




Eyong, jequitiba ve koto ağaç türlerinde renk, parlaklık ve shore D sertlik değerleri üzerine ısıtılmanın etkisi

Mutlu Türk*

Öz

Günümüzde ahşap malzemelere uygulanan birçok farklı ısıtılma işlemi bulunmaktadır. Ahşaba ait çeşitli özellikler (fiziksel, mekanik, biyolojik, kimyasal, renk, parlaklık, yüzey pürüzlülüğü, ıslanabilirlik, vb.) ısıtılma uygulaması ile değişmektedir. Bu durum ahşap malzeme için yeni kullanım alanlarının oluşmasına yardımcı olmaktadır. Eyong (*Eribroma oblonga*), jequitiba (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze) ve koto (*Pterygota macrocarpa* K. Schum.) yabancı ağaç türleri yurt dışında mobilya sektöründe önemli değere sahiptir. Bu çalışmada, eyong, jequitiba, koto odun türlerine ait deney örneklerine 200°C'de 3 saat süre ile uygulanan ısıtılma işlemi sonrası meydana gelen renk (sarı renk tonu: b^* , kırmızı renk tonu: a^* ve ışıklılık: L^*), parlaklık (20°, 60° ve 85°'de liflere paralel //) ve shore D sertlik değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, varyans analizleri bütün testler için anlamlı olarak elde edilmiştir. Isıtılma işlemi sonrası bütün ağaç türlerinde b^* , L^* , parlaklık değerleri ve shore D sertlik değerlerinin azaldığı görülmüştür. ΔE^* değerleri eyong, koto ve jequitiba odunlarında sırasıyla 39.72, 36.70 ve 34.36 olarak elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Eyong, jequitiba, koto, renk, parlaklık, shore D sertlik değeri

Effect of heat treatment on color, glossiness and shore D hardness values of eyong, jequitiba and koto wood species

Abstract

Today, there are many different heat treatment methods applied to wood materials. Various properties of wood (physical, mechanical, biological, chemical, color, gloss, surface roughness, wettability, etc.) change with the application of heat treatment. This situation helps to create new usage areas for wood material. Foreign tree species of eyong (*Eribroma oblonga*), jequitiba (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze) and koto (*Pterygota macrocarpa* K. Schum.) have an important value in the furniture industry abroad. In this research, the color (yellow color tone: b^* , red color tone: a^* and lightness: L^*), glossiness (parallel // to the fibers at 20°, 60° and 85°) and shore D hardness values that occur after the heat treatment applied at 200°C for 3 hours on the test samples belonging to the eyong, jequitiba, koto wood types were determined. According to the results obtained, variance analysis was obtained significantly for all tests. It was observed that b^* , L^* , glossiness values and shore D hardness values decreased in all wood species after heat treatment. ΔE^* values were obtained as 39.72, 36.70, and 34.36 in eyong, koto and jequitiba woods, respectively.

Keywords: Eyong, jequitiba, koto, color, glossiness, shore D hardness value

1. Giriş

Ahşabın rengi önemli bir yüzey özelliğidir. Yüzeylerden yansıyan ve insanların algılarını etkileyen ışık, spektral bileşim tarafından belirlenmektedir. Bazı durumlarda tüketiciler, yalnızca dekoratif özelliklerine göre bir ağaç türü seçerler. Kimyasal katkı maddeleri olmadan daha az çekici ahşabın görünümünün iyileştirmesine yönelik çalışmalar, tüketiciler ve araştırmacılar için büyük ilgi görmektedir (Chen ve ark., 2012a).

Ahşap, mükemmel fiziksel ve mekanik özelliklere sahip en önemli yenilenebilir malzemelerden biridir. Bununla birlikte, higroskopik davranışı nedeniyle boyutsal dengesizlik, ahşap ve ahşap ürünlerin eksikliklerinden biridir. Ahşabın bu tür dezavantajını artırmak için, farklı modifikasyon süreçleri (Hill, 2006; Militz, 2002) kullanılarak birçok çalışma yapılmıştır. Isıl işlem görmüş ahşap genellikle parke ve ahşap zemin, sauna ve mutfaklar için duvar ve tavan panelleri, mobilya üniteleri, bahçe çitleri ve dış mekânlarda kullanılan pencere çerçeveleri imalatında kullanılmaktadır (Adela-Salca ve Hiziroglu, 2014). Literatürde ısıl işlem üzerine yapılmış çalışmalar bulunmaktadır (örneğin: Yıldız ve Can, 2012; Sivrikaya ve ark., 2019;2015a;b). Günümüzde ısıl işlem uygulanmamış birçok ağaç türü bulunmaktadır. Bu ağaçlardan bazıları eyong, jequtiba ve koto ağaç türleri olup, bunlar yurt dışında yetişen yabancı tür ağaçlardan olmaktadır. Ayrıca, bu ağaç türlerine ait ahşap malzemelerin yurt dışında mobilya endüstrisine ait çeşitli alanlarda kullanıldıkları da bildirilmiştir. Bu ağaç türleri hakkında bazı önemli bilgiler vermek gerekirse;

