

MAVİLEŞMENİN SARIÇAM (*Pinus silvestris L.*) ODUNUNDA RENKLENDİRME VE VERNİKLEMESİNE ETKİSİ

Mehmet BUDAKÇI, Abdullah SÖNMEZ
Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi
06500 Teknikokullar, ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada, mavileşme kusuru bulunan sarıçam (*Pinus silvestris L.*) odunundan hazırlanmış örnek yüzeyleri Alman ceviz, anilin, kimyasal ve hazır karışım solvent çözücülü boya (eco-color ve decorid ahşap renklendiricisi) ile işlem gördükten sonra poliüretan parlak vernikle verniklenmiş ve mavileşme kusurunun renklendirme ve verniklemedeki renk değiştirici etkisi ASTM-D 2244 esaslarına uyularak araştırılmıştır.

Sonuç olarak, metrik kroma değeri; en yüksek kimyasal boya ile renklendirilmiş mavileşme kusuru bulunan örneklerde, en düşük anilin boya ile renklendirilmiş kontrol örneklerinde elde edilmiştir. Renklendirilmiş ağaç malzeme yüzeylerine poliüretan vernik uygulaması sonucuna göre metrik kroma değeri; en yüksek Alman ceviz boyası, en düşük anilin boya ile renklendirilmiş örneklerde elde edilmiştir.

Buna göre mavileşmiş sarıçam odunu renklendirilmesinde anilin boya kullanılması, kimyasal boya kullanılmaması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler : Mavileşme, sarıçam, ahşap boyası, renklendirme, vernikleme.

THE COLOR CHANGING EFFECT OF BLUISH-GRAY STAINING TO STAINING AND VARNISHING ON THE PINE WOOD (*Pinus silvestris L.*)

ABSTRACT

In this study, it has been researched the color changing of the bluish-gray staining wooden material that is obtained from the pine (*Pinus silvestris L.*) after using Wandyke brown (color of walnut), aniline, chemical and ready mixed solvent stain (eco-color and Decorid wooden coloring equipments). Also the effects of the polyurethane shiny varnish over the stained wooden materials against staining also researched. Examination was conducted according to ASTM-D 2244 for the determination of color changing.

As a result, the highest metric chroma value was obtained over the bluish-gray staining samples stained with the chemical stain, the lowest metric chroma value was obtained over the control samples stained with aniline stain. According to the result of applying polyurethane varnish over the stained wooden material surfaces, the samples that are stained with the wandyke brown stain have the highest metric chroma values. The lowest metric chroma value was obtained the samples that was stained with the aniline stain.

According to this, for staining the bluish-gray staining pine wooden material using the anilin stains is suggested, and using chemical stain is unsuitable.

Key Words : Bluish-gray staining, pine, wood stain, staining, varnishing.

1. GİRİŞ

Mantarların sebep olduğu kusurlardan olan mavileşme, renklendirme ve verniklemede renk farklılaşmasına sebep olmaktadır. Mavileşme çam ve melezde sık, ladin ve göknarda daha az, akçaağaç ve ihlamurda seyrek görülür (1). Mavileşmeye *Ascomycetes* ve *Fungi imperfecti* grubundan çeşitli mantarlar sebep olmaktadır. Mantar sporları uygun üreme şartlarında odun üzerinde hüfler oluşturur (2). Hüflerin mavi görünmesi, sigaradan çıkan ilk dumanın mavi görünmesi gibidir. Bu görüntü, parlak olmayan fakat ışık geçirgenliği olan koyu esmer renkli hüfler tarafından dağıtılarak yansıtılan ışığın ortama getirdiği optik olay sonucudur (2).

