Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2026, Cilt: 27, Sayı:1, Sayfa:41-48

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2026, Vol: 27, Issue:1, Pages: 41-48

İstanbul'un Tarihi Ahşap Yapılarında Doğal Yaşlanmanın Renk Değişimi ile İncelenmesi

Investigation of Natural Aging by Colour Change in the Historical Wooden Structures of Istanbul

Demet SÜRÜCÜ[1*], Mualla BALABAN UÇAR[2]
[1]İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Lisanüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul
[2]İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Eser bilgisi/*Article info*
Araştırma makalesi / *Research article*
DOI: 10.17474/artvinofd.1732316

*Sorumlu yazar/*Corresponding author*
Demet SÜRÜCÜ
e-mail:demet.surucu@bau.edu.tr

Gönderilme tarihi/*Submission date*
01.07.2025
Kabul tarihi /*Acceptance date*
15.07.2025
Yayımlanma tarihi/*Publication date*
16.02.2026

Anahtar kelimeler:
Doğal yaşlanmış ahşap
Tarihi ahşap yapı
Renk parametreleri
Renk ölçümü

Keywords:
Naturally aged timber
Historical timber building
Colour parametres
Colour measurement

Öz
Bu çalışmada İstanbul'daki önemli endüstri mirası yapılarından, 1846 yılında inşa edilen Zeytinburnu'ndaki Fabrika-ı Hümayun ve 1850'li yıllarda inşa edilen Beyoğlu, Haliç Tersanesi'ndeki yapıların çatı makasları, ana taşıyıcı gibi yapısal elemanlarından alınan doğal yaşlanmış ahşap örneklerinde; renk değişimi incelenmiş ve günümüz odun örnekleri renk değerleri ile karşılaştırılmıştır. Örnekler; biyolojik bozunmanın çıplak gözle görünmediği yapı elemanlarından alınmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda doğal yaşlanmış ahşap örneklerinde L* (ışıklık/renk parlaklığı), a* (kırmızı-yeşil eksenindeki değer) ve b * (sarı- mavi eksenindeki değer) ölçülmüştür. Doğal yaşlanmış ahşap örnekleri; makroskopik ve mikroskopik ahşap cinsi teşhisi için hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin ince kesitleri anatomik yapıları araştırma mikroskobu (tek nikol) ve stereo mikroskop altında incelenerek çam, ladin ve göknar cinsi olarak belirlenmiş ve günümüz örnekleri ile karşılaştırıldıklarında da renk değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Araştırmada her iki binadan alınan ladin örneklerinin renk koordinatlarında L*, a* ve b * değerleri yapının ve yapı elemanın farklı noktalarından alınan örneklerde yaşlanma boyunca değişiklik göstermiştir. Bu değişiklik, b* ekseninde artış ve a* ekseninde azalma olarak tespit edilmiştir. Araştırmada yaşlanmış odun örnekleri için hesaplanan ΔE değeri (renk farkı değeri) belirgin renk farklılıklarını ortaya koymuş ve ciddi yaşlanma etkisi belirlenmiştir.

Abstract
In this study, colour changes were examined in naturally aged wood samples taken from structural elements—such as roof trusses and main load-bearing components—of two significant historical industrial buildings in Istanbul: the Fabrika-ı Hümayun in Zeytinburnu, built in 1846, and structures within the Haliç Shipyard in Beyoğlu, constructed in the 1850s. Samples were selectively obtained from structural elements where biological deterioration was not visibly apparent, ensuring minimal interference from microbial or fungal decay. To identify the botanical origin of the samples, both macroscopic and microscopic wood anatomical assessments were conducted. Thin transverse, radial, and tangential sections were prepared and examined under a stereomicroscope and a polarizing research microscope. The wood was identified as pine spruce and fir species. As a result of the study, the colour parameters L* (lightness/brightness), a* (position on the red-green axis), and b* (position on the yellow-blue axis) were measured in the naturally aged wood samples. In the study, the L*, a*, and b* colour coordinate values of the spruce samples taken from both buildings exhibited variations throughout the aging process, depending on the specific location of the sample within the structure and the architectural element. An increase along the b* axis and a decrease in the a* values were observed. When compared with new wood samples, it was observed that the colour values of the aged wood had decreased. The calculated ΔE (colour difference) values for the aged wood samples indicated significant colour changes by aging effect.

