

Higrotermal yaşlandırmanın, MDF ve yonga levhalarda renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve vida çekme direncini üzerine etkisinin incelenmesi

Investigation of the effect of hygrothermal aging on color change, surface roughness and screw direct withdrawal resistance of MDF and particleboards

Emre BİRİNCİ¹

¹ Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kastamonu

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Emre BİRİNCİ
ebirinci@kastamonu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

16.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

19.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Birinci, E. (2022). Higrotermal yaşlandırmanın, MDF ve yonga levhalarda renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve vida çekme direncini üzerine etkisinin incelenmesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 172-177. DOI: 10.17568/ogmoad.1088764

Öz

Higrotermal yaşlandırma ile ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin uzun süreli kullanım performansının belirlenebilmesi mümkündür. Bu çalışmada higrotermal yaşlandırmanın, MDF ve sunta levhalarda renk, yüzey pürüzlülüğü ve vida çekme direnci üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 50×50 mm boyutlarında hazırlanan test örnekleri, 2 hafta boyunca 65±5% bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklıkta klimatize edilmiştir. Higrotermal yaşlandırma için numuneler saf su ile doldurulmuş 20 °C sıcaklıktaki su banyosunda 30 gün boyunca bekletilmiştir. Numunelerin renk ölçümleri ASTM-D 2244-2 standardına göre Konica Minolta marka spektrofotometre kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü testleri ISO 4287 standardına göre Tokyo Seimitsu Accretech Handysurf E-35 B iğne taramalı portatif yüzey ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Vida çekme direnci testleri TS EN 13446 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Test sonuçlarına göre higrotermal yaşlandırmanın vida çekme direncini düşürücü bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Higrotermal yaşlandırma ile birlikte test örneklerinin kontrol örneklerine göre toplam renk değişimlerinin arttığı, anlaşılmıştır. Higrotermal yaşlandırma testine tabi tutulmuş MDF ve sunta levhaların kontrol örneklerine göre daha düşük vida çekme direncine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Higrotermal yaşlandırma, renk, yüzey pürüzlülüğü, vida çekme direnci

Abstract

It is possible to determine the long-term use performance of wood and wood-based materials with hygrothermal aging. In this study, it was basically aimed to investigate the effect of hygrothermal aging on the color, surface roughness and screw withdrawal resistance of MDF and particleboard. For this purpose, the test specimens prepared in 50×50 mm dimensions were climatized at 65±5% relative humidity and 20±2 °C for 2 weeks. For hygrothermal aging, the samples were kept in a water bath filled with distilled water at 20 °C for 30 days. Color measurements of the samples were carried out using a Konica Minolta brand spectrophotometer according to ASTM-D 2244-2 standard. Surface roughness tests were performed with Tokyo Seimitsu Accretech Handysurf E-35 B needle scanning portable surface measuring device according to ISO 4287 standard. Screw direct withdrawal resistance tests were carried out in accordance with the TS EN 13446 standard. According to the test results, it was determined that hygrothermal aging has a decreasing effect on the screw direct withdrawal resistance. It was understood that the total color changes of the test samples increased with hygrothermal aging compared to the control group. It has been determined that MDF and particleboard boards subjected to hygrothermal aging test have lower screw direct withdrawal resistance than control samples.

Keywords: Hygrothermal aging, Color, Surface roughness, Screw direct withdrawal resistance



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Dünya nüfusunun hızla artması, ahşap ve ahşap ürünlerine olan talebin artmasına neden olmuştur. Bu nedenle ormanlar üzerindeki baskı son yıllarda önemli ölçüde artış göstermiştir. Bu baskının azaltılabilmesi için hizmet ömrünü tamamlamış, yakacak odun olarak ayrılmış, üretim artışı olan vb. ahşap malzemelerin yeniden değerlendirilmesi gündeme gelmiştir. Bu maksatla mühendislik ürünü ahşap malzemeler geliştirilmiş ve kullanımı yaygınlaşmıştır. Günümüzde en çok kullanılan mühendislik ürünü ahşap malzemelerin başına MDF (orta yoğunlukta lif levha) ve yonga levhalar gelmektedir.