Koto (*Pterygota macrocarpa* K. Schum.) ağaç türü; Afrika ve Asya'nın tropikal yaprak döken ormanlarında yetişir (Irvine, 1961). 25 ila 30 m yüksekliğinde (Kouadio ve ark., 2013), ışık isteyen ve kuraklığa dayanıklı ağaçtır (Irvine, 1961). Baz zengini toprakları tercih eden yaprak döken bir ağaçtır (Hall ve Svaine, 1981). Göğedeki çimlenme toprak üstünde yaklaşık 18 gün sürer (Taylor, 1960). Kabuk, sarı, tanecikli, lifli bir çentik ile gri berrak pürüzsüzdür (Kouadio ve ark., 2013). Büyük yaprakları, gıda sargıları ve çatı kulübeleri için saz olarak kullanılır (Abbiw, 1990). Mide, mesane, idrar şikâyetleri ve şişkinlik için bir karbonhidrat olarak yaprağın kaynatılması ile içilir (Irvine, 1961). Odununda; eğilme direnci 65.30 N/mm², elastikiyet modülü 8201.00 N/mm², Makaslama direnci 10.45 N/mm², liflere paralel basınç direnci 59.07 N/mm², dinamik eğilme direnci 1.56 N-mm (Ayarkwa, 1998), ısı iletkenlik değeri 0.288 W/m.K, görelî ısı kapasitesi 1.01 C_{wd} (J/g.K) ve ısı kapasitesi 9.09 C_{wd} (J/K) (Aggrey-Smith ve ark., 2016) olarak belirlenmiştir. Ahşap, normal el ve makine aletleriyle işlenebilir. Kesme kenarları üzerindeki körelme etkisi orta düzeydedir. Çeyrek biçilmiş yüzeyleri planlamak için, kesme açısının 20°'ye düşürülmesi önerilmiştir. İyi yüzey bitirme için bir dolgu maddesine ihtiyaç vardır. Çivilenme, vidalanma, soyma ve kesme özellikleri iyidir. Ahşabı dayanıklı değildir. Deliciler, termitler ve mantarlar tarafından saldırıya açıktır. Mavi lekeye çok yatkındır. Bununla birlikte, koruyucularla kolayca emprenye edilmektedir (Louppe ve ark., 2008).

Eyong (*Eribroma oblonga*) ağaç türü 24 ila 36 m boyunda ve 0.6 ila 0.9 m çapındadır. Ağaç gövdesi, 15-21 m boyunca dalsızdır, düz ve silindiriktir (Anonim, 1956). Tohumlar kavrulur ve yer fıstığı gibi bütün olarak yenilebilir veya kavrulup dövülerek bezelye veya balkabağı gibi sebzelerle pişirilebilir (Ruffo ve ark., 2002). Öz odun, beyaz damarlı, kremi beyaz ila açık sarı-kahverengidir. Beyaz diri odun ile net bir şekilde ayrılmamıştır. Doku orta, lif düz veya birbirine kenetlenmiş, baharatla birlikte kaybolan yeşil ağaçtan hoş olmayan bir koku vardır. Odun orta derecede sert olup, orta derecede ağır ve çok dayanıklı değildir. Mantarlara, kuru odun delicilerine ve termitlere karşı hassastır. Testere dişleri üzerinde orta derecede körelme etkisi ile iyi keser. Makine aletleriyle iyi çalışır, ancak el aletleriyle daha zordur. Boyama ve cilalama tatmin edicidir. Çivileme ve vidalama özellikleri iyidir. Ahşabı, demiryolu bağları, tekne yapımı, kirişler, döşeme, tahtalar ve mobilyalar için kullanılır. Aynı

zamanda inşaat, kaplama, kontrplak, araç gövdeleri, kulplar, spor malzemeleri, oyuncaklar, tarım aletleri, sunta ve sunta için uygundur (Uphof, 1959; Burkill, 1985; Paradis ve ark., 2015). Ahşabında elastikiyet modülü 10070.00 N mm² (Anonim, 2000) olarak belirlenmiştir.

