



FARKLI AHŞAP MALZEMELERİN BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE SU İTİCİ MADDELERİN ETKİLERİ

Hüseyin PELİT¹, Mustafa KORKMAZ¹, Mehmet BUDAKÇI¹

¹ Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü,
81620, Düzce, TÜRKİYE
huseyinpelit@duzce.edu.tr

Özet- Bu çalışmada, su itici özellikteki maddeler ile muamele edilmiş farklı ahşap malzemelerin yoğunluk, su alma, boyutsal değişim ve retensiyon gibi bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), köknar (*Abies bornmulleriana* Mattf.), kayın (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarından hazırlanan örnekler sıvı parafin, katı parafin, baz yağı ve vazelin ile 24 saat süresince empenye edilmiştir. Örnekler daha sonra destile su içerisinde farklı sürelerde (2, 8, 24 ve 48 saat) bekletilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek retensiyon değerleri katı parafin ile muamele edilen köknar örneklerinde elde edilmiştir. Uygulanan empenye maddeleri, örneklerin (özellikle çam ve köknar) su alma oranı değerini önemli derecede düşürmüştü ve ölçüsel stabilite direncini arttırmıştır. Su alma ve ölçüsel stabilite direnci testlerinde en iyi sonuçlar sırası ile katı parafin ve vazelin ile muamele edilmiş örneklerde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler- Ahşap malzeme, Su itici maddeler, Empenye, Fiziksel özellikler.

EFFECTS OF WATER REPELLENTS ON SOME PHYSICAL PROPERTIES OF DIFFERENT WOODS

Abstract- In this study, it was aimed to determine some physical properties of different woods such as density, water absorption, dimensional change and retention treated with water repellents. The samples prepared from scots pine (*Pinus sylvestris* L.), fir (*Abies bornmulleriana* Mattf.), beech (*Fagus orientalis* L.) and oak (*Quercus petraea* L.) woods were impregnated with liquid paraffin, solid paraffin, base oil and vaseline for 24 h. The samples were then stored in distilled water at different times (2, 8, 24 and 48 h). According to the results of the research, the highest retention values were obtained in solid paraffin-treated fir samples. The applied impregnation materials significantly reduced the water absorption value of samples (especially pine and fir) and increased the dimensional stability resistance. The best results in water absorption and dimensional stability resistance tests were found in solid paraffin and vaseline treated samples, respectively.

Key Words- Wood material, Water repellents, Impregnation, Physical properties.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ağaç malzeme, hem ilk çağlarda basit araç-gereç üretiminde, hem de günümüz modern yapılarında insanoğluna hizmet etmiş bir malzemedir. Hafif olmasına rağmen yüksek direnç özellikleri göstermesi, işlenmesinin kolay olması, diğer üretim malzemeleriyle yüksek derecede uyum göstermesi, doğadan kolay ve yenilenebilir şekilde temin edilmesi bu süreçte ağaç malzemeye büyük önem kazandırmıştır.

Ağaç malzemenin kullanım alanlarını kısıtlayan özelliklerinden birisi su veya su buharı ile temas ettiğinde fiziksel ve kimyasal yapısında meydana gelen değişimlerdir. Ağaç malzemede meydana gelen boyutsal değişimlerin sebebi olan rutubet, hacimsel ve mekanik özelliklerde değişimlere neden olur ve ağaç malzemenin servis ömrünü büyük oranda azaltır. Özellikle tam kuru hal olarak kabul edilen %0 rutubet oranı ile lif doygunluğu noktası (LDN) olarak kabul edilen %28-30 rutubet oranları arasında boyutsal değişimler görülmektedir. Bu kararsızlığın sebebi hücre duvarındaki selüloz zincirlerinin amorf bölgelerine alınan veya bu bölgelerden dışarı verilen su molekülleridir. Odunun şişmesi ve daralması olarak bilinen bu değişimlerin genel adı “odunun çalışması” olarak isimlendirilmektedir [1, 2].

