2nd International Vocational Science Symposium., IVSS 2018
2. Uluslararası Mesleki Bilimler Sempozyumu, IVSS 2018

http://www.meslekisempozyum.com

IVSS 2018

© Mesleki Bilimler Dergisi (MBD) & Ankara Üniversitesi

Received date; reviewed; accepted date

Isıl İşlem Uygulanan ve Verniklenen Odunun Doğal Yaşlandırma İşleminden Sonra Renk Kararlılığının Belirlenmesi

Şaban KART [1], Ergün BAYSAL [1], Çağlar ALTAY [2], Hilmi TOKER [1], Türkay TÜRKOĞLU [3], Cihan CİBO [1]

[1] Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği
[2] Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın Meslek Yüksekokulu, Mobilya ve Dekorasyon Programı
[3] Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Meslek Yüksekokulu, Ormancılık ve Orman Ürünleri Programı

Sorumlu Yazar: ergun69@yahoo.com (Ergün BAYSAL)

Özet: Bu çalışmada, ısıl işlem gören ve daha sonra verniklenen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunlarının Muğla yöresi iklim koşullarında 6 aylık sürede doğal yaşlandırma işlemine tabi tutulduktan sonra, renk değişim özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Isıl işlem, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunu deney örnekleri için fırında 1, 2 ve 3 saat sürelerde 205, 215 ve 225°C' ler de gerçekleştirilmiştir. Isıl işlemden sonra sarıçam ve Doğu kayını odunu deney örneklerine poliüretan ve selülozik vernik uygulanarak vernikleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Doğal yaşlandırma işlemi sonunda genel olarak; ısıl işlem ve poliüretan vernik uygulanan sarıçam odunu deney örnekleri pozitif ΔL^*, Δa^* ve Δb^* değerleri verirken, ısıl işlem ve selülozik vernik uygulanan sarıçam odunu deney örnekleri negatif ΔL^*, Δa^* ve Δb^* değerleri göstermiştir. Bu sonuçlara bağlı olarak, ısıl işlem ve poliüretan vernik ile işlem gören sarıçam odunu deney örnekleri sarılaşma ve kırmızılaşma, ısıl işlem ve selülozik vernik ile işlem gören deney örneklerinin ise, mavileşme ve yeşillenme eğiliminde oldukları görülmüştür. Doğal yaşlandırma işlemi sonunda genel olarak; ısıl işlem uygulanan ve poliüretan ve selülozik vernik ile muamele edilen Doğu kayını odunu deney örnekleri pozitif ΔL^* ve Δa^* değerleri verirken; ısıl işlem ve poliüretan vernik uygulanan doğu kayını odunu deney örnekleri pozitif Δb^* değerleri, ısıl işlem ve selülozik vernik uygulanan Doğu kayını odunu deney örnekleri negatif Δb^* değerleri göstermiştir. Bu sonuçlara bağlı olarak, ısıl işlem gören ve poliüretan vernik uygulanan deney örneklerinde kırmızılaşma ve sarılaşma, ısıl işlem ve selülozik vernik uygulanan deney örneklerinin ise kırmızılaşma ve mavileşme eğiliminde oldukları görülmüştür. Deney sonuçlarına göre, ısıl işlem gören ve verniklenen her iki odun türü, renk özellikleri açısından sadece verniklenen her iki odun türüne göre, doğal yaşlandırma işleminden sonra daha iyi sonuçlar vermiştir. Genellikle, ısıl işlem süresi ve sıcaklık arttıkça sarıçam ve Doğu kayını odunu deney örneklerinin renk özelliklerinde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Doğal yaşlandırma işleminden sonra, ısıl işlem gören ve poliüretan vernikle muamele edilen deney örnekleri renk stabilitesi açısından ısıl işlem gören ve selülozik vernikle işlem gören deney örneklerinden daha iyi sonuçlar vermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Isıl işlem, Sarıçam (Pinus sylvestris L.), Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky), Doğal Yaşlandırma, Renk Stabilitesi.*

DOI:

Determinatıon of Color Stabılıty of Heated and Varnıshed Wood After Weathering

Abstract: This study was aimed to determine color changes of heated and varnished Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Oriental beech (*Fagus orientalis* L.) woods after 6 months of weathering in Mugla Region. Heat treatment of Oriental beech and Scots pine woods were carried out by hot air in an oven for 1, 2, and 3 h at 205, 215, and 225°C. After heat treatment, Scots pine and Oriental beech wood specimens were varnished using a polyurethane varnish (PUV) and cellulosic varnish (CEV). Generally, while heated and PUV coated Scots pine wood surfaces gave positive ΔL^*, Δa^* and Δb^* values, heat treated and CEV coated Scots pine wood surfaces showed negative ΔL^*, Δa^*, and Δb^* values after weathering. Therefore, while heat treated and PUV coated Scot pine wood surfaces turned to reddish and yellowish respectively, heated and CEV coated wood surfaces showed bluish and greenish, respectively. In general, while heated and PUV and CEV coated Oriental beech gave positive ΔL^* and Δa^* values, heated and PUV coated Oriental beech gave positive Δb^* values, heat treated and CEV coated Oriental beech showed negative Δb^* values after weathering. Depending on these results, heated and PUV coated Oriental beech wood specimens turned to reddish and yellowish respectively, heated and CEV coated Oriental beech woods specimens turned to reddish and bluish, respectively. According to test results, heated and varnished both wood specimens gave better color characteristics than only varnished both wood specimens after weathering. Generally, higher duration and temperature for Scots pine and Oriental beech resulted in better color stability of Oriental beech and Scots pine woods after weathering. Heat treated and PUV coated both wood specimens gave better results in terms of color stability than heat treated and CEV coated both wood specimens after weathering.

