



ISIL İŞLEM UYGULANMIŞ ORTA YOĞUNLUKLU LİF LEVHANIN(MDF) YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNE ARAŞTIRMA

Ferhat ÖZDEMİR^{1*}, Seher YILDIRIM¹

¹Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Kahramanmaraş

*Sorumlu yazar: ferhatozd@ksu.edu.tr

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Gelis 29 Mart 2017

Düzeltilmelerin Gelişi 28 Nisan 2017

Kabul 28 Nisan 2017

ÖZET: Bu çalışmanın amacı orta yoğunluklu levhanın (MDF) yüzey pürüzlülüğü üzerine ısıtma işleminin etkisini araştırmaktır. Ticari olarak üretilen MDF levhalar 170 °C 190 °C ve 210 °C de kurutma fırınında ısıtma işlemi uygulanmıştır. Isıtma işleminin her bir sıcaklık parametresi için 15, 30 ve 45 dakika belirlenmiştir. Levhaların yüzey pürüzlülüğü testleri ISO 4287' ye göre ölçülmüştür. Test örneklerinin ortalama pürüzlülük (R_a), on nokta pürüzlülük ortalama değeri (R_z) ve en büyük pürüzlülük değeri (R_{max}) Marsurf M300 cihazı ile iğne taramalı yöntemle ölçülmüştür. Sıcaklık ve sürenin artması ile MDF levhalarının yüzey pürüzlülüğünün iyileştiği tespit edilmiştir. 210 °C ve 45 dakika ısıtma işlemi görmüş levhalar R_a 3.57, R_z 23.28 ve R_{max} 27.28 μm değerleri ile en pürüzsüz yüzeye sahip oldukları saptandı. Sonuçlar, sıcaklığın ve sürenin artması ile MDF levhaların yüzey pürüzlülüğünün olumlu etkilendiğini ortaya çıkarmıştır.

Anahtar Kelimeler: MDF, ısıtma işlemi, yüzey pürüzlülüğü

A RESEARCH ON SURFACE ROUGHNESS OF HEAT TREATED MEDIUM DENSITY FIBERBOARD (MDF)

ARTICLE INFO

Research Article

Received 29 March 2017

Received in revised form 28 April 2017

Accepted 28 April 2017

ABSTRACT: The objective of this study was to investigate the effects of heat treatment on the surface roughness of medium density fiberboard (MDF) panels with 8 mm thickness. Commercially manufactured MDF panels were applied with heat treatment at 170, 190, and 210 °C with 15, 30 and 45 minute in the oven, respectively. The surface roughness of the panels was measured in accordance with ISO 4287. The average roughness (R_a), ten point average roughness value (R_z) and maximum surface roughness (R_{max}) were measured by using Marsurf M300 test device with the stylus method. MDF boards with increasing temperature and time have been found to improve the surface roughness. Samples applied

heat treatment with 45 min at 210 °C had the smoothest surface with R_a 3.57, R_z 23.28 and R_{max} 27.28 μm , respectively. Results revealed that the surface quality of the MDF panels improved with increasing heat treatment and duration.

Keywords: MDF, heat treatment, surface roughness

GİRİŞ

Günümüzde en hızlı büyüyen ahşap esaslı kompozit panel üretim sektörü orta yoğunluklu lif levhadır (MDF). MDF' nin tercih edilme nedenleri fiziksel özelliklerinin ve mekanik direnç değerlerinin iyi olması, masif ağaç malzeme gibi işlenebilmesi, homojen yapıda olması, teknolojik özelliklerinin anizotrop yapıdaki oduna oranla üç yönde daha düzenli olması, direnç özelliklerinin iyileştirilebilir ve yüzey özelliklerinin düzgün olmasıdır. Bu sebeple mobilya endüstrisi başta olmak üzere birçok kullanım alanında tercih edilmektedir (Ayrılmış, 2000). Ancak kolay yanabilmesi ve tutuşabilmesi (Özkaya et al., 2007; Yıldız 2002) mantar, bakteri ve böcek gibi zararlıların bozundurucu etkisine maruz kalması, higroskopik özellik göstermesi gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajları avantaja dönüştürmek ve bazı özelliklerini de geliştirmek için lif levhaları bazı işlemlerden geçirmek gereklidir. Lif levhaların boyutsal stabilitesini ve dayanıklılığını iyileştirmek için ısı işlem uygulaması yapılmaktadır.

