



DÜZ YÜZEY LAMİNASYON VE SARMA METODU KULLANARAK PVC FOLYOLARLA KAPLANMIŞ LİF LEVHALARIN BAZI FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Celal UĞUR^{1,*}, İbrahim BEKTAŞ¹

Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industry Engineering, Kahramanmaraş

*Corresponding author: celal_ugur27@hotmail.com

Celal UĞUR: <https://orcid.org/0000-0002-3278-3674>

İbrahim BEKTAŞ: <https://orcid.org/0000-0002-0617-6926>

Please cite this article as: Uğur, C., & Bektaş, İ. (2024). Düz yüzey laminasyon ve sarma metodu kullanarak pvc folyolarla kaplanmış lif levhaların bazı fiziko-mekanik özelliklerinin karşılaştırılması, *Turkish Journal of Forest Science*, 8(1), 32-41.

ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 22Aralık 2023 / Received 22 December 2023

Düzeltilmelerin gelişi 18 Nisan 2024 / Received in revised form 18 April 2024

Kabul 24 Nisan 2024 / Accepted 24 April 2024

Yayımlanma 30 Nisan 2024 / Published online 30 April 2024

ÖZET: Bu çalışmada, mobilya üretim malzemeleri arasında önemli bir yere sahip olan PVC ile kaplanmış orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) pres yöntemi ve kaplama malzemesi farklılıklarının bazı özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, high gloss (Hg) ve akrilik PVC ile kaplanmış 18 mm kalınlığında MDF'den sarma ve düz yüzey laminasyon pres yöntemleri kullanılarak test numuneleri hazırlanmıştır. Test sonuçları, presleme yöntemlerinin ve kaplama malzemelerinin fiziksel özelliklerden su alma, kalınlığına şişme ve mekanik özelliklerden eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yapışma direnci üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu göstermiştir. Sonuçların değerlendirilmesi ile düz yüzey laminasyon metodu uygulanmış ve akrilik PVC'lerle kaplanmış levhaların eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yapışma direncinde daha yüksek değerler gösterdiği belirlenmiştir. Fiziksel özelliklerden su alma ve kalınlığa şişme yüzdesinin tayininde Hg folyo ile kaplanmış MDF numunelerinin daha az su absorbe ettiği, akrilik PVC folyo ile kaplanmış MDF numunelerinin ise daha fazla su absorbe ettiği tespit edilmiştir. Verilerin bir bütün olarak değerlendirilmesi halinde, düz yüzey laminasyon metodu ile kaplanmış levhaların mekanik özelliklerde, sarma metoduna göre işlem gören levhaların fiziksel özelliklerde daha iyi değerlere sahip olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kaplama metodları, high gloss PVC, akrilik PVC, fiziksel özellikler

COMPARISON OF SOME PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF FIBERBOARDS COATED WITH PVC FOILS USING FLATLAMINATION AND WRAPPING METHOD

ABSTRACT: In this study, the effects of pressing method and coating material differences on some properties of medium density fiberboard (MDF) coated with PVC, which has an important place among furniture production materials, were investigated. For this purpose, test samples were prepared from 18 mm thick MDF coated with high gloss (Hg) and acrylic PVC using wrapping and flatlamination press methods. The test results showed that pressing methods and coating materials had a statistically significant effect on the physical properties of water absorption, thickness swelling, and the mechanical properties of bending strength, modulus of elasticity and adhesion strength. By evaluating the results, it was determined that the flat lamination method was applied and the boards coated with acrylic PVCs showed higher values in bending strength, modulus of elasticity and adhesion strength. In the determination of physical properties, water absorption and thickness swelling percentage, it was determined that MDF samples covered with Hg foil absorbed less water, while MDF samples covered with acrylic PVC foil absorbed more water. If the data are evaluated as a whole, it is understood that the boards coated with the flat lamination method have better values in mechanical properties, and the boards processed according to the wrapping method have better values in physical properties.

Keywords: Coating methods, high gloss PVC, acrylic PVC, physical properties

GİRİŞ

Son yıllarda ormanlar giderek yok olmakta ve ağaçlardan elde edilen, kontrplak ve kaplama sanayinde kullanılan kaliteli kerestelerin kalitesi azalmaktadır. MDF üretiminde kalitesiz ağaçlar kullanılabilir (Akgül ve Çamlıbel, 2006).

