



**INTERNATIONAL ADVANCED RESEARCHES  
&  
ENGINEERING CONGRESS**

November 16-18, 2017  
Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye, Turkey



---

**PROCEEDING BOOK**

---

2017



<http://iarec.osmaniye.edu.tr>

Editors

Dr. Recep HALICIOGLU

Dr. Hediye KIRLI AKIN

## Honorary Chairman

Prof. Dr. Murat TÜRK, Rector of Osmaniye Korkut Ata University

## Chairmen

Assist. Prof. Dr. Recep HALICIOGLU

Department of Mechanical Engineering, Osmaniye Korkut Ata University

Assist. Prof. Dr. Hediye KIRLI AKIN

Department of Manufacturing Engineering, Osmaniye Korkut Ata University

Assist. Prof. Dr. Yusuf FEDAI

Department of Manufacturing Engineering, Osmaniye Korkut Ata University

## Organizing Committee

Prof. Dr. M. Emin ÖCAL, Osmaniye Korkut Ata University Civil Engineering

Assoc. Prof. Dr. Ay e Tülin ÖZ, Osmaniye Korkut Ata University Food Engineering

Assoc. Prof. Dr. Co kun ÖZALP, Osmaniye Korkut Ata University Energy Systems Engineering

Assoc. Prof. Dr. Güler YALÇIN, Osmaniye Korkut Ata University Geomatics Engineering

Assoc. Prof. Dr. Feridun DEM R, Osmaniye Korkut Ata University Chemical Engineering

Assoc. Prof. Dr. Önder KA KA, Osmaniye Korkut Ata University Mechanical Engineering

Assist. Prof. Dr. Recep HALICIO LU, Osmaniye Korkut Ata University Mechanical Engineering

Assist. Prof. Dr. Hediye KIRLI AKIN, Osmaniye Korkut Ata University Manufacturing Engineering

Assist. Prof. Dr. Yusuf FEDA , Osmaniye Korkut Ata University Manufacturing Engineering

Assist. Prof. Dr. Kemal BALIKÇI, Osmaniye Korkut Ata University Electrics and Electronics Engineering

Assist. Prof. Dr. Abdullah Emre KELE , Adana Bilim ve Teknoloji University Civil Engineering

Assist. Prof. Dr. Mümine KAYA KELE , Adana Bilim ve Teknoloji University Computer Engineering

Assist. Prof. Dr. Seda ERM , Osmaniye Korkut Ata University Electrics and Electronics Engineering

Res. Assist. Özge SÜFER, (Secretariat) Osmaniye Korkut Ata University Food Engineering

Res. Assist. Yasemin ÇELEB SEZER, (Secretariat) Osmaniye Korkut Ata University Food Engineering

## Student Members

Msc. Hakan ÇEL K, Osmaniye Korkut Ata University Mechanical Engineering

Msc. Kübra ÖZCAN, Osmaniye Korkut Ata University Electrics and Electronics Engineering

International Advanced Reserches and Engineering Society Members, Osmaniye Korkut Ata University

## International Scientific Committee

Prof. Dr. Ali ÜNÜVAR	Selcuk University Department of Mechanical Engineering
Prof. Dr. Ali YE L	Firat University Department Physical Science
Prof. Dr. Ari Ide-EKTESSABI	Kyoto University Graduate School of Engineering
Prof. Dr. Emel ORAL	Cukurova University Department of Civil Engineering
Prof. Dr. Eres SÖYLEMEZ	Middle East Technical University Department of Mechanical Engineering
Prof. Dr. Eyyup TEL	Osmaniye Korkut Ata University Department of Physical Science (Nuclear Physics)
Prof. Dr. Faruk Firat ÇALIM	Adana Science and Technology University Department of Civil Engineering
Prof. Dr. Gajendra Pal Singh RAGHAVA	Indraprastha Institute of Information Technology Delhi Center for Computational Biology
Prof. Dr. Hakan ÖZTÜRK	Osmaniye Korkut Ata University Department of Physical Science (Nuclear Physics)
Prof. Dr. Lale Canan DÜLGER	Gaziantep University Department of Mechanical Engineering
Prof. Dr. Luis ROSEIRO	University of Coimbra Department of Mechanical Engineering
Prof. Dr. Mark R. LEHTO	Purdue University Department of Industrial Engineering
Prof. Dr. Mehmet Emin ÖCAL	Osmaniye Korkut Ata University Department of Civil Engineering
Prof. Dr. Mehmet KANO LU	Gaziantep University Department of Mechanical Engineering
Prof. Dr. Murat YAKAR	Mersin University Department of Geomatics Engineering
Prof. Dr. Nitin NITIN	University of California Department of Food Science and Technology
Prof. Dr. Paolo Di STEFANO	University of L'Aquila Department of Design and Methods for Industrial Engineering
Prof. Dr. Ramazan KOSE	Dumlupınar University Department of Mechanical Engineering
Prof. Dr. Recep YUMRUTA	Gaziantep University Department of Mechanical Engineering
Prof. Dr. Rızvan EROL	Cukurova University Department of Industrial Engineering
Prof. Dr. Sabu THOMAS	Mahatma Gandhi University Department of Polymer Engineering & Nanotechnology
Prof. Dr. Sadettin KAPUCU	Gaziantep University Department of Mechanical Engineering
Prof. Dr. Saffet ERDO AN	Osmaniye Korkut Ata University Department of Geomatics Engineering
Prof. Dr. Sedat BAYSEÇ	Gaziantep University Department of Mechanical Engineering
Prof. Dr. Serkan TOKGÖZ	Adana Science and Technology University Department of Civil Engineering
Prof. Dr. Sevinç ÖZKUL	Dokuz Eylül University Department of Civil Engineering
Prof. Dr. ebnem TAVMAN	Ege University Department of Food Engineering
Prof. Dr. Tuncay YILMAZ	Osmaniye Korkut Ata University Department of Mechanical Engineering
Prof. Dr. Tunç Koray PALAZO LU	Mersin Üniversitesi Department of Food Engineering
Prof. Dr. Valentim M B NUNES	Instituto Politécnico de Tomar Department of Engineering-Chemical Engineering
Prof. Dr. Veerabathiran ANBUMALAR	Velammal College of Engineering and Technology Department of Mechanical Engineering

