

Açık Hava Koşullarının Odunun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkileri

Mehmet BUDAKÇI¹

*Mehmet KARAMANOĞLU²

¹Düzce Üni., Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Müh. Bölümü, Konuralp, Düzce

²Kastamonu Üni., Tosya MYO, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, Tosya, Kastamonu

*Sorumlu yazar: mkaramanoglu@kastamonu.edu.tr

Geliş Tarihi:01.07.2013

Özet

Bu çalışma, açık hava iklim şartlarına maruz bırakılan sarıçam (*Pinussylvestris* L.), Doğu Kayını (*Fagusorientalis*L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ve Anadolu Kestanesi (*Castaneasativa*Mill.) odunlarında meydana gelen sertlik, parlaklık ve renk değişimini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla, örnekler ASTM D-1641 esaslarına göre 12 ay süre ile açık hava iklim şartlarında bırakılmış, örneklerde oluşan sertlik, parlaklık ve renk değişimleri, ASTM D 2240, EN ISO 2813 ve ASTM D 2244 standartlarına göre belirlenmiştir. Sonuç olarak, açık hava iklim şartları tüm ağaç malzeme yüzeylerinin sertlik, parlaklık ve renk değerlerini azaltıcı etki yapmıştır. En fazla değişim sertlikte sapsız meşede, parlaklık ve renkte ise sarıçamda meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler:Ağaç malzeme, Açık hava iklim şartları, Sertlik, Parlaklık, Renk

Effects of Weathering on Some Physical Properties of Wood

Abstract

This study has been held with the aim of determining changes in the hardness, gloss and color of Scotch Pine (*Pinussylvestris*L.), Eastern Beech (*Fagusorientalis*L.), sessile oak (*Quercuspetraea* L.) and Anatolian Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) woods which have been exposed to weathering conditions. For this reason, samples have been exposed to weathering conditions for 12 months by essentially taking ASTM D-1641 into consideration and changes in the hardness, gloss and color of the samples have been determined according to ASTM D 2240, EN ISO 2813 and ASTM D 2244 standards. In conclusion, weathering conditions have a reducing effect on hardness, gloss and color values of all woods. Maximum change has been occurred on sessile oak in terms of hardness and on Scotch Pine in terms of gloss and color.

Key Words:Woodmaterial, Weatheringconditions, Hardness, Gloss, Color

Giriş

Ağaç malzeme estetik, mühendislik ve yapısal uygulamalarda çok yönlü doğal bir kaynaktır. Ağaç malzeme sahip olduğu üstün özellikleri sebebiyle kullanım yerlerinde önemini korumakta olup, hammadde olarak yaklaşık 10.000 kullanım alanına sahiptir(Örs ve Keskin, 2001; Khalil ve ark., 2010).

Ağaç malzeme bütün biyolojik canlılar gibi hem korumasız hem de korumalı halde açık hava iklim şartlarına veya harici bir etkiye maruz kaldığında ısı, ışık (UV, IR), rutubet (yağmur, kar, nem, çiğ), mekanik etkiler (rüzgâr, kum, kir), biyolojik zararlıların etkisi vb. etkilere karşı uzun süre dayanıklı kalamamakta,deformasyona ve yapısal bozunmaya uğramaktadır (Budakçı ve Atar, 2001; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007; Williams, 2005).Ağaç malzemenin anizotrop yapısı, tekstürü, yıllık halka yapısı, diri odunu, öz odunu, reaksiyon odunu gibi özel

odun dokularının varlığı makroskopik ölçekte uzun süreli dış hava koşullarına maruz kalmadan kaynaklanan bozunmalara etki eden faktörlerdir (Bucur, 2011).

Açık hava iklim şartlarında ağaç malzeme yüzeyinde güneş ışınlarının etkisi ile öncelikle odun rengi çok hızlı bir şekilde değişmekte,sertlik, parlaklık ve mekanik özelliklerinde azalma meydana gelmektedir. Bunun durumun odun ekstraktifleri ve ligninin kimyasal bozunmasında kaynaklandığı bildirilmektedir (Feist, 1990; Budakçı, 2006; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007; Anderson ve ark., 1991; Aydemir ve ark., 2011).

Bu perspektiften hareketle çalışmanın amacı, açık hava iklim şartlarına korunmasız olarak maruz bırakılan farklı ağaç malzeme odunlarında meydana gelen sertlik, parlaklık ve renk değişimlerini belirlemektir.

Materyal ve Metot

Ağaç malzeme

Bu araştırmada, Türkiye’de doğrama ve mobilya endüstrisinde yaygın kullanımından dolayı sarıçam (*Pinus sylvestris* L.),Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ve Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odunları deney materyali olarak tercih edilmiştir.

Numuneler örnekleme yöntemiyle tesadüfî seçilen 1. sınıf kerestenin diri odun kısmından; düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, renk ve yoğunluk farkı olmayan, yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde 520x90x15 mm ölçüsünde taslak olarak kesilmiştir (ASTM D 358, 2006). Örnekler, sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi %65±3 olan iklim dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiş ve daha sonra 500x80x12 mm olacak şekilde ölçülendirilmiştir. Makine işlemlerinden sonra ilk olarak 80 numara, daha sonra 100 numara zımpara ile perdah işlemi yapılmıştır (TS 2471, 1976).