Isıl işlem, hücre çeperinin polimer bileşiklerinin kimyasal kompozisyonunda kalıcı değişimlerle sonuçlanan fiziksel bir işlemdir. Metodun temel fikri kimyasal reaksiyonların hızlandığı yaklaşık 150 °C' nin üzerindeki sıcaklıklarda ağaç malzemenin ısı ile muamele edilmesidir. Son yıllarda Avrupa'da çeşitli araştırma grupları yalnız ısı, sıcak yağ, higrotermal (buhar, nem ve ısı aynı anda etki ettiği koşul) ve hidrotermal (sıcak su ile elde edilen ısı enerjisinin kullanımı) esaslı ısı işlem metotları geliştirmişlerdir. Bu metotların arasındaki ana farklar ağaç türü, yaş veya kuru olması, rutubet içeriğine göre değişmektedir. Ayrıca bir veya iki işlem safhası, ıslak ve kuru işlem, ısıtma ortamı, koruyucu gaz olarak nitrojen kullanımı, ısıtma ve soğutma safhaları ve uygulama süresi gibi uygulanan işlem şartlarına ve ısı işlem kazancı ve fırını gibi ısı işlem uygulaması için gerekli araçlarına bağlı olarak da değişmektedir (Boonstra, 2008).

Ahşap ve ahşap esaslı levhalar üç ana amaç için ısı işleme tabi tutulmaktadır. Bunlardan birincisi, odunun rutubet alıp vermesini azaltmak, yani oduna boyut stabilizasyonu kazandırmak, ikinci olarak tahrip edici organizmalara karşı odunun biyolojik direncini arttırmak, üçüncü olarak ise ısı işlemle odunda denge rutubet miktarını düşürmek, permeabiliteyi arttırmak, emprenye maddelerinin ve boyama-vernikleme gibi üst yüzey işlemlerinin performansını yükseltmektir (Yıldız, 2002).

Ahşap esaslı levhalara uygulanan ısı muamelesi yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda odunun ısı ile muamelesinin pürüzlülük miktarını azaltarak yüzey kalitesinde iyileşmeye sebep olduğu bildirilmiştir (Ünsal, & Ayrılmış, 2005; Ayrılmış, & Winandy, 2009). Ayrıca masif odunda da Korkut ve ark. (Korkut, et al., 2009). ısı işlemin birçok kullanım amacı için çok önemli olduğunu ve planyalama işleminde kayıpları azaltarak yüksek kaliteli yüzeyler sağladığını belirtmiştir. Isıl işlem uygulamasında sıcak pres kullanımı ile termal olarak muamele edilmiş odunun yüzey pürüzlülüğünün artan pres basıncı ve azalan pres sıcaklığı ile azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum uygulanan pres

sıcaklığı ve basıncının bir sonucu olarak, odun yapısındaki lignin bileşeninin termoplastik bir dönüşüme uğrayarak yüzey tabakasının yoğunluğunun artmasına yol açmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Ünsal et al. 2011).

Yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi mobilya ve dekorasyon endüstrisinde, ürün kalitesine doğrudan etkisi sebebiyle her geçen gün önem kazanmaktadır. Ahşap mobilya endüstrisinde odunun çeşitli alet ve makinelerle işlenmesindeki yöntem farklılıklarının bir sonucu olarak geniş bir aralıkta ortaya çıkan yüzey düzensizliklerinin ölçülebilir ve kontrol edilebilir olması özellikle çok önemlidir (Efe ve ark., 2007). Çünkü yüzeyin düzgün olması mobilyaları son ürün halinde korumak, güzelleştirmek ve ekonomik değerini arttırmak için yapılan çeşitli üst yüzey işlemlerinin başarılı bir şekilde uygulanmasında en önemli etkenlerden birisi olmaktadır (Richter et al., 1995).

Bu çalışmanın amacı 8 mm kalınlıktaki MDF levhalara farklı sıcaklık ve süreler ile ısı işlem uygulamak ve ısı işlemi yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini araştırmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada ısı işlem yapmak için ticari olarak üretilen 8 mm kalınlığında ve $0,79 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğundaki 500×500 mm boyutlarındaki ham 8 mm kalınlıktaki MDF levhalar piyasadan temin edilmiştir.

Metot

MDF Levhalara Isıl İşlem Uygulaması

Yoğunluğu $0,79 \text{ g/cm}^3$ olan $50 \times 50 \times 8$ mm kalınlığında ki MDF levhalara Nüve oven KD 400 tipi kurutma fırınında Tablo 1’de verilen parametrelere uygun olarak ısı işlem uygulanmıştır.

