



Laminasyon İşleminde Sıcaklık ve Süre Değişiminin MDF Özelliklerine Etkisi

Abdullah İSTEK^{1,*}, İsmail ÖZLÜSOYLU¹

¹ Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 74100, BARTIN

Öz

Orta yoğunlukta lif levhalar (MDF) mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılmakta ve yüzeyleri genellikle reçine emdirilmiş dekor kağıtları ile kaplanmaktadır. Laminasyon adı verilen kaplama işlemi, levhaların yüzey özellikleri ile boyutsal kararlılığını iyileştirmektedir. Kaplama malzemesinin özellikleri ve laminasyon parametreleri kaplanacak malzemeye göre değişmektedir. Bu çalışmada orta yoğunlukta lif levhaların laminasyon işleminde kullanılan sıcaklık ve süre değişiminin levha özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 30 kg-f/cm² sabit basınç altında 18s, 20s, 22s, 24s süre, 195 °C, 205 °C sıcaklık şartlarında laminasyon işlemi yapılmıştır. Her bir varyasyon için kaplanmış levhaların özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre daha düşük sıcaklık ve sürelerde kalınlığına şişme (TS) ve su alma (WA) değerlerinin iyileştiği belirlenmiştir. Yüzeye dik çekme direncinin (IB) sıcaklığın artmasıyla iyileştiği, süre değişiminde ise doğrusal bir değişimin olmadığı sonucuna varılmıştır. Eğilme direnci (BS) ve eğilmede elastikiyet modülü direnci (MOE) değerlerinin genel olarak tüm sürelerde sıcaklık artışı ile arttığı, aynı sıcaklıkta ise süre artışının 195°C-22s koşulu hariç, her iki direnç değeri için doğrusal bir artışa neden olduğu anlaşılmıştır. En uygun sıcaklık-süre parametrelerinin BS için 195°C-22s, MOE için ise 205°C-24s olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kullanılan tüm laminasyon parametrelerinden elde edilen sonuçların TS EN 622-5 (2011) standardında istenen (kuru ve nemli şartlarda genel amaçlı levhalar) özellikleri karşıladığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Laminasyon, dekor kâğıdı, üre formaldehit, MDF, kaplama

The Effect of Temperature and Duration Changes on MDF Properties in Lamination Process

Abstract

Medium density fiberboards (MDF) are widely used especially in furniture production and most of them are coated on their surfaces. The coating process called lamination improves the surface properties and dimensional stability of the boards. The properties and lamination parameters of the coating material vary according to the material to be coated. In this study, it is aimed to determine the effect of temperature and duration changes used in the lamination process of the medium density fiberboards on the board properties. For this purpose, lamination was carried out at constant pressure (30 kg-f/cm²), using 4 different press durations (18s, 20s, 22s, 24s) and 2 different temperatures (195 °C, 205 °C) and the properties of the coated boards for each variation determined. According to the results obtained, it was determined that the thickness swelling (TS) and water absorption (WA) values were improved at lower temperatures and press duration. It was concluded that the internal bonding strength (IB) improves with increasing temperature, but there is no linear change in the time change. It has been understood that the bending strength (BS) and modulus of elasticity (MOE) values generally increase with the rise in temperature at all times and at the same temperature, the increase in press duration causes a linear increase for both resistance values, except for 195°C-22s. It was determined that the most suitable temperature-time parameters were 195°C-22s for BS and 205°C-24s for MOE. In addition, it has been determined that the results obtained from all lamination parameters used meet the requirements (general purpose boards in dry and humid conditions) of the TS EN 622-5 (2011) standard.

Keywords: Lamination, decor paper, urea formaldehyde, MDF, overlay.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Abdullah İSTEK (Prof. Dr.): Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 74100, BARTIN. Tel: +90 (378) 223 50 76
Fax: +90 (378) 223 50 62 E-mail: aistek@bartin.edu.tr
ORCID: 0000-0002-3357-9245

Geliş (Received) : 06.10.2021
Kabul (Accepted) : 06.12.2021
Basım (Published) : 15.12.2021

1. Giriş

Günümüzde orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve yonga levha gibi ahşap esaslı paneller mobilya ve yapısal amaçlarla yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye’de ahşap levha ürünlerine yönelik yatırımlar artarak devam etmekte ve üretim kapasiteleri her geçen yıl artmaktadır (İstek vd., 2017a). Ütilen levha ürünlerinin %90’a yakın kısmı yüzeyleri kaplanarak kullanılmaktadır. Kaplama işleminde yaklaşık %70 emprenyeli kâğıt, geriye kalan kısmında ise print boya ve baskı, ahşap kaplama, termoplastik film kullanılmaktadır (Kandelbauer vd., 2010; Çavdar vd., 2013). Yüzey kaplama işlemi estetik görünüm ile levhaların su ve rutubete karşı dayanımını arttırarak boyutsal kararlılık sağlamaktadır (Nemli vd., 2005; İstek vd., 2010; Liu vd., 2015). Ayrıca yüzey kaplama işleminin fiziksel ve mekanik özellikleri iyileştirdiği, formaldehit salınımını azalttığı belirtilmektedir (Lee and Kim, 1985; Nemli and Usta, 2009; Liu and Zhu, 2014; Kara vd., 2016; İstek vd., 2017b).

