

---

SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES	B	VOLUME	30	NUMBER	2	1980
SERIE		BAND		HEFT		
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

## DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,  
UNIVERSITY OF ISTANBUL  
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE  
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



## SU SOĞUTMA KULELERİNDE KULLANILAN AĞAÇ MALZEME

Prof. Dr. Yılmaz BOZKURT<sup>1</sup>  
Doç. Dr. Yener GÖKER<sup>2</sup>

### 1. G İ R İ Ő

Hızlı kalkınma sürecinde olan ülkelerde sanayi tesislerinin kurulmasıyla beraber su soğutma kulelerinin önemi ortaya çıkmış bulunmaktadır. Bu kuleler endüstri işletmelerinde üretim faaliyetlerinin en önemli kısmını teşkil etmektedir. Su soğutma kulelerinin çeşitli nedenlerle arızalanması üretimi ciddi surette etkilemektedir. Özellikle petrol rafinelerinde, Demir Çelik fabrikalarında, Hidro elektrik ve Termik Santrallarda, Suni Gübre, Kimya ve Petrokimya tesislerinde su soğutma kuleleri yaygın surette kullanılmaktadır.

Bu tesislerin kurulmasında farklı amaçlar söz konusudur. Bunlardan birincisi, suyun kısıtlı bulunduğu mntikalarda, herhangi bir su dolaşım sistemi vasıtasıyla taze su girişini mümkün olduğu kadar azaltmak için ısınan suyu soğutarak tekrar kullanmak diğeri ise, suyun bol bulunduğu yerlerde Endüstriyel faaliyet sonucu ısınan suyu çevre sorunları nedeni ile deniz veya kanallara soğutarak vermek ve ci-varda bulunan canlıların hayatiyetlerini devam ettirmelerini sağlamaktır. Şekil 1 de su soğutma kulesi görülmektedir.

Su soğutma kulelerinin yapımında çeşitli malzeme kullanılmış ve bunların içerisinde en uygun olarak empenye edilmiş ağaç malzeme bulunmuştur. Buna zaman zaman plastikte katılmış ancak ekonomik nedenlerle son zamanlarda bundan vazgeçme yoluna gidilmektedir.

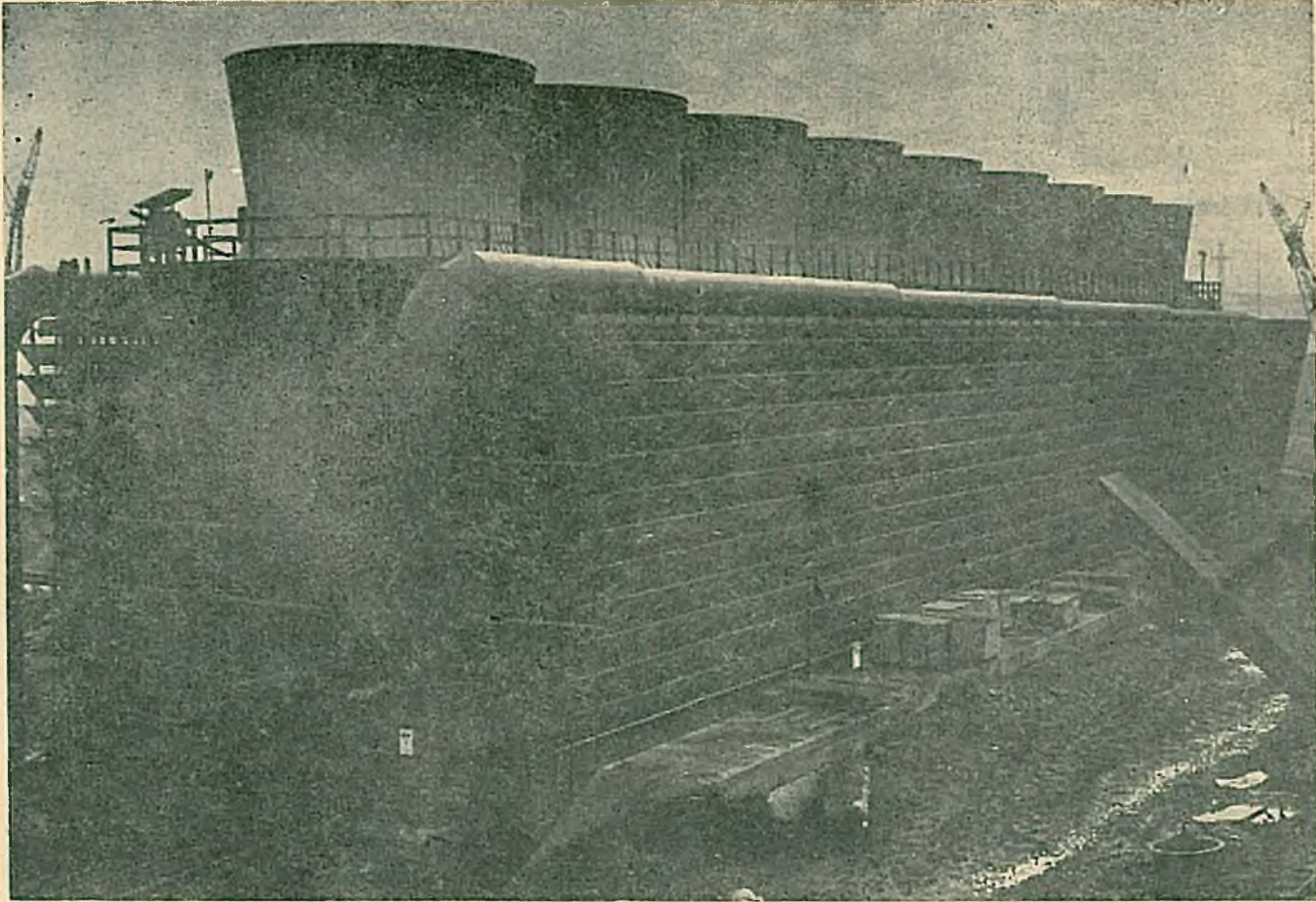
Bu tesislerde ağaç malzemenin tercihinin nedenleri şu şekilde sıralanabilir.