Tablo 1. Deney Parametreleri

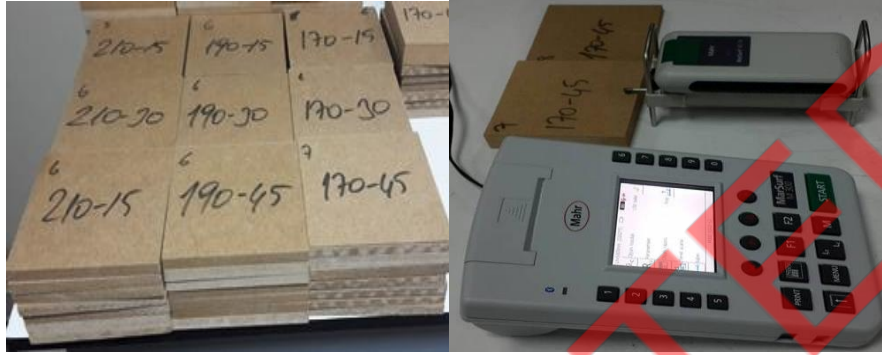
Levha Türü	Süre	Sıcaklık (°C)		
		170	190	210
MDF (8 mm kalınlık)	(dk)	0	0	0
		15	15	15
		30	30	30
		45	45	45

Yüzey Pürüzlülük Ölçümü

Test örnekleri $10 \times 10 \times 8$ mm boyutlarında hazırlanarak, 2 hafta süre ile $65 \pm 5\%$ bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta %12 rutubet derecesine kadar klimatize edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü, cihazın tarama iğnesinin 5 µm çaplı elmas ucunu örnek yüzeyinde aşağı-yukarı hareket ettiren yüzeyde bulunan girinti ve çıkıntıların profili çıkartılmak suretiyle ölçülmektedir. Testler Şekil 1’ de verilen KSU Orman Fakültesinde Marsurf M300 iğne taramalı portatif yüzey ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Test örneklerinin yüzey pürüzlülüğü özelliklerini belirlemek için ISO 4287 standardına (ISO 4287, 1997) uygun şekilde ölçümler yapılmıştır. Profil girintileri ile çıkıntıları arasında bulunan merkez çizgisi ortalama pürüzlülük değerleri

(R_a), on nokta pürüzlülüğü ortalama değeri (R_z) ve en büyük pürüzlülük değeri (R_{max}) değerleri ölçülmüştür. Ölçümler oda sıcaklığında, ölçme hızı 0,5 mm/sn, tarama uzunluğu 12.5 mm. ve sınır dalga boyu, $\lambda_c = 2.5$ mm alınarak yapılmıştır. Her bir parametredeki bir deney levhası için 4 ölçüm yapılmış ve 8 levha tekrarlı olmak üzere toplam 32 ölçüm yapılmıştır. Her 100 ölçüm sonunda cihaz tekrar kalibre edilmiştir.

İstatistik analiz olarak MANOVA çoklu varyans analizi yapılmış, test örnekleri arasındaki farkın $p \leq 0.05$ önemli olması durumunda ise Duncan çoklu ayırım testleri yapılmıştır.



Şekil 1. YüzeY Pürüzlülük Cihazı (Marsurf M300) ve 8 mm MDF Test Örnekleri

BULGULAR VE TARTIŞMA

YüzeY pürüzlülük ölçüm değerlerine ait bulgular

Tablo 2’de 8 mm kalınlığında MDF deneme levhalarının farklı sıcaklıklarda ve farklı sürelerdeki uygulanan ısı muamelesi sonucu elde edilen yüzeY pürüzlülüğü ölçüm değerleri gösterilmektedir.

