

Ahşap Esaslı Kompozit Levha Malzemeleri Yüzey Renk Özellikleri Üzerine Sıcak Su Buharının Etkileri

Osman Çamlıbel¹, Hüseyin Peker², Göksel Ulay³, Ümit Ayata⁴, Mustafa Zor^{5,*}

¹ Kırıkkale Üniversitesi Kırıkkale Meslek Yüksekokulu Tasarım Bölümü, Kırıkkale, Türkiye

² Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye

³ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Van, Türkiye

⁴ Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye

⁵ Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Çaycuma Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Zonguldak, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 25.05.2025

Kabul: 16.07.2025

Yayın: 30.08.2025

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmada, HDF, MDF ve yonga levhalarına ait renk parametrelerinin sıcak su buharı uygulaması karşısında meydana gelen değişimleri incelenmiştir. Sıcak su buharı, çalışmada seçilen levha türlerinin yüzeyine homojen şekilde olacak uygulanmış ve yapılan işlem sonrasında renk değişimleri bir renk cihazı ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, sıcak su buharının özellikle MDF ve HDF üzerinde daha belirgin renk değişimlerine yol açtığını göstermektedir. Kırmızılık (a^*), ışıklılık (L^*), ve sarılık (b^*) değerlerinde önemli artışlar gözlenmiş, özellikle MDF’de sarılık ve kırmızılık değerlerinde büyük değişimler elde edilmiştir. Buna ek olarak, renk tonu açısından ise (h°) belirgin bir azalma ve renk doygunluğu (C^*) değerlerinde artış tespit edilmiştir. Sıcak su buharı uygulaması sonrasında, Yonga levha, MDF ve HDF levhalarında sırasıyla 1.42, 8.01 ve 9.25’lik ΔE^* değerlerine ulaşılmış, MDF orta düzeyde bir değişim göstermiş, HDF levha en yüksek renk değişimini sunarken ve Yonga levha ise en düşük renk değişimini vermiştir. Bu bulgular, sıcak su buharı uygulamasının, MDF ve HDF gibi malzemelerin estetik özelliklerini değiştirdiğini ve bu değişimin kontrollü bir şekilde yönetilebileceğini ortaya koymaktadır. Çalışmada kullanılan sıcak su buharı uygulamasının herhangi bir kimyasal madde kullanımına gerek kalmadan yüzey özelliklerini değiştirebilmesi için kullanılabileceği ve aynı zamanda çevre dostu bir yöntem sergilediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler – Sıcak su buharı, renk parametreleri, MDF, HDF, yongalevha

Effects of Hot Water Steam on Surface Color Properties of Wood Based Composite Panel Materials

¹ Kırıkkale University, Kırıkkale Vocational School, Department of Interior Design, Kırıkkale, Turkey

² Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Artvin Turkey

³ Van Yüzüncü Yıl University, Van Vocational School, Department of Furniture and Decoration, Van, Turkey

⁴ Bayburt University, Faculty of Arts and Design, Department of Interior Architecture and Environmental Design, Bayburt, Turkey

⁴ Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Bartın University, Bartın, Turkey

⁵ Zonguldak Bülent Ecevit University, Çaycuma Vocational School, Department of Forestry, Zonguldak, Turkey

Article History

Received: 25.05.2025

Accepted: 16.07.2025

Published: 30.08.2025

Research Article

Abstract – This study investigated the changes in color parameters of HDF, MDF, and particleboards resulting from hot water steam application. Hot water steam was applied homogeneously to the surfaces of the selected board types, and the resulting color changes were measured with a colorimeter. The results indicate that hot water steam causes more pronounced color changes, particularly on MDF and HDF. Significant increases were observed in redness (a^*), luminance (L^*), and yellowness (b^*), with significant changes in yellowness and redness, particularly on MDF. Additionally, a significant decrease in color tone angle (h°) and an increase in color saturation (C^*) were observed. Following hot water steam application, particleboard, MDF, and HDF boards achieved ΔE^* values of 1.42, 8.01, and 9.25, respectively. MDF exhibited a moderate change, HDF board exhibited the highest color change, and particleboard exhibited the lowest. These findings demonstrate that hot water steam application alters the aesthetic properties of materials such as MDF and HDF and that this change can be managed in a controlled manner. It was determined that the hot water steam application used in this study can be used to modify surface properties without the use of any chemicals and also represents an environmentally friendly method.

