



INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS CHANGE OF PINUS NIGRA AND ITS USE WATER COOLING TOWERS

Murat ÖZALP* , Harzemşah HAFIZOĞLU**

*Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknik Eğt. Fak., Mob. ve Dek. Eğt. Böl.
43500 Simav/Kütahya Tel: 0274 5135137 , e- mail: mozalp43@hotmail.com

**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fak.,Orman End. Müh. Bölümü.
Bartın, Tel: 03782277422, e- mail: harzemsahhafizoglu@yahoo.com

Geliş Tarihi:14.02.2008

Kabul Tarihi: 12.11.2008

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the effectiveness of Wolmanit-CB and Protim WR230 as wood preservatives for water cooling towers. Scotch Pine (*Pinus nigra*) 2x2x30 cm dimensions specimens were prepared and placed to water return system on water cooling tower and impregnated. Duration of exposure to return water of cooling tower was 9 months. Specimens were tested for bending strength and compression strength parallel to grain.

As a result, there was no rottenness or any odour observed on the specimens treated with preservatives. However, for the control specimens significant color change, odour and surface softening was observed. According to the results of compression tests parallel to the grain and bending tests, there was a significant strength loss on control specimens.

Key Words : *Austrian pine, water cooling tower, protim wr230, wolmanit-cb.*

SU SOĞUTMA KULELERİNDE KULLANILAN KARAÇAM ÖRNEKLERİNDE FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ

ÖZET

Bu çalışma bakteri, mantar ve böceklerle karşı koruyucu etkisi bilinen Wolmanit-CB ve ProtimWR230 empenye maddelerinin su soğutma kulelerinde kullanılan ağaç malzemelerde odun koruma etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Karaçam (*Pinus nigra*) odunundan su soğutma kulesinin dönüş suyuna yerleştirilmek üzere 2x2x30 cm boyutlarında odun örnekleri hazırlanmış ve empenye edilmiştir. Su soğutma kulesinin dönüş suyuna 9 ay süre ile maruz bırakılan odun örneklerine statik eğilme direnci ve liflere paralel basınç direnci testleri uygulanmıştır.

Emprenye edilmiş odun örnekleri üzerinde herhangi çürüklük ve koku meydana gelmezken kontrol örneklerinde ise renk değişimi, koku ve yüzeysel yumuşamanın meydana geldiği görülmüştür. Emprenye edilmeyen (kontrol) örneklerde liflere paralel basınç direnci ve eğilme direnci değerlerinde empenye edilen örneklerle göre önemli derecede azalmaların olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : *Karaçam, su soğutma kulesi, protim wr 230, wolmanit-cb.*

1.GİRİŞ

Masif ahşabın büyük boyutlu ve kavisli elemanlarda tek parça olarak kullanılması, gerek ekonomik gerekse direnç özellikleri yönünden pek uygun değildir. Büyük boyutlu taşıyıcı elemanların üretiminde, tek parça masif ağaç malzeme kullanılması pratikte pek çok güçlükler yaratmaktadır. Çünkü, ağaç malzemenin bünyesinde bulunan birçok kusur (Budak,çürük,çatlak,lif kıvrıklığı vb.) giderilemez.

Su soğutma kulelerinin kurulmasında iki amaç söz konusudur. Bunlardan birincisi, suyun kısıtlı bulunduğu yerlerde, herhangi bir su dolaşım vasıtasıyla taze su girişini mümkün olduğu kadar azaltmak için ısınan suyu

tekrar kullanmak, diğeri ise, suyun bol olduğu yerlerde endüstriyel faaliyet sonucu ısınan suyu çevre sorunları nedeniyle deniz veya kanallara soğutarak vermek ve civarda bulunan canlıların hayatiyetlerini devam ettirmelerini sağlamaktır. Ülkemizde su soğutma kulelerinin kullanıldığı tesisler şunlardır; Suni Gübre fabrikaları, Petrol Rafinerileri, Demir çelik Fabrikaları, Hidroelektrik ve Termik Santralleri, Kimya ve Petrokimya Tesisleri, Şeker Fabrikaları [1].

