



Deniz İçi ve Sahilde Bekletilen Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemenin Eğilme Direnci

Şemsettin DORUK^{1*}, Osman PERÇİN², Hüseyin YÖRÜR¹

¹Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, KARABÜK,

²Necmettin Erbakan Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, KONYA

Öz

Ahşap yapı, tekne ve yapı malzemesinde, kusurlarından arındırılmış ve su itici özelliği barındıran, mukavemeti yüksek ağaç malzemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma kapsamında poliüretan tutkalı ile lamine edilmiş karaçam ve doğu kayını örneklerinin Wolmanit-CB ile emprenye edilerek, 12 ay süre ile deniz içi ve sahil şartlarına maruz bırakılarak eğilme direnci üzerine etkisi incelenmiştir. Deneylede lamine ağaç malzemeler TS EN 386'ya göre hava kurusu haldeki 5 mm kalınlığındaki papel kaplamalarından, poliüretan tutkalı ile 4 katmanlı olarak toplam 120 adet deney örneği hazırlanmıştır. Lamine üretimindeki pres basıncı, karaçam için 0,8 N/mm², doğu kayını için 1,2 N/mm² uygulanmıştır. Farklı (ağaç, işlem ve ortam) parametrelerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerindeki etkileri TS 2474'e göre belirlenmiştir. Farklı şartların malzeme üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan testlerde, açık hava şartlarına maruz bırakılan emprenyeli doğu kayınında en yüksek eğilme direnci tespit edilmiştir. Wolmanit-CB emprenye uygulamasının sahilde bekletilen karaçamda %40,81, doğu kayınında %26,72, deniz içinde bekletilen karaçamda %39,23, doğu kayınında %47,42 oranında emprenyesiz örneklere göre eğilme dirençlerinde artış tespit edilmiştir. Deniz içerisine bırakılan numuneler deniz delicileri tarafından tahrip edilmiş ayrıca emprenyesiz numunelerde delik sayısı ve çapının daha fazla olduğu ve lamine tutkal hattında açılmalar olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Lamine, eğilme direnci, deniz suyu, emprenye, LVL.

Bending Strength of Impregnated Laminated Wood Material Placed on Sea and Beach

Abstract

There is a need for high strength wood materials that contain water repellent properties and are free from defects in wooden structures, boats and construction materials. In this study, the effect of the black pine and oriental beech samples laminated with polyurethane glue on impregnation with Wolmanit-CB was investigated with exposure to sea water and open-air conditions for 12 months. In the experiments, laminated wood materials and polyurethane glue from 5 mm thick papel coatings according to TS EN 386 were prepared in 4 layers with a total of 120 test samples. The press pressure in laminate production was 0.8 N/mm² for black pine wood and 1.2 N/mm² for beech wood. The effects of different parameters (wood, process and medium conditions) on bending strength and modulus of elasticity were determined according to TS 2474. In the tests conducted to determine the effect of different conditions on the material, the highest bending strength was determined in the impregnated oriental beech exposed to the open-air conditions. Of all the Wolmanit-CB impregnation 40.81% of the pine impregnation, 26.72% of the oriental beech, 39.23% of the natural beech in the sea, 47.42% of the oriental beech were found to increase the bending strength of the samples. The samples released into the sea were destroyed by the harmful sea organism and it was observed that the number and diameter of the holes in the impregnated samples were higher and the glue line was opened.

Keywords: Laminated, bending strength, sea water, impregnation, LVL

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Şemsettin DORUK (Dr.); Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Karabük-Türkiye. Tel: 444 04 78,
E-mail: semsettindoruk@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9492-0881

Geliş (Received) : 31.07.2019
Kabul (Accepted) : 30.11.2019
Basım (Published) : 15.12.2019

