

Silikon bazlı kimyasal maddelerle emprenye işleminin odunun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi

The effect of impregnation with silicon based compounds on some physical and mechanical properties of wood

Ceyhun KILIÇ¹ 
Ümit Cafer YILDIZ² 

¹Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği
Bölümü, Trabzon

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Ceyhun KILIÇ
ceyhunkilic@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (*Received*)

15.10.2019

Kabul Tarihi (*Accepted*)

08.01.2020

Atıf (*To cite this article*): KILIÇ, C , YILDIZ, Ü . (2020). Silikon bazlı kimyasal maddelerle emprenye işleminin odunun bazı fiziksel, mekanik ve biyolojik özelliklerine etkisi. Ormanlık Araştırma Dergisi , 7 (1) , 80-87 .
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.633435>



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Doğu Karadeniz Bölgesinde doğal olarak yetişen ve orman ürünleri sanayinde yoğun olarak kullanılan doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ve doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odun örnekleri silikon bazlı emprenye maddelerinin %10 ve %50' lik konsantrasyonlarında dolu hücre yöntemi ile emprenye edilmiş ve emprenye sonrasında odun özelliklerinde meydana gelen değişiklikler bazı fiziksel ve mekanik test yöntemleri ile belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan silikonlar ticari bir firmadan temin edilmiştir. Fiziksel özelliklerden yoğunluk, mekanik özelliklerden liflere paralel basınç direnci ve dinamik eğilme (şok) direnci testi yapılmıştır. Çalışmadaki tüm testler 10 tekrarlı yapılmış olup yoğunluk ve liflere paralel basınç direnci testleri için 2x2x3 cm, şok direnci için 2x2x30 cm boyutlarında örnekler kullanılmıştır. Sonuç olarak emprenye edilen örneklerin yoğunluk ve liflere paralel basınç direnci, kontrol örneklerine yakın bulunmuştur. Ancak emprenye edilen örneklerin şok direncinde azalmalar olduğu gözlenmiştir. Dinamik yüklerin etkisinde kalan köprü, merdiven, gibi yerlerde silikon bazlı emprenye maddeleriyle emprenye edilen ahşabın kullanılmaması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: doğu kayını, *Fagus orientalis*, doğu ladini, *Picea orientalis*, emprenye, silikon.

Abstract

The effect of impregnation with silicon based compounds on some physical and mechanical properties was investigated of spruce (*Picea orientalis* L.) and beech (*Fagus orientalis* L.) wood species spreading widely and processed intensively for the wood industry at East Black-sea Region of Turkey. All silicon products were supplied by commercial Dow Corning Corporation (Seneffe, Belgium). Wood specimens were impregnated concentrations of 10% and 50% according to full cell impregnation method. As physical properties; density as mechanical properties; compression strength parallel to grain and shock strength were performed on both treated and untreated specimens. All the tests were performed with 10 replications. Samples with dimensions of 2x2x3 cm were used for compression strength parallel to grain and density tests, 2x2x30 cm for shock strength. As a result of the study, impregnation of wood with silicon based formulations did not decrease density and compression strength parallel to grain of treated specimens was nearly similar to untreated specimens whilst, shock strength of treated specimens was relatively lower than that of untreated specimens. In the study, It is not recommended to use wood impregnated with silicone-based impregnating agents at places of use under dynamic loads.

Key Words: beech, *Fagus orientalis*, spruce, *Picea orientalis*, impregnation, silicon compounds.

1. Giriş

Odun hammaddesi, dünyadaki yenilenebilir kaynaklardan elde edilen en değerli hammaddelerden biri olduğu gibi aynı zamanda eşsiz bir biyolojik polimerdir. Ahşap malzeme, diğer alternatiflerine göre sayısız üstünlüklere sahiptir (Tsoumis, 1991). Birçok farklı iklim koşullarına dayanabilir. Değişken hava koşullarından diğer malzemeler kadar etkilenmez. Kullanım skalası oldukça geniştir, onarımı ve değişmesi kolaydır. Ağırlığına oranla yüksek direnç özelliklerine sahiptir. Isı, ses ve elektrik yalıtımına olanak sağlar. Estetik ve görünüm özelliklerine sahiptir. Çevre ile kimyasal bir dengededir ve çevreden etkilenmediği gibi çevreyi de etkilemez. Doğada geri dönüşümü mümkündür ve enerji dostudur (Bozkurt ve Göker, 1987).

Ancak her madde gibi odunun da dezavantajları vardır. Öncelikle odun, içerisindeki nem ile bulunduğu ortamdaki nem arasında sürekli denge kurmak zorunda olduğundan biçim ve boyutsal olarak stabil kalamamaktadır (Nicholas, 1982; Archer ve Cui, 1997). Böcek ve mantar gibi zararlıların konukçusu olarak daima tehdit altındadır (Williams ve Feist, 1999). Kuvvetli asit ve bazlar odunu tahrip eden diğer önemli faktörlerdendir. Bu gibi olumsuzluklardan ötürü ahşap malzeme kullanım ömrünün çok altında bir dayanım göstermektedir. Bu durum orman varlığı ve ülke ekonomisine de önemli ölçüde etki etmektedir (Rowell ve Konkol, 1987). Bu dezavantajları ortadan kaldırmak ve kullanım süresini daha da artırmak için odun empenye edilerek kullanılmalıdır.