Keywords: *Heat treatment, Scots Pine (Pinus sylvestris L.), Oriental Beech (Fagus orientalis L.), Weathering, Color Stability.*

1. Giriş

Isıl işlem, hücre çeperi bileşenlerinin kimyasal yapısında kalıcı değişmelerle sonuçlanan fiziksel bir işlemdir. Yöntemin temel amacı kimyasal reaksiyonların hızlandığı 150°C' nin üzerindeki sıcaklıklarda odunun ısı ile işleme tabi tutulmasıdır.

Bu yöntemlerin arasındaki farklar; ağaç türü, rutubet miktarı ve boyutlar gibi kullanılan materyale; bir veya iki işlem safhası, ıslak ve kuru işlem, ısıtma ortamı, koruyucu gaz olarak nitrojen kullanımı, ısıtma ve soğutma safhaları ve uygulama süresi gibi uygulanan işlem şartlarına ve ısıl işlem kazanı ve fırını gibi ısıl işlem uygulaması için gerekli ekipmanlara dayandırılmaktadır (Boonstra, 2008). Isıl işlem uygulanmış odun; bina iç mekân kaplamaları, dış cephe kaplaması, döşeme ve parke tahtası, bahçe ve park mobilyaları, çocuk oyun alanı, bahçe çitleri, pencere ve pencere panjurları, sauna, iç mekân mobilyaları, müzik aletleri vb. yapımında kullanılmaktadır. Isıl işlem uygulanmış ahşap, yapı endüstrisinde kullanım için büyük bir potansiyeldir. Yüksek biyolojik tehlike şartları altında önemli faktörler olan boyutsal stabilite ve odunun dayanımının ısıl işlem uygulaması ile iyileşmesi önemlidir ve mekanik özelikler üzerinde de etkilidir. Isıl İşlem; ahşabın kimyasal ve fiziksel özelliklerini kalıcı bir şekilde değiştirmektedir. Özelliklerdeki değişim tamamen hemiselülozun termik degredasyonundan dolayı meydana gelmektedir. İstenilen değişimler yaklaşık olarak 150°C'de elde edilmeye başlar ve bu değişimler her kademede sıcaklığın artırılmasıyla devam etmektedir. Sonuç olarak rutubetten dolayı oluşan şişme ve büzülme düşerken, biyolojik direnç artmakta, renk koyulaşmakta ve odundan birçok ekstraktif madde uzaklaşmaktadır (Viitanen vd., 1994). Yapılarda meydana gelen tipik kuvvetler ve uygulaması, ısıl işlem uygulanmış odunun kırılma davranışı (ani kırılmalar) ve tipik direnç karakteristiklerinin (çekme direnci) hesaba katılmasında dikkatlice düşünülmelidir (Enjily ve Jones, 2006). Hemiselülozların bozunması sebebiyle selüloz kristallenme

derecesi ve kristallerin kalınlığının artmasıyla ağaç malzemenin sertliği ve direnci azalmaktadır. Diğer bir sebep ise, hemiselülozun yapısının degrade olması nedeniyle hemiselülozun polimerizasyon derecesinde meydana gelen düşüştür (Korkut ve Kocaefe, 2009). Odunun doğal rengi, çoğunlukla yapısında bulunan ekstraktif maddelerin farklılığına ve oranlarına bağlı olarak çok çeşitlilik gösterebilmektedir. Isıl işlem uygulaması boyunca ahşapta meydana gelen oksidatif ve hidrolitik renk değişim reaksiyonlarının sonucunda ahşabın rengi koyulaşır (Korkut ve Kocaefe, 2009; Johansson, 2005). Renk değişmelerinin ana sebepleri olarak bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda bazı ekstraktif maddeler, lignin ve hemiselülozun bozunması gösterilmiştir. Isıl işlem uygulamasında ısıl işlem süresi ve sıcaklığı arttıkça odunun renk koyuluğu artmaktadır (Korkut ve Kocaefe, 2009; Nuopponen, 2005).