MDF ve yonga levhalar günümüzde mobilya endüstrisinde en çok kullanılan levha türleridir. Bu levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesi, üretilen mobilya vb. ürünlerin kullanım yerlerinde karşılaşılabilecek yüklerle karşı nasıl bir davranış sergileyeceğinin belirlenmesinde önem arz etmektedir (Göker ve ark., 2004; Kasal, 2007).

Mobilya endüstrisinde en yaygın kullanılan bağlantı elemanlarının başında vidalar gelmektedir. Mobilya vb. ürünlerin toplam dayanımının belirlenmesi için MDF ve yonga levhaların vida tutma kapasitelerinin bilinmesi gerektiği literatürde belirtilmektedir (Yörür ve ark., 2017; Tor, 2019).

Piyasada yüzeyi kaplanmamış olarak kullanılan MDF ve yonga levhaların yüzey pürüzlülüğü, renk gibi özelliklerinin bilinmesi, uzun süreli kullanım sırasında rutubet ile birlikte yüzey özelliklerinin değişiminin belirlenmesi ürünün tercih edilme kabiliyetini artırmak açısından önemlidir. Genel olarak yüzey pürüzlülük derecesi, ağaç türü, partikül boyutu, lif / yonga dağılımı gibi hammadde özelliklerinin ve pres parametreleri, reçine içeriği, yüzey yoğunlaştırması ve panellerin zımparalama prosesi dahil üretim değişkenlerinin bir fonksiyonudur. Akustik emisyon, pnömatik, lazer ve kalemi içeren kompozit panellerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için çeşitli yöntemler vardır (Nemli ve ark., 2005; Hızıroğlu ve Kosonkorn, 2006; Davim ve ark., 2009; Şahin ve Arslan, 2011).

Higrotermal yaşlandırma işlemi, MDF ve yonga levhaların uzun süreli kullanım performansının belirlenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Higrotermal yaşlandırma işleminin MDF ve yonga levhalar üzerinde etkilerini belirlemek için literatürde soğuk suda bekletme, kaynatma, termal şok, klima kontrollü oda kullanımı gibi birçok yöntem mevcuttur (Xu ve ark., 2015; Karamanoğlu ve Kaymakçı, 2018).

Bu çalışmada temel olarak higrotermal yaşlandırmanın ticari olarak üretilen ve yüzeyi kaplanmamış MDF ve yonga levhalarda renk, yüzey pürüzlülüğü ve vida çekme direnci üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Levha türü

Çalışma kapsamında Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından üretilen 18 mm kalınlığında ham MDF (0,75 gr/cm³) ve yonga levhalar (0,56 gr/cm³) temin edilmiştir. Yonga levhaların üretiminde %35 oranında karaçam (*Pinus nigra*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) karışımı, %25 meşe (*Quercus ssp.*), %40 kavak (*Populus nigra*) ve kavak kapağından elde edilmiş yonga kullanılmıştır. Levhalar, TS EN 320 ve TS EN 13446 standartlarına göre 50x50 mm boyutlarında hazırlanmıştır. 2 hafta süre ile 65±5% bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklıkta klimatize edilmiştir.

Kesilen levhalar içerisinden kusursuz olan 100 adet MDF ve 100 adet yonga levha numune seçilmiştir. Numunelerin yarısı (50 adet MDF ve 50 adet yonga levha) vida çekme direnci testlerinin uygulanabilmesi için ayrılmıştır. Diğer yarısının ise yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ağırlıkları ve kalınlıkları ölçülmüş numuneler 103±2°C sıcaklıktaki fırında ağırlıkları değişmez hale gelene kadar bekletilmiştir.