Yeni Zelanda da CCA ile empenye edilmiş bir su soğutma kulesinde yapılan incelemede ahşapta meydana gelen çürümeye bakteri ve yumuşak çürüklük mantarlarının sebep olduğu tespit edilmiştir [2].

Su soğutma kulesinde çok dayanıklı bir tür olan *Lophira alata* öz odunu kullanılmış ve *Basidiomycetes* mantarlarından *Physisporinus vitreus* ve *Donkioporia expansa* etkisine maruz bırakılmıştır. Araştırma sonucunda her iki mantar türünün de ağaç malzemeyi tamamen tahrip ettiği görülmüştür [3].

Karaçam örnekleri ACQ13 ve CCA ile empenye edilmiştir. Emprenyeli ve empenyesiz numuneler su soğutma kulesinde iki yıl süre ile bekletilmiştir. Araştırma sonucunda; kontrol örneklerinde %49, ACQ13 ile empenye edilmiş örneklerde %28-34, CCA ile empenye edilmiş örneklerde %18-22'lik bir ağırlık kaybı tespit edilmiştir [4].

İsveçte yetişen sarıçamlarda basınç direncinin çeşitli rutubetteki özgül ağırlıkla ilişkisi araştırılmış ve özgül ağırlıkla basınç direncinin doğru orantılı, rutubetle ters orantılı olduğu tespit edilmiştir [5].

Karaçam diri odun blokları % 2.5, 5.0, 7.5 ve 10 konsantrasyondaki CCA tuzları ile empenye edilmiştir. Emprenye edilmiş bu örnekler su soğutma kulelerinde ve deniz suyuna bırakılmışlardır. Araştırmalar sonucunda su soğutma kulesindeki örneklerde mantar tahribatının daha hızlı olduğu görülmüştür [6].

Su soğutma kulelerinde kullanılan empenyesiz sarıçam örneklerinde daha önce rastlanmamış mantar türleri olan *T. Varium*, *T. angulatum* ve *T. Attenuatu* da görülmüştür [7].

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Kullanılan Ağaç Türü

Bu çalışmada kullanılan Karaçama Kutahya ili, Simav ilçesine bağlı 1200 rakımlı Gölcük dağı mevkiinden temin edilmiştir.

2.2. Kullanılan Emprenye Maddeleri

Bu çalışmada, koruyucu ve su itici olmak üzere iki tip empenye maddesi kullanılmıştır. Koruyucu olarak Wolmanit-CB, su itici olarak da Protim WR230 organik solvent empenye maddesi kullanılmıştır.

2.3. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Materyaller üzerinde statik eğilme direnci ve liflere paralel yönde basınç direnci deneyleri yapılmıştır. Tüm örnekler deneyler öncesi 20°C ve %65 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa gelinceye kadar klimatize edilmiştir.

2x2x30 cm boyutundaki örneklerin eğilme direnci 2.1'de verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır [8].

$$\text{Statik eğilme direnci : } \sigma_e = \frac{3 P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2} \quad (\text{N/mm}^2) \quad [2.1]$$

Burada;

σ_e : Eğilme direnci (N/ mm²), **P** : Kırılma anındaki maksimum yük (N),

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm), **b** : Dene parçasının genişliği (mm),
h : Dene parçasının yüksekliği (mm) olarak alınmıştır.

2x2x3 cm boyutundaki örneklerin liflere paralel yöndeki basınç direnci ($\sigma_{B//}$) 2.2’de verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır [9].

$$\text{Basınç direnci: } \sigma_{B//} = \frac{F_{\max}}{a.b} \quad (\text{N/mm}^2)$$

[2.2]

Burada;

F_{max} : Kırılma anındaki kuvvet (N), **a** : Örnek enine kesit kenar uzunluğu (mm),

b: Örnek enine kesit kenar uzunluğu (mm).

