



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



Bambu ağaç malzemedede vernik tiplerinin yüzey özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi

Investigation of the effect of varnish types on surface properties used in bamboo wooden material

Yazar(lar) (Author(s)): Sevda AYKAÇ¹, Sait Dündar SOFUOĞLU²

ORCID¹: 0000-0002-7523-3517

ORCID²: 0000-0002-1847-6985

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Aykaç S., Sofuoğlu S.D., “Bambu ağaç malzemedede vernik tiplerinin yüzey özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi”, *Politeknik Dergisi*, 24(4): 1353-1363, (2021).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.683277

Bambu Ağaç Malzemede Vernik Tiplerinin Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Investigation of the Effect of Varnish Types on Surface Properties used in Bamboo Wooden Material

Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ *Bambu (Bambusa) ağaç malzeme yüzeyine ahşap koruyucu vernikler uygulanması/ Wood protective varnishes were applied to the bamboo (Bambusa) wood material surface*
- ❖ *Sertlik, parlaklık, renk değişimi ve katman kalınlığı ölçümleri/Hardness, gloss, color change and layer thickness measurements were carried out on*

Grafik Özet (Graphical Abstract)

Üst yüzey işlemleri uygulanmış Bambu deney numunelerinde sertlik, parlaklık, renk değişimi ve katman kalınlığı ölçümleri yapılmıştır./ Hardness, gloss, color change and layer thickness measurements were carried out on the Bamboo test specimens with the surface treatment



Şekil. Deneysel çalışma / Figure. Experimental design

Amaç (Aim)

Üst yüzey işlemleri uygulanmış Bambu deney numunelerinde sertlik, parlaklık, renk değişimi ve katman kalınlığı ölçümleri amaçlanmıştır. / Hardness, gloss, color change and layer thickness measurements were carried out on the test specimens which applied the surface finishing process.

Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Bambu ağaç malzeme yüzeylerine selülozik, sentetik, poliüretan ve su bazlı vernik uygulanmış, sertlik, parlaklık, renk değişimi ve katman kalınlığı değerleri tespit edilmiştir. / Cellulosic, synthetic, polyurethane and water-based varnishes were applied to the Bamboo wood material surfaces. Hardness, gloss, color change and layer thickness measurements were carried out.

Özgünlük (Originality)

Bambu ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan verniklerin yüzey özellikleri üzerine etkisinin tespit edilmesi./ Determination of the effect of varnishes applied on bamboo wood material surfaces on surface properties

Bulgular (Findings)

Bambu ağaç malzemede en yüksek katman sertliği poliüretan vernikte, en yüksek parlaklık selülozik vernikte, en düşük toplam renk değişimi su bazlı vernik ile elde edilmiştir. / In the Bamboo wooden material, the most hardness was obtained in the polyurethane varnish, the highest gloss in the cellulosic varnish, the lowest total color change was achieved with water based varnish.

Sonuç (Conclusion)

Bambu ağaç malzemenin doğal renginin korunması amaçlanıyorsa su bazlı vernik kullanılması önerilebilir. / If it is aimed to preserve the natural color of bamboo wood material, it could be recommended to use water-based varnish.

Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author(s) of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

Bambu Ağaç Malzemede Vernik Tiplerinin Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Araştırma Makalesi / Research Article

Sevda AYKAÇ¹, Sait Dündar SOFUOĞLU^{2*}

¹Afşin Mesleki Eğitim Merkezi, Afşin, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü
43500 Simav/Kütahya, Türkiye

(Geliş/Received : 02.02.2020 ; Kabul/Accepted : 22.05.2020 ; Erken Görünüm/Early View : 23.05.2020)

ÖZ

Bu çalışmada bambu (Bambusa) ağaç malzeme yüzeyine mobilya endüstrisinde en çok tercih edilen ahşap koruyucu vernikler uygulanmış ve bazı katman özellikleri araştırılmıştır. Denemelerde selülozik vernik, sentetik vernik, poliüretan vernik ve su bazlı vernik kullanılmıştır. Üstyüzey işlemleri uygulanmış deney numunelerinde sertlik, parlaklık, renk değişimi ve katman kalınlığı ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen verilere göre, yüzey sertliği ölçümlerinde poliüretan vernik dışındaki diğer verniklerde yüzey sertlik değerleri kontrol numunesine kıyasla düşüş göstermiştir. Parlaklık değerlerinde, kontrol örneklerine kıyasla üç kata kadar artış görülmektedir. Renk ölçüm değerlerinde örnek yüzeylerini sarı ve kırmızı renge en çok yaklaştıran vernik türü sentetik vernik olmuştur. Işıklılık (L*) değerinde ise kontrol örneklerine kıyasla bir düşüş görülmüştür. Vernikler arasında toplam renk değişimi (ΔE^*) incelendiğinde en çok değişim sentetik vernikte en az ise su bazlı vernikte görülmektedir. Vernik çeşitleri arasında en fazla katman kalınlığı veren vernik çeşidi selülozik verniktir. En az katman kalınlığı ise su bazlı vernikte elde edilmiştir

Anahtar Kelimeler: Bambu, parlaklık, renk değişimi, sertlik, vernik.

Investigation of the Effect of Varnish Types on Surface Properties used in Bamboo Wooden Material

ABSTRACT

In this study, the most preferred wood protective varnishes in the furniture industry were applied to the bamboo (Bambusa) wood material surface and some layer properties were investigated. Cellulosic varnish, synthetic varnish, polyurethane varnish and water-based varnish were used in the experiments. Hardness, gloss, color change and layer thickness measurements were carried out on the test specimens which applies the surface finishing process. According to the data obtained, surface hardness values decreased in surface hardness measurements in other varnishes other than polyurethane varnish compared to the control sample. The brightness values increase up to three times compared to the control samples. Synthetic varnish was the varnish type that brought the sample surfaces closer to yellow and red in color measurement values. There was a decrease in luminance (L*) value compared to control samples. When the total color change (ΔE^*) among varnishes is examined, the most change is observed in synthetic varnish and the least in water based varnish. Among the varnish varieties, the varnish that gives the most layer thickness is cellulosic varnish. The least layer thickness was obtained in water based varnish.

Keywords: Bamboo, brightness, color change, hardness, varnish.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ağaç malzeme, doğadan doğrudan temin edilebilen ve biyolojik olarak devamlılığı olan doğal ve organik bir malzemedir [1]. Bu özelliği onun bazı dış faktörler tarafından kolayca deforme edilebilmesine neden olmaktadır. Ağaç malzemeyi oluşturan lignin ve selüloz gibi polimer yapılar, diğer organik polimer yapılara benzer şekilde ultraviyole ışınlar karşı hassastır. Ağaç malzemenin herhangi bir koruyucu işleme tabi tutulmadan korumasız şekilde dış ortam koşullarına maruz kalması sonucu neredeyse tüm fiziksel ve mekanik özelliklerinde olumsuz değişimler ortaya çıkmaktadır [2]. Ahşap ve ahşap esaslı ürünlere koruma amaçlı işlemlerin yapılması uzun süreli ve verimli kullanımı için gerekli bir durumdur. Özellikle ahşap

malzemelerde bu işlemler empenye etme, vernikleme ve boyama gibi süreçleri kapsamaktadır [3]. Koruyucu katman oluşturarak koruma işleminde; mobilya ve dekorasyon elemanlarını fiziksel, mekanik ve kimyasal etkiler, açık hava şartları ve biyolojik zararlılar gibi etkenlere karşı korumak amacı ile katman yapma özelliğindeki malzemeler kullanılarak; ağaç malzeme yüzeylerinin kaplanması şeklinde uygulanmaktadır [4]. Yüzeylerin estetik ve ekonomik ömrünün uzatılabilmesi amacıyla, koruyucu katman oluşturmada sıvı yüzey işlemleri için en çok kullanılan maddeler boya ve verniklerdir [5]. Ağaç malzeme için en sakıncalı olan etken açık hava koşullarıdır. Sıcaklık, nem, güneş ışığının değişik dalga boyları ve UV radyasyonu bunların mevsimlere göre günün belli saatlerinde değişmesi ahşap malzeme üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir [6]. Vernik türlerinin uygun

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : sdundar.sofuoglu@dpu.edu.tr

seçilmelerinin yanında vernikleme tekniğinin de uygun seçilmiş olması gerekmektedir. Boya/vernik katmanlarının harici etkilere karşı dayanıklılıklarını belirlemeye yönelik testler genellikle mevcut vernik sistemlerinin performansını belirlemek ya da ürün geliştirmek amacıyla yapılmıştır. Günümüzde üstyüzey işlemleri için çok sayıda yüzey işlem malzemesi ve oldukça fazla sayıda uygulama yöntemi geliştirilmiştir. Mobilya endüstrisinde kullanılan çeşitli ağaç türleri de göz önüne alındığında, üstyüzey işlemlerinin ne kadar karmaşık ve güç olduğu kolayca anlaşılabilir [7]. Ağaç malzemeyi daha uzun süre ve daha doğru şekilde kullanmak için yüzey işlemi ve koruyucu katman seçimi oldukça önem arz etmektedir [8]. Bu amaçla yapılmış ağaçları ve mobilya sektöründe kullanılan üstyüzey işlem malzemelerinden verniklerle ilgili literatürde birçok çalışma bulunmaktadır.