Keywords – Hot steam, color parameters, MDF, HDF, particleboard

¹  osmancamlibel@kku.edu.tr

²  peker100@artvin.edu.tr

³  g.ulay@yyu.edu.tr

⁴  umitayata@bayburt.edu.tr

⁵  mustafa.zor@beun.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Ahşap bazlı paneller, genellikle odun atıklarından veya odun liflerinden yapılan, ahşap malzemenin işlenip şekillendirildiği çeşitli panel türleridir. Bu paneller, doğal odun malzemelerinin yanı sıra, talaş, odun lifi, kereste atıkları veya diğer lignoselülozik malzemelerin birleştirilmesiyle üretilmektedir. Ahşap bazlı panellerin en yaygın türleri şunlardır:

Yonga levha, inşaat işlerinde yaygın olarak kullanılan yapısal olmayan bir ahşap kompozitidir. Ancak, yonga levhanın suya olan ilgisi, nem açısından zengin koşullar altında kullanım için bir sınırlamadır ve bu da boyutsal kararlılığını ve dayanıklılığını etkilemektedir. Ahşap hücre duvarındaki hemiselülozlar en hidrofilik ahşap bileşenleridir (Skaar, 1972; Pelaez-Samaniego vd., 2014).

Günümüzde, orta yoğunluklu lif levhalar (MDF) birçok alanda çeşitli potansiyel uygulamalara sahip olmaktadır. Dünya genelinde bu malzemenin üretim oranları artmaktadır. MDF'ler, raflar, dolap kapakları, mobilyalar, laminat zeminler ve yapı inşaat panelleri gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. MDF üretiminde genellikle odun bazlı ham maddeler kullanılmaktadır. Odun ham maddelerinin büyük bir kısmı esas olarak kereste ürünleri ile kâğıt ve selüloz endüstrisinde kullanılmaktadır. Bu durumun yanı sıra çevresel ve ekonomik faktörler nedeniyle odun dışı lignoselülozik lif kaynaklarına olan talep de artmaktadır. Günümüzde en yaygın kullanılan odun dışı malzemeler arasında bambu, kenaf, jüt, kenevir, bagas ve tahıl sapları yer almaktadır (El-Kassas ve Mourad, 2013).

Genellikle MDF müşterileri ham levhalara ait yüzeylerde parlak renklerin olmasını istemektedirler. Bunun nedeni, bu levhaların önemli bir kısmının parlak renklere sahip lamineler, çeşitli yüzey koruyucular (boyalar veya ince vernikler) ile kaplanmış olmasıdır. Ham levhaların koyu yüzeyi, yeterli renk elde etmeyi zorlaştırmaktadır. Renkte meydana gelen değişim ahşabın depolanma süresine ve şartlarına göre değişmektedir (Nicewicz ve Kowaluk, 2015).

Son birkaç on yıldır yüksek yoğunluklu lif levha (HDF) esaslı laminat parke panelleri kullanılmaktadır. Dekoratif çeşitliliği, daha yüksek performansları ve çevre dostu özellikleri sebebiyle masif ahşap döşemenin bir ikamesi olarak değer gördüğü bildirilmiştir. Genellikle laminat parkenin yüzeyi emprenye edilmiş dekoratif kâğıtla kaplanmaktadır (Barbu ve Paulitsch, 2015).

Yonga levhalar, ahşap plastik kompozit ve kontrplak gibi ahşap esaslı kompozit malzemeleri, binalarda, inşaat sektöründe ve birçok tüketici ürününde kullanılan ürünlerdir (Rowell, 2005).

Üre-formaldehit (UF) reçineleri, ahşap esaslı panellerin üretimi için en önemli yapıştırıcı reçineler türü olduğu bildirilmiştir. Üretimdeki yüksek reaktiviteleri ve iyi performansları ve düşük fiyatları ile önemli bir yere sahiptirler. Ancak aminometilen bağlantısının tersine çevrilebilirliği ve dolayısıyla hidrolize duyarlılık nedeniyle sertleştirilmiş reçinenin suya dayanıklılığından yoksun olduğu da bildirilmiştir (Dunky, 1998).