Tablo 2. 8 mm Kalınlıktaki MDF Levhaların Farklı Sıcaklık ve Sürelerdeki YüzeY Pürüzlülüğü Ölçüm Değerleri

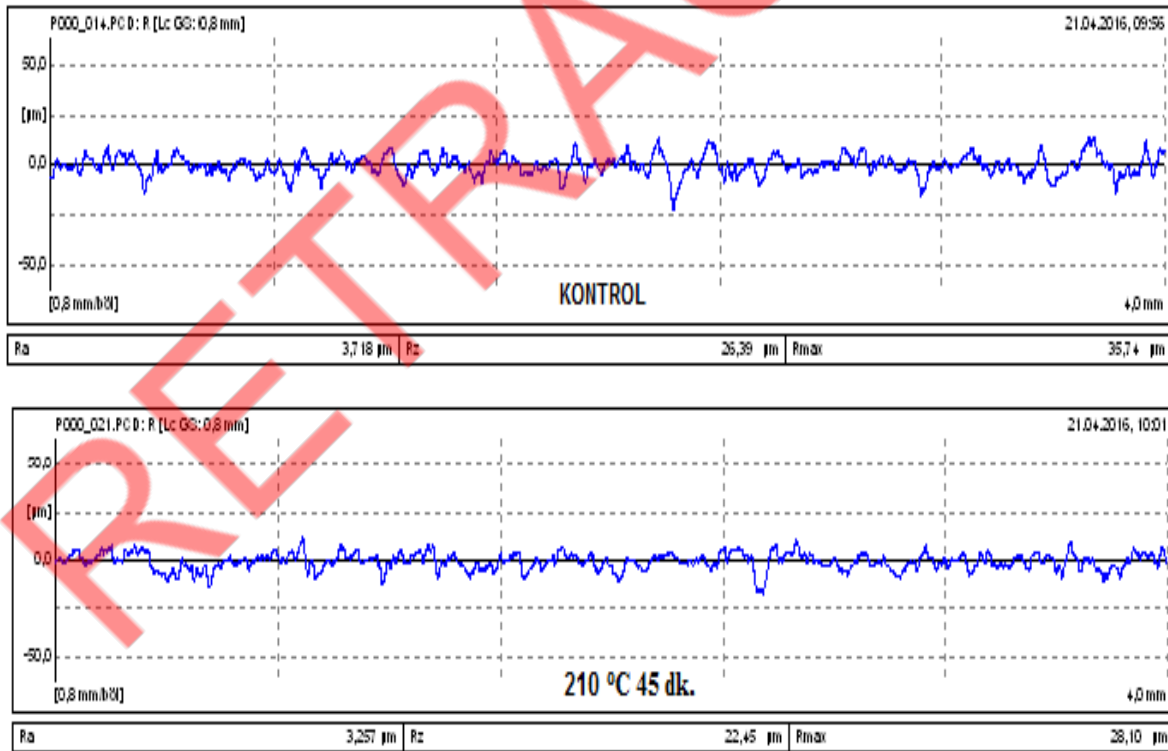
Levha Türü	Süre (dk)		170 °C			190 °C			210 °C		
			R_a	R_z	R_{max}	R_a	R_z	R_{max}	R_a	R_z	R_{max}
MDF 8mm	0	X	4.59	29.42	36.26	4.59	29.42	36.26	4.59	29.42	36.26
		S	(0.24)	(2.19)	(4.38)	(0.24)	(2.19)	(4.38)	(0.24)	(2.19)	(4.38)
	15	X	4.42	27.55	32.17	4.11	26.15	31.44	4.00	25.89	30.97
		S	(0.63)	(2.69)	(3.46)	(0.49)	(3.03)	(3.86)	(0.50)	(2.97)	(3.07)
	30	X	4.33	26.20	31.01	3.88	25.41	30.10	3.84	24.56	28.55
		S	(0.43)	(2.62)	(3.02)	(0.49)	(3.16)	(3.54)	(0.28)	(2.38)	(3.20)
	45	X	4.17	25.61	29.91	3.67	24.70	28.25	3.57	23.28	27.28
		S	(0.50)	(2.86)	(2.89)	(0.49)	(2.61)	(2.96)	(0.43)	(1.50)	(2.86)

* x: Aritmetik ortalama, s: standart sapma, (R_a):pürüzlülük değerleri, (R_z):on nokta pürüzlülüğü (R_{max}): en büyük pürüzlülük ortalama değerleri

Tablo 2’de görüldüğü üzere kontrol örneğine kıyasla tüm parametreler de ısı muamelesi ve sürenin artışına bağılı olarak yüzeY pürüzlülüğü olumlu etkilenmiştir. Kontrol örneklerinde R_a 4.59 μ m R_z 29.42 μ m R_{max} 36.26 μ m bulunmuştur. En iyi sonuçlar 210 °C ve 45 dakika ısı muamelesi yapılan MDF levhalarda R_a 3.57 μ m R_z 23.28 μ m R_{max} 27.28 μ m elde edilmiştir.

