



Sibirya’da iç ve dış mekânlarda kullanılan Sibirya çamı odununun yüzey pürüzlülüğü parametreleri ve shore D sertlik değeri üzerine ısıtılmanın etkisi

Ümit Ayata 

Öz

Sibirya çamının Sibirya’da yetiştiği ve odununun hafif, yumuşak, iyi işlenebilen özelliği, düzgünlüğü ve güzel doku yapısı ile kalem yapımında, inşaat alanlarında, ev yapımında, müzik aletleri yapımında, mobilya alanında ve çeşitli el sanatlarının yapımında kullanıldığı bilinmektedir. Bu çalışmada, 212°C’de 2 saat sürede ısıtılma işlemi (ThermoWood) uygulanmış ve uygulanmamış Sibirya çamı (*Pinus sibirica*) odununda hazırlanmış olan örnekler üzerinde farklı zımparalar (80, 100, 120, 150, 180 ve 220 numaralı) uygulandıktan sonra yüzey pürüzlülüğüne ait parametreleri (R_a , R_z ve R_q) ve shore D sertlik değerleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, pürüzlülük parametreleri ve shore D sertlik değerleri ısıtılma işlemi ile azalmıştır. Isıtılma işlemi sonrası shore D sertlik değerinde %20.43’lük, R_a parametrelerinde 80 numarada %22.16’lık, 100 numarada %26.25’lik, 120 numarada %36.42’lik, 150 numarada %35.71’lik, 180 numarada %36.38’lik ve 220 numarada %50.88’lik oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. Buna ek olarak, zımpara numarasının artması ile pürüzlülük değerlerinin de azaldığı, yüzey kalitesinde artış olduğu ve iyi sonuçlara ulaşıldığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sibirya çamı, *Pinus sibirica*, shore D sertlik, yüzey pürüzlülüğü, ısıtılma işlemi

The effect of heat treatment on the surface roughness parameters and shore D hardness of Siberian pine wood used indoors and outdoors in Siberia

Abstract

It is known that Siberian pine grows in Siberia and its wood is used in pencil making, construction sites, house construction, musical instruments, furniture and various handicrafts with its light, soft, well-workable feature, smoothness and beautiful texture. In this study, the parameters (R_a , R_z and R_q) of surface roughness and shore D hardness values were investigated after applying different abrasives (80, 100, 120, 150, 180 and 220 of number of sand) were applied on samples prepared from Siberian pine (*Pinus sibirica*) wood that was heat-treated (ThermoWood) at 212°C for 2 hours and untreated. According to the results of the research, the roughness parameters and shore D hardness values decreased by heat treatment. After heat treatment, there was a decrease of 20.43% in shore D hardness value, 22.16% in R_a parameters in 80 number, 26.25% in 100 number, 36.42% in 120 number, 35.71% in 150 number, 36.38% in 180 number and 50.88% in 220 number. In addition, it had been observed that with the increase of the sanding number, the roughness values decreased, there was a change in the surface quality and good results were determined.

Keywords: Siberian pine, *Pinus sibirica*, shore D hardness, surface roughness, heat treatment

Makale tarihçesi: Geliş:08.04.2021, Kabul:02.05.2021, Yayınlanma: 28.06.2021 *e-posta: umitayata@bayburt.edu.tr
Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt/Türkiye.

Atif: Ayata, Ü., (2021), Sibirya’da iç ve dış mekânlarda kullanılan Sibirya çamı odununun yüzey pürüzlülüğü parametreleri ve shore D sertlik değeri üzerine ısıtılmanın etkisi, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 1-8, DOI:10.33725/mamad.911611