Yüzey kaplama işleminde kullanılan farklı özellikteki kağıtların gramajları 60 g/m² ile 130 g/m² arasında değişmektedir. Yüzey kaplamada kullanılan kağıtlar sıcaklıkla sertleşen tutkallarla doyurulmakta (emprenye) ve yüzeylere yapıştırma esnasında ayrıca reçine gerektirmemektedir (Aksu, 2009; Barret 1993; Sparkes, 1993). Emprenye sonrası reçineli kâğıt kurutucularda kısmi kürlenme, laminasyon işlemiyle de tam kürlenme ile sertleştirilir (Nemli ve Usta, 2004). Yüzey kaplama kağıdının emprenyesinde kullanılan reçine levha özelliklerini etkilemektedir. Emprenye işleminde formaldehit esaslı tutkallar kullanılmakta olup, kullanım yerinde beklenen performansla ilgili olarak melamin formaldehit (MF) ve üre formaldehit (ÜF) reçineleri tercih edilmektedir. MF reçinesini dayanıklılık, çizilme, sertlik ve boyutsal kararlılık bakımından daha iyi sonuçlar verirken, ÜF reçinesinin ekonomik olması en büyük tercih sebebidir (Composite Panel Association 2007; Nemli ve Hızıroğlu, 2009).

Pres parametreleri ve kalınlığın sürekli preslenmiş laminatların (CPL) bazı yüzey özelliklerine etkisi incelenmiş, aşınma ve çizilme özellikleri üzerinde pres sıcaklığı ve pres döngüsünün etkili olduğu belirtilmiştir (Nemli vd., 2003). İstek vd. (2010) melamin emdirilmiş dekor kâğıt kaplanmış yonga levhalarda desen ve tutkal tipinin levha özellikleri üzerinde etkili olduğu, fiziksel ve mekanik özelliklerin önemli derecede arttığını belirtmişlerdir. Yüzey kaplama işleminde kâğıt gramajının fiziksel ve mekanik özellikler üzerinde etkili olduğu, gramajın artmasıyla MOE, BS, WA ve TS özelliklerinin iyileştiği belirtilmiştir (Nemli vd., 2005). Yüzey kaplama çeşidinin ve uygulanan metodun yonga levhaların mekanik ve termal iletkenlik özelliklerini etkilediği vurgulanmıştır (Nemli ve Çolakoğlu, 2005). Nemli (2008) ise kaplama, vernik malzemesi ve tutkal karışımı gibi faktörlerin yüzey özellikleri üzerinde önemli etkisi olduğunu belirtmiştir. Yonga levha yüzeylerine dekor kâğıt kaplama parametrelerinden süre artışı ve sıcaklık azalmasının parlaklığı iyileştirdiği vurgulanmaktadır. Ayrıca, sıcaklık ve pres süresinin artmasıyla yüzey çizilme direncinin arttığı, sürenin azalmasıyla yüzey sağlamlığının iyileştiği belirtilmiştir (Kara vd., 2014).

Ahşap esaslı levhaların laminasyon işlemleri üzerine yapılan çalışmalarda çoğunlukla kaplama, reçine, kâğıt ve pres parametrelerinin levha yüzey özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Oysa laminasyon işlemi levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini de etkilemektedir. Dolayısıyla laminasyon işlemi sonrası yüzey özellikleriyle beraber bazı fiziksel ve mekanik özelliklerin de belirlenmesinin önemli olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, MDF levhaların reçine emdirilmiş dekor kâğıtlarıyla yüzey kaplama (laminasyon) işleminde sabit basınç altında sıcaklık ve süre değişimlerinin, levhaların bazı yüzey, fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek sabit basınç altında farklı süre ve sıcaklıklarla yapılan laminasyon işleminin MDF levhaların özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Lif Levha Üretimi ve Laminasyon