Ahşap ve ahşap bazlı malzemelerin kullanım alanları, özellikle mobilya üretimi ve iç mekân tasarımı gibi birçok alan için önemli arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı, sıcak su buharının HDF, MDF ve yonga levhaların renk parametrelerini nasıl değiştirdiğini belirlemektir. Ayrıca, bu çalışma, bu tür yüzey işlemlerinin malzeme mühendisliğinde ve iç mekân tasarımında nasıl faydalanılabileceği konusunda bilgiler sunmayı hedeflemektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, herhangi bir yüzey kaplaması ile kaplanmamış şekilde lif levhalar (MDF ve HDF) ve yonga levha malzemeleri ticari bir şirketten temin edilmiştir. Her bir levha türü için 10 cm x 10 cm x 1,8 cm levha kalınlığı ölçülerinde 10 adet olacak şekilde numuneler hazırlanmıştır.

Hazırlanmış olan deney numuneleri, yapılacak olan deney öncesinde 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem koşullarında denge nemine ulaşana kadar laboratuvar koşullarında bekletilmiştir (ISO 554, 1976).

Sıcak su buharı uygulaması için, bir buharlaştırıcı cihaz kullanılarak 100°C ısıtılmış su buharı oluşturulmuştur ve buhar, kontrol edilen bir ortamda numunelerin yüzeyine yönlendirilmiştir. Her bir levhanın yüzeyine eşit miktarda sıcak su buharı uygulanabilmesi için numuneler, buharın homojen bir şekilde dağılacağı şekilde yerleştirilmiştir.

Ahşap bazlı hazırlanmış olan numuneler, 15 dakika süre ile sıcak su buharı etkisine kalacak şekilde bırakılmıştır. Buhar uygulaması işlemleri tamamlandıktan sonra, deney numuneleri ortam sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır.

Çalışmada sıcak su buharı uygulama öncesi ve sonralarına ait ahşap bazlı malzemelerin yüzeylerinde CS-10 cihazının kullanılması ile renk parametreleri [kırmızı (a^*) renk tonu, ışıklılık (L^*), kroma (C^*), sarı (b^*) renk tonu ve ton (h°) açısı] (ASTM D 2244-4, 2023) belirlenmiştir.

ΔC^* : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^* : ton bölümü veya gölge farkı olarak tanımlanmıştır (Lange, 1999). Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıklarına ait sonuçları hesaplanmıştır.

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{sıcak su buharı uygulanmış}}) - (a^*_{\text{sıcak su buharı uygulanmamış}}) \quad (2)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{sıcak su buharı uygulanmış}}) - (L^*_{\text{sıcak su buharı uygulanmamış}}) \quad (3)$$

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (4)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (5)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{sıcak su buharı uygulanmış}}) - (C^*_{\text{sıcak su buharı uygulanmamış}}) \quad (6)$$

$$h^\circ = \arctan(b^*/a^*) \quad (7)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{sıcak su buharı uygulanmış}}) - (b^*_{\text{sıcak su buharı uygulanmamış}}) \quad (8)$$

ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* (renklerin ilk hali ile son hali arasında oluşan değişiklikler) değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999) Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1

ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait tanımlamalar

Parametre	Pozitif durumda	Negatif durumda
ΔC^*	Referansa göre, daha net ve daha parlak	Mat, referansa göre daha bulanık
Δa^*	Referansa göre daha kırmızı	Referansa göre daha yeşil
Δb^*	Referansa göre daha sarı	Referansa göre daha mavi
ΔL^*	Referansa göre daha açık	Referansa göre daha koyu

ΔE^* kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979) Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

ΔE^* için kriterler

ΔE^* değeri	Görsel fark	ΔE^* değeri	Görsel fark
<0.20	Algılanamaz	3.00 ila 6.00	Çok belirgin
0.20 ila 0.50	Çok zayıf	6.00 ila 12.00	Güçlü
0.50 ila 1.50	Zayıf	> 12.00	Çok güçlü
1.50 ila 3.00	Belirgin		

Verilerin istatistiksel analizi için varyans analizi One-Way Anova (ANOVA) yöntemi uygulanmış ve farklılıkların anlamlı olup olmadığı belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları Tablo 3’de ve bu sonuçların grafiksel gösterimi Şekil 1’de gösterilmektedir.