1 Giriş

Batı ve Doğu Sibiryada yetişen Sibiryacı (Pinus sibirica) (Rogachev ve Salakhutdinov, 2015), Pinaceae familyası ve Strobilus alt cinsine ait (Shikov ve ark., 2004) tek evcikli olup, rüzgarla tozlanan (Kuznetsova, 2007, Zhuk ve Goroshkevich, 2012) bir türdür. 35 - 40 m boya ulaşabilen ve tam olgunlaştığında 1.8 m'ye kadar gövde çapına sahip, yaprak dökmeyen bir ağaç türüdür. Ağırlıklı olarak Sibiryada, Urallar ve Avrupa'nın kuzey bölgelerinde yetişmektedir. Sibiryacı çam kozalakları yaklaşık 5 - 9 cm uzunluğunda iken, tohumlar 9 - 12 cm uzunluğaca kadar büyüyebilir (Shikov ve ark., 2004). İlk çağlardan beri, yumuşak odun yapısı ve yemişlerinin faydalı besleyici özellikleri sebebiyle çok değerli olmuştur. Sibiryacı çamının değeri, endüstriyel teknolojiler geliştirildikçe daha da artmıştır. Çünkü bu ağaç, terebentin ve kolofoniye yol açmak için işlenen mükemmel bir oleoresin kaynağı olmaktadır (Rogachev ve Salakhutdinov, 2015).

Odunu hafif, yumuşak, iyi işlenebilen özelliğı, düzgünlüğü ve güzel dokusu ile değerlidir. Ahşabı kalem yapımında ev yapımında, mobilya alanında, müzik aletleri ve çeşitli el sanatlarının yapımında (Matveeva ve ark., 2003), inşaat alanlarında (Wang, 2011) kullanılmaktadır. Bu ağacın tüm ağaç kısımları (ağaç kabuğı, iğneler, odunu ve fındık) halk hekimliğinde kullanılmaktadır. Fındığı yağı bakteriostatik ve yara iyileştirici etkilere sahiptir. Ezilmiş fındığından yapılan alkollü tentür, tıpta eklem romatizmasının tedavisinde kullanılmıştır. Günümüzde bazı ilaçların hazırlanmasında fındığı hammadde olarak kullanılmaktadır (Shikov ve ark., 2004). Ağacın besleyici tohumları ise kuru meyve ve yağda yaygın olarak kullanılmaktadır (Wang, 2011).

Bu ağaç türünde, yıllık halka genişliğı 2.20 mm (Sarkhad ve ark., 2020), sel üloz %47.60, pentozan %7.09, lignin %27.27, alkol benzende çözünürlük %5.80, sıcak su çözünürlüğü %4.30, kül miktarı %0.14 (Khutorshchikov, 1960), boyuna yönde daralma %0.34, radyal yönde daralma %3.40, teğet yönde daralma %5.60, hacimsel daralma %8.20 (Jankowska ve ark., 2017), eğilme direnci 85.31 N/mm², liflere paralel çekme direnci 43.81 N/mm², liflere paralel basınç direnci 47.64 N/mm² (Demirci ve ark., 2016), elastikiyet modülü 6400.00 N/mm², enine kesitte janka sertlik 23.00 N/mm² (Jankowska ve ark., 2017), Coniophora puteana mantarına karşı ağırlık kayıpları %19.81 (Kartal 2019) ve %7.62 (Jankowska ve ark., 2017), radyal yönde ısı iletkenlik değeri 0.124 W/mK, teğet yönde ısı iletkenlik değeri 0.131 W/mK ve enine yönde ısı iletkenlik değeri 0.160 W/mK (Jankowska ve ark., 2013) olarak belirlenmiştir.

Bu bilgiler ışığında bu ağaç türüne ait yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin ve shore D sertlik değeri araştırılmadığı literatürde görülmektedir.

Bu çalışmada, ısı işlem (ThermoWood) görmüş ve görmemiş Sibiryacı çamından hazırlanan örnekler üzerinde farklı numaralı zımparalar uygulandıktan sonra yüzey pürüzlülüğüne ait parametrelerden R_a , R_z ve R_q değeri ve shore D sertlik değeri araştırılmıştır. Literatürde bu ağaç türüne ısı işlem uygulaması sonrasında yüzey pürüzlülüğü çalışmasının yapıldığı görülmemiştir. Elde edilen sonuçların bu ağaç türüne ait literatüre önemli bilgiler sunacağı düşünülmektedir.

2 Materyal

2.1 Ahşap Malzemenin Temin Edilmesi

Sibiryacı çamı (Pinus sibirica) odunu Düzce'de faaliyet gösteren Arın Orman Ürünleri'nden temin edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için deney örnekleri 100 × 10 × 2 cm boyutlarında 6'şar adet olacak şekilde alınmış, daha sonra bu örnekler ISO 554 (1976) standardına göre iklimlendirme işlemleri yapılmıştır.