Sanayi devrimi ile yeni bir ivme yakalayan empenye endüstrisi, günümüz teknolojisi ve farklı çok daha çevreci empenye kimyasallarıyla başka bir boyuta ulaşmıştır (Mai ve Militz, 2004a). Uzun yıllar lokomotif empenye maddesi olan CCA ve Kreozot gibi empenye maddelerinin kullanımı insan sağlığına ve doğaya verdiği toksik etkilerden dolayı bazı ülkelerde yasaklanma yoluna gidilerek kısıtlanmıştır (Edlund ve Nilsson, 1998). Çevresel duyarlılığın artması ve teknolojinin gelişmesiyle krom ve arsenik gibi ağır metal içermeyen yeni nesil empenye maddeleri arayışı hız kazanmıştır (Hübert ve Mahr, 2016).

Bu alanda gerek su iticiliği, gerekse çevreye dost olmasından dolayı silikon bileşikler tercih edilmekte ve kullanılmaktadır (Butcher ve ark., 1979; Drysdale, 1983; Miller ve Morrell, 1989). Silikon bazlı bu kimyasallar p-Polisiloksan diye bilinmektedir. Kimyasal analiz iskeletinde karbon (C) yerine ardışık olarak dizilmiş silisyum (Si) ve oksijen (O) elementleri bulunan polimerlerin ortak adıdır. Silikon moleküllerinin çoğunda silisyum atomla-

rına bağlı metil ya da fenil grupları yer alır. Silikonlar en çok sıvı, reçine veya elastomer biçiminde üretilirler (Temiz ve ark., 2006). Yüksek ve düşük sıcaklıklarda fiziksel özelliklerinin kaybolmaması, radyasyona, UV ışınlar, ozona ve oksijene karşı yüksek direnç göstermesi, çok yüksek elektriksel izolasyon özelliği taşıması, biyolojik olarak tepkime vermeyen bir madde olması gibi birçok avantaja sahiptir (Hübert ve Mahr, 2016). Silikon bileşikler, su iticilik, izolasyon ve organik-inorganik maddelerin yapışması gibi görevlerle plastik, tekstil, inşaat ve kağıt gibi dünyanın en başta gelen sektörlerinde kullanılmaktadır (Kayhan, 2019).

Mai ve Militz (2004a), odun empenyesinde kullanılacak birçok organosilikon türünün bulunduğunu belirterek, tetraalkoksilan türünün dolu hücre yöntemine diğer mikro emülsiyon türlerinin (silan, siloksan, polisiloksan) ise nano tanecik boyutları sebebiyle sürme-püskürtme empenye tekniklerine uygun olduğunu belirtmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada, organosilikonlar hem basınçlı empenye tekniğiyle hem de daldırma tekniğiyle muamele edilmiştir. Organosilikonların odun üzerinde polisiloksan film görevi görmesi odun su alımını yavaşlatmıştır. Dolayısıyla ahşap malzemenin nihai kullanım alanında dayanımının artırıldığı görülmüştür (De Vetter ve ark., 2010). Silikafloşit ve silafloşit ile yapılan empenye işlemlerinde odunda iyi bir su iticilik sağlanmış, fakat ortaya çıkan yüksek Ph nedeniyle mekanik anlamda direnç kayıpları ortaya çıkmıştır (Mai ve Militz, 2004b).

Bu çalışmada odun, farklı özellikteki silikon bazlı kimyasallarla empenye edilmiş ve empenye edilen odunlara ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler üzerinde durulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Odun örnekleri

Çalışmada, doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve doğu ladini (*Picea orientalis* L.) tomruklarının 2-4 m arasındaki lif kıvrıklığı, budak, ardaklanma ve çatlama gibi sorunları içermeyen yeknesak diri odun kısımları kullanılmıştır. Uygulanan biçme işlemi TS 2470 esaslarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir (TSE, 1976a). Biçilen keresteler hava kurusu hale geldikten sonra yoğunluk ve liflere paralel basınç direnci örnekleri için 2x2x3 cm³ (TS 2472, 1976b; TS 2595, 1997) ve şok direnci için 2x2x30 cm³ (TS 2477, 1976c) boyutlarına getirilmiştir. Araştırılan her bir varyasyon için 10 tekrarlı örnek kullanılmıştır.