2.4. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

Suda bekleme sonucu mantar tahribatı ile örneklerde meydana gelen renk değişimi ve koku gibi fiziksel özelliklerin belirlenmesi çıplak göz ile muayene edilmesinin yanında küçük bir çakı ile yüzey kontrolü yapılmıştır. Renk değişimlerinin görülebilmesi için örneklerin başlangıçta ve suda 9 ay bekletildikten sonra dijital kamera ile çekimleri yapılmıştır.

2.5. Numunelerin Emprenye Edilmesi

Karaçam ağaçlarının kerestelerinden işlenerek elde edilen basınç direnci örnekleri ve eğilme direnci örnekleri hava kurusu halde iken, Uşak’ın Banaz ilçesinde bulunan Semitaş A.Ş’de emprenye edilmişlerdir. Burada su itici olarak protim WR230, koruyucu olarak da Wolmanith-CB kullanılmıştır. Her iki emprenye maddesi ile emprenye işleminde daldırma yöntemi kullanılmıştır. Her iki emprenye maddesindeki çözelti sıcaklığı 20 °C olup, daldırma süresi Wolmanith-CB ile emprenye edilen numunelerde süresi 2 saat, protim WR230 ile emprenye edilen numunelerde ise 4 dakika olarak uygulanmıştır.

2.6. Araştırma Materyallerinin Deneme Alanına Yerleştirilmesi

Fiziksel ve mekanik deneylerin yapılacağı 2x2x3 cm ve 2x2x30 cm boyutundaki kontrol, protim 230WR ve Wolmanith-CB ile emprenye edilmiş numuneler Uşak şeker fabrikasında bulunan su soğutma kulesinin dönüş suyundaki havuza gruplar halinde tamamen batacak şekilde bırakılmıştır. Havuz içerisindeki su herhangi bir kimyasal madde içermemektedir ve içme suyu ile aynı özelliklere sahiptir.

3.BULGULAR

Kontrol, koruyucu (Wolmanit CB) ve su itici (Protim WR230) emprenye maddeleri ile muamele edilmiş karaçam örneklerinin öz ve diri odunlarında fiziksel ve mekanik araştırmalar yapılmıştır.

3.1 Fiziksel Özelliklere Ait Bulgular

Kontrol, Wolmanit CB ve protim WR230 ile emprenye edilmiş sarıçam örneklerinin başlangıçtaki durumu Şekil 3.1’te verilmiştir.



Şekil 3.1 Karaçam odun örneklerinin başlangıçtaki durumu.

9 ay suda bekleyen karaçam örneklerinin durumu Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2 Dokuz ay suda bekleyen karaçam odun örnekleri.

Örnekler üzerinde yapılan incelemelerde wolmanit CB ile emprenye edilen numunelerde herhangi bir renk değişimi, koku ve çürüklüğe rastlanmazken, Protim WR230 ile emprenye edilen numunelerde çok az lekelenmeler görülmüştür. Ancak, kontrol örneklerinde yapılan incelemelerde, kurutma işleminden sonra yüzeyde siyahımsı bir renklenme meydana geldiği görülmüştür. Bir çakı yardımı ile yapılan yüzey muayenesinde yumuşak çürüklüğün yüzeyden 2-3 mm derinliğe ulaştığı görülmüştür.

3.2 Mekanik Özelliklere Ait Bulgular

Kontrol, koruyucu ve su iticilerle emprenye edilmiş karaçam örneklerinde liflere paralel yönde basınç direnci ve teğet yönde eğilme direnci deneyleri yapılmıştır.