GİRİŞ

Ahşap, yapılı çevrenin oluşmasında geçmişten bugüne en önemli mühendislik malzemelerindendir. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi, organik oluşu, işlenmesinin kolaylığı, ağırlığına oranla taşıma gücü yüksek bir malzeme olması, şehirlerin inşaasında mimarlık disiplini açısından da önemli bir tasarım ve yapım alternatifi olmasını sağlamıştır. Yaşam alanlarının oluşmasında öncelikli olarak coğrafi özellikler, depremler, sel ve su taşkınları gibi olaylar dikkate alınarak yapı malzemesi seçimi yapılır. Yapı endüstrisinin ahşabın cins ve niteliklerini kullanım yeri isteklerine göre belirleyebilmesi doğru mühendislik ve mimarlık çözümleri ile yaşanılabilir şehirlerin inşaasına olanak sağlar.

Tarihi ahşap yapıların araştırılması, ahşabın yapı malzemesi olarak üstünlüklerini bir kez daha ön plana çıkarmaktadır. Bu yapılardaki ahşapların doğal yaşlanmasının ölçülebilmesi ve doğal yaşlanma etkilerini azaltmaya çalışacak metotların geliştirilmesi mimari mirasın korunması açısından önemlidir. İstanbul'da günümüze ulaşan ahşap yapıların

yaygınlaşmasında 1509 yılında gerçekleşen ''Küçük Kıyamet'' depreminin etkisi olduğu, sonrasında ahşap karkas kullanımının saray tarafından desteklendiği düşünülmektedir (Dışkaya 2011). Anadolu'da ahşabın yapı elemanı olarak zor iklim koşullarında dayanıklılığını gösteren önemli mimari yapılardan; Ağrı'nın Doğubeyazıt ilçesinde bulunan İshak Paşa Sarayı'nın aslan figürlü ahşap payandaları ve kapı- pencere lentolarından alınan doğal yaşlanmış ahşap örneklerinde yapılan araştırmada ahşapların sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununa ait olduğu ve 1784 yılından bugüne ulaştığı belirlenmiştir (Erdin ve Tırak 2009). Anadolu'da bozulmadan ayakta duran en eski ahşap yapı; M.Ö 740'a tarihlenen; Ankara- Polatlı'daki ''Gordion Kazıları'' sırasında gün ışığına çıkan mezar odasıdır. Mezar odasının toprakla temas eden noktalarında ardıç (*Juniperus* spp.) cinsi bir ahşabın, hemen üstünde sedir (*Cedrus* spp.) ve yan duvarlarda da çam kerestesinin kullanıldığı bilim insanlarının çalşmaları ile belirlenmiştir (Biggs ve ark. 2016). Mezar odasının yapımında tercih edilen ahşabın elde edildiği ağaçların cinsleri ve bu ahşapların kullanım yerleri; inşa edildiği yıllarda Anadolu'da muhteşem bir ahşap bilgisinin olduğunun kanıtıdır (Sürücü 2024). Doğal yaşlanmış ahşap ile günümüz ahşabın özelliklerinin karşılaştırıldığı birçok araştırma yapılmıştır (Kohara 1955, Fengel 1991, Giachi ve ark. 2003, Esteban ve ark. 2006, Popescu ve ark. 2007, Matsuo ve ark. 2011). Ahşap örneklerinin renklerindeki farklılıklar; türler (Nishino ve ark. 1998, Cui ve ark. 2008), genetik faktörler (Bradbury ve ark. 2011) ve ağacın yetiştiği çevresel koşullar (Derkyi ve ark. 2009) tarafından belirlenir. Ahşabın yüzey rengi, ısıl işlem, ultraviyole (UV) radyasyonu veya lazer ışını gibi kimyasal bileşiminde değişimlere yol açan uygulamalara maruz kalması durumunda önemli ölçüde etkilenmektedir (Torniainen ve ark. 2021).

Geniş Yapraklı Ağaç (GYA) ve İğne Yapraklı Ağaç (İYA) odunlarına ait 11 farklı tür dış hava koşullarında 1 yıl bekletilmiş ve yüzey düzgünlüğü ile renk değişiminde meydana gelen değişimler ölçülmüştür. Bu ölçüm sonucunda en az renklenme meşe odununda görülürken en fazla renklenmenin ise ladin odununda meydana geldiği belirlenmiştir (Oberhofnerová ve ark. 2017).

Brezilya'da yetişen üç ökaliptus türüne (*Eucalyptus cloeziana, Eucalyptus grandis* ve *Eucalyptus saligna*) odunlar dış hava koşullarında yaklaşık olarak 1 yıl bekletilmiş ve bu arada 120 gün ara ile örnekler alınarak yüzey özelliklerinde meydana gelen renk değişimleri CIElab sistemine uygun olarak ölçülmüştür (Gonzalez de Cademartori ve ark. 2015). Ahşap, dış hava koşullarına maruz kaldığında, sıcaklık ve nemdeki periyodik değişimler ahşap yüzeyinde mekanik gerilimlere sebep olur (Borgin ve ark. 1975). Bu çoklu çevresel etkiler, zamanla ahşap yüzey tabakalarının bozunmasına yol açmakta ve sonuçta karakteristik olarak çizgili ve gri renk tonlarına sahip bir yüzey oluşmaktadır (Unger ve ark. 2001).