Kapı ve pencere, yer döşemesi, dış cephe kaplamaları, bahçe mobilyaları vb. gibi dış mekân uygulamalarında kullanılan ağaç malzemenin en büyük problemlerden biri odun-su ilişkisinin bu alanlarda yüksek olmasıdır. Ağaç malzemede gerekli önlemler alınmadığı takdirde yüksek rutubet eğilme, burkulma, çatlaklar gibi mekanik değişimlere neden olmakla beraber, yaşamak için suya ihtiyaç duyan biyolojik zararlıların da ağaç malzemeye arız olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle istenmeyen rutubetin ağaç malzemeden uzaklaştırılması ve denge rutubetinin daha düşük seviyelerde tutulması önemli bir husustur. Bu açıdan, su iticiler ile ön muamele edilen ağaç malzemelerde boyutsal kararlılık özellikleri iyileşir ve özellikle dış mekân uygulamalarında servis ömrü önemli derecede artar [3].

Ağaç malzemede, su alımının azaltılmasına yönelik yapılan bazı çalışmalar aşağıda sunulmuştur. Var (2001), farklı ağaç malzemeleri parafin-bezir yağı ile muamele etmiş ve daha sonra bu örnekleri suda bekleterek örneklerin bazı fiziksel özelliklerini belirlemiştir. Parafin-bezir yağı uygulanmış örneklerin herhangi bir su itici uygulanmamış örneklere göre %50'den daha az su tutabildiğini belirtmiştir [4]. Voulgaridis (1988), doğal (halep çamından elde edilmiş) ve yapay (düz zincirli hidrokarbon) reçineleri parafin wax ile farklı oranlarda karıştırarak yaptığı çalışmada, konsantrasyondaki parafin wax miktarıyla doğru orantılı olarak ağaç malzemenin su itici özelliğinin de arttığını bildirmiştir [5]. Williams (2001), toplamda 45 yıl süren bir çalışmada dış cephedeki pencere pervazlarına su itici kimyasalların uygulanmasının bu malzemelerin performansı üzerine etkilerini araştırmıştır. Bu kapsamda emprenye maddesi olarak endüstriyel su iticilerden %5'lik pentaklorofenol ve %5'lik wax/parafin çözeltilerini kullanmıştır. Deneyler sonucunda wax kullanılan çözeltiler ile ticari çözeltiler arasında ciddi bir fark bulunmadığı ve dış mekân uygulamalarında servis ömrünü uzatmak için su iticilerin kullanılmasının büyük fayda sağladığını belirtmiştir [6]. Passialis ve Voulgaridis (2005), Halep çamının yaprak ve kabuklarından toluen kullanarak bir çeşit wax benzeri materyal elde ederek sarıçam ağaç malzemeye uygulamışlar ve bu malzemenin su itici özelliklerini ölçmüşlerdir. Sonuç olarak wax ve bu wax benzeri malzemelerin %50'ye kadar su itici özellik gösterdiğini bildirmişlerdir [7]. Feist (1984) farklı kimyasal ve su iticiler ile yaptığı çalışmada bu malzemelerin odun üzerinde oluşan küflerin oluşumuna etkisini incelemiş ve uzun süreli (33 ay) dış hava koşullarına maruz kalma sonucunda dahi parafin wax gibi su iticilerin küf oluşumunda ciddi bir azalmaya neden olduğu sonucuna varmıştır [8].

Bu çalışmanın amacı, sıvı parafin, katı parafin, baz yağı ve vazelin gibi su itici maddeler ile 24 saat süresince empenye edilmiş sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), köknar (*Abies bornmulleriana* Mattf.), kayın (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesidir.

2. MALZEME VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

2.1. Ağaç Malzeme (Wood Material)

Çalışmada, mobilya ve yapı endüstrisinde sıklıkla tercih edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Uludağ köknarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) odunu örnekleri kullanılmıştır. Örnekler, Düzce ilindeki bir kereste işletmesinden rastgele seçim metodu ile temin edilmiştir. Örneklerde çürük, budak, çatlak, renk ve yoğunluk farkı olmamasına dikkat edilmiştir [9]. Hava kurusu rutubete sahip örnekler, diri odun kısımlarından 20×20×30 mm (teğet yön × radyal yön × lifler yönü) ölçülerinde ve her bir test değişkeni için 5 tekrarlı (n = 5) olacak sayıda kesilmiştir. Daha sonra örnekler 103 ± 2 °C sıcaklıktaki kurutma fırınında (etüv) sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve ardından örneklerin tam kuru ağırlık (g) ve boyutları (mm) 0,01 duyarlılıkla belirlenmiştir.