3.2.1 Liflere paralel yönde basınç direncine ait bulgular

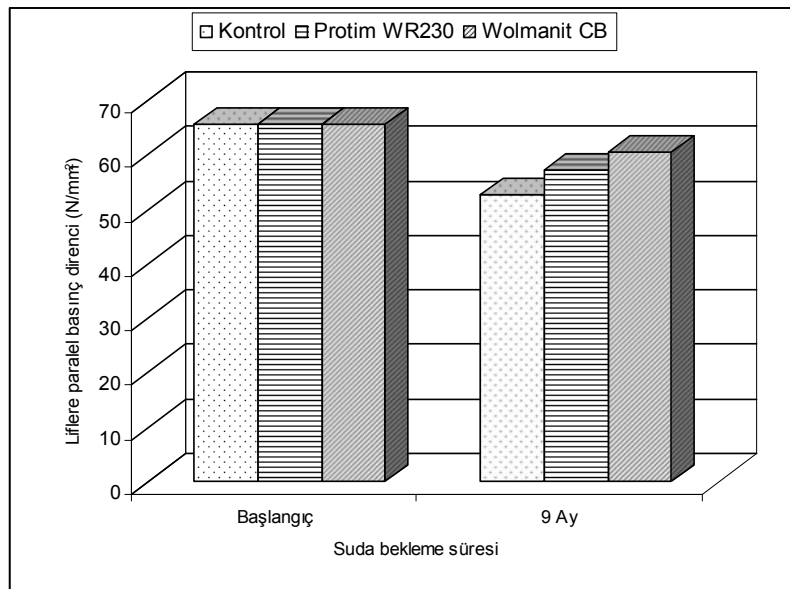
Karaçam öz ve diri odununa ait elde edilen liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Karaçam öz ve diri odununa ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri.

Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yöndeki Ortalama Basınç Direnci (N/mm ²)				
	Öz Odun			Diri Odun	
		Başlangıç	9 Ay	Başlangıç	9 Ay
Kontrol	$\bar{\epsilon}$	65,67	52,65	72,3	56,51
	δ_x	5,01	3,034	2,63	2,37
Protim WR230	$\bar{\epsilon}$	65,67	57,23	72,3	63,14
	δ_x	5,01	2,25	2,63	3,25
Wolmanit CB	$\bar{\epsilon}$	65,67	60,63	72,3	62,44
	δ_x	5,01	2,99	2,63	3,02
Örnek Sayısı	n	10	10	10	10

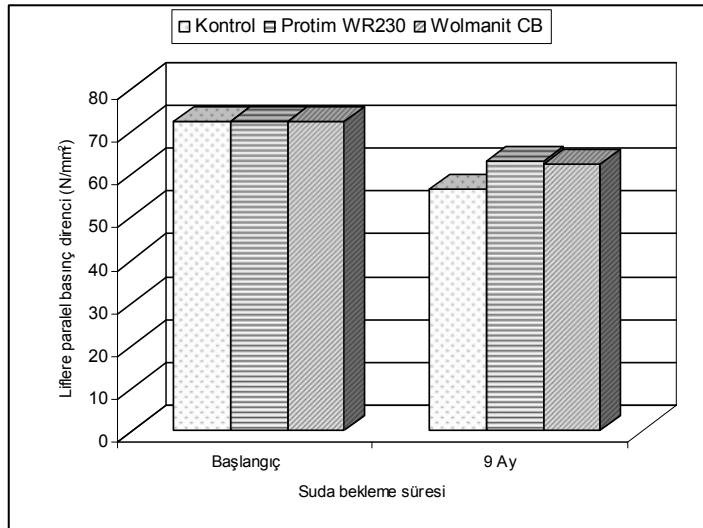
$\bar{\epsilon}$: Ortalama, δ_x : Standart sapma

Karaçam öz odununa ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Grafik 3.1 'de gösterilmiştir.



Grafik 3.1 Karaçam öz odunun liflere paralel basınç direnci.

Karaçam diri odununa ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Grafik 3.2 'de gösterilmiştir.



Grafik 3.2 Karaçam diri odunun liflere paralel basınç direnci.

Varyans analizi : Emprenyeli örnekler ile kontrol örnekleri arasında liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri arasında yapılan karşılaştırmada Çizelge 3.2’de görüldüğü gibi fark bulunmasına rağmen, emprenyeli türler arasındaki fark %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge3.2 Basınç direncine emprenye maddesinin etkisini gösteren tukey testi sonuçları.