Doğal yaşlanmış ahşap örneklerindeki renk değişimi, günümüz odununun 90 ^{o}C ve 180 ^{o}C de ısıl işleme maruz kalmış örnekleriyle birlikte incelenmiş ve doğal yaşlanma sırasında renk değişiminin yavaş ve ılımlı bir oksidasyondan kaynaklandığı belirtilmiştir (Matsuo ve ark. 2011).

Ekstraktiflerin ahşap renginin ortaya çıkmasında önemli bir rol oynadığı genel olarak kabul edilmektedir (Kollmann ve Coté 1968). Ahşabın rengi, büyük ölçüde temel kimyasal bileşimine bağlıdır (Hon ve ark. 1985). Bu nedenle, ahşapta gözlemlenen renk değişiklikleri genellikle bu kimyasal bileşenlerdeki değişimlerin bir sonucudur. Bu tür değişikliklere neden olan en önemli faktörlerden birisi fotodegradasyondur; yani ahşabın doğal ışık altında zamanla uğradığı bozulmadır. Işığın neden olduğu kimyasal dönüşümlerin kapsamı ve niteliği, büyük ölçüde ışığın dalga boyuna bağlıdır. Özellikle morötesi (UV) ışık**,** yüksek enerjisi ve yüzeye yakın etki alanı nedeniyle ahşap renginin bozulmasındaki temel etkenlerden biridir (Kataoka ve ark. 2007).

Kránitz (2014) tarafından yapılan çalışmada; ladin, meşe *(Quercus* spp.) ve göknar örneklerine ait renk koordinatları belirlenmiştir. Yakın tarihli örneklerden elde edilen değerler, literatürde ilgili ağaç türleri için bildirilen değerlerle genel olarak iyi bir uyum göstermektedir; ancak göknarın sarılık değeri (b*) ve meşenin ışıklık değeri (L*) biraz daha düşük çıkmıştır. Ladin ve göknar için, yaşlı ve yakın tarihli örnekler arasındaki farklar belirgindir; ancak 120-250 yıllık örnekler

arasında bu farklar oldukça küçüktür. Bununla beraber doksan yıllık ladin örneği yeni ve daha yaşlı örnekler arasında yer almakta, ancak hâlâ literatürde bildirilen günümüz örnekleri ile aynı renk değerleri içinde kalmaktadır.

Bu çalışmada amaçlanan, İstanbul'un önemli endüstri mirasları yapılarında doğal yaşlanmış ahşap örneklerinin renk değişimlerini tespit etmek, yapıların yaşları, fonsiyonları ve kullanım koşullarını da dikkate alarak inceleyebilmek ve yaşlanmış ahşaba dair yapılan literatür araştırmaları ile karşılaştırmaktır. Araştırmada yaklaşık beş yıl ara ile inşa edilen, 170-175 yaşlarındaki üç yapıdan alınan; çam (*Pinus spp)*, ladin (*Picea spp*.) ve göknar (*Abies spp*) örneklerinde renk koordinatları CIE L* a * b * renk sistemine göre belirlenmiş, ardından tüm örneklerin toplam renk farkları hesaplanmış, istatiksel olarak karşılaştırılabilecek nitelik ve örnek sayısında olanların temel istatiksel verileri hesaplanarak araştırmada paylaşılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Örnek Alma

Bu çalışmada İstanbul'daki üç önemli tarihi ahşap yapıdan doğal yaşlanmış ahşap örnekleri alınmıştır. Ahşap örneği alınan yapılar; Zeytinburnu, Kazlıçeşme Mahallesi, 774 Ada, 6 ve 31 parseller'deki; 1845-1881 yılları arsında inşa edilmiş İstanbul'un önemli endüstriyel miras yapısı örneklerinden biri olan Fabrika-i Hümayun Yapıları'ndan birinci yapı olarak Mavzer Fişeği Fabrikası ahşap çatı makasları, ahşap ana dikmelerinden (Şekil 1) ve ikinci yapı olarak Zırhlı Araçlar Tamirhanesi'dir (Şekil 2). Örnek alınan üçüncü yapı 1850'li yıllarda inşa edilen Tersane-i Amire olarak adlandırılan; Haliç Tersanesi T7 Binası'dır.