2.2. Emprenye (Impregnation)

Çalışmada, empenye maddesi (su itici) olarak sıvı parafin, katı parafin (erime sıcaklığı: 55 °C), petrol türevli baz yağ ve ham vazelin (erime sıcaklığı: 52,5 °C) kullanılmıştır. Katı parafin ve baz yağ Mercan Kimya Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den; sıvı parafin ve ham vazelin ise Petroyağ şirketinden temin edilmiştir.

Tam kuru haldeki ahşap örnekler; daldırma metodu uygulanarak, atmosferik basınç altında ve 24 saat süre ile empenye edilmiştir. Katı parafin ve vazelinin sıvı halde kullanılması için empenye işlemi 65 °C sıcaklık ortamında (etüvde) gerçekleştirilmiştir. Sıvı parafin ve baz yağ ise normal oda koşullarında uygulanmıştır. 24 saatin sonunda empenye çözeltisinden çıkarılan örneklerin yüzeyindeki fazlalıklar kağıt havlu ile alınmış ve hemen ağırlık tartımları yapılmıştır. Daha sonra örnekler, 50 °C sıcaklıktaki etüv fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve örneklerin tam kuru ağırlık (g) ve boyutları (mm) 0,01 duyarlılıkla yeniden belirlenmiştir. Emprenyeli örneklerde madde kaybını önlemek için fırın sıcaklığı 50 °C'de tutulmuştur. Ahşap örneklerin absorbe ettiği empenye maddesi miktarları Eşitlik 1'e, kuru madde tutunma oranları ise Eşitlik 2'ye göre belirlenmiştir.

$$\text{Retensiyon (kg/m}^3\text{)} = [(M_{es} - M_{0e0}) \times C] / V \times 10^3 \quad (1)$$

$$\text{Retensiyon (\%)} = (M_{0es} - M_{0e0}) / M_{0e0} \times 10^2 \quad (2)$$

burada; M_{es} : empenye sonrası örnek ağırlığı (g), M_{0e0} : empenye öncesi tam kuru örnek ağırlığı (g), C: çözelti konsantrasyonu (%), V: örnek hacmi (cm^3), M_{0es} : empenye sonrası tam kuru örnek ağırlığıdır (g).

2.3. Yoğunluk (Density)

Kontrol (işlemsiz) ve empenyeli örneklerin tam kuru yoğunluk değerleri TS 2472 standardı dikkate alınarak (emprenyeli örnekler 50 °C'de kurutulduğu için bir revizyon yapıldı) aşağıda gösterilen Eşitlik 3'e göre belirlenmiştir [10].

$$\delta_0 \text{ (g/cm}^3\text{)} = M_0 / V_0 \quad (3)$$

burada; δ_0 : tam kuru örnek yoğunluğu (g/cm³), M_0 : tam kuru örnek ağırlığı (g), V_0 : tam kuru örnek hacmidir (cm³).

2.4. Su Alma ve Boyutsal Değişim (Water Absorption and Dimensional Change)

Örneklerin su alma ve boyutsal değişim testleri ISO 13061-15 (2017) standardına göre gerçekleştirilmiştir [11]. Daha önce tam kuru ağırlık ve boyutları belirlenen örnekler oda şartlarında, destile su içerisinde 2, 8, 24 ve 48 saat sürelerle bekletilmiştir. Her bir bekletme süresinin sonunda örnekler sudan alınarak kağıt havlu ile kurulanmış ve hemen ağırlık tartımları yapılmıştır. Boyutsal değişim için, 48 saat suda bekletilen örneklerin boyutları belirlenmiştir. Örneklerin su alma oranları (SAO) Eşitlik 4'e göre, teğet ve radyal yöndeki boyutsal değişim (şişme) değerleri (BD) ise Eşitlik 5'e göre belirlenmiştir.

$$\text{SAO (\%)} = (M_2 - M_1) / M_1 \times 10^2 \quad (4)$$

$$\text{BD (\%)} = (L_2 - L_1) / L_1 \times 10^2 \quad (5)$$

burada; M_2 : suda bekletme sonrası rutubetli örnek ağırlığı (g), M_1 : suda bekletme öncesi tam kuru örnek ağırlığı (g), L_2 : suda bekletme sonrası rutubetli örnek genişliği-kalınlığı (mm), L_1 : suda bekletme öncesi tam kuru örnek genişliği-kalınlığıdır (mm).