Örnekler ASTM D 1641 esaslarına göre Düzce İlinde 01 Şubat 2010-31 Ocak 2011 tarihleri arasında 12 ay açık hava koşullarına maruz bırakılmıştır (ASTM D 1641, 2004). Klimatolojik verilerin ortalaması Tablo 1’de verilmiştir (TÜMAS, 2014). Örnekler harici etkilere önceden hazırlanmış standlara 45° konumda, yüzleri güneşe bakacak şekilde

yerleştirilmiştir (Şekil 1).En alttaki numunenin yüksekliği 50 cm olup, stand çevresinde ot vb. organik artıklar ile topraktaki su oranını gereksiz yere arttıracak ve su tutacak artıkların olmamasına özen gösterilmiştir (Garlock ve Sward, 1972; Sönmez ve Özen, 1996; Karamanoğlu, 2012; Budakçı ve Karamanoğlu, 2014).

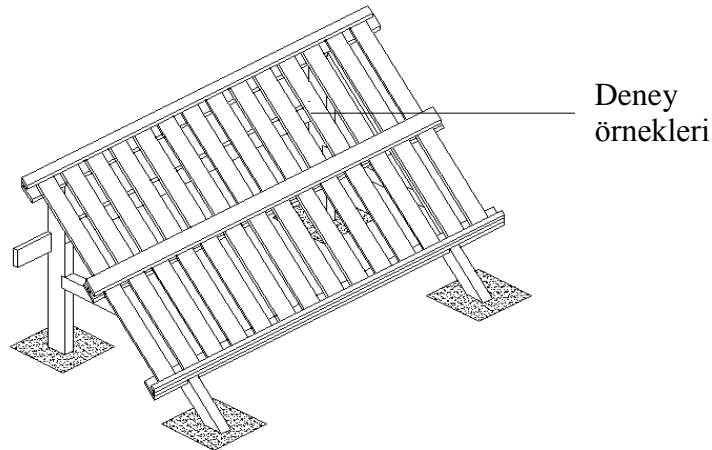
Deney Yöntemleri

Araştırmada, açık hava iklim şartlarının ağaç malzemeler üzerindeki etkilerini tespit etmek amacıyla, sertlik, parlaklık ve renk ölçümleri yapılmıştır. Sertlik, parlaklık ve renk değişimdeki farklılaşmayı tespit edebilmek için ilk ölçüm, doğal (kontrol) örneklerde; ikinci ölçüm, örnekler 12 ay dış hava şartlarında bekletildikten sonra (yaşlandırılmış) gerçekleştirilmiştir. Ölçüm öncesinde örneklerin yüzeyleri kir, toz vb. temizlemek amacıyla soğuk suyla yıkanmış ve yumuşak bir bezle silinerek kurulmuştur.

Yüzey sertlikleri, sertlik ölçme cihazı (Shoremetre - D) ile ASTM D 2240’a uygun olarak belirlenmiştir (ASTM D 2240, 2010) (Şekil 2). Cihaz tablasına yerleştirilen örnek yüzeylerine Shoremetrenin ölçüm iğnesi batırılmakta, örneklerin gösterdiği direnç Shore-D cinsinden cihaz göstergesinden kaydedilmektedir.

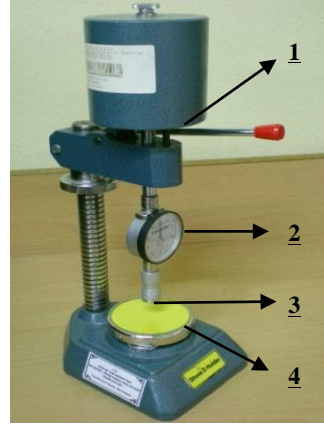
Tablo 1. Klimatolojik verilerin ortalaması

Tarih	Sıcaklık (°C)	Rutubet Miktarı (%)	Yağış Miktarı (mm m ⁻³)	Basınç (hPa)
01 Şubat 2010 – 31 Ocak 2011	15,45	75,85	35,37	997,21



Şekil 1. Deney standı

- 1-Deney Düzeneği
- 2-Sertlik Değeri Göstergesi
- 3-Sertlik Değeri Ölçüm İğnesi
- 4-Örnek Platformu



Şekil 2. Sertlik ölçme cihazı (Shoremetre - D)

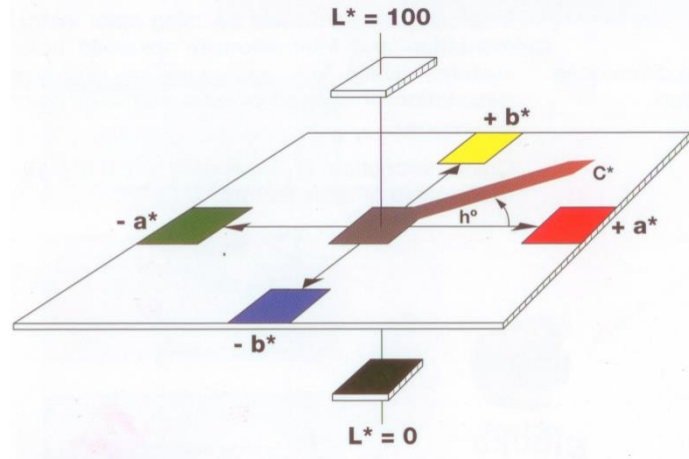
Örneklerin parlaklık ve renk değişimleri BYK – GARDNER SPEKTRO-GUIDE 45/0 cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Parlaklık ölçümlerinde, 60°'lik ışık açısı kullanılmış, EN ISO 2813 esaslarına uyulmuştur (EN ISO 2813, 1999).