Şekil 1. Tersane T7 Binası çatı makasları, Haliç, İstanbul (Sürücü 2019)



Şekil 2. Zeytinburnu Fabrika-ı Hümayun Binaları, İstanbul (Sürücü 2016, 2018)

Yapıların restorasyon çalışması öncesinde sözkonusu üç yapının ahşap çatı makasları ve düşey ana taşıyıcı elemanlarından örnek alma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ahşap elemanlar öncelikle görsel olarak incelenmiş; çürüme ve böcek zararları ile rutubetten az etkilenmiş yapı elemanından örnek alımı yapılmıştır.

Örnek alma işlemi gerçekleştirilmeden önce bütün ahşap elemanlarda rutubet değerlerinin tespit edilmesi amacıyla TS EN 13183-2 (2012) standardına göre bir elektrikli rutubet ölçer (GANN, BLH41 marka, Almanya) ile rutubet ölçümleri yapılmıştır.

Makroskopik İncelemeler

Yapılan makroskopik incelemeler hem görsel olarak hem de x10 büyütmeli bir lup yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen makroskopik teşhis sonrasında Zeytinburnu Fabrika-ı Hümayun Binaları'ndan Mahvzer Fişeği Fabrikası'ndan alınan ahşap örnekleri; Çam *(Pinus* spp), Zırhlı Araçlar Tamirhanesi yapı grubundan alınan örnekler; Ladin (*Picea* spp.) ve Göknar (*Abies* spp.) olarak belirlenmiştir. Haliç Tersanesi'nden alınan ahşap örnekleri de Ladin (*Picea* spp.) cinsi olarak belirlenmiştir.

Renk Değerleri

Günümüz ahşap örneği ve doğal yaşlanmış ahşap örneklerinin renk ölçümleri, CIE L* a * b * renk sistemine göre Hunter Lab Mini Scan El Cihazı ile yapılmıştır (CIELAB 2008). CIEL*a *b * renk sisteminde; renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L*, a*, b* renk koordinatlarına göre belirlenmektedir. Burada, L* siyah-beyaz (siyah için L*=0, beyaz için L*=100) ekseninde, a* kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b* ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır (Karamanoğlu ve Kaymakçı 2018).

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

ΔE renk farkı'nı ifade eder.

CIELAB renk ölçeğinde delta değerleri (ΔL* , Δa* ve Δb*), bir standart ve örneğin L* , a* ve b* 'de birbirinden ne kadar farklı olduğunu gösterir. Renk ölçümlerinde ΔE*, toplam renk farkı değeridir ve araştırma örneklerininm ve standardın L*, a* ve b* arasındaki farkları dikkate alır. Araştırma örneklerinin standarttan daha yeşil veya daha kırmızı olup olmama durumu Δ değerinin işareti ile gösterilir. Örneğin Δa* pozitifse örnek standarttan daha kırmızıdır, Δb* pozitifse örnek standarttan daha sarıdır ve ΔL* pozitifse örnek standarttan daha açık renktedir (CIELAB 2008).

BULGULAR

Çalışmada kullanılan örneklere ait fotoğraflarda da görüldüğü gibi; tüm kesitlerde makroskopik inceleme yapmak mümkündür (Şekil 3).



Şekil 3. Araştırmada kullanılan yaşlanmış ahşap örnekleri (çok sayıda örneği temsilen)

Zeytinburnu Fabrika-ı Hümayun ve Haliç Tersanesi T7 Binası'ndan alınan ladin örneklerinde yapılan renk ölçümlerinde günümüz odun örneği L* değerinin (ışıklık ölçeğinin) doğal olarak yaşlanmış odun örneklerinden daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Bu durum doğal yaşlanma ile renkte koyulaşmanın ilişkisini bir kez daha ortaya koymuştur. Yapılan ölçümlerde L*değerinin en yüksek olduğu iki örneğin mimari yapının çatı makaslarının üst penceresinden (UV ışınlarının süzülerek içeriye girdiği üst pencereler) alınmış olması dikkat çekicidir (Çizelge 1). Araştırmada kullanılan doğal ahşap örneklerinde renk ölçümleri; hiç bir yüzey işlemi yapılmadan doğrudan yaşlanmış yüzey üzerinde Şekil 4'te görüldüğü gibi teğet ve radyal yönler dikkate alınarak yapılmıştır. Günümüz örneklerinde de benzer şekilde ölçümler yapılmıştır.