2.2 Metot

2.2.1 Isıl İşlem Uygulaması

Isıl işlem uygulaması Bolu Gerede Organize Sanayi Bölgesi'nde (Bolu) bulunan Nova Orman Ürünleri San. Tic. A.Ş.'nde bilgisayar destekli fırınlarda 212 °C'de 2 saat süre olacak şekilde yapılmıştır. ThermoWood metoduna göre ısıl işlem uygulaması ThermoWood kitabında anlatıldığı metot ile uygulanmıştır (Anonim, 2003).

2.2.2 Zımparalama İşlemi

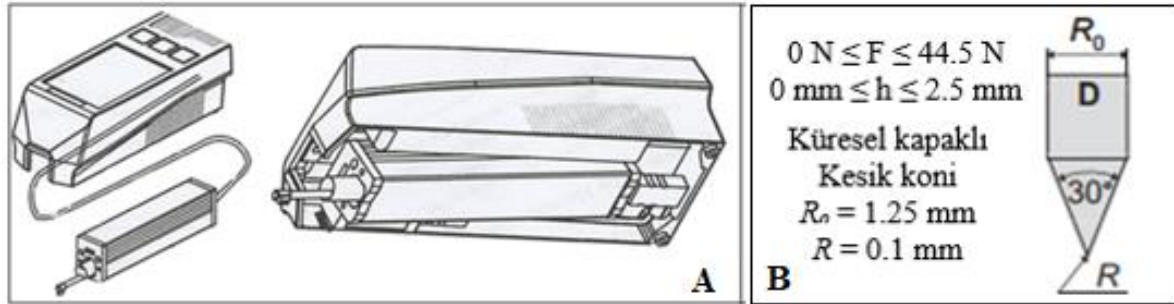
10 x 10 x 2 cm boyutlarında hazırlanmış olan ısıl işlem görmüş ve görmemiş deney örneklerine ait yüzeylerine 80, 100, 120, 150, 180 ve 220 numaralı zımparalar uygulanmıştır.

2.2.3 Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi

Farklı zımparalar uygulanmış deney örneklerine ait yüzey pürüzlülüğü ölçümleri ISO 16610-21, (2011) standardına göre, JD - 520 model pürüzlülük test cihazında (Beijing Jitai Tech Detection Device Co., Ltd., Çin) yapılmıştır. Ölçüm işleminde teğet yüzeylerden liflere dik yönde olacak şekilde örnek uzunluğu 2.5 mm ve örnek uzunluk sayısı (cut-off) 5 olacak şekilde yapılmıştır. Örnekler üzerinden 10'ar ölçüm yapılmıştır. R_a , R_z ve R_q parametreleri belirlenmiştir.

2.2.4 Shore D Sertlik Değerinin Belirlenmesi

Sibirya çamı odununun shore D sertlik değeri (Stand: model Ld-J Loyka ve Durometer: Shenzhen Yibai Network Technology Co., Ltd., Çin) 5 kg'lık yük uygulamalı olacak şekilde ASTM D 2240 (2010)'a göre 10 ölçüm alınarak yapılmıştır.



Şekil 1. Yüzey pürüzlülüğü cihazı (JD - 520 model) (A) ve shore D sertlik cihazı (B)

2.2.5 İstatistiksel Analiz

Bir SPSS programında varyans analizleri, homojenlik grupları, minimum ve maksimum değerleri, standart sapmaları, ortalamaları ve varyasyon katsayıları hesaplanmıştır.

3 Bulgular ve Tartışmalar

Isıl işlem görmüş ve görmemiş Sibirya çamı odununa ait yüzey pürüzlülüğü değerleri ve shore D sertlik değerleri için varyans analizi sonuçları ve SPSS sonuçları hesaplanmış olup elde edilen bu sonuçlar sırası ile Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1'e göre, yüzey pürüzlülüğü parametreleri için faktör ısıl işlem (A), faktör zımpara (B) ve bu faktörlerin etkileşiminin (AB) anlamlı olarak elde edildikleri görülmektedir. Buna ek olarak, shore D sertlik değeri için ısıl işlem faktörü de anlamlı olarak elde edilmiştir.