Verniklenmiş yüzeylerde yüzey sertliğine ağaç türünün etkisinin olmadığı, vernik türünün etkili olduğu görülmüş, en fazla sertlik değeri polyester vernikte elde edilmiştir. En fazla parlak yüzeyler poliüretan vernik ile elde edilmiştir [4,9]. Kayın ve meşe kaplamalı yüzeyler üzerine selülozik, sentetik, poliüretan ve polyester vernik uygulanmış, en sert verniğin polyester, en esnek verniğin ise sentetik vernik olduğu, tutunma direnci bakımından en güçlü poliüretan, en zayıf sentetik vernik olduğu görülmüştür [9]. Ağaç malzeme yüzeylerinde kullanılan solvent bazlı verniklerin, suda çözünen ağaç boyalarının renginde yaptığı değişiklikte, vernik çeşidinin önemli, ağaç türünün ise önemsiz olduğunu görülmüştür [10]. Sarıçam ve kestane ağaç türlerinde emprenye ve vernikleme işleminden sonra açık hava koşullarında bekletildiğinde, renk, sertlik, parlaklık açısından değerlendirildiğinde, kestane odununun sarıçama göre daha az renk değişimine uğradığı ve her iki ağaç türünde de poliüretan vernik 1. derece, sentetik vernik 2. derecede sertlik göstermiştir [11]. Meşe, kestane, kayın ve sarıçam ağaç türlerinde selülozik, sentetik, poliüretan ve asit sertleştiricili vernikler uygulandığında renk değişikliği meydana geldiği en fazla etkinin ise sentetik vernikte olduğu görülmüştür [12]. Ahşap verniklerinde katman kalınlığının etkisi incelendiğinde 3. kat vernik uygulamalarının sertlik üzerinde etkili olmadığını ancak parlaklık artışına neden olduğunu görülmüştür [13]. Ahşap malzemenin doğal verniklenmesinde en açık rengi; kayın, sarıçam ve dişbudak da sentetik vernik, meşede akrilik vernik vermiştir. En koyu rengi; kayın, çam ve dişbudak da asit katalizörlü vernik, meşede ise poliüretan vernik vermiştir. Rengi açılmış ağaç malzeme yüzeylerinde; meşede en açık rengi akrilik ve asit katalizörlü vernik, dişbudak da sentetik ve poliüretan vernikler vermiştir. Kayında en koyu rengi sentetik, sarıçam da ise akrilik, poliüretan ve asit katalizörlü vernikler vermişlerdir [14]. Çeşitli ağaç türleri üzerine uygulanan farklı tipteki su çözücülü verniklerin sertlik, parlaklık ve tutunma direncinin solvent bazlı verniklerden daha düşük olduğu görülmüştür [15]. Su bazlı verniklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin solvent bazlı verniklere göre daha düşük

olduğu görülmüştür [16]. Sarıçam, doğu kayını ve kestane odunlarına selülozik, sentetik, poliüretan ve asit katalizörlü vernik uygulanarak, açık hava iklim şartlarının odun rengine etkisi incelendiğinde poliüretan verniğin hem sarı hem de kırmızı renk tonunda artış, sentetik verniğin sarı renk tonunda azalma, kırmızı renk tonunda artış olduğu görülmüştür [17]. Düşük kırmızı renk tonu istenen işlemlerde renk açma işleminden sonra odun yüzeylere poliüretan vernik uygulanmamalı çünkü son katta poliüretan vernik uygulanması söz konusu olduğunda, şeffaf renksiz dolgu verniği kullanılması kırmızı renk tonu oluşumunu azaltabilecektir [18]. Farklı vernik katmanlarının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine ağaç türlerinin önemsiz, vernik etkisinin önemlidir [19]. Ladin odununa uygulanan vernikleme işlemlerinde parlaklık, pandüllü sertlik ve renk özelliklerine etkisi incelendiğinde; en yüksek sarı ve kırmızı renk değeri sentetik vernikte, en düşük poliüretan vernikte; parlaklık değeri en yüksek poliüretan vernikte en düşük kontrol örneğinde elde edilmiştir. Sertlik değeri ise en yüksek poliüretan vernikte elde edilmiştir [20]. Katman sertliği, mekanik etkilere dayanım açısından istenen bir özellik olmasına rağmen, gereksiz katman artışı vernik katmanının esneklik özelliklerini olumsuz yönde etkilemekte; katman yüzey gerilimi iyice artırarak pul pul dökülmesine sebep olmaktadır [21]. Gürleyen ve ark. (2017) çalışmasında limba, sapelli, kestane ve iroko odunlarından üretilen farklı vernik katmanlarına göre UV vernik uygulanmış parkeler üzerinde; renk ve parlaklık değerlerini incelemişlerdir [22]. Döngel ve ark. (2008) çalışmalarında kuru sıcaklığın masif ahşap ve ahşap esaslı döşeme kaplama malzemelerinde parlaklık ve renk değiştirici etkisini araştırmışlardır. Poliüretan parke verniği ile kaplanmış Doğu kayını masif parke, UV kurumalı poliüretan vernikle kaplanmış lamine parke ve orta katmanı yüksek yoğunlukta liflevha (HDF) olan laminat parke deney örneği olarak kullanılmıştır [23]. Ayrıca Gürleyen ve ark. (2017), Üvez (*Sorbus L.*) odununa uygulanan tek ve çift kat UV sistem parke vernik katmanlarında renk, parlaklık ve salınımsal sertlik değerlerini belirlemişlerdir [24]. Bunun dışında literatürde emprenye [25], ısıtma işlemi [26,27,28], yaşlandırma [29], renk açma [30] gibi ağaç malzemeye uygulanan işlemler öncesi veya sonrası vernikleme işlemleri ile elde edilen yüzeylerde çeşitli fiziksel özelliklerin değişiminin incelendiği bilimsel çalışmalar da bulunmaktadır.

Özellikle mobilya endüstrisinde sıklıkla kullanılan ağaç türleri üzerine uygulanan vernikleme işlemleri sonucunda yüzey özellikleri ile ilgili denemeler yapılmış ve veriler elde edilmiştir. Bambu gerek yapı malzemesi olarak gerekse mobilya yapımında kullanıldığında üretimi, güvenliği, dayanıklılık ve sertlik özellikleri bakımından üstün özelliklere sahip olmasından dolayı kullanım alanı gitgide yaygınlaşmaktadır. Asya'da 1993 yılında bambu üreten ülkelerde planlama toplantısı düzenlenerek çalışmalar yapılmış ve bambunun ekonomik değerini artırmak hedeflenmiştir [31]. Doğal kaynakların gitgide azalması sonucu farklı malzeme

arayışına gidilerek, Bambu'nun yenilenebilir, çevre dostu ve yaygın olarak kullanılabilir olması avantajlar arasında olduğu gösterilmiştir [32]. Türkiye'de Rize ili Pazar ilçesinde bulunan bambu meşceresinde üretim çalışmaları yapılmıştır [33]. Bambular en çok yapısal inşaat malzemeleri olarak kullanılmaktadır. Biyolojik zararlılara karşı dayanıksız olması önemli bir dezavantajdır. Düşük maliyetli ve çevre dostu koruyucular kullanılması önerilmektedir. Neem tohumunun yağına (NSO) batırılmak suretiyle denemeler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre neem yağına batırılan numuneler mantar ve biyolojik zararlılara karşı daha dayanıklı olmuştur [34].