2.5. İstatistiksel Analiz (Statistical Analysis)

Ahşap örneklerin bazı fiziksel özellikleri üzerine ağaç türü, su itici madde çeşidi, suda bekletme süresi ve kesim yönü gibi değişkenlerin etkisini belirlemek için 0.05 önem düzeyinde varyans analizi uygulanmıştır. Ayrıca, örneklerin fiziksel özelliklerinin ortalama değerleri ağaç türü, su itici madde çeşidi, suda bekletme süresi ve kesim yönü düzeyinde Duncan testleri ile karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR (FINDINGS)

Su itici maddelerle muamele edilmiş dört farklı ağaç malzemenin bazı fiziksel özelliklerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir. Sonuçlara göre, deney örneklerinin retensiyon, yoğunluk, su alma ve boyutsal değişim değerleri üzerine ağaç türü, su itici madde çeşidi, suda bekletme süresi ve kesim yönü faktörlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 1. Su itici maddelerle empenye edilmiş farklı ağaç malzemelerin retensiyon, yoğunluk, su alma ve boyutsal değişim değerleri için varyans analizi sonuçları (Results of variance analysis for retention, density, water absorption and dimensional change values of different wood impregnated with water repellents)

Test	Faktör	F değeri	p≤0,05
Retensiyon (kg/m ³)	Ağaç türü (A)	267,2444	0,0000*
	Su itici madde (B)	5,8082	0,0014*
	Etkileşim (AB)	6,9162	0,0000*
Retensiyon (%)	Ağaç türü (A)	578,4222	0,0000*
	Su itici madde (B)	13,2091	0,0000*
	Etkileşim (AB)	5,8083	0,0000*
Yoğunluk (g/cm ³)	Ağaç türü (A)	1366,5238	0,0000*

	Su itici madde (B)	489,4610	0,0000*
	Etkileşim (AB)	18,0945	0,0000*
Su alma oranı (%)	Ağaç türü (A)	397,5811	0,0000*
	Suda bekletme süresi (B)	1946,6960	0,0000*
	Etkileşim (AB)	31,4041	0,0000*
	Su itici madde (C)	6646,6049	0,0000*
	Etkileşim (AC)	413,9748	0,0000*
	Etkileşim (BC)	19,8010	0,0000*
	Etkileşim (ABC)	7,1542	0,0000*
	Boyutsal değişim (%)	Ağaç türü (A)	81,4578
Kesim yönü (B)		6411,4691	0,0000*
Etkileşim (AB)		3,6823	0,0134*
Su itici madde (C)		262,4531	0,0000*
Etkileşim (AC)		17,0439	0,0000*
Etkileşim (BC)		27,6724	0,0000*
Etkileşim (ABC)		6,9531	0,0000*

*: %95 güven düzeyinde önemli

3.1. Retensiyon ve Yoğunluk (Retention and Density)

Çeşitli su itici maddelerle muamele edilen çam, köknar, kayın ve meşe odunu örneklerinde emprenye sonrası ölçülen retensiyon ve tam kuru yoğunluk değeri ortalamaları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Su itici maddelerle emprenye edilmiş ağaç malzemelerde retensiyon ve yoğunluk değeri ortalamaları (Retention and density value averages in wood materials impregnated with water repellents)

Ağaç türü	Su itici madde	Retensiyon (kg/m ³)		Retensiyon (%)		Yoğunluk (g/cm ³)	
		A.O.	St.Sp.	A.O.	St.Sp.	A.O.	St.Sp.
Çam	Kontrol	-	-	-	-	0,517	0,003
	Sıvı parafin	156,04	8,49	28,02	1,24	0,668	0,011
	Katı parafin	162,34	5,19	30,60	0,84	0,691	0,006
	Baz yağ	165,94	10,61	29,88	1,24	0,669	0,008
	Vazelin	136,19	6,20	26,06	1,29	0,650	0,004
Köknar	Kontrol	-	-	-	-	0,434	0,004
	Sıvı parafin	187,89	7,60	39,36	2,01	0,600	0,007
	Katı parafin	197,11	12,49	45,44	2,98	0,629	0,016
	Baz yağ	194,17	13,54	39,43	2,86	0,605	0,019
	Vazelin	160,26	7,24	36,61	2,11	0,592	0,010
Kayın	Kontrol	-	-	-	-	0,625	0,005
	Sıvı parafin	133,36	10,34	19,99	1,26	0,745	0,006
	Katı parafin	153,22	17,44	24,41	3,25	0,775	0,005
	Baz yağ	122,43	7,73	18,59	0,63	0,738	0,005
	Vazelin	156,61	11,16	24,41	1,85	0,770	0,012
Meşe	Kontrol	-	-	-	-	0,715	0,005
	Sıvı parafin	65,19	4,62	8,81	0,44	0,776	0,009