2.1.2. Kimyasal madde

Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler su iticiler grubuna giren organosilikon bileşikleri yani piyasada emprenye silikonu olarak bilinen beş farklı silikon bileşikleridir. Silikonlar Dow Corning firmasından temin edilmiştir. Bu silikonlar Dow Corning 1-6184 (Metoksi-uçlu (3-(2-aminoetil) aminopropil) metil silseskioksanlar), Dow Corning Z-6341 (oktiltrietoksisilan), Dow Corning 2-9034 (Polibüten, oktiltrietoksisilan), Dow Corning IE 6683 (%15 oktiltrietoksisilanlı silikon emülsiyonu), Dow Corning Z70 (Alkoller, sekonder etoksilatlanmış silikon emülsiyonu) olup sıvı halde ve suda çözünbilmektedirler (DOW, 2019). Çalışmada silikonlar %10 ve %50 konsantrasyonlarda kullanılmışlardır.

2.1.3. Emprenye

Çalışmada odun örneklerinin emprenye işlemi, dolu hücre yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Emprenye işlemi, laboratuvar tipi silindirik emprenye kazanında yapılmıştır. Emprenye edilecek 2x2x3 cm³ ve 2x2x30 cm³ boyutlarındaki deney örnekleri emprenye kazanına yerleştirildikten sonra 30 dk 600 mm/Hg vakum uygulanmış ardından 30 dk 5 bar basınç uygulaması gerçekleştirilmiştir (Yıldız, 2000). Araştırılan her bir varyasyon için 10 tekrarlı örnekler kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Fiziksel test yöntemleri

2.2.1.1. Tam kuru haldeki yoğunluk değerinin belirlenmesi

2x2x3 cm³ boyutlarındaki 100 adet emprenyeli test örneği ve 20 adet kontrol örneğinin yoğunluk tayini TS 2472 (TSE, 1976b) esaslarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Test ve kontrol örnekleri kurutma dolabında 103 ± 2 °C'de değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Daha sonra örneklerin ağırlıkları 0,01 g; boyutları 0,01 mm duyarlılıkta ölçülmüş ve tam kuru rutubetteki (%) yoğunlukları hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1987).

2.2.2. Mekanik test yöntemleri

2.2.2.1. Liflere paralel basınç direncinin belirlenmesi

Liflere paralel basınç direnci deneyi 2x2x3 cm³ boyutundaki test ve kontrol örneklerinde TSE 2595 standardına göre yürütülmüştür (TSE, 1997). Deneylerden önce, denge rutubetine getirilen örneklerin enine kesit boyutları 0,01 mm duyarlılıkta

ölçülmüştür. Deney üniversal test makinesinde yapılmıştır.

2.2.2.2. Dinamik eğilme (şok) direncinin belirlenmesi

Dinamik eğilme direnci deneyi, TS 2477 esaslarına göre yapılmış ve 2x2x30 cm³ boyutlarında örnekler hazırlanmıştır. Klimatize edilerek hava kurusu hale getirilen örneklerin deneyden önce enine kesit boyutları 0,01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Deney örnekleri orta kısımlarından 15 kpm iş gücüne sahip pandüllü çekiç aleti ile kırılmış ve her bir örnek için kırılmadan sonra elde edilen iş miktarı 1 kpm duyarlılıkta belirlenerek şok dirençleri hesaplanmıştır (TSE, 1976c).

2.3. İstatistiksel yöntemler

Veriler SPSS 13.0 istatistik paket programı kullanılarak ve %95 güven düzeyi esas alınarak analiz edilmiştir. Test örnekleri ile kontrol örnekleri arasında istatistiksel anlamda bir farklılık olup olmadığı basit varyans analizi (BVA) ile belirlenmiştir. Etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler "Duncan" homojenlik grupları ile karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Fiziksel özelliklerin irdelenmesi

3.1.1. Yoğunluk değerlerine ilişkin bulgular

Yoğunluk ve liflere paralel basınç direncinin değerlendirilmesinde kullanılan test örneklerinin emprenye sonrasındaki yüzde ağırlık artışına ve yoğunluk değerlerine ait aritmetik ortalama (X) ve standart sapma (S) değerleri Tablo 1'de ladin ve kayın için özetlenmiştir. Her iki grup için Basit Varyans Analizi (BVA) sonuçlarına göre her iki ağaç türünün test örnekleri arasında ağırlık artışı ve yoğunluk değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Yoğunluk ve liflere paralel basınç direncinin değerlendirilmesinde kullanılan ladin odunu test örneklerinin emprenye sonrası ağırlık artışı aralığı %5,75 ile %36,82 arasındadır. En düşük sonuç IE 6683 kimyasalının %10'luk konsantrasyonunda görülürken, en yüksek sonuç ise Z 70 kimyasalının %50'lik konsantrasyonunda görülmüştür.