Ahşap çok sayıda kullanım alanına sahip değerli bir malzemedir. Ancak artan talep nedeniyle sektör temsilcileri yeni malzeme arayışına girmiştir. Genel olarak odun kompozit malzemeleri yonga levha, lif levha, kontrplak ve kaplamalı levhalar, yönlendirilmiş yonga levha (OSB), orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve lamine kaplama kereste (LVL) gibi yapısal ve yapısal olmayan mühendislik ahşap kompozitleri artık endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır (Taghiyari ve ark., 2014). Çoğu uygulama için genellikle masif ahşap tercih edilirken, çeşitli lignoselülozik malzemelerden daha büyük boyutlu malzemelerin üretilmesine olanak tanıyan çeşitli kompozit paneller ortaya çıkmıştır (Xing ve ark, 2007; Zini ve Scandola, 2011; Nayeri ve ark, 2013; Taghiyari ve ark., 2016).

Orta yoğunlukta lif levha (MDF) paneller mobilya sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. MDF ve diğer panel levhalar düz ve homojen yüzeyli olarak üretilmektedir. Paneller kaplama malzemeleri ile sert yüzeylere sahiptir. Bu kaplamalı paneller mobilya sektöründe ve diğer endüstriyel ürün uygulamalarında kullanılmaktadır. Kaplamalı panellerin performansı, kaplama malzemesinin türüne ve ahşap esaslı panelin kalitesine bağlıdır (Sparkes, 1993; Hoag, 1992). Ahşap esaslı levhalar mantar, rutubet, sıcaklık gibi birçok yıkıcı faktöre maruz kalabilmektedir. Bu faktörlerin neden olduğu hasarı azaltmak için ahşap esaslı levhalar kullanım alanlarına göre farklı malzemelerle ve farklı kaplama yöntemleriyle kaplanmaktadır (Bozkurt ve Göker,1986; İstek ve ark, 2012). Kompozit levhaların (yonga

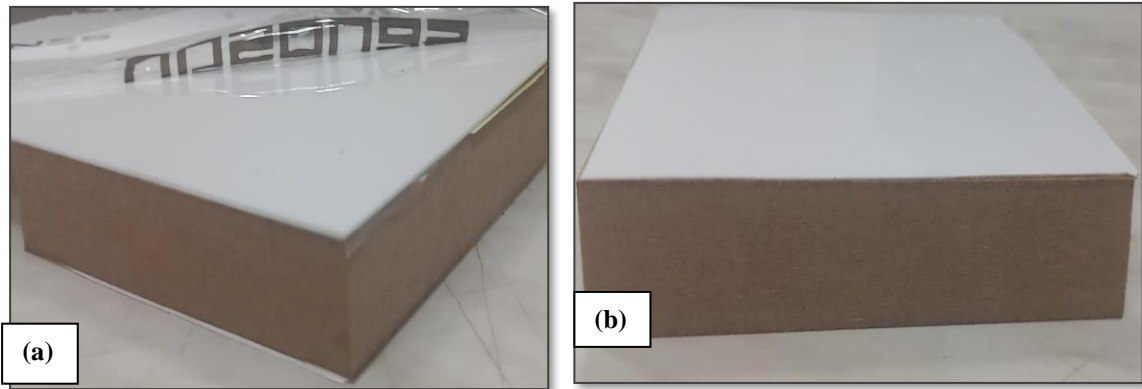
levha, MDF, kontrplak vb.) yüzey kaplaması özellikle estetik değerinin ve mukavemet özelliklerinin artırılması açısından önemlidir. Aslında levhalar uygulama aralığını genişletmek ve mukavemet özelliklerini geliştirmek için kaplanmaktadır (Thoemen ve ark., 2011).

MDF'nin yüzeyi genellikle laminasyon, kaplama veya vernikleme ile tamamlanır. Her türlü yüzey kaplaması gerekli kaliteyi sağlamalıdır. Kalite, yüzey kaplamanın özelliklerine göre değerlendirilir. Kaplama malzemeleri veya folyolar tarafından oluşturulan yüzey kaplamaları görünüm, fiziksel-mekanik özellikler ve kimyasal direnç özelliklerine göre değerlendirilmiştir (Tesařová ve ark, 2010; Scrinzi, ve ark, 2011; Modrák ve Mandulák, 2013; Bekhta ve ark, 2014; Salca ve ark, 2017; Yong ve ark., 2017). Yüzey işlemi sonucunda yeni bir malzemenin oluşturulması, levha ürünlerin mevcut özellikleri korunurken, ürüne ekstra özellikler kazandırılmasıdır. Sonuç olarak, malzemenin tek başına kullanılması yerine yüzey işlemi ile düşük maliyet, yüksek mukavemet ve istenilen farklı özellikler elde edilebilmektedir.