ΔE^* (toplam renk farkı) değerleri yonga levha için 1.42, MDF için 8.01 ve HDF için 9.25 olarak tespit edilmiştir. Δa^* , ΔC^* ve Δb^* değerleri (sırası ile referansa göre daha kırmızı ve referansa göre, daha net ve daha parlak ve referansa göre daha sarı) pozitif olarak belirlenmiştir. ΔH^* değerleri yonga levha için 0.73, MDF için 3.02 ve HDF için 0.24 olarak bulunmuştur (Tablo 3).

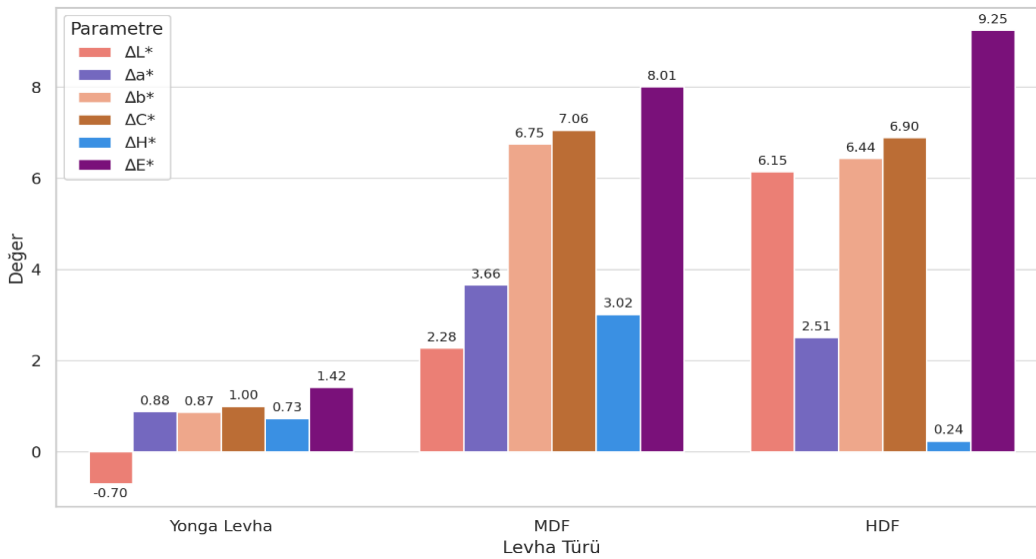
ΔL^* değerleri yonga levha için negatif (referansa göre daha koyu) olarak elde edilirken, MDF ve HDF için pozitif (referansa göre daha açık) olarak bulunmuştur. Renk değiştirme kriterleri (DIN 5033, 1979) açısından incelendiğinde yonga levha için “zayıf (0.50 ila 1.50)” kriteri şeklinde sonuç olarak bulunurken, MDF ve HDF ile “güçlü (6.00 ila 12.00)” şeklinde bir sonuç olarak tespit edildikleri belirlenmiştir (Tablo 3).

Ahşabın ana bileşenleri olan hemiselüloz, selüloz ve ligninde buhar etkisi ile gerçekleşen fiziki değişimlere neden olmuş olabilir. Bu sonuçlar araştırılan literatür ile karşılaştırıldığında, MDF ve HDF malzemelerinin üretiminde kullanılan daha ince lif yapısı ve yüksek pres sıcaklıklarının, renk stabilitesi üzerinde belirgin bir etki oluşturduğunu göstermektedir (Çetin vd. 2010).

Tablo 3

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları

Levha Türü	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk değiştirme kriterleri [11]
Yonga Levha	-0.70	0.88	0.87	1.00	0.73	1.42	Zayıf (0.50 ila 1.50)
MDF	2.28	3.66	6.75	7.06	3.02	8.01	Güçlü (6.00 ila 12.00)
HDF	6.15	2.51	6.44	6.90	0.24	9.25	Güçlü (6.00 ila 12.00)



Şekil 1. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlarının grafiksel gösterimi

Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 4’de gösterilmiştir. a^* , L^* , b^* , C^* ve h° değerleri için malzeme türü (A), sıcak su buharı uygulaması (B) ve etkileşim (AB) anlamlı olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları (One-Way-ANOVA) Tablo 5’de ve bu sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 2’de sunulmaktadır. Çalışmada kullanılan sıcak su buharı uygulamasının, MDF, HDF ve yonga levha malzemeleri üzerinde renk parametreleri için farklı etkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Işıklılık (L^*) değerlerinde yonga levhada %1.14 oranında belirlenen azalma değeri ile hafif bir koyulaşma görülürken, MDF ve HDF malzemelerinde belirgin bir aydınlanma görülmüştür. Özellikle HDF malzemesinde %11.81 oranında elde edilen artış, malzemeye ait liflerin yoğun yapısı sebebiyle çalışmada kullanılan su buharının daha fazla nüfuz ettiğini düşündürülebilir (Tablo 5).