Lif levhaların üretiminde %45 oranında iğne yapraklı kızılçam, %55 oranında geniş yapraklı kayın odunu hammadde olarak kullanılmıştır. Liflendirme işleminde 185 °C sıcaklık, 8 atm basınçta ve 2,5 dakika süre şartları kullanılmıştır. Yapıştırıcı olarak tam kuru lif ağırlığına göre ortalama %13 oranında üre formaldehit tutkalı (ÜF), su itici olarak %1 parafin ve sertleştirici olarak %1 amonyum klorür (NH₄Cl) kullanılmıştır. Tutkallama işleminden sonra liflerin rutubeti %8-10 civarında olacak şekilde kurutulmuştur. Hedeflenen deney levha yoğunluğu 0,650 g/cm³ ve kalınlık 18 mm olacak şekilde serme işlemi yapılarak levha taslağı oluşturulmuştur. Deney levhaları 185°C sıcaklık, 35 kg-f/cm² basınç ve 2 dakika süre sıcak pres şartlarında üretilmiştir. Sıcak pres işleminden sonra soğutma, boyutlandırma ve kondisyonlama işlemleri yapılmıştır. Laminasyon işleminden önce yüzeyleri zımparalanan levhalar, farklı kaplama koşulları altında kaplanarak sıcaklık ve süre değişkenlerinin levha özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Kaplamada kullanılan kâğıt gramajı 90g/m² olup, emprenyesinde %55 ÜF, %45 MF tutkalları kullanılmıştır. Levha üretimi ve yüzey kaplama işlemleri ticari bir işletmenin üretim ve laminasyon hattında yapılmıştır. Laminasyon işleminde kullanılan koşullar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Laminasyonda kullanılan sıcaklık, süre ve basınç değerleri.

Basınç(kg-f/cm ²)	Sıcaklık (C°)	Süre (s)
30	195	18
		20
		22
		24
	205	18
		20
		22
		24

2.3. Kaplanmış Levha Özelliklerinin Belirlenmesi

Her varyasyon için kaplanmış levhaların yüzey özelliklerinden parlaklık, porozite ve çizilme, fiziksel ve mekanik özelliklerinden ise rutubet, kalınlığına şişme (TS), su alma (WA), eğilme direnci (BS), eğilmede elastikiyet modülü (MOE) ve yüzeye dik çekme direnci (IB) belirlenmiştir. Levha özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan standartlar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Levha özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan standartlar.

Özellik	Standartlar
Rutubet	TS EN 322 (1999)
Yoğunluk	TS EN 323 (1999)
Kalınlığına şişme	TS EN 317 (1999)
Su alma	ASTM D1037 (2006)
Eğilme direnci ve Eğilmede elastikiyet modülü direnci	TS EN 310 (1999)
Yüzeye dik çekme direnci	TS EN 319 (1999)
Deney numunelerinin hazırlanması	TS EN 326-1(1999)
Lif levhalar- özellikler	TS EN 622-5 (2011)
Çizilme	TS EN 14322 (2021)

3. Bulgular ve Tartışma

Laminasyon işlemi sonrası levhaların rutubet ve bazı yüzey özelliklerine ilişkin sonuçlar Tablo 3’te verilmiştir. İncelenen özelliklerin tamamı için elde edilen değerlerin sınıflandırma kriterlerine uygun olduğu, farklı sıcaklık ve süre kullanımı ile yüzey özellikleri üzerinde önemli bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Parlaklık değerlerinin 107-111 Gu arasında değiştiği belirlenmiştir. 195 °C için 22s sürede, 205 °C için ise 24s’de parlaklık değerlerinde artış olduğu görülmüştür. Laminasyon işleminde pres süresi ve levha yoğunluk artışının, yüzey parlaklığını arttırdığı belirtilmektedir (Kara vd., 2014; İstek vd., 2016).

Tablo 3. Laminasyon sonrası yüzey özelliklerine ilişkin sonuçlar.

Sıcaklık (°C)	Süre (s)	Rutubet %	Parlaklık (Gu)	Porozite	Çizilme (N)
195	18	5,84	107 - 108	4	3
	20	6,21	107 - 108	4	3
	22	6,04	108 - 110	4	3
	24	6,1	108 - 110	4	3
205	18	6	108 - 110	3	3
	20	6,02	108 - 110	3	3
	22	5,98	108 - 110	4	3
	24	6,31	109 - 111	4	3

Tablo 3’te görüldüğü gibi porozitenin 205 °C ve 18s, 20s şartlarında 3 seviyesinde, diğer şartlarda ise 4 seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Çizilme özelliği ise 3 N olarak hesaplanmış olup, pres parametrelerinin etkisi olmadığı anlaşılmıştır. Yapılan bir çalışmada çizilme değeri üzerinde tutkal tipinin etkili olduğu ve 3 ile 5 arasında değiştiği belirtilmiştir (Nemli ve Usta, 2004). Elde edilen levhaların rutubet değerleri ise TS 64-1 EN 622-1