Mavileşmeye sebep olan mantarlar, odun rutubeti %30-%130, sıcaklık 18–20°C iken hızlı üremektedir (2). Mavileşmeye neden olan mantarların çoğunda odunlaşmış hücre çeperini yıkıma uğratabilecek enzim'ler yoktur. Bu sebeple odun tahripçisi olarak nitelendirilmezler. Ancak 6 aydan uzun süren mavileşme'den sonra direnç özelliklerinde yaklaşık % 15 azalma olabileceği bildirilmiştir (2).

Ağaç malzemenin doğal halde kendine özgü bir rengi vardır. Çoğu zaman iç mimari ve dekorasyonda renk uyumu sağlama, mekan özelliklerine uygunluk vb. düşünceler ile mobilya ve dekorasyon elemanlarının üretiminde doğal renklere farklı görüntüler oluşturmak amacıyla renklen-

dirme yapılır (3). Renklendirme işlemi; ağaç malzeme dokusunda kimyasal yollarla yeni renkli bileşikler ile ya da dokusuna renk pigmenti emdirilerek, yüzeye gelen ışığın geri yansıtılan bölümündeki dalga boylarının farklılaştırılması olarak tanımlanmıştır (4).

Mobilya kalitesinde renk önemli bir değerlendirme kriteridir. Bir mobilyanın beğenilen renkte renklendirilmesinin yanı sıra rengin uzun süre bozulmaması istenir. Renk bozulması genellikle solma, aşınma, zaman içerisinde koyulaşma vb. değişim şeklinde görülür. Kaliteli ahşap boyaları kullanılarak uygun tekniklerle yapılan renklendirme işlemi ile rengin uzun süre kalıcılığı sağlanabilmektedir (5).

Tablo 1. Boya karışım oranları

ALMAN CEVİZ BOYASI 600 ml Ceviz boyası çözeltisi (% 10 luk)* 300 ml Potasyum bikromat (% 5 lik) 100 ml Amonyak	ANİLİN BOYA % 3 lük çözelti	DECORID Ambalaj viskozitesindeki boya çözeltisi
KİMYASAL BOYA Tanen çözeltisi % 5 lik (İlk boya) Potasyum bikromat % 5 lik (Son boya)	ECO COLOR 2 Birim konsantre boy 1 Birim destile su	

*: 1 L sıcak suda g olarak çözünen pigment miktarı

Renklendirmede kullanılan ahşap boya sınıflandırmakta güçlük vardır. Bunun nedeni kullanılan çözücülerin çok çeşitli ve birbirlerinden farklı oluşlarıdır. Bu sebeple boya sınıflandırılmasında en geçerli yolun çözücülerine göre yapılan sınıflandırma olduğu bildirilmiştir (6).

Mavileşmenin estetik bir kusur olarak mobilya değerini düşürdüğü, ağaç malzemenin geç kurumasına sebep olduğu, boya/vernük katmanlarının adezyonunu azalttığı ve sıvıların bu kısımlarda ahşabın sağlam bölgeleriyle aynı oranda emildiği belirtilmiştir (7).

Bu araştırmanın amacı, mavileşmenin sarıçam odununun renklendirilmesi ve vernikleme-sinde renk değiştirici etkisini tespit etmek ve ağaç işleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan ahşap boya sınıflarından uygun olanlarını belirlemektir.

2. MATERYAL METOT

2.1. Ağaç Malzeme

Araştırmada, ağaç işleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan yerli ağaç türlerinden, sarıçam (*Pinus silvestris L.*) kullanılmıştır. Örnekler,

sarıçam malzemenin mavileşmiş kısımlarından TS 3277 esaslarına göre (8), kontrol örneği için düzgün lifli, ardaksız, budaksız, çatlaksız diri odun kısımlarından TS 2470 esaslarına göre hazırlanmıştır (9).

2.2. Ahşap Boyaları

Denemelerde, Alman ceviz boyası, anilin boya, kimyasal boya ve hazır karışım solvent çözücülü boya (eco-color ve decorid ahşap renklendirici) kullanılmıştır. Renklendirmede deneme rengi olarak kırmızı kahverengi (ceviz rengi) renk esas alınmış olup renk çözeltileri Tablo 1'deki gibi hazırlanmıştır.