2.2. Higrotermal yaşlandırma

Higrotermal yaşlandırma için numuneler saf su ile doldurulmuş 20°C sıcaklıktaki su banyosunda 30 gün boyunca bekletilmiştir. Higrotermal yaşlandırma işlemi ASTM D 570 standardının kısmi modifikasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Higrotermal yaşlandırma işleminin ardından ağırlıkları ve kalınlıkları ölçülmüştür.

Ölçümlerin ardından numuneler 60°C'deki fırında 3 gün süre ile bekletilmiştir. Fırından çıkarılan örnekler 2 hafta süre ile 65±5% bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklıkta iklimlendirme kabini içinde klimatize edilmiştir.

2.3. Yüzey pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü testleri Tokyo Seimitsu Accretch Handysurf E-35 B iğne taramalı portatif yüzey ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Şekil 1a). Test örneklerinin yüzey pürüzlülüğü özelliklerini belirlemek için ISO 4287 (2015) standardına uygun şekilde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümler oda sıcaklığında, ölçme hızı 0,5 mm/sn, tarama uzunluğu 12,5 mm ve sınır dalga boyu, $\lambda_c = 0,25$ mm

olacak şekilde yapılmıştır. Her bir numune üzerinde 10 tekrarlı ölçüm gerçekleştirilmiştir.

2.4. Renk ölçümü

Numunelerin renk ölçümleri ASTM D2244 - 02 (2002) standardına göre Konica Minolta marka spektrofotometre kullanılarak higrotermal işlem öncesi ve sonrası aynı nokta üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1b). CIEL*a*b* renk sisteminde; renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L*, a*, b* renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Değişimin, rengin hangi tonunda etkili olduğunu belirlemek amacıyla kırmızı renk tonu (+a*), sarı renk tonu (+b*) ve ışıklılık değeri / renk parlaklığı (L*) değerleri birbirinden bağımsız olarak incelenmiş ve toplam renk değişimi Formül 1'e göre hesaplanmıştır.

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

Burada , toplam renk değişimini; siyah – beyaz renk değişimini; , kırmızı – yeşil renk değişimini , sarı – mavi renk değişimini ifade etmektedir.



Şekil 1. Tokyo Seimitsu Accretech Handysurf E-35 B iğne taramalı portatif yüzey ölçüm cihazı (a), Konica Minolta spektrofotometre (b).

Figure 1. Tokyo Seimitsu Accretech Handysurf E-35 B needle scanning portable surface measuring instrument (a), Konica Minolta spectrophotometer (b).

2.5. Su alma ve kalınlığına şişme

Higrotermal yaşlandırma testi ile birlikte numunelerin su alma ve kalınlığına şişme değerleri de belirlenmiştir (TS EN 317). Numunelerin ağırlıkları 0,01 gr hassasiyetle, kalınlıkları ise 0,001 mm hassasiyetle Mitutoyo marka dijital mikrometre ile ölçülmüştür. Her levha türü için 10 adet numune test edilmiştir. Numunelerin su alma Formül 2'ye ve kalınlığına şişme oranları Formül 3'e göre hesaplanmıştır.

$$SA = \frac{A_1 - A_0}{A_1} \times 100 \quad (2)$$

Burada SA, su alma oranını (%); A₀, su alma öncesi ağırlığı (gr); A₁, su alma sonrası ağırlığı (gr) ifade etmektedir.

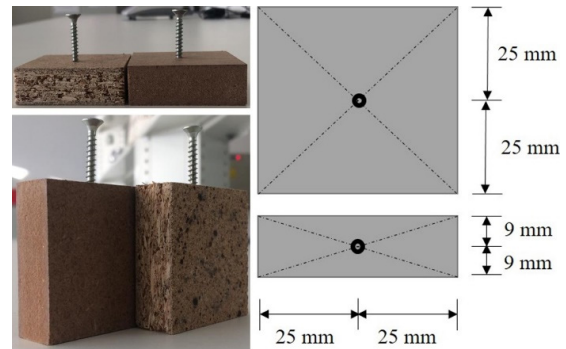
$$K\mathcal{S} = \frac{K_1 - K_0}{K_1} \times 100 \quad (3)$$

Burada KŞ, kalınlığına şişme oranını (%); K₀, su alma öncesi kalınlığı (mm); K₁, su alma sonrası kalınlığı (mm) ifade etmektedir.