Günümüzde bambu ağaç malzemenin parke, iç mekan ve dış mekanda kullanılabilen çeşitli mobilya vb. ürünler üretilmektedir. Ahşap yüzeylere uygulanan vernikleme işlemlerinde çeşitli etkilere karşı dayanıklılığını da göz

2.1.2. Vernikler (Varnishes)

Vernikleme ile masif ağaç malzeme yüzeyinde sert bir katman meydana getirilerek yüzey dış etkilerden korunmakta ve güzelleştirilmektedir. Vernikler sürüldükleri yüzeyde kuruduktan veya sertleştikten sonra daha çok saydam bir katman oluşturan, genellikle çözücü ve ana bağlayıcı reçine olmak üzere iki elemandan oluşan eriyiklerdir [5]. Çalışmada, ahşap yüzeyler için günümüzde yaygın olarak kullanılan selülozik, sentetik, poliüretan (iki kompetentli) ve su bazlı mat vernikler kullanılmıştır. Vernikler DYO firmasının mobilya boyaları araştırma geliştirme laboratuvarından elde edilmiştir. Üretici firmadan alınan verilere göre uygulamalarında kullanılan verniklerin özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan verniklerin özellikleri (Amounts of solids in used varnishes)

Vernik çeşidi	Katı madde miktarı % (w/w)	Yoğunluk (gr/ml)(20°C)	Alan (1 lt ile tek katta 35-40 mikron kuru film kalınlığı)	Vizkozite (20°C, sn)
Selülozik vernik	34 - 40	0,92-0,99	8-10 m ²	100-110 (DIN6 mm)
Sentetik vernik	53 - 55	0,92-0,96	15-20 m ²	40-45 (DIN4 mm)
Poliüretan vernik	31-37 /32-35	0,93-0,97	10-12 m ²	90-100 (DIN6 mm)
Su bazlı vernik	32 - 38	1,02-1,04	10-12 m ²	30-40 (DIN4 mm)

önüne alarak en doğru vernik türünü seçmek ekonomik açıdan önemlidir [35]. Özellikle mobilya endüstrisinde bambu ağaç malzemenin üretilmiş mobilyalarda vernik kullanımı ile ilgili bilimsel verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı, mobilya ve parke yapımında kullanılan bambu malzeme (*Bambusa*) çeşitli kullanım yerleri için kullanılacak üstyüzey işlemlerinin (selülozik, sentetik, poliüretan ve su bazlı vernik) firmaların uygulama önerilerini de dikkate alarak uygulandığında, elde edilen yüzeylerde renk özellikleri ve değişimi, parlaklık, yüzey sertliği ve uygulanan yüzeylerdeki katman kalınlık değerlerini tespit etmektir. Böylelikle elde edilen veriler ile bambu ağaç malzeme kullanım yerine uygun üstyüzey işlem malzeme seçiminde en uygun ve verimli kararı vermek hedeflenmektedir.

2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

2.1. Materyal (Material)

2.1.1 Ağaç malzeme (Wooden material)

Deney numunesi olarak Türkiye'de mobilya ve parke endüstrisinde kullanım alanı bulan Bambu (*Bambusa*) ağaç türü seçilmiştir. Bambu ağaç malzeme İstanbul'da faaliyet gösteren bir işletmeden rastgele seçim yöntemi ile elde edilmiştir.

2.2. Metod (Method)

2.2.1. Deney numunelerinin hazırlanması (Preparation of test samples)

Masif ağaç malzemeler TS 2470 standardına göre, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, çürüksüz, reaksiyon odunu, mantar ve böcek zararı ile renk ve yoğunluk farkı olmayan bambu ağaç malzemenin elde edilmiştir [36]. Hava kurusu rutubet değerlerine sahip numuneler kalınlık makinesinde 10 mm (teğet yön) kalınlığına getirilmiş ve ardından 60 no'lu zımpara kullanılarak kesici izleri temizlenmiştir. Daha sonra 100x100x10 mm (boyuna yön × radyal yön × teğet yön) net ölçülerinde kesilen deney örnekleri iklimlendirme dolabında 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem ortamında ağırlıkları sabit olana kadar bekletilerek rutubetlerinin %12±2 denge rutubetine ulaşmaları sağlanmıştır. Daha sonra örnek yüzeyleri sırası ile 80 ve 120 no'lu zımparalarla zımparalanmış ve yüzeydeki tozlar orta sertlikteki fırça ve basınçlı hava ile temizlenmiştir. Ardından, orta sertlikteki fırça yardımı ile liflere dik ve paralel olacak şekilde ilk kat vernik uygulamaları yapılmıştır. 24 saat bekletilen numuneler 400 no'lu zımpara ile zımparalanmıştır. Basınçlı hava ile yüzeyleri temizlenmiş ve ikinci kat vernik uygulaması yapılmıştır. 24 saat kurumaya bırakılan numuneler 400 no'lu zımpara ile tekrar zımparalanarak üçüncü kat verniğe hazır hale getirilmiştir. Yüzeyleri basınçlı hava ile temizlenerek üçüncü kat vernik uygulaması yapılarak yer düzlemine paralel konumda ve oda sıcaklığında 120 saat kurumaya bırakılmıştır. Vernik uygulamalarında üretici

firmanın önerilerine uyulmuş ve her bir vernik aynı koşullarda uygulanmıştır. Çalışmanın aşamaları Şekil 1'de gösterilmiştir.

kalibrasyonda ASTM-D-523 esaslarına göre gerçekleştirilmiştir [39].



Şekil 1. Deneysel çalışmanın şematik aşamaları (Schematic representation of experimental design)

2.2.2. Sertlik ölçümü (Hardness measurement)

Sertlik vernik katmanının, fiziksel ve mekaniksel etkiler karşı dayanımını belirleyen özelliktir. Salınım testleri, vernik katmanlarının yüzey sertliklerini belirlemeye yönelik olup sürtünme, aşınma vb. etkilere dayanıklılığının göstergesidir. Verniklenerek deney şartlarına hazır hale getirilen numunelerin yüzey sertlikleri “pandüllü sertlik ölçme cihazı” kullanılarak ASTM D 4366 standartına göre belirlenmiştir [37]. Platforma yerleştirilen masif panel yüzeyinde, $63 \pm 3,3$ HRC sertliğinde ve $5 \pm 0,0005$ mm çapında iki bilye ile sallanan pandül salınımlarına göre katman sertlikleri belirlenmektedir [9]. Ölçme aleti ölçümlerden önce ve ölçüm aralıklarında kalibre camı kullanılarak 40 saniyede 100 salınım verecek şekilde kalibre edilmiştir. Ölçümlerde Köning pandülü ve ölçme yöntemi uygulanmıştır. Ölçme aleti prensip olarak sert yüzeylerde fazla, yumuşak yüzeylerde az salınım yapmaktadır.

2.2.3. Parlaklık ölçümü (Brightness measurement)

Verniklenmiş deney numunelerinin ışığı yansıtma özelliğinden faydalanarak ve TS EN ISO 2813 esaslarına uyarak parlaklık ölçme cihazı (BYK Gardner Micro-TRI-gloss μ) (Gloss meter) ile $60^\circ \pm 2^\circ$ de liflere paralel parlaklık ölçümü yapılmıştır [38]. Kullanılan cihazın

2.2.4. Renk ölçümü (Color measurement)

$L^*a^*b^*$ renk modelinde dikey sarı-mavi ve yeşil-kırmızı eksenlerine dayanan dörtgensel koordinatlar kullanılmaktadır (Şekil 2). $L^*a^*b^*$ renk uzayının iyi dengelenmiş yapısı, bir rengin aynı zamanda hem yeşil hem kırmızı veya hem mavi hem de sarı olamayacağı teorisi üzerine kurulmuştur. Bunun sonucunda kırmızı/yeşil ve sarı/mavi sıfatlarını tarif etmek için basit değerler kullanılabilir. CIE $L^*a^*b^*$ ’da bir rengi gösterirken, L^* ışıklılık’ı, a^* kırmızı/yeşil değerini ve b^* sarı/mavi değerini gösterir. Günümüzde en yaygın kullanılan ve kabul gören renk evreni CIE $L^*a^*b^*$ evrendir. Kısaca ΔE^* , iki renk arasındaki farkın ölçümüdür. CIE $L^*a^*b^*$ renk düzleminde bulunan iki rengin (düzlemdeki iki noktanın) koordinatları arasındaki uzaklıktır. ΔE ne kadar büyükse karşılaştırılan renklerin arasındaki fark da o kadar fazladır. CIE $L^*a^*b^*$ sistemine göre, iki renk arasındaki renk farkı veya uzaklık Eşitlik 1 kullanılarak belirlenmiştir [40].