Baysal vd., (2014) ısıl işleme tabi tuttukları sarıçam odunu deney örneklerini hızlandırılmış-yaşlandırma ortamında çeşitli üst yüzey özelliklerini test etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, ısıl işlem gören sarıçam odunu deney örneklerinin, ısıl işlem görmeyen kontrol örneğine kıyasla hızlandırılmış-yaşlandırma işlemi sonunda daha olumlu üst yüzey özellikleri gösterdiğini bildirmişlerdir. Temiz vd., (2006), Nuopponen vd., (2004), Ayadi vd., (2003) ısıl işlem gören odunun dış hava koşulları (weathering)'e karşı daha dirençli olduğunu bildirmişlerdir. Deka vd., (2008) ısıl işlem gören ladin odunundaki renk değişimlerinin uzun süreli hızlandırılmış-yaşlandırma sonrası ısıl işlem göremeyenlere oranla daha düşük düzeyde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Ayadi vd., (2003) ısıl işlem gören odunda hızlandırılmış-yaşlandırma sonrası renk stabilitesinin ısıl işlem görmeyenlere kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Olărescu vd., (2014) ısıl işlem gören odunun 3 ay doğal yaşlandırma sonunda ΔL^* değerlerinin pozitif değerler verdiğini ısıl işlem göremeyen odunda ise negatif değerler verdiğini bildirmiştir. Yıldız vd., (2011) ısıl işlem gören odunun doğal yaşlandırma sonrası yeşillenme ve mavileşme eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Srinivas ve Pandey (2012) ısıl işlem gören rubber wood odununun hızlandırılmış-yaşlandırma sonrası renk değerlerini araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, ısıl işlem süresi deney örneklerinin Δa^* ve Δb^* değerlerinde artışlar kaydedildiğini bildirmişlerdir.

Literatürde, odunun ısıl işleme tabi tutulması ve ısıl işlem gören odunun dış hava koşullarına dayanımı ile ilgili olarak çok sayıda çalışma mevcuttur. Bununla birlikte, ısıl işlem sonrası verniklenen odunun dış ortam koşullarına dayanımı ile ilgili çalışmalar sınırlı düzeydedir. Bu amaçla, çalışma kapsamında ısıl işlem uygulanan sarıçam ve Doğu kayını odunundan hazırlanan deney örnekleri daha sonra poliüretan ve selülozik vernik ile vernikleme işlemine tabi tutulmuştur. Verniklenen deney örnekleri Muğla yöresinde açık hava koşullarında 6 ay bekletilmek suretiyle renk değişimleri incelenmiştir.

2. Malzeme ve Metot

2.1. Malzeme

2.1.1. Ağaç Türü

Çalışmada, ağaç türü olarak iğne yapraklı ağaçlardan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve geniş yapraklı ağaçlardan Doğu kayını odunu (*Fagus orientalis* L.) seçilmiştir.

2.1.2. Vernik

Çalışma kapsamında vernik olarak poliüretan ve selülozik vernik kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması

2.2.1.1. Ağaç malzeme

Çalışmada kullanılan deney örnekleri, 1. sınıf ağaç malzemeden, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, tül teşekkülü ve büyüme kusurları bulunmayan, renk ve yoğunluk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış, yıllık halkaları yüzeylere dik (radyal) gelecek şekilde ve tomruğun yerden 150 cm üstünden diri odun kısımlarından hazırlanmıştır. Renk özelliklerinin belirlenmesi için 155x105x13 mm'lik ebatlarında 100 adet sarıçam ve 100 adet Doğu kayını odunu olmak üzere toplam 200 adet deney parçası hazırlanacak şekilde kaba boyutları hesaplanmıştır. Kereste hesaplara uygun olarak kaba boyutlarda uzun parçalar olarak kesildikten sonra 2 hafta havalandırılmıştır. Bu uzun parçalar iklimlendirme cihazına sığacak boyutlarda bölünmüşlerdir. Örnekler, temiz ölçüye getirilmeden önce iklimlendirme dolabında bekletilerek deneylere hazır hale getirilmiştir (TS 2471, 1976). Hava kurusu örnekler, önce 80'lik kum zımpara, daha sonra 100'lük kum zımpara ile perdah işlemleri yapılarak, 150x100x10mm'lik temiz ölçüsüne getirilerek deneylere hazır hale gelmiştir.

2.2.1.2. Isıl işlem

Isıl işlem için hazır hale getirilen deney örnekleri ısıl işlem fırınında sırasıyla 205, 215 ve 225°C'de 1, 2 ve 3 saat süre ile ısıl işleme tabi tutulmuştur.

2.2.1.3. Vernikleme işlemi

Isıl işleme tabi tutulan deney örneklerine poliüretan vernik (PÜV) ve selülozik vernik (SEV) uygulanmış olup; vernikleme işlemlerinde her türde bir kat dolgu verniği ve 2 kat son kat vernik uygulaması yapılmıştır. Vernikleme işleminde örneklerin iki yüzüne ve kenarlarına aynı miktarda vernik uygulanmış olup; denemelerden önce özellikle poliüretan vernikte tam kurumayı sağlamak için örnekler laboratuvar şartlarında 3 hafta süreyle kurumaya bırakılmıştır.

2.2.1.4. Doğal yaşlandırma

Muğla yöresi dış ortam koşullarında Nisan-Mayıs-Haziran aylarında 3 ay doğal yaşlandırmaya maruz bırakıldıktan sonra 15 gün iklimlendirme dolabında beklemiş ve ardından renk ölçümleri yapıldıktan sonra tekrar 15 Temmuz-Ekim 15 arası 3 ay dış ortam koşullarında beklemeye bırakılmıştır. Bu araştırmada esas alınan Muğla bölgesi 2015 yılındaki meteorolojik verileri Çizelge 1' ve Çizelge 2'de, 6 ay süre ile doğal yaşlandırmaya bırakılan deney örnekleri Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Muğla bölgesi 2015 yılı Nisan-Haziran arasındaki ayların meteorolojik verileri.

Muğla	Nisan	Mayıs	Haziran
Aylık maximum sıcaklık (°C)	24.7	31.8	32.0
Aylık minumum sıcaklık (°C)	1.3	6.4	10.6
Aylık ortalama sıcaklık (°C)	11.4	18.2	20.8
Aylık ortalama nispi nem (%)	60.5	61.9	61.7
Aylık toplam güneşlenme süresi (Saat)	233.6	227.6	254.8
Aylık yağmurlu gün sayısı	6	6	7
Aylık toplam yağış (mm=kg÷m²)	25.2	89.1	59.0

Çizelge 2. Muğla bölgesi 2015 yılı 15 Temmuz–15 Ekim arasındaki ayların meteorolojik verileri.

Muğla	15 Temmuz 15 Ağustos	15 Ağustos 15 Eylül	15 Eylül 15 Ekim
Aylık maximum sıcaklık (°C)	36.0	34.6	27.2
Aylık minumum sıcaklık (°C)	20.7	19.5	14.5
Aylık ortalama sıcaklık (°C)	27.70	26,60	19.7
Aylık ortalama nispi nem (%)	45.9	42.7	69.8
Aylık toplam güneşlenme süresi (Saat)	288.5	235.7	176.6
Aylık yağmurlu gün sayısı	2	-	8
Aylık toplam yağış (mm=kg÷m²)	49.6	-	106



Şekil 1. Doğal yaşlandırmaya bırakılan deney örnekleri

2.3. Renk testi

Renk parametreleri (*ΔL*, Δa* ve Δb*),* CIEL *Δa** ve *Δb** yöntemi ile belirlenmiştir. *ΔL** ekseni açıklığı, *Δa** ve *Δb** kromatiklik koordinatlarını temsil etmektedir .+a* ve -a* parametreleri sırasıyla kırmızı ve yeşil renkleri temsil ederken, +b * parametresi sarıyı, -b * ise maviyi temsil etmektedir. *ΔL** değeri 100 (beyaz) ila 0 (siyah) arasında değişebilir (Zhang, 2003). Numunelerin renkleri her hızlandırılmış hava şartlandırma öncesi ve sonrası bir kolorimetre (X-Rite SP Serisi Spektro foto metre, X-ride Pantone, MI, ABD) ile ölçülmüştür. Ölçüm noktası, bu alanın merkezine reseptör alanının durduğu mesafeye eşit veya bu aralığın üçte birinden fazla olmayacak şekilde ayarlanmıştır. Renk farkı değerleri (*ΔE**), ASTM D1536-58T (1964) standardına göre her bir ağaç grubu için belirlenmiştir. Renk değerleri denklem 1, 2, 3 ve 4'e göre hesaplanmıştır:

$\Delta a^* = af^* - ai^*$ (1)

$\Delta b^* = bf^* - bi^*$ (2)

$\Delta L^* = Lf^* - Li^*$ (3)

$$(\Delta E^*) = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2]^{1/2} \quad (4)$$

Δa^*, Δb^*, ve ΔL^* İlk ve son aralık değerleri arasındaki değişimleri göstermektedir.

3. Sonuç ve Değerlendirme

3.1. Renk değişim değerleri

3.1.1. Sarıçam odunu deney örneklerine ilişkin elde edilen renk değişim değerleri

Verniklenen ve ısıl işlem gören sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve 6 ay doğal yaşlandırma sonrası elde edilen renk değişim değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Sarıçam odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve 6 ay doğal yaşlandırma sonrası elde edilen renk değişim değerleri.