Çizelge 1. Yüzey pürüzlülüğü ve shore D sertlik değeri için varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
R_a	İşlem (A)	114.350	1	114.350	2177.528	0.000*
	Zımpara (B)	335.020	5	67.004	1275.934	0.000*
	Etkileşim (AB)	1.975	5	0.395	7.520	0.000*
	Hata	5.671	108	0.053		
	Toplam	3533.467	120			
R_q	İşlem (A)	168.450	1	168.450	1395.198	0.000*
	Zımpara (B)	491.413	5	98.283	814.031	0.000*
	Etkileşim (AB)	3.017	5	0.603	4.998	0.000*
	Hata	13.039	108	0.121		
	Toplam	5663.732	120			
R_z	İşlem (A)	3851.044	1	3851.044	368.393	0.000*
	Zımpara (B)	10375.092	5	2075.018	198.497	0.000*
	Etkileşim (AB)	213.697	5	42.739	4.088	0.002*
	Hata	1128.993	108	10.454		
	Toplam	171575.783	120			
Shore D	Isıl işlem	288.800	1	288.800	96.267	0.000*
	Hata	54.000	18	3.000		
	Toplam	22654.000	20			

*: Anlamlı

Çizelge 2'ye göre, zımpara numarasının artması ile pürüzlülük değerlerinin azaldığı görülmektedir. Literatürde zımpara üzerine yapılan araştırmalarda benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir (Çamlıbel ve Ayata, 2020, Hızıroğlu ve ark., 2014, Söğütü ve ark., 2016, Leite ve ark., 2019, Palermo ve ark., 2014, Ayata, 2020). Bunun sebebi olarak ahşap malzeme yüzeyinin aşındırarak işlem yapan zımparanın sahip olduğu tanecik sayısının fazla olması ile tanecik başına düşen iş miktarının azalması ve bu taneciklerin, işlem esnasında yüzeyde oluşturduğu vadilerin ölçüsünde etkili olmasından dolayı kaynaklanabileceği şeklinde ifade edilmiştir (Söğütü 2005). Isıl işlemde en yüksek R_a ve R_z 80 numaralı zımpara ile zımparalanmış deney örneklerinde elde edilirken, bunu 100, 120, 150, 180 ve 220 numaralı zımparalar takip etmiştir (Çizelge 2). Çalışma sonuçları ısıl işlemli ahşap çalışmalarına sahip önceki çalışmalarla uyumluluk göstermiştir (Karlınasari ve ark., 2018; Salca ve Hızıroğlu, 2014; Priada ve Hızıroğlu, 2013; Palermo ve ark., 2014; Aytin, 2013; Ayata ve ark., 2018; Kasemsiri ve ark., 2012).

Karlınasari ve ark., (2018) araştırmalarında, sengon, jabon ve akasya ahşap numuneler üzerinde yapılan yüzey pürüzlülüğü sonuçlarına göre, 120°C, 150°C ve 180°C'de sıcaklıklarda 2 ve 6 saat süre ile yapılan ısıl işlem uygulamalarından sonra R_a parametrelerinin azaldığını belirlemişlerdir. Ayata ve ark., (2018) çalışmalarında; ThermoWood® metoduna göre 212°C'de 1 saat ve 2 saat süreyle ısıl işlem görmüş kayın, sarıçam ve meşe örnekleri için uygulanmış 180 kumluk kalibre zımparalama işleminden sonra ısıl işlem süresinin artması ile R_a , R_z ve R_q parametrelerinin azaldığını rapor etmişlerdir. Aytin (2013) araştırmasında, ısıl işlemli ve işlemsiz yabancı kiraz odunu için yapılan yüzey pürüzlülüğü testlerinden sonra, uygulanan ısıl işlemde sıcaklık ve sürenin artması ile R_a parametresinin azaldığını bildirmiştir. Per çin ve ark., (2016) tarafından ısıl işlemsiz (kontrol) ve ısıl işlemli (150°C, 170°C, 190°C ve 210°C'lerde 2, 5 ve 8 saat sürelerinden oluşan ısıl işlemi varyasyonlar) meşe odununa ait deney örnekleri üzerinde belirlemiş olan yüzey pürüzlülüğü R_a parametresinin ısıl işlem tarafından azaldığını rapor etmişlerdir. Priada ve Hızıroğlu (2013) çalışmalarında ısıl işlemli ve işlemsiz güney kırmızı meşesi, mahogany ve loblolly çamı odunlarına ait deney örnekleri üzerinde yapılan yüzey pürüzlülüğü sonuçlarına göre, 130°C ve 220°C'de sıcaklıklarda 2 ve 8 saat süre ile yapılan ısıl işlem uygulamalarından sonra R_a ve R_z parametrelerinin azaldığını