1. Giriş

Ağaç malzeme, deniz ortamında yaygın olarak kullanılan materyallerden birisidir. Özellikle diğer yapı malzemelerine göre ucuz ve yenilenebilir bir kaynak olması, yaygın olarak bulunabilmesi, estetik oluşu, tasarımı, kullanımı ve imalattaki esnekliği, ekonomikliği, tamir ve bakımının kolaylığı, uygun şekilde empenye edilip inşa edildiğinde gösterdiği dayanım, yüksek direnç ve elastiklik özelliği gibi birçok üstün özelliklerinden dolayı deniz ortamındaki kullanım alanı genişlemektedir (SFPA,1997). Fakat ağaç malzeme deniz ortamında korunmadığı takdirde mikroorganizmalara karşı zayıf bir dirence sahiptir. Deniz zararlıları tarafından hem besin maddesi hem de sığınak olarak kullanılmaktadır. Deniz içerisinde öncelikle liflere dik, daha sonra ise liflere paralel biçimde zararlı organizmalar tarafından oyuklar açılarak tahrip edilmektedir (Bobat,1994). Deniz suyu içerisindeki üç tip deniz zararlısı; deniz kurtları, kabuklular ve pholadlar ağaç malzemeyi tahrip etmektedir (Bozkurt, 2011). Tahrip ediciler, ağaç malzemenin yüzey kısmında kabuklu deliciler etkili olurken, bazı yumuşakça türleri de daha çok ağaç malzemenin iç kısımlarını tahrip etmektedirler (Eaton,1985, Maclean,1959). Bu zararlılar, denizde odunun direncini veya kullanım ömrünü azaltmaktadır. Deniz dışındaki kullanımda ise ahşap malzemenin ömrünü odunun sahip olduğu spesifik özellikleri ve maruz kaldıkları çevresel şartlar tarafından belirlenir (Lehringer, 2009). Bu çevresel şartlara karşı ağaç malzemeyi korumak için en yaygın koruma yöntemi empenye uygulamasıdır. Dolayısıyla empenye uygulaması odunun kullanım ömrünü uzatmaktadır (Yorur and Kayahan 2018). Ayrıca odunun olumsuz özelliklerini iyileştirmek ve kullanım alanlarını daha da geliştirmek için kompozit kereste kullanılmaktadır. Tabakalı kaplama keresteleri (LVL) masif odun yerine günümüzde odunun fiziksel ve mekanik özelliklerinden daha iyi bir performans elde etmektedir (Bal et al. 2012). Masifin yapı malzemesi olarak kullanımını sınırlayan bir takım sakıncalı yönlerine LVL çözüm getirmektedir (Kurtoğlu,1997).

Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemeleri 3 ay, 6 ay, 9 ay ve 12 ay süre ile Bartın ili Amasra bölgesinde denizde bekletilmiş ve dayanım özelliklerini incelemişlerdir. Eğilme direnci değerleri incelendiğinde, empenyesiz örneklerin empenyelilere göre 12 ay bekletmede %49 düştüğünü belirtilmiştir (Kurt, 2006). Çetin (2009), sarıçam, karaçam ve göknar odunlarını, Bartın'ın Amasra ilçesinde 7 ay ve 14 ay süreyle deniz suyuna maruz bırakmıştır. Teredo navalis odun delici organizmasını tespit etmişlerdir. Tanalith-E ile empreyeli 7 ve 14 aylık panellerden Sarıçam ve Göknar örneklerinde tam koruma sağlandığı görülmüştür. Fakat karaçam panellerinde ise dikkate alınacak derecede tahribat meydana gelmiştir. Emprenyesiz paneller tümüyle tahribata uğramıştır. Bu nedenle, doğal dayanımı yüksek ve odun delici organizmalara karşı toksik etkisi bulunan ağaç türlerinin kullanımını tavsiye edilmiştir. Thomasson vd. (1988) deniz içerisinde yapı malzemesi olarak kullanılan ahşap malzemelerin korunaksız olarak 1 yıldan daha az sürede tahrip edildiklerini belirtmiştir. Dickey (2003), ağaç malzemenin, güverte, liman, oyun alanı ekipmanları ve diğer kullanım alanları için uygun bir yapı malzemesi olduğunu ve doğal dayanımı fazla olan ağaç türlerinin kullanılmasını gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca ağaç koruyucu maddelerin ağaç malzemenin ömrünün uzatılmasında etkili olduğunu ve uygun koruyucuların seçilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Johnson and Gutzmer (1984), ağaç malzemeleri kreozotla muamele ederek deniz içerisine bırakmışlardır. Emprenyesiz örneklerin 6-18 ay gibi kısa sürede tahrip edildiğini buna kıyasla çeşitli kimyasal maddelerle muamele edilen ağaç malzemelerin ise çürümeden 13-14 yıl dayanım gösterdiklerini belirtmişlerdir. Johnson and Gutzmer (1990), ılıman ve soğuk sularda, iğne yapraklı ağaçların suda çözünen tuzlarla (CCA ve ACA) empenyesinin denizdeki zararlılara karşı yeterli bir koruma sağladığı saptanmıştır. Tarakanadha vd. (2006), inorganik ahşap koruyucularla Bombax Ceiba odununu empenye edilmiş ve 44 ay süreyle deniz ortamına maruz bırakmışlardır. Çalışmada amonyaklı bakır çinko arsenatın ahşap panellerde daha iyi bir koruma sağladığı belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında deniz suyu ve açık hava şartlarının, empenyelenmiş lamine ağaç malzemenin eğilme direncine etkisini belirlemek için; farklı ağaç, işlem ve ortam parametrelerinin direnç üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Ağaç Malzeme

Deneylerde hava kurusu karaçam (*Pinus nigra* A., 0,50 g.cm⁻³) ve doğu kayını (*Fagus orientalis* L., 0,65 g.cm⁻³) odunları kullanılmıştır. Odun türleri seçilirken, kusursuz, liflerinin düzgün, budaksız, ardaklanmamış, normal büyüme göstermiş, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış olmasına özen gösterilmiştir.

2.2. Emprenye maddesi (Wolmanit-CB)

Bileşiminde; %35 Bakır Sülfat (CuSO₄. 5H₂O), %45 Potasyum Bikromat (K₂Cr₂O₇), %20 Borik Asit (H₃BO₃)

bulunmaktadır. Emprenyeleme işleminde kullanılan Wolmanit-CB'nin ($1,1 \text{ g.cm}^{-3}$) mantarlara, böceklerle, termitlere ve deniz suyu içerisinde odunu tahrip eden zararlılara karşı koruyucu etkiye sahiptir (Berkel, 1972).

2.3. Deney örneklerinin hazırlanması

Deneyle için üretilen lamine ağaç malzemeler TS EN 386 esaslarına uyularak hava kurusu haldeki 5 mm kalınlığındaki karaçam ve doğu kayını papel kaplamalardan 20 (radyal) x 70 (teğet) x 920 (liflere paralel yön) mm boyutlarında, 4 katmanlı olarak hazırlanmıştır. Lamine levhaların hazırlanmasında, suya ve neme karşı direnci yüksek poliüretan (PU) tutkalı kullanılmıştır. Tutkal üreticisi firmanın önerisine göre 200 gr/m^2 olacak şekilde tek yüzeye uygulanmıştır. Malzemelerin sertliklerine göre pres basıncı karaçam için $0,8 \text{ N/mm}^2$ doğu kayını için $1,2 \text{ N/mm}^2$ olarak soğuk preste 12 saat uygulanmıştır. Elde edilen lamine levhalardan, TS 2474 ve TS 2478 esaslarına uygun olarak standartlarda belirtilen ölçülerde ve her bir şart için 15'er adet olmak üzere toplam 120 adet deney örneği hazırlanmıştır.

2.4. Emprenye Uygulaması

Wolmanit CB maddesi ile dolu hücre emprenye yöntemi uygulanmıştır. Emprenye işlemi 18-20 C'de ve 12 bar basınç altında 3,5 saat süre ile devam etmiştir. Emprenyeleme işleminden sonra hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Hazırlanan deney numuneleri Muğla'nın Akbük koyunda tel kafes içerisinde 12 ay süre ile deniz içinde ve sahilde bekletilmiştir. Deniz suyunda erimiş tuz oranı binde 38 in üstündedir. Tablo 1'de örneklerin bekletme alanı Muğla, deniz suyu ve hava sıcaklığı ortalaması verilmektedir.

Tablo 1. Muğla, hava ve deniz ortalama sıcaklık verileri (www. mgm.gov.tr)

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama deniz suyu sıcaklığı (°C)	13,7	13,2	13,9	15,8	18,7	22	24,1	24,5	23,1	20,7	17,8	15,4
Hava sıcaklığı (°C)	5,4	6,2	8,5	12,6	17,6	22,8	26,2	26	21,6	16	11	7

2.5. Deney Yöntemi

2.5.1. Eğilme direnci ve eğilmeye elastikiyet modülü

Deniz içerisinden ve sahilde alınan deney örnekleri 20 °C ve %65 bağıl nemde denge rutubetine ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Yükleme hızı, 1,5-2 dakikada kırılma işlemi gerçekleşecek şekilde ayarlanmıştır. Elastikiyet modülünün belirlenmesinde eğilme direncinde kullanılan deney örneklerinden faydalanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Emprenyelenmiş lamine ağaç malzemenin eğilme direnci üzerindeki etkilerini belirlemek için sahilde ve denizin içerisinde 12 ay boyunca örnekler bekletilmiştir. Deney örneklerinin eğilme direnci ve eğilmeye elastikiyet bulguları Tablo 2'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek eğilme direnci ($118,27 \text{ N/mm}^2$) ve elastikiyet modülü ($10279,8 \text{ N/mm}^2$) sahilde bekletilmiş emprenyeli doğu kayınında elde edilmiştir.

Tablo 2. Eğilme direnci ve elastikiyet modülüne ilişkin bulgular

İşlem çeşidi	Emprenyesiz				Emprenyeli			
	Sahilde		Denizin içinde		Sahilde		Denizin içinde	
	σ_E (N/mm ²)	σ_{ES} (N/mm ²)	σ_E (N/mm ²)	σ_{ES} (N/mm ²)	σ_E (N/mm ²)	σ_{ES} (N/mm ²)	σ_E (N/mm ²)	σ_{ES} (N/mm ²)
Ağaç türü								
Karaçam	59,20	7031,4	51,30	6643,2	83,36	8906,6	71,43	7786,7
Doğu kayını	93,33	9272,5	47,49	5628,4	118,27	10279,8	70,01	7507,1

σ_E : Eğilme direnci, σ_{ES} : Elastikiyet modülü

Wolmanit-CB emprenye uygulamasının sahilde bekletilen karaçamda %40,81, doğu kayınında %26,72, deniz içinde bekletilen karaçamda %39,23, doğu kayınında %47,42 oranında emprenyesiz örneklerle göre eğilme dirençlerinde artış tespit edilmiştir.

3.1. Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü İçin Varyans Analizi

Deniz içi ve sahilde bekletmenin, emprenyelenmiş lamine ağaç malzemenin eğilme direncine her bir faktörün etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Eğilme direnci için yapılan varyans analizi Tablo 3'te verilmiştir. Buna göre ağaç türü, işlem çeşidi, ortam çeşidi faktörleri ve ağaç türü*ortam çeşidi etkileşimi eğilme direnci üzerinde önemli etkiye sahip olduğu ($P<0,05$) ve bu faktörlerin eğilme direncine etkileri sırasıyla %13,11, %27,12, %41,81 ve %17,77'dir.

Tablo 3. Eğilme direnci için varyans analizi

Deney Parametreleri	Serbestlik Derecesi	Karelerin Toplamı	Varyans	F Değeri	P Değeri	% Dağılım
Ağaç Türü (A)	1	508,96	508,96	1570,82	0,016*	13,11749
İşlem Çeşidi (B)	1	1052,26	1052,26	3247,58	0,011*	27,12003
Ortam çeşidi (C)	1	1622,51	1622,51	5007,54	0,009*	41,81716
A*B	1	1,26	1,26	3,88	0,299	0,032474
A*C	1	689,50	689,50	2128,02	0,014*	17,77057
B*C	1	5,20	5,20	16,05	0,156	0,13402
Hata	1	0,32	0,32			0,008247
Toplam	7	3880,01				100

$R^2 = \%100$ * $p<0,05$

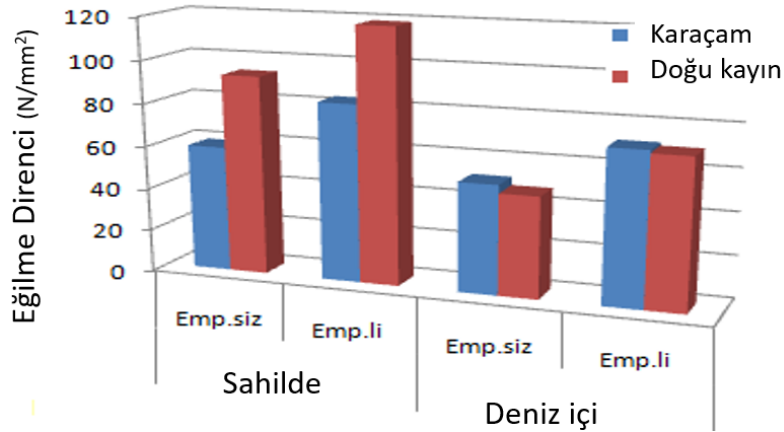
Elastikiyet modülü için varyans analizi Tablo 4'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre deney faktörleri ve etkileşimleri elastikiyet modülü üzerinde istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır ($P<0,05$).

Tablo 4. Elastikiyet modülü varyans analizi

Deney Parametreleri	Serbestlik Derecesi	Karelerin Toplamı	Varyans	F Değeri	P Değeri	% Dağılım
Ağaç Türü (A)	1	672759	672759	2,09	0,385	4,15
İşlem Çeşidi (B)	1	4358303	4358303	13,57	0,169	26,87
Ortam çeşidi (C)	1	7850366	7850366	24,44	0,127	48,40
A*B	1	2203	2203	0,01	0,947	0,01
A*C	1	3011770	3011770	9,38	0,201	18,57
B*C	1	2438	2438	0,01	0,945	0,02
Hata	1	321209	321209			1,98
Toplam	7	16219050				100,00

$R^2 = \%98$

Şekil 1'de ağaç türü, ortam çeşidi ve işlem çeşidi faktörlerinin eğilme direnci üzerindeki etkisi görülmektedir. Eğilme direncine etki eden faktörler incelendiğinde, deniz içinde bekletmenin sahilde bekletmeye göre direnç değerlerinde azalma görülmüştür.



Şekil 1. Ağaç türü, ortam çeşidi ve işlem çeşidi faktörlerinin eğilme direnci üzerindeki etkisi

Deniz içi ve sahilde bekletilen örnekler incelendiğinde; deniz içerisine bırakılan numuneler deniz delicileri tarafından tahribata uğratılmıştır. Özellikle bu tahribat, deniz içinde emprenyesiz numunelerde delik sayısı ve çapı emprenyeli numunelere göre daha fazla ve büyüktür. Numunelerin renkleri açık kahverengi bir hal almış olup, ağır bir kokuya sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca lamine ağaç malzemede tutkal hattında açılmalar olduğu görülmüştür. Sahilde bekletilen numunelerde ise emprenye renginde solma meydana gelmiştir. L.Edwin ve P. M. Ashraf (2005) tarafından yapılan çalışmada deniz içerisine 90 ve 150 günlük bırakılan örneklerde tahribat olmuştur. Rao ve diğerleri (1993) denize bırakılan korumasız örneklerin 4-6 ay gibi kısa bir sürede tamamen deniz delicileri tarafından yok edildiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, Edwin ve Pillai (2004) yaptıkları benzer bir çalışmada deniz şartlarına maruz bıraktıkları emprenyesiz örneklerin 6-7 ay gibi bir sürede tamamen yok edildiğini belirtmişlerdir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında, 12 ay süre bekletilen örneklerin deniz suyu ve açık hava şartlarının emprenyelenmiş lamine ağaç malzemenin eğilme direncine etkisi araştırılmıştır.

Çalışmada belirlenen faktörlerin etkileri dikkate alındığında;

- Ağaç türü, işlem çeşidi ve ortam çeşidi eğilme direnci üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu, elastikiyet modülü üzerinde ise istatistiksel olarak bütün faktörlerin etkisiz olduğu belirlenmiştir.
- Ortam çeşidi %41,81 oranla eğilme direnci üzerinde bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu parametreyi işlem çeşidi %27,12, ağaç türü-ortam çeşidi etkileşimi %17,77 ve ağaç türü %13,11 faktör ve etkileşimleri izlemektedir.
- Deniz içerisine bırakılan numuneler deniz delicileri tarafından tahrip edilmiş ayrıca emprenyesiz numunelerde delik sayısı ve çapının daha fazla olduğu gözlenmiştir.
- Emprenyesiz lamine ağaç malzemede tutkal hattında açılmalar olduğu görülmüştür.
- En yüksek eğilme direnci (118,27 N/mm²) ve elastikiyet modülü (10279,8 N/mm²) sahilde bekletilmiş emprenyeli doğu kayının da elde edilmiştir.
- Çalışma kapsamında belirlenen faktörlerin dışında emprenye, boya, masif, lamine katmanı, lamine tutkal çeşitleri değiştirilerek deniz zararlılarına karşı, dış ortamın etkileri araştırılabilir.

Kaynaklar

1. **Bal, B. C., Bektaş, İ., Özdemir, F. (2012).** Masif ve Lamine Ağaç Malzemelerin Isıl Genleşme Katsayıları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Çalışma. *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 8(1), 77-83.
2. **Berkel, A. (1972).** Ağaç Malzeme Teknolojisi Cilt 2, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:183, İstanbul, 386 s.
3. **Bobat, A. (1994).** Emprenyeli Ağaç Malzemenin Kapalı Maden Ocaklarında ve Deniz İçinde Kullanımı ve Dayanma Süresi, KTÜ, F.B.E, Doktora Tezi, Trabzon
4. **Bozkurt, A. Y., Erdin, N. (2011).** *Wood Technology*, İstanbul University, Press Directory, İstanbul, Turkey, pp. 372.

5. **Çetin, H. (2009)**. Deniz Zararlılarına Maruz Kalmış İğne Yapraklı Odunların Fiziksel ve Kimyasal Yönden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tez, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
6. **Dickey, P. (2003)**. Guidelines for Selecting Wood Preservatives, Staff Scientist, Washington Toxics Coalition.
7. **Eaton, R. A. (1985)**. Preservation of Marine Timber (In: W.P.K. Findlay, Preservation of Timber in the Tropics)
8. **Edvin, L., Pillai, A. G. G. (2004)**. Resistance Of Preservative-Treated Rubber Wood (*Hevea brasiliensis*) To Marine Borer Attack, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 62, 303-306.
9. **Edwin, L., Ashraf, P. M. (2005)**. Assessment Of Biodeterioration Of Rubber Wood Exposed To Field Conditions. *Int. Biodeterior. Biodegradation* 57(1): 31-36.
10. **Kurtoğlu, A. (1997)**. Yapıştırılmış Lamine Ağaç Yapı Elemanları, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, Yıl 4, Sayı 21, 10-16.
11. **Kurt, Ş. (2006)**. Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin Deniz Ortamında Bazı Teknolojik Özelliklerinin Değişimi, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak
12. **Lehringer, C., Richter, K., Schwarze, F. W., Militz, H. (2009)**. A review on promising approaches for liquid permeability improvement in softwoods, *Wood and Fiber Science* 41(4), 373-385.
13. **Johnson, B.R., Gutzmer, D. I. (1984)**. Marine Exposure of Preservative Treated Small Wood Panels, Reserch Forest Products Technologist.
14. **Johnson, B. R., Gutzmer, D. I. (1990)**. Comparasion Of Preservative Treatment In Marine Exposure Of Small Panels, Forest Products Laboratory, Research Note FBL-RN-0258
15. **Macleane, J. D. (1959)**. Results of Experiments On The Effectiveness Of Various Preservatives in Procting Wood Against Marine-Borer Attack, United States Department Of Agriculture Forest Service, Forest Products Laboratory Madison 5. Wisconsin. Report No. D1773
16. **Rao, K. S., Santhakumaran, L. N., Balaji, M., Srinivasan, V. V. (1993)**. Natural Resistance Of Rubber Wood To Marine Borers And A Preliminarynote On The Effects Of The Preservative Treatment, *Indian Journal of Natural Rubber Research*, 6, 71-74.
17. **SFPA (1997)**. Marina Construction Manual, Southern Forest Products Association, Kenner, LA., USA
18. **Tarakanadha, B., Rao, K. S., Narayanappa, P., Morrell, J. J. (2006)**. Marine Performance Of Bombax Ceiba Treated With Inorganic Preservatives, *Journal of Tropical Forest Science* 18(1): 557-565.
19. **Thomasson, G., Capizzi, J., Dost, F., Morrell, J., Miller, D. (1988)**. Wood Preservation and Wood Products Treatment Training Manual, Oregon State University Extension Service, EM:8403
20. **TS EN 386 (2006)**. Tutkallanmış Lamine Kereste- Performans Özellikleri ve Asgari İmalat Şartları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
21. **TS 2474 (1976)**. Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
22. **TS 2478 (1976c)**. Odunun Statik Eğilmede Elastiklik Modülünün Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
23. **Yörüür, H., Kayahan, K. (2018)**. Improving Impregnation and Penetration Properties of Refractory Woods Through Cryogenic Treatment. *BioResources*, 13(1), 1829-1842.