1. Ağaç malzeme asit ve kimyasal maddeleri içeren suların zarar görmez. Soğutulacak su içerisindeki asit ve kimyasal maddeler metal ve beton elemanlara etki ederek, onların su tutma özelliğini bozarlar. Soğutma kulelerinde sirküle eden su her zaman temiz olmayıp, toprak parçalarını içermektedir. Bunlar ise zamanla kulenin iç kısımlarında kireçlenmelere neden olmaktadır. Bu kireçli kısımları izole etmek için suyun içine belirli oranlarda Fosfat asidi katılmaktadır. İşte bu asit ağaç malzemeye etki etmezken betonun özelliklerini bozmaktadır. Keza küf mantarlarını ve yosunlanmayı önlemek için su içerisinde katılan klor'da ağacı etkilememektedir.

Soğutma kulelerinin ilk çalıştırılmalarında su içerisinde oluşan aşırı köpük'ün

<sup>1</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Ürünlerinden Faydalanma Kürsüsü, İstanbul.

<sup>2</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Ürünlerinden Faydalanma Kürsüsü, İstanbul.



Şekil 1.  
Su soğutma kulesinin genel görünümü.  
ALARKO' broşüründen.

izolesi için su içerisine katılan kimyasal bileşikler de kule konstrüksiyonunu etkilememektedir.

2. Düşük sıcaklık derecesinde donan ve genleşen su ağaç malzemenin bünyesini bozmaz, buna mukabil betonda ise gözeneklere giren su donar, genişir ve onun bünyesinde deformasyonlara neden olur.
3. Ağaç istenen boyutlarda kolay işlenir.
4. Uygun şekilde vida veya çivilerle tutturulabilir.
5. Isıyı kötü iletir.
6. Fiyatı diğer malzemeye nazaran daha ucuzdur.

Bu nedenlerle su soğutma kulelerinde ağaç malzeme kullanılmaktadır. Ancak, rutubetli bir ortamda olan tabii haldeki ağaç malzeme hızlı bir şekilde yumuşak çürüklük yapan *Ascomycetes* ve *Fungi Imperfecti* mantarlarının etkisi ile tahrip olur. Bu nedenle kuleyi oluşturacak ağaç malzeme suda erimeyen ve yıkanmayan emprenye maddeleri ile muamele edilmekte ve ağaç malzemenin dayanma süresi yaklaşık olarak 30 yıla kadar uzatılmaktadır.

## 2. KULLANILAN AĞAÇ CİNSLERİ VE BOYUTLARI

Su soğutma kulelerinde gerek taşıyıcı elemanlar gerekse bağlama materyali olarak Göknar, Ladin, Çam, Porsuk, Douglas Göknaarı ve Sekoya kullanılmaktadır. Münferit olarak bazı kısımlarda ise Meşe de denenmiştir. Tabii halde en fazla dayanıklı tür ise Bongossi (*Lophira procera*) dir. Almanya'da yaygın olarak kerestelik Ladin ve Göknar kullanılmakta ve belirli yetişme muhitinden elde edilen keresteler tercih edilmektedir.

Ülkemizde ise Ladin ve Göknar emprenye edilme zorluğu nedeni ile yaygın olarak kullanılmamakta bunun yerine Sarıçam (*Pinus silvestris*), Kızılçam (*Pinus brutia*) ve Karaçam (*Pinus nigra* var. *pallasiana*) gibi çam türleri tercih edilmektedir. Bu tercihin nedeni ise bu ağaç türlerinin suda çözünen tuzlarla kolayca emprenye edilmesidir.

Soğutma kulelerinde genellikle aşağıdaki malzeme ve boyutlara ihtiyaç bulunmaktadır.

- Dört köşe kereste : 5×8, 8×8, 10×10, 10×12 ve 12×12 cm  
 Damla pervazı : 10×35 mm kalınlıkta  
 (eleminatör)  
 Püskürtme latası : 20×40, 10×30, 50×5 ve 50×60 mm  
 (dolgu materyali)  
 Tahta ve kalas : Konstrüksiyona uygun çeşitli boyutlarda

Emprenye edilmemiş ağaç malzeme soğutma kulelerinde çok kısa bir süre sonra yumuşak çürüklük mantarları vasıtasıyla kuvvetli bir şekilde tahrip olmaktadır. Diğer kullanım yerlerinde dayanıklı bir malzeme olan Meşe öz odunu, soğutma kulesinde dayanıksızdır. Ve Meşe, Çam, Porsuk veya Douglas'ın Öz ve Diri odununda göre bu kullanım yerinde daha çabuk tahrip olmaktadır (LIESE, 1979). Aynı durum Teak (*Tectona grandis*) odunu içinde geçerlidir.

Soğutma kulelerinde özel koşullar altında Bongossi (*Lophira procera*) dışında bilinen konstrüksiyon elemanları yeterli doğal dayanıklılığa sahip değildir. Böylece esas olarak ağaç malzemenin bu kullanım yerinde muhakkak surette emprenye edilmesi gerekmektedir.

### 3. SU SOĞUTMA KULELERİNDE KULLANILAN AĞAÇ MALZEMENİN KALİTE ÖZELLİKLERİ

Ülkemizde birçok tesis kurmuş olan su soğutma kulesi firmaları tarafından bu maksat için kullanılan teknik ağaç malzeme şartnameleri incelendiğinde kereste kalitesinin II. sınıf, işlenmesinin ise I. sınıf standartlara uygun olduğu görülmektedir.