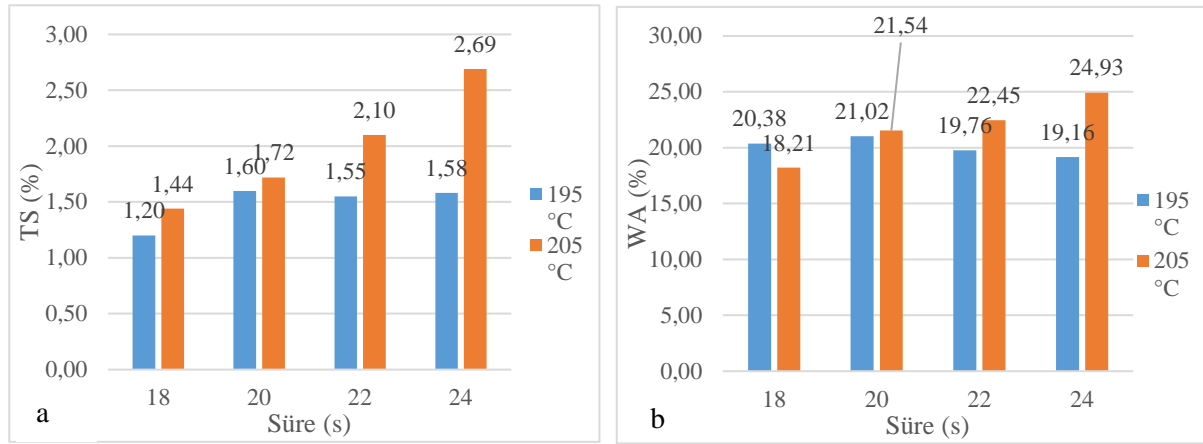
(2005) standartlarında belirtilen sınırlar değerleri (%4-%11) arasındadır. Farklı sıcaklık ve sürelerde laminasyonu işlemi yapılan levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerine ilişkin sonuçlar ve standart sapma değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Kaplanmış levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerine ilişkin sonuçlar.

Sıcaklık (C°)	Süre (s)	Yoğunluk (kg/m ³)	TS (%)	WA (%)	IB (N/mm ²)	BS (N/mm ²)	MOE (N/mm ²)
195	18	721±1,15	1,23±0,22	20,38±1,70	0,89±0,10	24,09±1,78	3015,80±171,52
	20	726±1,53	1,57±0,21	21,02±2,02	0,91±0,05	24,12±1,97	3045,20±128,86
	22	728±2,65	1,55±0,11	19,76±0,96	0,89±0,11	25,76±1,90	3099,34±158,65
	24	730±2,08	1,58±0,14	19,16±0,97	0,93±0,06	24,12±0,70	3142,70±159,63
205	18	724±1,53	1,44±0,09	18,21±1,65	0,97±0,06	24,50±0,86	3096,48±104,30
	20	728±3,61	1,72±0,10	21,54±1,36	0,95±0,04	25,01±0,83	3196,71±180,26
	22	725±3,51	2,10±0,36	22,45±1,65	0,92±0,03	25,12±1,76	3213,45±178,99
	24	721±2,08	2,69±0,32	24,93±0,94	0,94±0,02	25,58±0,58	3226,41±203,10