HDF malzemelerinde de önemli bir kırmızılık artışı (%48.46) meydana gelirken, yonga levha malzemesinde daha düşük bir artış göstermiştir. Sarılık-mavilik (b^*) parametresi incelendiğinde, tüm malzemelerde belirgin bir sararma meydana gelmiştir (Tablo 5).

Kırmızılık-yeşillik (a^*) parametresi yönünden incelendiğinde ise, tüm ahşap nazlı levha türlerinde kırmızılık artışının meydana geldiği belirlenmiştir. MDF malzemesinde %70.46 oranında elde edilen yüksek bir artışın elde edilmesi, sıcak su buharının MDF yüzeyinde daha kuvvetli bir renk değişimi oluşturduğunu belirtmektedir. MDF ve HDF malzemelerindeki sararma oranı oldukça yüksek elde edilmiş bu duruma ait veriler sırasıyla %38.64 ve %37.65 şeklinde bulunmuştur. Yonga levha malzemesinde %5.10 oranında daha düşük bir değişim tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, çalışmada kullanılan sıcak su buharının özellikle MDF ve HDF malzemelerinde daha güçlü renk değişimlerini meydana getirdiğini, yonga levha malzemesinde ise nispeten daha dirençli bir durumun elde edildiğini ortaya koymaktadır (Tablo 5).

Tablo 4

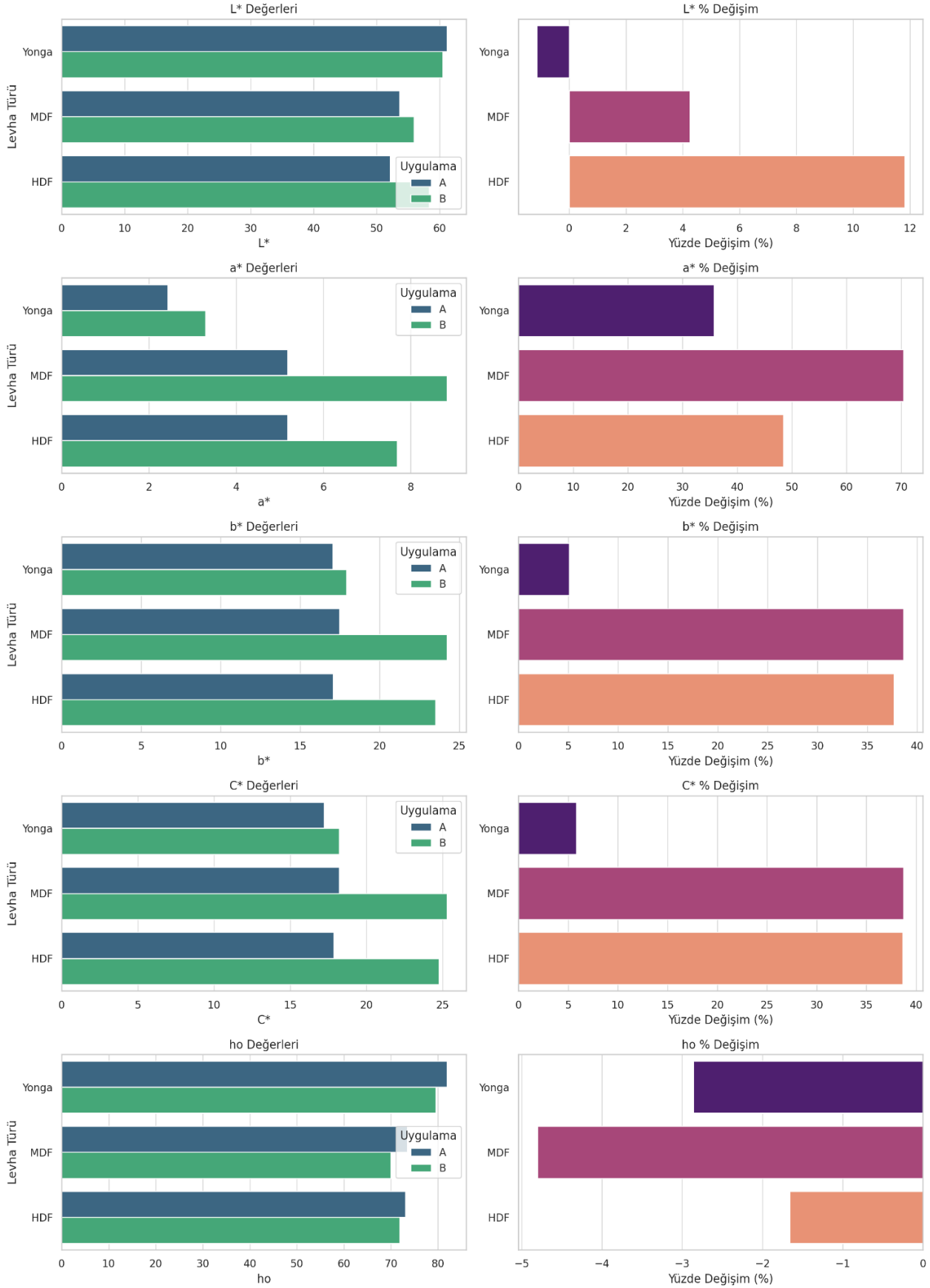
Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları ($\alpha \leq 0.05$)