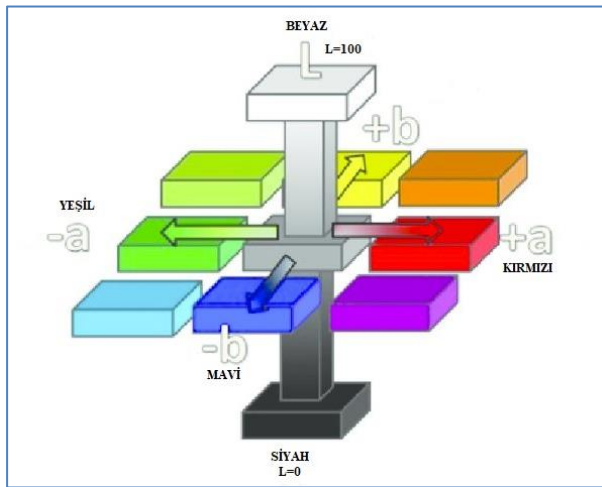
$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

Formülün açılımı Eşitlik 1, 2,3 de verilmektedir.

$$\text{Orijinal rengin degeri} = L^1, a^1, b^1 \quad (2)$$

$$\text{Vernik uygulanmış rengin degeri} = L^2, a^2, b^2 \quad (3)$$

Renk farkı= $(\Delta E)^2 = (L^1 - L^2)^2 + (a^1 - a^2)^2 + (b^1 - b^2)^2$ (4)
Renk uzaklıkları (ΔE) değerleri yok (0) ile (5) çok büyük arasında değişim göstermektedir.



Şekil 2. CIE L*a*b* renk ölçüm sistemi (CIE L*a*b* color measurement system) [41]

Renk ölçümleri, ASTM-D 2244' de belirtilen esaslara göre Colorstriker marka renk ölçme cihazı kullanılarak yapılmıştır. CIE L* a* b* renk sisteminde, renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L*, a*, b* renk koordinatları kullanılarak tespit edilmiştir [42].

2.2.5. Kuru film kalınlığının belirlenmesi (Determination of dry film thicknesses)

Çalışmada kullanılan verniklerin kuru film katman kalınlıkları PosiTector 200 cihazında ASTM D 6132 ve TS EN ISO 2808 standardında belirtilen esaslara uyularak belirlenmiştir. Tam kuruması gerçekleşen çeşitli mikron kalınlıklarına sahip film tabakaları ile kalibresi doğrulanmış cihazın probu, vernikli ahşap malzeme üzerine damlatılan jel'in üstüne gelecek şekilde bastırılmaktadır [43,44]. Cihaz ultrasonik olarak çoklu sinyal gönderdikten hemen sonra tarama yapması ile mikron kalınlığına ait değer ekranda okunmaktadır [45].

2.2.6. Verilerin değerlendirilmesi (Data analyses)

Çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Minitab istatistik paket programı kullanılmıştır. Bambu ağaç malzemenin hazırlanmış deney numunelerinin yüzey özellikleri üzerine selülozik, sentetik, poliüretan ve su bazlı vernik uygulamalarının etkisini belirlemek için 0,05 önem düzeyinde Tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonuçlarının anlamlı çıkması durumunda ($P \leq 0,05$), farkın hangi vernik türleri arasında olduğunu tespit etmek amacıyla çoklu aralık testi Tukey uygulanmıştır.

3 BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

3.1. Yüzey Sertliği (Surface Hardness)

Elde edilen verilere uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmektedir. Çizelge 2 sonuçlarına göre bambu ağaç malzeme üzerine

uygulanan vernik işlemleri yüzey sertliği açısından önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

Çizelge 2. Katman sertliği için Tek yönlü varyans analizi (One-way analysis of variance for layer hardness)

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri $P \leq 0,05$
Faktör	4	22751	5687,69	285,12	0,000
Hata	70	1396	19,95		
Toplam	74	24147			

Varyans analizi sonuçlarının anlamlı çıkması ($P \leq 0,05$) üzerine Tukey testi uygulanmıştır (Çizelge 3). Elde edilen verilere göre yüzey sertliği ölçümlerinde poliüretan vernik dışındaki diğer verniklerde yüzey sertlik değerleri kontrol numunesine kıyasla düşüş göstermiştir. Sertlik değerleri en yüksek değerden en düşük değere doğru poliüretan (11,40) su bazlı (2,67), selülozik (18,93) ve sentetik (60,60) vernik uygulanmış bambu deney numunelerinde elde edilmiştir.

Çizelge 3. Uygulanan vernik tiplerine göre sertlik değerleri için Tukey testi sonuçları (Tukey test results for layer hardness according to the varnish types)

Faktör (Salımm)	N	Ortalama	Grup
Poliüretan vernik	15	60,067	A
Kontrol numuneleri	15	40,40	B
Su bazlı vernik	15	23,667	C
Selülozik vernik	15	18,933	D
Sentetik vernik	15	11,400	E

Ahşap malzemede kullanılan vernik katmanlarının sertliği, dış etkenlere dayanıklılığını belirleyen önemli bir göstergedir [13]. Boya/vernik katmanlarında sertlik azalması gözlemlendiğinde, özellikle çarpma, çizilme, sürtünme gibi mekanik etkilere dayanıklılığın azalacağı ifade edilmektedir [46]. Sönmez (1989)' e göre vernik katmanlarının sertliklerinde ağaç cinslerinin farklılaşmasının etkili olmadığı asıl etkinin vernik türüne ait olduğu belirtilmektedir [9]. Budakçı (1997) çalışmasında en yüksek sertlik değerini poliüretan vernikte, en düşük sertlik değerini sentetik vernikte elde etmiştir [13]. Peker (1997) çalışmasında yüzey sertlik değeri her iki ağaç türünde de en yüksek Tanalith CBC+poliüretan vernikte rastlamıştır [11]. Soylamış (2007) çalışmasında vernik çeşidi bakımından sertlik değerini en yüksek poliüretan vernik, en düşük su bazlı vernikte elde etmiştir [47]. Pelit (2007) çalışmasında sertlik değerlerini en yüksek verniksiz örneklerde, en düşük çift bileşenli su bazlı vernikli örneklerde rastlamıştır. Ağaç türü, vernik çeşidi ve rutubet miktarının sertlik değeri üzerinde etkili olduğu, tek bileşenli su bazlı vernik ve çift bileşenli su bazlı verniklerin uygulanmasından sonra sertlik değerlerinin verniksiz örneklere göre düştüğünü belirtmiştir [48]. Akgün (2008) çalışmasında en yüksek sertlik değerini