Bu çalışma da; Çeşitli PVC folyolar ile farklı metodlar ile kaplanmış (sarma metod, düz yüzey laminasyon metod) orta yoğunluklu lif levha (MDF)'lerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan ham MDF'lerle High gloss PVC ve akrilik folyolar ticari bir firmadan temin edilmiştir. High gloss PVC ve akrilik folyolar (Şekil 1), 18 mm kalınlığında ve 700 kg /m³ yoğunluğundaki ham MDF yüzeyine sarma ve düz yüzey laminasyon metodu ile uygulanmıştır. Çalışmada kullanılmak üzere ilgili standartlar da belirtilen ölçülerde ve sayıda örnekler hazırlanmıştır. Testler ticari bir işletmenin laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada gerçekleştirilen testler aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. MDF panellerde yüzey kaplaması görevi gören filmler: a) Akrilik panel, b) Hg panel

Yoğunlukların belirlenmesi TS EN 323 (1999) standartlarına uygun şekilde hesaplanmıştır. MDF levhalar daire testere yardımı ile 50x50 mm boyutlarında kesilmiş her bir grup için toplam 30 adet örnek hazırlanmıştır. İMAL marka test cihazında örneklerin ağırlık, kalınlık, genişlik ve boy ölçüleri belirlenmiştir. Ölçüleri belirlenen örneklerin yoğunluk değerleri bilgisayar ekranına aktarılarak ölçümler yapılmıştır.

Su alma ve kalınlığına şişme testleri TS EN 317 (1999) standartlarına göre yapılmıştır. Test numunelerinin kalınlıkları TS EN 325'e göre köşegenlerin birleşim yerlerinde (0.01 hassasiyette) ölçülmüştür. Numuneler, tankın tabanı ve kenarları birbirine değmeyecek şekilde su tankına dikey olarak yerleştirilmiş ve daha sonra 2 ve 24 saat boyunca su yüzeyinin 25 ± 5 mm altına (pH: 7 ± 1 , Sıcaklık: 20 ± 1 °C) daldırılmıştır. Daha sonra test örnekleri IMAL marka otomatik bilgisayar kontrollü test cihazına yerleştirilip test gerçekleştirilmiştir.

Eğilme direnci, bir malzemenin, deformasyondan önce orijinal boyutunu ve şeklini koruma düzeyini sergileme yeteneğidir. TS EN 310 (1999)'a göre sarma ve düz laminasyon metotlarını kapsayan ve TS EN 326-1(1999)'e uygun olarak hazırlanan numunelerde eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü ölçülmüştür. Buna göre numune genişliği 50 ± 1 mm, numune uzunluğu ise test parçasının nominal kalınlığının 20 katı ± 50 mm olarak alınmıştır. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri IMAL marka otomatik bilgisayar kontrollü test cihazında otomatik olarak belirlenmiştir.

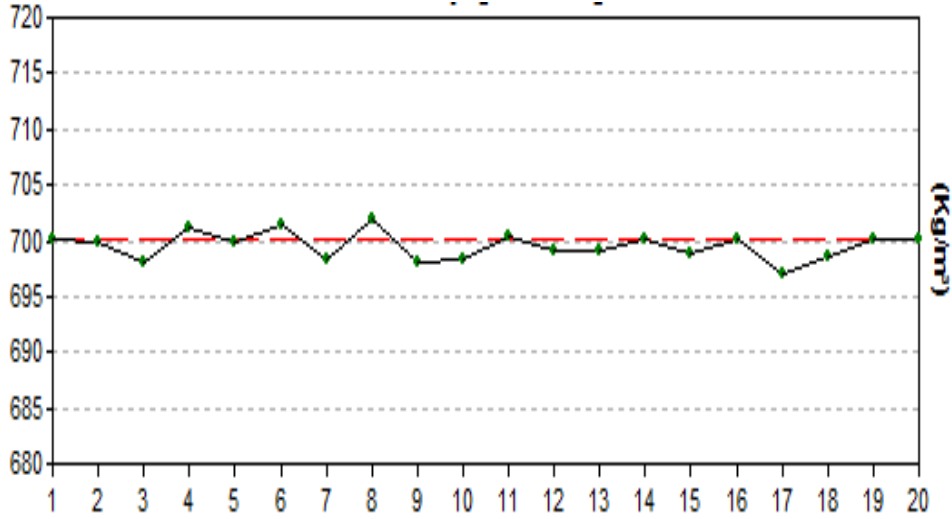
50x50 mm ebatlarında PVC folyolarla kaplanan numuneler ile sarma ve düz laminasyon yöntemleri kullanılarak yapışma mukavemeti testleri yapılmıştır. PVC ile kaplanmış numune yüzeyine 0.3 mm derinliğinde ve 35.7 mm ± 0.2 mm iç çapında oluk açılmıştır. Daha sonra çelik yastıklar oluklu yüzeye 150°C erime noktasına sahip sıcakta eriyen yapıştırıcı ile yapıştırılmıştır. IMAL test makinesinde kopma meydana gelene kadar 60 ± 30 saniye boyunca sabit hızda kuvvet uygulanmıştır. Test numunelerini kaplamak için kullanılan iki yöntem aşağıda kısaca anlatılmıştır.