Muamele	Deney Sayısı	Ortalama	Eş Gruplar	
Kontrol	40	56,788	X	
Protim	40	60,111	X	
Wolmanit	40	60,438	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
Kontrol - Protim			*-3,323	0,948
Kontrol - Wolmanit			*-3,650	0,948
Protim- Wolmanit			0,327	0,948

P<0,05 *

Çizelge 3.3 Basınç direncine bulunuş yerinin etkisini gösteren tukey testi sonuçları.

Bulunuş Yeri	Deney Sayısı	Ortalama	Eş Gruplar	
Öz	60	57,438	X	
Diri	60	60,788	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
Diri-Öz			*-3,349	0,646

Bulunuş yerinin liflere paralel yöndeki basınç direncine etkisini araştırmak için yapılan karşılaştırmada aralarındaki fark Çizelge3.3’de görüldüğü gibi %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.4 Basınç direncine bekleme süresinin etkisini gösteren tukey testi sonuçları.

Zaman	Deney Sayısı	Ortalama	Eş gruplar	
9 Ay	60	54,888	X	
Başlangıç	60	63,337	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
Başlangıç- 9Ay			*8,449	0,646

Bekleme süresinin liflere paralel yöndeki basınç direncine etkisini araştırmak için yapılan karşılaştırmada direnç kayıpları Çizelge 3.4’de görüldüğü gibi %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

3.2.2 Eğilme direncine ait bulgular

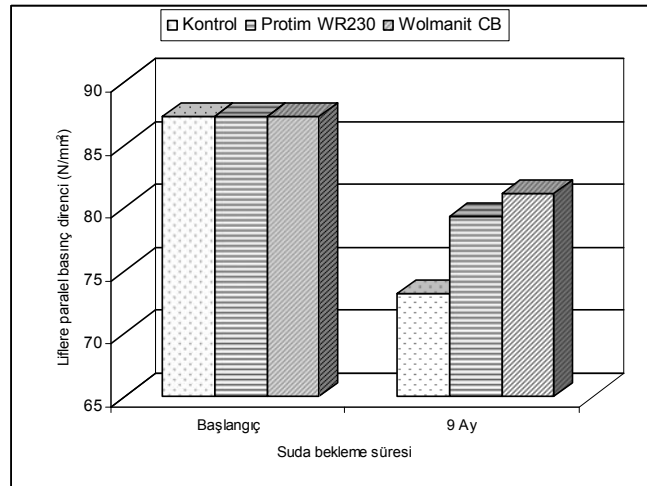
Karaçam öz odununa ait teğet yöndeki eğilme direncine ait veriler Çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.5 Karaçam öz ve diri odununun teğet yöndeki eğilme direnci değerleri.

Emprenye Maddesi	Teğet Yöndeki Ortalama Eğilme Direnci (N/mm ²)				
	Öz Odun		Diri Odun		
	Başlangıç	9 Ay	Başlangıç	9 Ay	
Kontrol	\bar{e}	87,28	73,2	87,65	72,71
	δ_x	1,84	1,55	1,45	2,5
Protim WR230	\bar{e}	87,28	79,36	87,65	82,27
	δ_x	1,84	1,67	1,45	1,23
Wolmanit CB	\bar{e}	87,28	81,12	87,65	84,57
	δ_x	1,84	1,21	1,45	1,71
Örnek Sayısı	n	10	10	10	10

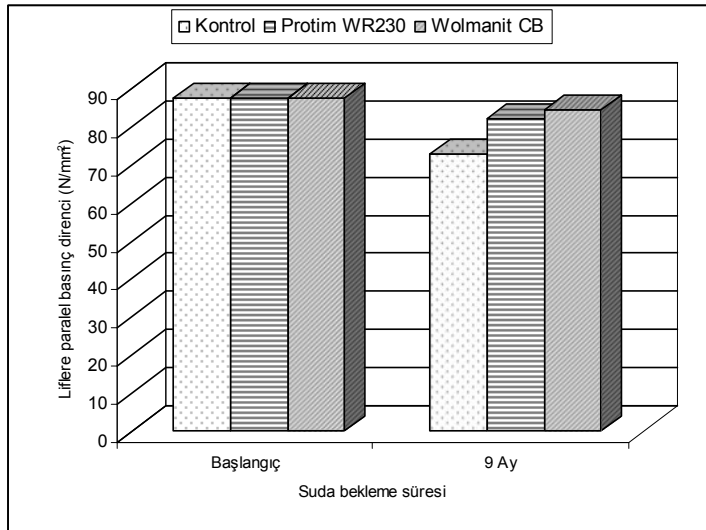
\bar{e} : Ortalama, δ_x : Standart sapma

Karaçam öz odununa ait teğet yöndeki eğilme direnci değerleri Grafik 3.3’te gösterilmiştir.



Grafik 3.3 Karaçam öz odunun teğet yöndeki eğilme direnci değerleri.

Karaçam diri odunun teğet yöndeki eğilme direnci değerleri Grafik 3.4’de verilmiştir.



Grafik 3.4 Karaçam diri odunun teğet yöndeki eğilme direnci değerleri.

Emprenyeli örnekler ile kontrol örnekleri arasında teğet yöndeki eğilme direnci değerleri arasında yapılan karşılaştırmada Çizelge 3.6'da görüldüğü gibi aralarındaki fark %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.6 Eğilme direncine emprenye maddesinin etkisini gösteren tukey testi sonuçları.

Muamele	Deney Sayısı	Ortalama	Eş Gruplar
Kontrol	40	75,436	X
Protim	40	80,080	X
Wolmanit	40	81,011	X
Etkileşim			Fark ± Limit
Kontrol-Protim			*-4,643 0,587
Kontrol-Wolmanit			*-5,574 0,587
Protim-Wolmanit			*-0,930 0,587

P<0,05*

Çizelge 3.7 Eğilme direncine bulunuş yerinin etkisini gösteren tukey testi sonuçları.

Bulunuş Yeri	Deney Sayısı	Ortalama	Eş Gruplar
Öz	60	77,965	X
Diri	60	79,720	X
Etkileşim			Fark ± Limit
Diri-Öz			*1,755 0,400

Bulunuş yerinin radyal yöndeki eğilme direncine etkisini araştırmak için yapılan karşılaştırmada aralarındaki fark Çizelge 3.7'de görüldüğü gibi %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.8 Eğilme direncine bekleme süresinin etkisini gösteren tukey testi sonuçları.

Zaman	Deney Sayısı	Ortalama	Eş Gruplar
9 Ay	60	74,391	X
Başlangıç	60	83,294	X
Etkileşim			Fark ± Limit
Başlangıç-9 Ay			*8,903 0,400

Bekleme süresinin teğet yöndeki eğilme direncine etkisini araştırmak için yapılan karşılaştırmada meydana gelen direnç kayıpları Çizelge 3.8'de görüldüğü gibi %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

9 ay süreyle su soğutma kulesinin dönüş suyunda bekleyen su itici ve koruyucu emprenye maddeleriyle muamele edilmiş karaçam odun örnekleri ile hiç emprenye edilmemiş odun örnekleri üzerinde fiziksel incelemeler yapılmıştır. Wolmanit-CB ve protim WR230 ile emprenye edilen odun örneklerinde herhangi çürüklüğe rastlanmamıştır. Kontrol örnekleri üzerinde yapılan incelemelerde ise renk değişimi, koku ve çok yüzeysel yumuşak çürüklüğe (2-3 mm) rastlanmıştır.

Su soğutma kulesinde 9 ay bekleyen karaçam örneklerinde meydana gelen basınç direnci kayıp oranları;

Kontrol öz odunda % 19.81, diri odunda % 21.83, Protim WR230 öz odunda %12.85, diri odunda %12.66, Wolmanit-CB öz odunda % 7.67, diri odunda % 13.62.

Su soğutma kulesinde 9 ay bekleyen karaçam örneklerinde meydana gelen liflere teğet yöndeki eğilme direnci kayıp oranları;

Kontrol öz odunda % 16.13, diri odunda % 17.03, Protim WR230 öz odunda % 9.07, diri odunda % 6.13, Wolmanit-CB öz odunda %7.06, diri odunda %3.51 olarak bulunmuştur.