International Advanced Researches & Engineering Congress-2017

Prof. Dr. Zeynep ULUKANLI	Osmaniye Korkut Ata University Department of Biyology (Bioengineering, Medical Engineering)
Assoc. Prof. Dr. Achraf Jabeur TELMOUDI	University of Sousse Department of Electronic Engineering
Assoc. Prof. Dr. Ahmet Ata ÖZÇ MEN	Mersin University Department of Biological Science (Bioengineering, Genetic Engineering)
Assoc. Prof. Dr. Ahmet ÇAKAN	Mersin University Department of Mechanical Engineering
Assoc. Prof. Dr. Ali Tolga BOZDANA	Gaziantep University Department of Mechanical Engineering
Assoc. Prof. Dr. Ay e Tülin ÖZ	Osmaniye Korkut Ata University Department of Food Engineering
Assoc. Prof. Dr. Chun-Wei Tung	Kaohsiung Medical University College of Pharmacy
Assoc. Prof. Dr. Co kun ÖZALP	Osmaniye Korkut Ata University Department of Energy Systems Engineering
Assoc. Prof. Dr. Fatih EN	Dumlupınar University Department of Biochemistry Science
Assoc. Prof. Dr. Feridun DEM R	Osmaniye Korkut Ata University Department of Chemical Engineering
Assoc. Prof. Dr. Güler YALÇIN	Osmaniye Korkut Ata University Department of Geomatics Engineering
Assoc. Prof. Dr. Halef D ZLEK	Osmaniye Korkut Ata University Department of Food Engineering
Assoc. Prof. Dr. smail KARAO LAN	Selcuk University Department of Industrial Engineering
Assoc. Prof. Dr. M. Enamul HOSSAIN	Memorial University Department of Process Engineering (Oil and Gas Program)
Assoc. Prof. Dr. Mustafa DO AN	Dokuz Eylül University Department of Civil Engineering
Assoc. Prof. Dr. Mustafa ORAL	Cukurova University Department of Computer Engineering
Assoc. Prof. Dr. Mutlu AVCI	Cukurova Üniversitesi Department of Biomedical Engineering
Assoc. Prof. Dr. Necip Fazıl YILMAZ	Gaziantep University Department of Mechanical Engineering
Assoc. Prof. Dr. Önder KA KA	Osmaniye Korkut Ata University Mechanical Engineering
Assoc. Prof. Dr. Saibun TJUATJA	University of Texas Department of Electrical Engineering
Assoc. Prof. Dr. Selma Ay e ÖZEL	Cukurova University Department of Computer Engineering
Assoc. Prof. Dr. Selim Serhan YILDIZ	Osmaniye Korkut Ata University Department of Geomatics Engineering
Assoc. Prof. Dr. Serdar YILDIRIM	Adana Science and Technology University Department of Computer Engineering
Assist. Prof. Dr. Abdullah Emre KELE	Adana Science and Technology University Department of Civil Engineering
Assist. Prof. Dr. Abdülkadir AYANO LU	Mardin Artuklu University Department of Machinery and Metal Technology
Assist. Prof. Dr. Abdülkadir BUDAK	Osmaniye Korkut Ata University Department of Civil Engineering
Assist. Prof. Dr. Ahmad AL BALASIE	Birzeit University Department of Mechanical and Mechatronics Engineering
Assist. Prof. Dr. Ahmet AYDIN	Cukurova University Department of Biomedical Engineering
Assist. Prof. Dr. Ahmet Ali KUMANLIO LU	Manisa Celal Bayar University Department of Civil Engineering
Assist. Prof. Dr. Ahmet Fırat KARABULUT	Osmaniye Korkut Ata University Department of Chemical Engineering
Assist. Prof. Dr. Ali YURDDA	Manisa Celal Bayar University Department of Mechanical Engineering
Assist. Prof. Dr. Alireza REZAEI	Cyprus International University Department of Civil Engineering

International Advanced Researches & Engineering Congress-2017

Assist. Prof. Dr. Amira TAND ROV Ç GÜRSEL	Adana Science and Technology University Department of Electrical and Electronics Engineering
Assist. Prof. Dr. Aysun ENER	Adana Science and Technology University Department of Food Engineering
Assist. Prof. Dr. Aytunga BA DATLI	Manisa Celal Bayar University Department of Food Engineering
Assist. Prof. Dr. Bülent BOSTANCI	Erciyes University Department of Geomatics Engineering
Assist. Prof. Dr. Ceyhun YILMAZ	Afyon Kocatepe University Department of Mechanical Engineering
Assist. Prof. Deniz VURU KAN	Department of Fashion and Textile Design
Assist. Prof. Dr. Dilek GÖKTÜRK	Adana Science and Technology University Department of Bioengineering
Assist. Prof. Dr. Emine AV AR AYDIN	Adana Science and Technology University Department of Aerospace Engineering
Assist. Prof. Dr. Erinç ULUDAMAR	Adana Science and Technology University Department of Automotive Engineering
Assist. Prof. Dr. Esen YILDIRIM	Adana Science and Technology University Department of Electrical and Electronics Engineering
Assist. Prof. Dr. Ertu rul C HAN	Osmaniye Korkut Ata University Department of Mechanical Engineering
Assist. Prof. Dr. Eyüp YETER	Gaziantep University Department of Aircraft and Aerospace Engineering
Assist. Prof. Dr. Fazıl NACAR	Osmaniye Korkut Ata University Department of Geomatics Engineering
Assist. Prof. Dr. Gökhan TÜCCAR	Adana Science and Technology University Department of Mechanical Engineering
Assist. Prof. Dr. Halil EROL	Osmaniye Korkut Ata University Department of Electrical and Electronics Engineering
Assist. Prof. Dr. Halil brahim ÇEL K	Gaziantep University Department of Textile Engineering
Assist. Prof. Dr. Hakan INCI	Bingol University Department of Zootechnics
Assist. Prof. Dr. Hakkı GÜL EN	Harran University, Department of Environmental Engineering
Assist. Prof. Dr. Hatice Kübra KAYNAK	Gaziantep University Department of Textile Engineering
Assist. Prof. Dr. Hediye KIRLI AKIN	Osmaniye Korkut Ata University Department of Manufacturing Engineering
Assist. Prof. Dr. brahim AYDIN	Manisa Celal Bayar University Department of Mechanical and Metal Technology
Assist. Prof. Dr. Juliana De Moura Bell	University of California Department of Food Science and Technology
Assist. Prof. Dr. Kemal BALIKÇI	Osmaniye Korkut Ata University Department of Electrical and Electronics Engineering
Assist. Prof. Dr. Mariappan Saravana Mohan	Velammal College of Engineering and Technology Department of Mechanical Engineering
Assist. Prof. Dr. Mehmet Hanifi DO RU	Gaziantep University Department of Aircraft and Aerospace Engineering
Assist. Prof. Dr. Mehmet SÖNMEZ	Osmaniye Korkut Ata University Department of Electrical and Electronics Engineering
Assist. Prof. Dr. Mine TAYKURT DADAY	Adana Science and Technology University Department of Materials Engineering
Assist. Prof. Dr. Mohamed Houcine Dhaou	College of Science, Department of Physics, Qassim University
Assist. Prof. Dr. Murat KOYUNBAKAN	Dumlupınar University Department of Manufacturing Engineering
Assist. Prof. Dr. Mümine KAYA KELE	Adana Science and Technology University Department of Computer Engineering
Assist. Prof. Dr. Nuri ERDEM	Osmaniye Korkut Ata University Department of Geomatics Engineering
Assist. Prof. Dr. Recep HALICIO LU	Osmaniye Korkut Ata University Department of Mechanical Engineering