Renk ölçümleri ASTMD2244'de belirtilen esaslara göre $CIEL^*a^*b^*$ renk sistemi kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3) (ASTM D 2244, 2011). Renk ölçümleri öncesinde cihaz, beyaz renge göre $a = -1,00 \pm 0,3$; $b = 0,58 \pm 0,3$; $L = 94,95 \pm 0,3$ olacak

şekilde kalibre edilmiştir. Değişimin, rengin hangi tonunda etkili olduğunu belirlemek amacıyla kırmızı renk tonu ($+a^*$), sarı renk tonu ($+b^*$) ve ışıklılık (L^*) değerleri birbirinden bağımsız olarak incelenmiş, ayrıca toplam renk değişimi (ΔE^*);

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

eşitliğinden yararlanılarak belirlenmiştir (Budakçı ve ark., 2010).



Şekil 3. $CIEL^*a^*b^*$ renk sistemi

İstatistiksel değerlendirme

İstatistiksel analizde iki faktör varyans analizi kullanılmıştır. Duncan testi ve LSD (en küçük önemli fark) kritik değerleri yardımıyla, Doğal (kontrol) örnekler ile açık hava iklim koşullarına maruz bırakılmış (yaşlandırılmış) örneklerin karşılaştırması

yapılmış, farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığı sorgulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Sertlik Ölçümleri

Kontrol örnekleri ile yaşlandırılmış örneklerin sertlik değeri varyans analiz sonucu, ağaç türü, yöntem ve bu faktörlerin

karşılıklı etkileşimleri düzeyinde anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak yapılan Duncan testi

karşılaştırma sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Sertlik değeriduncantesti karşılaştırma sonuçları

<i>Ağaç Türü</i>	\bar{x}	<i>HG</i>	<i>LSD</i>
Çam	50,70	C	
Kayın	55,40	B	± 0,9997
Meşe	58,90	A*	
Kestane	55,45	B	
<i>Yöntem</i>	\bar{x}	<i>HG</i>	<i>LSD</i>
Kontrol	58,13	A*	± 0,7069
Yaşlandırılmış	52,10	B	
<i>Ağaç Türü-Yöntem Etkileşimi</i>	\bar{x}	<i>HG</i>	<i>LSD</i>
Çam - Kontrol	54,50	D	± 1,414
Kayın- Kontrol	56,10	C	
Meşe - Kontrol	63,90	A*	
Kestane - Kontrol	58,00	B	
Çam - Yaşlandırılmış	46,90	F	
Kayın - Yaşlandırılmış	54,70	CD	
Meşe - Yaşlandırılmış	53,90	DE	
Kestane - Yaşlandırılmış	52,90	E	

\bar{x} : Aritmetik ortalama *HG*: Homojenlik grubu *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Tablo 2’ye göre, ağaç türü düzeyinde sertlik değeri en yüksek meşede, en düşük çamda elde edilmiştir. Yapılan karşılaştırmada kayın ve kestane malzemelerde sertlik değeri açısından farklılık gözlenmemiştir. Yöntem düzeyinde yapılan karşılaştırmada kontrol örneklerinin sertlik değerinin, yaşlandırılmış örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ağaç türü-yöntem etkileşimi sonucunda ise sertlik değeri en yüksek meşe kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış çam örneklerde belirlenmiştir. Bu farklılığın ağaç malzemelerin doğal sertlik değerlerinin meşede yüksek olmasından, bunun yanında yoğunluk ve tekstür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde %12 rutubette ortalama Brinell sertlik değeri belirlenen; çamın yumuşak (0,1-3,0 kg/mm²), kestane, kayın ve meşe orta sert (3,0-4,0 kg/mm²) sertlik gruplarında yer aldığı belirtilmektedir. Ayrıca, ağaç malzemenin yoğunluğu arttıkça aşınmaya karşı koyması artmakta, sertlik ile aşınmaya karşı koyma arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu vurgulanmaktadır (Örs ve Keskin, 2001). Yaşlandırılmış örnekler, kontrol örnekleriyle

karşılaştırıldığında tüm ağaç malzemelerin sertlik değerinde azalma meydana gelmiştir. Literatürde de belirtilen, dış ortam şartlarının ağaç malzeme sertlik değerlerini azaltıcı etki yaptığı vurgulanmaktadır (Budakçı ve Atar, 2001).

