



**AHŞAP TEKNE YAPIMINDA KULLANILAN BAZI YERLİ AĞAÇ
TÜRLERİNE UYGULANAN SENTETİK VE KLOR KAUÇUKLU
(ZEHİRLİ) BOYALARIN KATMAN ÖZELLİKLERİ**

Hamdi KARAKOÇ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
AĞAÇ İŞLERİ ENDÜSTRİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2020

Hamdi KARAKOÇ tarafından hazırlanan “AHŞAP TEKNE YAPIMINDA KULLANILAN BAZI YERLİ AĞAÇ TÜRLERİNE UYGULANAN SENTETİK VE KLOR KAUCUKLU (ZEHİRLİ) BOYALARIN KATMAN ÖZELLİKLERİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Abdullah SÖNMEZ

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. İlker USTA

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Prof. Dr. Cevdet SÖĞÜTLÜ

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Düzce Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 23/06/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Hamdi KARAKOÇ

23/06/2020

AHŞAP TEKNE YAPIMINDA KULLANILAN BAZI YERLİ AĞAÇ TÜRLERİNE UYGULANAN SENTETİK VE KLOR KAUCUKLU (ZEHİRLİ) BOYALARIN

KATMAN ÖZELLİKLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hamdi KARAKOÇ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2020

ÖZET

Bu çalışmada, ahşap tekne ve yat yapımında sıklıkla tercih edilen bazı yerli ağaç türlerinin yüzeylerine uygulanan sentetik ve klor kauçuklu boya katmanlarının katman özellikleri araştırılmıştır. Deney örnekleri Karaçam (*Pinus nigra* A.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve meşe (*Quercus petraea*) odunundan hazırlanmış, yüzeylerine klor kauçuklu zehirli boya ve sentetik boya uygulanmıştır. Yapılacak bu test ve ölçümlerle boya katmanlarının sertlik, parlaklık, çizilme ve yüzeye yapışma mukavemetlerini belirlemeye yönelik veriler elde edilmiş, bu veriler kullanılarak yapılan istatistik analiz ve ikili karşılaştırmalarla boya katmanlarının özellikleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; Her iki boya uygulamasından sonra örneklerin parlaklık değeri artmıştır. Sentetik boyalı yüzeylerde daha yüksek parlaklık değerleri elde edilmiştir. Boyalı örneklerin parlaklık değerlerinde ağaç türünün etkisi önemsiz bulunmuştur. Yüzey sertlik değerleri ise klor kauçuklu boya uygulanmış yüzeylerde katman sertliği daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, her iki boya uygulamasından sonra en yüksek sertlik değeri meşe örneklerde en düşük ise sarıçam örneklerde elde edilmiştir. Yüzey yapışma direncinde ise en yüksek değer sentetik boya uygulanan yüzeylerde bulunmuştur. Her iki boya katmanı değerlendirildiğinde en yüksek yapışma direnci değeri meşe örneklerde en düşük ise klor kauçuklu sarıçam örneklerinde elde edilmiştir. Çizilme direnci değerlerinde en yüksek yüzey çizilme direnci değerini klor kauçuklu boya ile boyanmış deney örnekleri verirken, sentetik boya ile boyanmış deney örneklerde en düşük çizilme direnci elde edilmiştir. Ağaç türlerine göre çizilme direnci değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Bilim Kodu : 80403

Anahtar Kelimeler : Ağaç Malzeme, Klor Kauçuklu Boya, Sentetik Boya, Yüzey Sertlik, Parlaklık, Yüzey Yapışma, Çizilme

Sayfa Adedi : 41

Danışman : Prof. Dr. Abdullah SÖNMEZ

LAYER PROPERTIES OF SYNTHETIC AND POLYURETHANE BASED PAINTS
APPLIED TO SOME NATIVE TREE SPECIES USED IN WOOD BOAT

CONSTRUCTION

(M. Sc. Thesis)