Sarma metodu: Üretimde kullanılan poliüretan esaslı hot-melt tutkallar 120-140 °C'de basınçlı tanklarda eritilmiştir. Eriyen ve filtreden geçen tutkal PVC'nin arka kısmına tutkal sürme görevi gören çeneye (slot; nozul) gelir. Tutkallanmış PVC panel yüzeye baskı silindirleri yardımıyla yapıştırılmıştır. Bu çalışmada PVC yüzeyine sürülen tutkal miktarı ortalama (m^2) 50 gr'dır. Üretimde ortam sıcaklığı 25 °C olarak belirlenmiştir.

Düz laminasyon metodu: Uygulamada makine hattı besleme, tutkal eritme sistemi (basınçlı tank), dozajlama silindirleri, baskı silindirleri-ruloları, kenar temizleme ve istifleme şeklindedir. Bu yöntemde PUR esaslı hot-melt tutkallar kullanılmıştır. MDF yüzeyine öncelikle tek komponentli poliüretan esaslı tutkal silindir yardımıyla tek kat sürülmüştür. Bu metot' da genel olarak akrilik (PMMA) malzemeler de kullanılır. Sarma metottan farklı olarak bu metotta tutkal mdf yüzeyine sürülmektedir. Pvc kalınlıkları 0.50 μm -1 μm arasında değişkenlik göstermektedir. Üretimde ortam sıcaklığı 25 °C olarak belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Akrilik ve Hg PVC kaplamada kullanılan 18 mm ham MDF levhalara ait levha yoğunluk dağılım grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2 de verilen ham MDF yoğunluk dağılım grafiğinde de görüldüğü gibi ortalama yoğunluk değeri 700 kg / m^3 olarak elde edilmiştir. Yoğunluk dağılım grafiğinde görülen sapmalar levha içerisinde birim alana düşen lif miktarının değişkenlik göstermesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 2. Ham MDF Yoğunluk Dağılım Grafiği

Yoğunluk üzerinde, kullanılan ağaç türü, lif levha üretim şartları ve kullanılan katkı madde miktarları etkili olmaktadır. Ham MDF, yüzeyi Hg PVC ve akrilik PVC ile kaplanmış MDF levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Test Levhalarına Ait Su Alma ve Kalınlığa Şişme Değerleri Analiz Sonuçları (*)

Fiziksel Özellikler		N	Süre (sa.)	Ortalama (%)	SS ^a	SH ^b	VK ^d	P ^f	
Kalınlığına Şişme	Ham MDF	30	2	1.52	0.12	0.33	37.1	0.000	
		30	24	6.89	0.27	0.25	10,1		
	Sarma metodu	Hg	30	2	0.17	0.63	0.19	36.4	0.000
		PVC	30	24	1.54	0.15	0.05	9.4	
Düz laminasyon metodu	Akrilik	30	2	0.22	0.28	0.08	22.9	0.000	
	PVC	30	24	6.06	1.63	0.51	27.1		
Su Alma	Ham MDF	30	2	7.72	0.25	0.41	19.55	0.000	
		30	24	30.12	3.63	0.45	18.01		
	Sarma metodu	Hg	30	2	4.06	1.20	0.38	29.6	0.000
		PVC	30	24	16.66	1.28	0.40	7.6	
Düz laminasyon metodu	Akrilik	30	2	5.89	0.38	0.12	6.6	0.000	
	PVC	30	24	28.71	1.81	0.57	6.3		