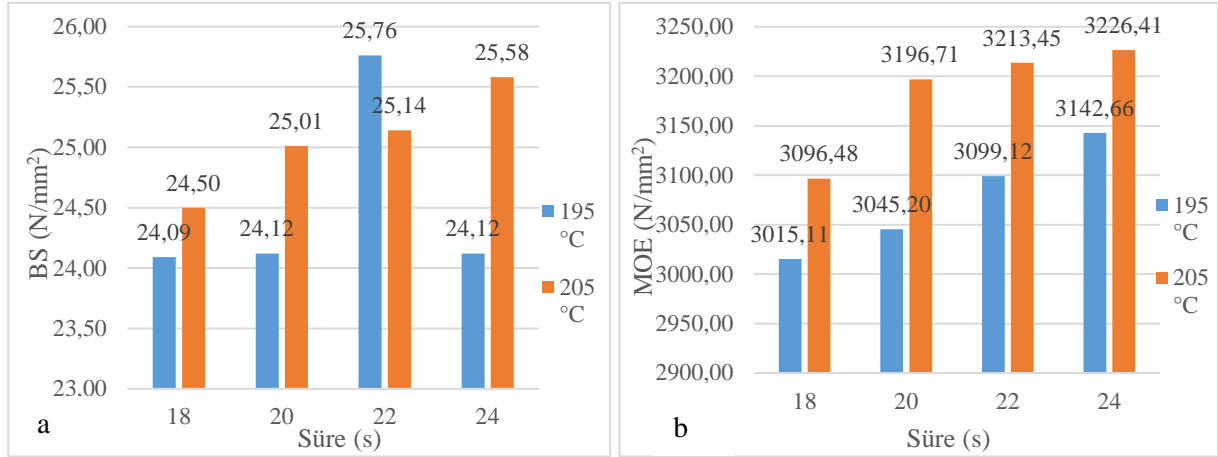
±: standart sapma

Tablo 4 incelendiğinde laminasyon sonrası levha yoğunluklarında, laminasyon öncesine göre ortalama %21 artış olduğu tespit edilmiştir. TS ve WA için en düşük değerler sırasıyla %1,23 ve %18,21 olarak, 195°C-18s ve 205°C-18s parametrelerinde tespit edilmiştir. 195°C de 22s ve 24 s dışındaki tüm varyasyonlarda artan süre ile hem TS hem de WA değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Laminasyon parametresi olarak sıcaklık ve sürenin TS ve WA üzerine etkisi Şekil 1'de görülmektedir. Şekil 1 incelendiğinde 205°C-18s dışında sıcaklık artışı ile TS ve WA değerlerinde yükseldiği, süre artışında ise doğrusal olmayan bir değişim olduğu görülmüştür. Laminasyon işleminde 190 °C'den yüksek sıcaklıklarda tutkalın elastikiyetini kaybettiği ve yüzeylerde TS miktarını arttıran çatlaklara neden olduğu belirtilmektedir (Liu vd., 2015). Yonga levhalara 205°C sıcaklık ve 18s süre koşullarında laminasyon işlemi uygulanan bir çalışmada, TS ve WA değerleri sırası ile %12,64 ve %72,13 olarak bulunmuş, kaplama parametresi olarak sıcaklık ve sürenin yonga levhaların TS ve WA özellikleri üzerine anlamlı bir etkisi olmadığı belirtilmiştir (İstek vd., 2016).



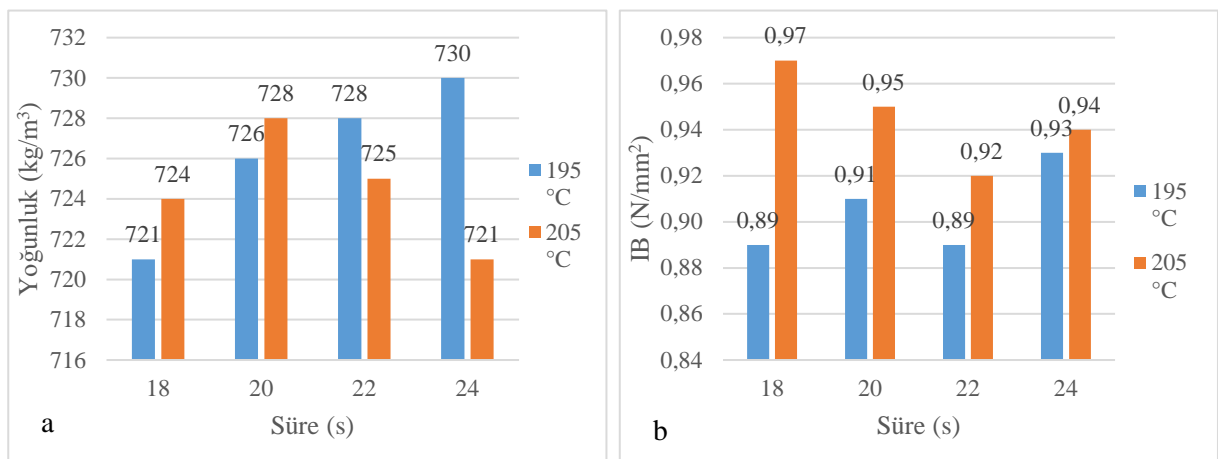
Şekil 1. Kalınlığa şişme (a), su alma (b) değerleri değişimleri.