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	p≤0.05 (*: Anlamlı)
L^*	Malzeme Türü (A)	451.178	2	225.589	431.059	0.000*
	Sıcak Su Buharı Uygulaması (B)	99.614	1	99.614	190.344	0.000*
	Etkileşim (AB)	118.089	2	59.044	112.823	0.000*
	Hata	28.260	54	0.523		
	Toplam	195218.986	60			
	Düzeltilmiş Toplam	697.141	59			
a^*	Malzeme Türü (A)	201.351	2	100.675	2830.976	0.000*
	Sıcak Su Buharı Uygulaması (B)	82.485	1	82.485	2319.478	0.000*
	Etkileşim (AB)	19.513	2	9.757	274.352	0.000*
	Hata	1.920	54	0.036		
	Toplam	2077.297	60			
	Düzeltilmiş Toplam	305.269	59			
b^*	Malzeme Türü (A)	129.941	2	64.970	1072.638	0.000*
	Sıcak Su Buharı Uygulaması (B)	329.520	1	329.520	5440.259	0.000*
	Etkileşim (AB)	109.349	2	54.675	902.659	0.000*
	Hata	3.271	54	0.061		
	Toplam	23484.293	60			
	Düzeltilmiş Toplam	572.080	59			
C^*	Malzeme Türü (A)	194.994	2	97.497	201.875	0.000*
	Sıcak Su Buharı Uygulaması (B)	373.053	1	373.053	772.436	0.000*
	Etkileşim (AB)	119.404	2	59.702	123.618	0.000*
	Hata	26.080	54	0.483		
	Toplam	25332.267	60			
	Düzeltilmiş Toplam	713.530	59			
h^o	Malzeme Türü (A)	994.648	2	497.324	2166.560	0.000*
	Sıcak Su Buharı Uygulaması (B)	83.733	1	83.733	364.777	0.000*
	Etkileşim (AB)	13.413	2	6.707	29.217	0.000*
	Hata	12.395	54	0.230		
	Toplam	338499.198	60			
	Düzeltilmiş Toplam	1104.190	59			

Sıcak su buharı uygulamasının, h^o (renk tonu açısı) ve C^* (renk doygunluğu) parametreleri üzerinde önemli değişimlere sebep olduğu da görülmektedir. C^* parametresine bakıldığında, tüm levha türlerinde doygunluk artışı elde edilmiştir. MDF ve HDF malzemelerinde en belirgin artışlar meydana gelmiş olup, MDF malzemesinde %38.75 ve HDF malzemesinde %38.66 oranında bir yükselme görülmüştür. Bu sonuçlar, sıcak su buharının renkleri daha belirgin ve yoğun hale getirdiğini göstermektedir. Yonga levha malzemelerinde belirlenen %5.81 oranı ile doygunluk artışının daha düşük düzeylerde bulunduğu görülmüştür (Tablo 5).