2.6. Vida çekme direnci

Vida çekme direnci testleri TS - EN 13446 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Vida çekme direnci testleri Shimadzu AGIC/20/50KN Universal test cihazında gerçekleştirilmiştir. Her grup levha için 15'er adet numune test edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan tüm vidalar paslanmaz çelikten imal edilmiş ve çinko kaplıdır. Vidaların ana çapları 4,0 mm ve uzunlukları 35 mm'dir. Vidalamadan evvel malzeme üzerine tam merkezden olacak şekilde vida çapının %80'i çapında pilot deliği açılmıştır (Şekil 2). Numunelerin hem yüzeyinden hem de kenarında vidalama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi için IBM SPSS 23.0 paket programından yararlanılmıştır. Sonuçlar arasındaki farklılıkları belirleyebilmek için eşleştirilmiş t-testi uygulanmıştır.



Şekil 2. Vida çekme direnci numune boyutları
Figure 2. Screw withdrawal resistance sample dimensions

3. Bulgular

Tablo 1'de MDF levhalarda, Tablo 2'de ise yonga levhalarda higrotermal yaşlandırma işleminin vida çekme, yüzey pürüzlülüğü ve renk özellikleri üze-

rine etkisinin incelendiği eşleştirilmiş t-testi sonuçları görülmektedir. Tablo 1 ve Tablo 2’de incelenen tüm özellikler higrotermal yaşlandırma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı değişiklik göstermiştir ($p < 0,01$), yalnızca Tablo 1’de incelenen renk değeri “a” üzerinde higrotermal yaşlandırmanın istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi tespit edilememiştir

($p=0,166$).

3.1. Yüzey pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde MDF’lerde Ra %50,65 ve Rz %39,36 artış göstermiştir. Yonga levhalarda ise Ra %3,39 ve Rz %21,78 artış göstermiştir.

Tablo 1. MDF’lerin higrotermal yaşlandırma öncesi ve sonrası özellikleri (t-testi sonuçları)
Table 1. Properties of MDFs before and after hygrothermal aging (t-test results)

| Özellik | Higrotermal Yaşlandırma | Ortalama | Standart sapma | t | p |
|--------------------------|-------------------------|----------|----------------|---------|---------------------|
| <i>Vida çekme</i> | | | | | |
| Yüzey | Öncesi | 1406,2 | 235,4 | 8,815 | 0,000 |
| | Sonrası | 640,3 | 53,8 | | |
| Kenar | Öncesi | 1044,0 | 182,6 | 11,689 | 0,000 |
| | Sonrası | 359,1 | 41,0 | | |
| <i>Yüzey pürüzlülüğü</i> | | | | | |
| Ra (μm) | Öncesi | 2,65 | 0,36 | -19,645 | 0,000 |
| | Sonrası | 5,37 | 0,95 | | |
| Rz (μm) | Öncesi | 21,21 | 2,74 | -19,631 | 0,000 |
| | Sonrası | 34,98 | 4,39 | | |
| Rsm (μm) | Öncesi | 295,97 | 62,88 | -10,562 | 0,000 |
| | Sonrası | 499,12 | 134,34 | | |
| <i>Renk</i> | | | | | |
| ΔE | | 6,46 | 1,85 | 1,167 | 0,000 |
| L* | Öncesi | 52,32 | 0,88 | 9,864 | 0,000 |
| | Sonrası | 47,08 | 2,89 | | |
| a* | Öncesi | 8,07 | 0,19 | 1,419 | 0,166 ^{ns} |
| | Sonrası | 7,92 | 0,49 | | |
| b* | Öncesi | 17,02 | 1,02 | -8,330 | 0,000 |
| | Sonrası | 19,53 | 0,85 | | |

ns: non-significant (önemsiz) ($p > 0,05$)