Hamdi KARAKOÇ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2020

ABSTRACT

In this study, the layer properties of synthetic and chlorinated rubber paint layers applied on the surfaces of some domestic tree species, which are frequently preferred in the construction of wooden boats and yachts, were investigated. Test samples Prepared from larch (*Pinus nigra* A.), scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) and oak (*Quercus petraea*) wood, chlorinated rubber antifouling paint and synthetic paint were applied on their surfaces. With these tests and measurements, data to determine the hardness, gloss, scratch and surface adhesion strength of the paint layers were obtained, and the properties of the paint layers were investigated by statistical analysis and binary comparisons made using these data. According to the tests results; The brightness value of the samples increased after both paint applications. Higher gloss values were obtained on synthetic painted surfaces. The effect of the tree species was found insignificant in the brightness values of the painted samples. On the other hand, surface hardness values were found to be higher on the surfaces with chlorinated rubber paint. In addition, the highest hardness value was obtained in oak samples and the lowest in scotch pine samples after both paint applications. In surface adhesion resistance, the highest value was found on surfaces with synthetic paint. When both paint layers are evaluated, the highest adhesion resistance value was obtained in oak samples and the lowest in chlorine scotch pine samples. In the scratch resistance values, the highest surface scratch resistance value was given by experiment samples painted with chlorine rubber paint, while in the synthetic paint experiment samples, the lowest scratch resistance was obtained. The difference between scratch resistance values according to tree types was found statistically insignificant.

Science Code : 80403

Key Words : Wood Material, Chlorinated Rubber Paint, Synthetic Paint, Surface Hardness, Gloss, Surface Adhesion, Scratch.

Page Number : 41

Supervisor : Prof. Dr. Abdullah SÖNMEZ

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim süresince tecrübe, bilgi ve fikirleriyle bizleri yönlendiren, bu çalışmanın başından sonuna kadar destek ve katkılarını hiç esirgemeyen, tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Abdullah SÖNMEZ'e göstermiş olduğu sabır ve verdiği destekten ötürü çok teşekkür ederim. Ayrıca bazı testlerin yapılışında ve istatistik analizlerde yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Hüseyin PELİT hocama ve Arş. Gör. Ramazan BÜLBÜL'e deney numunelerinin boyanmasında yardımcı olan teknisyen Selçuk IŞITAN'a çok teşekkür ederim. Ağaçışleri Endüstri Mühendisliğı bölüm hocalarına, numune hazırlanmasın da yardımcı olan bölümümüz asistan, teknisyenlerine, deneylerin uygulamasında ve tez düzenlemesinde yardımcı olan Yüksek lisans arkadaşım Ferdi OLMUŞ'a çok teşekkür ederim. Bu çalışma boyunca her zaman yanımda olan ve desteğini her daim sunan aileme ve değerli dostlarıma emeklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
3. MALZEME VE YÖNTEM	9
3.1. Deneyde Kullanılan Ağaç Türleri	9
3.1.1. Sarıçam (Pinus Sylvestris)	9
3.1.2. Karaçam (Pinus Negra)	9
3.1.3. Sapsız meşe (Querus Petraea)	10
3.2. Deneyde Kullanılan Boya Türleri	10
3.2.1 Sentetik boyalar	11
3.2.2 Klor kauçuklu (Zehirli) boyalar	11
3.2.3. Astar boyalar	12
3.3. Deney Numunelerinin Hazırlanması	12
3.4. Deney Numunelerinin Boyanması	13
3.5. Yapıştırıcı	14
3.6. Deneme Metotları	14
3.6.1. Boyaların katı madde tayini	14
3.6.2. Kuru film tayini	15
3.6.3. Pandüllü sertlik ölçme cihazı ile sertlik tayini	16