Yoğunluk ve liflere paralel basınç direncinin değerlendirilmesinde kullanılan kayın odunu test örneklerinin emprenye sonrası ağırlık artışı aralığı ise %7,70 ile %41,11 arasındadır. En düşük sonuç 1-6184 kimyasalının %10'luk konsantrasyonunda görülürken, en yüksek sonuç ise Z 70 kimyasalının

Tablo 1. Emprenye işlemi sonrası ladin ve kayın test örneklerine ait ortalama ağırlık artışı (%) ve yoğunluk (g/cm³) değerleri

Table 1. Average weight gain (%) and specific gravity (g/cm³) values of spruce and beech test specimens after impregnation

Kimyasal madde	Kons.	Ağırlık artışı (%)				Yoğunluk değeri (g/cm ³)			
		Ladin		Kayın		Ladin		Kayın	
		X	S	X	S	X	S	X	S
1-6184	%50	14,34	3,87	8,38	0,96	0,45	0,03	0,72	0,03
	%10	11,86	1,78	7,70	0,37	0,43	0,01	0,75	0,04
Z-6341	%50	34,44	8,33	25,23	1,87	0,43	0,04	0,79	0,06
	%10	7,87	2,77	9,11	3,99	0,43	0,03	0,73	0,03
2-9034	%50	20,84	4,21	29,96	1,74	0,48	0,01	0,87	0,03
	%10	6,38	0,70	9,41	3,27	0,45	0,03	0,74	0,04
IE-6683	%50	23,04	3,56	30,03	9,36	0,50	0,02	0,78	0,03
	%10	5,75	0,62	20,43	4,67	0,43	0,02	0,73	0,04
Z-70	%50	36,82	9,83	41,11	9,43	0,56	0,04	0,87	0,03
	%10	8,85	1,09	15,72	3,68	0,44	0,02	0,73	0,04
Kontrol						0,44	0,03	0,73	0,05

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, Kons: Konsantrasyon (%)

%50'lik konsantrasyonunda görülmüştür.

Emprenye edilen ladin ve kayın odunu örneklerinde yoğunluk değerleri (g/cm³) kontrol örneklerine göre önemli değişiklik göstermemiştir.

Ladin kontrol örneklerindeki yoğunluk değeri 0,44 gr/cm³ iken, test örneklerinde bu değer 0,43 gr/cm³ ile 0,56 gr/cm³ arasında değişmektedir. 0,43 gr/cm³ değeri birkaç maddede birden görülürken 0,56 gr/cm³ değeri; beklenildiği üzere Z 70 kimyasalının %50'lik konsantrasyonunda görülmüştür.

Kayın kontrol örneklerindeki yoğunluk değeri ise 0,73 gr/cm³ iken, test örneklerinde bu değer 0,72

gr/cm³ ile 0,87 gr/cm³ arasında değişmektedir. En düşük değer 1-6184 maddesinin %50'lik konsantrasyonunda görülürken, en yüksek değer ise yine beklenildiği gibi Z 70 maddesinin yine aynı konsantrasyonunda görülmüştür.

3.2. Mekanik özelliklerin irdelenmesi

3.2.1. Liflere paralel basınç direncine (lpbd) ilişkin bulgular

Liflere paralel basınç direnci örneklerine ait ağırlık artışı (%) ve LPBD değerlerine (N/mm²) ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 2'de ladin ve kayın için özetlenmiştir.

Tablo 2. Emprenye sonrası ladin ve kayın odunu örneklerinin ağırlık artışı (%) ve liflere paralel basınç direnci değerleri (N/mm²)

Table 2. Weight increase (%) and compression resistance parallel to fibers (N/mm²) values of spruce and beech wood samples after impregnation

Kimyasal madde	Kons.	Ağırlık artışı				LPBD değeri			
		Ladin		Kayın		Ladin		Kayın	
		X	S	X	S	X	S	X	S
1-6184	%50	14,34	3,87	8,38	0,96	45,29	4,25	72,12	2,72
	%10	11,86	1,78	7,70	0,37	50,07	3,31	77,29	7,24
Z-6341	%50	34,44	8,33	25,23	1,87	45,32	3,56	69,25	6,17
	%10	7,87	2,77	9,11	3,99	46,15	2,17	74,28	4,10
2-9034	%50	20,84	4,21	29,96	1,74	46,20	3,80	73,61	4,08
	%10	6,38	0,70	9,41	3,27	48,74	3,09	73,47	6,98
IE-6683	%50	23,04	3,56	30,03	9,36	46,70	3,20	71,67	6,03
	%10	5,75	0,62	20,43	4,67	47,32	3,14	72,68	3,46
Z-70	%50	36,82	9,83	41,11	9,43	45,87	3,50	69,99	5,24
	%10	8,85	1,09	15,72	3,68	46,88	2,84	70,83	2,01
Kontrol						40,27	2,47	63,01	3,94

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, Kons: Konsantrasyon (%)

Basit Varyans Analizi (BVA) sonuçlarına göre her iki ağaç türünün test ve kontrol örnekleri arasında ağırlık artışı ve liflere paralel basınç direnci değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Emprenye edilen ladin örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerleri 45,29 N/mm² ile 50,07 N/mm² arasındadır. En düşük değer 1-6184 maddesinin %50'lik konsantrasyonuna aitken, en yüksek değer ise 1-6184 maddesinin %10'luk konsantrasyonuna aittir.