	Katı parafin	66,53	5,35	9,01	0,68	0,786	0,011
	Baz yağ	66,07	2,02	9,05	0,17	0,782	0,008
	Vazelin	77,23	5,49	10,56	0,59	0,788	0,011

A.O: Aritmetik ortalama; St.Sp: Standart sapma

Farklı su itici maddelerle empenye edilen çam, köknar, kayın ve meşe odunu örneklerinin retensiyon ve yoğunluk değeri ortalamalarının ağaç türü ve su itici madde çeşidi düzeyindeki Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Retensiyon ve yoğunluk değerlerinin ağaç türü ve su itici madde çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırması (Duncan test comparison of retention and density values at level wood species and water repellent type)

	Retensiyon (kg/m ³)		Retensiyon (%)		Yoğunluk (g/cm ³)	
	O.D.	H.G.	O.D.	H.G.	O.D.	H.G.
Ağaç türü						
Çam	155,13	b	28,64	b	0,639	c
Köknar	184,86	a	40,21	a	0,572	d
Kayın	141,41	c	21,85	c	0,731	b
Meşe	68,76	d	9,36	d	0,770	a
Su itici madde						
Kontrol	-	-	-	-	0,573	c
Sıvı parafin	135,62	b	24,04	b	0,697	b
Katı parafin	144,80	a	27,36	a	0,720	a
Baz yağ	137,15	b	24,24	b	0,698	b
Vazelin	132,57	b	24,41	b	0,700	b

O.D: Ortalama değer; H.G: Homojenlik grubu

Tablo 3’e göre, ağaç türü düzeyinde her iki retensiyon değeri en yüksek köknar’da, en düşük meşe’de bulunmuştur. Su itici madde çeşidi düzeyinde ise en yüksek katı parafinde, en düşük diğer su itici maddelerde (istatistiksel olarak aralarındaki fark önemsizdir) elde edilmiştir. Tam kuru yoğunluk değerleri, ağaç türü düzeyinde en yüksek meşe’de, en düşük köknar’da; su itici madde çeşidi düzeyinde ise en yüksek katı parafinli örneklerde, en düşük kontrol (işlemsiz) örneklerde elde edilmiştir.

Absorbe edilen empenye maddesini ifade eden retensiyon (kg/m³) ile kuru madde tutunmasını ifade eden retensiyon (%) değerleri en yüksek köknar örneklerinde bulunmuş ve bunu sırası ile çam, kayın ve meşe örnekler izlemiştir (Tablo 2). Elde edilen sonuçların, ağaç malzemelerin başlangıç yoğunlukları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Zira literatürde, ağaç malzeme yoğunluğunu etkileyen en önemli faktörlerden birinin boşluk hacmi olduğu [2] ve ağaç malzeme boşluk hacminin arttıkça absorbe edilen empenye maddesi miktarının da arttığı belirtilmiştir [12, 13, 4]. Retensiyon değerleri; iğne yapraklı türler olan çam ve köknar odunları için katı parafin ve baz yağında, geniş yapraklı türler olan kayın ve meşe odunlarında ise katı parafin ve vazelin uygulamalarında daha yüksek bulunmuştur. Tüm ağaç türleri açısından değerlendirildiğinde, genel olarak katı parafinle muamele edilen örneklerde daha yüksek retensiyon değerleri elde edilmiştir (Tablo 2 ve Tablo 3).

Su itici maddelerle empenye edilen tüm örneklerin tam kuru yoğunluk değerleri kontrol (işlemsiz) örneklere göre artmıştır (Tablo 2). Yoğunluktaki artışların, % retensiyon (katı madde tutunması) değerleri ile doğrudan ilişkili olduğu görülmüş ve yüksek retensiyon değerinde daha fazla yoğunluk artışı gerçekleşmiştir. İşlemsiz örneklere göre, katı parafin ile işlem gören çam,

kökner, kayın ve meşe örneklerin tam kuru yoğunluk değerlerinde sırası ile %34, %45, %24 ve %10 oranında artış meydana gelmiştir (Tablo 2).