International Advanced Researches & Engineering Congress-2017

Assist. Prof. Dr. Saim KURAL	Manisa Celal Bayar University Department of Mechanical Engineering
Assist. Prof. Dr. Sava BAYRAM	Erciyes University Department of Civil Engineering
Assist. Prof. Dr. Seda ERM	Osmaniye Korkut Ata University Department of Electrical and Electronics Engineering
Assist. Prof. Dr. Süleyman Murat BA DATLI	Manisa Celal Bayar University Department of Mechanical Engineering
Assist. Prof. Dr. aban BÜLBÜL	Necmettin Erbakan University Department of Mechanical Engineering
Assist. Prof. Dr. Yusuf FEDA	Osmaniye Korkut Ata University Department of Manufacturing Engineering
Dr. Abdeldjalil BENNECER	The University of Northampton Department of Engineering
Dr. Ahmed R. J. ALMUSAWI	Universtiy of Baghdad Department of Mechatronics Engineering
Dr. Begüm DA LI	Manisa Celal Bayar University Department of Civil Engineering
Dr. Emin Sertaç ARI	Osmaniye Korkut Ata University Department of Management Information Systems
Dr. Emine NAK LC O LU TA	Ege University Department of Food Engineering
Dr. Esin SARIO LU	Gaziantep University Department of Textile Engineering
Dr. Huijuan SU	The University of Northampton Department of Engineering and Technology
Dr. Gökhan SEZER	Osmaniye Korkut Ata University Department of Biyology
Dr. Mehmet AYVAZ	Osmaniye Korkut Ata University Department of Mechanical Engineering
Dr. Mehmet DUMAN	Plant Protection Research Institute
Dr. Nazmi SEDEFO LU	Osmaniye Korkut Ata University Department of Phisical Science
Dr. Núbia ROSA DA SILVA	University of São Paulo Insttute of Mathematical and Computer Sciences (ICMC)
Dr. Selin YABACI KARAO LAN	Adana Science and Technology University Department of Food Engineering
Dr. Rasool KENARANGUI	University of Texas at Arlington Department of Electrical and Electronics Engineering
Dr. Tuba PARLAR	Mustafa Kemal University Department of Computer Technologies
Dr. Tugay AYA AN	Adana Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute
Dr. Yusuf ZALAO LU	Osmaniye Korkut Ata University Department of Phisical Science
Lecturer Samir KHOSHABA	Linnaeus University Department of Mechanical Engineering

This International Workshop was organized at Osmaniye Korkut Ata University by Dr. Recep HALICIOGLU. 111 studies were presented in this Workshop.

# International Workshop on Mechanical Engineering

Edited by

**Dr. Recep HALICIOGLU**

rhalicioglu@osmaniye.edu.tr

2017

---



International Advanced Researches & Engineering Congress-2017

<http://iarec.osmaniye.edu.tr/>

Osmaniye/TURKEY

16-18 November 2017

## The Determination of Some Surface Properties on Lodgepole Pine, Siberian Pine and Scots Pine Woods Heat Treated with Thermowood Method

Ümit Ayata<sup>1\*</sup>, Tuğba Gürleyen<sup>2</sup>, Levent Gürleyen<sup>3</sup>, Bruno Esteves<sup>4</sup>, Hüseyin Sivrikaya<sup>5</sup> and Ahmet Can<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Forestry and Forest Products, Oltu Vocation School, Ataturk University, Oltu/Erzurum, Turkey

<sup>2</sup>Department of Furniture and Decoration, Vocational High School, Duzce University, Duzce, Turkey

<sup>3</sup>Yigilca Multi-Program Anatolian High School, Yigilca/Duzce, Turkey

<sup>4</sup>Superior School of Technology Polytechnic Institute of Viseu, Viseu, Portugal.

<sup>5</sup>Forest Industry Engineering, Faculty of Forest, Bartın University, Bartın, Turkey.

\*Corresponding author. Tel.: +90 442 816 62 66, Fax.: +90 442 816 33 32 E-mail address: umitayata@atauni.edu.tr

### Abstract

In this study, it is aimed to determine the values of the color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta L^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta a^*$  ve  $\Delta E^*$ ) values and perpendicular and parallel glossiness values of define according to the ThermoWood method heat treated at 212°C for 1 and 2 hours and untreatment lodgepole pine (*Pinus contorta*), siberian pine (*Pinus sibiric*) and scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood materials. For this purpose, in the tests made after heat treatment application, changes in color and glossiness have also been found to be effective. For all wood types, it was determined that the total color difference ( $\Delta E^*$ ) values increased and the  $L^*$  values decreased due to the increase in heat treatment time. It was observed that the values of perpendicular and parallel glossiness measured at 20°, 60° and 85° were changed depending on the increase of heat treatment time.

**Keywords:** Color, Gloss, Heat Treatment, ThermoWood Method

## Thermowood Metodu Ile Isil İşlem Görmüş İsveç Çami, Sibirya Çami Ve Sarıçam Odunlarında Bazi Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi

### Özet

Bu çalışmada, ThermoWood metoduna göre belirtilen 212°C'de 1 ve 2 saat süre ile ısıtma işlemi muameleleri görmüş ve görmemiş İsveç çamı (*Pinus contorta*), Sibirya çamı (*Pinus sibiric*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ahşap malzemeler üzerinde renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta L^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta a^*$  ve  $\Delta E^*$ ) değerleri ile yüzeye dik ve paralel parlaklık değerlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç ile ısıtma işlemi uygulamasından sonra yapılan testlerde renk ve parlaklık değişimlerinde sürenin etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Bütün ağaç türleri içinde ısıtma işlemi süresinin artmasına bağlı olarak toplam renk farkı ( $\Delta E^*$ ) değerlerinin arttığı,  $L^*$  değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca 20°, 60° ve 85°'de ölçülen liflere dik ve paralel parlaklık değerlerinin ısıtma işlemi süresinin artmasına bağlı olarak değiştiği de görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Renk, Parlaklık, Isıl İşlem, ThermoWood Metodu

### 1. Giriş

Ahşap malzemenin korunması için uygulanan metotlardan biriside ısıtma işlemi uygulamasıdır.

Günümüzde; Plato yöntemi (Hollanda), Le Bois Perdure yöntemi (Fransa), ThermoWood yöntemi (Finlandiya), Oil Heat Treatment (OHT) yöntemi (Almanya) ve Retification yöntemi (Fransa) gibi çeşitli yöntemler bulunmaktadır.