Şekil 4. Araştırmadaki örneklerin renk ölçümlerinden fotoğraflar

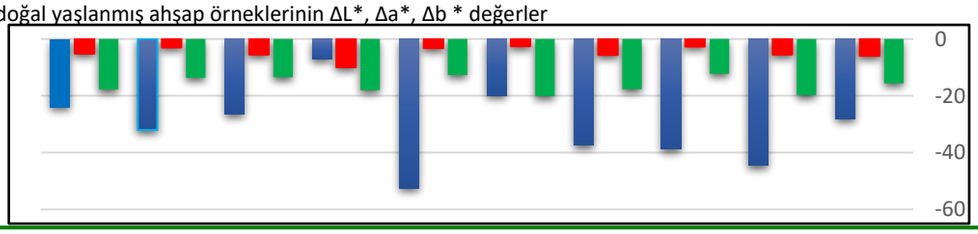
Renk koordinatlarında L*, a* ve b * değerleri yapının ve yapı elemanın farklı noktalarından alınan örneklerde yaşlanma boyunca değişiklik göstermiştir. Bu değişiklikler b*eksenindeki artış (daha sarı tonlar) ve a*'daki azalma (yeşilimsi kayma) olarak tespit edilmiş ve ölçülen değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Günümüz ve doğal yaşlanmış ladin örneklerinin renk koordinatları

Araştırma Örnekleri	Renk Koordinatları		
	L *	a*	b*
Günümüz Ladin Örneği	68.22	11.13	36.08
Tersane Ladin 1	30.4	5.58	18.11
Tersane Ladin 2	27.88	8.67	24.15
Tersane Ladin 3	19.49	6.33	17.35
Tersane Ladin 4	30.55	7.15	21.28
Zeytinburnu Ladin 1	28.5	7.6	10.2
Zeytinburnu Ladin 2	26.8	8.1	10.9

Kataoka ve ark. (2007) yaşlanmış ahşaplarda gerçekleştirilen renk ölçümlerinde benzer bir değişimin UV kaynaklı lignin bozunması ile tutarlı olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmada analiz edilen doğal yaşlanmış ahşap örneklerinin ΔL*, Δa*, Δb* değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Araştırmanın doğal yaşlanmış ahşap örneklerinin ΔL*, Δa*, Δb * değerler



	ZG1	ZG2	ZÇ1	ZÇ2	ZL1	ZL2	HL1	HL2	HL3	HL4
ΔL*	-24.09	-32.02	-26.49	-7.05	-52.47	-19.85	-37.33	-38.77	-44.58	-28.16
Δa*	-5.12	-3.01	-5.51	-9.97	-3.2	-2.58	-5.58	-2.69	-5.5	-5.96
Δb*	-17.76	-13.63	-13.42	-17.98	-12.72	-20.04	-17.66	-12.23	-19.75	-15.56

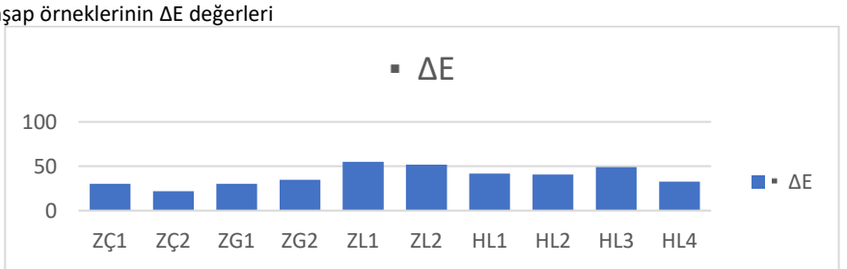
Araştırmada analiz edilen doğal yaşlanmış ahşap örneklerinin renk ölçümleri ve istatiksel analizleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Araştırmanın doğal yaşlanmış ahşap örneklerinin renk ölçümleri ve istatiksel analizler

		Renk Ölçümleri					
Araştırma Örnekleri	**Örnek Sayısı**	**ΔL***	**Δa***	**Δb***	**ΔE**	**Standart**	**Varyasyon Analizi**
Tersane Ladin	5	-37.21	-4.93	-16.3	41.05	5.7	33.54
Zeytinburnu Ladin	4	30.48	-0.09	-3.415	46.78	10.6	114.1
Zeytinburnu Göknar	4	-28.05	-4.06	-15.69	32.64	2.28	5.21
Zeytinburnu Çam	4	-33.54	-7.74	-15.7	25.96	4.23	17.92

Çalışma kapsamında Tersane Ladin ve Zeytinburnu Ladin örnekleri arasında bir ΔL* (renk açıklığı) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Zeytinburnu Ladin örnekleri önemli ölçüde daha açık renklidir. Tüm örneklerde çok büyük renk farkı bulunmuştur ve bu durum ciddi yaşlanma etkisi ile açıklanabilir. Yaşlanmış odun örneklerinin günümüz odun örneklerine göre karardığı, matlaştığı ve koyu yeşil, daha koyu mavi tonlarda renklere sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmada analiz edilen doğal yaşlanmış ahşap örneklerinin ΔE değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Doğal yaşlanmış ahşap örneklerinin ΔE değerleri



