

# SARIÇAM, KAYIN, LADİN VE KIZILAĞAÇ ODUNLARININ ÇEŞİTLİ KİMYASAL MADDELERLE EMPRENYE EDİLEBİLME ÖZELLİKLERİ

**M. Kemâl YALINKILIÇ\*, Ergün BAYSAL\*\*, Zafer DEMİRCİ\*\*, Hüseyin PEKER\*\*\***

\*Wood Research Institute Uji 611, Kyoto, Japan

\*\*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon

\*\*\* Karadeniz Teknik Üniversitesi, Hopa Meslek Yüksek Okulu, Trabzon

## ÖZET

Bu çalışma, ülkemiz yaygın türlerinden sarıçam, kayın, ladin ve kızılğaç odunlarında, farklı kimyasal maddelerinin çeşitli çözeltileriyle emprenyesi sonucunda, emprenye koşulları sabit tutulduğunda sağlanacak net kuru emprenye maddesi tutunma oranlarının (retensiyon) belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, ağaç türlerinden ladinin organik çözücülü emprenye maddesi Vacsol ile yüksek retensiyon oranlarıyla emprenye edildiğini, diğer denenen emprenye maddelerinde ise en az retensiyonun sağlandığı ağaç türü olduğunu göstermiştir. Su itici maddeler (SİM)'den stiren+metilmetakrilat (70:30) ile izosiyanat'ın ladin odununda diğer türlere eşdeğer retensiyon verdikleri, en yüksek retensiyon oranlarının tüm kimyasal maddeler için genel olarak kızılğaçta ortaya çıktığı, bunu kayın ve sarıçam odunlarının izlediği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Bor, Odun, Odun koruma, Emprenye, Retensiyon

## IMPREGNATION PROPERTIES OF SCOTS PINE, BEECH, SPRUCE AND ALDER WOOD BY SOME CHEMICALS

### ABSTRACT

Retentions of preservative chemicals based on even dry weight of wood specimens of scots pine, beech, spruce and alder tree species were determined at the same levels of impregnation parameters according to ASTM D 1413-76. Results indicated that commercial organic solvent based Vacsol was given the highest retention level in spruce wood whereas other treated chemicals were of lowest levels. Styrene+methylmethacrylate (70:30, v:v) and izosiyanate were also given the equilibrium retention levels with other specimens of three wood species. However, spruce wood had retentions at the lowest levels with other treated chemicals. Highest retentions were obtained with the wood specimens of a alder tree followed by beech and scots pine woods in general.

**Keywords :** Boron, Wood, Wood preservation, Impregnation, Retention

### 1. GİRİŞ

Organik ve lignoselülozlu bir madde olan odunun kullanım yerine göre çeşitli tahripçi faktörlere karşı, tahripçi faktörün türü ve risk derecesine göre korunması bir zorunluluktur. Korunmasız olarak kullanılan ağaç malzeme, uzun süreyle kendisinden beklenen fonksiyonu gösterememekte erken değiştirme ve bakım masrafları ve emniyetli

kullanılabilme yetersizliği nedenleriyle ekonomikliğini kaybetmektedir.

Bilinen en yaygın koruma yöntemi, ağaç malzemenin, çeşitli faktörlere karşı koruyucu özellikleri olan birçok kimyasal maddeden kullanım yerine uygun herhangi birisiyle muamele edilmesidir. "Emprenye" olarak bilinen bu işlemde, işlemin başarısı ve korumanın derecesi, emprenye maddesi

ve oduna ait özelliklerin yanısıra oduna tutundurulmuş net kuru emprenye maddesi miktarı (retensiyon) ve emprenye maddesinin oduna geçme derinliği gibi özelliklere bağlıdır (Richardson, 1978; Wood preservation manuel, 1986; Arsenault, 1973).

Bu çalışmada, emprenye endüstrisinde çeşitli zararlı faktörlere karşı veya oduna istenilen özellikleri kazandırmak için, kullanılan kimyasal maddelerin aynı emprenye yöntemi ve emprenye parametrelerinde iğne yapraklı ve yapraklı türlerden ülkemizde ve yöremizde en çok kullanılan sarıçam, kayın, ladin ve kızılğaç odunlarından sağlanacak retensiyon oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Emprenye denemelerinde iğne yapraklı ve yapraklı türleri temsilen aşağıdaki ağaç türleri seçilmiştir.

1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)  
Mavi renklenmeye en duyarlı türlerden olup, karaçam ve kızılçamla birlikte tüm ibrelilerin % 78'ini oluşturmaları.
2. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky)  
Ardaklanmanın olduğu en önemli ağaç türü olup, yıllık etası bakımından tüm yapraklıların % 70'den fazlasını oluşturmaları.
3. Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L) Link.)  
350 000 ha'lık yayılış alanıyla asli orman ağacı türlerimizden olup, Doğu Karadeniz'de yetişmesi odununun kolayca tahrip edilebilen ancak emprenyesi güç olan bir tür olması (Erkuloğlu, 1989).
4. Kızılağaç (*Alnus barbata* L.A. Mey)  
Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yayılış gösteren özgün ağaç türlerimizden birisi olup, değişik hava koşullarına maruz kaldığında çabuk ardaklanması ve çürütülmesi nedeniyle korunmasının gerekliliği (İlhan ve ark., 1976a).

Bu türlerin emprenyesiyle ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Erkuloğlu, 1989; İlhan ve ark., 1976a; Erten ve ark., 1985; Sunal, 1975; Toker, 1956; İlhan ve ark., 1976b; Berkel ve ark., 1968; Taşkın ve ark., 1977). Bu çalışma sonuçları, adı geçen türlerin emprenyesiz kullanılması durumunda kısa sürede tahrip edildiğini ve en ekonomik ve etkili emprenye yöntemi ve koruyucu kimyasal maddeye ilişkin denemelerin laboratuvara dayalı olarak devam ettirilmesini göstermektedir.