2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Taslak ölçülerinde hazırlanan örnekler, iç ortam şartlarında kullanılan mobilyalardaki rutubet değerini elde etmek için sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 50 ± 5 olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Örneklerin rutubeti tesadüfen seçilen 10 örnekte % $9 \pm 0,5$ olarak belirlenmiştir (10). Örnekler daha sonra $100 \times 100 \times 10$ mm olacak şekilde esas ölçülerine getirilmiş, önce 80 numara daha sonra 100 numara zımpara ile yüzeyleri zımparalanmıştır. Lif kabarması ihtimali göz önüne alınarak ıslatılıp kurutulan yüzeyler daha sonra sırasıyla 180 ve 220 numara zımpara ile yeniden zımparalanmıştır. Tozlar yumuşak kıllı bir fırça ve vakum yardımıyla temizlenerek renklendirme ve verniklemeyle hazır hale getirilmiştir.

Ahşap boya, sünger kullanılarak önce liflere paralel yönde, sonra liflere dik ve daha sonra tekrar liflere paralel yönde, bolca ve kenarlara taşırılmadan uygulanmıştır. Boyanın ağaç malzemeye yeteri kadar nüfuz etmesi için 2 dakika bekledikten sonra kuru bir süngerle fazlası alın-

mıştır. Kimyasal boya uygulaması ceviz rengini elde etmek için iki aşamalı yapılmıştır. İlk aşamada örnekler ilk boya gereci olarak % 5'lik tanen çözeltisi sürülerek 24 saat oda sıcaklığında ($\sim 20^\circ\text{C}$) kurutulmuştur. İkinci aşamada % 5'lik potasyum bikromat eriği son boya gereci olarak uygulanmıştır. Renklenmeyi tam olarak ve derinlemesine elde etmek için, örnekler oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir (4).

Renklendirilip kurutulmuş örneklerin yüzeyine poliüretan dolgu ve parlak (120g/m^2) vernik uygulanmıştır. Verniğin uygulama şartlarına hazır hale getirilmesinde sertleştirici ve tiner karışım oranları katman performansını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde, üretici firmanın önerileri ve ASTM-D 3023 esaslarına uygun olarak yapılmıştır (11).

Püskürtme tabancası ile, liflere paralel yönde tozlanma şeklinde dolgu verniği uygulanarak 5 dakika beklenmiştir. Bu sürenin sonunda normal (çapraz kat) uygulama şeklinde verniklenen örnekler 24 saat süre ile kurumaya bırakılmıştır. Bu uygulama, dolgu verniklerinde hava kabarcıklarının önlenmesi bakımından önem taşımaktadır (12). Kurutulmuş örnekler, 220 ve 320 nolu su zımparası ile düzgün bir yüzey üzerinde ve zımpara takozu kullanılarak eşit miktarda zımparalanmıştır. Tozları alındıktan sonra 2 kat poliüretan parlak vernik uygulanıp oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.

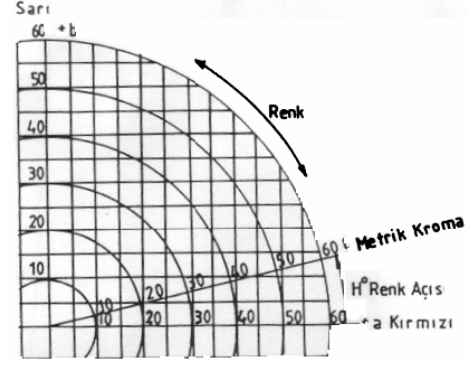
2.4. Deney Metodu

Örnekler renk ölçümü öncesinde ASTM-D 3924 esaslarına göre $23\pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve % 50 ± 5 bağıl nemli iklimlendirme odasında 16 saat süre ile bekletilerek deneye hazır hale getirilmiştir (13).

