



Palo Santo odununda bazı yüzey özellikleri ve shore D sertlik değeri üzerine 200°C'de ısıtılmanın etkisi

Ümit Ayata*^{ID}

Öz

Ahşaba farklı yöntemler kullanılarak yapılan ısıtılma işlemi ile renk ve parlaklık özelliklerinin değiştiği bilinmektedir. Bu çalışmada, 200°C'de 3 saat süre ile Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex Griseb.) ahşabına uygulanmış ısıtılma işlemi ile meydana gelen bazı yüzey özellikleri [liflere (//) paralel ve (⊥) dik yönde beyazlık indeksi değeri, renk (Δa^* , ΔL^* , L^* , Δb^* , b^* , ΔC^* , a^* , C^* , ΔE^* ve h^o), parlaklık (20°, 60° ve 85° de (//) liflere paralel ve (⊥) dik)] ve shore D sertlik değeri incelenmiştir. Çok değişkenli varyans analizi sonuçları bütün testler üzerinde anlamlı bulunmuştur. L^* (%37.87), a^* (%91.60), b^* (%70.24) ve C^* (%71.34) parametreleri, beyazlık indeksi değerleri (⊥ için %57.38 ve || için %81.60), shore D sertlik değeri (%7.32) ısıtılma işlemi ile azalmıştır. h^o açısı %15.63 oranında artmıştır. Parlaklık değerleri ⊥ ve || için 20°'de azalırken, aynı yönler için 60°'de artmıştır. Buna ek olarak; ΔL^* : -19.73, ΔH^* : 2.02, Δb^* : -15.07, ΔC^* : -16.01, Δa^* : -5.77 ve ΔE^* : 25.49 olarak bulunmuştur. Isıtılma işlemi ile ahşaba ait yüzey özelliklerinin değiştiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Isıtılma işlemi Palo Santo, *Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex Griseb., parlaklık, renk, shore D sertlik,

The effect of heat treatment at 200°C on some surface properties and shore D hardness value of Palo Santo wood

Abstract

It is known that the color and glossiness, properties change with the heat treatment applied to the wood using different methods. In this study, some surface properties [whiteness index value in (//) parallel and (⊥) perpendicular directions to fibers, color (Δa^* , ΔL^* , L^* , Δb^* , b^* , ΔC^* , a^* , C^* , ΔE^* , and h^o), glossiness ((//) parallel and (⊥) perpendicular to fibers at 20°, 60°, and 85°)] and shore D hardness that occur after heat treatment applied to Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex Griseb.) wood at 200°C for 3 h were investigated. Multivariate analysis of variance results was found to be significant on all tests. L^* (37.87%), a^* (91.60%), b^* (70.24%) and C^* (71.34%) parameters, whiteness index values (57.38% for ⊥ and 81.60% for ||), shore D hardness value (% 7.32) decreased by heat treatment. h^o angle increased by 15.63%. While the luminance values decreased at 20° for ⊥ and ||, it increased at 60° for the same directions. In addition; ΔL^* : -19.73, ΔH^* : 2.02, Δb^* : -15.07, ΔC^* : -16.01, Δa^* : -5.77, and ΔE^* : 25.49. It has been observed that the surface properties of wood have changed with heat treatment.

Keywords: Heat treatment, Palo Santo, *Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex Griseb., glossiness, colour, shore D hardness,

1. Giriş

Ahşabın, mobilya üretimi ve bina inşaatları gibi çok geniş bir uygulama yelpazesi için her yerde bulunan ve vazgeçilmez bir malzeme olması nedeniyle, malzeme özelliklerinin iyileştirilmesi ve ömrünün uzatılması bilim insanları için uzun yıllardır uğraşı haline gelmiştir (Mitani ve Barboutis, 2014). Ahşap ısıtma işlemine tabi tutulduğunda, kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikler kalıcı değişikliklere uğramaktadır (Esteves ve Pereira, 2009).

Literatürde farklı ahşap türlerine çeşitli metotlar kullanılarak ısıtma işlemi çalışmalarının yapıldığı bildirilmiştir. Örneğin: yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) için 120°C’de 24 saat (Yao ve ark., 2012), Avrupa kayını (*Fagus sylvatica* L.) için 180°C’de 2, 4, 6, 8 ve 10 saat (Mitani ve Barboutis, 2014), Çin kavağı açık mor çiçekli (*Paulownia tomentosa*) için 160, 180, 200 ve 220°C’de 2 saat (Hidayat ve ark., 2017), Avrupa kayını (*Fagus sylvatica* L.) için 200°C’de 2.5 saat (Timar ve ark., 2016). Bu çalışmalarda, yapılan ısıtma işlemi sonrası renk özellikleri de araştırılmıştır.

Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex Griseb.), yarı kurak Chaco bölgesinin endemik bir ağacıdır. Arjantin, Paraguay, Bolivya ve daha az ölçüde Brezilya’da bulunur (Waller ve ark., 2012). Bu ağaç, Arjantin ve Paraguay’daki Chaco bölgesine endemik bir bitkidir. Guaiacum cinsinin “lignum vitae” ağaçlarına benzerliği nedeniyle yaygın olarak “Palo Santo” veya Paraguay “lignum vitae” olarak bilinir (Mabberley, 1997). 8-25 m yüksekliğinde, seyrek, dar taçlı, tepesi yuvarlak, dalları yükselen, boğum araları 2-3 cm, boğumları halkalı genişlemiş bir ağaçtır. Gövde düz, kısa, bazen nervürlü, göğüste çapı 30-70 cm, dış kabuk kahverengi, pürüzlü ve siğilli, gövde boyunca düzensiz ağaç gövdesi oluşturan düzensiz sığ çatlaklar; iç kabuk reçineli, sarımsı renkte ve minik turuncu granüllerdir (López ve ark., 1987). Tür, yaklaşık 20 yaşında yetişkinliğe ulaşır (Brack ve Weik, 1994). Tohumlar otokori ve anemochoria ile dağılır ve meyve ve tohum üretimi bol olmasına rağmen çimlenme oranı düşüktür (López ve ark., 1987). Tohumlar, en iyi olgunlaşır olgunlaşmaz güneşli bir yerde fidanlık tohum yatağında veya kaplarda ekilir. Çimlenme oranları normalde düşüktür ve 3-4 haftada gerçekleşir. Lifleri arasında kalsiyum oksalat ve reçine kristalleri bulunur ve maruz kaldığında bile son derece dayanıklıdır (Lorenzi, 2002). Kaliteli yakacak odun ve odun kömürü sağlar. Duman kokuludur ve çok yoğun bir ağaç olmasına rağmen kolayca tutuşmaktadır. Yerliler; borular, havanlar ve baltalar gibi çok sayıda ahşap gereçler yaparlar. Ahşabı, kaliteli sanat ve el sanatlarının yanı sıra tornacılık, parke, mobilya, çerçeve (Richter ve Dallwitz, 2000), burç imalatında (Lorenzi, 2002) ve yakacak odun (Scarpa, 2000; Rondina ve ark., 2008) gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Öz oduna ait talaş üzerinde buharla ekstraksiyon yöntemiyle, yeşilimsi sarı renkte, mükemmel sabitleme özelliklerine ve hoş bir aromaya sahip “guaiacum” olarak bilinen uçucu bir yağ çıkarılır (Surburg ve Panten, 2006).

Ana ihracatçısı Paraguay olmak üzere, ağırlıklı olarak Avrupa’ya ihraç edilmektedir. Parfümlü sabunlarda, kozmetik üretiminde yardımcı madde olarak, doğal sabitleyici olarak kullanılır. Cilt hastalıkları için iyileştirici faydalarına eklenen hafif aroması, mantar önleyici, kene ve bakterisit etkisi, onu çok değerli bir ürün haline getirmiştir (Salvat ve ark., 2004; Nabais, 2008; Mereles ve Pérez de Molas, 2008; Castillo ve ark., 2012; Rodilla ve ark., 2011). Yağı, yaklaşık olarak eriyen sarı ila yeşilimsi yarı katı bir maddedir. 40-50°C yumuşak gül benzeri bir kokuya sahiptir ve bu nedenle gül yağı için katkı maddesi olarak kullanılmıştır (Guenther, 1944). Bu türün ekstraktı, cilt yaralanması durumlarında iyileştirici özellikleri nedeniyle Chaco halkı tarafından çok kullanılmıştır. Kabuğun kaynatılması mide hastalıklarına karşı kullanılır (Richter ve Dallwitz, 2000). Bu bitki, anti-romatizmal özellikleri

ve romatizmal ve kas ağrıları, eklem romatizması ve artrit, gut ve siyatik tedavisinde kullanılan bir kan temizleyici olarak bilinmektedir. İdrar söktürücü ve kanı arındırıcı, toksinleri yok etmektedir, dolaşımı kolaylaştırır, atardamarların elastikiyetini geri kazandırır ve kan basıncını düzenlemektedir (Scarpa, 2004).