Tablo 2. Yonga levhaların higrotermal yaşlandırma öncesi ve sonrası özellikleri (t-testi sonuçları)
Table 2. Properties of particleboards before and after hygrothermal aging (t-test results)

| Özellik | Higrotermal Yaşlandırma | Ortalama | Standart sapma | t | p |
|---|-------------------------|----------|----------------|---------|-------|
| <i>Vida çekme (N/mm^2)</i> | | | | | |
| Yüzey | Öncesi | 856,5 | 99,7 | 14,475 | 0,000 |
| | Sonrası | 354,4 | 31,4 | | |
| Kenar | Öncesi | 683,7 | 116,8 | 13,639 | 0,000 |
| | Sonrası | 225,1 | 38,2 | | |
| <i>Yüzey pürüzlülüğü (μm)</i> | | | | | |
| Ra | Öncesi | 9,86 | 2,28 | -9,048 | 0,000 |
| | Sonrası | 14,11 | 2,36 | | |
| Rz | Öncesi | 65,64 | 12,74 | -7,536 | 0,000 |
| | Sonrası | 83,92 | 11,86 | | |
| Rsm | Öncesi | 648,93 | 144,80 | -5,298 | 0,000 |
| | Sonrası | 782,27 | 137,02 | | |
| <i>Renk</i> | | | | | |
| ΔE | | 13,16 | 2,20 | 1,462 | 0,000 |
| L* | Öncesi | 56,21 | 1,30 | 28,336 | 0,000 |
| | Sonrası | 43,38 | 2,28 | | |
| a* | Öncesi | 6,52 | 0,43 | -18,535 | 0,000 |
| | Sonrası | 7,94 | 0,38 | | |
| b* | Öncesi | 19,60 | 0,95 | -5,518 | 0,000 |
| | Sonrası | 21,14 | 1,20 | | |

3.2. Renk değişimi

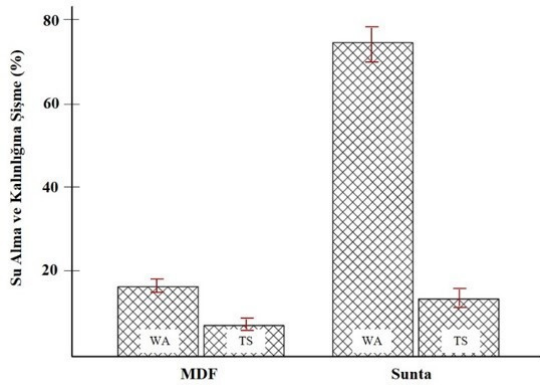
Toplam renk değişimleri incelendiğinde higrotermal yaşlandırma işlemi ile MDF'de %6,46, yonga levhalarda ise %13,16 azalma meydana geldiği ve her iki levhanın renginin koyulaştığı ancak yonga levhaların renginin MDF'ye göre daha çok değiştiği grlmuştur.

3.3. Su alma ve kalınlığına şişme

MDF ve yonga levhaların su alma ve kalınlığına şişme grafikleri Şekil 3'te görülebilir. Yon- ga levhalar (%72,65) MDF levhalara göre (%16,19) yaklaşık 5 kat daha fazla su tutmuştur. Ayrıca yon- ga levhalar (%13,32), MDF levhalara göre (%7,21) yaklaşık 2 kat daha fazla kalınlık yönünde şişme eğilimi göstermiştir.

3.4. Vida ekme direnci

Tablo 1 ve 2'deki vida çekme direnci sonuçları in- celendiğinde, higrotermal yaşlandırma işleminin MDF levhalarda yüzeyden vida çekme direncini %54,47, kenardan vida çekme direncini ise %65,60 oranında azalttığı ortaya çıkmıştır. Yon- ga levha- larda ise yüzeyden vida çekme direncini %58,62, kenardan vida çekme direncini ise %67,07 azalttığı bulunmuştur.



