



AMERİKAN CEVİZ, AMERİKAN MEŞESİ VE KIRMIZI AMERİKAN MEŞESİ ODUNLARINDA RENK VE PARLAKLIK ÜZERİNE ISIL İŞLEMİN (THERMOWOOD METOT) ETKİSİ

Umit AYATA^{1*}, Vedat CAVUS²

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

²Buca Vocational and Technical Anatolian High School, Izmir, Turkey

Anahtar Kelimeler

Renk,
Parlaklık,
Isıl işlem,
ThermoWood.

Öz

Bu çalışmada, ThermoWood yöntemine göre ısıl işlem görmüş Amerikan ceviz (*Juglans nigra*), Amerikan meşesi (*Quercus alba*) ve kırmızı Amerikan meşesi (*Quercus rubra*) ağaç türlerine ait test ve kontrol ahşap örnekler üzerinde renk ve parlaklık değerlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç ile 212 °C'de 1 saat ve 2 saat süreyle ısıl işlem görmüş test ve kontrol örneklerinde renk parametreleri ile 20°, 60°, 85°'de yüzeye dik ve paralel parlaklık değerleri tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bütün ağaç türlerinde toplam renk farkı (ΔE^*) değerleri birbirlerine çok yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Amerikan ceviz, Amerikan meşesi ve kırmızı Amerikan meşesi ağaç türlerinde uygulanan ısıl işlem süresinin artması ile ışıklılık (L^*) ve sarı renk tonu (b^*) değerlerinin azaldığı, toplam renk farkı (ΔE^*) değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Amerikan meşesi ağacına ait deney örneklerinde ısıl işlem sonrasında 20°'de yapılan paralel ve dik parlaklık değerlerinin ve 60°'de yapılan paralel parlaklık değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Uygulanmış olan ısıl işlem sonrasında ahşap malzemeler üzerinde renk ve parlaklık değerlerinin değiştiği görülmektedir.

EFFECT OF HEAT TREATMENT (THERMOWOOD METHOD) ON COLOR AND GLOSSINESS OF AMERICAN WALNUT, AMERICAN WHITE OAK AND NORTHERN RED OAK WOOD TYPES

Keywords

Color,
Glossiness,
Heat treatment,
ThermoWood.

Abstract

In this study, it was aimed to determine the color and glossiness values on wood samples of American walnut (*Juglans nigra*), American white oak (*Quercus alba*) and northern red oak (*Quercus rubra*) wood species heat-treated according to ThermoWood method. For this purpose, color parameters and perpendicular and parallel glossiness values at 20°, 60°, 85° were determined on wood samples control and test heat-treated at the temperature of 212 °C for 1 hour and 2 hours. According to the results of the research, the total color difference (ΔE^*) values of all wood species were very close to each other. It was determined that lightness (L^*) and yellow color tone (b^*) values decreased while total color difference (ΔE^*) values increased on American walnut, American white oak and northern red oak wood species with increase in applied heat treatment time. It was found that parallel and perpendicular glossiness values at 20° and parallel glossiness values at 60° were decreased after heat treatment in samples of the American white oak wood. It is seen that color and glossiness values on wood materials change after applied heat treatment.

Alıntı / Cite

Ayata, U. Cavus, V. (2018). Amerikan Ceviz, Amerikan Meşesi Ve Kırmızı Amerikan Meşesi Odunlarında Renk Ve Parlaklık Üzerine Isıl İşlemin (ThermoWood Metot) Etkisi, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 6(4), 546 – 553.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

U. Ayata, 0000-0002-6787-7822
V. Çavuş, 0000-0002-3289-7831

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	25.01.2018
Revizyon Tarihi / Revision Date	14.08.2018
Kabul Tarihi / Accepted Date	26.09.2018
Yayın Tarihi / Published Date	03.12.2018

* İlgili yazar / Corresponding author: umitayata@atauni.edu.tr

1. Giriş

Isıl işlemler, düşük endüstri değerine sahip olan tropikal ağaçların bazı odun özelliklerini geliştirmiştir (De Moura vd. 2014). Isıl işlem, ahşap ürünlerinin rengini ve özelliklerini geliştirmek ve modifiye için düşük maliyetli ve bir çevre dostu olarak görünmektedir. Bu işlemde sıcaklık 100 °C ile 250 °C aralığında (Vovelle ve Mellottee 1982; Guedira 1988), oksijenin varlığında veya az bulunmasında (Brito vd. 2006) ve atmosfer koşulları altında oduna uygulanmaktadır (De Moura vd. 2014).

Odunun ısıl işlem yapılma sebebi, zararlı geleneksel koruyucu maddeler kullanılmadan ahşabın biyolojik dayanıklılığını iyileştirmek (Tripathi vd. 2014), renk ve boyutsal kararlılık özelliklerini artırabilen çevre dostu bir süreçtir (Esteves ve Pereira 2009; Hill 2006; Wang ve Cooper 2003).

2. Bilimsel Yazın Taraması

Literatür araştırmasında 1 saat ve 2 saat süreyle 212 °C'de ısıl işlem uygulanmış (ThermoWood metodu) ve ısıl işlem uygulanmamış afrormosia (*Pericopsis elata*), doussie (*Afzelia bipindensis*), frake (*Terminalia superba*), iroko (*Chlorophora excelsa*) (Ayata vd. 2017a), zebrano (*Microberlinia brazzavillensis*), sapelli (*Entandrophragma cylindrosum*), merbau (*Intsia bijuga*) (Ayata vd. 2017b), İsveç çamı (*Pinus contorta*), Sibiry çamı (*Pinus sibirica*), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) (Ayata vd. 2017c) ağaç türlerinde renk ve parlaklık özellikleri tespit edilmiştir.

ThermoWood metoduna göre 212 °C'de 1 saat ve 2 saat süreyle ısıl işlem görmüş ve ısıl işlem görmemiş santos (*Myroxylon balsamum*), üvez (*Sorbus* L.), gül (*Dalbergia nigra*) (Gürleyen vd. 2017a), dişbudak (*Fraxinus excelsior*), kayın (*Fagus orientalis* L.), akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medw.), kızılçam (*Pinus resinosa*) (Gürleyen vd. 2017b), hornbeam (*Carpinus betulus* L.), poplar (*Populus deltoides*), chestnut (*Castanea sativa* Mill.), Uludağ fir (*Abies bornmülleriana* Mattf.) (Gürleyen vd. 2017c) ağaç türleri üzerinde parlaklık ve renk özellikleri araştırılmıştır.

Şahin ve Ayata (2017) ThermoWood metoduna göre 212 °C'de 1 saat ve 2 saat süreyle ısıl işlem görmüş (ThermoWood metodu) ve ısıl işlem görmemiş black ebony (*Diospyros ebenum*), teak (*Tectona grandis*), wenge (*Millettia laurentii*) ağaç türleri üzerinde renk ve parlaklık değerlerini belirlemişlerdir.

Gürleyen vd. (2017d) 190 °C'de 1.5 saat ve 212 °C'de 2 saat süreyle ısıl işlem görmüş Avrupa kızılğacı (*Alnus incana*), ak söğüt (*Salix alba*), ak kavak (*Populus alba*) ve Amerikan dişbudak (*Fraxinus americana*) odunlarının renk ve parlaklık özelliklerini belirlemişlerdir.

Korkut vd. (2013) araştırmalarında ThermoWood yöntemine göre 212 °C'de 1.5 ve 2.5 saat süreyle ısıl işlem görmüş ve görmemiş yabancı kiraz (*Prunus avium*) ağaç türünde renk ve parlaklık değerlerini belirlemişlerdir.

Aytin vd. (2015) çalışmalarında ThermoWood yöntemine göre 190 °C'de 1 saat ve 2 saat ile 212 °C'de 1 saat ve 2 saat süreyle ısıl işlem görmüş ve görmemiş yabancı kiraz (*Prunus avium*) ağaç türünde renk ve parlaklık değerlerini belirlemişlerdir.

Sefil (2010) çalışmasında 170, 180, 190, 200 ve 212 °C'lerde iki saat süreyle ThermoWood yöntemiyle ısıl işlem uygulanmış Doğu kayını ve Uludağ göknarı odunlarında renk değerlerini araştırmıştır.

Çalıova (2011) araştırmasında 190, 205 ve 212 °C'lerde iki saat süreyle ThermoWood yöntemiyle ısıl işlem uygulanmış Doğu ladini ve Sakallı kızılğaç ağaç türlerinde renk değerlerini belirlemiştir.

Torniainen vd. (2016) tarafından yapılan araştırmada; ThermoWood yöntemine göre 190 °C ve 212 °C'de ısıl işlem görmüş *Pinus sylvestris* L. ve *Picea abies* L. odunları üzerinde yapılan renk ölçümlerinde b^* ve a^* değerlerinin önemli sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, 212 °C'de 1 saat ve 2 saat süreyle ısıl işlem görmüş ve ısıl işlem görmemiş (kontrol) Amerikan ceviz, Amerikan meşesi ve kırmızı Amerikan meşesi odunlarına ait deney örneklerinde renk (L^* , ΔE^* , a^* , ΔL^* , b^* , Δa^* ve Δb^*) parametreleri ile 20°, 60°, 85°'de yüzeye dik ve paralel parlaklık değerlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Kırmızı Amerikan meşesi, Amerikan ceviz ağacı ve Amerikan meşesi ağacının mobilya sektöründe kullanılmakta olduğu bilinmektedir (URL 1,2,3).

Yapılan literatür araştırması sonuçlarına göre bu ağaç türlerine daha önce bu yöntemle ısıl işlem uygulamasının yapılmadığı görülmüştür. Elde edilen sonuçların ahşap endüstrisi ve ısıl işlem endüstrisi adına önem teşkil edeceği düşünülmektedir.

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Örneklerin Temin Edilmesi

Kırmızı Amerikan meşesi (*Quercus rubra*) ağacı marangoz, doğrama ve oymacılıkta, mutfak dolap endüstrisinde (URL 1), Amerikan ceviz (*Juglans nigra*) ağacı mobilya, dolap, tabanca sapı, iç paneller, kaplama, tornacılıkta ve diğer küçük ahşap nesnelere (URL 2) ve Amerikan meşesi (*Quercus alba*) ağacı ise dolap, mobilya, iç döşeme, döşeme, tekne yapımı, fiçılar ve kaplama üretiminde (URL 3) olarak kullanılmaktadır. Bu ağaç türleri ahşap endüstrisinde değerli olduğu için bu çalışmada seçilmiştir. Amerikan ceviz (*Juglans nigra*), Amerikan meşesi (*Quercus alba*), kırmızı Amerikan meşesi (*Quercus rubra*) ağaç türlerine ait deney örnekleri Arın Orman Ürünleri'nden alınmıştır (Düzce, Türkiye). Renk ve parlaklık ölçümleri için odun

örnekleri 100 cm × 10 cm × 2 cm boyutlarında alınmış, ISO 554 (1976) standardına göre iklimlendirme işlemlerine maruz bırakılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Isıl İşlem Uygulaması (ThermoWood Metot)

Isıl işlem uygulamaları için Bolu-Gerede'de bulunan Novawood Fabrikası'nda bilgisayar kontrollü fırınlarda ThermoWood kitabında (Anonymous 2003) bahsedildiği şekilde 212 °C'de 1 saat ve 2 saat süreyle ısıtım işlemi uygulanmıştır. Isıl işlem uygulamasından sonra elde edilen deney örnekleri üzerinde iklimlendirme işlemleri uygulanmıştır (ISO 554 1976).

3.2.2. Renk Ölçümü Isıl işlem görmüş ve görmemiş (kontrol) deney örneklerinin renk ölçümleri X Rite Ci62 marka (Regensdor, Switzerland) (dalga boyu çözünürlüğü 10 nm, ölçüm geometrisi D/8°, D65 aydınlatıcı standart) cihazında yapılmıştır (Şekil 1). Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage, CIE) sistemi üç parametre ile karakterize edilir: L^* , a^* ve b^* . L^* eksenini ışıklılık değerini, $+a^*$ kırmızı, $-a^*$ yeşil, $+b^*$ sarı, $-b^*$ mavi, L^* 100 (beyaz)'den 0 (siyaha)'a değişir (Zhang vd. 2009).



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

Aşağıda verilen formüller kullanılarak ΔL^* , Δb^* , Δa^* ve ΔE^* değerleri hesaplanmıştır.

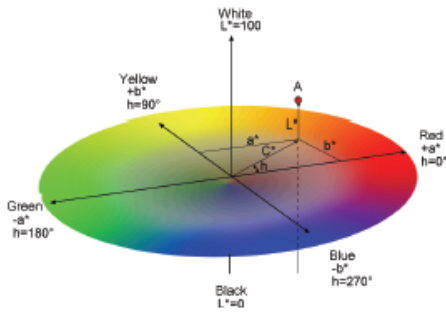
$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

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

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

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

Şekil 2'de üç boyutlu renk şablonu verilmiştir.



Şekil 2. Üç boyutlu renk şablonu CIE $L^*a^*b^*$ (Johansson 2005).

3.2.3. Parlaklık ölçümü

ThermoWood metoduna göre Isıl işlem görmüş ve görmemiş (kontrol) deney numunelerinin yüzey parlaklık ölçümleri Meter Poly gloss GL0030 TQC (TQC BV, Neuss, Germany) (Şekil 3) marka cihaz ile yapılmıştır. Parlaklık ölçümleri 20°, 60° ve 85°'de liflere dik ve paralel olacak şekilde belirlenmiştir (ISO 2813 1994).



Şekil 3. Parlaklık ölçüm cihazı GL0030 TQC

3.2.4. İstatistiksel Analiz

Renk ve parlaklık test ölçüm verileri kullanılarak, SPSS 17 programında (Sun Microsystems, Inc., Santa Clara, CA, USA) Duncan ve Çoklu varyans analizleri belirlenmiştir. Parlaklık ve renk ölçümleri için deney örneklerinden 10'ar adet ölçüm alınmış, toplamda 810 adet ölçüm alınmıştır.

4. Araştırma Bulguları

4.1. Deneysel Sonuçlar

Renk ve parlaklık ölçümleri için varyans analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Tespit edilen sonuçlara göre L^* , a^* , b^* parametreleri ile 20°, 60° ve 85°'de yüzeye dik (\perp) ve paralel (\parallel) parlaklık ölçümleri için faktör ağaç türü (A) ve ısıtım işlem (B) ile etkileşim (AB) değerleri anlamlı bulunmuştur ($\alpha \leq 0.05$ 'e göre) (Tablo 1).

Tablo 1. Renk ve parlaklık ölçümlerine ait varyans analiz sonuçları

Test	VK	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha \leq 0.05$
L^*	A	1370.082	2	685.041	983.684	0.000*
	B	15529.632	2	7764.816	11149.886	0.000*
	AB	495.162	4	123.791	177.757	0.000*
	C	56.409	81	0.696		
a^*	A	111.615	2	55.807	290.847	0.000*
	B	58.136	2	29.068	151.493	0.000*
	AB	44.634	4	11.158	58.154	0.000*
	C	15.542	81	0.192		
b^*	A	1021.278	2	510.639	788.320	0.000*
	B	1596.561	2	798.281	1232.379	0.000*
	AB	27.674	4	6.919	10.681	0.000*
	C	52.468	81	0.648		
$\perp 20^\circ$	A	1.910	2	0.955	103.705	0.000*
	B	3.148	2	1.574	170.879	0.000*
	AB	0.216	4	0.054	5.857	0.000*
	C	0.746	81	0.009		
$\perp 60^\circ$	A	3.423	2	1.711	20.018	0.000*
	B	23.550	2	11.775	137.727	0.000*
	AB	4.932	4	1.233	14.423	0.000*
	C	6.925	81	0.085		
$\perp 185^\circ$	A	42.658	2	21.329	195.633	0.000*
	B	41.286	2	20.643	189.343	0.000*
	AB	22.695	4	5.674	52.041	0.000*
	C	8.831	81	0.109		
$\perp 20^\circ$	A	115.470	89			
	A	0.581	2	0.290	38.616	0.000*
	B	6.739	2	3.369	448.138	0.000*
	AB	1.621	4	0.405	53.889	0.000*
$\perp 60^\circ$	A	9.549	89			
	A	21.955	2	10.977	66.850	0.000*
	B	27.372	2	13.686	83.345	0.000*
	AB	20.515	4	5.129	31.233	0.000*
$\perp 85^\circ$	C	13.301	81	0.164		
	D	83.143	89			
	A	436.861	2	218.430	195.464	0.000*
	B	849.085	2	424.542	379.906	0.000*
	AB	417.207	4	104.302	93.335	0.000*
	C	90.517	81	1.117		
	D	1793.669	89			

A: Ağaç Türü, B: Isıl işlem, AB: Etkileşim, C: Hata, D: Toplam, *: Anlamlı ($\alpha \leq 0.05$ 'e göre), VK: Varyasyon Kaynağı

Toplam renk (ΔE^*) farklılıklarına ait sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'ye göre en yüksek toplam renk farkı değeri 212 °C'de 2 saat süreyle ısıl işlem uygulanmış Amerikan meşesi odununda, en düşük ise 212 °C'de 1 saat süreyle ısıl işlem uygulanmış Amerikan ceviz türünde tespit edilmiştir.

Tablo 2. 212°C'de uygulanan ısıl işlem sonrasında meydana gelen toplam renk (ΔE^*) farklılıklarına ait sonuçlar

Ağaç türü	Isıl işlem	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
Amerikan Ceviz	1 saat	-21.11	-2.87	-7.64	22.63
	2 saat	-22.29	-4.22	-9.45	24.58
Amerikan meşesi	1 saat	-33.63	0.01	-9.87	35.05
	2 saat	-34.07	-0.55	-10.88	35.77
Kırmızı Amerikan meşesi	1 saat	-27.34	-1.15	-7.23	28.30
	2 saat	-28.68	-0.98	-8.14	29.83

Bu çalışmada odun örneklerine uygulanmış olan ısıl işlem uygulamasında ısıl işlem süresinin artmasıyla toplam renk (ΔE^*) farkı değerlerinin arttığı sonucuna varılmıştır. ThermoWood yöntemine göre ısıl işlemli çalışmalarda da ısıl işlem süresinin artmasına bağlı olarak toplam renk farkının arttığı bildirilmiştir (Ayata vd. 2017a,b,c; Gürleyen vd. 2017a,b,c,d; Şahin ve Ayata 2017). Birçok durumda fenolik malzemelerin oksidasyon ürünleri olan kinonlar da renk değişiminin başka bir nedeni olarak bildirilmiştir (Mitsui vd. 2001; Bekhta ve Niemz 2003). Renk ölçümlerine ait istatistiki analiz sonuçları Tablo 3'de ve liflere dik ile paralel parlaklık ölçümlerine ait istatistiki analiz sonuçları sırası ile Tablo 4'de ve Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 3. Renk ölçümlerine ait istatistiki analiz sonuçları

Ağaç Türü	Isıl İşlem	N	Işıklık (L^*) Değeri				
			X	HG	SS	Min	Max
Amerikan Ceviz	TW ₀	10	50.65	C	0.60	49.27	51.59
	TW ₁	10	29.54	F	0.91	28.42	31.53
	TW ₂	10	28.36	G	0.55	27.18	28.98
Amerikan meşesi	TW ₀	10	67.49	A*	0.36	67.01	68.21
	TW ₁	10	33.86	E	0.49	33.03	34.76
	TW ₂	10	33.42	E	0.86	32.38	34.96
Kırmızı Amerikan meşesi	TW ₀	10	62.57	B	1.47	60.85	65.35
	TW ₁	10	35.23	D	1.16	32.59	36.68
	TW ₂	10	33.89	E	0.40	33.37	34.67
Ağaç Türü	Isıl İşlem	N	Kırmızı Renk (a^*) Tonu Değeri				
Amerikan Ceviz	TW ₀	10	6.71	BC	0.09	6.50	6.81
	TW ₁	10	3.84	F	0.80	3.00	5.43
	TW ₂	10	2.49	G	0.47	1.57	3.18
Amerikan meşesi	TW ₀	10	7.05	AB	0.12	6.83	7.22
	TW ₁	10	7.06	AB	0.33	6.36	7.37
	TW ₂	10	6.50	CD	0.27	6.27	7.03
Kırmızı Amerikan meşesi	TW ₀	10	7.21	A*	0.29	6.66	7.58
	TW ₁	10	6.06	E	0.62	4.53	6.76
	TW ₂	10	6.23	DE	0.43	5.44	6.74
Ağaç Türü	Isıl İşlem	N	Sarı Renk (b^*) Tonu Değeri				
Amerikan Ceviz	TW ₀	10	12.33	C	0.17	12.08	12.59
	TW ₁	10	4.69	G	1.22	3.46	7.43
	TW ₂	10	2.88	H	0.61	1.75	3.64
Amerikan meşesi	TW ₀	10	21.34	A*	0.49	20.77	22.21
	TW ₁	10	11.47	D	0.62	10.22	12.37
	TW ₂	10	10.46	EF	0.70	9.69	11.75
Kırmızı Amerikan meşesi	TW ₀	10	18.01	B	1.06	16.95	19.45
	TW ₁	10	10.78	DE	0.99	8.25	11.57
	TW ₂	10	9.87	F	0.85	8.22	10.90

TW₀: Kontrol (ısıl işlemsiz), TW₁: 212 °C'de 1 saat, TW₂: 212 °C'de 2 saat, X: Ortalama, SS: Standart sapma, N: Ölçüm sayısı, HG: Homojenlik grubu, Max: Maksimum, Min: Minimum, *: En yüksek değeri ifade etmektedir.

Tablo 4. Dik parlaklık ölçümlerine ait istatistiksel analiz sonuçları

Ağaç Türü	Isıl İşlem	N	120°de Parlaklık Değerleri				
			X	HG	SS	Min	Max
Amerikan Ceviz	TW ₀	10	1.05	C	0.07	0.90	1.10
	TW ₁	10	0.79	D	0.16	0.60	1.10
	TW ₂	10	0.80	D	0.09	0.70	1.00
Amerikan meşesi	TW ₀	10	1.55	A*	0.05	1.50	1.60
	TW ₁	10	1.10	C	0.07	1.00	1.20
	TW ₂	10	1.05	C	0.16	0.90	1.30
Kırmızı Amerikan meşesi	TW ₀	10	1.32	B	0.04	1.30	1.40
	TW ₁	10	0.85	D	0.05	0.80	0.90
	TW ₂	10	0.87	D	0.07	0.80	1.00
Ağaç Türü	Isıl İşlem	N	160°de Parlaklık Değerleri				
			X	HG	SS	Min	Max
Amerikan Ceviz	TW ₀	10	2.19	D	0.12	2.00	2.30
	TW ₁	10	3.66	A	0.44	3.00	4.40
	TW ₂	10	3.68	A*	0.32	3.10	4.10
Amerikan meşesi	TW ₀	10	2.48	C	0.10	2.40	2.70
	TW ₁	10	2.67	C	0.15	2.40	2.80
	TW ₂	10	3.11	B	0.44	2.50	3.80
Kırmızı Amerikan meşesi	TW ₀	10	1.89	E	0.06	1.80	2.00
	TW ₁	10	3.15	B	0.25	2.80	3.60
	TW ₂	10	3.28	B	0.41	2.80	4.10
Ağaç Türü	Isıl İşlem	N	185°de Parlaklık Değerleri				
			X	HG	SS	Min	Max
Amerikan Ceviz	TW ₀	10	1.54	E	0.08	1.40	1.70
	TW ₁	10	4.62	A*	0.56	3.30	5.20
	TW ₂	10	4.18	B	0.56	2.90	4.80
Amerikan meşesi	TW ₀	10	1.99	D	0.20	1.70	2.30
	TW ₁	10	2.30	D	0.20	2.00	2.60
	TW ₂	10	2.67	C	0.28	2.20	3.00
Kırmızı Amerikan meşesi	TW ₀	10	1.16	F	0.13	1.00	1.40
	TW ₁	10	2.05	D	0.18	1.90	2.40
	TW ₂	10	2.18	D	0.39	1.70	2.80

TW₀: Kontrol (ısılsız), TW₁: 212 °C'de 1 saat, TW₂: 212 °C'de 2 saat, X: Ortalama, SS: Standart sapma, N: Ölçüm sayısı, HG: Homojenlik grubu, Max: Maksimum, Min: Minimum, *: En yüksek değeri ifade etmektedir.

Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5 incelendiğinde en yüksek L^* , b^* , 20°de dik (⊥) ve paralel (/) parlaklık değerleri Amerikan meşesi odununa ait kontrol (ısılsız) test örneklerinde elde edilmiştir.

En yüksek a^* değeri kırmızı Amerikan meşesi odununa ait kontrol (ısılsız) test örneklerinde elde edilmiştir (Tablo 3).

En yüksek 60°de dik (⊥) ve 85°de paralel (/) parlaklık değerleri 212 °C'de 2 saat süreyle ısılsız işlem görmüş Amerikan cevizi odununa ait test örneklerinde belirlenmiştir (Tablo 4 ve Tablo 5).

En yüksek 60°de paralel (/) ve 85°de dik (⊥) parlaklık değerleri 212 °C'de 1 saat süreyle ısılsız işlem görmüş Amerikan cevizi odununa ait test örneklerinde tespit edilmiştir (Tablo 4 ve Tablo 5).

Korkut vd. (2013) ThermoWood yöntemine göre 212 °C'de 1.5 saat ve 2.5 saat süreyle ısılsız işlem uygulanmış yabani kiraz (*Prunus avium*) odununda, sürenin artmasına bağlı olarak 60°de yapılan liflere dik ve paralel parlaklığın azaldığı tespit edilmiştir.

Aytin vd. (2015) ThermoWood yöntemine göre 190 °C'de 1 saat ve 2 saat ile 212°C'de 1 saat ve 2 saat süreyle ısılsız işlem uygulanmış yabani kiraz (*Prunus avium*) odununda, sürenin ve sıcaklığın artmasına

bağlı olarak 60°de yapılan liflere dik ve paralel parlaklığın azaldığı belirlenmiştir.