nanolacke UV ile elde etmiş, nanolacke UV vernik konvansiyonel verniklere oranla daha yüksek sertlik değerine sahip olduğunu belirtmiştir [49]. Aygın (2017)' ye göre literatürde de, su bazlı verniklerin molekül iriliklerinin solvent bazlı sistemlerdekinden daha küçük olduğu, bu nedenle ağaç malzemenin boşluklarına daha fazla nüfuz ettiği, dolayısı ile ince katmanlar verdiğini ifade edilmektedir. Ayrıca yoğunluğu daha düşük olan malzemelerde katman kalınlığının ince oluşunun su bazlı verniklerde sertliği azaltıcı etki yaptığı belirtilmektedir [50,51]. Katman sertliği mekanik etkilere dayanım açısından istenen bir özellik olmasına rağmen, sertlikte artış vernik katmanının esneklik özelliklerini olumsuz yönde etkilemekte, katman yüzey gerilimini iyice artırarak özellikle dış ortam şartlarında kullanılacak mobilya ve dekorasyon elemanlarında pul-pul dökülmeye neden olmaktadır. Aygın [2017]' e göre kullanılan su bazlı vernik katmanlarının mekanik etkilere yeterli direnci gösterecek sertliğe sahip olması, aynı zamanda sıcak soğuk etkisine maruz bırakılan ağaç malzemede oluşan değişikliklerine uyum sağlaması ve reçine temizleme işleminden etkilenmemesi avantaj olarak belirtilmektedir. Bu bağlamda, doğrama ve mobilya endüstrisinde reçineli ağaçların kullanımı söz konusu olduğunda, basit, etkili ve ucuz bir yöntem olduğu için öncelikle fiziksel ya da kimyasal etkili bir reçine temizleme işleminin yapılması, daha sonra su bazlı vernikler ile yüzeylerin kaplanması önerilebilir [50]. Literatürde en yüksek sertlik değerleri poliüretan verniklerde en düşük değerlerin ise sentetik vernikte elde edilmiş olması ile Bambu ağaç malzemede elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Ancak bu çalışmada kullanılan verniklerin dışındaki bazı vernik türleri ile daha sert yüzeyler elde edilebilmektedir.

3.2. Parlaklık (Glossiness)

Elde edilen verilere uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4'de verilmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre bambu ağaç malzeme üzerine uygulanan vernik işlemleri parlaklık açısından önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

Elde edilen verilere göre en yüksek parlaklık değeri selülozik vernik ile elde edilmiştir. Bu verniği sırasıyla, poliüretan, sentetik ve su bazlı vernik takip etmiştir. Kontrol numuneleri en düşük parlaklık değerlerine sahiptir. Selülozik, sentetik ve poliüretan verniklerin parlaklık değerleri birbirine yakın ve kontrol numuneleri ve su bazlı verniğe göre 3 kata kadar daha yüksek değer vermektedir. Su bazlı vernik kontrol numunesine yakın değer vermekte daha doğal görünüm göstermektedir.

Çizelge 4. Parlaklık değerleri için Tek yönlü varyans analizi (One-way analysis of variance for glossiness)

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri $P \leq 0,05$
Faktör	4	10341,8	2585,45	665,25	0,000
Hata	220	855,0	3,89		
Toplam	224	11196,8			

Varyans analizi uygulanırken grup karşılaştırmalarında farklılıkların önemini belirlemek için uygun olan Tukey testi verilerine göre % 95 güven düzeyinde parlaklık açısından selülozik ve poliüretan verniğin aynı grup içerisinde diğer tüm vernik tiplerinin farklı gruplar oluşturduğu görülmektedir (Çizelge 5). Bu sonuçlara göre, selülozik ve poliüretan verniğin uygulandığı durumlarda elde edilen parlaklık değerleri birbirine yakın çıkması istatistiksel olarak muhtemeldir.

Çizelge 5. Uygulanan vernik tiplerine göre parlaklık değerleri için Tukey testi sonuçları (Tukey test results for glossiness according to the varnish types)

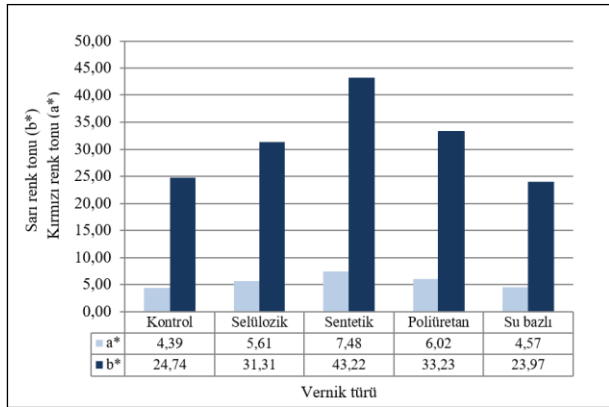
Faktör	N	Ortalama	Grup
Selülozik vernik	45	20,578	A
Poliüretan vernik	45	19,476	A
Sentetik vernik	45	16,551	B
Su bazlı vernik	45	7,6956	C
Kontrol numuneleri	45	3,4489	D

Literatür incelendiğinde; Sönmez (1989)' e göre mobilya yüzeylerinin parlak olması tercih edildiğinde, polyester vernik ve poliüretan parlak vernik tercih edilmesi gerekirken, selülozik vernikler daha fazla gereç ve işçilik kaybına sebep olabilmektedir [9]. Budakçı (1997), liflere paralel yönde parlaklık ölçümlerinde en fazla parlaklık değerini poliüretan vernik, en düşük parlaklık değerini ise sentetik vernikte rastlamıştır. Katman kalınlığın arttıkça parlaklık değerinde artış olmuştur. Bu durum, kalın vernik katmanlarının ağaç gözeneklerini tam olarak doldurmasından ve optik özelliklerdeki değişmeden kaynaklanabileceğini belirtmiştir [13]. Peker (1997), çalışmasında yüzeye paralel parlaklık değeri en yüksek tanalith CBC+sentetik vernikte, en düşük WR+sentetik vernikte elde etmiştir [11]. Özdemir (2003), çalışmasında vernik türlerinin parlaklık değerleri arasında anlamlı bir fark olduğu, en yüksek akrilik verniklerde en düşük ise selülozik verniklerde olduğunu tespit etmiştir [7]. Soylamış (2007)'a göre vernik çeşidi bakımından parlaklık değerini, en yüksek poliüretan vernikte, en düşük su bazlı vernikte elde etmiştir [47]. Akgün (2008), çalışmasında en yüksek parlaklık değerini nanolacke UV vernik sağlamıştır. Özellikle görsel film özelliklerinden birisi olan parlaklığın önem taşıdığı kullanım alanlarında, geleneksel konvansiyonel verniklerin yerine nanolacke UV verniğin kullanılmasını önermiştir [49]. Bilgen (2010), çalışmasında dış ortam şartlarında sentetik vernik cam cila veya hicson decor verniği kullanılacaksa; parlaklığın önemli olduğu yerlerde cam cila verniği, kullanılmasını önermektedir [5]. Sofuoğlu ve ark. (2013), elde ettikleri verilere göre çam, mermer ve travertin tozu ilavesi ile kavak için selülozik vernikte parlaklık değerlerinde doğrusal şekilde azalma meydana gelmiştir [53]. Pelit (2019) a göre verniksiz örnekler için su bazlı vernik uygulanmış örneklerde yüzey parlaklık değerleri önemli derecede artmıştır [54]. Çalışmada mat vernik türleri kullanılmıştır. Bu sebeple diğer mat, yarı mat ve parlak verniklerle yapılan çalışmalar ile gerçekleştirilen

kıyaslamalar net sonuç veremeyebilecektir. Ancak literatürde olduğu gibi vernik uygulamaları parlaklık artışı sağlamaktadır. Su bazlı vernikler ise verniksiz örneklerle en yakın parlaklık değerleri vermektedir. Bu açıdan bakıldığında literatür ile uyumlu sonuçlar elde edilmiştir.

3.3. Renk Değişimi (Color Change)

Bambu ağaç malzemeye uygulanan ahşap koruyucu vernik ile işlem görmüş ağaç malzemenin rengine etkisini belirlemek üzere yapılan ölçümlerde elde edilen kırmızı renk tonu (a^*), sarı renk tonu (b^*) ve renk parlaklığı (L^*) ve toplam renk değişimi (ΔE^*) deney öncesi– deney sonrası değerlerine ait veriler tespit edilmiştir. Kontrol, selülozik, sentetik, poliüretan ve su bazlı vernik üstyüzey işlemleri uygulanmış bambu deney numunelerinin renk ölçümleri ile ilgili kırmızı renk tonu (a^*), sarı renk tonuna (b^*) ait değerler Şekil 3’de verilmektedir [55].