Tablo 2. Renklendirilmiş örneklerin metrik kroma değerleri

Boya çeşidi	Alman Ceviz	Anilin	Kimyasal	Eco Color	Decorid
Ağaç Malzeme	Boyası	Boya	Boya		
Kontrol Örnekleri	6,595	-14,76	5,545	-5,043	1,433
Mavileşmiş Örnekler	4,146	-9,009	10,25	-0,858	5,506

Renk ölçümleri, Minolta CR-231 renk ölçme aleti (Tristimulus colorimeter) kullanılarak (14), ASTM D-2244' te belirtilen esaslara uygun şekilde yapılmıştır. Deney aleti beyaz renge göre $a=4.91$, $b=-3.45$, $C=6.00$ ve $H=324.9^\circ$ olacak şekilde kalibre edilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 1. Renk belirleme prensibi (15).

2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Verilerin değerlendirilmesinde renklendirilmemiş (kontrol) örneklerden – renkli örneklerin ve renkli örneklerden – renklendirilmiş vernikli örneklerin farkı istatistik değerlendirmede kullanılmıştır. Bu maksatla renk tonundaki bozulmayı tespit etmek için metrik kroma (C) değeri belirleyici olarak kullanılmıştır. Metrik kroma, ana renk bileşenlerinin tanımladığı renk ve renk tonu noktasıdır.

Ağaç malzeme, boya çeşidi ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimlerinin metrik kroma değerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış, faktör etkilerinin $\alpha = 0,05$ hata payı ile anlamlı olduğu durumlarda, LSD (en küçük önemli fark) kritik değerleri kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalar ile bu farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığı belirlenmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Renklendirilmiş Örnekler

Mavileşmenin renklendirilmiş sarıçam odunu renginde yaptığı değişikliğe ilişkin metrik kroma ortalama değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Metrik kroma değeri ağaç malzeme ve boya çeşitlerine göre farklı çıkmıştır. Farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığını tespit etmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Renklendirilmiş örneklerde ağaç malzeme ve boya çeşidinin metrik kroma değerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktörler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	Pα=0.05
Ağaç Malzeme (A)	1	211,673	211,673	76,0700	0,0000
Boya Çeşidi(B)	4	4039,882	1009,970	362,9587	0,0000
Etkileşim (AB)	4	169,633	42,408	15,2405	0,0000
Hata	70	194,782	2,783		
Toplam	79	4615,970			

Metrik kroma değerlerine etkisi bakımından ağaç malzeme, boya çeşidi ve ağaç malzeme–boya çeşidi etkileşimi anlamlı çıkmıştır (α=0,05). Ağaç malzeme ve boya çeşidi için yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.

Metrik kroma değeri; en yüksek kimyasal boya ile renklendirilmiş mavileşmiş örneklerde, en düşük anilin boya ile renklendirilmiş kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Tablo 4. Ağaç malzeme ve boya çeşidi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç Malzeme				Boya Çeşidi									
Kontrol Örnekleri		Mavileşmiş Örnekler		Alman Ceviz Boyası		Anilin Boya		Kimyasal Boya		Eco Color		Decorid	
\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
-1,25	B	2,01	A*	5,371	B	-11,89	E	7,897	A	-2,951	D	3,469	C
LSD ± 0,7440				LSD ± 1,176									

\bar{x} = Ortalama değer HG= Homojenlik grubu *=En yüksek metrik kroma değerini ifade etmektedir.

Metrik kroma değeri; en yüksek mavileşme olan odunda ve kimyasal boyada tespit edilmiştir. En iyi sonucu anilin boya vermiştir.