Şekil 3. MDF ve yonga levhaların su alma (WA) ve kalınlığına şişme (TS) yüzdeleri
Figure 3. Percentages of water absorption (WA) and thickness swelling (TS) of MDF and particleboards

4. Tartışma ve Sonuç

Ticari olarak üretilmiş olan MDF ve yonga levha- ların su alma ve kalınlığına şişme test sonuçlarının literatür ile uyumlu olduğu grlmuştur (Odabaş Serin ve Usta, 2010; İstek ve ark., 2015; Bardak, 2018; Sıradağ ve ark., 2018).

Vida ekme direncindeki azalmanın sebebinin MDF ve yonga levhalarda rutubet ile birlikte yapış-

ma kabiliyetinin düşmesi olduğu düşünülmektedir (Candan ve Akbulut, 2015; Leng ve ark., 2017; Ra- jak ve Eckelman, 1993; Yrr ve ark., 2020).

Yonga levhalarda MDF'lere göre toplam renk değişiminin daha fazla olmasının nedeninin yonga levhalardaki yonga parçaları içerisindeki ekstraktif maddelerin suda çözünmesi olduğu dşnlmekte- dir (Şahin ve Arslan, 2011; Battegazzone ve ark., 2018; Karamanoğlu ve Kaymakçı, 2018; zliusoylu ve ark., 2018).

Bu sonuçlara göre higrotermal yaşlandırma işlemi- nin her iki levha türünde de yüzey przsllğn artırııcı bir etki yaptığını göstermektedir. Ayrıca higrotermal yaşlandırma işleminin MDF'lerin yüzey przsllğn yonga levhalara çok daha fazla etkilediği anlaşılmaktadır. MDF'lerin yüzeylerinin yonga levhalara göre daha pürüzsüz olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun temel nedeninin presleme Őartları, partikül boyutu gibi parametre- lerin olduğu bilinmektedir. Hızıroğlu ve Koson- korn'un (2006) yaptığı çalışma bu sonucumuzu desteklemektedir.

Higrotermal yaşlandırma işleminin MDF ve yon- ga levhalarda vida çekme direncini önemli lde azalttığı tespit edilmiştir. Higrotermal yaşlandır- ma işlemi ile yonga levhalarda MDF'ye göre daha fazla renk değişimi gerçekleşmiştir. Bu konuda daha kapsamlı araştırmaların yapılması tarafımız- dan önerilmektedir.

Açıklama

Bu alışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi'nde szli bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

ASTM D 2244-02, 2002. Standard practice for calcu- lation of color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates. ASTM In- ternational, West Conshohocken, USA. [https://www. astm.org/](https://www.astm.org/)

ASTM D 570-98, 2018. Standard Test Method for Water Absorption of Plastics. ASTM International, West Cons- hohocken, USA. <https://www.astm.org/>

Bardak, T., Szen, E., 2018. Yonga Levha ve Lif levha- ların su alma davranışlarının dijital grnt korelasyon (DGK) yntemi ile karakterize edilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 20(3): 525-534.

Battegazzone, D., Alongi, J., Duraccio, D. Frache, A., 2018. All natural high-density fiber- and particleboards