De Moura vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada *Cedro-marinho* ve *Cedroarana* ağaç türlerine ait deney örneklerine 160 °C ve 220 °C'de uygulanan ısılsız işlemler ile sıcaklığın artmasına bağlı olarak L^* ve a^* değerlerinde azalmaların olduğu, bunun yanında uygulanan ısılsız işlemin renk değişikliğine neden olduğu bildirilmiştir.

Ekstraktların konsantrasyonu ve buharlaşması, ahşabın a^* ve b^* değerlerini etkileyebilir (Aydemir vd. 2012).

Yapılan başka bir çalışmada L^* değerlerindeki azalmanın ısılsız işlem sırasında hemiselülozların bozulmasından dolayı kaynaklandığı şeklinde bildirmiştir (Salca vd. 2016).

Tablo 5. Paralel parlaklık ölçümlerine ait istatistiksel analiz sonuçları

Ağaç Türü	Isıl İşlem	N	//20°de Parlaklık Değerleri				
			X	HG	SS	Min	Max
Amerikan Ceviz	TW ₀	10	0.87	C	0.05	0.80	0.90
	TW ₁	10	0.64	D	0.18	0.40	0.90
	TW ₂	10	0.66	D	0.12	0.50	0.90
Amerikan meşesi	TW ₀	10	1.49	A*	0.03	1.40	1.50
	TW ₁	10	0.68	D	0.04	0.60	0.70
	TW ₂	10	0.53	E	0.05	0.50	0.60
Kırmızı Amerikan meşesi	TW ₀	10	1.31	B	0.03	1.30	1.40
	TW ₁	10	0.65	D	0.07	0.60	0.80
	TW ₂	10	0.70	D	0.09	0.60	0.90
Ağaç Türü	Isıl İşlem	N	//60°de Parlaklık Değerleri				
			X	HG	SS	Min	Max
Amerikan Ceviz	TW ₀	10	2.57	B	0.12	2.40	2.70
	TW ₁	10	4.52	A*	0.92	2.90	5.80
	TW ₂	10	4.51	A	0.27	4.20	5.10
Amerikan meşesi	TW ₀	10	2.93	B	0.09	2.70	3.00
	TW ₁	10	2.68	B	0.15	2.50	2.90
	TW ₂	10	2.67	B	0.14	2.50	2.90
Kırmızı Amerikan meşesi	TW ₀	10	2.53	B	0.11	2.40	2.70
	TW ₁	10	4.48	A	0.37	4.20	5.40
	TW ₂	10	4.20	A	0.59	3.50	5.40
Ağaç Türü	Isıl İşlem	N	//85°de Parlaklık Değerleri				
			X	HG	SS	Min	Max
Amerikan Ceviz	TW ₀	10	3.70	E	0.22	3.30	4.00
	TW ₁	10	14.66	A	1.95	11.20	17.20
	TW ₂	10	15.34	A*	1.70	12.40	18.00
Amerikan meşesi	TW ₀	10	5.32	D	0.33	4.60	5.70
	TW ₁	10	6.20	D	0.56	5.00	7.10
	TW ₂	10	6.26	D	0.74	4.70	7.00
Kırmızı Amerikan meşesi	TW ₀	10	2.94	E	0.42	2.40	3.70
	TW ₁	10	11.90	B	0.83	10.50	12.90
	TW ₂	10	8.35	C	1.22	5.40	10.20

TW₀: Kontrol (ısılsız), TW₁: 212 °C'de 1 saat, TW₂: 212 °C'de 2 saat, X: Ortalama, SS: Standart sapma, N: Ölçüm sayısı, HG: Homojenlik grubu, Max: Maksimum, Min: Minimum, *: En yüksek değeri ifade etmektedir.

5. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, günümüzde ısılsız işlem metotlarından birisi olarak kullanılan ThermoWood metodu kullanılarak ısılsız işlem uygulanmış Amerikan cevizi, Amerikan meşesi ve kırmızı Amerikan meşesi ağaç türlerinde renk ve parlaklıkta meydana gelen değişiklikleri tespit edilmiştir.

Yapılmış olan istatistiki sonuçlara göre toplam renk farkı (ΔE^*) değerleri bütün ağaç türlerinde uygulanan ısı işlem süresinin artması ile arttığı belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan bütün ağaç türlerinde toplam renk farkı (ΔE^*) değerleri birbirlerine çok yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

Amerikan ceviz, Amerikan meşesi ve kırmızı Amerikan meşesi ağaç türlerinde uygulanan ısı işlem ile a^* , L^* ve b^* değerlerinin ve parlaklık değerlerinin değiştiği görülmektedir.