Ülkemizde ısıtma işlemi uygulamasına sahip fabrikalardan birisi de Bolu İli, Gerede ilçesinde bulunan ThermoWood ısıtma işlemi fabrikasıdır.

Fabrikalarda uygulanan ısıtma işlemi uygulamaları

sonrasında ahşap malzemelerin yapısında çeşitli değişiklikler (biyolojik, mekanik, fiziksel, vb.) oluşmaktadır. Bu değişiklikler sonucunda görülen özelliklerden olan renk ve parlaklık kavramları, ahşabın kullanım yerinde ciddi anlamda önem arz etmektedir.

Bu değişikliklerin belirlenmesi için çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Örneğin; 190°C, 205°C ve 212°C sıcaklıklarda 2 saat süreyle ThermoWood yöntemine göre ısıtma işlemi görmüş Doğu ladini ve sakallı kızılbaş odunlarında belirlenen renk değişimi değerleri için, ısıtma işlemi sıcaklığı arttıkça rengin koyulaştığını bildirmiştir [6].



Atmosferik basınç altında 100°C, 150°C, 200°C, 220°C, 240°C, 260°C ve 280°C sıcaklıklarda 60 dakika süreyle fırında ısıtım işlemi uygulanmış göknar (*Abies alba* L.) odununda ısıtım işlem sıcaklığının artması ile  $L^*$  değerlerinin azaldığı,  $a^*$  değerlerinin 220°C'ye kadar arttığı ancak bu dereceden sonra azaldığı,  $b^*$  değerlerinin ise 200°C'ye kadar arttığı bu dereceden sonra ise azaldığı bildirilmiştir [12].

*Fagus sylvatica* L. odununa TermoWood metodu ve havadaki atmosfer basıncında ısıtım işlemi olmak üzere iki farklı yol ile 200°C'de 2.5 saat süre ile uygulanmış ısıtım işlemler kıyaslanmıştır. Test sonuçlarına göre, buharlanmış örneklerin ısıtım işlem görmemiş oduna göre  $L^*$  değerinin %12 oranında azaldığı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin %73 oranında arttığı görülmüştür. Bunun yanında 1 no'lu ısıtım işlem uygulamasında  $L^*$  değerinin %3,  $b^*$  değerinin %6 oranında arttığı,  $a^*$  değerinin ise %2 oranında azaldığı tespit edilmiştir [14].

170°C, 180°C, 190°C, 200°C ve 212°C'lerde ve 2 saat süreyle TermoWood yöntemiyle ısıtım işleme tabi tutulmuş Doğu kayını ve Uludağ göknarı odunları için ısıtım işlem sıcaklığının artmasına paralel olarak toplam renk değişimindeki koyulaşma oranlarında artışların görüldüğü belirtilmiştir [13].

Yapılan başka bir araştırmada, TermoWood metoduna göre 212°C'de 1 ve 2 saat süreyle ısıtım işlem görmüş doussie (*Azalia bipindensis*), afrormosia (*Pericopsis elata*), frake (*Terminalia superba*) ve iroko (*Chlorophora excelsa*) odunlarında renk ve parlaklık değerleri incelenmiştir [2].

TermoWood yöntemine göre 212°C'de 1.5 ve 2.5 saat süreyle ısıtım işlemi uygulanmış [11] ve TermoWood yöntemine göre 190°C ve 212°C'de 1 ve 2'şer saat süreyle ısıtım işlemi uygulanmış [3] yabani kiraz (*Prunus avium*) odununda renk ve parlaklık değerleri araştırılmıştır.

Bu çalışmada, İsveç çamı (*Pinus contorta*), Sibirya çamı (*Pinus sibiric*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarının kullanılmasıyla elde edilen ısıtım işlemi uygulanmış ve uygulanmamış ahşap materyaller üzerinde renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta L^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta a^*$  ve  $\Delta E^*$ ) ile yüzeye dik ve paralel parlaklık değerleri tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçların;

1. Uygulanan ısıtım işlemi ile ahşap malzeme arasındaki renk ve parlaklık kavramları açısından ilişkinin ne derecede olduğu hakkında bilgileri ortaya konacağı,
2. Dış mekân için önemli faktörlerden olan renk ve parlaklık etkilerinin, ısıtım işlem uygulayan fabrikalar ve ısıtım işlem görmüş malzeme üzerine tüketiciler arasındaki literatür bilgisine katkıda bulunacağı,
3. Bu ağaç türlerinin ısıtım işlem görmesiyle yeni kullanım yerlerinin belirlenmesi gibi konulara ışık tutacağı düşünülmektedir:

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1 Malzeme

#### Ahşap malzemelerin Elde Edilmesi

İsveç çamı (*Pinus contorta*), Sibirya çamı (*Pinus sibiric*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunları Arın Orman Ürünleri'nden temin edilmiştir (Düzce, Türkiye). Renk ve parlaklık ölçümleri için ahşap örnekleri 100 cm × 10 cm × 2 cm boyutlarında alınmış, ISO 554 [8] standardına göre iklimlendirme işlemlerine tabi tutulmuştur.

#### Isıtım işlem uygulaması (TermoWood Metot)

Farklı türdeki ahşap malzemeler için ısıtım işlem uygulaması, Bolu Gerede Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan Nova Orman Ürünleri San. Tic. A.Ş.'nde 212°C'de 1 ve 2 saat süreli faaliyet gösteren bilgisayar destekli fırınlarda yapılmıştır. TermoWood metoduna göre ısıtım işlem uygulaması TermoWood kitabında anlatıldığı şekliyle uygulanmıştır [1]. Isıtım işlem görmüş örnekler ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar iklimlendirme odasında %50±5 bağıl nem ve 23±2°C'de bekletilmiştir [8].

### 2.2 Metot

#### Renk Ölçümü

Isıtım işlem görmüş ve görmemiş odunlara ait renk ölçümleri X Rite Ci62 marka (Regensdor, Switzerland) (Dalga boyu Çözünürlüğü 10 nm, Ölçüm Geometrisi D/8°, D65 standardında aydınlatma) cihazında yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Renk ölçüm cihazı (X-Rite Ci62 Series)

Aşağıda verilen formüller kullanılarak  $\Delta L^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta a^*$  ve  $\Delta E^*$  değerleri hesaplanmıştır.

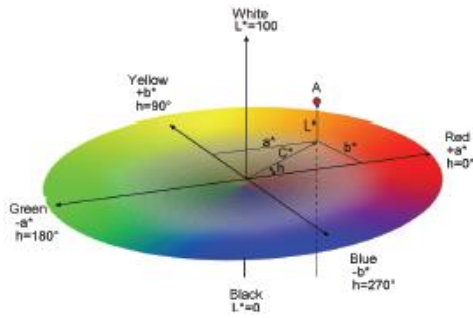
$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$\Delta L^* = L^*_{\text{ısıtım uygulanmış}} - L^*_{\text{kontrol}} \quad (2)$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{ısıtım uygulanmış}} - b^*_{\text{kontrol}} \quad (3)$$

$$\Delta a^* = a^*_{\text{ısıtım uygulanmış}} - a^*_{\text{kontrol}} \quad (4)$$

Üç boyutlu renk şablonu Şekil 1'de verilmiştir [10].