Ayrıca, en fazla sertlik kaybı meşe örneklerde tespit edilmiştir. Bu durum yapraklı ağaç malzemelerin kimyasal yapısında bulunan hemiselülozun degradasyona uğramasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer durum literatürde; iğne yapraklı ağaçlar daha az hemiselüloz ihtiva etmesinden dolayı kimyasal yapıda daha az bozunma olduğu ifade edilmekte olup, çalışma literatürle uyumlu çıkmıştır(Örs ve Keskin, 2001).

Parlaklık Ölçümleri

Kontrol örnekleri ile yaşlandırılmış örneklerin parlaklık değeri varyans analiz sonucu, ağaç türü, yöntem ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri düzeyinde anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Parlaklık değeri duncantesti karşılaştırma sonuçları

<i>Ağaç Türü</i>	\bar{x}	<i>HG</i>	<i>LSD</i>
Çam	2,590	A*	
Kayın	1,965	B	± 0,2110
Meşe	1,845	B	
Kestane	2,410	A*	
<i>Yöntem</i>	\bar{x}	<i>HG</i>	<i>LSD</i>
Kontrol	3,507	A*	
Yaşlandırılmış	0,8975	B	± 0,1492
<i>Ağaç Türü-Yöntem Etkileşimi</i>	\bar{x}	<i>HG</i>	<i>LSD</i>
Çam - Kontrol	4,440	A*	
Kayın- Kontrol	2,900	C	
Meşe - Kontrol	2,910	C	
Kestane - Kontrol	3,780	B	
Çam - Yaşlandırılmış	0,7400	D	± 0,2984
Kayın - Yaşlandırılmış	1,030	D	
Meşe - Yaşlandırılmış	0,7800	D	
Kestane - Yaşlandırılmış	1,040	D	

\bar{x} : Aritmetik ortalama *HG*: Homojenlik grubu *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Tablo 3'e göre, ağaç türü düzeyinde parlaklık değeri en yüksek çam ve kestane en düşük kayın ve meşede elde edilmiştir. Yapılan karşılaştırmada kayın ile meşe ve çam ile kestane malzemeler arasında parlaklık değeri açısından farklılık gözlenmemiştir. Yöntem düzeyinde yapılan karşılaştırmada kontrol örneklerinin parlaklık

değerinin, yaşlandırılmış örneklerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Ağaç türü-yöntem etkileşimi sonucunda parlaklık değeri en yüksek herhangi bir işleme maruz kalmamış çam kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış tüm ağaç malzemelerde tespit edilmiştir(Şekil 4).



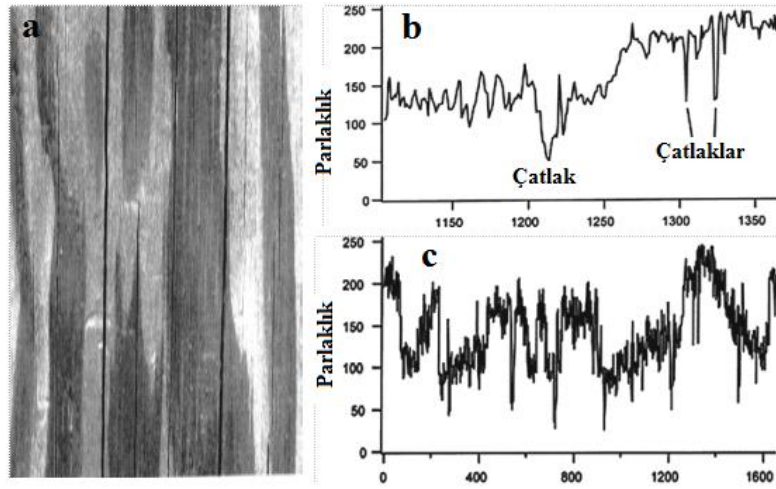
Şekil 4. a)Çam kontrol örneği b) Yaşlandırılmış örnekler

Ağaç malzemelerin parlaklığının kaybolması açık hava etkilerinin sebep olduğu aşındırma ve sonrasında yüzeyde meydana gelen fiziksel ve biyolojik değişikliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde yaşlandırma sonucu meydana gelen çatlakların parlaklık ölçümlerini olumsuz etkilediği vurgulanmıştır (Bucur, 2011). Christy ve ark. (2005)yaptıkları çalışmada çatlakların parlaklık ölçümüne etkisini belirtmiştir(Şekil

5). Bozkurt ve Erdin (2000), parlaklığın odunun ışığı yansıtma özelliği olduğunu, çürüklük başlamış ise parlaklığın kaybolduğunu tespit etmiştir. Farklı bir çalışmada, dış hava koşulları etkisine bırakılmış duglas ve maun odunlarının 6 aydan sonra parlaklığının azaldığı ifade edilmiştir (Gorman ve Feist, 1989). Bunun yanında doğal örneklere göre en fazla parlaklık değişiminin çam odununda meydana geldiği belirlenmiştir. Bu durumda

çamın dış hava koşulları etkisi ile daha fazla foto-degradasyona ve degradasyona

uğrayarak en fazla parlaklık değişimine neden olduğu söylenebilir.