Çalışmamızda tercih edilen ağaç türlerinden, sarıçam Çaykara (Trabzon) Orman İşletmesi'nden, Doğu Kayını ve Doğu Ladini Maçka (Trabzon) Orman İşletmesi'nden, Kızılağaç ise Esiroğlu (Maçka-

Trabzon) Orman İşletmesi'nden TS 345'e göre tomruklanarak KTÜ Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Biçme Tesisi'ne getirilmiş ve Şekil 1'de görüldüğü gibi deney örnekleri hazırlanarak emprenye edilmiştir.

Deney örneklerinin emprenyesinde, ticari emprenye maddeleri olarak kullanılan veya kullanıma konu oluşturan maddeler, borlu bileşikler, borlu bileşikler + su itici maddeler (SIM), hücre çeperini genişleten etkiye sahip polietilen glikol (PEG-400), Polietilen glikol-400 + su itici maddeler ve su itici maddeler olmak üzere 4 grup maddeden toplam 22 farklı uygulama yapılmıştır (Tablo 1). 22 denemenin 13'ü tek işlemde 9'u ise iki kademeli emprenye işlemi şeklinde uygulanmış olup, tüm denemelerde emprenye ASTM D 1413-76 standardına göre yapılmış ve emprenye parametreleri 1 saat vakum (760 mm Hg<sup>-1</sup>) ardından 1 saat atmosferik basınçta difüzyon olarak sabit tutularak, kimyasal maddelerin eşdeğer konsantrasyonlardaki retensiyon oranlarının türlere göre değişimi incelenmiştir. Denemelerde uygulanan su itici maddelerin polimerleşme karakteristikleri nedeniyle retensiyon, tam kuru odun ağırlığına oranla (t.k.o.a.o.) % olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Yalınkılıç, 1993; Hafizoğlu ve ark., 1994).

$$\text{Retensiyon \%} = \frac{\text{Mo}_s - \text{Mo}_i}{\text{Mo}_i} * 100$$

Burada; Mo<sub>s</sub> : Emprenye sonrası tam kuru ağırlık g  
Mo<sub>i</sub> : Emprenye öncesi tam kuru ağırlık g

Emprenyelerde elde edilen sonuçlar **PHata! Yer işareti tanımlanmamış.**0.05 güven düzeyinde bilgisayarda statgraf istatistik programında basit varyans analizleriyle (BVA) karşılaştırılmış ve aralarında anlamlı farklılıklar bulunan gruplar yapılan DUNCAN Testleriyle (DT) ortaya çıkarılmıştır.

Böylece aynı emprenye koşullarında, bireysel türlerde kimyasal maddeye bağlı retensiyon farklılıkları ile aynı kimyasal maddelerin farklı ağaç türü odunlarında sağladıkları retensiyon farklılıklarının anlamlı olup olmadıkları belirlenmiştir.

## 3. BULGULAR

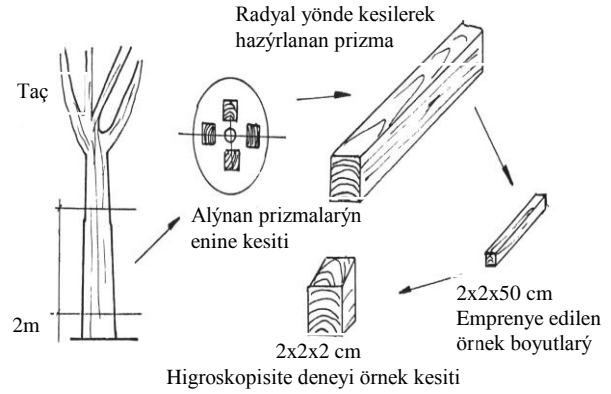
### 3.1. Emprenye Çözeltilerinin Özelliklerine İlişkin Bulgular

Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan çözeltilerin özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Taze

çözeltilerle çalışıldığından, çözeltilerin emprenye öncesi ve emprenye sonrasında ölçülen pH ve yoğunluk değerlerinde önemli değişimler olmamıştır. Borik asit'in tek başına kullanıldığı ve Tanalith -CBC uygulamalarında çözelti pH'sının asidik bölgede olması, asidik çözeltilerin odunda direnç değişmelerine neden olabileceği olasılıkları nedeniyle dikkate alınmalıdır. Borik asit+borax (7:3, ağırlık:ağırlık) 'ın % 13'lük çözeltisinde pH'nın 7.81-7.95 olmak üzere nötre yakın olması, direnç özellikleri açısından herhangi bir olumsuzluğa neden olmayacağı gösterilebilir.

Polietilen glikol-400'ün saf halde 5.60-5.67 pH'ya sahip olması, stiren ve stiren+metilmetakrilat'ın asidik pH göstermeleri bu uygulamaların odunun direncine etkisi konusunun araştırılmasını gerektirebilir. Metilmetakrilat'ın ise 7.41-7.85 pH ile

direnç özellikleri açısından problem oluşturmayacağı söylenebilir.



Şekil 1. Deney örneklerinin hazırlanması

Tablo 1. Deney Örneklerinin Emprenyesinde Uygulanan Deneme Plânı

Kimyasal Madde Grubu	Temsil Ettiği Maddeler	Emp. Den. No	Emp. İşlem Sayısı	İşlem Sırası		Çözelti Konsantrasyonu %		Çözücü Madde	
I. Grup Ticari Emprenye Maddeleri	Borlu Bileşikler	1	1	Tanalith-CBC	-	13	-	DS	-
	Amonyum Bileşikleri	2	1	AS	-	13	-	DS	-
	Fosforlu Bileşikler	3	1	DAP	-	13	-	DS	-
	Organik Çözücüler	4	1	V	-	100	-	-	-
II. (a,b) Grup Borlu Bileşikler	Yangın Önleyiciler	5	1	BA	-	13	-	DS	-
	Fungisitler	6	1	Bx	-	13	-	DS	-
	İnsektisitler	7	1	BA+Bx	-	13	-	DS	-
II (c,d) Grup Borlu Bileşikler +SİM	II (a,b) + SİM	8	2	"	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+E+TEA	-
III. Grup PEG Grubu + SİM	Bulking Maddeler SİM	14	1	PEG-400	-	100	-	-	-
		15	2	"	St	100	100	-	-
		16	2	"	MMA	100	100	-	-
		17	2	"	St+MMA	100	70:30***	-	-
		18	2	"	ISO	100	100	-	-
IV. Grup SİM		19	1	St	-	100	-	-	-
		20	1	MMA	-	100	-	-	-
		21	1	St+MMA	-	70:30**	-	-	-
		22	1	ISO	-	100	-	-	-

\* Herbir denemede 4 adet 2x2x30 cm boyutlarındaki örnekler emprenye edilmiştir.