söylemişlerdir. Salca ve Hızıroğlu (2014) çalışmalarında ısıl işlem uygulanmış ve uygulanmamış güney kırmızı meşesi, adi kızılgaç, loblolly çamı ve lale ağacı odunlarına ait deney örneklerinde belirlenmiş olan yüzey pürüzlülüğü verilerine göre, 120°C ve 190°C'ye sahip sıcaklıklarda 3 ve 6 saat süre ile yapılan ısıl işlemlerden sonra R_a ve R_z parametrelerinin azaldığını bildirmişlerdir. Kasemsiri ve ark., (2012) tarafından kurşun kalem ardıcı odunu için 120°C, 160°C ve 190°C'de sıcaklıklarda 2 ve 8 saat süreye sahip varyasyonlardan oluşan ısıl işlem uygulamalarından sonra R_a , R_z ve R_{max} parametrelerinin azaldığı bildirilmiştir.

Çizelge 2. Yüzey pürüzlülüğü parametrelerine ve shore D sertliğine ait sonuçlar

Test	Zımpara Numarası	İşlem	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Isıl İşlem Sonrası Azalış (%)	Standart Sapma	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı	
Yüzey Pürüzlülüğü Parametresi R_a	80	Kontrol	10	8.490	22.16	0.17	A*	8.110	8.786	2.00	
		Isıl işlemler	10	6.609		0.24	C	6.080	6.967	3.66	
	100	Kontrol	10	7.641	26.25	0.22	B	7.379	8.009	2.84	
		Isıl işlemler	10	5.635		0.37	D	5.147	6.176	6.52	
	120	Kontrol	10	6.685	36.42	0.29	C	6.136	7.001	4.31	
		Isıl işlemler	10	4.251		0.17	F	4.037	4.594	4.07	
	150	Kontrol	10	5.360	35.71	0.18	E	5.007	5.578	3.34	
		Isıl işlemler	10	3.446		0.19	H	3.228	3.771	5.49	
	180	Kontrol	10	4.298	36.38	0.23	F	4.106	4.698	5.37	
		Isıl işlemler	10	2.734		0.20	I	2.340	3.009	7.48	
	220	Kontrol	10	3.763	50.88	0.24	G	3.364	4.065	6.35	
		Isıl işlemler	10	1.848		0.17	J**	1.497	2.042	9.10	
	Yüzey Pürüzlülüğü Parametresi R_q	80	Kontrol	10	10.417	20.59	0.18	A*	10.068	10.803	1.72
			Isıl işlemler	10	8.272		0.33	C	7.661	8.708	3.96
100		Kontrol	10	9.700	24.27	0.33	B	9.148	10.106	3.38	
		Isıl işlemler	10	7.346		0.65	D	6.591	8.476	8.90	
120		Kontrol	10	8.367	34.93	0.35	C	7.678	8.704	4.13	
		Isıl işlemler	10	5.444		0.32	F	5.056	5.867	5.86	
150		Kontrol	10	6.871	34.71	0.28	E	6.337	7.162	4.01	
		Isıl işlemler	10	4.486		0.23	H	4.166	4.843	5.17	
180		Kontrol	10	5.370	35.28	0.30	FG	5.140	5.874	5.66	
		Isıl işlemler	10	3.476		0.29	I	2.943	3.887	8.40	
220		Kontrol	10	5.065	49.66	0.36	G	4.404	5.539	7.19	
		Isıl işlemler	10	2.550		0.34	J**	2.014	3.011	13.19	
Yüzey Pürüzlülüğü Parametresi R_z		80	Kontrol	10	53.080	14.27	1.90	A*	51.221	57.603	3.58
			Isıl işlemler	10	45.503		4.31	B	39.509	53.650	9.47
	100	Kontrol	10	50.736	20.66	1.08	A	48.684	52.738	2.12	
		Isıl işlemler	10	40.256		5.52	C	34.345	48.095	13.72	
	120	Kontrol	10	44.319	27.32	2.56	B	41.995	48.504	5.77	
		Isıl işlemler	10	32.210		4.26	D	27.843	39.713	13.22	
	150	Kontrol	10	40.159	35.20	2.68	C	36.044	44.463	6.69	
		Isıl işlemler	10	26.023		1.99	E	23.764	29.732	7.64	
	180	Kontrol	10	30.051	29.16	2.20	D	27.460	34.124	7.32	
		Isıl işlemler	10	21.288		3.12	F	17.216	26.509	14.64	
	220	Kontrol	10	31.985	46.63	3.62	D	26.925	35.934	11.31	
		Isıl işlemler	10	17.069		2.86	G	13.138	20.877	16.76	
	Shore D Sertlik	Kontrol	10	37.20	20.43	1.32	A*	36.00	39.00	3.55	
		Isıl işlemler	10	29.60		2.07	B**	28.00	35.00	6.99	