Renk tonu açısı (h^o) açısından bakıldığında, çalışmada kullanılan sıcak su buharı uygulaması ile tüm malzemelerde h^o parametresinde bir azalmaya neden olduğu görülmüştür. En yüksek azalma oranı %4.80 olarak MDF malzemelerinde elde edilirken, %2.86 oranında yonga levha malzemelerinde ve %1.66 oranında HDF malzemelerinde elde edilmiştir. Belirlenmiş olan bu sonuçlar, MDF malzemelerinin sıcak su buharına karşı renk tonu değişimi açısından daha ölçüde hassas bir durumda olduğunu, HDF malzemelerinin ise nispeten daha stabil durumda kaldığını ifade etmektedir (Tablo 5).

Çalışmada kullanılan sıcak su buharı uygulaması sonucunda farklı türlerdeki ahşap bazlı levha yüzeylerinde elde edilen renk değişimlerinin sebebi, sıcak su buharının malzemeye ait iç yapısında ve yüzeyinde oluşturduğu kimyasal ve fiziksel değişikliklerdir. Öncelikle, kullanılan yüksek sıcaklık ve nemin bir arada etkimesiyle, odunun bileşenlerinden olan lignin ve hemiselüloz gibi yapıların ısı işleminden kolayca etkilenen bileşenlerde parçalanma meydana gelebilir. Bu durumda, özellikle lignin yapısındaki kromofor grupları aktif hale gelir ve renk oluşumuna neden olan bileşikler yüzeye taşınır. MDF ve HDF malzemeleri gibi yoğun lifli yapıya sahip levhalarda lignin oranının yüksek oranda olması, renk değişiminin bu malzemelerde daha belirgin elde edilmesine neden olur. Tüm bu etkileşimler, sıcak su buharının, özellikle MDF ve HDF gibi ahşap bazlı levhalarda gözle görülür renk değişimlerine sebep olduğunu açıklamaktadır.



Şekil 2. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçlarının grafiksel gösterimi [Uygulama A: herhangi bir sıcak su buharı uygulamasına sahip olmayan deney örneklerini temsil etmektedir ve Uygulama B: sıcak su buharı uygulamasına sahip deney örneklerini temsil etmektedir]

Tablo 5

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları ($p \leq 0.05$) (One-Way-ANOVA)

Test	Levha Türü	Sıcak Su Buharı Uygulaması	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	COV
L^*	Yonga Levha	Yok	61.16	↓1.14	A*	0.44	60.28	61.70	0.72
		Var	60.46		B	1.45	59.57	64.44	2.40
	MDF	Yok	53.63	↑4.25	E	0.59	52.88	54.59	1.10
		Var	55.91		D	0.15	55.72	56.11	0.27
	HDF	Yok	52.16	↑11.81	F**	0.38	51.38	52.61	0.72
		Var	58.32		C	0.58	57.76	59.39	1.00
a^*	Yonga Levha	Yok	2.43	↑35.80	E**	0.25	2.12	2.74	10.21
		Var	3.30		D	0.19	3.08	3.74	5.87
	MDF	Yok	5.18	↑70.46	C	0.20	4.81	5.50	3.78
		Var	8.83		A*	0.12	8.66	9.04	1.32
	HDF	Yok	5.18	↑48.46	C	0.17	4.90	5.46	3.32
		Var	7.69		B	0.18	7.40	7.98	2.35
b^*	Yonga Levha	Yok	17.05	↑5.10	E**	0.40	16.50	17.67	2.36
		Var	17.92		C	0.18	17.61	18.14	1.00
	MDF	Yok	17.47	↑38.64	D	0.27	17.03	17.94	1.55
		Var	24.22		A*	0.12	24.02	24.36	0.50
	HDF	Yok	17.08	↑37.65	E	0.25	16.63	17.39	1.48
		Var	23.51		B	0.14	23.33	23.71	0.58
C^*	Yonga Levha	Yok	17.22	↑5.81	C**	0.42	16.64	17.88	2.46
		Var	18.22		B	0.18	17.93	18.42	1.00
	MDF	Yok	18.22	↑38.75	B	0.31	17.69	18.77	1.72
		Var	25.28		A*	1.58	20.80	25.94	6.24
	HDF	Yok	17.85	↑38.66	B	0.27	17.37	18.18	1.52
		Var	24.75		A	0.16	24.52	24.96	0.64
h^o	Yonga Levha	Yok	81.90	↓2.86	A*	0.70	80.97	82.92	0.86
		Var	79.56		B	0.56	78.34	80.24	0.71
	MDF	Yok	73.50	↓4.80	C	0.38	72.95	74.22	0.52
		Var	69.97		E**	0.30	69.37	70.37	0.42
	HDF	Yok	73.11	↓1.66	C	0.45	72.37	74.06	0.61
		Var	71.90		D	0.36	71.23	72.50	0.51