\*\* ISO (izosiyanat) katılmasında +4 °C'de soğutmayla gerçekleştirilmiştir.

\*\*\* Ağırlık : Ağırlık

\*\*\*\* Emprenye işlemi parafinin donmaması için 70 °C'de yapılmıştır, diğer tüm emprenyeler oda sıcaklığında 22±2 °C'de gerçekleştirilmiştir.

### 3.2. Emprenye Çözeltilerinin Denemelerde Kullanılan Herbir Ağaç Türü Odunundaki Retensiyon Oranlarının Karşılaştırılması

Farklı kimyasal maddelerle hazırlanan emprenye çözeltileriyle işlem gören sarıçam, kayın, ladin ve kızılğaç odunu deney örneklerinde tespit edilen t.k.o.a.o. % retensiyon oranları ve bu oranlara ilişkin

duncan testi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde, 1. işlemde uygulanan emprenye

maddelerinde sarıçam odunu için 4 farklı homojenlik grubu olduğu ve buna göre en yüksek retensiyonun

Tablo 2. Emprenye İşleminde Kullanılan Kimyasal Madde Çözeltilerinin Özellikleri

Grup No	Den. No	Emprenye İşlem Sayısı ve Sırası	Çözücü Madde	Çözelti Konsant. %	pH		Yoğunluk gr/ml		BAE %*	
					Emp.öncesi	Emp.sonrası	1. İşlem	2. İşlem	Emp.ön c	Emp.son
I	1	1. Tanalith-CBC	1) DS	1) 13	1)2.48	1)2.79	1.080	-	48.24	48.24
	2	1. AS	1)DS	1) 13	1)4.55	1)4.06	1.070	-	-	-
	3	1. DAP	1)DS	1) 13	1)6.64	1)6.70	1.070	-	-	-
	4	1.Vacsol	-	1)100	1)5.91	1)6.00	0.810	-	-	-
II (a,b)	5	1. BA	1)DS	1) 13	1)4.60	1)4.64	1.020	-	35.38	35.38
	6	1. Bx	1)DS	1) 13	1)11.20	1)11.30	1.025	-	33.42	33.42
	7	1.BA+Bx	1)DS	1) 13	1)7.86	1)7.91	1.110	-	62.30	62.30
II (c,d)	8	1.BA+Bx St	1)DS 2)-	1) 13 2) 100	1)7.86 2)4.14	1)7.91 2)4.10	1.110 0.910	0.910	62.30	66.80
	9	1.BA+Bx MMA	1)DS 2)-	1) 13 2) 100	1)7.86 2)7.41	1)7.91 2)7.85	1.110 1.220	"	"	"
	10	1.BA+Bx St+MMA	1)DS 2)-	1) 13 2) 70:30	1)7.86 2)5.70	1)7.91 2)5.73	0.910 1.120	"	"	"
	11	1.BA+Bx ISO	1)DS 2)-	1) 13 2) 100	1)7.82 2)4.60	1)7.92 2)4.63	0.910 1.210	"	"	"
	12	1.BA+Bx ISO	1)DS 2)-	1) 13 2) 100	- -	" "	" "	" "	" "	" "
	13	1.P+ BA+Bx	1)DS+E+TEA	1) 13	1)8.12	1)8.07	1.030	-	-	-
III	14	1.P4	-	1) 100	1)15.67	1)5.60	1.125	-	-	-
	15	1.P4 St	-	1) 100 2) 100	1)5.6 2)4.1 7 4	1)5.6 2)4.1 0 0	1.125 0.910	0.910	-	-
	16	1.P4 MMA	-	1) 100 2) 100	1)5.6 2)7.4 7 1	1)5.6 2)7.8 0 5	1.125 1.220	-	-	-
	17	1.P4 St+MMA	-	1) 100 2)70:30	1)5.6 2)4.6 7 0	1)5.6 2)4.6 0 0	1.125 1.210	-	-	-
	18	1.P4 ISO	-	1) 100 2) 100	1)5.6 2)4.6 7 0	1)5.6 2)4.6 0 0	1.125 1.210	-	-	-
IV	19	1. St	-	1) 100	1)4.14	1)4.10	0.910	-	-	-
	20	1.MMA	-	1) 100	1)7.41	1)7.85	1.220	-	-	-
	21	1.St+MMA	-	1)70:30	1)5.70	1)5.65	1.120	-	-	-
	22	1.ISO	-	1) 100	1)4.60	1)4.60	1.210	-	-	-

\* Borik asit eşdeğeri olup, titrimetrik analizlerde belirlenmiştir (Hafizoğlu ve ark., 1990)

sağlandığı borax ve stiren emprenyelerinden sonra istatistiksel anlamda daha az olarak borik asit, (borikasit+borax)+izosiyanat\*,stiren+metilmetakrilat ve Vacsol ikinci derecede yüksek retensiyon oranları vermişlerdir. Polietilen glikol'lü denemeler ile Vacsol dışındaki ticari emprenye maddeleri ise 3. ve 4. sırada homojenlik grubu oluşturan retensiyonlar sağlamışlardır.