*: En yüksek değeri ifade etmektedir, **: En düşük değeri ifade etmektedir.

Çizelge 2'de verilen shore D sertlik değeri sonuçlarına göre ısıl işlemiz örnekte 37.20 iken ısıl işlemler örnekte 29.60 olduğu, buna göre %27.68'lik bir azalma görülmektedir. Isıl işlemlerden sonra sertlik değerinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Esteves ve ark., (2021) tarafından yapılan araştırmada da ısıl işlem sonrası shore D sertlik değerinin azaldığı bildirilmiştir. Literatürde ahşap malzemedeki mukavemet özelliklerindeki azalmaların, ısıl işlemlerden sonra ısıl bozulma oranı ve madde kayıpları ile ilişkili olduğu, mukavemetteki

azalma temel olarak ahşap polimerlerinin depolimerizasyon reaksiyonlarından kaynaklandığı (Kotilainen, 2000), performans kaybının nedenleri arasında ısıya karşı selüloz ve ligninden daha az kararlı olan hemiselülozların bozulmasının olduğu ve hemiselülozlardaki değişikliklerin, yüksek sıcaklıklarda ısıtılan ahşabın mukavemet özellikleri üzerinde önemli bir rol oynadığı (Hillis, 2005) şeklinde bildirilmiştir. Literatürde sertliğin ağaçtan ağaca büyük farklar gösterdiği şeklinde ifade edilmiştir (Şanıvar ve Zorlu, 1980). Sertlik, bir yüzeyin çökmesini, çizilmesini veya kesilmesini zorlaştıran özelliktir. Genel olarak, ahşap ne kadar sert olursa, aşınmaya o kadar iyi direnir, yükler altında o kadar az ezilir ve daha iyi cilalanabilmektedir. Öte yandan, daha sert olan ahşabın aletlerle kesilmesi daha zordur, çivilenmesi daha zordur ve çivileme sırasında yarıma olasılığı daha yüksektir. Sertlik, döşeme, mobilya ve alet saplarında özellikle önemli olmaktadır (Anderson, 1967).

4 Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, yapılan denemeler sonunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Bütün testler için varyans analizleri anlamlı olarak elde edilmiştir.
- Isıl işlem ile shore D sertlik ve yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin (R_a , R_z ve R_q) azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.
- Zımpara numarasının 80'den 220'ye çıkması ile yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin (R_a , R_z ve R_q) azaldığı görülmüş olup, yüzey kalitesinde iyileşme elde edilmiştir.
- Isıl işlemden sonra; shore D sertlik değerinde %20.43, R_a parametrelerinde 80 numarada %22.16, 100 numarada %26.25, 120 numarada %36.42, 150 numarada %35.71, 180 numarada %36.38 ve 220 numarada %50.88 olarak azalmaların meydana geldiği belirlenmiştir.