Laminasyon işleminde sıcaklık ve süre değişiminin MDF levhaların mekanik özellikleri üzerindeki etkisi incelendiğinde BS ve MOE değerlerinin birbirine bağımlı değiştiği belirlenmiştir. 195°C-24s dışında tüm varyasyonlarda artan süre ile BS ve MOE değerleri artmıştır. Ayrıca düşük sürelerde sıcaklık artışı ile BS değerlerinde artış olduğu, sürenin artması ile sıcaklığın BS üzerindeki etkisinin azaldığı anlaşılmıştır. MOE için ise hem 195°C hem de 205°C de artan süre ile artış olmuş, en yüksek direnç değeri 24s sürede elde edilmiştir. BS ve MOE için en yüksek direnç değerleri sırasıyla 195°C-22s'de 25,76 N/mm² ve 205°C-24s'de 3226,41 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Şekil 2'de sıcaklık ve basıncın BS ve MOE üzerindeki etkisi görülmektedir. Şekil 2 incelendiğinde 205°C-22s dışında aynı süreler için artan sıcaklık değeri ile BS ve MOE değerlerinde artış görülmüştür. Laminasyon işleminde BS üzerinde daha etkili faktörün sıcaklık olduğu, pres süresinin ise ikinci önemli faktör olduğu belirtilmektedir (Liu vd., 2015). 195°C-24s dışındaki koşullarda süre artışı ile BS ve MOE değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Bu artış 205°C'de hem BS hem de MOE için doğrusal olurken, 195°C'de sadece MOE verilerinde doğrusal bir artış olmuştur. Sabit sıcaklıkta 18s ve 20s'deki MOE değerleri 22s ve 24s'den daha düşük bulunmuştur. 22s dışında 195°C'de BS değerleri arasında farkın oldukça az olması dikkat çekicidir. Benzer bir durum MOE değerleri için de gözlemlenmiştir.



Şekil 2. Eğilme direnci (a), eğilmeye elastikiyet modülü direnci (b) değişimleri.

Yapılan bir çalışmada yonga levha laminasyonunda yüksek basınçlarda BS ve MOE değerleri üzerinde sıcaklık etkisinin daha fazla önem arz ettiği vurgulanmıştır (Büyüksarı, 2012). Emprenyeli dekor kâğıdı ile kaplanmış yonga levhalarda kaplama parametresi olarak 24s-180 °C koşulundan, 18s-205 °C'ye geçilmesi ile BS ve MOE değerlerinde artış olduğu belirtilmiştir (İstek vd., 2016). Çalışmamızda elde edilen veriler bize süre ve sıcaklık parametrelerinin her ikisinin de BS ve MOE değerleri üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir. Farklı çalışmalarda ise artan sıcaklık etkisi ile odunun daha kırılabilir bir hale geldiği ve mukavemet değerlerinin azalabileceği belirtilmiştir (Jamsa ve Viitaniemi, 2001; Büyüksarı, 2012). IB direnci incelendiğinde hem 195 °C hem de 205 °C için farklı sürelerde doğrusal bir değişim görülmemiştir. En yüksek IB değeri 195 °C için 24s'de, 205°C için ise 18s sürede elde edilmiştir. Kaplama parametrelerinin yoğunluk ve IB direnci üzerine etkisi Şekil 3'te görülmektedir. 195 °C için süre artışı ile doğrusal olarak artan yoğunluk değeri 205 °C için 22s ve 24s'de düşüş göstermiştir. En yüksek yoğunluk değeri 195°C-24 s'de görülmüştür. Yapılan bir çalışmada basınçla birlikte pres sıcaklığının da yoğunluk üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir (Ünsal vd., 2011). IB değerleri incelendiğinde özellikle 195 °C'de değişen süreler göre direnç değerlerindeki değişimin daha az olduğu anlaşılmıştır. Sıcaklık ve süre değişiminin IB değişimi üzerinde doğrusal bir etkisi olmayıp en yüksek direnç değeri, en yüksek sıcaklık ve en düşük sürede (205°C-18s) 0,97 N/mm² olarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçların standart değerler için yeterli düzeyde olması kaplama koşullarında kullanılan basınç (30kg/cm²), levha üretiminde kullanılan basınçtan (35 kg/cm²) daha düşük olması ile de açıklanabilir. Çünkü özellikle kaplama işleminde kullanılan basınç levha üretiminde kullanılan basınçtan fazla olması durumunda IB direncinde düşme olduğu belirtilmektedir (İstek vd., 2016).



Şekil 3. Yoğunluk (a), yüzeye dik çekme direnci (b) değişimleri.