2. işlemde uygulanan su itici maddelerin retensiyon oranlarına ilişkin homejenlik grupları incelendiğinde, stiren en yüksek oranda tutunurken, bunu istatistiksel anlamda daha az olarak (borik asit+borax)'ın ardından uygulanan stiren ve izosiyanat\* ile bireysel su itici maddelerin izlediği görülmektedir. Polietilen glikol-400'ün ardından uygulanan maddeler ile (borik asit + borax)'tan sonra uygulanan metilmetakrilat ve stiren + metilmetakrilat'ın istatistiksel anlamda en az retensiyon oranları sağladıkları anlaşılmaktadır. Su itici maddelerin tek işlemde veya borik asit+borax'ın ve polietilen glikol-400'ün ardından 2. işlem olarak uygulanması durumunda gerçekleşen retensiyon farklılıkları Tablo 4 ve Şekil 3 te verilmiştir. Buradan, su itici maddelerden stiren, metilmetakrilat ve izosiyanat'ın

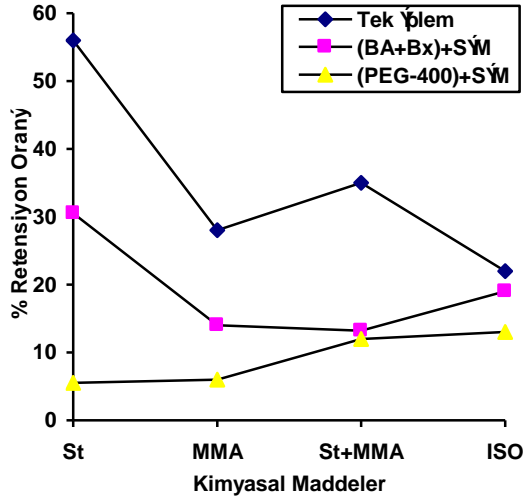
(borik asit+ borax)'tan sonra uygulanmasının polietilen glikol-400'den sonra yapılan emprenyelerine oranla iki katı civarında fazla

Tablo 3. Emprenye Edilen Sarıçam Odununda Tespit Edilen (t.k.o.a.o.%) Retensiyon Oranları (n=4, N=88)

Kim. Mad. Gr.	De. No	Retensiyon %						Toplam	
		1. Emprenye			2. Emprenye			Ort.	St.sp
		Ort.	St.sp	HG*	Ort.	St.sp	HG*		
I	1	10.9	1.3	abc	-	-	-	10.9	1.3
	2	14.1	1.9	abcd	-	-	-	14.1	1.9
	3	11.2	0.7	abcd	-	-	-	11.2	0.7
	4	28.6	19.1	cdef	-	-	-	28.6	19.1
II (a,b)	5	41.4	30.3	fg	-	-	-	41.4	30.3
	6	63.0	10.4	h	-	-	-	63.0	10.4
	7	16.4	12.2	abcd	-	-	-	16.4	12.2
II (c,d)	8	19.4	10.7	abcd	31.1	15.3	cd	50.5	16.5
	9	4.8	13.9	a	13.3	9.5	ab	18.1	10.6
	10	10.0	11.1	ab	13.6	9.5	ab	23.6	5.9
	11	6.9	3.5	ab	34.2	14.2	d	41.1	14.8
	12	39.7	5.7	ef	19.6	3.0	abcd	59.3	3.9
	13	14.7	4.0	abcd	-	-	-	14.7	4.0
	14	13.1	1.5	abcd	-	-	-	13.1	1.5
	15	13.1	0.4	abcd	5.3	3.2	a	18.4	2.3

III	16	11.8	1.7	abcd	6.1	6.6	a	17.9	8.3
	17	11.9	0.5	abcd	11.3	0.6	a	23.2	1.1
	18	12.6	0.8	abcd	14.3	1.3	abc	27.7	0.7
IV	19	56.3	15.5	gh	-	-	e	56.3	15.5
	20	24.1	14.2	bcde	-	-	abcd	24.1	14.2
	21	35.7	19.6	def	-	-	abcd	35.7	19.6
	22	22.3	10.8	abcd	-	-	abcd	22.3	10.8

\*Temsil edilen harfler homojenlik gruplarını göstermektedir.



Şekil 3. Sarıçam odununda SİM'in tek veya ikinci işlem olarak uygulanmaları durumunda retensiyon oranları

retensiyon sağlandığı, polietilen glikol-400'ün ise su itici madde retensiyonunu (borik asit+borax)'a oranla iki katı daha fazla oranda engellediği görülmektedir. Polietilen glikol'lü uygulamanın ardından yapılan stiren+metilmetakrilat emprenyesinde borik asit+borax'la benzeri retensiyon azalması, polietilen glikol'le emprenye sonrası sarıçam için bu karışımın daha uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo incelendiğinde kayın odunu deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan birinci emprenye işlem maddelerinin 3 homojenlik grubu

Tablo 5. Emprenye Edilen Kayın Odunu Deney Örneklerinde Tespit Edilen (t.k.o.a.o. %) Retensiyon Oranları (n=4, N=88)

Kim.Mad. Grubu	Deney No	Retensiyon %						Toplam	
		1. Emprenye			2. Emprenye			Ort.	St.sp.
		Ort.	St.sp.	HG*	Ort.	St.sp.	HG*		
I	1	13.8	1.3	ab	-	-	-	13.8	1.3
	2	20.2	2.0	bc	-	-	-	20.2	2.0
	3	23.5	0.8	bcd	-	-	-	23.5	0.8
	4	28.1	3.6	cd	-	-	-	28.1	3.6
II (a,b)	5	71.1	14.1	f	-	-	-	71.1	14.1
	6	68.7	9.9	f	-	-	-	68.7	9.9
	7	48.1	11.9	e	-	-	-	48.1	11.9
II (c,d)	8	15.5	6.5	ab	39.0	5.9	f	54.5	3.9
	9	8.7	2.8	a	30.4	10.9	ef	39.1	8.0
	10	20.3	6.7	bc	21.0	3.3	cd	41.3	4.4
	11	44.6	13.4	e	29.2	12.7	de	73.8	4.3
	12	89.2	12.0	g	7.3	4.0	a	96.5	12.9
	13	25.1	9.0	bcd	-	-	-	25.1	9.0

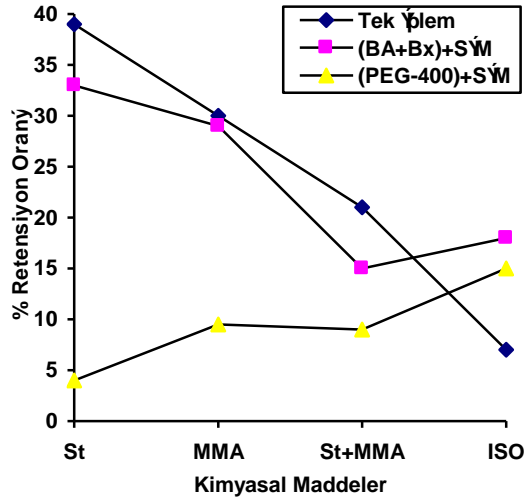
oluşturdıkları ve en yüksek retensiyondan itibaren borik asit, borax ve borik asit'in + borax'ın 1., stiren, metilmetakrilat, Vacsol, diamonyum fosfat ve Parafin+borikasit+borax'ın 2., diğer maddelerin 3. homojenlik grubunda yer aldıkları görülmektedir. Borlu bileşiklerin sarıçamda olduğu gibi kayında da yüksek retensiyon vermeleri bu bileşiklerin difüze olabilme özelliklerinden kaynaklanabilir (Archer ve ark., 1990).