Şekil 1. Üç boyutlu renk şablonu CIEL\*a\*b\* [10].

### Parlaklık Ölçümü

Isıl işlem görmüş ve görmemiş ahşap örneklerin 20°, 60° ve 85°'de yüzeye dik ve paralel parlaklık ölçümleri "Meter Poly gloss GL0030 TQC" (TQC BV, Neuss, Germany) (Şekil 2) model cihazında ISO 2813 [9] standardına göre ölçülmüştür.



Şekil 2. Parlaklık ölçüm cihazı GL0030 TQC

Tablo 1. Ağaç türü ile ısıl işlemin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerine ait varyans analizleri

Test	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P ( $\alpha=0.05$ )
$L^*$	Ağaç Türü (A)	97.575	2	48.787	18.194	0.000*
	Isıl işlem (B)	17743.282	2	8871.641	3308.384	0.000*
	Etkileşim (AB)	80.512	4	20.128	7.506	0.000*
	Hata	217.207	81	2.682		
	Toplam	365227.895	90			
$a^*$	Ağaç Türü (A)	23.497	2	11.749	95.087	0.000*
	Isıl işlem (B)	766.927	2	383.464	3103.544	0.000*
	Etkileşim (AB)	18.007	4	4.502	36.435	0.000*
	Hata	10.008	81	0.124		
	Toplam	8290.826	90			
$b^*$	Ağaç Türü (A)	41.715	2	20.857	17.749	0.000*
	Isıl işlem (B)	39.336	2	19.668	16.737	0.000*
	Etkileşim (AB)	23.218	4	5.804	4.939	0.001*
	Hata	95.184	81	1.175		
	Toplam	61738.248	90			

\*: Anlamlı  $\alpha=0.05$ 'e göre

$L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerine ait ölçüm sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde, en yüksek ışıklılık ( $L^*$ ) değeri sarıçam odununa ait kontrol örneklerinde (1.30), en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş İsveç çamına ait örneklerde (49.42) belirlenmiştir. En yüksek kırmızı renk ( $a^*$ ) tonu değeri 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem muamelesi görmüş sarıçam örneklerinde (11.63) elde edilirken, en düşük İsveç çamı odununa ait kontrol örneklerinde (4.09) tespit edilmiştir (Tablo 2). En yüksek sarı renk ( $b^*$ ) tonu değeri 212°C'de 1 saat süre ile ısıl işlem uygulanmış Sibiry çamı örneklerinde (28.40) belirlenirken, en düşük 212°C'de 2 saat süre ile ısıl işlem uygulanmış İsveç çamı

### İstatistiksel Analiz

Renk ve parlaklık ölçümlerine ait veriler kullanılarak, SPSS 17 programında (Sun Microsystems, Inc., Santa Clara, CA, USA) Duncan ve Çoklu varyans analizleri belirlenmiştir. Renk ve parlaklık ölçümleri için ahşap örneklerden 10'ar adet ölçüm alınmıştır. Renk parametreleri, liflere dik ve paralel parlaklık değerleri için toplamda 810 adet ölçüm alınmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

$L^*$ ,  $a^*$ , ve  $b^*$  değerleri için yapılmış olan çoklu varyans analizi (ANOVA) sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde  $L^*$ ,  $a^*$ , ve  $b^*$  değerleri için ağaç türü ile ısıl işlem faktörleri ve bu elde edilen faktörlerin karşılıklı etkileşimlerinin anlamlı çıktığı görülmüştür ( $\alpha=0.05$ 'e göre).

örneklerinde (24.64) ortaya çıkmıştır (Tablo 2). Tablo 2'de bütün ağaç türleri için, uygulanan ThermoWood metoduna göre ısıl işlem süresinin (saat) artmasına bağlı olarak;  $L^*$  değerlerinin azaldığı,  $a^*$  değerlerinin ise arttığı görülmektedir. Yapılan bir çalışmada, ThermoWood yöntemine göre 212°C'de 1 ve 2 saat süreyle ısıl işlem uygulanmış doussie (*Azelia bipindensis*), afrormosia (*Pericopsis elata*) iroko (*Chlorophora excelsa*) ve frake (*Terminalia superba*) odun örneklerinde  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  parametrelerinin ısıl işlemten sonra değiştiği bildirilmiştir [2]. Ahşabın kırmızı tonunun polifenol içeriğinin artmasından kaynaklandığı söylenebilir [4, 7].

Tablo 2. Ağaç türü ile ısı işleme ikili etkileşimde  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri için Duncan testleri

Test	Ağaç Türü	Isıl işlem	N	Ortalama	HG	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Işıklık ( $L^*$ ) değeri	İsveç çamı ( <i>Pinus contorta</i> )	Kontrol	10	81.76	B	0.94	80.09	82.75
		212°C – 1 saat	10	51.03	F	1.08	48.50	52.28
		212°C – 2 saat	10	49.42	G	2.47	44.83	52.28
	Sibirya çamı ( <i>Pinus sibiric</i> )	Kontrol	10	80.44	B	0.18	80.03	80.69
		212°C – 1 saat	10	54.68	C	1.03	53.19	55.95
		212°C – 2 saat	10	51.79	EF	1.21	49.14	53.42
	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	Kontrol	10	83.61	A*	3.39	81.69	93.14
		212°C – 1 saat	10	53.45	CD	1.33	50.54	54.77
		212°C – 2 saat	10	52.74	DE	0.41	52.28	53.66
Kırmızı renk ( $a^*$ ) tonu değeri	İsveç çamı ( <i>Pinus contorta</i> )	Kontrol	10	4.09	F	0.66	3.71	5.88
		212°C – 1 saat	10	10.71	C	0.12	10.54	10.88
		212°C – 2 saat	10	10.61	C	0.54	9.52	11.40
	Sibirya çamı ( <i>Pinus sibiric</i> )	Kontrol	10	6.45	D	0.09	6.36	6.63
		212°C – 1 saat	10	11.49	AB	0.37	10.87	12.12
		212°C – 2 saat	10	11.22	B	0.21	10.95	11.63
	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	Kontrol	10	4.42	E	0.25	4.07	4.78
		212°C – 1 saat	10	11.40	AB	0.27	11.03	11.79
		212°C – 2 saat	10	11.63	A*	0.22	11.30	12.03
Sarı renk ( $b^*$ ) tonu değeri	İsveç çamı ( <i>Pinus contorta</i> )	Kontrol	10	25.23	DE	1.74	23.89	29.83
		212°C – 1 saat	10	25.83	CD	0.65	24.52	26.91
		212°C – 2 saat	10	24.64	E	2.24	20.63	27.30
	Sibirya çamı ( <i>Pinus sibiric</i> )	Kontrol	10	25.58	DE	0.12	25.45	25.84
		212°C – 1 saat	10	28.40	A*	1.07	26.04	29.57
		212°C – 2 saat	10	26.61	BC	0.79	25.58	28.27
	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	Kontrol	10	25.36	DE	0.23	24.98	25.71
		212°C – 1 saat	10	26.78	BC	0.38	26.18	27.22
		212°C – 2 saat	10	26.91	B	0.36	26.43	27.56

N: Ölçüm sayısı, HG: Homojenlik grubu, \*: En yüksek değeri göstermektedir.