Saat	Sıcaklık (°C)	Vernik türü	Doğal yaşlandırma öncesi			6 ay doğal yaşlandırma sonrası			Farklar			
			*Li**	*ai**	*bi**	*Lf**	*af**	*bf**	*ΔL**	*Δa**	*Δb**	*ΔE**
PÜV (Kontrol)			62.71 (1.91)	13.03 (1.29)	37.65 (1.37)	42.10 (1.09)	21.76 (0.78)	37.04 (0.81)	-21.61	8.73	-0.61	23.31
1	205	PÜV	65.28 (2.48)	9.91 (0.97)	41.10 (1.08)	53.12 (1.48)	16.67 (1.04)	41.91 (2.24)	-12.15	6.75	0.80	13.93
2			62.59 (1.08)	11.48 (0.75)	42.85 (1.88)	52.79 (1.15)	17.08 (0.65)	47.74 (1.07)	-9.80	5.59	-1.11	11.34
3			21.04 (4.12)	16.43 (2.02)	22.44 (5.96)	32.42 (4.59)	12.00 (3.44)	17.95 (5.31)	11.38	-4.41	-0.49	12.21
1	215		44.85 (5.69)	16.52 (1.92)	38.99 (2.79)	50.59 (4.06)	20.05 (1.88)	35.81 (3.08)	5.73	3.53	-3.18	7.44
2			28.67 (7.10)	13.87 (3.25)	16.49 (8,87)	34.72 (4.74)	11.96 (5.41)	18.14 (8.09)	6.05	-1.90	1.64	6.54
3			19.52 (4.26)	15.25 (1.79)	17.82 (4.82)	25.77 (1.49)	11.96 (3.65)	19.44 (3.34)	6.25	-3.65	1.62	7.41
1	225		50.44 (3.64)	16.03 (1.84)	43.20 (2.19)	44.86 (3.87)	19.02 (0.77)	38.23 (5.36)	-5.58	2.99	-4.97	8.04
2			15.44 (1.54)	12.30 (2.84)	12.54 (4.08)	21.11 (2.23)	15.49 (1.69)	16.21 (4.28)	5.67	3.19	3.67	7.46
3			12.82 (3.86)	7.19 (4.82)	6.03 (5.91)	17.55 (3.69)	9.62 (4.87)	10.66 (7.40)	4.72	2.43	4.63	7.04
SEV (Kontrol)			68.88 (2.96)	8.73 (1.92)	37.84 (1.49)	37.16 (2.21)	22.80 (1.19)	33.69 (1.86)	-31.71	14.07	-4.14	34.79
1	205	SEV	66.63 (2.43)	9.91 (1.12)	39.72 (1.15)	36.02 (1.64)	23.84 (0.17)	31.23 (1.84)	-30.60	13.93	-8.49	34.68
2			57.50 (3.09)	17.42 (0.80)	33.43 (0.81)	39.24 (1.16)	20.12 (1.15)	32.31 (1.22)	-18.26	2.70	-1.12	18.49
3			14.73 (7.51)	12.05 (5.54)	13.24 (10.87)	21.02 (4.13)	10.81 (5.10)	6.41 (4.84)	5.29	-1.24	-6.83	9.36
1	215		54.96 (2.63)	13.52 (1.03)	40.57 (1.46)	30.22 (1.33)	22.23 (0.59)	21.85 (1.00)	-24.73	8.71	-18.72	32.22
2			27.58 (5.78)	17.46 (1.29)	26.56 (4.30)	25.18 (3.68)	14.15 (3.62)	8.96 (5.47)	-2.40	-3.31	-17.59	18.06
3			20.21 (4.32)	15.40 (1.75)	19.15 (6.58)	25.87 (7.41)	14.16 (1.84)	12.65 (5.18)	5.66	-1.24	-6.50	8.70
1	225		28.08 (6.05)	17.71 (1.58)	30.83 (5.61)	24.45 (2.42)	17.68 (1.66)	13.95 (2.90)	-3.62	-0.03	-16.88	17.26
2			14.38 (5.11)	13.91 (2.67)	17.35 (11.92)	19.91 (5.87)	7.85 (3.32)	5.96 (5.64)	5.52	-6.06	-11.39	14.04
3			9.49 (4.53)	6.97 (3.38)	4.50 (2.56)	17.75 (2.01)	6.37 (3.78)	1.59 (2.22)	8.26	-0.6	-2.91	8.50

Not: Sonuçlar 5 örneğin ortalamasını yansıtmaktadır. Parantez içindeki değerler standart sapmaları göstermektedir. **PÜV:** Poliüretan vernik, **SEV:** Selülozik vernik.

Çizelge 3. incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. 6 aylık doğal yaşlandırma işlemi sonunda PÜV ile işlem gören deney örneklerinin ΔL^* değerinde genel olarak artış görülürken; SEV ile işlem gören deney örneklerinin ΔL^* değerinde ise genel olarak düşüş gözlemlenmiştir.

2. 6 aylık doğal yaşlandırma işlemi sonunda SEV ile işlem gören deney örneklerinin Δa^* değerinde genel olarak düşüş görülürken; PÜV ile işlem gören deney örneklerinin Δa^* değerinde ise genel olarak artış gözlemlenmiştir. Ayrıca SEV ile işlem gören bütün deney örneklerinin Δb^* değerinde düşüş görülürken; PÜV ile işlem gören deney örneklerinde ise genel olarak artış gözlemlenmiştir.

3. 6 aylık doğal yaşlandırma işlemi sonunda en yüksek toplam renk değişimi 34,79 ile SEV (kontrol) ile işlem gören deney örneklerinde elde edilmiştir. Ayrıca 6 aylık doğal yaşlandırma işlemi sonucunda toplam renk değişimi en düşük 6,54 ile PÜV ile işlem gören deney örneklerinde elde edilmiştir.

3.1.2. Doğu kayını odunu deney örneklerine ilişkin elde edilen renk değişim değerleri

Verniklenen ve ısıl işlem gören Doğu kayını odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve 6 ay doğal yaşlandırma sonrası elde edilen renk değişim değerleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Doğu kayını odunu deney örneklerinin doğal yaşlandırma öncesi ve 6 ay doğal yaşlandırma sonrası elde edilen renk değişim değerleri.

Saat	Sıcaklık (°C)	Vernik Türü	Doğal yaşlandırma öncesi			6 ay doğal yaşlandırma sonrası			Farklar			
			*Li**	*ai**	*bi**	*Lf**	*af**	*bf**	*ΔL**	*Δa**	*Δb**	*ΔE**
PÜV (Kontrol)			52.37 (1.66)	17.29 (0.79)	33.37 (0.88)	37.23 (4.03)	12.09 (3.35)	25.75 (4.92)	-15.14	-5.20	-8.75	18.24
1	205	PÜV	45.18 (2.71)	18.90 (1.65)	32.33 (1.85)	51.07 (1.20)	16.04 (1.40)	36.20 (3.23)	5.89	-2.86	3.87	7.60
2			45.14 (4.96)	18.77 (1.28)	32.15 (1.20)	50.76 (3.68)	16.52 (2.04)	36.24 (6.22)	5.61	-2.24	4.09	7.30
3			8.40 (2.22)	4.23 (3.01)	1.86 (2.52)	13.35 (3.48)	6.35 (3.27)	5.16 (4.55)	4.95	2.12	3.30	6.31
1	215		27.74 (5.32)	16.60 (1.57)	22.78 (4.44)	31.89 (1.40)	18.75 (0.89)	28.75 (0.79)	4.15	2.15	5.97	7.58
2			11.18 (1.08)	4.44 (2.37)	2.96 (2.02)	16.47 (2.30)	6.82 (3.11)	7.02 (4.16)	5.29	2.38	4.06	7.08
3			11.08 (2.55)	4.55 (2.94)	2.50 (3.13)	15.34 (4.02)	7.11 (3.60)	5.58 (6.56)	4.26	2.56	3.08	5.84
1	225		21.94 (1.55)	15.96 (0.71)	19.63 (1.45)	26.81 (1.92)	18.69 (0.71)	28.00 (2.64)	4.87	2.73	8.37	7.08
2			9.26 (1.21)	3.78 (1.84)	1.95 (1.85)	14.53 (3.25)	6.59 (3.65)	4.44 (4.21)	5.27	2.80	2.49	6.46
3			9.99 (1.82)	1.59 (1.11)	6.98 (0.74)	13.71 (0.63)	10.35 (3.30)	7.94 (2.61)	3.72	2.86	3.37	5.77
SEV (Kontrol)			55.81 (1.72)	15.90 (1.39)	31.38 (0.84)	36.67 (4.02)	20.72 (2.87)	31.01 (6.10)	-19.14	4.82	-0.37	19.74
1	205	SEV	48.95 (3.76)	18.38 (2.00)	32.94 (1.47)	41.90 (2.52)	21,93 (0,64)	38.48 (3.40)	-7.04	3.54	5.54	9.63
2			43.57 (2.72)	18.68 (1.73)	30.29 (2.55)	39.87 (5.34)	21,84 (1.34)	34.75 (4.63)	-3.69	3.16	4.45	6.59
3			8.93 (0.88)	1.40 (0.95)	1.07 (0,84)	17.42 (0.53)	1,92 (0,99)	0.02 (0.59)	8.49	0.51	-1.05	8.57
1	215		34.60 (7.48)	17.83 (0.82)	28.76 (4.36)	39.73 (4.64)	22.01 (0,84)	31.78 (4.59)	5.13	4.18	3.02	7.27
2			15.59 (4.77)	10.72 (2.18)	9.92 (3.06)	21.47 (2.84)	9,99 (3,22)	5.52 (2.87)	5.88	-0.72	-4.40	7.38
3			10.10 (2.17)	6.10 (2.45)	4.72 (2.58)	16.71 (2.07)	7,61 (3,24)	3.85 (2.55)	6.61	1.51	-0.86	6.83
1	225		15.13 (8.11)	9.05 (4.89)	9.72 (8.08)	20.09 (4.50)	11,06 (6,08)	7.23 (6.45)	4.95	2.01	-2.49	5.90
2			8.12 (2.59)	3.29 (3.55)	2.47 (2.86)	14.11 (1.37)	2,89 (1,85)	0.55 (0.96)	5.99	-0.40	-1.92	6.30
3			10.07 (2.53)	0.82 (0.78)	0.24 (0.40)	15.11 (1.82)	1,55 (1,18)	-0.16 (0.44)	5.04	0.72	-0.40	5.10

Not: Sonuçlar 5 örneğin ortalamasını yansıtmaktadır. Parantez içindeki değerler standart sapmaları göstermektedir. **PÜV:** Poliüretan vernik, **SEV:** Selülozik vernik.