Şekil 5. a) Yaşlandırılma sonrası oluşan çatlaklar b) Parlaklık ölçüm grafiği c) Çatlakların parlaklığa etkisi (Christy ve ark., 2005)

Renk ölçümleri

Kırmızı renk değeri (+a)

Kontrol örnekleri ile yaşlandırılmış örneklerin kırmızı renk değeri varyans analiz sonucu, ağaç türü, yöntem ve bu faktörlerin

karşılıklı etkileşimleri düzeyinde anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Kırmızı renk değeri duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç Türü	\bar{x}	HG	LSD
Çam	4,155	C	
Kayın	6,911	A*	$\pm 0,2637$
Meşe	5,623	B	
Kestane	4,349	C	
Yöntem	\bar{x}	HG	LSD
Kontrol	8,765	A*	$\pm 0,1865$
Yaşlandırılmış	1,754	B	
Ağaç Türü-Yöntem Etkileşimi	\bar{x}	HG	LSD
Çam - Kontrol	6,869	C	
Kayın- Kontrol	12,05	A*	
Meşe - Kontrol	9,599	B	
Kestane - Kontrol	6,542	C	$\pm 0,3729$
Çam - Yaşlandırılmış	1,440	E	
Kayın - Yaşlandırılmış	1,773	E	
Meşe - Yaşlandırılmış	1,648	E	
Kestane - Yaşlandırılmış	2,156	D	

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek kırmızı renk değerini ifade etmektedir.

Tablo 4'ün sonucuna göre, ağaç türü düzeyinde en yüksek kırmızı renk değeri kayında, en düşük çam ve kestane elde edilmiştir. Yapılan karşılaştırmada çam ile kestane malzemeler arasında kırmızı renk değeri açısından farklılık gözlenmemiştir.

Yöntem düzeyinde yapılan karşılaştırmada kontrol örneklerinin kırmızı renk değerinin, yaşlandırılmış örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ağaç türü-yöntem etkileşimi sonucunda kırmızı renk değeri en yüksek kayın kontrol örneklerinde, en düşük

yaşlandırılmış çam, kayın ve meşe örneklerinde elde edilmiştir. Doğal örneklerle

göre kırmızı renk değerinde en fazla değişim kayında meydana gelmiştir(Şekil 6).



Şekil 6.a)Kayın kontrol örneği b) Yaşlandırılmış örnekler

Literatürde kayın odununun doğal renginin kırmızımsı beyaz olduğu belirtilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2000). Bu nedenle, kayın doğal örneklerinin en yüksek kırmızı renk değerini verdiği ve istatistiksel açıdan en fazla değişimin meydana geldiği düşünülmektedir. Farklı bir araştırmada da doğal kayın ağacındaki kırmızı renk tonunun meşeden %26, çamdan %49, göknardan %65 ve ladinden %62 fazla olduğu belirtilmiştir ve bu durumun ağaç malzemenin fiziksel

karakteristiğinden kaynaklandığı vurgulanmıştır (Keskin ve Atar, 2007).

Sarı renk değeri (+b)

Kontrol örnekleri ile yaşlandırılmış örneklerin sarı renk değeri varyans analiz sonucu, ağaç türü, yöntem ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri düzeyinde anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Sarı renk değeri duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç Türü	\bar{x}	HG	LSD
Çam	17,56	A*	± 0,7976
Kayın	14,13	C	
Meşe	15,29	B	
Kestane	15,79	B	
Yöntem	\bar{x}	HG	LSD
Kontrol	23,80	A*	± 0,5640
Yaşlandırılmış	7,582	B	
Ağaç Türü-Yöntem Etkileşimi	\bar{x}	HG	LSD
Çam - Kontrol	28,03	A*	± 1,128
Kayın- Kontrol	21,20	C	
Meşe - Kontrol	23,38	B	
Kestane - Kontrol	22,60	B	
Çam - Yaşlandırılmış	7,076	E	
Kayın - Yaşlandırılmış	7,072	E	
Meşe - Yaşlandırılmış	7,200	E	
Kestane - Yaşlandırılmış	8,979	D	

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek sarı renk değerini ifade etmektedir.

Bulgulara göre, ağaç türü düzeyinde sarı renk değeri en yüksek çamda, en düşük kayında elde edilmiştir. Yapılan karşılaştırmada meşe ve kestane sarı renk değeri açısından farklılık gözlenmemiştir. Yöntem düzeyinde yapılan

karşılaştırmada kontrol örneklerinin sarı renk değerinin, yaşlandırılmış örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ağaç türü-yöntem etkileşimi sonucuna göre; parlaklık ölçümlerinde olduğu gibi, sarı renk değeri de en yüksek çam kontrol örneklerinde, en

düşük yaşlandırılmış örneklerde tespit edilmiştir. Literatürde, sarıçamın doğal yapısında sarı renk tonunun fazla olduğu belirtilmiştir (Sönmez ve Budakçı, 2003). Ayrıca doğal halde çamdaki sarı renk değerinin kayından %23, meşeden %5, ladinden %7, göknardan %9 fazla olduğu bildirilmiştir (Keskin and Atar, 2007). Bu durumda sarı renk değerinde çamda en yüksek değer elde edilmesi ve yaşlandırma sonucu en fazla değişimin meydana gelmesi literatür bilgileri ile de desteklenmektedir.