3.2. Renklendirilmiş Vernikli Örnekler

Renklendirilen odunda mavileşmenin vernikleme etkisini belirlemede kullanılacak metrik

Tablo 5. Ağaç malzeme-boya çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Boya Çeşidi	Alman Ceviz Boyası		Anilin Boya		Kimyasal Boya		Eco Color		Decorid	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Ağaç Malzeme										
Kontrol Örnekleri	6,595	B	-14,76	H	5,545	BC	-5,043	F	1,433	D
Mavileşmiş Örnekler	4,146	C	-9,009	G	10,25	A*	-0,8587	E	5,506	BC
LSD ± 1,664										

\bar{x} = Ortalama değer HG= Homojenlik grubu *=En yüksek metrik kroma değerini ifade etmektedir.

Ağaç malzeme-boya çeşidi etkileşimi için yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 5’ de verilmiştir.

kroma ortalamala değerleri Tablo 6’ da verilmiştir.

Tablo 6. Renklendirilmiş vernikli örneklerin metrik kroma değerleri

Boya çeşidi	Alman Ceviz Boyası	Anilin Boya	Kimyasal Boya	Eco Color	Decorid
Ağaç malzeme					
Kontrol Örnekleri	7,755	-0,5600	4,895	1,480	6,590
Mavileşmiş Örnekler	6,345	-1,567	1,344	1,054	4,436

Metrik kroma değerleri renklendirilmiş vernikli örneklerde ağaç malzeme ve boya çeşidine göre farklı çıkmıştır. Farklılığın kaynağını belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı boya çeşitleri kullanarak elde edilen örnek renk tonuna (ceviz rengi) mavileşme bozucu etki yapmıştır. Literatürde mavileşmenin boyama

Tablo 7. Renklendirilmiş vernikli örneklerde ağaç malzeme ve boya çeşidinin metrik kroma değerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktörler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P $\alpha=0.05$
Ağaç Malzeme (A)	1	58,465	58,465	14,3769	0,0003
Boya Çeşidi(B)	4	673,495	168,374	41,4043	0,0000
Etkileşim (AB)	4	23,275	5,819	1,4308	0,2329
Hata	70	284,660	4,067		
Toplam	79	1039,895			

Renklendirilmiş vernikli örneklerde metrik kroma değerine etkileri bakımından ağaç malzeme ve boya çeşidi anlamlı, ağaç malzeme–boya çeşidi etkileşimi ise anlamsız çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Ağaç malzeme ve boya çeşidi için yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

ve verniklemede renk farklılığına sebep olduğu belirtilmektedir (4). Metrik kroma değeri; en yüksek kimyasal boya ile renklendirilmiş mavileşmiş örneklerde, en düşük anilin boya ile renklendirilmiş kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Kimyasal boya ile renklendirilmiş mavileşmeli örneklerde metrik kroma değerinin yüksek çıkması, örnek

Tablo 8. Ağaç malzeme ve boya çeşidi Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç Malzeme				Boya Çeşidi									
Kontrol Örnekleri		Mavileşmiş Örnekler		Alman Ceviz Boyası		Anilin Boya		Kimyasal Boya		Eco Color		Decorid	
\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
4,03	A*	2,32	B	7,050	A	-1,064	E	3,119	C	1,267	D	5,513	B
LSD $\pm 0,8994$				LSD $\pm 1,422$									

\bar{x} = Ortalama değer HG= Homojenlik grubu

*= En yüksek metrik kroma değerini ifade etmektedir

Metrik kroma değeri; en yüksek kontrol örneklerinde ve Alman ceviz boyasında elde edilmiştir. Ağaç malzeme-boya çeşidi etkileşimi için

rengin bozulduğu anlamına gelmektedir. Ağaç malzemenin dokusunda kimyasal bileşikler meydana getirerek renklendirme yapan kimyasal boya-

Tablo 9. Ağaç malzeme-boya çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Boya Çeşidi	Alman Ceviz Boyası		Anilin Boya		Kimyasal Boya		Eco Color Boya		Dekorid Ahşap Renklendirici	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Ağaç malzeme										
Kontrol Örnekleri	7,755	A*	-0,5600	CD	4,895	B	1,480	C	6,590	AB
Mavileşmiş Örnekler	6,345	AB	-1,567	D	1,344	C	1,054	C	4,436	B
LSD $\pm 2,011$										