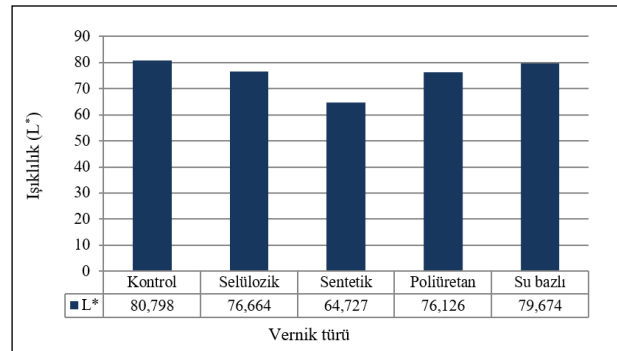


Şekil 3. Renk değişim değerleri (a^* , b^*) (Color change values (a^* , b^*))

Verniklere göre kırmızı ve sarı renk tonu en yüksek sentetik vernikte, en düşük su bazlı vernikte elde edilmiştir. Araştırma kapsamında kullanılan vernikler kırmızı renk tonunu arttırmıştır. Kırmızı renk tonu yüksekten düşüğe doğru sentetik, poliüretan, selülozik ve su bazlı vernik olmak üzere sıralanabilmektedir. Sarı renk tonu yüksekten düşüğe doğru sentetik, poliüretan, selülozik vernik, vernik uygulanmamış ve su bazlı vernik olarak sıralanabilir. Kontrol örnekleri sarı renk açısından su bazlı vernik uygulanmış numunelerden daha düşük değer vermektedir [55]. Özçiftçi ve Atar (2002)’ a göre Karaağaç odununa uygulanmış verniklerde kırmızı renk tonu en yüksek poliüretan, en düşük poliester vernikte elde edilmiştir. Verniklere göre kırmızı renk tonu değeri en yüksek poliüretan vernikte (8,262), en düşük poliester vernikte (7,100) bulunmuştur. Poliüretan vernik, kırmızı renk tonu değerini artırıcı etki göstermiştir. Bu durum poliüretan verniğin üretim aşamasında içerisine katılan renk pigmentlerinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir [19]. Soylamış (2007)’a göre vernik çeşidi bakımından kırmızı ve sarı renk tonu değeri, en yüksek poliüretan vernikte, en düşük su bazlı vernikte bulunmuştur. Ağaç malzemedeki kırmızı

renk tonu düşük bir yüzey elde etmek istendiğinde, vernikleme işleminde vernik türü olarak su bazlı vernik kullanılabilir [47]. Pelit (2007) ise çalışmasında kırmızı renk değeri; vernik çeşidi düzeyinde en yüksek çift bileşenli su bazlı vernikli örneklerde, en düşük ise verniksiz örneklerde tespit etmiştir. Sarı renk değeri; en yüksek çift bileşenli su bazlı vernikli örneklerde, en düşük verniksiz numunelerde tespit etmiştir [48]. Pelit (2019)’a göre kayın ağaç türünde verniksiz örneklerle göre; a^* ve b^* değeri su bazlı vernik uygulamasından sonra artmıştır [54]. Renk değerlerindeki değişiklikler ağaç türleri ile de değişebilmektedir. Ağaç türünün doğal rengi bu değerlerin değişmesinde ve değişme miktarında etkili olabilmektedir. Literatürde de farklı renklerde ağaç türleri kullanılmıştır ve sonuçlar değerlendirilirken göz önüne alınması gerekmektedir.

Şekil 4’de vernik uygulanmış Bambu deney numunelerine ait renk parlaklık (ışıklılık) değişim değerleri verilmektedir. Araştırma kapsamında kullanılan vernikler ışıklılık değerlerinde düşmeye neden olmuştur. En az düşüş su bazlı vernik uygulanmış bambu ağaç malzemelerde meydana gelmiştir. Işıklılıktaki düşme miktarı su bazlı vernikten sonra, selülozik, poliüretan ve sentetik vernik olarak devam etmektedir.



Şekil 4. Renk parlaklık (ışıklılık) değişim değerleri (Color glossness change values)

Üstyüzey işlem uygulanmış Bambu ağaç malzemelerde ölçülen toplam renk değişimi (ΔE) değerleri üzerine tek yönlü varyans analizi uygulanmış ve elde edilen değerler sonuçları Çizelge 6’da verilmektedir. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre toplam renk değişimi açısından araştırma kapsamında kullanılan verniklerin etkisi önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

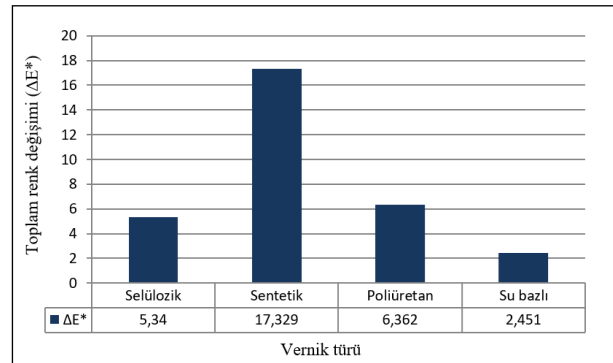
Çizelge 6. Toplam renk değişimi (ΔE) için Tek yönlü varyans analizi (One-way analysis of variance for ΔE).

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri $P \leq 0,05$
Faktör	3	9563	3187,72	418,08	0,000
Hata	296	2257	7,62		
Toplam	299	11820			

Ayrıca Tukey testinden elde edilen verilere göre (Çizelge 7) toplam renk değişimi açısından selülozik ve poliüretan vernik uygulanmış numunelerin aynı grup içerisinde, sentetik ve su bazlı verniğin ayrı ayrı farklı gruplar oluşturduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, selülozik ve poliüretan verniğin uygulandığı durumlarda elde edilen toplam renk değişimi (ΔE) değerleri birbirine yakın çıkması istatistiksel olarak muhtemeldir. Toplam renk değişimi açısından araştırma kapsamında kullanılan dört vernik 3 farklı grup oluşmaktadır. En yüksek toplam renk değişimi sentetik vernik uygulanmış bambu deney numunelerinde meydana gelmiştir. Bu verniği sırasıyla, poliüretan vernik, selülozik vernik ve su bazlı vernik takip etmektedir. Su bazlı vernikte toplam renk değişim miktarı 2,451 iken sentetik vernikte bu değer 17,33 olarak tespit edilmiştir (Şekil 5).

Çizelge 7. Uygulanan vernik tiplerine göre (ΔE) değerleri için Tukey testi sonuçları (Tukey test results for ΔE to the varnish types)

Faktör	N	Ortalama	Grup
Sentetik vernik	75	17,329	A
Poliüretan vernik	75	6,362	B
Selülozik vernik	75	5,340	B
Su bazlı vernik	75	2,451	C



Şekil 5. Toplam renk değişim değerleri (Total color change values)

Pelit (2007)'ye göre ağaç türü ve rutubet miktarı toplam renk değişimi üzerinde etkili olmaktadır [48]. Bilgen (2010)'e göre dış ortam şartlarında sentetik vernik cam cila veya hicson decor verniği kullanılacaksa; renk değişiminin önemli olduğu yerlerde hicson decor verniği kullanılmalıdır [50]. Literatüre göre ağaç türünün renk değişiminde önemli olduğu göz önüne alındığında, her ağaç türü için renk değişimleri uygulanan vernik türlerine göre farklı olabilmektedir. Uygulanan vernik türleri arasında su bazlı vernik türü en az renk değişimine yol açmaktadır. Sentetik vernik ise toplam renk değişimi açısından en fazla etkiye sahip olmaktadır.

3.4. Kuru Film Kalınlığı (Dry Film Thickness)

Bambu ağaç malzeme üzerine uygulanan verniklerdeki kuru film kalınlıkları vernik çeşidine bağlı olarak değişiklik göstermiş, elde edilen verilere Tek yönlü

varyans analizi istatistik metodu uygulanmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Kuru film kalınlığı için Tek yönlü varyans analizi (One-way analysis of variance for dry film thickness).