Işıklılık değeri (L)

Kontrol örnekleri ile yaşlandırılmış örneklerin ışıklılık değeri varyans analiz sonucu, ağaç türü, yöntem ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri düzeyinde anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

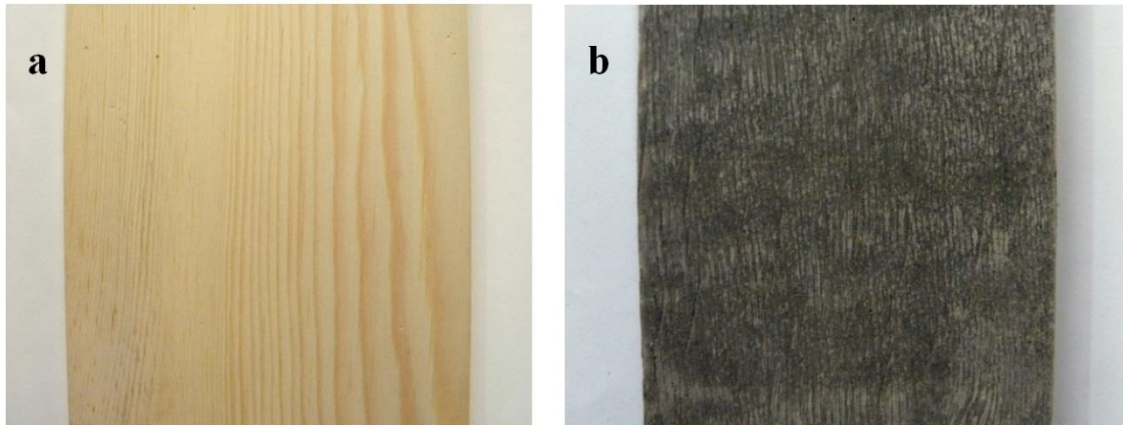
Tablo 6. Işıklılık değeri duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç Türü	\bar{x}	HG	LSD
Çam	63,84	A*	
Kayın	56,35	C	$\pm 1,173$
Meşe	56,19	C	
Kestane	61,55	B	
Yöntem	\bar{x}	HG	LSD
Kontrol	70,30	A*	
Yaşlandırılmış	48,66	B	$\pm 0,8295$
Ağaç Türü-Yöntem Etkileşimi	\bar{x}	HG	LSD
Çam - Kontrol	79,62	A*	
Kayın- Kontrol	64,27	D	
Meşe - Kontrol	66,22	C	
Kestane - Kontrol	71,10	B	
Çam - Yaşlandırılmış	48,06	F	$\pm 1,659$
Kayın - Yaşlandırılmış	48,44	F	
Meşe - Yaşlandırılmış	46,16	G	
Kestane - Yaşlandırılmış	52,00	E	

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek ışıklılık değerini ifade etmektedir.

Tablo 6'ya göre, ağaç türü düzeyinde ışıklılık değeri en yüksek çamda, en düşük kayın ve meşede elde edilmiştir. Yöntem düzeyinde yapılan karşılaştırma sonucuna göre, kontrol örneklerinin ışıklılık değerinin,

yaşlandırılmış örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ağaç türü-yöntem etkileşimi sonucunda ışıklılık değeri en yüksek çam kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış meşe örneklerinde görülmüştür (Şekil 7).



Şekil 7. a) Çam kontrol örneği b) Yaşlandırılmış meşe örneği

Işıklılık değerinin çamda yüksek çıkmasının doğal renginin sarımsı beyaz olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanında meşenin yapısında meydana gelen degradasyon ve reaksiyonlar sonucu yapısındaki asal ve renginde etkili olan yan bileşiklerinin ayrışması ile en koyu rengi verdiği düşünülmektedir. Literatürde, ışıklılık değerindeki azalmanın renk tonunda koyulaşmayı, artışın ise rengin açıldığını gösterdiği ifade edilmektedir (Söğütü ve Sönmez, 2006). Ayrıca, kontrol örneklerine göre ışıklılık değeri en fazla çam malzemedeki değişmiştir. Farklı bir çalışmada, atmosferik koşullarda UV ışınlarına maruz

kalmış odunlardan iğne yapraklı ağaçlarda yapraklı ağaçlara göre daha yüksek renk koyulaşmasının olduğu belirtilmiştir (Şahin, 2002).

Toplam renk değişimi değeri (ΔE)

Kontrol örnekleri ile yaşlandırılmış örneklerin toplam renk değişimi değeri varyans analiz sonucu, ağaç türü, yöntem ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri düzeyinde anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Toplam Renk Değişimi Değeri Duncan Testi Karşılaştırma Sonuçları

Ağaç Türü	\bar{x}	HG	LSD
Çam	66,65	A*	
Kayın	58,87	C	± 1,143
Meşe	58,83	C	
Kestane	63,88	B	
Yöntem	\bar{x}	HG	LSD
Kontrol	74,81	A*	± 0,8083
Yaşlandırılmış	49,31	B	
Ağaç Türü-Yöntem Etkileşimi	\bar{x}	HG	LSD
Çam - Kontrol	84,70	A*	
Kayın- Kontrol	68,75	D	
Meşe - Kontrol	70,89	C	
Kestane - Kontrol	74,90	B	± 1,617
Çam - Yaşlandırılmış	48,61	F	
Kayın - Yaşlandırılmış	49,00	F	
Meşe - Yaşlandırılmış	46,78	G	
Kestane - Yaşlandırılmış	52,86	E	