Tablo 3'de hesaplanan  $\Delta E^*$ ,  $\Delta L^*$ ,  $\Delta b^*$  ve  $\Delta a^*$  değerleri verilmiştir. En yüksek  $\Delta E^*$  değeri İsveç çamında 212°C'de 2 saat ısı işleme muamelesi görmüş örneklerinde (33,00), en düşük  $\Delta E^*$  değeri ise Sibirya çamının 212°C'de 1 saat süre ile ısı işleme muamelesi görmüş örneklerinde (-25,76) görülmüştür (Tablo 3).

Elde edilen bu sonuçlara göre 212°C'de uygulanan ThermoWood metoduna göre, ısı işleme süresi arttıkça  $\Delta E^*$  değerlerinin arttığı görülmektedir.

170°C, 180°C, 190°C, 200°C ve 212°C'lerde ve 2 saat süreyle ThermoWood yöntemiyle ısı işleme tabi tutulmuş Doğu kayını ve Uludağ göknarı odunları için toplam renk değişim oranının en az 170°C'de, en fazla ise 212°C'de elde edildiği bildirilmiştir [13].

Yapılan başka bir çalışmada ise, 190°C, 205°C ve 212°C'lerde ve 2 saat süreyle ThermoWood yöntemine göre ısı işleme uygulanmış kızılcağaç ve ladin odunları için

en yüksek renk değişimi 212°C'de ısı işleme görmüş örneklerde, en düşük 190°C'de ısı işleme görmüş örneklerde elde edildiği bildirmiştir [6].

ThermoWood yöntemine göre 212°C'de 1 ve 2 saat süreyle ısı işleme uygulanmış doussie (*Azalia bipindensis*), afrormosia (*Pericopsis elata*) iroko (*Chlorophora excelsa*) ve frake (*Terminalia superba*) ağaç türlerinde ısı işleme süresinin artması ile  $\Delta E^*$  değerlerinin arttığı görülmüştür [2].

Yapılan başka çalışmalarda ise, ThermoWood yöntemine göre 212°C'de 1.5 ve 2.5 saat süreyle ısı işleme görmüş [11] ve ThermoWood yöntemine göre 190°C ve 212°C'de 1'er ve 2'ser saat süreyle ısı işleme görmüş [3] yabancı kiraz (*Prunus avium*) odununda, sürenin ve sıcaklığın artmasına bağlı olarak  $\Delta E^*$  değerlerinin arttığı bildirilmiştir.

Tablo 3.  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  ve  $\Delta E^*$  ve değerleri

Ağaç Türü	Isıl işlem	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
İsveç çamı ( <i>Pinus contorta</i> )	212°C - 1 saat	-30,74	6,62	0,60	31,45
	212°C - 2 saat	-32,34	6,52	-0,59	33,00
Sibirya çamı ( <i>Pinus sibiric</i> )	212°C - 1 saat	-25,76	5,04	2,82	26,40
	212°C - 2 saat	-28,65	4,77	1,03	29,06
Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	212°C - 1 saat	-30,16	6,98	1,42	30,99
	212°C - 2 saat	-30,87	7,21	1,55	31,74

Liflere dik parlaklık değerleri için yapılmış olan çoklu varyans analizi (ANOVA) sonuçları Tablo 4'de

verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde 85°'de liflere dik paralel ölçümüne ait olan ısı işleme faktörü anlamsız elde

edilirken, bunun dışında yapılan bütün testler için ağaç türü ile ısı işlem faktörleri ve bu elde edilen faktörlerin karşılıklı etkileşimlerinin anlamlı çıktığı görülmüştür ( $\alpha=0.05$ 'e göre).

Tablo 4. Ağaç türü ile ısı işlemin liflere dik parlaklık değerlerine ait varyans analizleri (20°, 60°, 85°)

Test	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P ( $\alpha=0.05$ )
20°	Ağaç Türü (A)	3.585	2	1.792	87.886	0.000*
	Isıl işlem (B)	1.841	2	0.920	45.131	0.000*
	Etkileşim (AB)	7.191	4	1.798	88.148	0.000*
	Hata	1.652	81	0.020		
	Toplam	213.780	90			
60°	Ağaç Türü (A)	9.602	2	4.801	37.653	0.000*
	Isıl işlem (B)	51.189	2	25.594	200.730	0.000*
	Etkileşim (AB)	14.081	4	3.520	27.609	0.000*
	Hata	10.328	81	0.128		
	Toplam	987.700	90			
85°	Ağaç Türü (A)	0.943	2	0.471	12.016	0.000*
	Isıl işlem (B)	0.068	2	0.034	0.861	0.427
	Etkileşim (AB)	3.120	4	0.780	19.883	0.000*
	Hata	3.178	81	0.039		
	Toplam	206.820	90			

\*: Anlamlı  $\alpha=0.05$ 'e göre

Yüze dik parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları Tablo 5'de verilmiştir. 20°'de liflere dik parlaklık değeri en yüksek sarıçam odununa ait kontrol örneklerinde

(2.49) belirlenirken, en düşük İsveç çamına ait kontrol örneklerinde (1.07) ortaya çıkmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Ağaç türü ile ısı işlem ikili etkileşimde yüze dik parlaklık değerleri için Duncan testleri