*Numune sayısı, ^aStandart sapma, ^bStandart hata, ^dVaryasyon katsayısı (%), ^fÖnem düzeyi

Farklı kaplama yöntemlerine bağlı olarak Hg ve akrilik PVC kaplı levhaların 2 ve 24 saat sonucu su alma ve kalınlığına şişme değerleri üzerine yapılan varyans analizi sonucuna göre gruplar arasındaki farkın $p < 0.005$ önem düzeyinde anlamlı olduğu Tablo 1'den anlaşılmaktadır. Aynı tablo da Hg PVC kaplı numunelerde su alma ve kalınlığa şişme değerlerinin akrilik PVC kaplı numunelere göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Bu farklılığın üretim teknikleri, tutkal ve Pvc folyonun farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bilindiği üzere akrilik PVC'ler Hg PVC'lere nazaran daha kalın kaplama malzemeleridir. Kaplama malzemesi kalınlığı Tablo 1'de görüldüğü gibi su emme değerlerini

arttırmıştır. Nemli (2000), yonga levhalar üzerinde yaptığı çalışmada kaplama malzemesi kalınlığının su alma değerlerini etkilemediğini vurgulamıştır. Aynı çalışmada lake boya, melamin emdirilmiş kağıtlar, kaplama levhalar ve rulo laminantlarla kaplanmış yonga levha yüzeylerin 24 saatlik suda bekletme sonrasında kalınlığa şişme değerlerinde önemli bir azalma olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde, Özdemir ve ark. (1999)'nın vernikli kaplama, lake kaplama, laminant, yüksek basınçlı laminant ve polivinil klorür kaplama malzemeleriyle kaplanmış yonga levha yüzeylerinin su emme oranlarında önemli bir azalmaya neden olduğunu belirlemiştir. Yine, Akkılıç (1998), makalesinde meşe kaplama ile lamine kaplama örnekleri arasında 24 saat suda bekletme sonrasında herhangi bir fark olmadığını tespit etmiştir. Aynı çalışmada, farklı yüzey malzemeleri ile kaplanmış yonga levhalarda su alma ve kalınlığına şişme özelliklerini pozitif yönde etkilediğini ifade etmiştir.

Tablo 1'deki su alma değerlerinin TS EN 317'de istenilen maksimum (%40) değerinin altında olduğu görülmektedir. Su alma değerlerinde olduğu gibi kalınlığa şişme değerleri de standartta (TS EN 317) istenilen limit değerlerini sağlamıştır.

Hg ve akrilik PVC'ler ile kaplanmış numunelerin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü için iki farklı pres yöntemi kullanılarak yapılan testlerden elde edilen veriler Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. Test Levhalarına Ait Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü Değerleri Analiz Sonuçları (*)

Mekanik Özellikler			N	Ortalama (%)	SS ^a	SH ^b	VK ^d	P ^f
Eğilme Direnci (N)	Ham MDF		30	29.75	1.4	2.2	4.7	0.000
	Sarma metodu	Hg PVC	30	32.12	1.9	3.6	13.61	0.000
	Düz laminasyon metodu	Akrilik PVC	30	33.51	2.1	3.8	13.75	0.000
Elastikiyet Modülü (N)	Ham MDF		30	3010.1	62.61	105.2	14.11	0.000
	Sarma metodu	Hg PVC	30	3115.11	605.9	116.6	18.88	0.000
	Düz laminasyon metodu	Akrilik PVC	30	3210.2	601.2	117.5	18.41	0.000

*Numune sayısı, ^aStandart sapma, ^bStandart hata, ^dVaryasyon katsayısı (%), ^fÖnem düzeyi

Tablo 2'de görüldüğü gibi farklı pres yöntemleri Hg malzeme ile kaplanmış MDF numunelerinin elastikiyet modülünü önemli ölçüde ($p < 0.001$) etkilemektedir. Aynı sonuç akrilik PVC malzeme ile kaplanmış numuneler için de geçerlidir. MDF'lerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerinin düz laminasyon metodu ile preslendiğinde diğer yöntemlere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Eğilme direnci ve elastikiyet değerlerindeki bu farklılığın PVC kalınlığından olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle levha yüzeylerine yapıştırılacak kaplama malzemesi seçilirken Hg ve akrilik PVC kaplamaların farklı olması nedeniyle levhanın özellikleri, kalitesi, yüzey durumu ve ortam şartlarının dikkate alınması gerekir.