\bar{x} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu *: En yüksek toplam renk değişimi değeri

Tablo 7'ye göre, ağaç türü düzeyinde toplam renk değişimi en yüksek çamda, en düşük kayın ve meşede elde edilmiştir. Yöntem düzeyinde yapılan karşılaştırmada, yaşlandırılmış örneklerin doğal örneklerle göre renk değiştirdiği görülmektedir. Ağaç türü-yöntem etkileşimi sonucunda; ışıklılık değerinde olduğu gibi, toplam renk değişimi en yüksek herhangi bir işleme maruz kalmamış çam kontrol örneklerinde, en düşük yaşlandırılmış meşe örneklerde elde edilmiştir. Yaşlandırılmış örneklerin 12 ay açık hava koşullarına maruz bırakıldığı ve maruz kaldığı etkiler göz önünde bulundurulduğunda renklerinin değişmesi ve bozulması kaçınılmazdır. Literatürde, açık hava koşullarına maruz kalan ağaç

malzemenin renk değişiminin ekstraktif maddelerin ve ligninin foto-oksidasyonundan dolayı sararma veya kahverengileşme şeklinde olduğunu ve er ya da geç güneş ve yağmura maruz kalan bütün ağaç malzemelerden ekstraktif maddelerin, ligninin, odunlaşmamış liflerin ayrıştığını, mikroorganizmalarında etkisiyle grileştiği belirtmiştir (Feist, 1983; Feist, 1990; Williams, 2005; Budakçı, 2006; Bucur, 2011; Anderson ve ark., 1991; Feist ve Hon, 1984). Bunun yanında doğal numunelere göre en fazla renk değişiminin çam malzemedeki, en az renk değişiminin kayın malzemedeki meydana geldiği tespit edilmiştir. Toplam renk değişim değerinin çamda yüksek çıkmasının nedenleri arasında bu malzemenin diğer

malzemelere kıyasla daha açık renk tonuna sahip olması ve açık hava koşulları etkisi sonucunda renginin daha da koyulaşması ile toplam renk değişim değerinin daha yüksek çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca ağaç malzemelerin asal ve yan bileşik ihtiva oranlarının farklılık göstermesinin de degradasyonda etkili olduğu düşünülmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2000). Temiz vd. (2004), odunun foto-degradasyonunda, iğne yapraklı ağaçların yapraklı ağaçlara göre daha hızlı

degradasyona uğradığını ifade etmişlerdir ve odunda meydana gelen renk değişiminin yüzeylerde bulunan kinonlardan kaynaklandığını vurgulamıştır (Temiz et. al., 2004; Nzokou ve ark., 2011; Bucur 2011; Lionetto ve ark., 2012).

Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonuçlarına göre; açık hava iklim şartlarına korumasız maruz bırakılan tüm ağaç malzeme odunlarının, renk, sertlik ve parlak değerleri azalmıştır (Tablo8).

Tablo 8. Genel değerlendirme sonuçları

	Sertlik			Parlaklık			Toplam Renk Değişimi		
	\bar{X} / HG			\bar{X} / HG			\bar{X} / HG		
	K	Y	İF	K	Y	İF	K	Y	İF
Çam	54,50(D)	46,90(F)	7,6	4,440(A*)	0,7400(D)	3,7	84,70(A*)	48,61(F)	36,09
Kayın	56,10(C)	54,70(CD)	1,4	2,900(C)	1,030(D)	1,87	68,75(D)	49,00(F)	19,75
Meşe	63,90(A*)	53,90(DE)	10	2,910(C)	0,7800(D)	2,13	70,89(C)	46,78(G)	24,11
Kestane	58,00(B)	52,90(E)	5,1	3,780(B)	1,040(D)	2,74	74,90(B)	52,86(E)	22,04

\bar{X} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu K: Kontrol Y: Yaşlandırılmış İF: İstatiksel fark

Tablo sonucuna göre genel olarak açık hava iklim şartları etkilerinden en az kayın malzeme etkilenmiştir. Bu durumda açık hava etkisine maruz kalacak ağaç malzeme kullanımlarında, kayın malzemenin tercih edilmesi önerilebilir.

Kaynaklar

- Anderson E.L., Pawlak Z., Owen N.L. Feist W.C. 1991. Infrared Studies of Wood Weathering. Society for Applied Spectroscopy, 45(4), 641-647.
- ASTM D 1641.2004. Standard Practice for Conducting Outdoor Exposure Test of Varnishes. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, United States.
- ASTM D 2240.2010. Standard Test Method for Rubber Property-Durometer Hardness. American Society for Testing and Materials, WestConshohocken, Pennsylvania, United States.
- ASTM D 2244. 2011. Standard Practice for Calculation or Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, United States.
- ASTM D 358. 2006. Standard Specification for Wood to be used as Panels in Weathering Test of Coating. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, United States.