Test	Ağaç Türü	Isıl işlem	N	Ortalama	HG	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
20°	İsveç çamı ( <i>Pinus contorta</i> )	Kontrol	10	1.07	D	0.13	0.90	1.20
		212°C – 1 saat	10	1.47	B	0.13	1.30	1.80
		212°C – 2 saat	10	1.38	BC	0.23	1.10	1.80
	Sibirya çamı ( <i>Pinus sibiric</i> )	Kontrol	10	1.50	B	0.00	1.50	1.50
		212°C – 1 saat	10	1.42	B	0.24	1.10	1.80
		212°C – 2 saat	10	1.26	C	0.12	1.10	1.50
	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	Kontrol	10	2.49	A*	0.06	2.40	2.60
		212°C – 1 saat	10	1.39	BC	0.11	1.30	1.60
		212°C – 2 saat	10	1.42	B	0.09	1.30	1.60
60°	İsveç çamı ( <i>Pinus contorta</i> )	Kontrol	10	4.02	B	0.39	3.50	4.50
		212°C – 1 saat	10	2.88	D	0.32	2.50	3.60
		212°C – 2 saat	10	2.58	DE	0.58	1.90	3.40
	Sibirya çamı ( <i>Pinus sibiric</i> )	Kontrol	10	5.37	A*	0.12	5.20	5.60
		212°C – 1 saat	10	2.85	D	0.55	2.00	3.70
		212°C – 2 saat	10	2.49	E	0.26	2.00	2.80
	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	Kontrol	10	3.30	C	0.18	3.10	3.70
		212°C – 1 saat	10	2.39	E	0.22	2.10	2.80
		212°C – 2 saat	10	2.62	DE	0.30	2.00	3.00
85°	İsveç çamı ( <i>Pinus contorta</i> )	Kontrol	10	1.78	A*	0.13	1.60	2.00
		212°C – 1 saat	10	1.72	AB	0.27	1.30	2.20
		212°C – 2 saat	10	1.25	D	0.22	1.00	1.50
	Sibirya çamı ( <i>Pinus sibiric</i> )	Kontrol	10	1.44	C	0.12	1.20	1.60
		212°C – 1 saat	10	1.58	BC	0.34	1.10	2.00
		212°C – 2 saat	10	1.59	ABC	0.13	1.40	1.80
	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	Kontrol	10	1.14	D	0.15	1.00	1.50
		212°C – 1 saat	10	1.26	D	0.16	1.10	1.60
		212°C – 2 saat	10	1.64	AB	0.14	1.40	1.80

N: Ölçüm sayısı, HG: Homojenlik grubu, \*: En yüksek değeri göstermektedir.

60°'de liflere dik parlaklık değeri en yüksek Sibirya çamına ait kontrol örneklerinde (5.37) tespit edilirken, en düşük 212°C'de 1 saat süre ile ısı işlem uygulanmış sarıçam örneklerinde (2.39) belirlenmiştir (Tablo 5).

85°'de liflere dik parlaklık değeri en yüksek olarak ısı işlem uygulaması olmayan İsveç çamına ait kontrol örneklerinde (1.78) belirlenirken, en düşük değer sarıçam odununa ait kontrol örneklerinde (1.14) elde edilmiştir (Tablo 5).

Liflere paralel parlaklık değerleri için yapılmış olan çoklu varyans analizi (ANOVA) sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6'ya göre bütün testler için ağaç türü ile

ısıtım işlem faktörleri ve bu elde edilen faktörlerin karşılıklı etkileşimlerinin anlamlı olarak çıktığı görülmüştür ( $\alpha=0.05$ 'e göre).

Tablo 6. Ağaç türü ile ısıtım işlemin liflere paralel parlaklık değerlerine ait varyans analizleri (20°, 60°, 85°)

Test	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P ( $\alpha=0.05$ )
//20°	Ağaç Türü (A)	2.148	2	1.074	77.960	0.000*
	Isıl işlem (B)	6.585	2	3.292	238.968	0.000*
	Etkileşim (AB)	3.470	4	0.868	62.972	0.000*
	Hata	1.116	81	0.014		
	Toplam	164.900	90			
//60°	Ağaç Türü (A)	13.529	2	6.764	46.548	0.000*
	Isıl işlem (B)	71.569	2	35.784	246.243	0.000*
	Etkileşim (AB)	32.061	4	8.015	55.155	0.000*
	Hata	11.771	81	0.145		
	Toplam	1449.130	90			
//85°	Ağaç Türü (A)	7.982	2	3.991	6.375	0.003*
	Isıl işlem (B)	6.030	2	3.015	4.816	0.011*
	Etkileşim (AB)	57.764	4	14.441	23.067	0.000*
	Hata	50.710	81	0.626		
	Toplam	916.960	90			

\*: Anlamlı  $\alpha=0.05$ 'e göre

Tablo 7. Ağaç türü ile ısıtım işlem ikili etkileşimde yüzeye paralel değerleri için Duncan testleri

Test	Ağaç Türü	Isıl işlem	N	Ortalama	HG	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
//20°	İsveç çamı ( <i>Pinus contorta</i> )	Kontrol	10	1.25	C	0.10	1.10	1.40
		212°C – 1 saat	10	1.06	D	0.13	0.90	1.30
		212°C – 2 saat	10	1.13	D	0.21	1.00	1.60
	Sibirya çamı ( <i>Pinus sibiric</i> )	Kontrol	10	1.52	B	0.04	1.50	1.60
		212°C – 1 saat	10	1.10	D	0.13	0.90	1.30
		212°C – 2 saat	10	1.09	D	0.06	1.00	1.20
	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	Kontrol	10	2.27	A*	0.11	2.10	2.40
		212°C – 1 saat	10	1.12	D	0.04	1.10	1.20
		212°C – 2 saat	10	1.14	D	0.13	1.10	1.50
//60°	İsveç çamı ( <i>Pinus contorta</i> )	Kontrol	10	4.89	B	0.43	4.20	5.40
		212°C – 1 saat	10	3.25	DE	0.41	2.80	3.80
		212°C – 2 saat	10	3.16	E	0.48	2.70	4.10
	Sibirya çamı ( <i>Pinus sibiric</i> )	Kontrol	10	6.66	A*	0.22	6.30	7.00
		212°C – 1 saat	10	3.16	E	0.59	2.30	4.00
		212°C – 2 saat	10	3.18	E	0.36	2.90	3.70
	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	Kontrol	10	3.71	C	0.18	3.40	4.00
		212°C – 1 saat	10	2.92	E	0.20	2.70	3.20
		212°C – 2 saat	10	3.54	CD	0.37	3.10	4.10
//85°	İsveç çamı ( <i>Pinus contorta</i> )	Kontrol	10	3.61	BC	1.29	1.80	5.70
		212°C – 1 saat	10	2.84	DEF	0.96	1.80	4.60
		212°C – 2 saat	10	2.30	EF	0.69	1.50	3.50
	Sibirya çamı ( <i>Pinus sibiric</i> )	Kontrol	10	3.88	AB	0.24	3.50	4.30
		212°C – 1 saat	10	2.98	CDE	0.56	2.40	4.30
		212°C – 2 saat	10	3.22	BCD	0.97	2.10	4.50
	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	Kontrol	10	1.30	G	0.09	1.20	1.40
		212°C – 1 saat	10	2.21	F	0.35	1.80	2.90
		212°C – 2 saat	10	4.40	A*	1.07	3.20	6.20

N: Ölçüm sayısı, HG: Homojenlik grubu, \*: En yüksek değeri göstermektedir.