4. Sonuç ve Öneriler

MDF ve yonga levhalar yaklaşık %90-95 oranlarında yüzeyleri kaplanarak kullanılmaktadır. Bu levhaların kullanım yeri şartlarına göre yüzey işlemleri farklılık göstermektedir. Reçine emdirilmiş dekor kâğıt kaplama (laminasyon) işlemlerinde uygulanan pres koşulları yüzey özelliklerini iyileştirirken, fiziksel ve mekanik özellikleri de etkilemektedir. Dolayısıyla, laminasyon parametrelerinin seçiminde levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştiği şartların kullanılması önemlidir. Bu nedenle laminasyon işleminde kullanılan basıncın, levha üretimindeki sıcak pres basıncından düşük ya da eşit olması gerekmektedir. Endüstride üretim maliyetlerini düşürmek ve kapasiteyi arttırmak amacıyla farklı uygulamalara başvurulmaktadır. Bu bağlamda, pres teknolojisine bağlı olarak yüksek sıcaklık ve basınç ile kısa pres süresi ön plana çıkabilmektedir (İstek vd., 2016).

Bu çalışmada MDF levhaların reçine emdirilmiş dekor kâğıt laminasyon işleminde sabit basınç altında, iki farklı sıcaklık ve dört farklı süre değişimlerinin levhaların yüzey, fiziksel ve mekanik özellikler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Elde edilen veriler ışığında sıcaklık ve kaplama süresi değişimlerinin levhaların parlaklık, porozite ve çizilme gibi özellikleri üzerinde belirgin bir etkisi olmamakla birlikte bazı şartlarda değişimler görülmüştür. 195°C için 22s, 205°C için ise 24s sürelerde parlaklık değerinde artış olduğu belirlenmiştir. TS ve WA için genel olarak daha düşük sıcaklık ve sürelerde daha düşük değerler elde edilmiştir. En iyi sonuçlar TS için 195°C-18s, WA için ise 205°C-18s'de tespit edilmiş olup, 18s dışında tüm sürelerde, sıcaklığın artmasıyla WA değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Genel olarak tüm sürelerde, sıcaklık artışıyla BS ve MOE değerlerinin arttığı, aynı sıcaklıkta ise süre artışının 195°C-22s dışında her iki direnç değeri için doğrusal bir artış gösterdiği anlaşılmıştır. 195°C sıcaklıkta 22s dışında süre artışının BS üzerindeki etkisinin sınırlı kaldığı görülmüştür. En uygun sıcaklık süre seçiminin BS için 195°C-22s, MOE için ise 205°C-24s olduğu belirlenmiştir. En yüksek IB değeri 0,97 N/mm² ile 205°C-18s'de tespit edilmiş olup, tüm sürelerde sıcaklık artışı ile IB değerinde artış olduğu anlaşılmıştır. Aynı sıcaklıkta ise süre değişimi IB direnci üzerinde değişken bir etki göstermiştir. Kaplama koşulu olarak seçilen tüm varyasyonlarda fiziksel ve mekanik özelliklere ilişkin elde edilen değerler TS EN 622-5 (2011) standardında belirtilen kuru ve rutubetli şartlarda genel amaçlara yönelik aranan özellikleri karşılamaktadır. Ahşap esaslı levhaların laminasyon işleminde pres parametreleri istenen yüzey özelliklerini sağlayacak şekilde belirlenirken, fiziksel ve mekanik özelliklerin azalmaması hususuna dikkat edilmelidir.

Kaynaklar

1. **Aksu, S. (2009).** Dekor Kâğıdı ve Reçine Tipinin Yonga Levhaların Fiziksel-Mekanik ve Yüzey Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 126s.
2. **Barret, R. (1993).** Amino Resins, Surface Overlaying Raw Materials and their Usage, Chapman & Hall, London
3. **Büyüksarı, Ü. (2012).** Physical and mechanical properties of particleboard laminated with thermally compressed veneer. *BioResources*, 7(1), 1084-1091.
4. **Cavdar AD, Yel H, Kalaycıoğlu H, Hiziroğlu S (2013)** Effect of waste melamine impregnated paper on properties of oriented strandboard. *Mater Design* 51(4):751-755
5. **Composite Panel Association (2007).** Laminating Composite Panels: Technical Bulletin, Composite Panel Association, Ontario, USA.
6. **İstek, A., Aydemir, D., Aksu, S. (2010).** The effect of décor paper and resin type on the physical, mechanical, and surface quality properties of particleboards coated with impregnated décor papers. *BioResources*, 5(2), 1074-1083.
7. **İstek, A., Gözalan, M., Özlüsoylu, İ. (2017b).** Yonga levha özelliklerine yüzey kaplama veya boyama işlemlerinin etkisi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(4), 619-629.
8. **İstek, A., Özlüsoylu, İ., Aydın, U. (2016).** The Effect of Resin Paper Coating on Some Particleboard Properties. Conference: 2nd International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS 2016) Sarajevo, Bosnia and Herzegovina 1312-1317.
9. **İstek, A., Özlüsoylu, İ., Kızılkaya, A. (2017a).** Türkiye ahşap esaslı levha sektör analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 132-138.
10. **Jämsä, S., Viitaniemi, P. (2001).** Heat treatment of wood: better durability with out chemicals. In Rapp AO. Review on heat treatments of wood. In: Special Seminar: Environmental Optimization of Wood Protection (pp. 21-26).
11. **Kandelbauer, A., Petek, P., Medved, S., Pizzi, A., Teischinger, A. (2010).** On the performance of a melamine-urea-formaldehyde resin for decorative paper coatings. *European Journal of Wood and Wood Products*, 68(1), 63-75.