Tablo 4. SİM'in Tek veya İkinci İşlemdaki Retensiyon Farklılıkları

SİM	Tek İşl. Reten. %	1. İşlem	2. İşl. Reten. %	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

2. işlemden uygulanan su itici maddelerin homojenlik grupları incelendiğinde, borik asit+borax'tan sonra uygulanan stiren ve metilmetakrilat en yüksek retensiyonu sağlarken, bunu stiren+metilmetakrilat ve izosiyanat'ın izlediği, Polietilen glikol-400'den sonra uygulanan su itici maddelerin ise istatistiksel anlamda en az retensiyonda kaldıkları tespit edilmiştir. Su itici maddelerin tek işlemde veya borik asit+borax ve Polietilen glikol-400'den sonra ikinci işlem olarak uygulanması durumunda retensiyon farklılıkları Tablo 6 ve Şekil 5'te verilmiştir. Su itici maddelerden stiren, metilmetakrilat ve stiren+metilmetakrilat'ın borik asit+borax'tan sonra uyguladığında tek başına uygulamaları oranla daha fazla retensiyon sağlamaları ilginçtir. Polietilen glikol-400'den sonra ise çalışmada uygulanan tüm su itici maddelerin tek işlemde daha düşük retensiyon verdikleri görülmektedir.

III	14	21.6	4.4	bc	-	-	-	21.6	4.4
	15	21.6	1.4	bc	4.0	1.6	a	25.6	9.0
	16	20.7	1.9	bc	10.2	4.2	ab	30.9	4.4
	17	18.8	1.0	abc	9.4	2.5	ab	28.2	4.3
	18	19.8	2.8	abc	16.3	2.3	bc	36.1	2.8
IV	19	32.7	8.4	d	-	-	ef	32.7	8.4
	20	28.9	14.4	cd	-	-	de	28.9	14.4
	21	15.2	0.8	abc	-	-	bc	15.2	0.8
	22	18.4	2.5	abc	-	-	bc	18.4	2.5

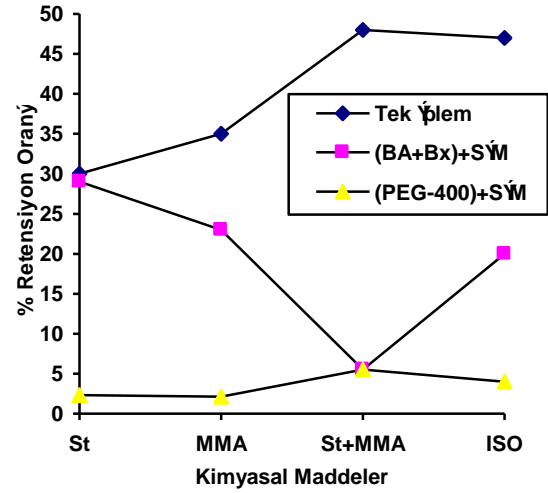


Şekil 4. Kayın odununda SİM maddelerin tekli ve ikincil işlemlerde uygulanması durumunda gerçekleşen retensiyon oranları.

Tablo incelendiğinde en yüksek retensiyon, organik çözücülü emprenye maddesi olan Vacsol ile, daha sonra borik asit, borax ve su itici maddelerle sağlandığı, diğer tüm maddelerin düşük oranlarda ve eşdeğer retensiyonlarda emprenye edilebildikleri anlaşılmaktadır. Borik asit+borax karışımının retensiyon oranı da, borik asit+borax'ın bireysel uygulamalarından daha düşük oranda gerçekleşmiştir. 2. işlemlerde uygulanan su itici maddelerin retensiyonunu bu türde de en çok azaltan emprenye polietilen glikol-400 emprenyesi olmuştur. Stiren+metilmetakrilat'da ise borik asit+borax ve polietilen glikol-400'ün su itici

Tablo 6. SİM'in Tek veya İkinci İşlemlerdeki Retensiyon Farklılıkları

SİM	Tek İşl. Reten. %	1. İşlem	2. İşl. Reten. %	Fark (%±)
St	32.7	BA+Bx PEG-400	39.0 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	21.0 9.4	+38.1 -38.1
ISO*	18.4	BA+Bx PEG-400	7.3 16.3	-60.3 -11.1



Şekil 5. Ladin odununda SİM'in tek veya ikinci işlemlerdeki uygulamaları durumunda gerçekleşen retensiyon oranları

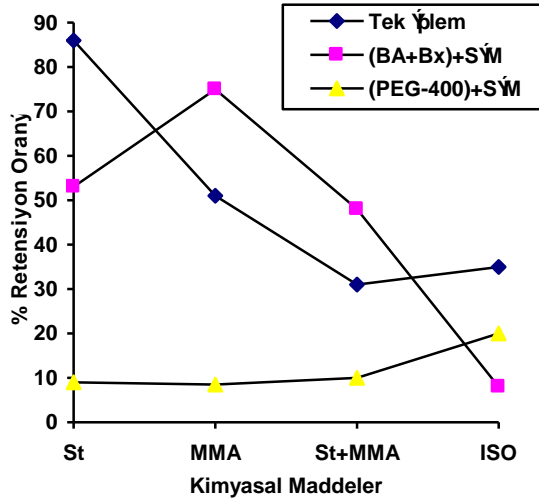
madde retensiyonunu engelleme oranları eşdeğerdedir.