	ZÇ1	**ZÇ2**	**ZG1**	**ZG2**	**ZL1**	**ZL2**	**HL1**	**HL2**	**HL3**	**HL4**
ΔE	30.2	21.7	30.3	34.9	54.8	51.8	41.57	40.74	49.07	32.72

Çizelge 4'te araştırma için alınan çam, göknar, ladin örneklerinin ΔE değerleri incelenmiştir. Burada ΔE değerinin Zeytinburnu Fabrika-ı Hümayun Binası'ndan alınan ZÇ1 kodlu çam örneğinde 21.7 (görece daha iyi durumda ahşap) diğer tüm örneklerde ise 30'un üzerinde çıkmış olması eskimiş ahşaplarda yüzeyin uzun süreli bir yaşlanma, nem, ısı etkilerine maruz kaldığını gösterir. ΔE değerinin Zeytinburnu Ladin 2 ve Zeytinburnu Ladin 2 kodlu örneklerde 50'lerin üzerine çıkması bu örneklerde kimyasal bozunmanın da başladığını gösterir (Çizelge 4). Yani değer ne kadar büyükse yaşlanma o derece belirgin ve bozunma etkisi de o kadar yüksektir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Zeytinburnu Fabrika-I Hümayun Binası'ndan alınan 1873 yılına tarihlenen ladin örnekleri ile 1841 yılına tarihlenen Haliç Tersanesi T7 Binası ladin örneklerinde tek yönlü Anova testi yapıldığında ΔL* (renk açıklığı) açıklık ve mavi tonları yönünden ciddi düzeyde farklılaştığı görülmüştür. Bu farklılaşmanın sebebi yapıların korunmuşluk durumu, yapının hizmet ömrü sırasında maruz kaldığı bazı çevresel etkiler ile açıklanabilir. Araştırmada ölçülen değerlerin literatürdeki diğer çalışmalarala uyumlu olduğu görülmüştür. Yapılan hesaplamalarda renk parametrelerinde İstanbul'daki, Zeytinburnu Fabrika-ı Hümayun binasından alınan doğal yaşlanmış göknar örneklerinde; L* a* ve b* değerleri sırasıyla; 42.89, 5.3, 14.60 ve diğer göknar çatı makası elemanı örneğinde ise sırasıyla; 38.46, 6.39 ve 17.6 olarak belirlenmiştir.

Benzer bir çalışma Romanya'da, Braşov'daki eski bir göknar kirişten alınan doğal yaşlanmış odun örneğinde L* a* ve b*; sırasıyla; 46.10, 6.50, 15.47 olarak tespit edilmiş olup kontrol örneği olarak aldıkları yeni göknar odunu için ise sırasıyla; 81.80, 4.65 ve 17.81 olarak ölçülmüştür (Tımar ve ark. 2017).

İstanbul'daki benzer yaşlardaki yapılardan alınan örnekler; renk değerlerinde de kendi içlerindeki örneklerle benzerlik ve farklılıklar göstermektedir. Araştırmada kullanılan yaşlanmış göknar örnekleri ile Kránitz (2014)'ün araştırmasında kullanıdığı göknar örnekleri kıyaslanmış ve Zeytinburnu Fabrika-ı Hümayun Binaları'ndaki göknar örneklerinin literatürdeki yaşlı göknar örneklerine kıyasla daha koyu (ΔL* daha negatif), daha az kırmızımsı (Δa* daha düşük) ve daha az sarı (Δb* daha negatif) özellikler gösterdiği belirlenmiştir. Renk farklılıkları, yalnızca doğal yaşlanma ile açıklanamayacak kadar büyüktür. Bu durum ahşaplarda; farklı çevresel etkiler, kullanım koşulları veya kimyasal değişimlerin etkili olabileceğine işaret etmektedir. Yapının bir ağır ve zırhlı askeri araç ve mühimmat üretim yeri olması, ahşap elemanlarda yaşlanma etkilerinin yapı içinde kullanılan kimyasal maddelerden de kaynaklanabileceği ve yaşlanmanın farklılaşabileceğini gözönüne koymaktadır. Bu sebeple; aynı örneklerde kimyasal analizler ve ileri aletli analizler yapılacak ve bilim dünyası ile paylaşılacaktır.

Ladin ve göknar, yaşlanmayla birlikte daha koyu hale gelebilir ve artan renk değişiklikleri gösterebilir (Oltean ve ark. 2008). Bu durum hızlandırılmış yaşlandırma testlerinde yapılan gözlemlerle uyumludur (Bekhta ve Niemz 2003, Brischke ve ark. 2007). Doğal ortamda göknarın ΔL*, Δa*, Δb* değerlerine dair spesifik, sayısal çalışmalar oldukça sınırlıdır. Ekstraktif maddelerdeki değişim, potansiyel olarak renk değişimi ΔE ile tanımlanabilir. Doğal olarak yaşlanmış ladin odunlarında yaşlandıkça renk değişimi belirginleşir. Fakat 120 yıldan sonra renk stabil hale gelmektedir (Kránitz 2014). Araştırmada, özellikle ladin örneklerinin kendi içinde karşılaştırılması yapıldığında 175 yıl önce inşa edildiği bilinen her iki yapıda da renk değerleri benzerlik ve aynı zamanda bir kararlılık da göstermektedir.

Ahşap doğrudan güneş ışığına maruz kaldığında, UV radyasyonu tarafından ciddi hasarlar meydana gelir (Tolvaj ve Faix 1995). Regresyon analizleri ile istatistiksel olarak doğrulanmamış olmakla birlikte, iki farklı İYA türüne (çam ve ladin) ait yaşlı ve yeni örnekler arasındaki renk farklılıklarının zamanla meydana gelen doğal yaşlanma sürecinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu görüş, yaşlı örneklerin renk parametrelerinin, aynı türlerin taze (yeni kesilmiş) odunları için literatürde tanımlanmış doğal varyasyon aralığının açık biçimde dışında kalmasıyla desteklenmektedir. Nitekim çoğu durumda, yaşlı örneklerde gözlemlenen koyulaşma, herhangi bir ölçüm gerektirmeksizin çıplak gözle dahi belirgin bir şekilde fark edilebilecek düzeydedir (Kránitz 2014).

Bu çalışmada sadece İYA odunları incelenmiş olsa da GYA'larda da doğal yaşlanma renk değişimi ile incelenebilir. Örneğin; meşe ağacıyla ilgili olarak, Oltean ve ark. (2008) parlaklık bildirirken, Miklecic ve ark. (2012) ise daha koyu bir hale geldiğini iddia etmektedirler. Hızlandırılmış yaşlandırma testlerinin sonuçları ise ikinci gözlemi desteklemektedir (Zahri ve ark. 2007, Cui ve ark. 2008).

KAYNAKLAR

Bekhta P, Niemz P (2003) Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood. *Holzforschung*, 57(5):539-546. https://doi.org/10.1515/HF.2003.080

Biggs D, Liebhart R, Gönen S (2016) Conserving the Tomb Chamber Complex in the Midas Mound at Gordion in Turkey. In Structural Analysis of Historical Constructions: Anamnesis, Diagnosis, Therapy, Controls, Proceedings of the 10th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions (SAHC, Leuven, Belgium, 13-15 September2016).

Borgin K, Parameswaran N, Liese W (1975) Effect of aging on ultrastructure of wood. *Wood Science and Technology*, 9(2):87–98. https://doi.org/10.1007/BF00353388

Bradbury G, Potts BM, Beadle CL, Dutkowski G, Hamilton M (2011) Genetic and environmental variation in heartwood colour of Australian blackwood (*Acacia melanoxylon* R.Br.). *Holzforschung*, 65(3): 349–359. https://doi.org/10.1515/Hf.2011.042

Brischke C, Welzbacher CR, Brandt K, Rapp AO (2007) Quality control of thermally modified timber: Interrelationship between heat treatment intensities and CIE L*a*b* color data on homogenized wood samples. *Holzforschung* 61(1):19-22. https://doi.org/10.1515/HF.2007.004

CIELAB (2008) CIE L* a * b * Color Scale. Applications note-insight on color. Hunter Associates Laboratory, Inc. Reston, VA, 4p.

Cui Y, Lee S, Noruziaan B, Cheung M, Tao J (2008) Fabrication and interfacial modification of wood/recycled plastic composite materials. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing,* 39(4):655-661. https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2007.10.017

Derkyi NSA, Bailleres H, Chaix G, Thevenon MF, Oteng-Amoako AA, Adu-Bredu S (2009) Colour variation in teak (*Tectona grandis*) wood from plantations across the ecological zones of Ghana. *Ghana Journal of Forestry*, 25(1):40-50. https://doi.org/10.4314/gjf.v25i1.60698

Dışkaya H (2011) 19. Yüzyıl geleneksel ahşap karkas yapılarında deprem etkisinin sonlu elemanlar yöntemi ile değerlendirilmesi. Mimar Sinan Üniversitesi Basılmamış Doktora tezi, İstanbul.

Erdin N, Tırak K (2009) Identification of wooden objects in Ishak Pasha Palace. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 59(2):125-136.