Kayın test örneklerinde ise liflere paralel basınç direnci değerleri 69,25 N/mm² ile 77,29 N/mm² arasındadır. En düşük değer Z-6341 maddesinin %50'lik konsantrasyonuna aitken, en yüksek değer ise 1-6184 maddesinin %10'luk konsantrasyonuna aittir.

3.2.2. Şok direnci değerlerine ilişkin bulgular

Şok direncinin değerlendirilmesinde kullanılan örneklerin emprenye sonrasındaki yüzde ağırlık artışına ve şok direnci değerlerine ait aritmetik ortalama (X) ve standart sapma (S) değerleri Tablo 3'te ladin ve kayın için özetlenmiştir.

Tablo 3. Emprenye sonrası ladin ve kayın test örneklerine ait ortalama ağırlık artışı (%) ve şok direnci (J/cm²) değerleri

Table 3. Average weight increase (%) and dynamic bending resistance (J/cm²) values of spruce and beech test specimens after impregnation

Kimyasal madde	Kons	Ağırlık artışı				Şok direnci değeri			
		Ladin		Kayın		Ladin		Kayın	
		X	S	X	S	X	S	X	S
1-6184	%50	14,96	0,76	22,01	6,33	3,68	0,51	6,80	1,23
	%10	8,66	1,64	26,69	1,68	3,34	0,47	6,24	0,55
Z-6341	%50	12,67	5,60	26,40	7,96	3,51	0,59	8,74	1,62
	%10	6,60	1,95	19,68	2,75	3,60	0,68	8,29	0,76
2-9034	%50	12,45	1,50	18,38	2,10	3,36	0,65	7,44	0,63
	%10	8,55	1,07	2,87	1,48	4,02	0,79	6,37	0,54
IE-6683	%50	9,11	1,93	9,56	2,08	3,31	0,85	5,61	0,72
	%10	10,77	6,77	2,94	1,02	3,43	0,55	4,68	0,68
Z-70	%50	10,96	2,23	16,05	1,68	3,11	0,45	5,54	0,68
	%10	8,17	1,70	5,40	0,80	3,68	0,65	7,06	0,91
Kontrol						3,62	0,65	7,9	1,49

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, Kons: Konsantrasyon (%)

Şok direncinin değerlendirilmesinde kullanılan örneklerin emprenye sonrasındaki % ağırlık artışına ve şok direnci değerlerine ait aritmetik ortalama (X) ve standart sapma (S) değerleri Tablo 3'te ladin ve kayın için özetlenmiştir. Basit Varyans Analizi (BVA) sonuçlarına göre her iki ağaç türünün test ve kontrol örnekleri arasında ağırlık artışı ve şok direnci değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Ladin odununda şok direnci test örneklerinin ağırlık artışı değerleri %6,60 ile %14,96 arasında değişmektedir. En düşük değer Z-6341 maddesinin %10'luk konsantrasyonuna aitken, en yüksek değer ise 1-6184 maddesinin %50'lik konsantrasyonuna aittir.

Kayın odununda şok direnci test örneklerinin ağırlık artışı değerleri %2,87 ile %26,69 arasında değişmektedir. En düşük değer 2-9034 maddesinin %10'luk

konsantrasyonuna aitken, en yüksek değer ise 1-6184 maddesinin %10'luk konsantrasyonuna aittir.

Emprenye edilen ladin örneklerinin şok direnci değerleri 3,11 J/cm² ile 4,02 J/cm² arasındadır. En düşük değer Z 70 maddesinin %50'lik konsantrasyonuna aitken, en yüksek değer ise 2-9034 maddesinin %10'luk konsantrasyonuna aittir.

Emprenye edilen kayın örneklerinin şok direnci değerleri ise 4,68 J/cm² ile 8,74 J/cm² arasındadır. En düşük değer IE 6683 maddesinin %10'luk konsantrasyonuna aitken, en yüksek değer ise Z-6341 maddesinin %50'lik konsantrasyonuna aittir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesinde doğal olarak yetişen ve orman ürünleri endüstrisinde yoğun olarak kullanılan doğu ladini (*Picea orientalis*)