Örneğin, aralarında Seyitömer Termik Santrali, Akdeniz Gübre Sanayii, Petkim gibi büyük tesislerin de bulunduğu ve Türkiye'de 15 den fazla kuruluşun su soğutma kulesi projelerinde kullanılan ağaç malzeme şartnamesinde Kereste kalitesinin DIN 4074 numaralı Alman Standardı (İğne yapraklı ağaç kerestesinde kalite özellikleri ile ilgili standard) na uygun olduğu görülmüştür. Adı geçen standartta II. sınıf kereste emprenye edilmeden kapalı yerde kuru halde kullanıldığında mavi renk ve yeterli çivi tutma kabiliyetine haiz kırmızı ve kahverengi şeritlere müsaade edilmekte, yıldırım çatlağı, don yarığı, böcek yenikleri, reçine sızıntıları, soğanlanma (yıllık halka ayrılması) ve beyaz çürüklüğe müsaade edilmemektedir.

Emprenye edilmiş ve rutubet miktarı yüksek yerlerde kullanılacak keresteler için mavi renk oluşumu, yüzeyde böcek tahribatı ve tırnakla çizilemeyen kahverengi ve kırmızı şeritlere müsaade edilmekte, yıldırım yarası, don yarası, asalaklar, soğanlanma ve beyaz çürümeye müsaade edilmemektedir.

Bütün sınıflar için verilen ölçü toleransında gösterilen boyutlardan aşağıya doğru olacak farklar, hava kurusu halde iken en çok % 1,5 tur. Ağaç malzeme miktarının % 10 u ise normal ölçülerden % 3 daha fazla bulunabilir.

DIN 4074'e göre su soğutma kulelerinde kullanılacak kerestenin % 20 rutubet derecesine kadar su kapsayanlarına kuru, % 30'a kadar su ihtiva edenlerine yarı kuru, kereste denmektedir. Rutubet miktarı sınırlandırılmamış ise kereste yağ sayılır. Rutubet yüzdelerinin hesabı tam kuru ağırlığa oranlanmak suretiyle yapılmaktadır.

**Boyutlar :** Kiriş, kadron, lata, tahta ve kâlas ölçüleri daha önce özel bahsinde belirtilmiştir.

**Kesim sınıfları :** Dört kenarı paralel kesilmiş kereste bu standarda göre 4 sınıfa ayrılır.

1. Keskin kenarlı ağaç malzeme (kereste)
2. Dolu kenarlı ağaç malzeme (kereste)
3. Eksik kenarlı ağaç malzeme (kereste)
4. Testere ile düzeltilmiş ağaç malzeme (kereste)

Her türlü kereste için maksimum sulama genişliği aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Kerestede kalan sulamada kabuk ve iç kabuk olmamalıdır.

Tablo 1.  
Sulamanın azami genişliği.

Keskin kenarlı kereste	Sulama olmamalıdır.
Dolu kenarlı kereste	Her yüzey kenarının en az 2/3 ü sulamasız olmalıdır.
Eksik kenarlı kereste	Her yüzey kenarının en az 1/3 ü sulamasız olmalıdır.
Testere ile düzeltilmiş kereste	Her dört yüzey kenarında boydan boya testere geçmiş olmalıdır.

**Sınıflandırma :** Kalite özelliklerine göre 3 sınıf kereste vardır.

Birinci sınıf taşıma gücü son derece yüksek yapı kerestesi

İkinci sınıf taşıma gücü yeterli yapı kerestesi

Üçüncü sınıf taşıma gücü az yapı kerestesi

Bu sınıfların kalite özellikleri 2 numaralı tabloda topluca gösterilmiş bulunmaktadır.

Tablo 2.

1	2	3	4
Sınıflar	I. sınıf taşıma gücü yüksek yapı kerestesi	II. sınıf taşıma gücü yeterli yapı kerestesi	III. sınıf taşıma gücü az yapı kerestesi
1. Kerestenin durumu Doğal haldeki kereste Yalnız kuru yerde kullanılmalıdır).	Mavi renk olabilir yıldırım ve don çatlağı, böcek yeniği mantar çürüğü, halka çatlağı, ökseotu lekesi, kırmızı çürüklük, beyaz çürüklük kırmızı ve kahverengi şeritlilik bulunamaz.	Çivi tutmaya yeterli dirençte kahverengi ve kırmızı şeritler bulunabilir. Yıldırım çatlağı, böcek yeniği, mantar çürümesi, ökseotu lekesi, halka çatlağı, kırmızı ve beyaz çürüme bulunamaz.	
Emprenye edilmiş kereste	Mavi renk çivi tutma direnci yeterli kahverengi ve kırmızı şeritler bulunabilir. Yıldırım çatlağı, don çatlağı, kırmızı çürüklük, beyaz çürüklük, halka çatlağı, ökseotu lekesi bulunamaz.	Mavi renk, yüzeysel böcek yeniği çivi tutma direnci normal, kahverengi ve kırmızı şeritler bulunabilir. Yıldırım çatlağı don çatlağı, kırmızı çürüklük, beyaz çürüklük, halka çatlağı, ökseotu lekesi bulunamaz.	Mavi renk, yıldırım ve don çatlağı, böcek yeniği, halka çatlağı, çivi tutma direnci normal, kahverengi ve kırmızı çürüklük, ökseotu lekesi bulunabilir. Yaşayan böcek yumurta ve kurtları ile kırmızı ve beyaz çürüklük bulunamaz.
2. Kesiş kalitesi	A	B	C
3. Ölçü toleransı	Yarı kuru kerestede kabul edilir. Daha büyük farklar kabul edilmez.	Eksi toleranslar % 1,5 a kadar Partinin % 10'unda en fazla % 3 e kadar kabul edilir.	
4. Rutubet miktarı	Kereste kullanılacağı yerde kısa bir sürede kuruyup devamlı kuru kalacak ise montaj sırasında yarı kuru olabilir.		

(Tablo 2.'nin devamı)

5. En düşük özgül ağırlık	% 20 rutubetteki kerestede (kg/dm <sup>3</sup> ) <i>Ladin, Göknar</i> Budaksız : 0,38 Budaklı : 0,40  <i>Çam</i> Budaksız : 0,42 Budaklı : 0,45		
6. Yıllık halka genişliği	Enine kesitin en fazla yarısında 4 mm nin üzerindeki yıllık halka genişlikleri bulunabilir.		
7. Budak 7.1. Münferit Budak 7.11. Kiriş ve kadron Görünen en küçük budak çapının bulunduğu yerdeki yüzey genişliğine oranı	(50 mm den fazla olmamak şartı ile 1/5 e kadar)	(70 mm den fazla olmamak şartı ile 1/3 e kadar)	1/2 ye kadar
7.12. Lata, Kalas, tahta: Boy eksenine dik kesitler içinde kalan budakların dış yüzeylerindeki çaplarının toplamının, kereste genişliğinin iki katına oranı.	1/5 e kadar	1/3 e kadar	1/2 ye kadar
7.2. Toplu haldeki budaklar 7.12 Kiriş ve kadron Her yüzeyde 150 mm uzunlukta bulunacak budak çapları toplamının bulunduğu yüzey genişliğine oranı	2/5 e kadar	2/3 e kadar	2/4 e kadar

(Tablo 2.'nin devamı)

7.22. Lata, kalas, tahta: Boy eksenini boyunca 150 mm uzunluk içinde tüm yüzeylerdeki budakların dış çaplarının tahta genişliğinin iki katına oranı	1/3 e kadar	1/3 e kadar	2/3 e kadar
8. Lif kıvrıklığı (kuruma çatlaklarına göre ölçme)	100 mm	200 mm	330 mm
9. Diagonal liflilik	70 mm	120 mm	200 mm
10. Kamburluk (2 m uzunlukta eğriliğin maksimum olduğu yerdeki ayrılış)	5 mm	8 mm	15 mm
11. Eğrilik (Tüm uzunluktaki ayrılış)	1/400	1/250	—



#### 4. SU SOĞUTMA KULELERİNDEKİ AĞAÇ MALZEMENİN EMPRENYESİ

Bu kullanım yerinde değerlendirilen ve özel boyutlarda hazırlanmış ağaç malzemenin muhakkak surette emprenyesi gerekmektedir. Zira ıslak ortamda Doğal haldeki odun, çok kısa zamanda enfekte olarak görev yapamaz duruma gelmektedir.

Su soğutma kulelerinde biyolojik çürüklüğün iki tipi mevcuttur. Bunlardan birincisi 1) Tipik kahverengi ve beyaz çürüklük olup, Basidiomycetes mantarları tarafından oluşturulmaktadır. 2) Yumuşak çürüklük ise Ascomycetes ve Fungi İmperfecti tarafından yapılmaktadır. Bunlardan Kahverengi ve Beyaz çürüklük kulenin su içerisinde devamlı bulunmayan elemanlarında görülmekte buna karşılık Yumuşak çürüklük ise uzun süre su içinde kalan ağaç elemanlarda gözlenmektedir. Özellikle suyun sıcaklığının 25 - 30°C olması Yumuşak çürüklüğü artırıcı bir etki yapmaktadır.

Yumuşak çürüklük mantarları tarafından odun yüzeyleri üzerinde meydana getirilen yumşamanın önceleri su içerisindeki kimyasal maddeler tarafından oluşturulduğu düşünülmüş, ancak su içerisindeki kimyasal maddelerin oranı kontrol altına alındığı halde yumuşamanın devam etmiş olduğu görülmüştür. Böylece 1950 yılı başlarında İngiltere'de Forest products research Laboratory tarafından yumuşak çürüklük mantarları, bu yumuşamanın sebebi olarak bulunmuş ve teşhis edilmiştir. Bunun sonucu olarak ağaç malzemenin bu kullanım yerinde tabii olarak kullanılması yerine emprenye edilmiş olarak kullanılması fikri benimsenmiştir.

##### 4.1 Ağaç malzemenin emprenye işlemine hazırlanması

Bu kullanım yerinde emprenye edilecek ağaç malzeme emprenye işleminden daha önce hazırlanarak lif doygunluğu rutubet derecesinin altına kadar kurutulmalı diğer bir deyimle kapsadığı rutubet miktarı % 30'un altına indirilmelidir. Böylece Emprenye işleminde koruyucu tuzların tesbiti daha kısa zamanda gerçekleşmektedir.

Ağaç malzeme genellikle aralarında boşluk bırakılmadan paket halinde kereste fabrikasından emprenye tesisine getirilmekte kısmen paket halinde emprenye edilmekte kısmen ise aralarına latalar konarak istife alınmakta ve bu şekilde emprenye işlemine tabi tutulmaktadır.

Emprenye denemeleri, bir kereste paketi içindeki emprenye eriyiği basıncının oduna ıslanma ile meydana gelmeye başlayan genişleme basıncından çok yüksek olduğunu ve böylece emprenye çözeltisinin tamamen münferit biçilmiş tahtalar arasına girerek derinlere nüfus edebildiğini göstermiştir HACKBARTH (1975).

Emprenye fabrikasına gelen ağaç malzeme içerisindeki Kırmızı şeritli odun ayrılmalıdır. Zira bu tip malzemede çok az bir direnç azalması ortaya çıktığı halde böyle malzemede emprenye tuzlarının bağlanma kabiliyeti belirgin şekilde azalmaktadır LIESE (1979).

Yukarıda belirtilen malzemede mavi renk oluşumuna izin verilirken, kırmızı çürüklü odun, sulamalı ve kabuklu odun asla kullanılmamalıdır.

Emprenye işlemine tabi tutulacak ve su soğutma kulelerinde kullanılacak Ağaç malzeme montaja hazır boyutlarda düzenlendikten sonra planyalanmalı gerekli ise frezelerde işlenmeli ve delikleri açılmalıdır. Emprenye işleminden sonra kesme, del-

me ve yontma işlemlerinden mümkün mertebe kaçınılmalıdır. Zira açılan bu yerlerden, daha sonra koruyucu tedbirler alınsa bile yeterli nüfus derinliği sağlanamadığı için mantarlar kolaylıkla ağaç elemanları enfekte edebilmektedir. Başkaca, direklerde daha sonra yapılan yuvarlaklaştırma, rendeleme, yada elemanların yan taraflarında meydana gelen kırılma ve çatlamalarda yukarıda açıklanan sonucu doğurmaktadır.

#### 4.1.1. Emprenye maddeleri

Su soğutma kulelerinde kullanılan ağaç malzemenin çürümeye karşı korunmasında kullanılacak emprenye maddelerinden başlıca, aşağıda belirtilen özellikler istenmektedir.

1. En yüksek düzeyde zehirli olması
2. Kolay yıkanıp çıkmaması
3. Demir ve sac elemanlarda korozyona sebep olmaması
4. Ucuz olması
5. Kolay bulunması
6. Yanmaması

İlk zamanlarda bu amaçla Flor, Krom, Arsenik esaslı bir emprenye maddesi kullanmak suretiyle 8 kg/m<sup>3</sup> kuru tuz miktarı ile yapılan emprenyenin yumuşak çürüklük mantarlarına karşı yetersiz kaldığı görülmüştür. Zira bu tip emprenye maddeleri sularla kolaylıkla yıkanmaları nedeni ile kısıtlı bir kullanım alanı bulmaktadır. Bundan dolayı yıkanma şartlarının ağır olduğu su soğutma kuleleri gibi kullanım yerlerinde tavsiye edilmemektedir.

**Yağlı maddeler :** Ana maddesini Kreozotun teşkil ettiği bu maddeler gazyağı, Bunkeryağı gibi katkı maddelerinin karışması ile meydana gelmektedir. Kreozot ;

- a. Yanıcı olması
- b. Kötü bir kokuya sahip olması
- c. Emprenye edilmiş ağaç malzemedden dışarıya yağ sızması
- d. Boyanamaması
- e. Pahalı olması

nedenleri ile son yıllarda su soğutma kulelerinde kullanımı azalmıştır. Bundan başka Hindistan'da yerli ağaçlardan yapılan denemelerde 160 kg/m<sup>3</sup> lük absorpsiyon da Fuel-oil de çözülmüş Kreozot gerekli korumayı sağlayamamış ve 3,5 yıl sonra korumada azalmalar görülmüştür LIESE (1979).

Yeni soğutma kulelerinde ağaç malzemenin esas emprenyesi için Krom ve Bakır ihtiva eden değişik tuzlar kullanılmaktadır. Bunlar başlıca, Bakır, Krom, Arsenik (CCA), Bakır, Krom, Bor (CCB), Bakır, Krom, Fluorür (CCF) ve Bakır Krom (CC) dir.

Son yıllarda CCA emprenye tuzlarının 13 kg/m<sup>3</sup> lük retentionu yaygın şekilde kullanılmakta olup, 30 yıl dayanma göstermektedir WILSON, 1980.

#### 4.1.2. Emprenye metodu

Su soğutma kulelerinde kullanılan ağaç malzemenin emprenyesinde Almanya'da

ve Ülkemizde Kazanda basınç metodu uygulanmaktadır. Bunun için Ağaç kule elemanları, kazana yerleştirildikten sonra 22 mm (30 mbar) Civa sütununa eşit ve 60 dakika süren bir vakumdan sonra Damlalık lataları için 5 saat, kalın tahta ve kalaslar için 7 saat, Dörtköşe kadronlar için ise 10 saat süre ile 8,16 kp/cm<sup>2</sup> lik (8 bar) lik bir basınç uygulanmaktadır. Bunu ortalama olarak 45 mm (60 mbar) Civa sütununa eşit bir vakum takip etmektedir. Bu vakumun miktarı odun boyutlarına bağlı olarak 2,5 - 3 ve 3,5 saat için 17 - 22 mm (22 - 26 mbar) civa sütunu kadar ön vakumdan meydana gelmektedir. Bunu takiben genellikle 3 - 5 saat 8,16 - 9,16 kp/cm<sup>2</sup> (8 - 0 bar) lik bir basınç ve yaklaşık olarak 110 mm (150 mbar) Hg sütununa eşit bir vakumla emprenye işlemi son bulmaktadır. Bu emprenye işlemi sonucu emprenye eriliğinin absorpsiyon miktarı odun türüne, diri ve öz odun oranına ve malzeme boyutlarına bağlı bulunmaktadır. Bu miktar küçük boyutlu numunelerde belirgin şekilde artmaktadır.

Örneğin,

8×8 cm enine kesitindeki kadronlarda 125 - 175 kg/m<sup>3</sup>

40 mm den itibaren kalas ve ince kadronlar 150 - 250 kg/m<sup>3</sup>

Damlalık lataları ve örtü elemanları için 250 - 350 kg/m<sup>3</sup>

dır LIESE (1979).