3.2. Su Alma (Water Absorption)

Çeşitli su itici maddelerle empenye edilen çam, kökner, kayın ve meşe odunu örneklerinde farklı sürelerde suda bekletme sonrası belirlenen su alma oranı değerleri Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4. Su itici maddelerle empenye edilmiş ağaç malzemelerde su alma oranı ortalamaları (Water absorption averages in wood materials impregnated with water repellents)

Ağaç türü	Su itici madde	Su alma oranı (%)							
		2 saat		8 saat		24 saat		48 saat	
		A.O.	St.Sp.	A.O.	St.Sp.	A.O.	St.Sp.	A.O.	St.Sp.
Çam	Kontrol	62,82	1,23	65,07	0,68	68,16	0,80	74,21	0,30
	Sıvı parafin	12,65	0,57	19,03	0,50	26,15	0,48	31,10	0,70
	Katı parafin	3,90	0,28	6,13	0,28	9,65	0,26	13,93	0,50
	Baz yağ	12,84	0,57	18,60	0,81	25,71	0,56	30,70	0,66
	Vazelin	6,60	0,33	9,80	0,36	14,72	0,38	20,44	0,37
Kökner	Kontrol	54,60	6,33	62,19	4,84	65,89	4,26	70,64	3,59
	Sıvı parafin	12,46	0,55	17,88	0,57	23,39	0,63	27,61	0,78
	Katı parafin	4,50	0,36	6,78	0,42	11,53	0,63	17,09	0,57
	Baz yağ	13,30	0,91	18,55	1,16	24,31	1,39	28,43	1,31
	Vazelin	7,27	0,41	10,30	0,54	15,21	0,58	19,44	0,30
Kayın	Kontrol	21,11	0,47	33,43	0,72	46,52	0,92	54,12	0,43
	Sıvı parafin	10,07	0,54	15,14	0,68	22,65	0,67	30,01	0,92
	Katı parafin	5,79	0,35	8,83	0,45	14,30	0,65	20,14	0,67
	Baz yağ	10,88	0,44	15,85	0,37	23,55	0,35	31,36	0,52
	Vazelin	6,69	0,25	9,60	0,35	14,57	0,67	19,70	0,61
Meşe	Kontrol	16,45	0,56	26,01	1,00	38,88	1,34	50,64	1,37
	Sıvı parafin	8,74	0,30	13,56	0,74	21,74	1,30	30,13	1,52
	Katı parafin	4,91	0,18	9,18	0,72	16,27	0,92	24,10	0,81
	Baz yağ	8,94	0,22	14,24	0,58	22,79	1,28	31,25	1,44
	Vazelin	5,99	0,61	9,62	0,65	17,46	1,75	23,89	0,66

A.O: Aritmetik ortalama; St.Sp: Standart sapma

Su itici maddelerle empenye edilen çam, kökner, kayın ve meşe odunu örneklerinin su alma oranı ortalamalarının ağaç türü, suda bekletme süresi ve su itici madde çeşidi düzeyindeki Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Su alma oranı değerlerinin ağaç türü, suda bekletme süresi ve su itici madde çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırması (Duncan test comparison of water absorption values at level wood species, immersion time in water and water repellent type)

	Su alma oranı (%)	
	O.D.	H.G.
Ağaç türü		
Çam	26,61	a
Kök nar	25,57	b
Kayın	20,72	c
Meşe	19,74	d
Suda bekletme süresi		
2 saat	14,53	d
8 saat	19,49	c
24 saat	26,17	b
48 saat	32,44	a
Su itici madde		
Kontrol	50,67	a
Sıvı parafin	20,14	c
Katı parafin	11,06	e
Baz yağ	20,71	b
Vazelin	13,20	d

O.D: Ortalama değer; H.G: Homojenlik grubu

Tablo 5'e göre, su alma oranı ağaç türü düzeyinde en yüksek çam'da, en düşük meşe'de; suda bekletme süresi düzeyinde en yüksek 48 saatte, en düşük 2 saatte; su itici madde çeşidi düzeyinde ise en yüksek kontrol (işlemsiz) örneklerde, en düşük katı parafinle muamele edilen örneklerde bulunmuştur.