Çizelge 4. incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. 6 ay doğal yaşlandırma sonunda SEV ile muamele gören deney örneklerinin ΔL^* değerinde, SEV (kontrol) ve 205°C'de 1 ve 2 saat ısıl işlem gören ve daha sonra SEV ile muamele edilen deney örnekleri dışında artış olduğu görülürken; PÜV ile muamele edilen deney örneklerinde ise PÜV (kontrol) ile işlem gören deney örnekleri dışında, tüm ΔL^* değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Bunun yanında 6 ay doğal yaşlandırma sonunda PÜV ve SEV ile muamele gören deney örneklerinin Δa^* değerinde genel olarak artış meydana geldiği görülmektedir.

2. Vernikleme öncesi ısıl işlem uygulanan ve daha sonra PÜV ile verniklenen deney örneklerinin Δa^* değerleri sadece verniklenen deney örneklerine kıyasla daha yüksek değerler vermiştir. Ayrıca 6 ay doğal yaşlandırma sonunda PÜV (kontrol) ile muamele edilen deney örnekleri dışında diğer tüm deney örneklerinin Δb^* değerinde genel olarak bir artış gözlemlenmiştir.

3. 6 ay doğal yaşlandırma işlemi sonunda toplam renk değişimini ısıl işlem süresi ve sıcaklığın artmasına paralel olarak azalma eğilimi göstermiştir. Bununla birlikte 6 ay doğal yaşlandırma işlemi sonunda PÜV ile muamele gören deney örneklerindeki en düşük toplam renk değeri 5,77 ile 225°C'de 3 saat ısıl işlem gören deney örneklerinde elde edilirken; SEV ile muamele gören deney örneklerinde ise 5,10 ile 225°C de 3 saat ısıl işlem gören deney örneklerinde gözlemlenmiştir.

4. Sonuçlar

Çalışmada, önce ısıl işlem gören ve sonra PÜV ve SEV ile verniklenen sarıçam ve Doğu kayını odunu deney örneklerinin, doğal yaşlandırma öncesi ve sonrası renk değerlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada doğal yaşlandırma ortamında deney örneklerine 6 aylık doğal yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. 6 ay doğal yaşlandırma işlemi sonunda PÜV ile muamele edilen sarıçam odunu deney örneklerinin ΔL^*, Δa^* ve Δb^* değerlerinde genel olarak artış kaydedilirken; SEV ile muamele edilen deney örneklerinin ΔL^*, Δa^* ve Δb^* değerlerinde ise genel olarak azalma görülmüştür. Bu sonuçlara bağlı olarak PÜV ile işlem gören deney örneklerinin sarılaşma ve kırmızılaşma; SEV ile işlem gören deney örneklerinin ise mavileşme ve yeşillenme eğiliminde oldukları görülmüştür.

6 ay doğal yaşlandırma işlemi sonunda PÜV ve SEV ile muamele edilen doğu kayını deney örneklerinin ΔL^* ve Δa^* değerlerinde genel olarak artış kaydedilirken; Δb* değerinde ise PÜV ile muamele edilen örneklerde artış; SEV ile muamele edilen örneklerde ise azalma gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara bağlı olarak PÜV deney örneklerinin kırmızılaşma ve sarılaşma; SEV deney örneklerinin ise kırmızılaşma ve mavileşme eğiliminde oldukları görülmüştür. Kabasakal (2017) doğu kayını deney örneklerini 0,5, 1 ve 1,5 saat süre ile 210, 220 ve 230°C'de ısıl işleme tabi tutmuş ve ardından poliüretan vernikle muamele ederek 750 saat süre ile hızlandırılmış-yaşlandırma işlemi uygulayarak renk değişiminde meydana gelen değişiklikleri araştırmıştır. Bu deney sonucunda deney örneklerinin ΔL^* değerinde azalma meydana gelirken; Δa^* ve Δb^* değerlerinde artış kaydedilmesi deney örneklerinin hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonucunda sarılaşma ve kırmızılaşma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Deney sonucunda, ısıl işlem gören ve daha sonra verniklenen deney örneklerinin hızlandırılmış-yaşlandırma işlemi sonunda toplam renk değişimi değerleri sadece verniklenen deney örneklerine kıyasla daha düşük değerler vermiştir. Küçüktüvek vd., (2017) sarıçam odunu deney örneklerine 1, 2 ve 3 saat süre ile 210, 220 ve 230°C de ısıl işlem uygulayarak renk değişiminde meydana gelen değişimleri test etmişlerdir. Deney sonucunda, ısıl işlem gören deney örneklerinin toplam renk değişimlerinin ısıl işlem göremeyen kontrol örneklerine oranla daha düşük düzeyde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Türkoğlu vd., (2017) 200 ° C'nin üstünde ısıl işlem görmüş ve daha sonra poliüretan vernik ile verniklenmiş Doğu Kayını odunu deney örneklerinin 500 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma işleminden sonra ΔL^* değerlerini araştırmışlardır. Deney sonuçlarına göre, sadece poliüretan vernik ile verniklenmiş Doğu Kayını odunu deney örneklerinin 500 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonunda negatif ΔL^* değerleri vermesine karşın, ısıl işlem görmüş ve poliüretan vernik ile verniklenmiş Doğu Kayını odunu deney örneklerinin ise, 500 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma sonunda pozitif ΔL^* değerlerini verdiğini belirlemişlerdir. Bu bulgular, çalışmamızda da elde edilen bulgular ile uyum arz etmektedir.