talis L.) ve doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunu örnekleri Dow Corning 1-6184 (Metoksi-uçlu (3-(2-aminoetil)aminopropil) metil silseskioksanlar), Dow Corning Z-6341 (oktiltrietoksilsilan), Dow Corning 2-9034 (Polibüten, oktiltrietoksilsilan), Dow Corning IE 6683 (%15 oktiltrietoksilsilanlı silikon emülsiyonu) ve Dow Corning Z70 (Alkoller, sekonder etoksilatlanmış silikon emülsiyonu) silikon bazlı kimyasal maddeleri ile empenye edilmiş ve empenye sonrasında odun özelliklerinde meydana gelen bazı fiziksel ve mekanik değişiklikler belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 1'deki yoğunluk ve liflere paralel basınç direnci test örneklerinin ağırlık artışı sonuçları incelendiğinde, en fazla değere sahip maddenin Z 70 maddesinin %50'lik konsantrasyonunda olduğu görülmektedir. Bunun sebebi Z 70 maddesinin odun yapısı ile daha iyi bir bağ kurması ve daha fazla polimerleşmesi olabilir. Çalışma sonrası Z 70 ile yapılan empenye sonucu test örneklerinin üzerinde sarı bir film şeklinde kaplama oluştuğu gözlemlenmiştir ki Z 70 maddesinin empenye sonrası ağırlığı artırdığı söylenebilir.

Ayrıca bilindiği üzere ladin empenyesi zor olan bir ağaç türü olduğundan kayına oranla daha güç empenye olması beklenmektedir. Yapısında gerçekleşen geçit aspirasyonu empenyenin güç olmasına gösterilecek en büyük sebeptir. Ancak çalışmada 1-6184 kimyasal maddesinin her iki konsantrasyonu için ladin odununda kayın odununa oranla daha fazla ağırlık artışı meydana geldiği net olarak görülmektedir. Bu testte dikkat çeken bir sonuç da empenye sonrası kayın odununun 1-6184 empenye maddesinin %50'lik konsantrasyonunda ağırlık artışı fazlayken, bu durumun yoğunluğa yansımamasıdır. 1-6184 maddesi muhteviyatında bulunan silseskioksanlar suda çözünen bir yapıya sahiptir. Buradan %10'luk konsantrasyonda daha fazla çözücü bulunması sebebiyle daha sağlıklı çözünme gerçekleştiği ortaya çıkmaktadır. 1-6184 maddesinin test örnekleri ile daha iyi bir bağ kurulduğu tahmin edilmektedir (Arenaz ve ark., 2003). Bu durum empenye sonrası test örnekleri üzerinde ince saydam bir film tabaka olarak kendini göstermiştir. Bu durumda hacim arttığından ötürü yoğunluk azalmıştır.

Yapılan bir çalışmada empenyesi güç olan ladin odun örneklerinde kayın ve kavak odununa kıyasla daha fazla ağırlık artışı gözlemlenmiştir. Bu artış kayın odununa kıyasla %16 iken, kavak odununda %37 olarak kendini göstermiştir (Can, 2011). Bunda kayına kıyasla ladin örneklerinde elde edilen yüksek ağırlık artışı değerlerinin anatomik özelliklerle ilişkili olduğü düşünölmektedir. Sert ağaç türlerinden olan kayın odununun tam kuru yoğun-

luğu, yumuşak ağaç türlerinden biri olan ladinden daha yüksektir. Malzemenin içindeki rutubet artıkça yoğunluk artmaktadır. Böylece malzemenin empenye edilebilme kabiliyeti üzerine etkili olan boşluk hacmi değişmektedir. Boşluk hacmi artıkça, ağaç malzemenin absorbe ettiği empenye maddesi miktarı da artmaktadır. Özellikle dolu hücre yöntemi uygulamalarında, ağaç malzemenin absorbe ettiği empenye maddesi miktarı boşluk hacmi ile doğru orantılıdır (Bozkurt ve ark., 1993). Ladin örneklerinin boşluk hacmi kayın örneklerinden fazla olduğü için, bu örneklerde daha yüksek ağırlık artışı değerleri elde edilmiş olabilir.

Çalışmada yoğunluk test örneklerinde bir miktar ağırlık artışı olması ve bunun yoğunluk değerlerine çok yansımaması test örnekleri yüzeyinde empenye sonrası meydana gelen olası bir polimerleşmeden ileri gelen hacimsel artış olarak gösterilebilir.

Tablo 2'de yer alan liflere paralel basınç testi örneklerine ait bulgular incelendiğinde, yapılan çalışmada her iki ağaç türündeki test örneklerinde kontrole oranla önemli sayılamayacak artışlar görölmüştür. Ancak 1-6184 maddesinin %10'luk konsantrasyonu diğer madde ve konsantrasyonlara nispeten daha fazla direnç göstermiştir. Burada iyi absorbe edilmiş silseskioksanların odunda oluşturduğu film tabakasının mukavemete etki ettiği söylenebilir. Bu, kayın odununda direnç değerlerinin azalmaması ve ladine göre yüksek çıkması, yoğunluğunun yüksek olması ve dağınık küçük trahe yapısına sahip olması nedeniyle de olabilir. İnce çeperli ilkbahar odunu iletim elemanı olarak görev görürken, kalın çeperli yaz odunu hücreleri destek görevi görürler. Bu hücrelerin her biri bir lifi ifade eder. İğne yapraklı ağaçların odun lifleri ortalama olarak 3,5 mm uzunluğunda ve 0,035 mm çapındadır. Yapraklı ağaç odunu lifleri genellikle daha kısa (1-1,5 mm) ve daha küçük çaplıdır (0,015 mm). Bu özellikler odun direncinde önemli rol oynarlar. Polimerik zincir uzunluğu artıkça, polimerizasyon derecesi artar ve bu da odunun direncini arttırır. Yapraklı ağaçlarda selöloz oranı daha yüksek olduğü için direnç de fazladır (Winandy ve Rowell, 1984).