Jequitiba (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze) ağaç türü yaygın olarak jequitibá rosa olarak bilinen Kuntze, Lecythidaceae ailesinin geç ardışık özellikleri olan odunsu bir ağaç türüdür (Lorenzi, 2002). Jequitibá, 60 m yüksekliğe ve 4 m çapa ulaşan Atlantik Yağmur Ormanı'nın dev ağaçlarından biri olarak bilinmektedir (Kageyama ve ark., 2003). Çiçekleri çift cinsiyetlidir ve arılar tarafından tozlanır, dispersiyon anemochorous'dur (Sebbenn ve ark., 2000). Brezilya'da, ahşabı genel inşaat amaçları ve marangozluk için yaygın olarak kullanılmaktadır (Lorenzi, 2002). Ne yazık ki, bu ağaç popülasyonu, habitat tahribatı ve kerestesinin sömürülmesi nedeniyle önemli ölçüde azalmıştır (Sebbenn ve ark., 2000). Odununda, holoselüloz %59.78, lignin %28.70, kül %0.48, (Mori ve ark., 2003), radyal yönde daralma %3.00, teğet yönde daralma %5.70, hacimsel daralma %9.80 ve janka sertlik değeri 3844 N (Anonim, 1997) olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada, ısıtılmış ve ısıtılmamış eyong, jequitiba ve koto ağaç türlerinde belirlenmiş olan renk, parlaklık ve shore D sertlik değerleri araştırılmıştır. Elde edilen bu sonuçların bu yabancı tür ağaçlar hakkında sahip oldukları literatür bilgisine önemli veriler katacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmada ahşap malzeme olarak, eyong (*Eriobroma oblonga*), jequitiba (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze) ve koto (*Pterygota macrocarpa* K. Schum.) odun türleri seçilmiş ve 100 x 10 x 2 cm boyutlarında bir kereste şirketinden satın alınma yöntemi ile alınmıştır. Daha sonra malzemeler üzerinde iklimlendirme işlemleri yapılmıştır (ISO 554, 1976).

2.2. Metot

2.2.1. Isıl İşlem Uygulaması

10 x 10 x 2 cm boyutlarında hazırlanmış olan eyong, jequitiba ve koto ağaç türlerine ait deney örneklerine 200°C'de 3 saat ısıtılmış uygulanmıştır. Daha sonra malzemeler üzerinde iklimlendirme işlemleri uygulanmıştır (ISO 554, 1976).

2.2.2. Renk Parametrelerinin (L^* , a^* ve b^*) Belirlenmesi

Deney örneklerinin sarı renk (b^*) tonu, kırmızı renk (a^*) tonu ve ışıklılık (L^*) değerleri ASTM D2244-3 (2007) standardına göre, 5 örnek üzerinde CS-10 colorimeter (CHN Spec, Çin) (Şekil 1A) marka-model renk cihazında (Ölçüm koşulları: CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, Aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınmık aydınlatma)) ölçülmüştür. CIELAB sisteminde, L^* eksenini, 100'den (beyaz) sıfıra (siyah) kadar değişen açıklığı, a^* kırmızı (+) ile yeşil (-) tonu ve b^* sarıdan (+) maviye (-) tonu ifade etmektedir (Ayata, 2019). Δb^* , ΔL^* , ΔE^* ve Δa^* değerleri aşağıdaki formüller ile belirlenmiştir.

$$\Delta a^* = a^*_{\text{ısıtılmış}} - a^*_{\text{ısıtılmamış}} \quad (1)$$

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

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

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (4)$$

2.2.3. Parlaklık Özelliklerinin Belirlenmesi

Isıl işlem uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin (yaşlandırılmış ve yaşlandırılmamış) parlaklık değerleri ISO 2813 (1994) standardına göre, ETB-0833 model glossmeter cihazında (Vetus Electronic Technology Co., Ltd., CN) (Şekil 1B) 20°, 60° ve 85°'de liflere paralel (//) yönde olacak şekilde belirlenmiştir.

2.2.4. Shore D Sertlik Değerinin Belirlenmesi

Isıl işlemlenmiş ve işlemlenmemiş ahşap örneklerinin shore D sertlik değerleri (Stand: model Ld-J Loyka ve Durometer: Shenzhen Yibai Network Technology Co., Ltd., Çin) (Şekil 1C) cihazında 5 kg'lık yük uygulamalı olacak şekilde ASTM D 2240 (2010)'a göre 10 ölçüm alınarak yapılmıştır.