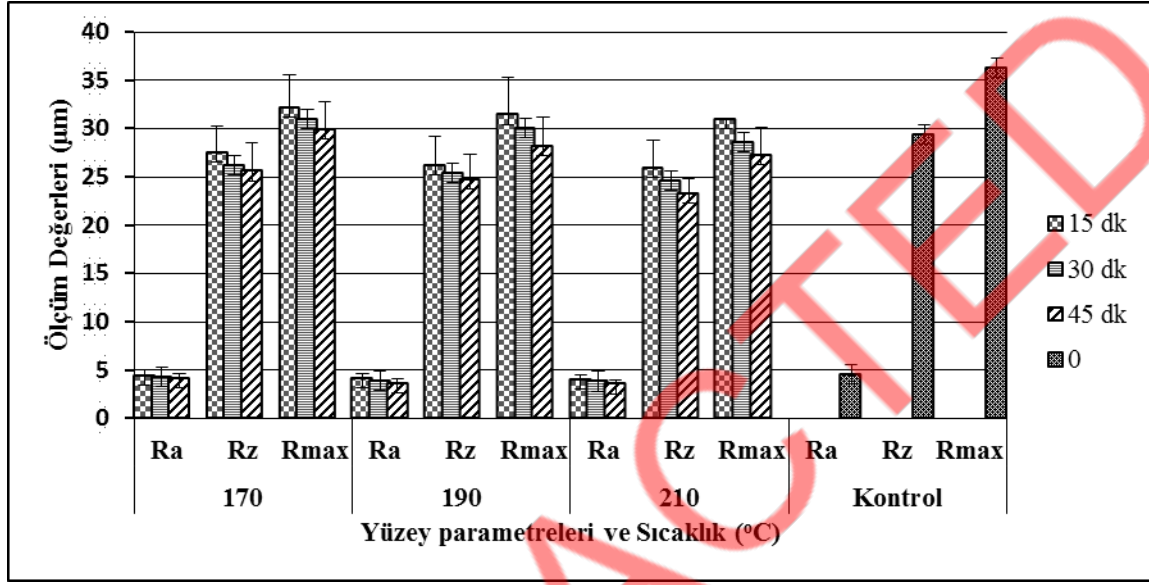
Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde ısı muamelesi ve sürenin artmasına bağlı olarak iyileşme olduğu belirlenmiştir.

Ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a) sırasıyla 210 °C 15 dk %3.70, 30 dk %5.66 ve 45 dk %9.15 kontrol örneğine kıyasla geliştiği bulunmuştur. R_z değerleri 210 °C 15 dk %6.36, 30 dk %10.94 ve 45 dk %12.95 iyileşme gösterirken R_{max} değerleri de kontrol örneğine kıyasla 210 °C 15 dk %11.28, 30 dk %14.48 ve 45 dk %17.51 yüzey pürüzlülük özelliğini geliştirdiği bulunmuştur. 170 ve 190 °C de R_a , R_z ve R_{max} değerleri kontrol örneğine göre artan ısı işlem süresine bağlı 15 ve 30 dakikaya nazaran 45 dakikada daha etkili olmuştur. Sonuçta tüm yüzey pürüzlülüğü parametreleri ısı muamelesi ile geliştiği ve süreye bağlı olarak da gelişmenin arttığı tespit edilmiştir. En iyi sonuçlar 210 °C ve 45 dakika süre ile işlem gören deneme levhalarında elde edilmiştir. Elde edilen R_a , R_z ve R_{max} değerleri önceki çalışmalar ile paralellik göstermiştir. Ayrılmış ve Winandy (2009), MDF levhalara 225 °C de 30 dakika süreyle ısı muamelesi uygulamış ve %37 yüzey pürüzlülüğünde iyileşme olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer çalışmalarda Korkut, Gündüz, Ünsal ile Aydın ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmalarda da elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu bulunmuştur (Ünsal ve ark., 2011; Korku ve ark., 2008; Gunduz ve ark., 2008; Aydın, & Colakoglu, 2002). Ligninin 160 °C üzerindeki sıcaklıklarda termoplastik özellik kazanmaya başlaması ile levha yüzeyinde camsı bir tabaka oluşturarak yüzey yoğunluğunu artırıcı bir etki yapmakta, bu da yüzey pürüzlülüğünü olumlu etkilemektedir. Buna bağlı olarak yüzey yoğunluğunun yüzey pürüzlülüğünü azaltıcı etkiye neden olduğu bilinmektedir. (Nemli ve ark., 2007). Kontrol ve 210 °C' de 45 dk ısı işleme tabi tutulmuş 8 mm kalınlıktaki test örneklerinin yüzey pürüzlülük profilleri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Kontrol ve 210 °C - 45 dk ısı uygulanmış 8 mm kalınlıktaki MDF test örnekleri yüzey pürüzlülük profilleri