Oysa aynı uygulama kayında eşdeğer oranda zıttır (Tablo 8). Borik asit+borax, stiren retensiyonunu hemen hemen hiç engellemezken, polietilen glikol-400, su itici madde retensiyonlarını genel olarak %88-97 arasında engellemiştir (Tablo 9 ve Şekil 5).

Tablo incelendiğinde istatistiksel olarak en yüksek retensiyonu birinci işlem için borax'la bunu takiben borik asit+borax, borik asit, stiren ve Vacsol'le gerçekleştiği, polietilen glikol-400'lü uygulamalarla su itici maddelerin ise daha az retensiyonlar verdiği görülmektedir. Kızılağaç odununda, diğer türlere göre oldukça yüksek oranlarda retensiyon sağlanması, bu türün kolay emprenye edilebilir niteliğini ve özellikle borlu bileşiklerle numalesinden son derece uygun sonuçlar vereceğini ortaya koymaktadır. Stiren en uygun retensiyonu sağlayan su itici madde olurken, borik asit+borax'tan sonra uygulanan stiren, metilmetakrilat ve (stiren+metilmetakrilat) ile izosiyanat da uygun retensiyonlar vermiştir. En az su itici madde retensiyonları polietilen glikol-400'den sonra uygulanan su itici madde ve (borik asit+borax)'tan

sonra soğuk sertleşme uygulanan izosiyanatda saptanmıştır.

1. İşlemden uygulanan borik asit + borax, metilmetakrilat ve stiren + metilmetakrilat retensiyonunu artırıcı etkide bulunurken stiren ve izosiyanat retensiyonunu azaltmıştır. Polietilen glikol-400 ise tüm su itici maddelerin ikinci işlemde % 42-90 arasında retensiyonunun azalmasına neden olmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. Kızılağaç odununda SİM maddelerinin tekli ve ikinci işlemde uygulanması durumunda gerçekleşen retensiyon oranları

### 3.3. Türler Arası Retensiyon Farklılıklarının Karşılaştırılması

Tablo 11'de araştırmada denenen kimyasal maddelerin retensiyonunda ağaç türünün farklılığının önemli olup olmadığının belirlenmesi amacıyla, aynı kimyasal maddenin 4 ağaç türündeki retensiyon oranları ve bu oranların % 95 güven düzeyinde farklılıkları basit varyans analizi sonuçlarına göre yapılan duncan testi sonuçlarından elde edilen homejenlik grupları ile birlikte verilmiştir.

Tablo incelendiğinde, Tanalith-CBC dışındaki diğer tüm maddelerde türler arasında farklılık olduğu görülmektedir. Borik asit, borax, (borik asit+borax)+stiren, (borikasit + borax) + etilmetakrilat, parafin + borik asit, borik asit+borax ve metilmetakrilat retensiyonları sarıçam, kayın ve ladinde eşdeğer, kızılağaçta anlamlı derecede fazladır. Homejenlik grupları dikkate alındığında

Tablo 7. Emprenye Edilen Ladin Odunu Deney Örneklerinde Tespit Edilen (t.k.o.a.o.%) Retensiyon Oranları (n=4, N=88)

Kimyasal Madde Grubu	Deney No	Retensiyon %						Toplam	
		1. Emprenye			2. Emprenye			Ort.	St.sp.
		Ort.	St.sp.	HG*	Ort.	St.sp.	HG*		
1	10.4	0.3	a	-	-	-	10.4	0.3	

istatistiksel anlamda en yüksek retensiyonun kızılağaçta gerçekleştiği bunu kayın, sarıçam ve ladinin izlediği görülmektedir. Böylece, bu çalışmada ladin genel olarak en az retensiyonun sağlandığı güç emprenye edilen tür olduğu çeşitli literatürleri (Richardson, 1978; Erkuloğlu, 1989; Yalınkılıç, 1993) destekleyen mahiyette ortaya konmuştur. Ladinde en yüksek retensiyonun diğer türlerden de anlamlı derecede yüksek olarak Vacsol'le sağlanması, bu türün organik çözücülü emprenye maddeleriyle kolaylıkla muamele edilebileceğini, su itici maddelerden de stiren+metilmetakrilat veya izosiyanat 'la işleme tabi tutulabileceğini göstermektedir. Öte yandan hemen hemen tüm emprenye maddeleriyle diğer emprenye koşullarının sabit tutulduğu bu çalışmada en yüksek retensiyonların kızılağaçta elde edilmesi, yörede sarıçam, kayın ve ladin oranla daha ucuz olan bu türün emprenye edilerek yaygın anlamda değerlendirilebilme imkânının bulunduğunu göstermektedir

## 4. DEĞERLENDİRME

Ülkemiz orman ürünleri endüstrisi kuruluşlarınca hammadde olarak kullanılan asli türlerimizden sarıçam, kayın, ladin ve kızılağaç odunlarının çeşitli kimyasal maddelerle belirli koşullarda emprenye edilmeleri durumunda kimyasal madde ve ağaç türüne göre meydana gelen retensiyon farklılıklarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada varılan başlıca sonuçlar ve yapılabilecek değerlendirmeler aşağıda verilmiştir:

Ladinde Vacsol'ün en fazla retensiyonda emprenye edilmesi, güç emprenye edildiği bilinen bu türün odununun organik çözücülü emprenye maddeleriyle kolaylıkla muamele edilebileceğini göstermektedir.

2. Su itici maddelerin 2. işlem olarak uygulandığı denemelerde kayın dışında, diğer tüm türlerde genellikle retensiyon azalması izlenirken, kayında borik asit+borax'ın ardından yapılan stiren, metilmetakrilat ve stiren+metilmetakrilat emprenyelerinde tek işlemler su itici madde uygulamalarına oranla % 19-38 arasında bir artış olması ilginçtir. Öte yandan polietilen glikol-400, borik asit + borax'a oranla su itici madde retensiyonunu yaklaşık iki katı oranda engellemiştir. Ancak, bu engelleme ağaç türlerine ve su itici maddenin türüne göre farklılıklar göstermektedir.