\bar{x} = Ortalama değer HG= Homojenlik grubu

*=En yüksek metrik kroma değerini ifade etmektedir.

yapılan karşılaştırma sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Metrik kroma değerine ağaç malzeme–boya çeşidi etkisi önemsiz çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

nın, mavileşmiş kısım ile tepkimeye girmesinden veya bu kısımların kimyasal tepkimeyi engelleyici bir faktör olarak ortaya çıkmasından renk tonunda bozulma meydana gelebilir. Anilin boya ile renklendirilmiş kontrol örneklerinde metrik kroma de-

ğerin düşük çıkması, anilin boya pigmentlerinin molekül iriliklerinin çok küçük olması veya yüksek boyama kabiliyetinden kaynaklanabilir.

Renklendirilmiş sarıçam odunu yüzeylerine poliüretan vernik uygulaması sonucuna göre metrik kroma değeri; en yüksek Alman ceviz boyası ile, en düşük anilin boya ile renklendirilmiş örneklerde elde edilmiştir. Alman ceviz boyası ile renklendirilmiş örneklerde metrik kroma değerinin yüksek çıkması, Alman ceviz boyanın hazırlanışında boyanın etki derinliğini artırmak için kullanılan amonyağın poliüretan vernik renginde bozucu etki yapmasından kaynaklanabilir.

Sonuç olarak, sarıçam odununda örnek renk tonlarında mavileşme farklılık oluşturmuştur. Bu sebeple renklendirme halinde mavileşmiş sarıçam kullanılmamalıdır. Mavileşme kusuru olan sarıçamın renklendirme işleminde anilin boya tercih edilebilir. Ayrıca renklendirme sonrasında poliüretan vernik uygulaması yapılacak ise mavileşmiş sarıçam yüzeylerinde yine renklendirici olarak anilin boya kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Örs, Y., Keskin, H., Ağaç Malzeme Bilgisi, KOSGEB, Ankara 2001.
2. Baysal, E., Odun Zararlıları, 1.Bölüm: Bitkisel Odun Zararlıları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Ders Notları No:39, s. 59-68, Trabzon 1990.
3. Delikan, B., Değişik Ağaç Türleri Üzerinde Farklı Boyalar Uygulanarak Hızlandırılmış Solma Deneyleri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2001.
4. Sönmez, A., Ağaç İşleri üstyüzey işlemleri 1, Hazırlık ve Renklendirme, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Çizgi Matbaacılık, Ankara 2000.
5. Payne, H. F., Organic coating technology, Volume II., 1967.
6. Newel, A.C., Holtrop, W.F., Coloring finishing and painting wood, U.S.A. 1961.
7. Dinçel, K., Çelebi, N., Şanıvar, N., Ağaç Teknolojisi, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul 1970.
8. TS 3277., İğne Yapraklı Kerestelik Tomruklar-Kusurlar, terimler ve tarifler, T.S.E., Ankara 1979.
9. TS.2470., Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için numune alma metodları ve genel özellikler, T.S.E., Ankara 1976.
10. TS 2471., Odunda Fiziksel ve Mekanik Testler İçin Rutubet Miktarının Tayini, T.S.E., Ankara 1976.
11. ASTM.D-3023., Standart practice for determination of resistance of factory applied coatings on wood products of stain and reagents, 1998.
12. Sönmez, A., Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst-yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara 1989.
13. ASTM.D-3924., Standart specification for standard environment for conditioning and testing point varnish, lacquer and related materials, 1991.
14. Minolta CR-231., Chroma meter, ver.3.0. ASTM.D-2244-93., Standard test method for calculation of color differences from instrumentally measured color coordinates, 2000.