Basınç direnci ile yoğunluk arasında doğrusal bir ilişki olduğü bilinmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Reçine muamelelerinde mekanik özelliklerin olumsuz yönde etkilenmediği, bunun artan yoğunlukla ve daha az arzu edilen direnç/yoğunluk oranı ile birlikte gözlendiği belirtilmiştir (Nurmi, 2011). Yıldız (2005), polimer ile empenye edilen odun örneklerinde, hücre çeperinin polimer ile kaplanması nedeniyle, çeperin kalınlığının arttığı ve bununla lateral stabiliteyi arttırdığını rapor etmiştir. Basınç direnci ile lifler yönünde güç uy-

gularan örnekte ezilme meydana gelmekte, iç kısımlarda sert doku kısımları yumuşak doku kısımları içerisine doğru çökme göstermekte ve kırılma anında ise liflere meyilli durumda kayma gözlenmektedir (Bozkurt ve Göker, 1996).

Tablo 3'te yer alan dinamik eğilme (şok) direnci testine ait bulgular incelendiğinde, şok direnci testinin genelinde test örnekleri kontrol örneklerinin altında bir dayanım gösterdiği görülmüştür. Kontrol örneklerine göre kayın test örneklerinde, şok direncinde görülen azalmalar ladin test örneklerine göre daha fazla olmuştur. Ladin örnekleri test sonrasında odun örneğinde meydana gelen kırılmalarda tam kopmama durumu gözlenirken kayın odun örneklerinde bu kopmalar çoğunlukla tam kopma şeklinde olmuştur. Buradan, kayın odunun kısa lifli oluşunun yanında emprenye işleminin yanında daha gevrek bir yapıya büründüğü söylenebilir. Emprenye işleminin ardından gerçekleştirilen kurutma aşamasının sonunda kayın test örneklerinde örneğin orijinal görünümünde değişimler meydana gelmiş ve burkulmalar gözlenmiştir. Bu değişimler şok direncindeki azalmanın nedeni olabilir.

Bozkurt ve Erdin (1997), şok direncinin yoğunluk, rutubet, sıcaklık, lif yönü ile hücre çeperinin anatomik ve kimyasal yapısıyla ilgisi olduğunu belirtmektedir. Yoğunluk ve yaz odunu katılım payı ile şok direnci arasında doğrusal bir ilişki olduğu düşünülmekte ve rutubet azaldıkça diğer dirençlerde bir artış meydana gelirken, bu durumun şok direncinde görülmeceği düşünülmektedir. Bu durumun sebebi olarak kuru malzemenin yaş malzeme kadar esneklik göstermeyeceği belirtilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre; silikon emprenyesi odun yoğunluğunu çok fazla arttırmamaktadır. Ancak söz konusu maddelerle odunda gerekli ağırlık artışı sağlanabilir ve yoğunluk artırılabilir. Çalışmada ladin ve kayın örneklerinin silikonla emprenyesi sonucunda liflere paralel basınç direnç değerlerinde sırasıyla %24,34 ve %22,63 oranında bir artış görülmektedir. Silikon bazlı bu kimyasallarla emprenye edilen ahşap malzeme liflere paralel basınç direncinin arandığı kullanım alanlarında vazife görebilir. Bir diğer mekanik direnç olan şok direncinde elde edilen değerlerdeki düşüş, bu maddelerle emprenye edilmiş malzemelerin ani bir kuvvetin uygulanacağı yerlerde değerlendirilmemesi gerektiğini göstermektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Ça-

lışmaya çok değerli katkılar sunan Doç. Dr. Eylem DİZMAN TOMAK, Dr. Öğr. Üyesi İbrahim YILDIRIM ve Arş. Gör. Ayşenur GÜRGEN, kimyasal madde temini içinde Rüştü YEMEZ, J. P. LECOMTE ve Dow Corning firmasına teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Kaynaklar

Arenaz, L.T., Langaro, A., Gushikem, Y., Moro, C.C., Benvenuti, E.V., Costa, T.M.H., 2003. 3-n-Propyl-1-azonia-4-azabicyclo[2.2.2]octanechloride Silsesquioxane: A New Water Soluble Polymer. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 28, 51–56, Kluwer Academic Publishers. Manufactured in The Netherlands.

Archer, K., Cui, F., 1997: Evaluating the performance of preservative/water repellent emulsion systems. Document the International Research Group on Wood Preservation, Sweden

Bozkurt, A.Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Yayını, No: 3998, İstanbul.