Isıl işlem uygulaması, odunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bazılarını kalıcı olarak değiştirebilir. Bunun nedeni ise uygulanan ısıl işlemin selüloz ve hemiselülozun temel yapısını bozmaktan kaynaklanmasıdır. Çünkü odunun fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde hemiselülozun yapısında bulunan OH grupları önemli bir rol oynar. Isıl işleme tabi tutulan odunun yapısında OH gruplarının azalması ile odunun su alma ve kalınlığına şişme gibi fiziksel özellikleri azalır. Bu nedenle ısıl işlem odun ve odun esaslı levhaların higroskopisitesini azaltır ve buna bağlı olarak ta boyutsal stabilizasyonunu geliştirir. Isı uygulamasının 150 °C ulaşması durumunda selüloz ve hemiselülozdaki değişimin başlamasına paralel olarak ısının artması ile hızlanarak yapıdaki bu bozulma devam eder.



Şekil 3. 8 mm kalınlıktaki MDF levhaların sıcaklık ve süreye bağlı olarak yüzey pürüzlülük parametreleri

Şekil 3'te sıcaklık ve süreye bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen değişimler gösterilmektedir. Birçok faktör yüzey pürüzlülüğü üzerine etkili olmaktadır. En başta yıllık halka yapısı, genç odun, olgun odun, yoğunluk, hücre yapısı vb. gibi birçok faktör sayılabilir (Dündar ve ark., 2008). İyi bir yapışma yüzeyi elde etmek için ve ahşap ve ahşap esaslı levhalarda zımparalama ve planya makinesindeki kayıp oranını azaltmak için yüzey pürüzlülüğü önem arz etmektedir. Uygulanan sıcaklık 160 °C nin üzerinde iken odunun yüzeyinde lignin plastikleşmeye başlar ve yüzey pürüzlülüğünün gelişmesine ve olumlu etkilenmesine neden olur (Follrich ve ark., 2006; Ayrilmis & Winandy, 2009).

Isıl işlem uygulanmadığı takdirde odun ve levhanın yüzey pürüzlülüğünü geliştirebilmek için zımparalamak gerekli olacaktır ki yapılan bu işlemde malzemenin kalınlığının azalmasına ve hammadde kaybına neden olacaktır. Isıl işlem yüzey pürüzlülüğünün önemli olduğu ahşap için özellikle de dış mekân mobilyalarında, su ile teması kaçınılmaz olan sauna, oyun parkları, pencere pervazı vb. gibi kullanım yerlerinde, ahşap esaslı levhalar için de özellikle iç mekân mobilyalarında önemli olmaktadır. Bu nedenle de bu işlemi uygulamak önem arz etmektedir. Yapılan istatistik analizde %95 güven düzeyinde yapılan multivariate çoklu varyans analizi P=0,95 olarak hesaplanmıştır. Sıcaklık ve sürenin yüzey pürüzlülüğü üzerine istatistiksel olarak önemli (P>0,05) etkisinin olmadığı bulunmuştur.

SONUÇ

Bu araştırmada 8 mm kalınlıktaki MDF levhalara farklı süreler ile farklı sıcaklıklarda ısı işlem uygulanmış ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre;

1. 8 mm kalınlıktaki MDF levhaların (kalınlık: 8mm.) yüzey pürüzlülüğü üzerine sıcaklığın etkili olduğu ve sıcaklık artışı ile bu etkinin geliştiği tespit edilmiştir. 170 °C ve 190 °C ye kıyasla 210 °C’ de en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilmiştir.
2. Yüzey pürüzlülüğü üzerine ısı uygulama süresinin, 8 mm kalınlıktaki MDF levhalara olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Uygulanan her ısı parametresi için 15 ve 30 dakikaya kıyasla 45 dakika ısı muamelesine tabi tutulan 8 mm kalınlıktaki MDF levhaların yüzey pürüzlülüğü üzerine daha olumlu etkiye sahip olduğu olmuştur.
3. İstatistik değerlendirme sonuçlarına göre sıcaklık-süre ilişkisinin yüzey pürüzlülüğü üzerine önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur, ancak 8 mm kalınlıktaki MDF levhalara uygulanan sıcaklığın ve sürenin yüzey pürüzlülüğü üzerine ayrı ayrı etkisinin olduğu bulunmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No:2016/5-49 YLS