- from hemp fibers or rice husk particles. *Journal of Polymers and the Environment*, 26: 1652-1660.
- Candan, Z., Akbulut, T., 2015. Physical and mechanical properties of nanoreinforced particleboard composites. *Maderas Ciencia y Tecnologia* 17(2), 314-334.
- Davim, J.P., Clemente, V.C., Silva, S., 2009. Surface roughness aspects in milling MDF (medium density fibreboard). *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 40(1-2): 49-55.
- Göker, Y., Akbulut, T., Ayrılmış, N., 2004. Türkiye' de üretilen MDF levhaların teknolojik özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 54(1A): 13-36.
- Hızıroğlu, S., Kosonkorn, P., 2006. Evaluation of surface roughness of Thai medium density fiberboard (MDF). *Building and Environment* 41: 527-533.
- ISO 4287, 2015. Geometrical product specifications (gps) — surface texture: profile method — terms, definitions and surface texture parameters. Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/>
- İstek, A., Muğla, K., Yazıcı, H., 2015. Mobilya üretiminde kullanılan ticari MDF levhaların özellikleri. *Selçuk University Journal of Engineering Sciences*, Özel Sayı-1, UMK-2015: 333-343.
- Kasal, A., 2007. Bazı masif ve kompozit ağaç malzemelerin kavala tutma performanslarının belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi* 22(3): 387-397.
- Karamanoğlu, M., Kaymakçı, A., 2018. Higrotermal yaşlandırma işleminin ısı işlem görmüş kestane odununun renk ve sertlik özellikleri üzerine etkisi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi* 1(1): 31-37.
- Leng, W., Hunt, J.F., Tajvidi, M., 2017. Screw and nail withdrawal strength and water soak properties of wet-formed cellulose nanofibrils bonded particleboard. *Bio-Resources* 12(4): 7692-7710.
- Nemli, G., Öztürk, İ., Aydın, İ., 2005. Some of the parameters influencing surface roughness of particleboard. *Building and Environment* 40(10): 1337-1340.
- Odabaş Serin, Z., Usta, M., 2010. Melez kavak (*Populus euramericana* I-214) liflerinin suksinik anhidritle modifikasyonu: II. üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen MDF'lerin fiziksel ve mekanik özellikleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 12(18): 61-66.
- Özlüsoy, İ., İstek, A., Can, A., 2018. Silan ve parafin ilavesinin lif levhaların bazı yüzey özellikleri üzerine etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 20(3): 509-518.
- Rajak, Z.I.B.H.A., Eckelman, C.A., 1993. Edge and face withdrawal strength of large screws in particleboard and medium density fiberboard. *Forest products journal* 43(4): 25.
- Sıradağ, H., İstek, A., Özlüsoy, İ., Mercik, Ş., 2018. Orta yoğunluklu lif levhaların (MDF) bazı özellikleri üzerine tutkal kullanım oranının etkisi. *International Congress on Agriculture And Forestry Research*, Marmaris, 8-10 Nisan, pp. 688-694.
- Şahin, H.T., Arslan, M.B., 2011. Weathering performance of particleboards manufactured from blends of forest residues with Red pine (*Pinus brutia*) wood. *Maderas Ciencia y Tecnologia* 13(3): 337-346.
- Tor, Ö., 2019. Effects of pilot hole diameter on screw-driving torques in medium density fiberboard. *Cerne* 25: 54-59.
- TS EN 317, 1999. Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye. <https://www.tse.org.tr/>
- TS EN 320, 2011. Yonga levhalar ve lif levhalar-Vida tutma mukavemetinin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye. <https://www.tse.org.tr/>
- TS EN 13446, 2005. Ahşap esaslı levhalar - Bağlayıcıların geri çıkma kapasitesinin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye. <https://www.tse.org.tr/>
- Xu, C., Xing, C., Pan, H., Matuana, L.M., Zhou, H., 2015. Hygrothermal aging properties of wood plastic composites made of recycled high density polypropylene as affected by inorganic pigments. *Polymer Engineering and Science* 55(9): 2127-2132.
- Yörür, H., Tor, Ö., Günay, M.N., Birinci, E., 2017. The effects of different variables on the direct screw withdrawal strength in plywood. *Kastamonu University Journal of Faculty of Forestry*, 17(2): 325-333.
- Yörür, H., Birinci, E., Günay, M.N., Tor, Ö., 2020. Effects of factors on direct screw withdrawal resistance in medium density fiberboard and particleboard. *Maderas Ciencia y Tecnologia* 22(3): 375-384.