Literatür taraması ayrıca şu ana kadar az sayıda yapılan baskı yöntemlerine odaklanıldığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle tartışmaya yeterince yer verilmemiştir. Bu konu kesinlikle daha fazla araştırmaya ihtiyaç duymaktadır. Öte yandan testlerde hesaplanan eğilme mukavemeti değerlerinin tamamı TS EN 310'un gerektirdiği kriterleri (≥ 20 N/mm²) ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri TS EN 310'da belirtilen alt sınır değeri (≥ 2200 N/mm²) fazlasıyla karşılamıştır.

Yapılan bir çalışmada, Hg PVC ile kaplanan numunelerin daha az su aldığı, mat malzeme ile kaplanan MDF numunelerin ise düşük kalınlıkta şişme gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca mat malzeme ile kaplanan numunelerin elastikiyet modülü çok daha yüksek, Hg ile kaplanan numunelerin ise yapışma mukavemeti çok daha iyi olduğu görülmüştür (Kayış ve ark., 2018). Yine, Kayış ve ark. (2016)'nın yaptığı çalışmada; yapışma direncinde, sarma yöntemi uygulanmış Hg PVC ile kaplanmış, eğilme direncinde membran yöntemi uygulanmış Hg PVC ile kaplanmış, eğilmede elastikiyet modülünde yine membran yöntemi uygulanmış mat PVC'lerle kaplanmış panellerde daha yüksek değerler elde edildiği belirtilmiştir.

Diğer bir çalışmada, Nemli (2000), yonga levhaların farklı malzemelerle kaplanmasının eğilme mukavemetini ve elastikiyet modülünü arttırdığını, kaplama malzemesi kalınlığının ise sonuçları etkilemediğini belirtmiştir. Benzer şekilde Akkılıç (1998), finish folyo, meşe kaplama ve laminant malzemelerle kaplanmış yonga levhaların eğilme mukavemet değerleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar olduğunu belirtmiştir. Diğer yandan, Özdemir (1996), PVC kaplı yonga levhanın, kaplanmamış yonga levhaya göre daha yüksek eğilme mukavemetine sahip olduğunu tespit etmiştir.

Hg ve mat PVC ile kaplanan MDF'nin sarma ve düz laminasyon yöntemleri kullanılarak yapışma mukavemet değerleri Tablo 3'te listelenmiştir.

Tablo 3. Test levhalarına ait yapışma direnci değerleri analiz sonuçları (*)

Yapışma Mukavemeti		N	Ortalama (%)	SS ^a	SH ^b	VK ^d	P ^f
Sarma metodu	Hg PVC	30	1.35	0.11	0.03	7.8	0.000
Düz laminasyon metodu	Akrilik PVC	30	1.60	0.06	0.02	3.7	0.000

*Numune sayısı, ^aStandart sapma, ^bStandart hata, ^dVaryasyon katsayısı (%), ^fÖnem düzeyi

Tablo 3 incelendiğinde farklı yöntemlerle kaplanan Hg PVC ve akrilik PVC ile MDF'nin yapışma mukavemet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Küçük farklılıkların oluşmasının yapıştırıcı ve kaplama malzemelerinin farklılığından da kaynaklandığı düşünülebilir. Genel olarak kullanılan yapıştırıcı bileşiklerin bağlanma mukavemeti, laminasyona tabi tutulan yüzeyin kalitesinin iyileştirilmesiyle daha da artırılabilir. Sürtünmeye karşı direnç, darbe direnci ve yüzey film sertliği, kaplama malzemesinin bireysel bileşenlerinin yanı sıra katmanlar arasındaki yapışma ile sağlanır (Kalendová ve Kalenda, 2004). Kılıç (2006) yaptığı çalışmada düz preslenmiş yonga levha, orta yoğunluklu lif levha ve yönlendirilmiş yonga levha yüzeylerine polivinil asetat, üre-formaldehit ve kontakt yapıştırıcı ile yapıştırılan kayın, çam ve meşe kaplamaların yapışma

mukavemetinin kalitesini arttırdığını belirtmiştir. Testler sonucunda en yüksek yapışma mukavemeti radyal kesitli kayın kaplama, yönlendirilmiş yonga levha ve üre formaldehit yapıştırıcı kombinasyonundan elde edilirken, en düşük mukavemet ise teğet kesitli kayın kaplama, fiber levha ve kontakt yapıştırıcı kombinasyonundan elde edildiğini rapor etmiştir.