KAYNAKLAR

- Aydin, İ., & Colakoglu, G., (2002). The effects of veneer drying temperature on wettability, Surface roughness and some properties of plywood, 6th European Panel Products Symposium. In Proceedings of the Sixth European Panel Products Symposium, North Wales Conference Centre, Llandudno, October 9–11, North Wales, UK, 60–69.
- Ayrılmış, N. (2000). Ağaç Türünün MDF Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayrılmış, N., & Winandy, J. E., (2009). Effects of post heat-treatments on surface characteristics and adhesive bonding performance of medium density fiberboard, *Materials and Manufacturing Processes*, 24, 594-599.
- Boonstra, M. J. (2008). A two-stage thermal modification of wood. Ph.D. dissertation in cosupervision Ghent University and Universite Henry Poincare – Nancy, 1. 297 p. ISBN 978-90-5989-210-1.
- Dündar, T., As, N., Korkut, S., & Unsal, Ö., (2008). The effect of boiling time on the surface roughness of rotary-cut veneers from oriental beech (*Fagus orientalis* L.), *J. Mater. Process. Tech.*, 199, 119-123.
- Efe, H., Gürleyen, L., & Budakçı, M., (2007). Akasya odununda kesiş yönü ve kesici sayısının yüzey pürüzlülüğü ve yapışma direncine etkisi, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 7(1), 13-32.
- Follrich, J., Muller, U., & Gindl, W., (2006). Effects of thermal modification on the adhesion between spruce. wood (*Picea abies* Karst.) and a thermoplastic polymer, *Holz Roh-Werkst*, 64, 373–376.

- Gunduz, G., Korkut, S., &Korkut, D.S., (2008). The effects of heat treatment on physical and technological properties and surface roughness of Camiyani Black Pine (*Pinus nigra Arn. subsp. pallasiana var. pallasiana*) wood, Bioresource Technology, 99, 2275–2280.
- ISO 4287 (1997). Geometrical Product Specifications Surface Texture Profile Method Terms. Definitions and Surface Texture Parameters, International Standart Organization.
- Korkut, D.S., Korkut, S., Bekar, İ., Budakçi, M., Dilik, T., &Çakıcıer, N., (2008). The effects of heat treatment on the physical properties and surface roughness of turkish hazel (*Corylus colurna L.*) Wood, Int. J. Mol. Sci., 9(9), 1772-1783.
- Korkut. S., Alma. M.H., &Elyıldırım. Y. K., (2009). The effects of heat treatment on physical and technological properties and surface roughness of European Hophornbeam (*Ostrya carpinifolia Scop.*) wood, African Journal of Biotechnology. 8(20), 5316-5327.
- Nemli, G., Aydın, I., &Zekoviç, E. (2007). Evaluation of some of the properties of particleboard as function of manufacturing parameters, Materials and Design 28 (4), 1169-1176.
- Özkaya. K., Ilce. C.A., Burdurlu. E., &Aslan. S., (2007). The effect of potassium carbonate, borax and wolmanit on the burning characteristics of Oriented Strandboard (OSB), Construction and Building Materials. 1457-1462.
- Richter. K., Feist. W.C., &Knaebe. M.T., (1995). The Effect of surface roughness on the performance of finishes, Forest Products Journal, 45(7), 91-97.
- Ünsal. Ö., &Ayrılmış. N., (2005). Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated Turkish river red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) wood, Journal of Wood Science. 51, 405–409.
- Ünsal. Ö., Candan. Z., &Korkut. S., (2011). Wettability and roughness characteristics of modified wood boards using a hot-press, Industrial Crops and Products. 34, 1455-1457.
- Yıldız. S. (2002). Physical, mechanical, technological, and chemical properties of *Fagus orientalis* and *Picea orientalis* wood treated by heating, PhD thesis, Blacksea Technical University, Trabzon, Turkey, p 245.
- Yildiz, S., (2002). Physical, mechanical, technological and chemical properties of beech and spruce wood treated by heating, Ph.D. Thesis, Black Sea Technical University, Trabzon, Turkey.