Bu ağaç türüne daha önce herhangi bir metotla ısıtıl işlem yapılmadığı literatürde görülmüştür. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı, 200°C’de 3 saat süre ile ısıtıl işlem uygulanmış Palo Santo odununun bazı yüzey özelliklerinde oluşan değişiklikleri incelenmektedir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmada, Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex Griseb.) ahşap malzemesi kullanılmıştır. Deney numuneleri satın alma yöntemi ile bir keresteciden elde edilmiştir. Daha sonra, malzemeler için iklimlendirme (20±2°C ve %65 bağıl nem) işlemleri yapılmıştır (ISO 554, 1976).

2.2. Metot

2.2.1. Isıl işlem uygulaması

Isıl işlem için hazırlanmış olan deney örnekleri 200°C’de 3 saat süre ısıtıl işleme tabi tutulmuştur.

2.2.2. Testler

Kontrol ve ısıtıl işlemleri malzemeler üzerinde parlaklık testleri (ISO 2813, 1994), beyazlık indeksi (ASTM E313-15e1, 2015), shore D sertlik (ASTM D 2240, 2010) ve renk özellikleri (ASTM D 2244-3, 2007) belirlenmiştir. Aşağıda verilen formüllerle toplam renk farklılıkları hesaplanmıştır. Çizelge 1’de ΔE^* renk farkının görsel değerlendirilmesi (DIN 5033, 1979) gösterilmektedir.

Çizelge 1. ΔE^* farkının görsel değerlendirilmesi (DIN 5033, 1979)

Görsel renk puanı farkı	Toplam renk farkı (ΔE^*)
Çok güçlü	> 12.0
Güçlü	6.0 ila 12.0
Çok belirgin	3.0 ila 6.0
Belirgin	1.5 ila 3.0
Zayıf	0.5 ila 1.5
Çok zayıf	0.2 ila 0.5
Algılanamaz	<0.2



Şekil 1. A: Renk ölçüm cihazı, B: parlaklık ölçüm cihazı, C: sertlik cihazı, D: beyazlık cihazı

Testlerde kullanılan cihazlar Şekil 1’de verilmiştir. Bu cihazların özellikleri şu şekildedir: Renk cihazı aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağıntık aydınlatma), CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, (CS-10 - CHN Spec, Çin), parlaklık ölçüm cihazı: ETB-0833 model gloss meter (20°, 60° ve 85° - liflere dik ve paralel), sertlik cihazı: shore D ve beyazlık indeksi ölçüm cihazı: Whiteness Meter BDY-1.

Testlerde yapılan ölçümler için yapılan hesaplamalarda kullanılan formüller (1-8) aşağıda verilmiştir.

$$h^{\circ} = \arctan (b^{*} / a^{*}) \quad (1)$$

$$C^{*} = [(a^{*})^2 + (b^{*})^2]^{0.5} \quad (2)$$

$$\Delta C^{*} = (C^{*}_{\text{işlem görmüş}} - C^{*}_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^{*} = (a^{*}_{\text{işlem görmüş}} - a^{*}_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^{*} = (L^{*}_{\text{işlem görmüş}} - L^{*}_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^{*} = (b^{*}_{\text{işlem görmüş}} - b^{*}_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^{*} = [(\Delta E^{*})^2 - (\Delta L^{*})^2 - (\Delta C^{*})^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^{*} = [(\Delta L^{*})^2 + (\Delta a^{*})^2 + (\Delta b^{*})^2]^{0.5} \quad (8)$$

2.3. İstatistiksel Analiz

Bir SPSS programı ile homojenlik grupları, standart sapmalar, varyasyon katsayıları, maksimum ve minimum sonuçları ve ortalama sonuçları hesaplanmıştır. Bütün testlerden 30'ar ölçüm alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Renk, parlaklık değerleri, beyazlık indeksi ve shore D sertlik özelliklerine ait belirlenmiş olan çok değişkenli varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Sonuçlara göre, bütün testler için ısı işlem faktörü anlamlı oldukları tespit edilmiştir.

Renk parametrelerine, parlaklık değerlerine, beyazlık indeksi değerlerine ve shore D sertlik değerine ait olan veriler Çizelge 3'de gösterilmiştir. Bu verilere göre, 200°C'de 3 saat süre ile yapılan ısı işlem ile ahşap malzemede liflere paralel (%81.60) ve dik (%57.38) beyazlık indeksi değerleri, shore D sertlik değeri (%7.32), 20° ve 85°'lerde liflere paralel (%52.38 ve %74.71) ve dik (%52.38 ve %11.32) parlaklık değerleri, 60°'de değerleri ile L^{*} (%37.87), b^{*} (%70.24), a^{*} (%91.60), C^{*} (%71.34) parametreleri azalırken, 60°'de liflere paralel (%39.36) ve dik (%11.20) parlaklık değerleri ile h° açısı (%15.63) değerleri artmıştır (Çizelge 3). L^{*} 'deki değişiklik, maruz kalma esnasında ahşap numunenin yüzeyinin daha parlak veya daha koyu hale gelmesi ile ilgilidir (Peng ve ark., 2014). Salca ve ark., (2016), L^{*} değerlerindeki azalmanın ısı işlem sırasında hemiselülozların bozunması ile ilgili olduğunu bildirmiştir. Isıtılan numunelerin b^{*} değerlerindeki artış kısmen soluk sarı olan (Hiltunen ve ark., 2006) ve ısı işlem sırasında oluşan düşük moleküler ağırlıklı fenolik maddelerden kaynaklanmış olabilir (Yao ve ark., 2012). Isı işlem ile parlaklık derecelerinde değişikliklerin olduğu görülmüştür. 20°'de \perp ve \parallel parlaklıklar azalırken, 60°'de artış göstermiştir.

Çizelge 2. Çok değişkenli varyans analizi sonuçları

Değişkenler	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha < 0.05$ 'e göre anlamlı
Işıklılık (L^{*}) değeri	5200.566	5200.566	6316.262	0.000*
Kırmızı (a^{*}) renk tonu değeri	446.137	446.137	2871.655	0.000*
Sarı (b^{*}) renk tonu değeri	3121.642	3121.642	17564.616	0.000*
Kroma (C^{*}) değeri	3489.810	3489.810	15477.592	0.000*
Ton (h°) açısı değeri	1996.766	1996.766	830.289	0.000*
\perp 20°'de parlaklık değeri	0.171	0.171	530.286	0.000*
\perp 60°'de parlaklık değeri	1.121	1.121	55.873	0.000*
\perp 85°'de parlaklık değeri	7.921	7.921	31.246	0.000*
\parallel 20°'de parlaklık değeri	0.171	0.171	530.286	0.000*
\parallel 60°'de parlaklık değeri	14.603	14.603	382.660	0.000*
\parallel 85°'de parlaklık değeri	293.046	293.046	1003.148	0.000*
Beyazlık indeksi (\perp) değeri	413.438	413.438	5676.487	0.000*
Beyazlık indeksi (\parallel) değeri	344.641	344.641	5169.610	0.000*
Shore D sertlik değeri	375.000	375.000	326.577	0.000*


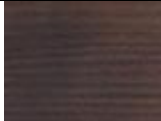
Çizelge 3. Yapılan bütün testlere ait sonuçlar

Test	İşlem	N	Orta-lama	Değişim (%)	Standart Sapma	HG	Varyasyon Katsayısı	Mini-mum	Maksi-mum
Işıklılık (L^*) değeri	Kontrol	30	49.17	↓37.87	1.18	A*	2.41	47.27	52.41
	Isıl işlemler	30	30.55		0.49	B**	1.62	29.52	31.47
Kırmızı (a^*) renk tonu	Kontrol	30	5.95	↓91.60	0.51	A*	8.58	4.84	7.25
	Isıl işlemler	30	0.50		0.22	B**	44.46	0.15	0.95
Sarı (b^*) renk tonu	Kontrol	30	20.53	↓70.24	0.42	A*	2.03	20.04	21.67
	Isıl işlemler	30	6.11		0.43	B**	6.96	5.43	6.78
Kroma (C^*) değeri	Kontrol	30	21.39	↓71.34	0.51	A*	2.39	20.80	22.85
	Isıl işlemler	30	6.13		0.44	B**	7.10	5.44	6.81
Ton (h°) açısı değeri	Kontrol	30	73.82	↑15.63	1.13	B**	1.52	71.49	76.53
	Isıl işlemler	30	85.36		1.88	A*	2.21	81.56	88.50
±20° de parlaklık değeri	Kontrol	30	0.21	↓52.38	0.03	A*	12.28	0.20	0.30
	Isıl işlemler	30	0.10		0.00	B**	0.00	0.10	0.10
±60° de parlaklık değeri	Kontrol	30	2.50	↑11.20	0.19	B**	7.53	2.10	2.90
	Isıl işlemler	30	2.78		0.07	A*	2.45	2.70	3.00
±85° de parlaklık değeri	Kontrol	30	6.45	↓11.32	0.68	A*	10.61	5.50	7.30
	Isıl işlemler	30	5.72		0.20	B**	3.45	5.50	6.00
20° de parlaklık değeri	Kontrol	30	0.21	↓52.38	0.03	A*	12.28	0.20	0.30
	Isıl işlemler	30	0.10		0.00	B**	0.00	0.10	0.10
60° de parlaklık değeri	Kontrol	30	2.49	↑39.36	0.23	B**	9.25	2.00	3.00
	Isıl işlemler	30	3.47		0.15	A*	4.40	2.80	3.60
85° de parlaklık değeri	Kontrol	30	5.94	↑74.71	0.44	B**	7.48	3.90	6.30
	Isıl işlemler	30	10.36		0.62	A*	6.00	7.80	11.40
Beyazlık İndeksi (\perp)	Kontrol	30	9.15	↓57.38	0.35	A*	3.87	8.60	9.50
	Isıl işlemler	30	3.90		0.14	B**	3.66	3.70	4.10
Beyazlık İndeksi ()	Kontrol	30	5.87	↓81.60	0.36	A*	6.05	5.40	6.30
	Isıl işlemler	30	1.08		0.08	B**	7.84	1.00	1.20
Shore D Sertlik (HD)	Kontrol	30	68.30	↓7.32	1.02	A*	1.50	66.00	69.00
	Isıl işlemler	30	63.30		1.12	B**	1.77	62.00	65.00

*: En yüksek değer, **: En düşük değer, HG: Homojenlik Grubu, N: Ölçüm Sayısı,

Çizelge 4’de toplam renk farklılıkları ile ilgili sonuçlar verilmiştir. Sonuçlara göre, Δa^* : -5.77, ΔL^* : -19.73, Δb^* : -15.07, ΔH^* : 2.02, ΔC^* : -16.01 ve ΔE^* : 25.49 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen ΔE^* sonuçları ile DIN 5033, (1979)’de belirtilmiş olan renk değiştirme kriterleri ile karşılaştırıldığında “çok güçlü” kriterini verdiği görülmektedir (Çizelge 4). Literatürde ısıl işlem ile ahşabın renginin değiştiği bildirilmiştir (Ulay ve Ayata, 2023a;b; Mitani ve Barboutis, 2014; Yao ve ark., 2012; Ayata ve ark., 2018; Hidayat ve ark., 2017; Ayata, 2020; 2021; 2022). Isıl işlem görmüş numunelerin toplam renk farklılıkları belirgin şekilde artar ve ısıya maruz kaldığında ligninin kimyasal değişimlerinde suyun varlığı çok önemli bir rol oynamaktadır (Yao ve ark., 2012). Isıl işlem ile beyazlık indeksi değerlerinin azaldığı Ulay ve Ayata, (2023a;b) tarafından ve shore D sertlik değerlerinin azaldığı Ayata ve Bal, (2021), Türk ve Ayata, (2021) tarafından yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir. Isıl işlem görmüş ahşabın ana sınırlamalarından biri, mekanik mukavemetin azalmasıdır (Esteves ve Pereira, 2009). Mukavemet kaybının nedeni, yüksek sıcaklıklarda yaşanan hemiselülozlardaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır (Hillis, 1984).

Çizelge 4. Toplam renk farklılıkları için hesaplanmış olan sonuçları

Isıl İşlem Öncesi	Renk değiştirme kriterleri (DIN 5033, 1979)		200°C’de 3 saat süre ile ısıl işlem sonrası	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*
	ΔE^* Değeri	Gözlem Sonucu ▶		-19.73	-5.77	-15.07	-16.01	2.02	25.49
	$\Delta E^* > 12$								

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada elde edilen verilere göre;

- Çok değişkenli varyans analizi sonuçları bütün testler üzerinde anlamlı çıkmıştır.

- Beyazlık indeksi değerleri, L^* , a^* , b^* ve C^* parametreleri ile shore D sertlik değeri ısıtılma işlemiyle azalmıştır.
- h° açısı ısıtılma işlemiyle artmıştır.
- 20° 'de \perp ve \parallel parlaklık değerleri azalırken, aynı yönler için 60° 'de artmıştır.

Palo Santo ahşabına ısıtılma işlemi uygulaması sonunda su bazlı dış mekân verniklerinin uygulanması ve yaşlandırma performansına ait özelliklerinin araştırılması önerilmektedir.

Yazar Katkıları

Ümit Ayata: Araştırma fikrinin oluşturulması, laboratuvar çalışmasının yapılması, makalenin yazılması, ölçüm verilerinin alınması, istatistiksel işlemlerin yapılması.

Finansal destek beyanı

Yazar bu çalışma için finansal destek beyan etmemiştir.

Çıkar çatışması

Yazar çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Kaynaklar

- 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 of color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E313-15e1, (2015), Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured coordinates. USA: ASTM International.
- 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. (2020), Ayous odununun bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ve ısıtılma işleminden sonra renk ve parlaklık özellikleri. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 22-33. DOI: 10.33725/mamad.724596.
- Ayata, Ü. (2021), Sibirya'da iç ve dış mekânlarda kullanılan Sibirya çamı odununun yüzey pürüzlülüğü parametreleri ve shore D sertlik değeri üzerine ısıtılma işleminin etkisi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 1-8. DOI: 10.33725/mamad.911611.
- Ayata, Ü. (2022), Isıtılma işlemi görmüş Hindistan cevizi odununda bazı yüzey özelliklerinin incelenmesi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 8-16. DOI: 10.33725/mamad.1116999.
- Ayata, Ü., Bal, B.C. (2021), Kopie, fukadi ve porsuk ağaç türlerinde renk, parlaklık ve shore D sertlik üzerine ısıtılma işleminin etkisi, Hoca Ahmet Yesevi, 5. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 5-6 Kasım 2021, Nahçıvan Devlet Üniversitesi, Azerbaycan, 166-180.
- Brack, W., Weik, J.H. (1994), El bosque nativo del Paraguay, Riqueza subestimada, Proyecto ALA 90-24, Serie N° 15. Ministerio de Agricultura y Ganadería & Cooperación Técnica Alemana (GTZ), Asunción.

- Castillo, F., Hernandez, D., Gallegos, G., Rodriguez R., Aguilar, C. (2012), Antifungal properties of bioactive compounds from plants, *Fungicides for Plant and Animal Diseases*. Editorial Dr. Dharumadurai Dhanasekaran. ISBN: 978-953-307-804-5.
- DIN 5033, (1979), Deutsche normen, farbmessung. normenausschuß farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- Esteves, B.M., Pereira, H.M. (2009), Wood modification by heat treatment: A review, *BioResources*, 4(1), 370-404.
- Guenther, E. (1944), A survey of oil of guaiac wood, *Am. Perfum. Essential Oil Rev.*, 46, 44-45.
- Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J., Park, B., Banuwa, I. S., Febrianto, F., Kim, N. (2017), Color change and consumer preferences towards color of heat-treated Korean white pine and royal paulownia woods, *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 45(2), 213-222. DOI: 10.5658/WOOD.2017.45.2.213.
- Hillis, W.E. (1984), High temperature and chemical effects on wood stability, *Wood Science and Technology*, 18(4), 281-293. DOI: 10.1007/BF00353364.
- Hiltunen, E., Pakkanen, T.T., Alvila, L. (2006), Phenolic compounds in silver birch (*Betula pendula* Roth) wood, *Holzforschung*, 60(5), 519-527. DOI: 10.1515/HF.2006.086.
- 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.
- López, J.A., Little, E., Ritz, G., Rombold, J., Hahn, W. (1987), Árboles comunes del Paraguay: ñande yvyra mata kuera, Ediciones Cuerpo de Paz, Asunción.
- Lorenzi, H. (2002), Brazilian Trees. Volume 2. 4th Edition, Instituto Plantarum De Estudos Da Flora; Brazil.
- Mabberley, D.J. (1997), *The Plant-Book*, (2nd ed.), Cambridge University Press, Cambridge.
- 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.
- Mereles, F., Pérez de Molas, L. (2008), *Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex Griseb. (Zygophyllaceae): estudio de base para su inclusión en el Apéndice II de la Convención CITES. Informe inédito. Asunción, Paraguay: Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. Disponible en.
- Nabais, S. (2008), Estudo químico da *Bulnesia sarmientoi*, Universidade da Beira Interior, Covilhã.
- Peng, Y., Liu, R., Cao, J., Chen, Y. (2014), Effects of UV weathering on surface properties of polypropylene composites reinforced with wood flour, lignin, and cellulose, *Applied Surface Science*, 31, 385-392. DOI: 10.1016/j.apsusc.2014.08.140.
- Richter, H., Dallwitz, M. (2000), Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval, Version: 4.