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri $P \leq 0.05$
Faktör	3	347121	115707	166,5	0,000
Hata	56	38905	695		
Toplam	59	386026			

Tek yönlü varyans analiz sonuçlarına göre ($P=0,00$) gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Elde edilen verilere göre en yüksek kuru film kalınlığı selülozik vernikli numunelerde elde edilmiştir. Bunu sırasıyla poliüretan vernik, sentetik vernik ve en az katman kalınlığı gösteren su bazlı vernik takip etmektedir. Uygulanan Tukey testi verilerine göre sentetik ve su bazlı vernik uygulanan numuneler birbirine yakın değerler göstererek ayrı bir grup oluşturmuştur. Kuru film kalınlığı açısından selülozik ve poliüretan verniğin ise ayrı gruplar oluşturduğu görülmektedir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Kuru film kalınlığı Tukey testi (Tukey test results for layer thickness)

Faktör	N	Ortalama (mikron)	Grup
Selülozik vernik	15	333,47	A
Poliüretan vernik	15	209,33	B
Sentetik vernik	15	160,22	C
Su bazlı vernik	15	136,40	C

Budakçı (1997)'ya göre katman kalınlığı arttıkça sertlik değerlerinde artış olmaktadır [13]. Sönmez ve ark. (2002) çalışmalarında Karaağaç ağaç türüne uyguladıkları vernikleme işlemlerinde kuru film kalınlığı en yüksek poliester vernikte, en düşük poliüretan vernikte elde edilmiştir. Bu durum poliester verniğin daha yüksek katı madde miktarı ihtiva etmesinden ve yüzeye uygulama miktarının fazlalığından kaynaklanmış olabilir. Ortalama kuru film kalınlıkları poliüretan vernikte $\sim 150 \mu\text{m}$, poliester vernikte $\sim 500 \mu\text{m}$ olarak tespit etmişlerdir [56]. Özdemir (2003) çalışmasında ağaç türlerine uygulanan vernik işleminde kuru film kalınlıkları arasında farkın olmadığı, buna karşın vernik çeşitlerinin kuru film kalınlıkları arasında farkın olduğu, en yüksek poliüretan vernikte bulunurken en düşük selülozik vernikte olduğunu bildirmiştir [7]. Bambu ağaç malzemeye uygulanan vernik çeşitleri arasında ise en yüksek katman kalınlığı selülozik vernik, en düşük su bazlı vernikte elde edilmiştir. Su bazlı verniklerin molekül iriliklerinin daha küçük olduğu, bu nedenle ağaç malzemenin boşluklarına daha fazla nüfuz edebildiği, böylelikle ince katmanlar oluşturduğu düşünülmektedir [50,51].

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada bambu ağaç malzeme yüzeyine mobilya endüstrisinde en çok kullanılan selülozik vernik, sentetik vernik, poliüretan vernik ve su bazlı vernik uygulanmıştır. Üstyüzey işlemi uygulanmış deney numunelerinde sertlik, parlaklık, renk değişimi ve katman kalınlığı ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde;

- En yüksek katman sertliğini poliüretan vernik uygulanmış bambu ağaç malzeme meydana gelmiştir. Katman sertliği açısından poliüretan verniği sırasıyla su bazlı, selülozik ve sentetik vernik takip etmiştir. Yüksek yüzey sertliği istenen durumlarda poliüretan vernik ve su bazlı vernik kullanımı önerilebilir.
- En yüksek parlaklık değeri selülozik vernik uygulanmış bambu ağaç malzeme meydana gelmiştir. Kontrol örneklerine kıyasla yaklaşık olarak, sentetik vernik dört katı, poliüretan vernik beş katı, su bazlı vernik iki kat parlaklık artışı sağlamıştır. Parlak istenen yüzeylerde selülozik vernik, mat istenen yüzeylerde su bazlı vernik tercih edilebilir.
- Vernik uygulanmış bambu ağaç malzeme, renk ölçüm değerleri incelendiğinde sarı renk değeri en yüksek sentetik vernik, poliüretan vernik, selülozik vernik, su bazlı vernik, Kırmızı renk ise sentetik vernik, poliüretan vernik, selülozik vernik ve su bazlı vernik olarak sıralanmaktadır.
- Kontrol numunelerine kıyasla vernik uygulanmış bambu ağaç malzemelerde renk parlaklık değerlerinde (L^*) düşüş gözlenmiştir. En az düşüş su bazlı vernikte meydana gelmekte bunu sırası ile selülozik vernik, poliüretan vernik ve sentetik vernik takip etmektedir.
- Kontrol numunelerine kıyasla toplam renk farkı değeri (ΔE) en yüksek sentetik vernik uygulanmış bambu ağaç malzemelerde bulunurken, bunu sırası ile poliüretan vernik, selülozik vernik, su bazlı vernik, takip etmektedir.
- Vernik uygulanmış Bambu ağaç malzemenin doğal renginin korunması amaçlanıyorsa su bazlı vernik kullanılması önerilebilir.
- Katman kalınlıkları en yüksek değer öncelikli olarak; selülozik vernik, poliüretan vernik, sentetik vernik, su bazlı vernik uygulanmış ağaç malzemeler şeklinde sıralanabilir.
- Bambu ağaç malzemelere uygulanacak vernik seçiminde, kullanım yeri ve beklenen özellikler dikkate alınarak en uygun vernik tipi seçilmelidir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışma Sevda AYKAÇ'ın "Çeşitli üstyüzey işlem malzemelerinin bambuda kullanım performansının incelenmesi" başlıklı yüksek lisans tezi esas alınarak hazırlanmıştır.

ETİK STANDARTLARIN BEYANI

(DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

Sevda AYKAÇ: Deneyleri yapmış ve sonuçlarını analiz etmiştir.

Sait Dündar SOFUOĞLU: Deney tasarımını yapmış, makaleyi yazmış ve sonuçlarını analiz etmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Aydemir D., Gündüz G., "Ahşabın fiziksel, kimyasal, mekaniksel ve biyolojik özellikleri üzerine ısıyla muamelenin etkisi", *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 11(15): 71-81, (2009).
- [2] Pelit H., Korkmaz M., "Kayın (*Fagus orientalis Lipsky*) odununun yüzey özelliklerine nano-grafen katkılı su bazlı verniklerin etkisi", *Politeknik Dergisi*, 22(1): 203-212, (2019).
- [3] Vardanyan V., Galstian T., Riedl B., "Effect of addition of cellulose nanocrystals to wood coatings on color changes and surface roughness due to accelerated weathering", *Journal of Coatings Technology and Research*, 12 (2): 247-258, (2015).
- [4] Sönmez A., "Ağaçlarında üstyüzey işlemleri: Hazırlık ve renklendirme", *Gazi Üniversitesi Yayınları*, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, (2000).
- [5] Kurtoğlu A., "Ağaç malzeme yüzey işlemleri, Genel bilgiler, Cilt I", *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, İstanbul Üniversitesi Üniversite Yayın No: 4262, (2000).
- [6] Feist W. C, Hon D. N. S., "Chemistry of Weathering and Protection", *The Chemistry of Solid Wood*, *American Chemical Society*, Chapter 11, 401-451, (1984).
- [7] Özdemir T., "Türkiye'de yetişen bazı ağaç türlerinde verniklerin özelliklerinin araştırılması", *Doktora tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2003).
- [8] Ulay G., Budakçı M., "Ahşap yüzeylerde kullanılan su bazlı vernikler ile ilgili Türkiye'de yapılan çalışmalar", *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(2), 470-480, (2015).
- [9] Sönmez A., "Ağaçtan yapılmış mobilya üstyüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları", *Doktora tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1989).
- [10] Çakıcıer N., "Ağaç malzeme yüzey işlemi katmanlarında yaşlanma sonucu belirlenen değişiklikler", *Yüksek lisans tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (1994).
- [11] Peker H., "Mobilya üstyüzeylerinde kullanılan verniklere emprenye maddelerinin etkileri", *Doktora tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (1997).