12. **Kara, M. E., Yerlikaya, Z., Ateş, S., Olgun, Ç. (2016).** Effect of pressing conditions on some surface properties of HDF laminate parquets. *Indian Journal of Engineering & Materials Sciences*, 23, 274-278.
13. **Kara, M.E., İstek, A., Esgin, E. (2014).** The effect of lamination conditions on surface characteristics of particleboard, 3rd International Non-Wood Forest Products Symposium. 8-10 Mayıs.Kahramanmaraş /Turkey. Syf: (1031-1037)
14. **Lee PW, Kim CS. (1985).** Bending strength of veneered particleboard composite with variations in shelling ratio and veneer grain angle. *Wood Sci Technol.* 3:23-5.
15. **Liu, Y., Zhu, X. (2014).** Measurement of formaldehyde and VOCs emissions from wood-based panels with nanomaterial-added melamine-impregnated paper. *Construction and Building Materials*, 66, 132-137.
16. **Liu, Y., Shen, J., Zhu, X. D. (2015).** Evaluation of mechanical properties and formaldehyde emissions of particleboards with nanomaterial-added melamine-impregnated papers. *European Journal of Wood and Wood Products*, 73(4), 449-455.
17. **Nemli G., Çolakoglu G. (2005).** The influence of lamination technique on the properties of particleboard. *Building and Environment*, 40(1), 83-87.
18. **Nemli, G. (2008).** Factors affecting some quality properties of the decorative surface overlays. *journal of materials processing technology*, 195(1-3), 218-223.
19. **Nemli G, Usta M. (2009).** Influences of some manufacturing factors on the important quality properties of melamine-impregnated papers. *Build Environ.* 39:567-70.
20. **Nemli, G., Usta, M. (2004).** Influences of some manufacturing factors on the important quality properties of melamine-impregnated papers. *Building and Environment*, 39(5), 567-570.
21. **Nemli, G., Hiziroglu, S. (2009).** Effect of press parameters on scratch and abrasion resistance of overlaid particleboard panels. *Journal of composite materials*, 43(13), 1413-1420.
22. **Nemli, G., Gezer, E. D., Hiziroğlu, S. (2003).** The changes in important quality properties of continuous pressed laminates (CPL) with some changes in thickness and press parameters. *building and environment*, 38(7), 913-917.
23. **Nemli, G., Yıldız, S., Gezer, E. D. (2005).** Effects of melamine raw paper weight, varnish type and the structure of continuous pressed laminate (CPL) on the physical, mechanical properties and decay resistance of particleboard. *International biodeterioration & biodegradation*, 56(3), 166-172.
24. **Sparkes, T. (1993).** Substrate Selection for End Use Applications, pp. 27_31, *European Plastic*
25. **TS 64-1 EN 622-1 (2005).** "Lif levhalar- Özellikler- Part 1: Genel özellikler," Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
26. **TS EN 310 (1999).** "Ahşap esaslı levhalar-Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini", Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
27. **TS EN 317 (1999).** "Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini," Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
28. **TS EN 319 (1999).** "Yonga levhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini," Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
29. **TS EN 322 (1999).** "Ahşap esaslı levhalar-Rutubet miktarının tayini," Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
30. **TS EN 323 (1999).** "Ahşap esaslı levhalar-Birim hacim ağırlığının tayini," Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
31. **TS EN 326-1 (1999).** "Ahşap esaslı levhalar-Numune alma kesme ve muayene bölüm 1: Deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi," Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
32. **TS EN 622-5 (2011).** "Lif levhalar- Özellikler- Bölüm 5: Kuru işlemlenmiş levhalar (MDF) için gerekler," Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
33. **TS EN 14322 (2021).** "Ahşap esaslı levhalar- İç mekân kullanımları için melamin yüzü levhalar- Tarif, gerekler ve sınıflandırma," Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
34. **Unsal, O., Candan, Z., Buyuksari, U., Korkut, S., Chang, Y-S., Yeo, H. (2011).** "Effect of thermal compression treatment on the surface hardness, vertical density propile and thickness swelling of eucalyptus wood boards by hot-pressing," *Mokchae Konghak* 39(2), 148-155.