Lamine mobilya kapılarında yüzey kaplamasının bu fiziksel ve mekanik özellikleri folyo ile sağlanmaktadır (Slabejová ve ark., 2019). Sonuç olarak Tablo 4'te yer alan tüm veriler TS EN 311'de gerekli olan alt değeri ($\geq 1 \text{ N/mm}^2$) sağlamıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, High gloss ve akrilik PVC folyolarla iki farklı presleme yöntemi kullanılarak üretilen orman ürünleri sektörünün ana girdisi olan MDF numunelerinin bazı fiziko-mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

Fiziksel test sonuçlarına göre, kaplanmış MDF'nin su alma ve kalınlığa şişme değerleri kontrol numunelerine göre daha düşük bulunmuştur. Hg kaplı örnekler dışında diğer örneklerde su alma yüzdelerinin presleme yöntemi ve kaplama malzemesi farklılığından istatistiksel olarak etkilendiği belirlenmiştir. Aynı zamanda Hg malzeme ile kaplanan numuneler daha az su almıştır.

Testler hem pres yöntemi farklılığının hem de kaplama malzemesi farklılığının elastikiyet modülü, yapışma mukavemeti ve statik eğilme mukavemeti üzerinde ($p < 0.001$) düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca akrilik malzeme ile kaplanmış numunelerin eğilme direnci, elastikiyet modülü ve yapışma mukavemet değerleri Hg PVC ile kaplanmış numunelerden daha yüksek olduğu tespit edildi. Yapışma mukavemeti testinde akrilik PVC ile düz laminasyon yöntemiyle kaplanan MDF'ler diğerlerine göre daha yüksek yapışma mukavemetine sahip olduğu görülmüştür.

Elde edilen veriler yoğunluk, su alma, kalınlığa şişme, eğilme direnci, elastikiyet modülü değerleri sarma ve düz laminasyon yöntemleri kullanılarak Hg ve akrilik PVC ile kaplanan malzemeler için ilgili standartlarda istenen limitleri sağladığını ortaya koymuştur.

YAZAR KATKILARI

Celal Uğur: Makale yazımı, tasarlanması, literatür taranması, laboratuvar çalışmaları.
İbrahim Bektaş: Makale yazımı, kontrol, düzenleme, danışmanlık.

FİNANSAL DESTEK BEYANI

Çalışma için herhangi bir maddi destek alınmamıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ETİK KURUL ONAYI

Bu çalışma için etik kurul kararı gerekmemektedir.

KAYNAKLAR

- Akgül, M., Çamlıbel, O. (2008). Manufacture of medium density fiber board (MDF) panels from rhododendron (*R. ponticum* L.) biomass. *Building and Environment*, 43: 438-443. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.01.003>.
- Akkılıç, H. (1998). *Farklı yüzey malzemeleri ile kaplanan yonga levhaların teknolojik özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Bekhta, P., Proszkyk, S., Lis, B., & Krystofiak, T. (2014). Gloss of thermally densified alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.), beech (*Fagus sylvatica* L.), birch (*Betula verrucosa* Ehrh.), and pine (*Pinus sylvestris* L.) wood veneers. *European Journal of Wood and Wood Products*, 72(6): 799–808. DOI: 10.1007/s00107-014-0843-3.
- Bozkurt, A. Y., Göker, Y. (1986). *Stratified Wooden Material Technology*. Istanbul University Press, İstanbul, 287 pp.
- Döngel, N., (2005). *Ahşap ve ahşap esaslı döşeme kaplamaları malzemelerinin teknik özellikleri*. Gazi üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Ankara.
- Hoag, M. (1992). Surface testing of particle board and medium density fiber board for laminating applications. *Tappi Journal*, 75: 116-121.
- İstek, A., Aydemir, D.; Eroğlu, H. (2012). Surface properties of MDF coated with calcite/clay and effects of fire retardants on these properties. *Maderas, Ciencia y tecnologia*, 14 (2): 135-144. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2012000200001>.
- Kalendová, A., Kalenda, P. (2004). *Technologie nátěrových hmot I. Pojiva, rozpouštědla aditiva výroby nátěrových hmot*. UP 2004. 328 s. ISBN 80-7194-691-5.
- Kayış, S., Bektaş, İ., Kılıç, A. (2018). The effects of press method and coating material differences on the properties of medium density fiber board. *Drvna Industrija*, 69 (1) 81-86 (2018) doi:10.5552/drind.1712.
- Kayış, S., Bektaş, İ., Kılıç, A. (2016). Comparing the technological properties of mdf's coated with pvc folios using wrapping and membrane press methods. International Furniture Congress. IFC. 13-15 October 2016.
- Kılıç, İ. (2006). *Determination of the resistance of the veneer adhesion on some wooden boards common uses*. Gazi University, Institute of Science and Technology, Ankara, Türkiye.
- Modrák, V., Mandulák, J. (2013). *Exploration of impact of technological parameters on surface gloss of plastic parts*. Eighth CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering [online], 12: 504–509.
- Nayeri, M.D., Tahir, P.M., Harun, J., Abdullah, L.C., Suhaimi Bakar, E., Jawaid, M., and Namvar, F. (2013). Effects of temperature and time on the morphology, pH, and buffering capacity of bast and core Kenaf fibers. *BioResources*, 8(2), 1801-1812.
- Nemli, G., (2000). *Yüzey kaplama malzemeleri ve uyulama parametrelerinin yonga levha teknik özellikleri üzerine etkileri*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Özdemir, T., Kalaycıoğlu, H., Malkoçoğlu, A., & Nemli, G. (1999). Effects of surface coating materials on the physical and mechanical properties of particle board used for kitchen cabinets and surface quality properties: Part 1. Effects of physical properties. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 969-976.

- Özdemir, T. (1996). *The effect of surface coating materials used for kitchen cabinets on the quality of particle board*. Master Thesis. Karadeniz Technical University, Institute of Science and Technology, Trabzon, Turkey.
- Salca, E. A., Krystofiak, T., Lis, B. (2017). *Evaluation of selected properties of alder wood as functions of sanding and coating*. *Coatings*, 7(10), art. 176. ISSN 2079-6412.
- Sparkes, T. (1993). *Substrate selection for end user applications*. European Plastic Laminates Forum, Koln, Germany, 27-31 pp.
- Slabejová, G., Šmidriaková, M. (2019). *Surface finishes for thermally modified beech wood*, Faculty of Wood Sciences and Technology. Technical University in Zvolen, Slovakia. *Forestry and Wood Technology*, 61(2): 41-50.
- Scrinzi, E., Rossi, S., Deflorian, F., Zanella, C. (2011). *Evaluation of aesthetic durability of water borne polyurethane coatings applied on wood for interior applications*. *Progress in Organic Coatings* [online], 2011, 72(1-2): 81-87.
- Taghiyari, H.R., Panah, B.M., Jeffrey J. M. (2016). *Effects of wollastonite on the properties of medium-density fiber board (mdf) made from wood fibers and cameltorn*. *Maderas, Ciencia y tecnología*, 18(1), 157 – 166.
- Tesařová, D., Chladil, J., and Čech, P. (2010). *Ecological finished surfaces (ekologické povrchové úpravy) Monograph*. Mendel University in Brno, 126 p., ISBN 978-80-7375-388-7 (In the Czech Republic).
- Taghiyari, H.R., Ghorbanali, M., and Tahir P.M.D. (2014). *Effects of the improvement in thermal conductivity coefficient by nano-wollastonite on physical and mechanical properties in medium-density fiber board (MDF)*. *BioResources*, 9(3), 4138-4149.
- Thoemen, H.; Irle, M.; Šernek, M. (2010). *Wood-based panels: An introduction for specialists*. Brunel University Press, Uxbridge, UK.
- TS EN 317, (1999). *Yonga levhalar ve Lif Levhalar – Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 310, (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar – Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 325, (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar – Numune boyutlarının ölçümü*, TSE, Ankara.
- TS EN 323, (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar – Birim hacim ağırlığının tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 311, (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar– Yüzey sağlamlığı- Deney Metodu*. TSE, Ankara.
- TS EN 326-1, (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar – Numune alma kesme ve muayene*, TSE, Ankara.
- Yong, Q.W., Nian, F.W., Liao, B., Guo, Y., Huang, L.P., Wang, L., and Pang, H. (2017). *Synthesis and surface analysis of self-matte coating based on water borne polyurethane resin and study on the matte mechanism*. *Polymer Bulletin*, 74(4), 1061-1076. DOI: 10.1007/s00289-016-1763-7.
- Zini, E., Scandola, M. (2011). *Green composites: An overview*. *Polymer Composites*, Doi:10.1002/pc, 1905- 1915, 2011.
- Xing, C., Zhang, S.Y., Deng, J. and Wang, S. (2007). *Investigation of the effects of bark fiber as core material and its resin content on three-layer MDF performance by response surface methodology*. *Wood Science and Technology*, 41(7), 585-595.