Esteban LG, Fernández FG, Casasús AG, de Palacios P, Gril J (2006) Comparison of the hygroscopic behaviour of 205-year-old and recently cut juvenile wood from *Pinus sylvestris* L. *Annal of Forest Science*, 63(3):309-317. https://doi.org/10.1051/forest:2006010

Fengel D (1991) Aging and fossilization of wood and its components. *Wood Science and Technology*, 25(3):153–177. https://doi.org/10.1007/bf00223468

Giachi G, Bettazzi F, Chimichi S, Staccioli G (2003) Chemical characterisation of degraded wood in ships discovered in a recent excavation of the Etruscan and Roman harbour of Pisa. *Journal of Cultural Heritage,* 4 (2):75-83 https://doi.org/10.1016/S1296-2074(03)00018-9

de Cademartori PH, Missio AL, Dufau M, Bruno G, Darci A (2015) Natural weathering performance of three fast-growing Eucalypt woods. *Maderas. Ciencia y tecnología,* 17(4), pp:799-808. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2015005000069

Hon DNS, Chang ST, Feist WC (1985) Protection of wood surfaces against photooxidation. *Journal of Applied Polymer Science 3*0(4): 1429-1448. https://doi.org/10.1002/app.1985.070300410

Karamanoğlu M, Kaymakçı A (2018) Higrotermal yaşlanma işleminin ısıl işlem görmüş kestane odununda renk ve sertlik özellikleri üzerine etkisi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi,* 1 (1). https://doi.org/10.33725/mamad.429726

Kataoka YM, Kiguchi RS, Evans PD (2007) Violet light causes photodegradation of wood beyond the zone affected by ultraviolet radiation. *Holzforschung* 61(1):23-27. https://doi.org/10.1515/HF.2007.005

Kránitz K (2014) Effect on natural aging on wood. ETZ Zurich Doctoral Thesis.

Kohara J (1955) Studies on the permanence of wood (X): colorimetry on the old timbers by the trichromatic colorimeter. *Journal of the Japanese Forestry Society*, 37(2): 63-66.

Kollmann FF, Coté WA (1968) Principles of wood science and technology. *Springer Verlag Berlin* Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-87928-9

Matsuo M, Yokoyama M, Umemura K, Sugiyama J, Kawai S, Gril J, Kubodera S, Mitsutani T, Ozaki H, Sakamoto M, Imamura M (2011) Aging of wood: analysis of color changes during natural aging and heat treatment. *Holzforschung,* 65(3):361–368. https://doi.org/10.1515/hf.2011.040

Miklecic J, Kasa A, Jirous-Rajkovic V (2012) Colour changes of modified oak wood in indoor environment. *European Journal of Wood and Wood Products* 70(1-3):385-387. https://doi.org/10.1515/hf.2011.040

Nishino Y, Janin G, Chanson B (1998) Colorimetry of wood specimens from French Guiana. *Journal of Wood Science*, 44:3–8 https://doi.org/10.1007/BF00521867

Oltean L, Teischinger A, Hausmann C (2008) Wood surface discolouration due to simulated indoor sunlight exposure *Holz als Roh- und Werkstoff* 66(1):51-56. DOI: https://doi.org/10.1007/s00107-007-0201-9

Oberhofnerová E, Pánek M, García-Cimarras A (2017) The effect of natural weathering on untreated wood surface. *Maderas Ciencia y tecnología,* 19(2):173–184. https://doi.org/10.4067/s0718-221x2017005000015

Sürücü D (2024) Ahşap yapılara bir bakış: gelecek ahşapta. *İTÜ Vakfı Dergisi*, 94:86-91.

Tımar MC, Beldean E, Varodi AM, Muscu I (2017) Old wood recovered from constructionsfrom scientific challenge to design opportunities. *Pro Ligno*, 13(4):437-446.

TS EN 13183-2 (2012) Biçilmiş yapacak odun (kereste) parçasının rutubet muhtevası. Bölüm 2: Elektrikli Direnç Yöntemiyle Tahmin. TSE, Ankara.

Tolvaj L, Faix O (1995) Artificial aging of wood monitored by drift spectroscopy and CIE lasterisk-a-asterisk-b-asterisk color measurements. *Holzforschung* 49(5):397-404.

Torniainen P, Jones D, Sandberg D (2021) Colour as a quality indicator for industrially manufactured ThermoWood. *Wood Material Science & Engineering,* 16(4):287-289. https://doi.org/10.1080/17480272.2021.19 58920

Unger A, Schniewind AP, Unger W (2001) Conservation of wood artifacts. *Springer Verlag Berlin* Heidelberg.

Zahri S, Belloncle C, Charrier F, Pardon P, Qideau S, Charrier B (2007) UV light impact on ellagitannins and wood surface colour of European oak (*Quercus petraea* and *Quercus robur*). *Applied Surface Science* 253(11): 4985-4989. https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2006.11.005