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., 1987. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 3445/388, İstanbul

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3779, Fakülte Yayın No: 425, İstanbul

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3944, Fakülte Yayın No: 436 İstanbul

Butcher, J.A., Preston, A.F., Drysdal, J., 1979. Potential of unmodified and copper-modified alkylammonium compounds as groundline preservatives. *New Zealand J. For. Sci.* 9(3): 348-358.

Can, A., 2011. Endüstriyel Ölçekli Isıl İşlem ve Borlu Bileşiklerle Emprenyenin Odunun Bazı Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

De Vetter, L., Bulcke J.V.D., Acker, J.V., 2010. Impact of organosilicon treatments on the wood-water relationship of solid wood. *Holzforschung*, Vol. 64, pp 122-127.

Drysdale, J.A., 1983. Performance of unmodified and copper-modified alkylammoniumtreated stakes in ground contact. *New Zealand J. For. Sci.* 13(3): 35-363.

DOW, 2019. International Industrial Chemical Company. https://www.dow.com/en-us/search.html?tab=products&x11=category&q11=products&x54=productType&q54=Silanes+and+Siliconates&x55=productGroup&q55=Silanes+and+Siliconates~2F~2FHydrophobing+and+Dispersing+Agents&step=productgroup&count=10000&t_s=1572854186497 (Ziyaret tarihi: 04.11.2019).

Edlund, M.L., Nilsson, T., 1998. Testing the durability of wood. *Materials and Structures*, 31: 641-647.

- Goethals, P., Stevens, M., 1994. Dimensional stability and decay resistance of wood upon modification with some new type chemical reactants. IRG/WP/94-40028. The International Research Group on Wood Preservation, Stockholm
- Hill, C.A.S., Farahani, M.R.M., Hale, M.D.C., 2004. The use of organo alkoxysilane coupling agents for wood preservation. *Holzforschung* (58): 316-325.
- Hübert, T., Mahr, M. S., 2016. "Sol-gel wood preservation." Handbook of Sol-Gel Science and Technology, 1-52.
- Kayhan, M., 2019. Köpük Aplikasyon Tekniği İle Aktarılan Silikon Kimyasalının Bazı Mekanik İşlemler Ve Yıkamalar Sonrası Denim Kumaş Performansına Olan Etkisinin İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Mai, C., Miltz, H., 2004a. Modification of wood with silicon compounds. Treatment systems based on organic silicon compounds - a review. *Wood Science Technology* (37): 453-461.
- Mai, C., Miltz, H., 2004b. Modification of wood with silicon compounds inorganik silicon compounds and sol-gel systems. *Wood science technology* (37): 339-348.
- Mai, C., Donath, S., Weigenand, O., Miltz, H., 2005. New Protection Systems With Silicones and Silanes 48th Annual Convention Society of Wood Science and Technology.
- Miller, D.B., Morrell, J.J., 1989. Stability and methylisothiocyanate production of 12 potential solid fumigants for controlling wood decay. *Holzforschung* 43(3): 191-194.
- Nicholas, D.D., 1982. Wood deterioration and its prevention by preservative treatments: Degradation and Protection of Wood. Syracuse University Press.
- Nurmi, A., 2011. Tall Oil Resins in Wood Treatment. (<http://www.bfafh.de/inst4/43/pdf/3resins.pdf>)
- Rowell, R.M., Konkol, P., 1987. Treatments That Enhance Physical Properties of Wood. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-55, U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Forest Product Lab. Madison.
- Temiz, A., Terziev, N., Jacobsen, B., Eikenes, M., 2006. Weathering, water absorption, and durability of silicon, acetylated, and heat-treated wood. *Journal of Applied Polymer Science* 102(5): 4506-4513.
- T.S.E., 1976a. Odunda Fiziksel ve Mekanik DeneYler için Numune Alma Metotları ve Genel Özellikleri, TS-2470, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- T.S.E., 1976b. Odunda, Fiziksel ve Mekanik DeneYler için Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TS-2472, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- T.S.E., 1976c. Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, TS-2477, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1997. Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini, TS-2595, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Tsoumis, G., 1991. Science and technology of wood: structure, properties, utilization. Van Nostrand Reinhold, New York
- Williams, R.S., Feist, W.C., 1999. Water repellents and water-repellent preservatives for wood. Forest Products Laboratory General Technical Report FPL-GTR-109. USA
- Winandy, J.E., Rowell, R.M., 1984. The Chemistry of Wood Strength, *The Chemistry of Solid Wood, Advances in Chemistry Series*, Americal Chemical Society, Washington
- Yıldız, Ü.C., 2000. Odun Koruma Ders Notları. K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, K.T.Ü Basımevi, Trabzon
- Yıldız, Ü.C., 2005. Odun Modifikasyonu Yöntemleri (Basılmamış Ders Notları), K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon