

## Yağlı Isıl İşlem Görmüş Sarıçam Odununda Koruyucu Katmanların Yapışma ve Sertlik Özellikleri

\*Hacı İsmail KESİK<sup>1</sup>, Hasan VURDU<sup>1</sup>, Kubulay ÇAĞATAY<sup>2</sup>, Osman Emre ÖZKAN<sup>1</sup>, Mustafa ÖNCEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.

<sup>2</sup> İncirli Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Mobilya ve İç Mekân Tasarım Alanı, Ankara.

\*Sorumlu yazar: [hismailkesik@kastamonu.edu.tr](mailto:hismailkesik@kastamonu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 09.04.2015

### Özet

Ahşap sahip olduğu bazı avantajları sayesinde birçok kullanım yerinde tercih edilen önemli bir malzemedir. Ancak, biyotik ve abiyotik faktörlerin zaman içerisindeki etkisiyle ahşapta bazı bozulmalar görülmektedir. Bu sebeple, ahşabın mantar, böcek ve diğer iklim koşullarının etkilerinden dolayı korunması gerekmektedir. Örneğin, koruma yöntemlerinden birisi olan ısıtma işlemi ahşabın bazı özelliklerini olumlu yönde artırmaktadır. Özellikle, yağlı ısıtma işlemi ahşabın boyutsal kararlılığı ve renk kararlılığını iyileştirdiği görülmektedir. Bu sayede ahşap, bahçe mobilyalarında ya da dış cephe kaplamalarında kullanılabilir. Bu çalışmada, bezir yağı ile ısıtma işlemi görmüş sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunundan hazırlanan deney numunelerine, su bazlı vernik ve su bazlı boya tatbik edilerek, yapışma ve sertlik performansları belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, bezir yağı ile ısıtma işlemi gören sarıçam odunlarında, vernik katmanı sertlik değerleri (38), boya katmanı sertlik değerlerinden (25.6) yüksek çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yağlı ısıtma işlemi, Su bazlı vernik, Su bazlı boya, Yapışma direnci, Sertlik

### Hardness and Adhesion Characteristics of Protective Layer on Oil Heat Treated Scots Pine Wood

#### Abstract

Wood is a preferred important material due to having many advantages for many uses. However, wood is degraded by time under the effects of biotic and abiotic factors. Therefore, wood should be protected from fungi, insects and other climate factors. Among these, heat treatment methods increase the durability of wood properties. Especially, oil heat treatment improves the dimensional stability and color stability in a positive direction. Thus, wood can be used for garden furniture or siding.

In this study, water based varnish and paint were applied on oil heat treated scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood. Effects of oil heat treatment on adhesion strength and hardness of varnish and paint films were determined. Results showed that hardness of varnish layers (38) on oil heat treated scots pine wood is higher than paint layers (25.6).

**Keywords:** Oil heat treatment, Water based varnish, Paint, Adhesion strength, Hardness

#### Giriş

Ahşap sahip olduğu bazı avantajları sayesinde birçok kullanım yerinde tercih edilmektedir. Ancak, ahşabın higroskopik olması, mantar ve böcek saldırıları sonucu bozulması, istenilmeyen özellikleri arasında yer almaktadır. Ahşabın istenilmeyen özelliklerini en aza indirmek için klasik bir yöntem olan emprenye, uzun zamandan beri tercih edilmektedir. Emprenye işleminde kullanılan zehirli kimyasallar üzerinde oluşturulan çevresel baskılar ve bazı emprenye kimyasallarına gelen kısıtlamalar, odunun korunmasında farklı koruyucu yöntem ve arayışlarını gerekli kılmıştır (Homan ve ark., 2000; Hill, 2006).

Odun modifikasyonu yöntemleri, odunun rutubet alıp vermesi, boyutsal değişimi gibi

diğer bazı kusurların doğaya duyarlı şekilde iyileştirilmesi olarak tanımlanmıştır (Homan ve ark., 2000; Hill, 2006). Odun modifikasyonu yöntemleri; kimyasal, fiziksel, termal ve enzimatik olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır. Kimyasal modifikasyonda, emprenye yöntemlerinden farklı olarak kullanılan kimyasal maddelerin oduna bağlanması ile daha kalıcı bir şekilde koruma sağlanmaktadır. Fiziksel modifikasyonda, kimyasal bağ söz konusu olmayıp kullanılan maddeler odun hücrelerinde yer alan boşluklara yerleşerek koruma sağlanmaktadır. Enzimatik reaksiyonda, laktaz gibi bazı enzimler kullanılarak odun modifiye edilmektedir. Termal modifikasyonda ise, odun belirli bir atmosfer veya ortam içerisinde sıcaklığı

maruz bırakılarak odun modifikasyonu gerçekleştirilmektedir (Suttie ve Thompson, 2001). Odunun asetillendirilmesi ve termal modifikasyon (ısıl işlem) yöntemleri günümüzde ticari olarak uygulanmaya başlamıştır (Tomak ve Yıldız, 2010). Asetillendirme sonucu hücre çeperlerinde yer alan hidroksil gruplar, hidrofobik asetil gruplarına dönüşür. Böylece odunun su almasından sorumlu olan gruplar, yapılan modifikasyon sonucu bu işlevini büyük oranda kaybederler (Homan ve ark., 2000).

Termal modifikasyon yöntemi ile odunun boyutsal çalışmasının azaldığı ve çürümeye karşı direncinin arttığı uzun zamandan beri bilinmektedir (Hill, 2006). Bundan dolayı, günümüzde endüstriyel kullanım yeri ve ağaç türlerine göre termal modifikasyon, farklı yöntemlerle uygulanmaktadır. Bu yöntemler arasında olan yağlı ısıl işlem 2000'li yıllarda bahçe mobilyaları için Almanya'da geliştirilerek uygulanmaya başlamıştır. Bu yöntem, kolza yağı, bezir yağı veya ayçiçek yağı gibi bitkisel yağların kapalı bir tank içerisinde belirlenen bir sıcaklık ve belirli sürede uygulanması işlemidir.

Temiz ve ark. (2006), 240 °C'de ısıl işlemle muamele edilmiş odunları, hızlandırılmış (UV) yaşlandırma testine tabi tutmuş ve ısıl işlem uygulanan odunlarda, kontrol numunelerine göre daha az renk değişikliği olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca, yapılan su alma ve çürüklük deneylerinde, ısıl işlemli odunda olumlu bir performans artışı görülmüştür.

Yıldız ve ark. (2011), ısıl işlem uygulanmış kızılâğaç odunlarına doğal yaşlandırma deneyi uygulamış, ısıl işlemli odunların kontrol numunelerine göre daha az ağırlık kaybı verdiğini, ısıl işlemli numunelerde meydana gelen ağırlık kayıplarındaki azalmaların sıcaklığın artması ile daha da azaldığını tespit etmişlerdir.

Dubey ve ark. (2012), *Pinus radiata* odunlarını 160 °C ile 210 °C'ler arasında bezir yağı ile muamele etmiştir. Odunlarda ısıl işlemle birlikte homojen ve koyu renge doğru bir geçiş olduğunu, boyutsal kararlılıkta %60, mantar çürüklüğüne karşı dayanımda ise %36 oranında iyileşme olduğunu belirlemiştir.

Özkan (2013), beziryağı ile 2, 4 ve 6 saat sürelerle 150 °C, 180 °C ve 200 °C'de ısıl

işleme maruz bıraktığı Uludağ göknarı odunlarını, doğal yaşlandırmaya tabi tutmuştur. Bunun sonucunda, 150 °C'de 2 saat süre ile uygulanan yağlı ısıl işlemin, denge rutubeti oranında %49, su almada %76, hacimsel şişmede %26, yaşlandırma renk kararlılığında %35 oranlarında olumlu yönde artış meydana getirdiğini belirlenmiştir. Ayrıca, mekanik dayanım ve yüzey pürüzlülüğü özellikleri açısından da gelişmelerin olumlu ve uygulanabilir olduğunu tespit etmiştir.

FPInnovations (2008), ısıl işlemli *Pinus contorta* çamı odunlarına uygulanan su ve solvent bazlı farklı koruyucu katmanların yapışma dirençlerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, solvent bazlı Sikkens Cetol 123® ve su bazlı SuperNatural® verniklerin performansları olumlu bulunmuş, su bazlı SuperNatural® verniğin görüntüsünün güzel olması sebebiyle kullanımını tavsiye etmiştir.

Ahşabın bazı olumlu özelliklerini artıran ısıl işlem ve yağlı ısıl işlem yöntemleri endüstriyel olarak uygulanmaktadır. Dolayısıyla, olumlu yönde özellikleri artırılan ahşap malzeme, dış cephe kaplamalarında ve ahşap bahçe mobilyalarında kullanılmaya başlanmıştır. Burada, bezir yağı ile ısıl işlem görmüş odun yüzeyinde oluşan katman ve değişimlerin, vernik ve boya etkileşim özelliklerinin bilinmesine büyük ihtiyaç duyulmaktadır. Vernik katman sertlik değeri, verniklerin dış etkenlere dayanıklılığını belirleyen en önemli göstergelerden biridir (Atar ve ark. 2003). Bu çalışmada, bezir yağı ile ısıl işlem görmüş sarıçam odunlarına uygulanan, su bazlı vernik ve boya katmanlarının yapışma direnci ve sertlik değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## **Malzeme ve Yöntem**

### **Ağaç malzeme**

Bu çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney materyali olarak seçilmiştir. Deney örnekleri, doğal kurutma şartlarının uygulandığı bir kereste deposundan temin edilmiştir. TS 2470'e göre, deney numuneleri 1. sınıf ağaç malzemenin, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, renk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararına uğramamış, radyal kesilmiş ve diri odun kısımlarından seçilmiştir.

### Koruyucu

Çalışmada kullanılan sentetik bezir yağı, Yeni Turan A.Ş. firmasından, D70 isimli su bazlı vernik (SbV) ve su bazlı boya (SbV) Kimetsan Ltd. Şti. firmasından temin edilmiştir. Vernik ve boya, akrilik modifiye poliüretan kopolimer özelliktedir.

Çalışmada kullanılan bezir yağının özellikleri Tablo 1’de, vernik ve boyanın özellikleri ise Tablo 2’de verilmiştir.

### Yapıştırıcı

TS EN ISO 4624’e göre Bison™ firmasına ait, çift bileşenli epoksi reçinelik bir yapıştırıcı kullanılmıştır. Bu yapıştırıcı, firma önerisi doğrultusunda yüzeylerde  $150 \pm 10$  g/m<sup>2</sup> olacak şekilde uygulanmıştır.

Tablo 1. Bezir yağı özellikleri (Anonim, 2015)

Koruyucu Katman	Renk	Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	Sabunlaşma İndisi	Kül Miktarı	Katı Madde	Asit İndisi	Sabunlaşmaya n Maddeler
Sentetik bezir yağı	Sarıya bakan	0.88-0.89	188-195	En fazla	En az %60	En fazla 10	En fazla %2

Tablo 2. Vernik ve boyanın özellikleri

Koruyucu Katman	PH	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Viskozite (sn DINCup/4mm)	Uygulama Miktarı (g/m <sup>2</sup> )	Tabanca Uç Açıklığı (mm)	Hava Basıncı (Bar)
Vernik	8.5*	1.03*	18	70*	0.7	1-1.5
Boya	8.2*	1.02*	18	70*	0.7	1-1.5

\*Tespit

### Deney örneklerinin hazırlanması

ASTM D-4541 ve TS EN ISO 4624’e göre, 80 adet deney numunesi taslak boyutları 12 x 102 x 102 mm olacak şekilde hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler iklimlendirme odasında  $65 \pm 5$  bağıl nem ve  $20 \pm 2$  °C’de değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletildikten sonra, kontak zımpara makinasında 100 kum zımpara ile 10 x 100 x 100 mm nihai boyutlara getirilmiştir.

Deney numuneleri TS EN 351-1’e göre 150 °C’de 2 saat süre ile bezir yağı içerisinde ısıtılma tabi tutulmuştur. Yağlı ısıtılma uygulanan deney numunelerinin yüzeylerindeki fazla yağlar, kurutma kâğıdı kullanılarak silinmiştir. Bu işlem sonrası numuneler  $103 \pm 2$  °C’deki etüv içerisinde 48 saat boyunca kurumaya bırakılmıştır. Ayrıca, ısıtılma öncesi ve sonrası odun numunelerinin ağırlıklarına oranla eşitlik 1’e göre tuttuğu bezir yağı (YT) hesaplanmıştır.

$$YT = \left[ \frac{As - A\ddot{o}}{A\ddot{o}} \right] \times 100 \% \quad (1)$$

As= Isıl işlemlili tam kuru ağırlık (gr)

Aö= Isıl işlemsiz tam kuru ağırlık (gr)

Vernikleme ve boyama işlemi, ASTM D-3023’e göre yapılmıştır. Verniklerin ve boya hazırlanması ve uygulanmasında üretici firma önerileri dikkate alınmıştır.