3.6.4. Parlaklık ölçme cihazı ile parlaklık tayini	17
3.6.5. Yüzeye yapışma mukavemeti tayini	19
3.6.6. Elmas uç ile yüzey çizilme tayini	21
3.6.7. İstatistik yöntem	22
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	23
4.1. Katı Madde Miktarı	23
4.2. Kuru Film Kalınlığı	23
4.3. Yüzey Sertlik Ölçümü	23
4.4. Yüzey Parlaklık Ölçümü	26
4.5. Yüzeye Yapışma Mukavemet Direnci	28
4.6. Yüzey Çizilme Ölçümü	30
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	33
KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	41

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Kullanılan boyalara ait bazı özellikler	10
Çizelge 4.1. Boyaların katı madde miktarları	23
Çizelge 4.2. Kuru film kalınlıkları	23
Çizelge 4.3. Örneklerin katman sertlik değerlerine ait aritmetik ortalamalar.....	24
Çizelge 4.4. Katman sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları	24
Çizelge 4.5. Ağaç türü düzeyinde katman sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.....	25
Çizelge 4.6. Boya çeşidi düzeyinde katman sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.....	25
Çizelge 4.7. Ağaç türü-boya çeşidi ikili etkileşimi düzeyinde katman sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları	26
Çizelge 4.8. Örneklerin parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar	26
Çizelge 4.9. Katman parlaklığı değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	27
Çizelge 4.10. Boya çeşidi düzeyinde katman parlaklığı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları	27
Çizelge 4.11. Boya katmanlarının yüzeye yapışma mukavemeti değerlerine ait aritmetik ortalamalar	28
Çizelge 4.12. Boya katmanlarının yüzeye yapışma mukavemeti (adezyon) değerlerinin varyans analizi sonuçları	28
Çizelge 4.13. Ağaç türü düzeyinde boya katmanlarının yüzeye yapışma mukavemeti (adezyon) değerlerine ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları	29
Çizelge 4.14. Boya türü düzeyinde boya katmanlarının yüzeye yapışma mukavemeti (adezyon) değerlerine ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları	29
Çizelge 4.15. Örneklerin çizilme direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar	30
Çizelge 4.16. Katman çizilme direnci değerlerinin varyans analizi sonuçları.....	30
Çizelge 4.17. Boya çeşidi düzeyinde katman çizilme direnci değerlerine ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları	31

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Kuru film kalınlığının ölçülmesi	15
Şekil 3.2. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı	16
Şekil 3.3. Gloss-metre ölçüm prensibi	18

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Yüzey parlaklık ölçüm cihazı	17
Resim 3.2. Yapışma Test Cihazı (Adezyon).....	19
Resim 3.3. Çekme silindirinin kalıp yardımı ile katmana yapıştırılması.....	19
Resim 3.4. Çizilme direnci deney düzeneği.....	21

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
%	Yüzde
<i>df</i>	Serbestlik Derecesi
<i>fi</i>	Frekans
<i>g</i>	Gram
<i>F</i>	Anova Değeri
<i>H</i>	Hipotez
HRC	Rockwell Sertlik Değeri
Mpa	Megapaskal
M	Ortalama Değer
N	Newton
<i>r</i>	Rutubet
P	Anlamlılık Düzeyi
PSI	Basınç Değerini Ölçü Birimi
SD	Standart Sapma
V	Hacim
µm	Mikron

Kısaltmalar	Açıklamalar
ASTM	Amerikan Test ve Materyalleri Topluluğu
ISO	Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu
TDK	Türk Dil Kurumu
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TS EN	Türk ve Avrupa Standartları

1. GİRİŞ

Ağaç malzemenin 10.000 civarında kullanım alanı bulunmasının nedeni, anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşenlerinden kaynaklanmaktadır. Ağaç malzeme özgül ağırlığına göre direncinin yüksekliği, alet ve makinelerle rahatlıkla işlenebilmesi, boya ve cilanın kolay nüfuz etmesi, ısı, ses ve elektriğe karşı izolasyon maddesi olarak kullanılabilmesi, kullanıldığı yerde insanlar üzerinde psikolojik bir algı ve sıcaklık hissi vermesi, akustik özelliklerinin üstünlüğü ve dekoratif, estetik görünümü ile birçok kullanım alanında tercih edilmektedir [1]. Günümüzde orman alanlarının plansız ve gelişigüzel yapılan aşırı tüketimler sonucunda hızlı bir şekilde yok olması ve tahrip edilmesi, ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin hatalı kullanımının ülke ekonomisinde çok büyük kayıplara sebep olacağının bilinmesi ve hatalı üretimden kaçınılması gerekmektedir [2].

