulanmış olup, ağırlık artışına karşılık yeterli polimerleşme oluşmamıştır. Bu maksatla borlu bileşiklerin zarar görmeyeceği bir polimerleşme yöntemi için araştırma önerilebilir.
- 4) WR maddelerin (ISO dışında) P4'ten sonra uygulamasında ortalama statik eğilme direnci değerlerinde belirgin bir iyileşme olmamıştır.

#### 4. 2. Kayın Odununda

- 1) I. grup maddelerden Tanalith - CBC ve Vacsol ile eğilme direncinde önemli artışlar olmuş ancak bu artış Tanalith-CBC'deki borla birlikte bulunan özellikle Cr'un degradasyonu engelleyici etkisi ile Vacsol'deki tribütıl-n-kalay oksitten ya da yüksek tutunma düzeyinde özgül ağırlık artışından kaynaklanabilir. Diğer taraftan tuzların odunda denge rutubeti miktarını önemli miktarda artırması sebebiyle borlu tuzların bu bakımdan araştırma konusu yapılması ve odunun direnç özelliklerine etkilerinin belirlenmesi önerilebilir.
- 2) PEG'li çözeltilerle ve bu çözeltinin ardından uygulanan WR emprenyelerinde belirgin direnç azalmaları WR maddelerin 70 °C'deki kurutmada sertleşmemesinden ya da bu sıcaklıkta PEG 400'ün degrade edici bir özellik kazanmasından kaynaklanabilir.
- 3) BA + BX emprenyesinin ardından yapılan ISO (sıcak katılaşma işlemi), eğilme direncinin iyileştirilmesi bakımından en uygun sonucu vermiştir.
- 4) Yüksek alkali özelliği gösteren BX'in tek başına kullanıldığı emprenyede eğilme direnci değişmezken, nötre yakın ve asidik özellikteki BA ve BA + BX'in eğilme direncini azaltması bu bakımdan sarıçam odunundan farklılığını göstermiştir. Buna göre; kayın odununun suda çözünen tuzlarla emprenyesinde çözelti pH'sının bir miktar yüksek tutulması ve alkali sınırlarda ayarlanması gerektiği söylenebilir.
- 5) IV. grup WR maddelerinin tek başına uygulandığı emprenye denemelerinde de

beklenen direnç artışı görülmediğinden, yukarıda açıklanan polimerleşme reaksiyonunun tam olarak gerçekleşme olasılığını artırmaktadır.

#### 4. 3. Bu Sonuçlara Göre

- 1) Borlu ve diğer suda çözünen tuzlar için farklı pH ve farklı retensiyon seviyelerinde statik eğilme direnci deneyleri yapılarak emprenyeler için optimum pH ve retensiyon düzeyleri belirlenmelidir.
- 2) WR uygulamalarında boyutsal deformasyonların önenebileceği bir polimerleşme veya katılaşma işlemi araştırılmalıdır.
- 3) Borlu bileşiklerle WR maddelerin tek işlemle ağaç malzemeye uygulanabileceği kimyasal formülasyonlar denenmelidir.
- 4) Ağaç malzemenin direnç özellikleri yanında, biyotik zararlılara karşı dayanımı, ağaç malzemenin yanma özelliğinde meydana gelen değişim ve özellikle borlu bileşiklerin ardından yıkanma özelliği ile borlu bileşikler + WR uygulamalarının etkileri araştırma konuları olarak önerilebilir.
- 5) (BA + BX) + MMA dışında diğer WR uygulamalarında beklenen direnç artışlarının gerçekleşme sebepleri araştırılmalıdır.
- 6) Borik asit kullanılması halinde, miktarının diğer bileşenlere oranı ve odunun zamanla rutubet alması sonucu direnç özelliklerine etkilerinin araştırılması önerilebilir.

### 5. KAYNAKLAR

- ASTM D 1413-76.1976. Standart Method of Teesting Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultura, Annual Book of ASTM Standarts 452-460.
- Berkel, A. 1970. Ağaç Mazleme Teknolojisi, I. Ü. Orm. Fak., Yay. No: 1448/147, İstanbul.
- Burmester, A. 1970. Langzeiteinwirkung Von Holzschutzmitteln auf Physikallische Und Mechanische Holzeingeinschaften, Holz Roh -Und Werkstoff (28), 478-485.
- Burmester, A., Becker, G. 1963. Untersuchungen Überden Einfluss Von Holzschutmittein Auf Die Holzfestigkeit, Holz Als Roh Und Werkstoff 21, 393-409.
- Gillwald, W. 1961. Der Einfluss Verschiedener Impragnier Mittel Auf Die Physikalischan Und Festigkeitseigen Schaften Des Holzes, Holztechnologie 2, 14-16

Isaacs, C. P. 1972. The Effect of Two Accelerated Treating Methods On Wood Strength, Process AWPA 68, 175-182.

Kollman, F. 1959. Die Eigenschaftänderung Von Gruben Holz Nach Schutzsalzimpregnierung, Forschungsber Des Landes, Nordrhein-Westfalen .

Norimoto, M., Grill, J., Rowell, R. M. 1992. Rheological Properties of Chemically Modified Wood Relationship Between Dimensional and Creep Stability , Wood and Fiber Science , 24 (1), 25.

Örs, Y. 1982. Ağaç Malzeme Kurutulmasında Teorik Esaslar, K. T. Ü. Orman Fak. Dergisi, 5 (1), Trabzon.

Thompson, W. S. 1964. Effect of Preservative Salts on Properties of Hardwood Veneer , Forest Products Journal, (13), 124-128.

Tetjamer, L. 1986. Methoden und Resultate der Prüfung, Schweizerischen Polytechnium, Zurich.

TS 345, 1974. Ahşap Emprenye Maddeleri Etkilerinin Muayene Metodları. Ankara.

TS 2470. 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Numune Alma Muayene ve Deney Metodları ve Genel Özellikleri, Ankara.

TS 2474 . 1976. Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, Ankara.

TS 1476. 1984 . Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuar Numunesi Alınması, Ankara.

Yalınkılıç, M. K. 1993. Ağaç Malzemenin Yanma, Higroskopisite ve Boyutsal Stabilitate Özelliklerinde Çeşitli Emprenye Maddelerinin Neden Olduğu Değişiklikler ve bu Maddelerin Odundan Yıkanabilirlikleri, KTÜ Orman Fak., Orm. End. Müh. Böl., Doçentlik Tezi, 312 sh, Trabzon.

Williams L. H. 1986. Mauldin, Integrated Protection Against Lyctid Beetle Infestations, III. Implementing Boron Treatment of Virola Lumber in Brasil , Forest Product Journal, Vol : 36, 24-48, 11-12.