Şekil 1. Renk cihazı (A), parlaklık cihazı (B) ve shore D sertlik cihazı (C)

2.3. İstatistiksel Analiz

Bir istatistik programı kullanılarak ortalamalar, homojenlik grupları, maksimum ve minimum değerleri ve standart sapmaları ile varyans analizleri belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Isıl işlem sonrası eyong, jequitiba ve koto ağaç türlerinde belirlenmiş olan toplam renk farklılıklarının ait sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Toplam renk farklılıkları sonuçlarına göre, eyong odununda $\Delta E^* = 39.72$, jequitiba odununda $\Delta E^* = 34.36$ ve koto odununda $\Delta E^* = 36.70$ olarak elde edilmiştir. Isıl işlemden sonra ahşap malzemenin renk tonundaki değişiklikler literatürde başka araştırmacılar (Gurleyen ve ark., 2017; Ayata ve ark., 2018; Ayata, 2020; Can, 2020; Dubey ve ark., 2011; Mitani ve Barboutis, 2014) tarafından da bildirilmiştir. Literatürde, termal olarak modifiye edilmiş ahşabın renginin koyulaşması, yarı selülozların bozunma reaksiyonlarından ve ardından düşük moleküler ağırlıklı şekerlerin oluşumundan (Poncsak ve ark., 2006; Esteves ve ark., 2008a;b) ve kinonlar gibi oksidasyon ürünlerinin oluşumundan kaynaklandığı (Hon ve Minemura, 2001; Kamperidou ve Barmoutis, 2015) şeklinde bildirilmiştir.

Çizelge 1. Isıl işlem sonrası belirlenmiş olan toplam renk farklılıklarının ait sonuçları

Ağaç Türü	Isıl işlem	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
Eyong (<i>Eribrroma oblonga</i>)	200°C'de 3 saat	-37.57	-00.73	-12.88	39.72
Jequitiba (<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze)	200°C'de 3 saat	-27.41	-11.70	-17.11	34.36
Koto (<i>Pterygota macrocarpa</i> K. Schum.)	200°C'de 3 saat	-35.31	03.80	-09.26	36.70

Renk parametreleri (a^* , b^* ve L^*), shore D sertlik değerleri ve 20°, 60° ve 85°'de liflere paralel (//) parlaklık değerleri için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de gösterilmektedir. Belirlenmiş olan bu sonuçlara göre, bütün ağaç türleri için yapılan bütün testler üzerinde "işlem" anlamlı olarak elde edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Varyans analizi sonuçları

Ağaç Türü	Test	Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$	
Eyong (<i>Eribroma oblonga</i>)	L*	İşlem	1	7054.144	7054.144	14100.000	0.000*	
		Hata	18	9.005	0.500			
		Toplam	20	61945.866				
	a*	İşlem	1	2.635	2.635	46.583	0.000*	
		Hata	18	1.018	0.057			
		Toplam	20	1090.581				
	b*	İşlem	1	828.957	828.957	5142.590	0.000*	
		Hata	18	2.902	0.161			
		Toplam	20	7501.141				
	//20°	İşlem	1	1.741	1.741	3481.000	0.000*	
		Hata	18	0.009	0.001			
		Toplam	20	6.650				
	//60°	İşlem	1	14.965	14.965	639.812	0.000*	
		Hata	18	0.421	.023			
		Toplam	20	102.330				
	//85°	İşlem	1	16.745	16.745	11.116	0.004*	
		Hata	18	27.113	1.506			
		Toplam	20	409.370				
	Shore D	İşlem	1	441.800	441.800	123.484	0.000*	
		Hata	18	64.400	3.578			
		Toplam	20	57324.000				
	Jequitiba (<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze)	L*	İşlem	1	3755.170	3755.170	17626.918	0.000*
			Hata	18	3.835	0.213		
			Toplam	20	37498.010			
a*		İşlem	1	684.333	684.333	19122.272	0.000*	
		Hata	18	0.644	0.036			
		Toplam	20	2642.208				
b*		İşlem	1	1464.274	1464.274	9907.838	0.000*	
		Hata	18	2.660	0.148			
		Toplam	20	5235.270				
//20°		İşlem	1	0.313	0.313	225.000	0.000*	
		Hata	18	0.025	0.001			
		Toplam	20	2.450				
//60°		İşlem	1	2.592	2.592	24.351	0.000*	
		Hata	18	1.916	0.106			
		Toplam	20	96.100				
//85°		İşlem	1	30.013	30.013	14.424	0.001*	
		Hata	18	37.453	2.081			
		Toplam	20	767.210				
Shore D		İşlem	1	30.013	30.013	14.424	0.001*	
		Hata	18	37.453	2.081			
		Toplam	20	767.210				
Koto (<i>Pterygota macrocarpa</i> K. Schum.)		L*	İşlem	1	6231.509	6231.509	3054.943	0.000*
			Hata	18	36.717	2.040		
			Toplam	20	60313.911			
	a*	İşlem	1	72.276	72.276	333.376	0.000*	
		Hata	18	3.902	0.217			
		Toplam	20	715.307				
	b*	İşlem	1	429.479	429.479	257.850	0.000*	
		Hata	18	29.981	1.666			
		Toplam	20	6218.399				
	//20°	İşlem	1	1.352	1.352	676.000	0.000*	
		Hata	18	0.036	0.002			
		Toplam	20	5.620				
	//60°	İşlem	1	11.705	11.705	123.567	0.000*	
		Hata	18	1.705	0.095			
		Toplam	20	118.750				
	//85°	İşlem	1	8.321	8.321	5.620	0.029*	
		Hata	18	26.649	1.481			
		Toplam	20	370.350				
	Shore D	İşlem	1	211.250	211.250	277.555	0.000*	
		Hata	18	13.700	0.761			
		Toplam	20	50125.000				