Ahşap malzemenin kullanım alanı çok çeşitli olmakla birlikte kullanım alanlarından birisi de ahşap tekne imalatı ve dekorasyonudur. Masif ağaç malzeme tekne imalat sanayisinde her zaman birincil malzeme olarak kullanılmıştır. Ahşap malzemenin yat ve tekne imalatında kullanımı çok eski yıllara dayanmaktadır. 19. yüzyıldan itibaren yoğun talep sonucu ahşaptan üretilen deniz taşıtları yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Deniz ortamında kullanılacak olan ahşap teknelerin üretiminde tercih edilen ağaç malzemenin öncelikle suya karşı direncinin yüksek, biyolojik zararlılara ve neme karşı dirençli olması gerekir [3]. Ağaç malzemenin kullanım alanlarını kısıtlayan önemli özelliklerinden birisi de su, nem ve su buharı ile teması halinde fiziksel ve kimyasal yapısında meydana gelen değişimlerdir [4].

Ağaç malzeme yüzeylerinin koruyucu örtü gereçleri ile kaplanması M.Ö.200 yıllarına kadar dayanır [5]. Açık hava etkisinde korunmasız bir şekilde doğal haliyle bırakılan ağaç malzeme biyotik ve abiyotik zararlıların etkilerine maruz kaldığında bu etkenlerden zarar görmemesi için emprenye edilmelidir [6]. Ağaç malzemedan üretilen mobilya, doğrama ve diğer yapı elemanlarının zararlı dış etkilere korunması ve dayanıklılığını artırmak için ağaç malzemelerin yüzeylerinin koruyucu katmanla kapatılması bir zorunluluktur [7]. Ağaç malzeme yüzeylerinde oluşturulan bu koruyucu katman onu dış etkilere korurken aynı zamanda estetik değerini de artırır. Ahşap malzemenin bazı dış etkenlere karşı bir doğal dayanıklılığı olmasına rağmen, koruyucu katman onu bu etkilere karşı daha

dayanıklı hale getirir. Ahşap malzemeye zararlı olabilecek dış etkenlerden bazıları, fiziksel etkiler, kimyasal etkiler, mekanik etkiler, güneş ışınlarının zararlı dalga boyları, biyotik zararlılar, dış hava şartları, su ve nem etkisidir [8]. Su, nem ve su buharı etkisinde kalacak ağaç malzemeyi uzun ömürlü kullanmak ve ondan daha fazla yararlanabilmek için yüzeylerinde koruyucu katman oluştururken su itici özellikte koruyuculuğa sahip bazı boyalar, lateks, bezir yağı, tung yağı, alkid yağlı akrilik reçine ve diğer bazı vernik çeşitleri gibi üstyüzey maddeleri uygulanmaktadır [9].

Denizde kullanılan ve ahşaptan üretilen tekne, yat vb. deniz suyu ile direk temas halinde olup, suyun bozucu etkilerinin yanı sıra kimyasal etkiler, darbe, çarpma, vurma gibi mekanik etkiler ve çizilmeye zorlanma gibi ona zarar verebilecek etkenlerin tehdidi altındadır. Bu etkilere karşı korunmaları için genelde yapılan uygulama yüzeylerinin boya ile kaplanmasıdır. Koruyucu katman hazırlamada kullanılan bu boyaların formülasyonları ve yapısal özellikleri buna bağlı olarak da katman özellikleri farklıdır. Bu farklılıklar katman performans özelliklerine de etki etmektedir. Ahşap teknelerin servis sürelerini uzatmak, ondan daha uzun süre yararlanmak için yüzeylerinin en iyi performansı verecek boya ile kaplanması gerekir.