Bu ağaç türüne ait mobilya ve iç mekan tasarımı üzerine alanlarında önemli sonuçların elde edilmesi için Sibiryaya odunu ahşabında çeşitli üst yüzey işlemlerinin (vernik, UV sistem vernik, boya, vb.) uygulanması ve elde edilecek olan malzemeler üzerinde doğal ve yapay (UV-A,B,C veya Xenon gibi lambalarına karşı) yaşlandırma işlemlerinin uygulanması ve gerekli yüzey testlerinin (renk, salınımsal sertlik, yüzeye yapışma direnci, parlaklık, çizilme, vb.) yapılması önerilmektedir.

Teşekkür

Yazar ahşap malzemelerin temini için Arın Orman Ürünleri'ne (Düzce) ve ısıl işlem uygulamaları için NOVA ThermoWood Fabrikasına (Bolu-Gerede) teşekkür etmektedir.

Kaynaklar

Anderson, L.O., (1967), Selection and Use of Wood Products for Home and Farm Buildings, Agricultural Information Bulletin No. 311, Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

Anonim, (2003), ThermoWood® Handbook, Finnish ThermoWood Association, Helsinki, Finland.

ASTM D 2240, (2010), Standard test method for rubber property-durometer hardness, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, United States.

Ayata, U., Gurleyen, T., Gurleyen, L., Cakicier, N., (2018), Determination of surface roughness parameters of heat-treated and untreated scotch pine, oak and beech woods, *Furniture and Wooden Material Research Journal*, 1(1), 46-50. DOI: 10.33725/mamad.433945

- Aytin, A., (2013), Yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monench) odununun fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine yüksek sıcaklık uygulamasının etkisi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Düzce.
- Ayata, Ü., (2020), Ayous odununun bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ve ısı işleminden sonra renk ve parlaklık özellikleri, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 22-33. DOI: 10.33725/mamad.724596.
- 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.
- Demirci, S., Acar, M., Balıkcı, E., Diler, H., Erdil, Y.Z., (2016), Comparison of some physical and mechanical properties of various heat-treated and untreated wood, IFC2016 International Furniture Congress, 13-15 October 2016, Turkey, 121-127.
- Esteves, B., Şahin, S., Ayata, Ü., Domingos, I., Ferreira, J., Gurleyen, L., (2021), The effect of heat treatment on shore D hardness of some wood species, *Bioresources*, 16(1), 1482-1495. DOI: 10.15376/biores.16.1.1482-1495.
- Hillis, W.E., (1984), High temperature and chemical effects on wood stability, *Wood Science and Technology*, 18, 281-293.
- Hiziroglu, S., Zhong, Z.W., Ong, W.K., (2014), Evaluating of bonding strength of pine, oak and nyatoh wood species related to their surface roughness, *Measurement*, 49, 397-400. DOI: 10.1016/j.measurement.2013.11.053.
- ISO 554, (1976), Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- ISO 16610-21, (2011), Geometrical Product Specifications (GPS) - Filtration - Part 21: Linear Profile Filters: Gaussian Filters, Standard.
- Jankowska, A., Wójcik, A., Jencyk-Tołłoczko, I., (2013), Determination of thermal properties of wood of *Pinus sibirica* Du Tour, Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW Forestry and Wood Technology, No. 82/2013.
- Jankowska, A., Anders, B., Mastyna, B., (2017), Characteristic technical properties of Siberian yellow pine (*Pinus sibirica* Du Tour.) wood, *Sylwan*, 161(9), 756-762.
- Karlinasari, L., Lestari, A.T., Priadi, T., (2018), Evaluation of surface roughness and wettability of heat-treated, fast-growing tropical wood species sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) I.C. Nielsen), jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq), and acacia (*Acacia mangium* Willd.), *International Wood Products Journal*, 9(3), 142-148. DOI: 10.1080/20426445.2018.1516918.
- Kartal, Z.N., (2019), Borik asit ve polikaprolakton modifikasyonunun ahşabın biyolojik dayanım ve boyut stabilizasyonu ile bor yıkanmasına etkisi, Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Kasemsiri, P., Hiziroglu, Rimdusit, S., (2012), Characterization of heat treated eastern redcedar (*Juniperus virginiana* L.), *Journal of Materials Processing Technology*, 212(6), 1324-1330. DOI: 10.1016/j.jmatprotec.2011.12.019.
- Khutorshchikov, I.S., (1960), Bumazhnaya Promyshlennost, (1): 15.
- Kotilainen, R., (2000), Chemical Kotilainen R. Chemical changes in wood during heating at 150-260, 1C. PhD thesis, Jyva "skylä" University. Research report 80, Finland.

- Kuznetsova, G.V., (2007), The variation among clima types of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) in the south of Krasnoyarskiy kray, *Khvoynyye borealnoy zony*, 24(4-5), 423.
- Leite, S.S., Jesus, G.M.K., Alves, M.C.S., Valarelli, I.D., Bueno, M.A.P., Christiane, F., Magorbo, R.D., Alexandre Moizes, F.A., Salvadeo, V.M., (2019), Analysis of the parameters affecting the surface sanding of *Pinus elliottii* and *Corymbia citriodora* wood species, *BioResources*, 14(2), 2773-2783. DOI: 10.15376/biores.14.2.2773-2783.
- Matveeva, R.N., Butorova, O.F., Bratilova, N.P., (2003), Useful properties and methods of reproduction of *Pinus sibirica* (Krasnoyarsk: SibGTU) p 154.
- Palermo, G.P.M., Latorraca, J.V.F., Moura, L.F., Nolasco, A.M., Carvalho, A.M., Garcia, R.A., (2014), Surface roughness of heat treated *Eucalyptus grandis* wood, *Maderas. Ciencia y tecnolog í*, 16(1), 3-12: DOI: 10.4067/S0718-221X2014005000001.
- Perçin, O., Uzun, O., Saçlı, C., (2016), Determination of the some physical properties and surface roughness of heat-treated oak (*Quercus petraea* L.) wood, IFC2016 International Furniture Congress 13-15 October 2016, 359-363.
- Priadi, T., Hiziroglu, S., (2013), Characterization of heat-treated wood species, *Materials and Design*, 49: 575-582. DOI: 10.1016/j.matdes.2012.12.067.
- Rogachev, A.D., Salakhutdinov, N.F., (2015), Chemical composition of *Pinus sibirica* (Pinaceae), *Chemistry & Biodiversity*, 12: 1-53.
- Salca, E.A., Hiziroglu, S., (2014), Evaluation of hardness and surface quality of different wood species as function of heat treatment, *Materials and Design*, 62: 416-423. DOI: 10.1016/j.matdes.2014.05.029.
- Sarkhad, M., Ishiguri, F., Nezu, I., Tumenjargal, B., Takahashi, Y., Baasan, B., Chultem, G., Ohshima, J., Yokota, S., (2020), Preliminary evaluation for quality of dimension lumber in four common softwoods in Mongolia, *Journal of Wood Science*, 66: 72. DOI: 10.1186/s10086-020-01919-7.
- Shikov, A.N., Makarov, V.G., Ryzhenkov, V.E., (2004), Plant fixed oils and oil extracts: technology, standardization, properties, Russian Doctor, Moscow.
- Söğütlü, C., (2005), Bazı faktörlerin zımparalanma ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğüne etkisi, *Politeknik Dergisi*, 8(4), 345-350.
- Söğütlü, C., Nzokou, P., Koc, I., Tutgun, R., Döngel, N., (2016), The effects of surface roughness on varnish adhesion strength of wood materials, *Journal of Coatings Technology and Research*, 13(5), 863-870. DOI: 10.1007/s11998-016-9805-5.
- Şanıvar, N., Zorlu, İ., (1980), Ağaçşleri Gereç Bilgisi Temel Ders Kitabı, Mesleki Ve Teknik Öğretim Kitapları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları No: 43, 472 sayfa.
- Wang, C., (2011), Study on the introduction and seed origin experiment of *Pinus sibirica*, Thesis for M.S., Northeast Forestry University, Supervisor: Jiang J., p. 1-7.
- Zhuk, E.A., Goroshkevich, S.N., (2012), Factors of intraspecies variation of Siberian stone pine in latitudinal and altitudinal transects, *Khvoynyye Borealnoy Zony*, 27(3-4), 61-66.