- Rodilla, J., Silva, L., Martínez, N., Lorenzo, D., Davyt, D., Castillo, L., Giménez, C., Cabrera, R., González-Coloma, A., Zrostlikova J., Dellacassa, E. (2011), Advances in the identification and agrochemical importance of sesquiterpenoids from *Bulnesia sarmientoi* essential oil. *Industrial Crops and Products*, 33(2), 497-503.
- Rondina, R., Bandoni A., Coussio, J. (2008), Especies medicinales de Argentina con potencial actividad analgésica. *Dominguezia*, 24(1), 47-70.
- 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.
- Salvat, A., Antonacci, L., Fortunato, R., Suarez, E., Godoy, H. (2004), Antimicrobial activity in methanolic extracts of several plant species from northern Argentina. *Phytomedicine*, 11(2-3), 230-234. DOI: 10.1078/0944-7113-00327.
- Scarpa, G. (2000), Plants employed in traditional veterinary medicine by the criollos of the northwestern Argentine Chaco, *Darwiniana*, 38(3-4), 253-265. ISSN: 0011-6793. Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable-Dirección De Bosques, 2014. Inventario forestal en bosques con presencia de palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) en la zona del parque chaqueño semiárido. Informe final.
- Scarpa, G.F. (2004), Medicinal plants used by the Criollos of Northwestern Argentine Chaco. *Journal of Ethnopharmacology*, 91, 115-135.
- Surburg, H., Panten, J. (2006), Natural raw materials in the flavor and fragrance industry. *Common Fragrance and Flavor Materials*, 177, 177-238.
- Timar, M.C., Varodi, A.M., Hacibektasoglu, M., Campean, M. (2016), Color and FTIR analysis of chemical changes in beech wood (*Fagus sylvatica* L.) after light steaming and heat treatment in two different environments, *BioResources*, 11(4), 8325-8343. DOI: 10.15376/biores.11.4.8325-8343
- Türk, M., Ayata, Ü. (2021), Türkiye’de yetişen bazı ağaç türlerine ait odunlarda shore D sertlik değerleri üzerine ısıtma işleminin etkisi, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 166-173. DOI: 10.33725/mamad.1005127.
- Ulay, G., Ayata, Ü. (2023a), Isıl işlem görmüş pembe fildişi (*Berchemia zeyheri*) (Sond.) Grubov) ahşabında seçilmiş bazı yüzey özelliklerinin incelenmesi, Karadeniz 12. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 3-5 Mart 2023, Rize, 389-400.
- Ulay, G., Ayata, Ü. (2023b), 200 derecede ısıtma işlem görmüş amaouk (*Detarium macrocarpum*) odununda bazı yüzey özelliklerinin ve shore D sertlik değerlerinin incelenmesi, 3. Uluslararası Karadeniz Modern Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 23-24 Mart 2023, Samsun, 670-678.
- Waller, T., Barros, M., Draque, J., Micucci, P. (2012), Conservation of the Palo Santo tree, *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Gri-seb, in the South American Chaco Region. *Medicinal Plant Conservation*, 15, 4-9.
- Yao, C., Yongming, F., Jianmin, G., Houkun, L. (2012), Coloring characteristics of in situ lignin during heat treatment, *Wood Science and Technology*, 46, 33-40. DOI: 10.1007/s00226-010-0388-5.