Yüzeye paralel parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. 20°'de liflere paralel parlaklık değeri en yüksek sarıçam odununa ait kontrol örneklerinde belirlenirken (2.27), en düşük değer 212°C'de 2 saat süre ile ısıtım işlem uygulanmış İsveç çamı örneklerinde tespit edilmiştir (1.13) (Tablo 7). 60°'de liflere paralel parlaklık değeri en yüksek değer Sibirya çamına ait kontrol örneklerinde ortaya çıkarken (6.66), en

düşük değer 212°C'de 1 saat süre ile ısıtım işlem uygulanmış sarıçam örneklerinde tespit edilmiştir (2.92) (Tablo 7). 85°'de liflere paralel parlaklık değeri en yüksek 212°C'de 2 saat süre ile ısıtım işlem muamelesi görmüş sarıçam örneklerinde (4.40) tespit edilirken, en düşük sarıçam odununa ait kontrol örneklerinde belirlenmiştir (1.30) (Tablo 7).

ThermoWood metoduna göre 212°C'de 1.5 ve 2.5 saat

süreyle ısıtma işlemi görmüş [11] ve ThermoWood yöntemine göre 190°C'de 1 ve 2 saat ile 212°C'de 1 ve 2 saat süreyle ısıtma işlemi görmüş [3] yabani kiraz (*Prunus avium*) odununa ait örneklerde, sürenin ve sıcaklığın artmasına bağlı olarak 60°'de yapılan liflere dik ve liflere paralel parlaklık değerinin azaldığı belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışma literatürle paralellik göstermektedir. Bu değişikliklerin sebebi olarak ısıtma işlemi nedeniyle meydana gelen renk değişimiyle kristallik derecesi, polimerizasyon derecesi ve OH miktarı arasında ilişki olduğu ifade edilmiştir [5].

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada; ThermoWood metoduna göre 212°C'de 1 ve 2 saat süre varyasyonları ile ısıtma işlemi muamelesi görmüş; İsviçre çamı (*Pinus contorta*), Sibirya çamı (*Pinus sibirica*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) malzemelerde meydana gelen renk ve parlaklık değişimleri incelenmiştir. 85°'de liflere dik ölçümünde ısıtma işleminin etkili olmadığı, ancak renk ve diğer bütün parlaklık değişimlerinde ısıtma işleminin etkili olduğu görülmüştür.

Her üç ağaç türü için de ısıtma işlemi süresinin artması ile toplam renk farkı ( $\Delta E^*$ ) değerlerinin arttığı, bunun yanında ışıklılık ( $L^*$ ) değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. ısıtma işlemi üzerine yapılan başka çalışmalarda da renk ve parlaklık değerlerinin değiştiği bildirilmiştir.

ısıtma işlemi uygulanmış İsviçre çamı (*Pinus contorta*), Sibirya çamı (*Pinus sibirica*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarının, ısıtma işlemi uygulaması yapan fabrikalarda kullanılan ağaç türlerinin kullanım yerlerinde de (dış mekan bahçe mobilyaları, vb.) kullanabileceği söylenebilir.

#### Teşekkür

Ahşap malzemelerin temini için Haşep Kaplama A.Ş. firmasına (Düzce, Türkiye) ve ısıtma işlemi uygulamaları için NOVA ThermoWood Fabrikasına (Bolu-Gerede, Türkiye) teşekkür ederiz.

#### Kısaltmalar

°C	: Santigrat derece
°	: Derece
$a^*$	: Kırmızı renk tonu
$b^*$	: Sarı renk tonu
$L^*$	: Işıklılık
$\Delta E^*$	: Toplam renk farkı
⊥	: Dik
//	: Paralel

#### Kaynaklar

1. Anonymous, *ThermoWood® Handbook*, Finnish ThermoWood Association, Helsinki, Finland, 2003.
2. Ayata, U., L. Gurleyen, and B. Esteves, *Effect of heat treatment on the surface of selected exotic wood species*. Drenno, 2017. **60**(199): p. 105-116.
3. Aytin, A., S. Korkut, and N. Cakicier, *Effect of heat treatment with ThermoWood Method on some surface characteristic of wild cherry wood*, 3. Ulusal Mobilya Kongresi (UMK-2015), 10-12 Nisan 2015, Konya, Turkey, 2015. p. 539-554.
4. Cademartori, P.H.G., Mattos, B.D., A.L. Missio, and D.A. Gatto, *Colour responses of two fast-growing hardwoods to two-step steam-heat treatments*. Materials Research-Ibero-American Journal of Materials, 2014. **17**(2): p. 487-493.
5. Chow, S.Z., and H.N. Mukai, *Effect of thermal degradation of cellulose on wood polymer bonding*. Wood Science, 1972. **4**(4): p. 202-208.
6. Çaliova, Z., 2011. *Kızılağaç ve doğu ladin odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine ısıtma işleminin etkisi*. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitim Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Karabük, Türkiye.
7. Gierlinger, N., Jacques, D., Grabner, M., Wimmer, R., Schwanninger, M., P. Rozenberg, and L.E. Paques, *Colour of larch heartwood and relationships to extractives and brown-rot decay resistance*. Trees-Structure and Function, 2004. **18**(1): p. 102-108.
8. ISO 554, *Standard Atmospheres for Conditioning and/or Testing*. International Standardization Organization, Geneva, Switzerland, 1976.
9. ISO 2813, *Paints and varnishes - Determination of Specular Gloss of Non-Metallic Paint Films at 20 Degrees, 60 Degrees and 85 Degrees*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1994.
10. Johansson, D. *Strength and colour response of solid wood to heat treatment*, Graduate Thesis, Luleå University of Technology, Department of Skelleftea Campus, Division of Wood Technology, Sweden, 2005.
11. Korkut, D.S., S. Hiziroglu, and A. Aytin, *Effect of heat treatment on surface characteristics of wild cherry wood*. BioResources, 2013. **8**(2): p. 1582-1590.
12. Kučerová, V., Lagaña, R., E. Výbohová, and T. Hýrošová, *The effect of chemical changes during heat treatment on the color and mechanical properties of fir wood*. BioResources, 2016. **11**(4): p. 9079-9094.
13. Sefil, Y., *ThermoWood yöntemiyle ısıtma işlemi görmüş göknar ve kayın odunlarının fiziksel ve mekanik özellikleri*. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitim Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Karabük, Türkiye, 2010.
14. Timar, M.C., Varodi, A., M. Hacibektasoglu, and M. Campean, *Color and FTIR analysis of chemical changes in beech wood (*Fagus sylvatica* L.) after light steaming and heat treatment in two different environments*, BioResources, 2016. **11**(4): p. 8325-8343.