Kontrol (işlemsiz) örneklerle karşılaştırıldığında su itici maddelerle muamele edilen tüm ağaç türlerinde su alma oranı değerleri azalmıştır (Tablo 4). Kayın ve meşe'ye göre daha fazla su alma oranına sahip işlemsiz çam ve köknar odunlarında su itici maddelerle muamele sonrası su alma oranı önemli derecede azalmıştır. Bu durum çam örneklerde daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Su itici madde olarak, su alma oranlarında en düşük (en iyi) sonuçlar katı parafin ve vazelin ile işlem gören örneklerde elde edilmiştir. Sıvı parafin ve baz yağı su alma oranlarında daha az etkili olmakla birlikte benzer özellik sergilemişlerdir. Ayrıca, suda bekletme süresindeki artışa bağlı olarak tüm örneklerde su alma oranı artış göstermiştir. 2 saat suda bekletme periyodu sonrasında; kontrol (işlemsiz) örneklere göre, katı parafin ile işlem gören çam, köknar, kayın ve meşe örneklerde su alma değerleri sırası ile %94, %92, %73 ve %70 oranında azalmıştır. Ancak, suda bekletme süresi uzadıkça (2 saatten 48 saate) bu oranlarda düşüş gözlenmiş ve 48 saat sonunda sırası ile %81, %76, %63 ve %52 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 4). Bu durum, suyla temas süresi uzadıkça su itici maddelerin ağaç malzeme su almayı önleyici etkisinin azaldığını göstermektedir. Sonuçlar, önceki benzer çalışma sonuçları ile uyumludur [4].

3.3. Boyutsal Değişim (Dimensional Change)

Farklı su itici maddelerle muamele edilen çam, köknar, kayın ve meşe odunu örneklerinde 48 saat süre ile suda bekletme sonrası ölçülen boyutsal değişim değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Su itici maddelerle emprenye edilmiş ağaç malzemelerde boyutsal değişim değeri ortalamaları (Averages of dimensional change values in wood materials impregnated with water repellents)

Ağaç türü	Su itici madde	Boyutsal değişim (%)			
		Teğet yön		Radyal yön	
		A.O.	St.Sp.	A.O.	St.Sp.
Çam	Kontrol	10,88	0,16	5,98	0,73
	Sıvı parafin	10,52	0,08	5,40	0,11
	Katı parafin	6,47	0,43	2,75	0,06
	Baz yağ	10,39	0,24	5,28	0,19
	Vazelin	8,53	0,24	4,15	0,15
Kök nar	Kontrol	9,91	0,59	4,80	0,40
	Sıvı parafin	9,50	0,54	4,63	0,39
	Katı parafin	8,15	0,49	3,99	0,33
	Baz yağ	9,11	0,55	4,54	0,32
	Vazelin	8,31	0,69	4,17	0,35
Kayın	Kontrol	13,36	1,25	5,94	0,23
	Sıvı parafin	10,99	0,23	6,10	0,15
	Katı parafin	8,27	0,15	4,95	0,28
	Baz yağ	10,98	0,17	6,32	0,30
	Vazelin	8,28	0,58	4,82	0,08
Meşe	Kontrol	11,32	0,38	5,60	0,48
	Sıvı parafin	9,64	0,38	4,92	0,47
	Katı parafin	8,71	0,27	3,81	0,22
	Baz yağ	10,10	0,21	4,84	0,54
	Vazelin	8,72	0,22	3,91	0,38

A.O: Aritmetik ortalama; St.Sp: Standart sapma

Farklı su itici maddelerle emprenye edilen çam, köknar, kayın ve meşe odunu örneklerinde boyutsal değişim değeri ortalamalarının ağaç türü, kesim yönü ve su itici madde çeşidi düzeyindeki Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Boyutsal değişim değerlerinin ağaç türü, kesim yönü ve su itici madde çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırması (Duncan test comparison of dimensional change values at level wood species, cutting direction and water repellent type)

	Boyutsal değişim (%)	
	O.D.	H.G.
Ağaç türü		
Çam	7,04	b
Kök nar	6,71	c
Kayın	8,00	a
Meşe	7,16	b
Kesim yönü		
Teğet yön	9,61	a
Radyal yön	4,85	b
Su itici madde		
Kontrol	8,47	a
Sıvı parafin	7,71	b
Katı parafin	5,89	d
Baz yağ	7,70	b
Vazelin	6,36	c

Tablo 7'ye göre, boyutsal değişim değerleri ağaç türü düzeyinde en yüksek kayın'da, en düşük köknar'da; kesim yönü düzeyinde radyal yöne göre teğet yönde; su itici madde çeşidi düzeyinde ise en yüksek kontrol (işlemsiz) örneklerde, en düşük katı parafınle muamele edilen örneklerde elde edilmiştir.