Başka dolgu katı uygulanmadan, boya ve verniğin kendisi dolgu amaçlı ve son kat olmak üzere ikişer kat uygulanmıştır. Uygulanan vernik ve boyanın kuruması için katlar arasında 48 saat beklenmiştir. Su çözücülü boya ve verniğin katı madde miktarları göz önünde bulundurularak, her kat için 70 g/m<sup>2</sup> olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Daha sonra örnekler,  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $65 \pm 5$  bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında denge rutubetine ulaşınca kadar bekletilmiştir.

### Yapışma tayini

Yapışma dirençleri ASTM D-4541 ve TS EN ISO 4624’e göre belirlenmiştir. Yapışma direncinin tayininde, koruyucu katmanlarla kaplanarak kondisyonlanan deney numunelerinin yüzeylerine, 20 mm çapındaki deney silindirleri bir kalıp yardımı ile oda sıcaklığında ( $20 \pm 2$  °C’de) yapıştırılmış ve 24 saat süre ile kurumaya terk edilmiştir. Yapışma direncinin ölçümünde kullanılan Shimadzu® deney cihazı ilerleme hızı dakikada 5 mm olacak şekilde ayarlanmıştır.

Yapışma direnci eşitlik 2'ye göre MPa cinsinden hesaplanmıştır (MPa=1 N/mm<sup>2</sup>).

$$X = \frac{4F}{\pi \cdot d^2} \quad (2)$$

F = Kopma anındaki kuvvet (Newton)  
d = Deneysel silindirin çapı (mm)

### Sertlik tayini

Vernik ve boya katmanlarının sertlikleri, Köning yöntemi esas alınarak ASTM D-4366-95'e göre belirlenmiştir. Ölçme aleti, ölçümlerden önce ve ölçüm aralıklarında, kalibre camı kullanılarak 40 saniyede 100 salınım verecek şekilde kalibre edilmiştir. Prensip olarak, sert yüzeylere sahip numunelerde salınım sayısı fazla, yumuşak yüzeylerde ise daha az miktarda salınım olmaktadır.

### Sonuçların değerlendirilmesi

Verilerin analizinde SPSS 17 programı kullanılmıştır. Burada, çoklu faktör basit varyans analizi (ANOVA) ile yağlı ısıtma işleminin, vernik ve boyanın yüzeye yapışma direnci ve katman sertliği gibi faktörlere olan etkileri belirlenmiştir. Faktör etkilerinin  $\alpha = 0.05$  hata payı ile anlamlı çıktığı durumlarda Duncan testi ile homojen gruplar tespit edilmiştir.

### Bulgular

#### Emilen yağ miktarı

Yağlı ısıtma işlem uygulaması sonucu sarıçam odunu numunelerinde yağ tutunum oranı ortalama %4.22 olarak tespit edilmiştir. Sidorova (2008), farklı ağaç türleri kullanarak 180 °C'de 30 dk. süre ile yağlı ısıtma işlem uygulamıştır. Yağ tutunum oranlarını ladinde %3.19, çam öz odununda %1.39,

çam diri odununda 3.61 ve titrek kavakta %10.84 olarak tespit etmiştir. Yağ tutunum oranlarındaki bu farklılıklar, türler arasındaki anatomik, geçirgenlik, öz odunu miktarı (Dubey ve ark., 2011; Bazyar, 2012; Özkan, 2013) ve yıllık halka özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

### Yüzeye yapışma direnci ve sertlik ölçümü

Deneysel numunelerine ait koruyucu katmanların yapışma direnci ve sertlik değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Gruplar arası ve grup içi değişkenlerine göre, koruyucu katmanların yapışma direnci ve sertlik değerine etkisini belirlemek üzere yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'teki gruplar arası değişkenlerde, koruyucu katmanların yapışma direnci üzerindeki etkisi önemsiz, sertlik değerine etkisi ise 0,05 hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Koruyucu katmanların sertlik ortalama değerleri Duncan testi sonuçları Tablo 5'de verilmiştir. Tablo 5'ye göre en yüksek sertlik değerleri, OHT+SbV (38) ve SbV (35) numunelerinde, en düşük sertlik değerleri ise SbB (28.2) ve OHT+SbB (25.6) numunelerinde tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, yağlı ısıtma işleminin vernik ve boya katman sertliğine olumsuz bir etki yapmadığı söylenebilir. Benzer şekilde, Petrič ve ark. (2007) yağlı ısıtma işlem gören odunlarda su bazlı koruyucu katman uygulamalarının olumlu olacağını, Jämsä ve ark. (2000) da ahşaptan iyi bir görüntü elde edilmesi istenildiğinde, ısıtma işlemli odununda koruyucu katman uygulamalarının uygun olacağını belirtmişlerdir.

Tablo 3. Koruyucu katmanların yapışma direnci ve sertlik değerleri

Direnç çeşidi	Koruyucu katman çeşidi	X <sub>min</sub>	X <sub>max</sub>	X <sub>ort</sub>	v (%)
Yapışma (Mpa)	OHT+SbV	2.04	3.72	2.69	19.23
	SbV	2.18	3.75	2.92	18.28
	OHT+SbB	2.21	3.77	3.09	17.94
	SbB	2.29	3.83	3.20	15.68
Sertlik (Salınım)	OHT+SbV	31	48	38.00	15.29
	SbV	31	43	35.00	10.26
	OHT+SbB	23	28	25.60	5.59
	SbB	25	34	28.20	10.41

OHT: Yağlı ısıtma işlem, SbV: Su bazlı vernik, SbB: Su bazlı boya, v: Varyasyon katsayısı

Tablo 4. Koruyucu katmanların yapışma direnci ve sertlik değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Direnç Çeşidi	Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi ( $\alpha=0.05$ )
Yapışma	Gruplar arası	3.00	1.50	0.50	1.80	0.165 <sup>ns</sup>
	Grup içi	36.00	9.99	0.28		
	Toplam	39.00	11.49			
Sertlik	Gruplar arası	3.00	1000.40	333.47	23.27	0.000
	Grup içi	36.00	516.00	14.33		
	Toplam	39.00	1516.40			

ns: önemsiz

Tablo 5. Koruyucu katmanların sertlik ortalama değerleri Duncan testi sonuçları

Koruyucu Katman Çeşidi	$\bar{x}$ (Salınım)	Homojen Gruplar*
OHT+SbV	38	A
SbV	35	A
SbB	28.2	B
OHT+SbB	25.6	B

\*LSD=3.42

### Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, bezir yağı ile ısıl işlem görmüş sarıçam odununa uygulanan vernik ve boya katmanlarının, yapışma ve sertlik değeri bulguları tartışılmıştır. Buna göre, bezir yağı ile ısıl işlem uygulamasının vernik ve boya katmanlarının yapışma özelliklerine olumsuz yönde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Deney silindirleri ve numune yüzeyleri üzerindeki yapışma alanı incelendiğinde, çoğu numune yüzeylerinden koruyucu katman ile ağaç malzemenin birlikte koştugu gözlemlenmiştir. Bu sebeple, vernik ve boyanın ısıl işlem görmüş ağaç yüzeyine iyi bir yapışma sağlamış olduğu söylenebilir. Bu araştırmada, koruyucu katmanların yapışma dirençlerinin iyi çıkmasının sebebi Kimetsan firması tarafından kullanılan yağ ile reaksiyona girerek yapışmayı güçlendiren ajanların kullanılması olarak düşünülmektedir.

Sonuç olarak, bezir yağlı ısıl işlem, sarıçam odununa uygulandığında, vernik ve boya katmanlarının yapışma ve sertlik performanslarına olumsuz bir etkide bulunmadığı tespit edilmiştir. FPInnovations® (2008), yağlı ısıl işlem görmüş *Pinus contorta* çamı odunlarına uygulanan su bazlı SuperNatural® verniğin

performansını olumlu bulması ile bu çalışmayı desteklemektedir. Dış ortamlarda, özellikle park ve bahçelerde kullanılacak ahşaptan üretilen eşyalara yağlı ısıl işlem yapılması önerilebilir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, yağlı ısıl işlem görmüş odunlara yapılan vernik ve boya uygulamalarının, yaşlandırma etkisi altındaki renk değişimi, yapışma ve sertlik gibi özelliklerinin araştırılarak bilim dünyasına katkı sağlanması faydalı olacaktır.