Isıl işlem uygulamasından sonra ahşabın sahip olduğu renk ve parlaklık değerlerinin değiştiği çeşitli araştırmacılar (Gurleyen vd. 2017a,b,c,d; Ayata vd. 2017a,b,c; Sahin ve Ayata 2017; Çalıova 2011; Sefil 2010; Aytin vd. 2015; Torniainen vd. 2016; De Moura vd. 2014; Korkut vd. 2013; Sivrikaya vd. 2015) tarafından bildirilmiş, bunun sebepleri olarak C=0 yapılarının formasyonu kırmızı renk tonu değeri (a^*), sarı renk tonu değeri (b^*) ve renk parlaklığı (C^*) parametrelerindeki artış ile ilişkili olduğu (Can, 2018; Wei vd. 2017), a^* değerinin artması pek çok ahşap elemanın yoğunlaşması, bozunması ve oksidasyonu ile ilgili olduğu (Chen vd. 2012a,b), termal olarak modifiye edilmiş odunun renk koyulaştırması, hemiselülozların bozunma tepkimelerinden ve daha sonra düşük molekül ağırlıklı şekerlerin oluşumundan (Poncsak vd. 2006; Esteves vd. 2008) ve ayrıca kinonlar gibi oksidasyon ürünlerinin oluşumundan (Kamperidou ve Barmpoutis 2015) kaynaklandığı şeklinde açıklamalar yapılmıştır.

Toplam renk (ΔE^*) farkı değeri yüksek istenilen durumda Amerikan meşesi ağacına 212 °C'de 2 saat süreyle ısı işlem uygulaması, ΔE^* değeri düşük istenilen durumda ise Amerikan ceviz ağacına 212 °C'de 1 saat süreyle ısı işlem uygulaması önerilebilir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Anonymous, 2003. ThermoWood® Handbook, Finnish ThermoWood Association, Helsinki, Finland.
- Ayata, U., Gurleyen, L., and Esteves, B., 2017a. Effect of Heat Treatment on The Surface of Selected Exotic Wood Species. *Drewno*, 60 (199): 105-116.
- Ayata, U., Gurleyen, T., and Gurleyen, L., 2017b. Effect of Heat Treatment (Thermo Wood) on Color and Glossiness Properties of Zebrano, Sapeli and Merbau Woods. 9th International Symposium of IWORS, 26-29 September, Bali/Indonesia, 152.
- Ayata, U., Gurleyen, T., Gurleyen, L., Esteves, B., Sivrikaya, H., and Can, A., 2017c. The

Determination of Some Surface Properties on lodgepole Pine, Siberian Pine and Scots Pine Woods Heat Treated with ThermoWood Method. International Advanced Researches & Engineering Congress (IAREC2017), 16-18 November, Osmaniye/Turkey, 856-862.

- Aydemir, D., Gunduz, G., and Ozden, S., 2012. The Influence of Thermal Treatment on Color Response of Wood Materials, *Color Res. Appl.*, 37(2): 148-153.
- Aytin, A., Korkut, S., and Cakicier, N., 2015. 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, 539-554.
- Bekhta, P., Niemi, P., 2003. Effect of High Temperature on the Change in Color, Dimensional Stability and Mechanical Properties of Spruce Wood, *Holzforchung*, 57: 539-546.
- Brito, J.O., Garcia, J.N., Bortoletto, Jr.G., Pessoa, A.M.C., Silva, P.H.M., 2006. The Density and Shrinkage Behavior of *Eucalyptus grandis* Submitted to Different Temperatures of Thermorectification. *Cerne*, Lavras, 12(2): 182-188.
- Can, A., (2018). Su İtici Maddeler İle Kombine Edilmiş Bazı Emprenye Maddelerinin Performansının İncelenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın Üniversitesi, Doktora Tezi, Bartın, Türkiye.
- Chen, Y., Fan, Y.M., Gao, J.M., and Stark, N.M. (2012a). The Effect of Heat Treatment on the Chemical and Color Change of Black Locust (*Robinia pseudoacacia*) Wood Flour. *BioResources*, 7(1): 1157-1170.
- Chen, Y., Gao, J., Fan, Y., Tshabalala, M.A., and Stark, N. M. (2012b). Heat-Induced Chemical and Color Changes of Extractive-Free Black Locust (*Robinia pseudoacacia*) Wood. *BioResources*, 7(2): 2236-2248.
- Çalıova, Z., 2011. Kızılağaç ve Doğu Ladin Odunlarının Bazı Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri Üzerine Isıl İşlemin Etkisi. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitim Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Karabük, Türkiye.
- De Moura, L.F., Santos, D.V.B.D., Brito, J.O., 2014. Effect of Heat Treatment on Color, Weight Loss, Specific Gravity and Equilibrium Moisture Content of Two Low Market Valued Tropical Woods, *Wood Research*, 59 (2): 253-264.
- Esteves, B., Marques, A. V., Domingos, I., and Pereira, H. 2008. Heat-Induced Colour Changes of Pine (*Pinus pinaster*) and Eucalypt (*Eucalyptus globulus*) Wood. *Wood Science and Technology*, 42(5): 369-384.
- Esteves, B.M., and Pereira, H.M. 2009. Wood Modification by Heat Treatment: A Review, *BioResources*, 4(1): 370-404.