*: Anlamlı

Isıl işlemler ve ısıl işlemlenmiş eyong, jequitiba ve koto ağaç türlerinde belirlenmiş olan renk, parlaklık ve shore D sertlik değerlerine ait sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Isıl işlemlenmiş ve ısıl işlemlenmemiş eyong, jequitiba ve koto ağaç türlerinde belirlenmiş olan renk, parlaklık ve shore D sertlik değerlerine ait sonuçlar

Ağaç Türü	Test	İşlem	N	<i>X</i>	<i>SS</i>	<i>HG</i>	Minimum	Maksimum	COV	
Eyong (<i>Eribrroma oblonga</i>)	Shore D	Kontrol	10	58.00	1.41	A*	56.00	60.00	2.44	
		Isıl işlemlenmiş	10	48.60	2.27	B	43.00	51.00	4.67	
	<i>L</i> *	Kontrol	10	71.17	0.73	A*	70.20	72.12	1.03	
		Isıl işlemlenmiş	10	33.60	0.68	B	32.78	34.69	2.03	
	<i>a</i> *	Kontrol	10	7.74	0.32	A*	7.33	8.22	4.10	
		Isıl işlemlenmiş	10	7.01	0.11	B	6.87	7.20	1.61	
	<i>b</i> *	Kontrol	10	24.70	0.40	A*	24.11	25.31	1.60	
		Isıl işlemlenmiş	10	11.82	0.41	B	11.22	12.48	3.44	
	//20°	Kontrol	10	0.79	0.03	A*	0.70	0.80	4.00	
		Isıl işlemlenmiş	10	0.20	0.00	B	0.20	0.20	0.00	
	//60°	Kontrol	10	2.95	0.16	A*	2.80	3.20	5.59	
		Isıl işlemlenmiş	10	1.22	0.14	B	1.10	1.40	11.46	
	//85°	Kontrol	10	5.19	1.50	A*	3.60	7.10	28.92	
		Isıl işlemlenmiş	10	3.36	0.87	B	2.40	4.20	25.95	
	Jequitiba (<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze)	Shore D	Kontrol	10	62.20	2.35	A*	59.00	65.00	3.77
			Isıl işlemlenmiş	10	53.40	1.17	B	52.00	55.00	2.20
<i>L</i> *		Kontrol	10	54.78	0.61	A*	53.69	55.64	1.11	
		Isıl işlemlenmiş	10	27.37	0.24	B	27.08	27.75	0.89	
<i>a</i> *		Kontrol	10	15.74	0.15	A*	15.55	15.99	0.93	
		Isıl işlemlenmiş	10	4.04	0.22	B	3.69	4.31	5.55	
<i>b</i> *		Kontrol	10	22.28	0.29	A*	22.05	22.97	1.29	
		Isıl işlemlenmiş	10	5.17	0.46	B	4.46	5.67	8.93	
//20°		Kontrol	10	0.45	0.05	A*	0.40	0.50	11.71	
		Isıl işlemlenmiş	10	0.20	0.00	B	0.20	0.20	0.00	
//60°		Kontrol	10	2.50	0.44	A*	2.10	3.00	17.49	
		Isıl işlemlenmiş	10	1.78	0.15	B	1.70	2.10	8.29	
//85°	Kontrol	10	7.14	2.00	A*	5.30	9.60	27.95		
	Isıl işlemlenmiş	10	4.69	0.42	B	3.90	5.10	9.02		
Koto (<i>Pterygota macrocarpa</i> K. Schum.)	Shore D	Kontrol	10	53.20	1.03	A*	52.00	54.00	1.94	
		Isıl işlemlenmiş	10	46.70	0.67	B	46.00	48.00	1.45	
	<i>L</i> *	Kontrol	10	69.64	2.02	A*	67.03	72.50	2.90	
		Isıl işlemlenmiş	10	34.33	0.09	B	34.18	34.48	0.26	
	<i>a</i> *	Kontrol	10	3.75	0.66	B	3.03	4.61	17.49	
		Isıl işlemlenmiş	10	7.55	0.06	A*	7.47	7.65	0.74	
	<i>b</i> *	Kontrol	10	21.60	1.82	A*	19.31	24.16	8.44	
		Isıl işlemlenmiş	10	12.34	0.10	B	12.15	12.46	0.83	
	//20°	Kontrol	10	0.72	0.06	A*	0.60	0.80	8.78	
		Isıl işlemlenmiş	10	0.20	0.00	B	0.20	0.20	0.00	
	//60°	Kontrol	10	3.06	0.25	A*	2.80	3.50	8.32	
		Isıl işlemlenmiş	10	1.53	0.35	B	1.10	1.90	23.07	
//85°	Kontrol	10	4.74	0.94	A*	3.90	6.30	19.85		
	Isıl işlemlenmiş	10	3.45	1.44	B	2.10	5.90	41.76		
N: Ölçüm Sayısı, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu, COV: Varyasyon Katsayısı, *: En yüksek değeri ifade etmektedir.										