Basınç direnci kayıpları, eğilme direnci kayıplarına oranla daha fazla meydana gelmiştir

Su soğutma kulelerinde kullanılan ağaç malzemelerde zamana bağlı olarak fiziksel ve mekanik özelliklerde meydana gelen değişimin incelenmesi kapsamlı olarak bu çalışmada ele alınmıştır. Bu konu ile ilgili daha önce ülkemizde yapılan araştırmaların yeterli olmadığı görülmüştür.

Kontrol örneklerinde zamana bağlı olarak meydana gelen renk değişimi, koku ve yüzeysel yumuşamanın yanında, mekanik (basınç direnci ve teğet yöndeki eğilme direnci) özelliklerdeki direnç kayıpları emprenyeli örneklere göre bariz bir şekilde daha fazla olduğundan dolayı su soğutma kulelerinde kesinlikle emprenyeli ağaç malzeme kullanılmalıdır. Bu çalışmada kullandığımız her iki emprenye maddesinde yeterli koruma sağladığı tespit edilmiştir. Ancak su itici olarak kullanılan protim WR230 emprenye maddesinin çok pahalı olmasından dolayı su soğutma kulelerinde kullanılan ağaç malzemelerin emprenyesinde kullanılmasının uygun olmayacağı ifade edilebilir.

Bu çalışmada koruyucu emprenye maddesi olarak, su içerisinde kullanılacak ağaç malzemelerin emprenyesinde genellikle Tanalit-C kullanılmaktadır. Ancak su soğutma kulelerinde kullanılan atık suyun tekrar doğaya geri dönüşü ve bu emprenye maddesinin insan, bitki ve hayvanlara karşı son derece zehirli oluşunun yanı sıra Avrupa ülkelerinde ve Amerikada kullanımının yasaklanması nedeniyle Wolmanit-CB tercihen kullanılmıştır.

KAYNAKÇA

- [1] Bozkurt, Y., A., Erdin, N., İğne Yapraklı ve Yapraklı Ağaç Odunlarında Tanım Özellikleri (Odun Anatomisi II), İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No : 3907, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No :6, ISBN 975-404-406-6, İstanbul, 220 s , (1995).
- [2] Singh, A.P., Presence of Widespread Bacterial Attacks in Preservative- treated Cooling tower Timbers, New- Zealand- Journal-Of Forestry- science. 27:1, pp. 79-85, 18 ref., New Zealand. (1997).
- [3] Acker, J., Stevens, M., Laboratory Culturing and decay Testing with Physisporinus Vitreus and Donkiopora Expansa Originating from Identical Cooling Tower Environments Show Major Differences, Document- International- Research – Group on-Wood-Preservation, No. IRG-WP-96-10184, 8 pp.; Paper prepared for the 27th Annual Meeting, 19-24 May, 2 ref, Belgium (1996).
- [4] Eaton, R.A., Bacterial Decay Of ACQ- treated Wood in a Water Cooling Tower, International – Biodeterioration- and- Biodegradation, 33:3, 197-207; 21ref ., (1994).
- [5] Schlyter, R., The Strength of Swedish Redwood Timber (pine) and its Dependence on moisture content and Apparent Specifics Gravity. Congres International Lessai des Materiaux Amsterdam (1937).
- [6] Irvine, J., The Effect of Water Of Different Ionic Composition on the Leaching of waterborn Preservative from Timber Placed in cooling Towers and in the Sea, Material und- Organismen, pp.45-71, NLL; Jones-EBG (1972).
- [7] Jones, E.B.G., Steward, R.J., Tricladium Varium, an Aquatic Hyphomycete on Wood in Water Cooling Towers, Transactions-of—the-British-Mycological-Society, pp.163-167, England (1972).
- [8] TS 2474 (1976), Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara
- [9] TS 2476 (1976), Odunun Liflere Dik Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini, TSE, Ankara