- [12] Sönmez A., "Color changing effects of varnishes on the wood surfaces", *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 21: 507-511, (1997).
- [13] Budakçı M., "Ahşap verniklerinde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkileri", *Yüksek lisans tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1997).
- [14] Uysal B., Sönmez A., Atar M., "Ağaç malzemede renk açma işlemleri ve verniklerin renk değiştirici etkileri", *Türk-Tarım ve Orman Dergisi*, 234: 852-859, (1999).
- [15] Özçiftçi A., Atar M., Uysal B., "Ağaç malzemede renk açmada kullanılan kimyasalların yüzey parlaklığına ve verniklerin yapışma mukavemetine olan etkileri", *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 763-770, (1999).
- [16] Yakın M., "Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti", *Yüksek lisans tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2001).
- [17] Sönmez A., "Dış Hava Şartlarının Vernikli Yüzeylerdeki Renk Değiştirici Etkisi", *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Teknoloji Dergisi*. Sayı: 2, Ankara, (1996).
- [18] Özçiftçi A., Atar M., "Bazı kimyasal maddelerin karaağaç (*Ulmus campestris Spach*) odununun renk tonuna etkileri", *Teknoloji Dergisi*, 5:1-2, (2002).
- [19] Budakçı M., "Pnömatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denemesi", *Doktora tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2003).
- [20] Örs Y., Özçiftçi A., Şahinkol H., Yapıcı F., "Üstyüzey işlemlerinin Doğu ladini (*Picea orientalis L.*) odununun renk, parlaklık ve pandüllü sertlik değerine etkisi", *Ladin Sempozyumu*, Trabzon, 994-1005, (2005).
- [21] Çakıcıer N., "Ağaç malzeme yüzey işlemi katmanlarında yaşlanma sonucu belirlenen değişiklikler", *Doktora tezi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2007).
- [22] Gürleyen T., Ayata Ü., Gürleyen L., Esteves B., Sivrikaya H., Can A., "Tek ve çift kat UV vernik sistemi uygulanmış parkelerde renk ve parlaklık değerlerinin belirlenmesi", *2nd International Conference on Material Science and Technology in Cappadocia (IMSTEC'17)*, Nevşehir, Turkey, 408-412, (2017).
- [23] Döngel N., Kürelî İ., Söğütü C., "Kuru sıcaklığın ahşap ve ahşap esaslı döşeme kaplama malzemelerinde parlaklık ve renk değişimine etkisi", *Politeknik Dergisi*, 11(3): 255-263, (2008).
- [24] Gürleyen T., Ayata Ü., Gürleyen L., Esteves B., Çakıcıer N., "Üvez (*Sorbus L.*) odununa uygulanan tek ve çift kat UV sistem parke vernik katmanlarında renk, parlaklık ve salımsal sertlik değerlerinin belirlenmesi", *5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2017)*, Baku - Azerbaijan, 1327-1336 (2017).
- [25] Toker H., Baysal E., Kesik H. I. "Surface characteristics of wood pre-impregnated with borates before varnish coating", *Forest Products Journal*, 59 (7-8): 43-46, (2009).
- [26] Pelit H., Budakçı M., Sönmez A., Burdurlu E. "Surface roughness and brightness of scots pine (*Pinus sylvestris*) applied with water-based varnish after densification and heat treatment" *Journal of Wood Science*, 61(6), 586-594. (2015).
- [27] Pelit H., "The effect of different wood varnishes on surface color properties of heat treated wood materials", *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(2): 262-274 (2017). DOI: 10.17099/jffiu.300010
- [28] Kesik H. İ., Vurdu H., Öncel M., Özkan O. E., Çağatay K., Aydoğan H. "The effects of varnish and paint coatings on oil heat treated Turkish fir wood". *27th International Conference Research for Furniture Industry*, Ankara, 98-104, (2015).
- [29] Vardanyan V., Galstian T., Riedl B., "Effect of addition of cellulose nanocrystals to wood coatings on color changes and surface roughness due to accelerated weathering", *Journal of Coatings Technology and Research*, 12(2), 247-258 (2015).
- [30] Uysal B., Atar M., Özçiftçi A., "The effects of chemicals for using the bleaching of the wood surfaces on the layer hardness of varnish" *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (4): 443-450 (1999).
- [31] Kumar S. Shukla K.S., Dev I., Dobriyal P.B., (1994), "Bamboo preservation techniques: a Review", *International Network for Bamboo and Rattan and Indian Council of Forestry Research Education*, 1-65, Singapore, (1994).
- [32] Kumar S., Shukla, S. K., "Bamboo panel boards, Inbar Technical Report No. 3", *Forestry Research and Education (Icfre), Inbar and the International Development Research Centre (Idrc)*, France, (1995).
- [33] Baykan C. S., "*Phyllostachys Bambusoide* Sieb. Et.Zucc. türünün rizom çelikleri ile üretimi ve bambuların kullanım olanakları", *Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon (1999).
- [34] Erakhrumen A. A., "Treating *Bambusa vulgaris* with neem seed oil against basidiomycetic biodegradation", *IUFRO All Division 5 Conference*, Portugal, (2012).
- [35] Kaygın B., Akgün E., "A nano-technological product: An innovative varnish type for wooden surfaces." *Scientific Research and Essay*, 4 (1): 001-007, (2009).
- [36] TS 2470, "Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için numune alma metotları ve genel özellikleri", (1976).
- [37] ASTM D4366-16, "Standard test methods for hardness of organic coatings by pendulum damping tests", (2016).
- [38] TS EN ISO 2813, "Boyalar ve vernikler - Metalik olmayan boya filmlerinin 20, 60 ve 85 açılarda parlaklık tayini", (2014).
- [39] ASTM D523-14, "Standard test method for specular gloss", (2018).
- [40] Özcan A., "Kağıt yüzey pürüzlülüğünün L*a*b* değerleri üzerine etkisinin belirlenmesi", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (14): 53-61, (2008).
- [41] Lee K.C., Dretzke J., Grover L., Logan A., Moiemien, N., "A systematic review of objective burn scar measurements", *Burns Trauma*, 4(14), (2016). <https://doi.org/10.1186/s41038-016-0036-x>
- [42] ASTM D2244-16, "Standard practice for calculation of color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates", (2016).
- [43] ASTM D6132-13, "Standard test method for nondestructive measurement of dry film thickness of

- applied organic coatings using an ultrasonic coating thickness gage”, (2017).
- [44] TS EN ISO 2808, “Boyalar ve vernikler - Film kalınlığı tayini, Paints and varnishes - Determination of film thickness”, (2019).
- [45] Ayata Ü., “Isıl işlem görmüş (ThermoWood) bazı ağaç türlerinde kullanılan su-bazlı vernik katmanlarının hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine karşı direncinin belirlenmesi”, *Doktora tezi*, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2014).
- [46] Özen R., Sönmez A., “Dış hava şartlarının verniklerin katman sertliğine etkileri”, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23, 323-328, (1999).
- [47] Soylamış D., “Su İtici Emprenye Maddelerinin Üstyüzey İşlemlerine Etkisi”, *Yüksek lisans tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2007).
- [48] Pelit H., “Ağaç malzeme rutubet miktarının su bazlı vernik katman özelliklerine etkisi”, *Yüksek Lisans tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2007).
- [49] Akgün E., “Ahşap yüzeylerinde kullanılan nanoteknolojik verniklerin dayanım özelliklerinin diğer vernik sistemleriyle karşılaştırılması”, *Yüksek lisans tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, (2008).
- [50] Aygün E., Budakçı M., “Reçine temizleme işleminin su bazlı verniklerin sertlik değerine etkisi”. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5: 169-183, (2017).
- [51] Sönmez A., Budakçı M., Yakın M., “Ağaç malzemede su çözümlü vernik uygulamalarının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri”, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, 7(3): 229-235, (2004).
- [52] Bilgen S., “Dış ortam şartlarında verniklenmiş ardıc odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi”, *Yüksek lisans tezi*, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2010).
- [53] Sofuoğlu S.D., Ordu M., Aykaç E., Çelikbaş S., “Mermer ve traverten tozunun ahşap üst yüzey işlemlerinde kullanımının parlaklık ve pürüzlülüğüne etkisi”, *Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30: 81-94, (2013).
- [54] Pelit H., Korkmaz M., “Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) odununun yüzey özelliklerine nano-grafen katkılı su bazlı verniklerin etkisi”, *Politeknik Dergisi*, 22(1): 203-212, (2019). DOI: 10.2339/politeknik.385436
- [55] Aykaç S. “Çeşitli üstyüzey işlem malzemelerinin bambuda kullanım performansının incelenmesi”, *Yüksek lisans tezi*, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, (2016).
- [56] Sönmez A., Atar M., Budakçı M., “Karaağaç (*Ulmus campestris* Spach.) odununda renk açma işleminin vernik katmanının yapışma direncine etkisi”, *Teknoloji*, 5 (1-2): 34-42, (2002).