Isıl işlem sonrası koto ağacının *a** değerinde artma görülürken, diğer bütün testler için bütün ağaç türleri üzerinde azalma sonucunu göstermiştir (Çizelge 3). Isıl işlemden sonra *a** ve *L** değerlerinde azalmalar zebrano, sapeli ve merbau odunlarında da elde edildiği bildirilmiştir (Ayata ve ark., 2018). *a**’da ki artışın, birçok ahşap elementin yoğunlaşması, bozulması ve oksidasyonu ile ilgili olduğu (Chen ve ark., 2012a;b), polifenol içeriğinin artmasının ahşabın kırmızı tonlarının artmasıyla sonuçlandığından dolayı kaynaklandığı söylenmiştir (Gierlinger ve ark., 2004; Cademartori ve ark., 2014).

Shore D sertlik değerleri (kontrol) sırasıyla, eyong odununda 58.00, jequitiba'da 62.20 ve koto odununda 53.20 olarak elde edilmiş olup, ısıtma işlem sonrası yüzde azalma oranları sırasıyla olarak %16.21, %14.15 ve %12.22 olarak bulunmuştur (Çizelge 3). Literatürde hemiselülozların, özellikle galaktoglukomannanın ahşabın dayanıklılığını belirlemede önemli bir rol oynadığı söylenmiştir (Sweet ve Winandy, 1999). Literatürde shore D sertlik değeri monkey pod (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth.) (Çamlıbel ve Ayata, 2020) odununda 71.70 ve ayous (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum) odununda 37.65 (Ayata, 2020) olarak bulunduğu rapor edilmiştir. Sertlik değerinin farklı ağaçlar üzerinde farklı sonuçlar verdiği bildirilmiş (Şanıvar ve Zorlu, 1980) olup, Ayata (2020) tarafından yapılan çalışmada da ısıtma işlem sonrası sertlik değerinin azaldığı bildirilmiştir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- Bütün testler üzerinde yapılan varyans analizleri anlamlı olarak elde edilmiştir ($\alpha \leq 0.05$).
- Isıtma işlem uygulamasından sonra bütün ağaç türlerinde L^* , b^* , parlaklık değerleri ve shore D sertlik değerlerinin azaldığı görülmüştür.
- Shore D sertlik değerlerinde, ısıtma işleminden sonra eyong odununda %16.21'lik, jequitiba'da %14.15'lik ve koto odununda %12.22'lik bir azalma görülmüştür.
- Toplam renk farkı (ΔE^*) değerleri büyükten küçüğe sıralandığında: eyong (39.72) > koto (36.70) > jequitiba (34.36) sonucuna ulaşılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışmada renk, parlaklık ve shore D sertlik değerlerinin ölçülmesine ait cihazların temin edilmesinde Ümit AYATA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- Abbiw, D.K., (1990), Useful plants of Ghana: West African use of wild and cultivated plants, Intermediate Technology Publications, The Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, UK.
- Adela-Salca, E., Hizirolu, S., (2014), Evaluation of hardness and surface quality of different wood species as function of heat treatment, *Materials & Design*, 62, 416-423. DOI: 10.1016/j.matdes.2014.05.029.
- Aggrey-Smith, S., Preko, K., Owusu, F.W., (2016), Study of thermal properties of some selected tropical hard wood species, *International Journal of Materials Science and Applications*, 5(3), 143-150. DOI: 10.11648/j.ijmsa.20160503.15.
- Anonim, (1956), British Forest Products Research Laboratory, A Handbook of Hardwoods. Department of Scientific and Industrial Research, Forest Products Research, Her Majesty's Stationery Office, London, 269 pp.
- Anonim, (1997), Brazilian Association of Technical Standards (ABNT), NBR 7190, Design of Timber Structures, Rio de Janeiro, p. 52.
- Anonim, (2000), Product standard PS 20-70, United States Department of Commerce, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, pp: 296.
- ASTM D 2240, (2010), Standard test method for rubber property-durometer hardness, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, United States.