I	2	7.8	0.6	a	-	-	-	7.8	0.6
	3	9.0	0.3	a	-	-	-	9.0	0.3
	4	97.9	12.4	e	-	-	-	97.9	12.4
II (a,b)	5	39.0	13.1	bcd	-	-	-	39.0	13.1
	6	52.9	13.0	d	-	-	-	52.9	13.0
	7	9.5	2.6	a	-	-	-	9.5	2.6
II (c,d)	8	9.3	1.3	a	28.9	9.4	def	38.2	8.6
	9	7.3	5.0	a	23.9	19.7	cde	31.2	18.5
	10	11.0	4.2	a	5.7	1.2	abc	16.7	3.9
	11	10.8	1.8	a	42.9	6.6	ef	53.7	7.1
	12	11.5	5.8	a	20.8	6.0	bcd	32.3	4.9
III	13	13.8	0.9	a	-	-	-	13.8	0.9
	14	10.7	0.7	a	-	-	-	10.7	0.7
	15	10.7	1.2	a	2.1	1.1	ab	12.8	1.6
	16	10.1	0.69	a	1.0	0.5	a	11.1	1.0
IV	17	11.2	2.8	a	5.8	1.5	abc	17.0	2.0
	18	8.7	1.4	a	4.3	0.7	ab	13.1	0.7
	19	29.4	5.6	b	-	-	def	29.4	5.6
	20	34.9	13.8	bc	-	-	def	34.9	13.8
	21	48.0	27.0	cd	-	-	f	48.0	27.0
	22	47.2	9.1	cd	-	-	f	47.2	9.1

Tablo 8. SİM'in Tek veya İkinci İşlemdeki Retensiyon Farklılıkları

SİM	Tek İşl. Reten. %	1. İşlem	2. İşl. Reten.	Fark (%±)
St	29.4	BA+Bx PEG-400	28.9 2.1	-1.7 -92.7
MMA	34.9	BA+Bx PEG-400	23.9 1.0	-31.5 -97.1
St+MMA	48.0	BA+Bx PEG-400	5.7 5.8	-88.1 -88.9
ISO*	47.2	BA+Bx PEG-400	20.8 4.3	-55.9 -90.9

1. Borik asit, borax ve borik asit + borax'ın % 13'lük konsantrasyonda hazırlanan çözeltileri tüm ağaç türlerinde en yüksek retensiyonu sağlamışlardır.

Tablo 9. Emprenye Edilen Kızılağaç Odunu Deney Örneklerinde Tespit Edilen (t.k.o.a.o.%) Retensiyon Oranları (n=4, N=88)

Kimyasal Madde Grubu	Deney No	Retensiyon %						Toplam	
		1. Emprenye			2. Emprenye			Ort.	St.sp.
		Ort.	St.sp.	HG*	Ort.	St.sp.	HG*		
I	1	11.2	8.1	a	-	-	-	11.2	8.1
	2	18.7	3.4	abc	-	-	-	18.7	3.4
	3	22.6	4.7	abcd	-	-	-	22.6	4.7
	4	67.4	1.5	h	-	-	-	67.4	1.5
II (a,b)	5	105.2	18.8	j	-	-	-	105.2	18.8
	6	145.2	11.0	l	-	-	-	145.2	11.0
	7	119.4	11.3	k	-	-	-	119.4	11.3
II (c,d)	8	35.9	13.7	def	53.1	29.6	de	89.0	20.7
	9	16.2	11.8	ab	75.5	6.0	e	91.7	11.2
	10	27.6	3.0	bcd	48.1	21.9	cd	75.7	19.9
	11	45.6	5.0	efg	39.5	12.4	cd	85.1	7.9
	12	110.4	12.4	jk	7.3	2.4	a	117.7	11.7
III	13	48.7	13.9	fgh	-	-	-	48.7	13.9
	14	26.1	4.6	bcd	-	-	-	26.1	4.6
	15	27.8	3.2	bcd	8.6	2.5	a	36.4	4.3
	16	29.1	3.4	bcd	7.5	4.9	a	36.6	3.5
	17	29.5	2.1	bcd	10.1	0.5	a	39.6	1.8

3. Tanalith-CBC emprenyesi 4 ağaç türünde de eşdeğer retensiyonda sonuçlanmıştır. Diğer maddeler ise türlere göre farklı retensiyonlarda emprenye edilebildikleri gözlenmiştir. Toplam retensiyon oranları dikkate alındığında en yüksek retensiyondan itibaren ağaç türlerinin kızılağaç> kayın> sarçam> ladin emprenyede uygunluk sıralamasını gösterdikleri belirlenmiştir.

Sonuç olarak, emprenyesi kolay olan daha ucuz temin edilebilecek kızılağaç gibi türlerin kullanım



	18	20.8	1.3	abcd	20.6	2.3	ab	41.4	1.8
IV	19	85.9	10.6	i	-	-	e	85.9	10.6
	20	52.4	8.9	g	-	-	d	52.4	8.9
	21	31.6	10.7	cde	-	-	bc	31.6	10.7
	22	35.8	4.7	def	-	-	bcd	35.8	4.7

\* Temsil edilen harfler homojenlik gruplarını gösterir.

yerine uygun emprenye maddeleriyle muamele edilmesi suretiyle değerli türlere alternatif olabileceği söylenebilir. Bu denemeler, diğer ağaç türleri ve ağaç malzemelerin değişik kullanım yerleri için mevcut ve potansiyel emprenye maddeleriyle devam ettirilmeli ve emprenye maddesinin geçme derinliği ile koruma sınır değerinin belirlenmesi (threshold levels) desteklenmelidir.