#### 4.1.3. Nüfuz derinliği

Yukarıda belirtilen emprenye tekniği ile elde olunan nüfuz derinliği ağaç cinslerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Örneğin, bu metodla Çam diri odunu kolaylıkla öz oduna kadar emprenye edilebildiği halde çözelti öz odun kısmına ancak bir kaç mm girebilmektedir.

Ladin odununda ise nüfuz derinliği büyük varyasyon göstermektedir. Çözelti bu ağaç cinsinde Diri oduna 5 - 10 mm, öz oduna ise 2 - 4 mm kadar girebilmektedir. Keza teğet yönde yaz odunu, ilkbahar odununa nazaran daha iyi emprenye edilebilmektedir.

Bu ağaç türünde emprenye zorluğu nedeni ile diri odun üniform bir şekilde emprenye çözeltisini emememektedir. Bu nedenle su soğutma kulelerinde taşıyıcı eleman olarak emprenyeli Ladin malzemenin kullanılması uygun bulunmamaktadır. Ancak yarık açma (Incising) işlemine tabi tutulan malzemede nüfuz derinliğinin arttığı gözlenmiştir.

İnce materyalde ise örneğin *Damlalık Latalar* için incising işlemi önemli oranda direnç azalması nedeni ile uygun bulunmamaktadır.

Son zamanlarda soğutma kulelerinin dış kaplamalarında suya dayanıklı tutkallarla yapıştırılmış kontrplakların kullanımı artmaktadır. Bunların emprenyeli olarak kullanılması dayanma süresini arttırmaktadır. Örneğin U.S.A. da Douglas Gökna-rından yapılmış kontrplaklarda 250 - 350 kg/m<sup>3</sup> lük absorpsiyon miktarı ile başarılı sonuçlara varılmış bulunmaktadır. Buna sebep olarak emprenye maddesinin, soyma levhasının oluşumu esnasında meydana gelen çatlaklardan malzeme içerisine daha iyi nüfuz etmesi ve daha fazla emprenye maddesi absorpsiyonu sağlaması gösterilebilir.

Su kulelerinde kullanılacak ağaç malzeme emprenye edildikten sonra emprenye tuzlarının iyi bir şekilde ağaç malzemeye bağlanabilmesi için en az 1 ay süre ile

kurutulmaya terkedilmelidir. Ancak, bütün ön tedbirlere rağmen yapı yerinde tamamlayıcı kesme veya delme işlemlerinden sarfınazar edilememektedir. Bu durumda yüksek konsantrasyonlu bir emprenye çözeltilisini 3-5 defa açılan kısımlara sürmek gerekmektedir.

İngiltere'de elektrik kurumunun su soğutma kulelerinde ağaç malzemenin emprenyesi ile ilgili şartnamesini de bu vesile ile vermek yararlı olacaktır. Buna göre, ağaç malzemenin emprenyesi kesin olarak bu şartnameye göre yapılacak ve aşağıdaki emprenye metodlarından hiç bir şekilde sapma olmayacaktır.

#### 4.2. İngiliz elektrik kurumu şartnamesine göre ağaç malzemenin emprenye için hazırlanması

Ağaç malzeme, uygun kalitede «Pinus silvestris» olacak ve emprenyeden önceki rutubet derecesi % 25 i geçmeyecektir. Su soğutma kulesinin ağaç malzemesinin paketlenmesi gerek taşımaya gerekse emprenye çözeltilisinin parça yüzeylerine nüfus etmesine müsaade edecek şekilde olacaktır. Bütün ağaç malzeme parçaları emprenyeden önce tamamen işlenmiş ve son boyutlarında kesilmiş olacaktır. Emprenyeden sonra herhangi bir şekil verme veya kesme işlemi yapılamaz.

##### 4.2.1. Emprenye maddesi

Celcure, Celcure A veya Tanalith C (Bakır - Krom - Arsenikli tuzlar) emprenye tuzlarından birisi kullanılacaktır. Emprenye tuzları uygun çözelti yoğunluğunu temin etmek üzere suda eritilecektir.

##### 4.2.2. Emprenye metodu

Ağaç malzeme maksada uygun bir şekilde basınç silindrine konacak ve vakum/basınç metodu ile en az 12,65 kp/cm<sup>2</sup> basınç altında (a) metodu ile emprenye edilecektir. Sağlanabilen maksimum basınç 12,65 kp/cm<sup>2</sup> ile 10,5 kp/cm<sup>2</sup> arasında ise (b) metodu uygulanacaktır. 10,5 kp/m<sup>2</sup> den aşağı emprenye basıncı kabul edilmez.

(a) minimum basınç 12,65 kp/cm<sup>2</sup> ise

##### *İlk vakum*

Ön vakum en az 15 dakika süre ile 635 mm Hg seviyesinde olacaktır. Süre tesis operatörünün insiyatifi ile uzatılabilecektir.

##### *Basınç silindrine çözelti verilmesi*

Ön vakum devam ederken silindire emprenye çözeltilisi verilecektir.

##### *Basınç periyodu*

Emprenye çözeltilisi verildikten sonra silindir basıncı derhal yükseltilecek ve 12,65 kp/cm<sup>2</sup> den aşağı düşmemek üzere maksimum basınçta 90 dakika tutulacaktır. Bu süre içerisinde istenilen absorpsiyon miktarına erişilemediği takdirde basınç yine 12,65 kp/cm<sup>2</sup> den aşağı olmamak üzere süre 30 dakika uzatılarak toplam 120 dakikaya çıkarılır.