- ASTM D 2244-3, (2007), Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ayarkwa, J., (1998), The influence of site and axial position in the tree on the density and strength properties of the wood of *Pterygota macrocarpa* K. Schum, *Ghana Journal of Forestry*, 6, 3-41.
- Ayata, U., Gurleyen, T., Gurleyen, L., (2018), Effect of heat treatment on color and glossiness properties of zebrano, sapeli and merbau woods, *Furniture and Wooden Material Research Journal*, 1(1), 11-20. DOI: 10.33725/mamad.428913.
- Ayata, Ü., (2019), Effects of artificial weathering on the surface properties of ultraviolet varnish applied to lemonwood (*Citrus limon* (L.) Burm.), *Bioresources*, 14(4), 8313-8323. DOI: 10.15376/biores.14.4.8313-8323.
- Ayata, Ü., (2020), Ayous odununun bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ve ısıtılardan sonra renk ve parlaklık özellikleri, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 22-33. DOI: 10.33725/mamad.724596.
- Burkill, H.M., (1985), The useful plants of West tropical Africa, 2nd edition, Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- Cademartori, P.H.G., Mattos, B.D., Missio, A.L., Gatto, D.A., (2014), Colour responses of two fast-growing hardwoods to two-step steam-heat treatments, *Materials Research-Ibero-American Journal of Materials*, 17(2), 487-493. DOI: 10.1590/s 1516-14392014005000031.
- Can, A., (2020). Effects of heat treatment systems on the physical properties of coated Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Poplar (*Populus euramericana*), *BioResources*, 15(2), 2708-2720.
- Chen, Y., Fan, Y.M., Gao, J.M., 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., Stark, N.M., (2012b), Heat-induced chemical and color changes of extractive-free black locust (*Robinia pseudoacacia*) wood, *BioResources*, 7(2), 2236-2248. DOI: 10.15376/biores.7.2.2236-2248.
- Çamlıbel, O., Ayata, Ü., (2020), Monkey pod odununda yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin ve shore-D sertlik değerinin belirlenmesi, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 93-100. DOI: 10.33725/mamad.827211.
- Dubey, M.K., Pang, S., Walker, J., (2011), Changes in chemistry, color, dimensional stability and fungal resistance of *Pinus radiata* D. Don wood with oil heat-treatment, *Holzforchung*, 66, 49-57.
- Esteves, B., Marques, A.V., Domingos, I., Pereira, H. (2008a), Heat-induced colour changes of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood, *Wood Science and Technology*, 42(5), 369-384. DOI: 10.1007/s00226-007-0157-2.
- Esteves, B.M., Domingos, I.J., Pereira, H.M., (2008b), Pine wood modification by heat treatment in air, *BioResources*, 3(1), 142-154.
- Gierlinger, N., Jacques, D., Grabner, M., Wimmer, R., Schvanninger, M., Rozenberg, P., Paques, L.E., (2004), Colour of larch heartwood and relationships to extractives and

- brown-rot decay resistance, *Trees-Structure and Function*, 18(1), 102-108. DOI: 10.1007/s00468-003-0290-y.
- Gürleyen, T., Ayata, Ü., Gürleyen, L., Esteves, B., Sivrikaya, H., ve Can, A., (2017), ThermoWood metoduna göre ısıtılmış santos, gül ve üvez odunlarında renk ve parlaklık özelliklerinin belirlenmesi, 2. Uluslararası Malzeme Bilimi ve Teknolojisi Konferansı Kapadokya (IMSTEC 2017), 11-13 Ekim, Nevşehir, Türkiye, 401-407.
- Hall, J.B., Swaine, M.D., (1981), *Geobotany: Distribution and ecology of vascular plants in a tropical rain forest*, Forest Vegetation in Ghana, W. Junk Publishers, The Hague.
- Hill, C., (2006), *Wood modification: chemical, thermal and other processes*, John Wiley and Sons, Chichester, UK.
- Hon, D.N.S., Minemura, N., (2001), Color and discoloration, in: *Wood and Cellulosic Chemistry 2nd Ed.*, Marcel Dekker, New York, USA , pp. 385-442.
- Irvine, F.R., (1961), *Woody plants of Ghana*, Oxford University Press, London, UK.
- 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.
- ISO 554, (1976), *Standard atmospheres for conditioning and/or testing*, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- Kageyama, P.Y., Sebbenn, A.M., Ribas, L.A., Gandara, F.B., Castellen, M., Percim, M.B., Vencovsky, R., (2003), Genetic diversity in tropical tree species from different successional stages determined with genetic markers, *Scientia Forestalis*, 64, 93-107.
- Kamperidou, V., 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.
- Kouadio, K., N'guessan, K., Kouassi, K.H., Ettien, K.B.R., (2013), Initial growth of *Pterygota macrocarpa* Schumann (Sterculiaceae) depending of the light intensity in Côte d'Ivoire, *Journal of Applied Biosciences*, 68, 5356-5365.
- Lorenzi, H., (2002), *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo das Plantas Arbóreas do Brasil*. 4th edition. Instituto Plantarum, Nova Odessa, 368 pp.
- Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A., Brink, M., (2008), *Plant Resources of Tropical Africa*, 7(1), Timbers 1, PROTA Foundation. Wageningen, Netherlands / Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands/CTA, Wageningen, Netherlands. 704 pp.
- Mburu, F., Dumarcay, S., Bocquet, J.F., Petrissans, M., Gerardin, P., (2008), Effect of chemical modifications caused by heat treatment on mechanical properties of *Grevillea robusta* wood, *Polymer Degradation and Stability*, 93, 401-405.
- Militz, H., (2002), Thermal treatment of wood: European processes and their background, In: *The 33rd annual meeting, proceedings, IRG/WP 02-40241*. Cardiff, Wales; p. 1-17.
- Mitani, A., Barboutis, I., (2014), Changes caused by heat treatment in color and dimensional stability of beech (*Fagus sylvatica* L.) wood, *Drvna Industrija*, 65(3), 225-232. DOI: 10.5552/drind.2014.1250.
- Mori, F.A., Mendes, L.M., Trugilho, P.F., Cardoso, M.G., (2003), Use of wood of *Eucalyptus* sp and native in the storage of the sugar cane spirit, *Food Science and Technology*, 23(3), 396-400. DOI: 10.1590/S0101-20612003000300018.