- Guedira, F., 1988. Slow Pyrolysis of Biomass: Compared Behavior of Dregs of Olives, Sugar Cane Bagasse and Sawdust (*Maritime pine Tree*). Ph.D Dissertation, Université Mohamed, Maroc.
- Gurleyen, T., Ayata, U., Gurleyen, L., Esteves, B., Sivrikaya, H., Can, A., 2017a. The Determination of Colour and Glossiness Properties on Santos, Rose and Rowan Woods Heat Treated According to ThermoWood Method. 2nd International Conference on Material Science and Technology in Cappadocia (IMSTEC'17), October 11-13, 2017, Nevşehir, Turkey, 401-407.
- Gurleyen, T., Ayata, U., Gurleyen, L., and Esteves, B., 2017b. Determination of Glossiness and Color Values on Ash, Beech, Red-Bud Maple, and Red Pine Wood Species Heat-Treated (ThermoWood method). International Advanced Researches & Engineering Congress (IAREC2017), 16-18 November, Osmaniye/Turkey, 752-759.
- Gurleyen, L., Esteves, B., Ayata, U., Gurleyen, T., Cinar, H., 2017c. The Effects of Heat Treatment (ThermoWood®) on Color and Glossiness of Some Commercial Woods in Turkey. *Drewno*, in the printing phase.
- Gurleyen, T., Ayata, U., Gurleyen, L., and Esteves, B., 2017d. Investigation of Colour and Glossiness on American Ash, European Alder, White Willow and White Poplar Heat-treated (ThermoWood method) Wood Species. II. International Iğdir Symposium (IĞDIRSEMP 2017), October 9-11, Iğdir-Turkey, 183.
- Hill, C.A.S., 2006. Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes, John Wiley & Sons, Ltd., NJ.
- ISO 554, 1976. Standard Atmospheres for Conditioning and/or Testing. International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- ISO 2813, 1994. 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.
- Johansson, D., 2005. Strength and Colour Response of Solid Wood to Heat Treatment, Graduate Thesis, Luleå University of Technology, Department of Skellefteå Campus, Division of Wood Technology, Sweden.
- Kamperidou, V., and Barmpoutis, P., 2015. Correlation Between The Changes of Colour and Mechanical Properties of Thermally Modified Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) wood. *Pro Ligno* 11(4): 360-365.
- Korkut, D.S., Hiziroglu, S., and Aytin, A., 2013. Effect of Heat Treatment on Surface Characteristics of Wild Cherry Wood. *BioResources*, 8 (2): 1582-1590.
- Mitsui, K., Takada, H., Sugiyama, M., Hasegawa, R., 2001. Changes in the Properties of Light-Irradiated Wood With Heat Treatment, Part 1. Effect of Treatment Conditions on the Change in Color, *Holzforschung*, 55: 601-605.
- Poncsak, S., Kocaefe, D., Bouazara, M., and Pichette, A. 2006. Effect of High Temperature Treatment on The Mechanical Properties of Birch (*Betula papyrifera*). *Wood Science and Technology*, 40(8): 647-663.
- Sahin, S., and Ayata, U., 2017. Effect of Heat Treatment (ThermoWood method) on Colour and Glossiness Properties of Teak, Black Ebony and Wenge Wood Types. III. International Symposium on Multidisciplinary Studies (ISMS), 10-11 November, Ankara/Turkey, 200.
- Salca, E.A., Kobori, H., Inagaki, T., Kojima, Y., Suzuki, S. 2016. Effect of Heat Treatment on Colour Changes of Black Alder and Beech Veneers, *Journal of Wood Science*, 62(4): 297-304.
- Sefil, Y., 2010. ThermoWood Yöntemiyle Isıl İşlem Görmüş Göknaar Ve Kayın Odunlarının Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitim Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Karabük, Türkiye.
- Sivrikaya, H., Ekinci, E., Can, A., Tasdelen, M., and Gokmen, K., (2015). Effect of Heat Treatment on the Weathering and Hardness Properties of Some Wood Species, In 11th Meeting of the Northern European Network for Wood Science and Engineering (WSE). September, 83-91.
- Torniainen, P., Elustondo, D., and Dagbro, O., 2016. Industrial Validation of the Relationship between Color Parameters in Thermally Modified Spruce and Pine. *BioResources*, 11(1): 1369-1381.
- Tripathi, S., Pant, H., and Kashyap, A.K., 2014. Decay Resistance Against Basidiomycetes Fungi of Heat-Treated *Pinus Roxburghii* And *Mangifera Indica* Wood, *Journal of Tropical Forest Science*, 26(2): 203-207.
- URL1.[http://www.wood-database.com/red-oak/\(01.01.2018\)](http://www.wood-database.com/red-oak/(01.01.2018))
- URL2.[http://www.wood-database.com/black-walnut/\(01.01.2018\)](http://www.wood-database.com/black-walnut/(01.01.2018))
- URL3.[http://www.wood-database.com/oregon-white-oak/\(01.01.2018\)](http://www.wood-database.com/oregon-white-oak/(01.01.2018))
- Vovelle, C., Mellottee, H., 1982. Modeling of Oxidizing or Non-oxidizing Pyrolysis of Wood or Vegetable Waste From Their Components. In: *Energy from Biomass* 2 ed. Applied Science, London. 925-929.
- Wang, J., and Cooper, P., 2003. Review on Thermal Treatments of Wood, Paper presented at the CWPA Proceedings, Halifax, Canada.

- Wei, Y., Wang, M., Zhang, P., Chen, Y., Gao, J., and Fan, Y., 2017. The Role of Phenolic Extractives in Color Changes of Locust Wood (*Robinia pseudoacacia*) During Heat Treatment. *BioResources*, 12(4): 7041-7055.
- Zhang, J., Kamdem, D.P., and Temiz, A., 2009. Weathering of Copper-amine Treated Wood. *Appl. Surf. Sci.*, 256(3): 842-846.