COV: Varyasyon Katsayısı, Ölçüm Sayısı: 10, Homojenlik Grubu sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, MDF, HDF ve yonga levha malzemelerinde sıcak su buharı uygulanarak renk parametrelerindeki değişimler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, sıcak su buharının özellikle MDF ve HDF malzemeleri üzerinde daha belirgin renk değişimlerine sebep olduğunu göstermektedir ($p \leq 0.05$). Sıcak su buharı uygulaması sonrasında, MDF, yonga levha ve HDF malzemelerinde sırasıyla 1.42, 8.01 ve 9.25'lik ΔE^* değerleriyle hesaplanmış farklı sonuçlara ulaşılmış bu durum ile farklı renk değişimleri elde edilmiştir. HDF malzemesinin en yüksek renk değişimine sahip olduğunu, MDF malzemesinin orta seviyede değişimine sahip olduğunu ve yonga levha malzemesinin ise daha düşük bir renk değişimine ulaştığını göstermektedir. Bu sonuçlar, sıcak su buharı uygulamasının malzemenin genel renk özelliklerini değiştirdiğini ve özellikle MDF malzemesinin bu değişime karşı daha hassas olduğunu göstermiştir.

Sıcak su buharı işleminin HDF ve MDF malzemelerindeki renk değişimlerini minimize edecek son işlem teknikleri ve yüzey kaplamaları hakkında daha fazla çalışma yapılabilir.

Teşekkür

Bu araştırma, kamu, ticari veya kar amacı gütmeyen sektörlerden fon almamıştır.

Yazar Katkıları

Osman Çamlıbel: Araştırma tasarımı ve deney örneklerinin hazırlanması.

Hüseyin Peker: Araştırma tasarımı ve iyileştirme.

Göksel Ulay: Araştırma planı, literatür taraması ve sonuçların değerlendirmesi.

Ümit Ayata: Verileri toplama ve istatistiksel analiz, makale yazımı.

Mustafa Zor: Makale yazımı, geliştirilmesi, görselleştirme.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- ASTM D 2244-3. (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates. ASTM International.
- Barbu, M. C., & Paulitsch, M. (2015). Development of wood-based products worldwide. *Pro Ligno*, 11(4), 104–109.
- Çetin, N. S., Özmen, N., & Alma, M. H. (2010). Effects of heat treatment on color and surface characteristics of wood-based panels. *Wood Research*, 55(1), 45–54.
- DIN 5033. (1979). Deutsche Normen. Farbmessung. Normenausschuss Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin.
- Dunky, M. (1998). Urea-formaldehyde (UF) adhesive resins for wood. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 18(2), 95–107.
- El-Kassas, A. M., & Mourad, A. H. I. (2013). Novel fibres preparation technique for manufacturing of rice straw based fibreboards and their characterization. *Materials & Design*, 50, 757–765.
- ISO 554. (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing. International Standardization Organization.
- Lange, D. R. (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
- Nicewicz, D., & Kowaluk, G. (2015). Changes of surface brightness of MDF boards. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. Forestry and Wood Technology*, (92), 295–299.
- Pelaez-Samaniego, M. R., Yadama, V., Garcia-Perez, M., Lowell, E., & Amidon, T. (2014). Effect of hot water extracted hardwood and softwood chips on particleboard properties. *Holzforschung*, 68(7), 807–815. <https://doi.org/10.1515/hf-2013-0150>
- Rowell, M. R. (2005). Handbook of wood chemistry and wood. CRC Press Ltd.
- Skaar, C., (1972). Water in wood (1st ed.). Syracuse University Press.