- Paradis S., Guibal, D., Gérard, J., Beauchêne, J., Brancheriau, L., Cabantous, B., Châlon I., Daigremont, C., Déienne, P., Fouquet, D., Langbour, P., Lotte, S., Mègean, C., Parant, B., Thévenon, M., Thibaut, A., Vernay, M., (2015), TROPIX 7.5.1: caractéristiques technologiques de 245 essences tropicales et tempérées. Montpellier: CIRAD-PERSYST, 1 p. N° de certification: IDDN.FR.001.070032.002.S.P.2002.000.30615 ISBN 978-2-87614-680-8.
- Poncsak, S., Kocaeefe, D., Bouazara, M., Pichette, A., (2006), Effect of high temperature treatment on the mechanical properties of birch (*Betula papyrifera*), *Wood Science and Technology*, 40(8), 647-663. DOI: 10.1007/s00226-006-0082-9.
- Ruffo, C.K., Birnie, A., Tengnas, B., (2002), Edible plants of Tanzania. RELMA Technical Handbook Series 27, Nairobi, Kenya: Regional Land Management Unit, Swedish International Development Cooperation Agency (Sida), 766 p.
- Sebbenn, A.M., Kageyama, P.Y., Siqueira, A.C.M.F., Zanatto, A.C.S., (2000), Mating system in populations of *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze: Implications for genetics conservation and improvement, *Scientia Forestalis*, 58, 25-40.
- Sivrikaya, H., Can, A., de Troya, T., Conde, M., (2015b), Comparative biological resistance of differently thermal modified wood species against decay fungi, *Reticulitermes grassei* and *Hylotrupes bajulus*, *Maderas. Ciencia y tecnolog ía*, 17(3), 559-570.
- Sivrikaya, H., Ekici, E., Can, A., Taşdelen, M., Gökmen, K., (2015a), Effect of heat treatment on the weathering and hardness properties of some wood species, Proceedings of the 11th Meeting of the Northern European Network for Wood Sciences and Engineering (WSE), 83-91.
- Sivrikaya, H., Tesařová, D., Jeřábková, E., Can, A., (2019), Color change and emission of volatile organic compounds from Scots pine exposed to heat and vacuum-heat treatment, *Journal of Building Engineering*, 26, 100918.
- Sweet, M.S., Winandy, J.E., (1999), Influence of degree of polymerization of cellulose and hemicellulose on strength loss in fire-retardant-treated southern pine, *Holzforschung*, 53(3), 311-317. DOI: 10.1515/hf. 1999.051.
- Şanıvar, N., Zorlu, İ., (1980), Ağaç işleri gereç bilgisi temel ders kitabı, Mesleki Ve Teknik Öğretim Kitapları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları No: 43, 472 sayfa.
- Taylor, C.J., (1960), Synecology and silviculture in Ghana, The University College of Ghana, Nelson and Sons Ltd, London, UK.
- Uphof, J.C.T., (1959), Dictionary of economic plants, Weinheim, H.R., Engelmann (J. Cramer), New York: Hafner Publishing Co., Codicote, Herts: Wheldon and Wesley, Ltd.
- Yıldız, S., Can, A., (2012), Corrosion properties of heat treated spruce, European Black Pine, Beech and Poplar wood species. I. In National Mediterranean Forest and Environment Symposium, *KSU J. Engineering Sci.*, Special (No. 62-68).