- Aydemir D., Sivrikaya H., Hafizoğlu H., Yasav A. 2011. Natural weathering of oak (*Quercus petraea*) and Chesnut (*Castanea sativa*) coated with various finishes. COLOR Research and Application, 36(1), 72-78.
- Bozkurt A.Y., Erdin N. 2000. Odun Anatomisi. İstanbul Üniversitesi.
- Bucur V. 2011. Delamination in Wood, Wood Products and Wood-Based Composites. ISBN 978-90-481-9549-7, 401s, Springer, Chapter 6-9, London New York.
- Budakçı M., Atar M. 2001. Açık Hava Koşullarında Bırakılmış Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odununda Renk Açma İşleminin Sertlik ve Parlaklığa Etkisi. Tr.J.of Agriculture and Forestry, 25, 201-207.
- Budakçı M. 2006. Effect of Outdoor Exposure and Bleaching on Surface Color and Chemical Structure of Scots Pine. Progress in Organic Coatings, 56, 46-52.
- Budakçı M., Sevim Korkut D., Esen R. 2010. The Color Changes on Varnish Layers after Accelerated Aging Through the Hot and Cold-Check Test. African Journal of Biotechnology, 9(24), 3595-3602.
- Budakçı, M., Karamanoğlu M. 2014. Effect of bleaching on hardness, gloss, and color change of weathered woods, BioResources, 9 (2), 2311-2327.
- Christy A.G., Senden T.J., Evans, P.D. 2005. Automated Measurement of Checks at Wood Surface. Science Direct, Measurement, 37, 109-118.

EN ISO 2813. 1999. Paints and Varnishes- Determination of Specular Gloss of Nonmetallic Paint Films at 20⁰, 60⁰ and 85⁰. European Committee for Standardization, Avenue Marnix 17 B-1000 Brussels.

Feist W.C. 1983. Weathering and Protection of Wood. American wood-preserves' association, 79, 195-205.

Feist W.C., Hon D.N. 1984. Chemistry of Weathering and Protection. American Chemical Society, Chapter 11, 401-451.

Feist W.C. 1990. Outdoor Wood Weathering and Protection. American Chemical Society, Chapter 11, 263-298.

Garlock N.B., Sward G.G. 1972. Weathering Tests, Paint Testing Manual. Part 7, 371.

Gorman T.M., Feist W.C. 1989. Chronicle of 65 Years of Wood Finishing Research. Forest Product Laboratory.

Karamanoğlu, M. (2012). Açık Hava Şartlarında Bırakılmış Bazı Ağaç Malzemelerin Renk Açma İşlemi İle Restorasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.

Keskin H., Atar M. 2007. Impacts of Impregnation with Timbercare Aqua on The Red and Yellow Color Tone of Some Woods and Varnishes. Journal of applied polymer science, 106, 3952-3957.

Khalil H.P.S.A., Bhat I.H., Awang K.B., Bakare I.O., Issam A.M. 2010. Effect of weathering on physical, mechanical and morphological properties of chemically modified wood materials. Materials and Design, 31, 4363-4368.

Kılıç A., Hafizoğlu H. 2007. Açık hava koşullarının ağaç malzemenin kimyasal yapısında meydana getirdiği değişimler ve alınacak önlemler. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2, 175-183.

Lionetto, F., Sole, R. D., Cannoletta, D., Vasapollo, G., Maffezzoli, A. 2012. Monitoring wood degradation during weathering by cellulose crystallinity. Materials, 5(10), 1910-1922.

Nzokou, P., Kamdem, D. P., Temiz, A. 2011. Effect of accelerated weathering on discoloration and roughness of finished ash wood surfaces in comparison with red oak and hard maple. Progress in Organic Coating, 71 (4), 350-354.

Örs Y., Keskin H. 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi, ISBN: 975-6574-01-1, 183s, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul.

Söğütü C., Sönmez A. 2006. Değişik Kuruyucular ile İşlem Görmüş Bazı Yerli

Ağaçlarda UV Işınlının Renk Değiştirici Etkisi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 21(1), 151-159.

Sönmez A., Özen R. 1996. Ahşap Verniklerin Harici Etkilere Karşı Dayanıklılığına İlişkin Araştırmalar. Devlet Planlama Teşkilatı Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara.

Sönmez A., Budakçı M. 2003. Ahşap Boyaları ile Renklendirilmiş Ağaç Malzemedeki Renk Değişimleri. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 16(4), 769-778.

Sönmez A. 2005. Ağaç İşlerinde Üstüzyüz İşlemleri I, Hazırlık ve Renklendirme. ISBN: 975-97281-0-9 (TK), 132s, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara.

Şahin H.T. 2002. Odun ve Selülozda Meydana Gelen Renk Değişimleri Üzerine Araştırmalar. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 2, 57-70.

Temiz A., Yıldız Ü.C., Kırıcı H., Gezer E.D., Yıldız S. 2004. Odunun Foto-degradasyonu. KÜ Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 3-4, 145-156.

TS 2471. 1976. Odun, Fiziksel ve Mekanik Deneyler için Rutubet Miktarı Tayini. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.

TÜMAS. 2014. Meteorolojik Veri Arşiv Sistemi, Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.

Williams R.S. 2005. Weathering of Wood. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, Chapter 7, 139-185.