##### *Son vakum*

Son vakum 635 mm Hg seviyesine kadar yapılır ve derhal serbest bırakılır.

**Çözelti yoğunluğu**

% 5 den aşağı olamaz.

**Absorpsiyon**

Ağaç malzemenin bünyesine aldığı net emprenyeye çözeltisi 400 lt/m<sup>3</sup> den aşağı olmamalıdır.

**Net kuru tuz miktarı**

Yukarıda uygulanan metoda göre net kuru tuz absorpsiyon miktarı 20 kg/m<sup>3</sup> den az olmamalıdır.

(b) minimum basınç 10,5 kp/cm<sup>2</sup> ise

**Ön vakum**

Ön vakum en az 15 dakika süre ile 635 mm Hg seviyesinde olacaktır. Ancak bu süre tesis operatörünün insiyatifli ile uzatılabilecektir.

**Basınç silindirine çözelti verilmesi**

Ön vakum devam ederken silindire emprenyeye çözeltisi verilecektir.

**Basınç süresi**

Emprenye çözeltisi verildikten sonra silindir basıncı derhal yükseltilecek ve 10,5 kp/cm<sup>2</sup> den aşağı düşmemek üzere maksimum basınçta 180 dakika tutulacaktır. Bu süre içerisinde istenilen absorpsiyon miktarına erişilemediği takdirde basınç yine 10,5 kp/cm<sup>2</sup> den aşağı olmamak üzere basınç süresi 60 dakika uzatılarak toplam 240 dakikaya çıkarılacaktır.

**Son vakum**

Son vakum 635 mm Hg seviyesine kadar yapılacak ve derhal serbest bırakılacaktır.

**Çözelti yoğunluğu**

Çözelti yoğunluğu % 5,5 dan aşağı olamaz.

**Absorpsiyon**

Ağaç malzemeye absorbe edilen net çözelti 360 lt/m<sup>3</sup> den aşağı olmayacaktır.

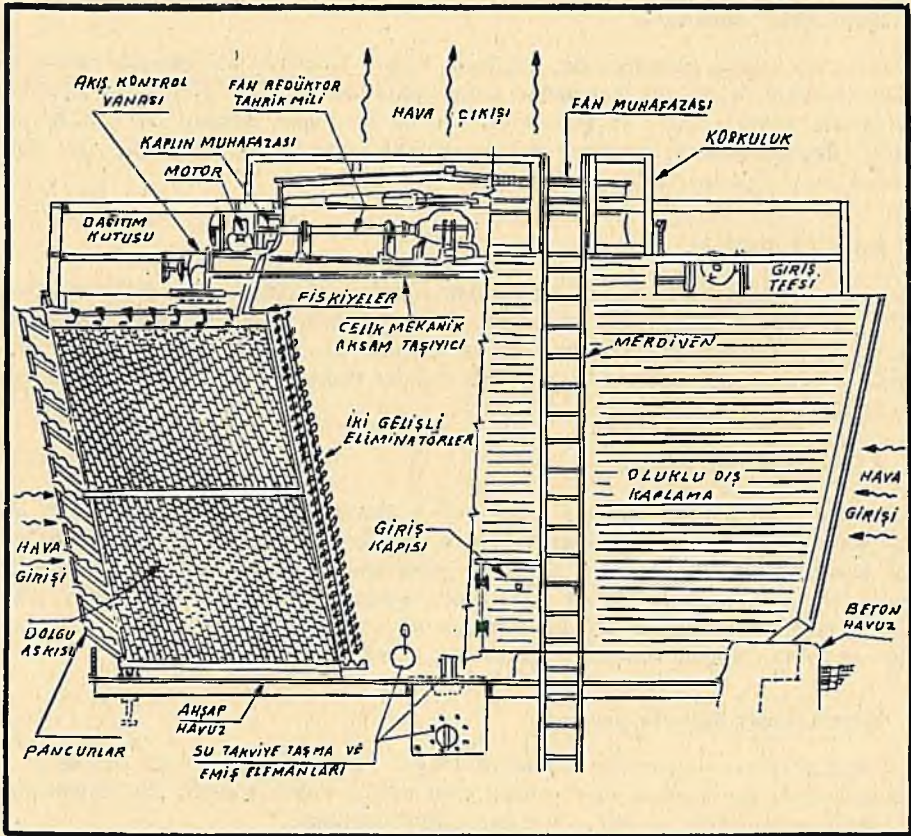
**Net kuru tuz miktarı**

Yukarıdaki emprenyeye metodu ile ağaç malzemeye emdirilen net kuru tuz miktarının 20 kg/m<sup>3</sup> den aşağı olmamasıdır.

**5. SU SOĞUTMA KULELERİNİN TİPLERİ VE ÇALIŞMA PRENSİPLERİ**

Su soğutma kuleleri çok değişik şekilde planlanmakta ve inşa edilmektedir. Bütün bunlarda ana prensip, sıcak suyun dağıtım kanalları vasıtasıyla sıçrama olmadan sıcak su havuzunda yeknesak bir şekilde dağıtılarak havuz tabanında bulunan özel fıskiyelerle yine serbest akışlı olarak yeknesak bir şekilde kule dolgusu üzerine akıtılmasıdır. Sıcak suyun eşit şekilde bütün ağaç dolgu materyali üzerine dağıtılması soğutma gücünü arttırmaktadır.