### Kaynaklar

- Anonim, 2015. Firma Güvenlik Bilgi Formu, Yeni Turan Bezir Yağ San. ve Tic. A.Ş., İstanbul.
- ASTM D 4366-95., Test Methods for Hardness of Organic Coatings by Pendulum Damping Tests. ASTM International, USA, 2002.
- ASTM D-3023, Standard Practice for Determination of Resistance of Factory-Applied Coatings on Wood Products to Stains and Reagents. ASTM International, USA, 2011.
- ASTM D-4541, Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers. ASTM International, USA, 2009.
- Atar, M., Keskin, H., Kurt, R. 2003. Sarıçam odununda emprenye etme ve renk açma işleminin vernik katman sertliğine etkileri. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 6(1), 85-96.

Bazyar, B. 2012. Decay resistance and physical properties of oil heat treated aspen wood. *BioResources*, 7(1), 0696-0705.

Dubey, M.K., Pang, S., Walker, J. 2011. Effect of oil heating age on colour and dimensional stability of heat treated *Pinus radiata*. *European Journal of Wood and Wood Products*, 69 (2), 255-262.

Dubey, M.K., Pang, S., Walker, J. 2012. Changes in chemistry, color, dimensional stability and fungal resistance of *Pinus radiata* D. Don wood with oil heat-treatment, *Holzforschung*, 66 (1), 49-57.

FPInnovations® Forintek Division, Canada, 2008. Coatability of oil-thermal-treated post – MPB Lodgepole pine sapwood.

Hill, C.A.S. 2006, *Wood modification chemical thermal and other processes*, John Wiley & Sons Pres.

Homan, W., Tjeerdsma, B., Beckers, E. Jorissen, A. 2000. Structural and other properties of modified wood. World conference on timber engineering. Whistler Resort, British Columbia, Canada July 31 - August 3, 2000.

Jämsä, S., Ahola, P., Viitaniemi, P. 2000. Long-term natural weathering of coated ThermoWood. *Pigment & Resin Technology*, 29 (2), 68-74.

Özkan, O.E. 2013. Isıl işleme muamele edilmiş göknar odununun biyolojik, mekanik, fiziksel ve dış ortam dayanımı özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 95 s. Kastamonu.

Petrič, M., Knehtl, B., Krause, A., Militz, H., Pavlič, M., Pétrissans, M., Gérardin, P. 2007. Wettability of waterborne coatings on chemically and thermally modified pine wood. *Journal of Coatings Technology and Research*, 4 (2), 203-206. DOI 10.1007/s11998-007-9023-2

Sidorova, E. 2008. Oil heat treatment of wood. Proceedings of the 4<sup>th</sup> meeting of the Nordic Baltic Network in Wood Material Science & Engineering, 13-14 November, Riga, Latvia.

Suttie, E., Thompson, J.H.R. 2001. Opportunities for UK Grown Timber: Wood Modification State of The Art Review. DTI Construction Industry Directorate and Forestry Commission, Project Report Number 203-343.

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. DOI:10.1002/app.24878

Tomak, E.D., Yıldız, Ü.C. 2010. Odunun kimyasal modifikasyonu. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010 Cilt: IV Sayfa: 1681-1690.

TS EN 351-1, Ahşap ve Ahşap Esaslı Mamullerin Dayanıklılığı-Emprenye Edilmiş Masif Ahşap-Bölüm 1: Emprenye Maddesinin Nüfuz Derinliği ve Tutulma Miktarının Sınıflandırılması. T.S.E., Ankara 2010.

TS EN ISO 4624, Boyalar ve Vernikler - Yapışmanın Tayini İçin Çekme Deneyi. T.S.E., Ankara 2006.

TS.2470, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, T.S.E., Ankara, 1976.

Yıldız, S., Yıldız, U.C., Tomak, E.D. 2011. The effects of natural weathering on the properties of heat treated alder wood. *BioRes.*, 6 (3), 2504-2.