Su itici maddelerle emprenye sonrasında dört ağaç türünün her iki yöndeki (teğet ve radyal) boyutsal değişim değerleri azalmıştır (Tablo 6). Kontrol (işlemsiz) örneklerle karşılaştırıldığında, emprenye sonrası boyutsal değişim açısından köknar örnekler diğer ağaç türlerine göre daha az etkilenmiştir. Çam örnekler genel olarak en fazla etkilenen ağaç türüdür. Ölçüsel stabilite direncinde en iyi sonuçlar sırası ile katı parafın ve vazelin ile işlem gören örneklerde elde edilmiştir. Sıvı parafın ve baz yağı ahşap örneklerin ölçüsel stabilitesinde daha az öneme sahiptir ve bu iki su itici madde boyutsal değişim ölçümlerinde birbirine yakın değerler vermişlerdir. İşlemsiz örneklere göre, katı parafın ile işlem gören çam, köknar, kayın ve meşe örneklerde boyutsal değişim değeri teğet yön için sırası ile %41, %18, %38 ve %23 oranında, radyal yön için ise sırası ile %54, %17, %17 ve %32 oranında azalmıştır (Tablo 6).

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Bu çalışmada, farklı su itici maddeler (sıvı parafın, katı parafın, baz yağ ve vazelin) ile emprenye edilmiş çam, köknar, kayın ve meşe odunlarının retensiyon, yoğunluk, su alma ve boyutsal değişim gibi bazı fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Retensiyon değerleri kayın ve meşe'ye göre köknar ve çam örneklerde, su itici madde olarak ise katı parafın uygulamalarında daha yüksek bulunmuştur. Emprenye sonrası, tüm örneklerin tam kuru yoğunluğu retensiyon değerlerine bağlı olarak artmıştır. Katı parafın ile işlem gören çam, köknar, kayın ve meşe örneklerin yoğunluk değerlerinde sırası ile %34, %45, %24 ve %10 oranında artış gerçekleşmiştir. Su itici maddelerle muamele sonrası tüm örneklerin (özellikle çam ve köknar) su alma oranları önemli derecede azalmış ve ölçüsel stabilite direnci artmıştır. Su alma ve ölçüsel stabilite direncinde en iyi sonuçlar katı parafın ve vazelin uygulamasında elde edilmiş, sıvı parafın ve baz yağının ise daha az öneme sahip olduğu görülmüştür.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Berkel, A., (1972). Ağaç Malzeme Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul.
- [2]. Örs, Y., Keskin, H., (2008). Ağaç Malzeme Teknolojisi, Öz Baran Ofset Matbaacılık, Ankara.
- [3]. Williams, R.S., Feist, W.C., (1999). Water repellents and water-repellent preservatives for wood. (FPL ; GTR-109), 12 p.
- [4]. Var, A.A., (2001). Ahşap malzemede su alımının parafın vaks/bezir yağı karışımıyla azaltılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 2, 97-110.
- [5]. Voulgaridis, E., (1988). Protection of oak wood (*Quercus conferta* Kit.) from liquid water uptake with water repellents. *Wood and Fiber Science*, 20(1): 68-73.
- [6]. Williams, R.S., (2001). Effect of water repellent preservatives and other wood treatments on restoration and durability of millwork. *Proceedings : Ninety-seventh Annual Meeting of the American Wood-Preservers Association, Minneapolis, Minnesota, May 20-23.*
- [7]. Passialis, C.N., Voulgaridis, E.V., (1999). Water repellent efficiency of organic solvent extractives from Aleppo pine leaves and bark applied to wood. *Holzforschung*, 53(2), 151-155.

- [8]. Feist, W.C., (1984). The role of water repellents and chemicals in controlling mildew on wood exposed outdoors, US Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, (Vol. 247).
- [9]. TS 2470 (1976). Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler, T.S.E., Ankara.
- [10]. TS 2472 (1976). Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, T.S.E., Ankara.
- [11]. ISO 13061-15 (2017). Physical and mechanical properties of wood - Determination of radial and tangential swelling, International Organization for Standardization, Switzerland.
- [12]. Bozkurt, A.Y., Erdin, N., (1997). Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:3998/445, ISBN 975-404-449-X, İstanbul.
- [13]. Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N., (1993). Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No: 3779/425, İstanbul.