Su soğutma kulelerinde su, ya da kendi kendine ya da suni surette soğutulmaktadır. Tip olarak eskiden hiperbolik şekilde olanlar yaygınken, bu tiplerin özel mimari emek istemeleri nedeni ile yeni tipler genellikle dikdörtgen prizma şeklinde yapılmaktadır. Konstrüksiyon bakımından iç ve dış kısımlar ya tamamen ağaç malzemenen yapılmaktadır ya da kabuk için verilen Kulenin dış kısımları betondan, Asbestli çimentodan veya özel üretilmiş kontrplaktan inşa edilmektedir. Asıl fonksiyonu gerçekleştiren iç kısım ise emprenye edilmiş ağaç malzemenen yararlanılarak yapılmaktadır. Sıcak suyun soğutulmasını sağlayan taze havanın kuleye giriş yönünün tek veya iki olmasına göre kuleler tek yönlü hava akımlı ve çift yönlü hava akımlı olmak üzere başlıca iki kısma ayrılmaktadır. Şekil 2 de çift yönlü hava akımlı bir su soğutma kulesi görülmektedir. Buna göre kule başlıca şu kısımlarda teşekkül etmektedir.



Şekil 2.  
Çift yönlü hava akımlı bir su soğutma kulesi.  
(Marley su soğutma kulesi broşüründen).

### 5.1. Taşıyıcı yapı

Bu tip kulelerde taşıyıcı yapı elemanları emprenye edilmiş çam ağacından imal edilen kolonlar ve bunları yatay ve diagonal şekilde birbirine bağlayan elemanlardan meydana gelmiş olup, çalışma ağırlığı ve kuleyi yatay olarak etkileyen rüzgar

kuvvetlerinin meydana getirdiği gerilmeler gözönüne alınarak düzenlenmiştir. Ağaç malzeme elemanlarının birbirine bağlantıları galvanizli civata ve cam elyafı takviyeli polyster veya seramik baskı rondelaları ile yapılmaktadır.

### 5.2. Dış kaplama, merdiven ve giriş kapısı

Kule dış kaplamasında eternit, oluklu levhalar kullanılmaktadır. Köşeler düşey köşe bağlama eternitleri ile tespit edilir. Eternitler birbirine ve taşıyıcı yapıya civatalanır ve contalarla sızdırmaz hale getirilir. Yan kaplamada kule içerisine giriş kapısı bırakılmıştır. Merdiven kule taşıyıcı yapısına bağlı olup, vantilatörün bulunduğu havalandırma yerine çıkışı sağlamaktadır. Havalandırma yerinin etrafı ağaç malzemedен yapılmış korkuluklarla çevrelenmiştir.

### 5.3. Hava giriş pancurları

Çift hava akımlı kulelerde iki, tek hava akımlı kulelerde bir yüzeyde eğimli ve sökülüp takılabilen eternit pancurlar bulunmaktadır. Bu pancurlar kule suyunun sıçramalarıyla kaybını önler ve taze hava girişini kule içine düzgün bir şekilde yönettirler. Eternit pancur kanatları ve destekleri taşıyıcı yapıya bağlanmıştır. Buzlanmalar bu tip pancurlarda azaltılmıştır.

### 5.4. Sıcak su dağılımı

Sıcak su, dağıtım kanalları vasıtasıyla sıçrama olmadan sıcak su havuzunda üniform bir şekilde dağıtılarak bu arada havuz tabanında bulunan özel fıskiyelele serbest bir şekilde, üniform olarak kule dolgusu üzerine akıtılmaktadır. Özellikle sıcak suyun eşit bir şekilde bütün dolgu üzerine dağıtılması soğutma gücünü arttırmaktadır.

### 5.5. Ağaç dolgu (püskürtme latası)

Ağaç dolgu emprenye edilmiş çıralı çam çıtalarından oluşmaktadır. Çıtalar, suya dayanıklı cam elyafı takviyeli polyster askılar üzerine dizilerek dolgu paketlerini oluşturur. Sıcak su dolgu üzerinde parçalanarak küçük zerrelere ayrılır ve hava ile büyük bir temas yüzeyi teşkil eder. Dolayısıyla verimli bir soğutma performansı sağlanmış olur. Dolgu taşıyıcıların kademeli olarak paketlenmesi suretiyle ağırlıktan doğan gerilmeler küçük değerlerde kalır.

### 5.6. Eleminatörler (Damla pervazı)

Özel çıtalardan oluşturulan eleminatörler çift yönlü ve balık kılıçığı tipinde olup, soğutma havası içerisindeki su damlacıklarını tutucu karakterdedir. Bu sayede kule suyu sürüklenme kaybı % 0,2 nin altına düşürülmektedir.

## K A Y N A K L A R

ALARKO, 1977. İnşai tip su soğutma kuleleri, Marley 08 F tipi, Alarko Mühendislik ve İmalat Müessesesi Broşürü.

CENTRAL ELECTRICITY GENERATING BOARD. TC/3001/1 specification for the preservation of Timber packing in cooling Towers.

*DIN 4074, 1958. Gütebe dıngungen für Bauschnittholz (Nadelholz) Bl. 1 Dez.*

*GJOVIK, R. L., BENDTSEN, A. B., ROTH, G. H. 1972. Condition of preservative-treated cooling Tower slats After 10 - Year service. Forest products Journal Vol. 22, No. 4.*

*HACKBARTH, W., 1975. Untersuchungen über einige Grundlagen der Kesseldruck-Impragnierung von Fichtenholz. Holz Roh - Werkstoff 33: 97 - 99.*

*LIESE, W., 1979. Die Impragnierung von Holz für Kühltürme. Holz als Roh - und Werkstoff 37. Jahrgang. September, Heft 9.*

*OREM. Tanalithk Kereste, Orman Ürünleri ve Emprenye Sanayii Broşürü, İstanbul.*

*WILSON, A., 1980. An Assessment of Copper - Chrome - Arsenic treated and Copper - Chrome treated Pinus Sylvestris after service periods in excess of fifteen years in cegb cooling towers using fresh water. Hickson's Timber Products Ltd. Castleford.*