Tablo 10. SİM'in İkinci İşlemdeki Retensiyon Farklılıkları

SİM	Tek İşl. Reten. %	1. İşlem	2. İşl. Reten.	Fark (%±)
St	85.9	BA+Bx PEG-400	53.1 8.6	-38.2 -90.0
MMA	52.4	BA+Bx PEG-400	75.5 7.5	+44.1 -85.7
St+MMA	31.6	BA+Bx PEG-400	48.1 10.1	+52.2 -68.0
ISO*	35.8	BA+Bx PEG-400	7.3 20.6	-79.6 -42.4

Tablo 11. Kimyasal Maddelerin Ağaç Türlerine Göre Gösterdikleri Retensiyon Oranı Farklılıkları

Kimyasal Madde	Toplam Retensiyon (% Ort.)							
	Sarıçam	HG*	Kayın	HG*	Ladin	HG*	Kızılağaç	HG
Tanalith-CBC	10.9	a	13.8	a	10.4	a	11.2	a
AS	14.1	b	20.2	c	7.8	a	18.7	c
DAP	11.2	a	23.5	b	9.0	a	22.6	b
Vacsol	28.6	a	28.1	a	97.9	c	67.4	b
BA	41.4	a	71.1	a	39.0	a	105.2	b
Bx	63.0	a	68.7	a	52.9	a	145.2	b
BA+Bx	16.4	a	48.1	b	9.5	a	119.4	c
(BA+Bx)+St	50.5	a	54.5	a	38.2	a	89.0	b
(BA+Bx)+MMA	18.1	a	39.1	a	31.2	a	91.7	b
(BA+Bx) + (St+MMA)	23.6	a	41.3	b	16.7	a	75.7	c
(BA+Bx)+ISO	41.1	a	73.8	b	53.7	a	85.1	b
(BA+Bx)+ISO	59.3	b	96.5	c	32.3	a	117.7	d
P+BA+Bx	14.7	a	25.1	a	13.8	a	48.7	b
PEG-400(P4)	13.1	a	21.6	b	10.7	a	26.1	c
P4+St	18.4	b	25.6	c	12.8	a	36.4	d
P4+MMA	17.9	a	30.9	b	11.1	a	36.6	b
P4+(St+MMA)	23.2	b	28.2	c	17.0	a	39.6	d
P4+ISO	27.7	b	36.1	c	13.1	a	41.4	d
St	56.3	b	32.7	a	29.4	a	85.9	c
MMA	24.1	a	28.9	a	34.9	a	52.4	b
St+MMA	35.7	ab	15.2	a	48.0	b	31.6	ab
ISO	22.3	a	18.4	a				

\* Harfler temsil edilen homojenlik gruplarını belirtmektedir.

**TEŞEKKÜR** : Bu çalışma TÜBİTAK -TOAG 875 Nolu projenin bir bölümünden hazırlanmıştır.

## 5. KAYNAKLAR

Archer, K.J., Williams, L.H. 1990. **Dip-diffusion Treatments for Softwood Lumber and Timbers**, In: First International Conference On Wood Protection with Diffusible Preservatives, Ed. M. Hamel, Forest Products Research Society, Proceedings 47355, 53-58, USA.

Arsenault, R.D. 1973. **Factors Influencing the Effectiveness of Preservative Systems**, In: Wood Deterioration and Its Preservation by Preservative Treatments, Vol.II, Preservatives and Preservative Systems, DD Nicholas. Ed., 121-278, Syracuse University Press, Syracuse, New York.

Berkel, A., Y. Bozkurt, Göker, Y. 1968. Çit Malzemelerinin Dayanmasını Artırmak Bakımından Çeşitli Yerli Ağaçlarımızla Pratik Metodlarla Emprenye Araştırmaları, İ.Ü. Orm. Fak. Yayın No:

1351, O.F. Yayın No:125, Kutulmuş Matbaası, 96 s., İst.

Erkuloğlu, Ö.S. (Ed.). 1989. **Doğu Ladini**, OAE El Kitabı Dizisi:5, Muhtelif Yay. Serisi: 58, 288.

Erten, A.D., Önal, S. 1985. Önemli Bazı Ağaç Türleri Tomruklarının Çeşitli Kimyasal Maddelerle Korunmasına İlişkin Araştırmalar, OAE Teknik Bülten Serisi, No:151, 45 s., Ankara.

Hafizoğlu H.; Yalınkılıç; M.K. Yıldız; Ü.C. Baysal, E. Demirci, Z. Peker, H. 1994. Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma Endüstrisinde Değerlendirilme İmkânları, TÜBİTAK-TOAG 875 Nolu Projesi, 377 s., Trabzon.

İlhan, R.; Taşkın, O. 1976a. Kızılağaç (*Alnus barbata* (C.A.Mey)) Teldirek ve Çit Kazıklarının Çeşitli Metodlarla Emprenyesine İlişkin Araştırmalar, OAE Teknik Bülten Serisi , No:82, 48 s., Ankara.

İlhan, R.; Taşkın; O. Erten, A.P. 1976b. Mavi Renk Oluşumunu Kimyasal Yoldan Önlemeye İlişkin Araştırmalar, OAE Yayınları Teknik Bülten Serisi, No:83, 29 s., Ankara.

Richardson, B. A. 1978. **Wood Preservation**, The Construction Press, Lancaster, England, 238 p.

Sunal, F. 1975. Bazı Yeni Maddelerle Kayında Çatlama ve Ardaklanmanın Önlenmesi Olanaklarının Araştırılması, OAE Teknik Bülten Serisi, No: 65, 19 s., Ankara.

Taşkın, O., Erten, A.P. 1977. Teldirek ve

Kazıklarının Emprenye Edilebilme Kabiliyetleri İle Dayanma Müddetlerinin Tespitine Ait Araştırmalar OAE Yayınları Teknik Bülten Serisi, No: 93, 76 s., Ankara.

Toker, R. 1956. Memleket Şartlarına Göre Kayında Ardaklanmayı Önleme Denemeleri, Ziraat Vekaleti, Orman Umum Müdürlüğü, OAE Yayınları, 207 (6), 66 s., Ankara.

**Wood preservation manuel**, 1986. FAO Forestry Department, Mechanical Wood Products Branch, Forest Industries Division, Rome, 152 p.

Yalınkılıç, M.K. 1993. Ağaç Malzemenin Yanma, Higroskopisite, Boyutsal Stabilitate ve Direnç Özelliklerinde Çeşitli Emprenye Maddelerinin Neden Olduğu Değişiklikler, Münferit Araştırma, KTÜ Orm. Fak. Trabzon.