5. Katkı

Bu çalışma, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ağaç işleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı öğrencisi Şaban KART'ın Yüksek Lisans Tez çalışmasının bazı sonuçlarından alınmıştır.

6. Kaynakça

ASTM D1536-58 (1964), Tentative Method of Test Color Difference Using The Color Master Differential Colorimeter.

Ayadi, N., Lejeune, F., Charrier, F., Charrier, B., Merlin, A., (2003), Colour Stability of Heat Treated Wood During Artificial Weathering, Holz Roh Werkst, 61(3): 221-226.

Baysal, E., Kart, S., Toker, H., Degirmentepe, S., (2014), Some Physical Characteristics of Thermally Modified Oriental-Beech Wood, Maderas. Ciencia tecnología, 16(3): 291-298.

Boonstra, M. J., (2008), A Two-Stage Thermal Modification of Wood (Doctoral dissertation), in cosupervision Ghent University and Université Henry Poincaré, Nancy 1, 297 p. ISBN 978- 90-5989-210-1.

Enjily, V., Jones, D., (2006), The Potential For Modified Materials in The Panel Products İndustry, Wood Resources and Panel Properties Conference, COST Action E44/E49,12-14 June, 2006, Valencia, Spain.

Deka, M., Humar, M., Rep, G., Kričej, B., Šentjurc, M., Petrič, M., (2008), Effects of Uv Light İrradiation on Colour Stability of Thermally Modified, Copper Ethanolamine Treated And Non-Modified Wood: Epr And Drıft Spectroscopic Studies, Wood Science and Technology, 42(1): 5-20.

Johansson, D., (2005), Strenght And Colour Response of Solid Wood to Heat Treatment, Licentiate Thesis, Luleå University of Technology, Department of Skellefteå Campus, Division of Wood Technology, Skellefteå-Sweden, ISSN 1402-1757 / ISRN LTU-LIC--05/93--SE / NR 2005:93.

Kabasakal, Y., (2017), Vernikleme Öncesi Isıl İşlem Uygulanan Kayın Odununun (*Fagus orientalis* L.) Hızlandırılmış Yaşlandırma Sonrası Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi, Bitirme Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kücüktüvek, M., Baysal, E., Türkoğlu, T., Peker, H., Gündüz, A. ve Toker, H., (2017), Surface Characteristics of Scots Pine Wood Heated at High Temperatures After Weathering, Wood Research, 62(6): 915-918.

Korkut, S., Kocaefe, D., (2009), Isıl İşlemin Odun Özellikleri Üzerine Etkisi, Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 5(2): 11-34.

Nuopponen, M., Wikberg, H., Vuorinen, T., Sirkka, L.M., Jämsä, S., Viitaniemi, P., (2004), Heat-Treated Soft Wood Exposed to Weathering, J Appl Poly Sci, 91: 2128-2134.

Nuopponen, M., (2005), FT-IR and Uv Raman Spectroscopic Studies On Thermal Modification Of Scots Pine Wood And İts Extractable Compounds, Doctoral dissertation, Helsinki University of Technology, Department of Forest Products Technology, Laboratory of Forest Products Chemistry, Reports Series A 23, Espoo-Finland.

Olărescu, C.M., Campean, M., Varodi, A., (2014), Colour and Dimensional Modifications of Solid Wood Panels Made from Heat Treated Spruce Wood After Three Months of Outdoor Exposure, Pro Ligno, 10(3): 46-54.

Srinivas, K., Pandey, K.K., (2012), Photo Degradation of Thermally Modified Wood, J Photoch Photobio B, 117: 140-145.

Temiz, A., Terziev, N., Jacobsen, B., Eikenes, M., (2006), Weathering, Water Absorption, And Durability of Silicon Acetylated and Heat-Treated Wood, J Appl Poly Sci, 102: 4506-4513.

TS 2471 (1976), Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Türkoğlu, T., Kabasakal, Y., Baysal, E., Gündüz, A., Küçüktüvek, M., Bayraktar, D.K., Toker, H., Peker, H., (2017), Surface Characteristics of Heated and Varnished Oriental Beech After Accelerated Weathering, Wood Research, 62(6): 961-972.

Viitanen, P., Viitaniemi, H., Jamsa, S., Paajanen, L., (1994), The effect of heat treatment on the properties of spruce, A preliminary report, Paper prepared for the 25th Annual Meeting, Bali-Indonesia, May 29– June 3.

Yıldız, S., Yıldız., U.C., Tomak, E.D., (2011), The Effects of Natural Weathering on The Properties of Heat Treated Alder Wood, Bioresources, 6(4): 2504-2521.

Zhang, X., (2003), Photo-Resistance of Alkylammonium Compound Treated Wood. M. Sc. Thesis, University of British Columbia, Canada.