Bu çalışmada; Ülkemizde ahşap tekne imalatında yaygın olarak kullanılan yerli ağaç türlerinden karaçam (*Pinus Negra*), sarıçam (*Pinus Sylvestris*), meşe (*Querus*) ağaçlarından hazırlanan deney numunelerinin yüzeylerine yine yaygın bir uygulama alanı olan sentetik ve klorlu kauçuklu (zehirli) boyalar uygulanacaktır. Bu boyalarla deney örneklerinin yüzeylerinde hazırlanan koruyucu boya katmanlarının performans özelliklerini belirlemeye veri oluşturacak pandüllü yüzey sertlik, yüzey parlaklık, çizilme ve boya katmanlarının yüzeye yapışma direnci testleri yapılacaktır. Testler kontrol gruplarını da kapsayacak şekilde tüm işlem grupları kullanılarak istatistik analizler ve ikili karşılaştırmalar yapılacaktır. Test sonuçları ile elde edilen bilgiler; ahşap tekne imalatında kullanılacak ahşap malzeme türünün tercihinde ve denemelerde kullanılan boya katmanlarının performans özelliklerinin bilinmesine yardımcı olacak, üreticilere bu konuda yararlı bilgiler sunulacaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde araştırma yapılan konu ile doğrudan ilgili bilgilere ulaşılamamıştır. Ancak uygulama yöntemleri ve testlerin yakınlığı bakımından yardımcı olabilecek kaynaklar bulunmaktadır.

Kaygın (2002) çalışmasında ahşap tekne yapımında kullanılan ağaç türlerinin diri ve öz odunlarının yapışma dirençlerinin karşılaştırılması belirlemek için kestane, meşe, çam deney numunelerine yapıştırıcı madde olarak poliüretan, epoksi ve resorsin formaldehit tutkalları kullanarak birleştirme sağlanmıştır. Ağaç türü bakımından en iyi yapışma direnci meşe ağacı, diri odun- öz odun bakımından en yüksek yapışma direnci diri odun numuneleri, tutkal tipleri bakımından en iyi yapışma direnci resorsin formaldehit tutkalı vermiştir [2].

Ulay (2018) yat ve tekne mobilyalarında kullanılan bazı ağaç türlerine uygulanan termal modifikasyon ve UV yaşlandırma işlemlerinin vernik katman performansları üzerine etkisinin incelenmek için dişbudak ve iroko deney numunelerine tek ve çift bileşenli su bazlı vernikler ile çift bileşenli solvent bazlı akrilik ve poliüretan vernikler uygulanarak, vernik film katmanı UV-B 313 EL tipi floransan lambaların kullanıldığı QUV Accelerated Weathering Testler cihazında; 144, 288, 432 ve 576 saat süre boyunca maruz bırakılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre yat ve tekne imalat sektöründeki vernik katmanları için son derece önemli olduğu bilinen yüzeye yapışma direnci değerinin yüksek olması istenen durumlarda; dişbudak odunun 212°C'de 2 saat ısıtılma işlemi gördükten sonra yüzeylerine solvent bazlı iki komponentli (PU) vernik uygulamasının en iyi sonucu vereceği tespit edilmiştir [3].

Pelit ve ark., (2017) su itici özellikteki maddeler ile muamele edilmiş farklı ahşap malzemelerin yoğunluk, su alma, boyutsal değişim ve retensiyon gibi bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmek için sarıçam, köknar, kayın ve meşe odunlarından hazırlanan örneklerle sıvı parafin, katı parafin, baz yağı ve vazelin ile 24 saat süresince emprenye edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek retensiyon değerleri katı parafin ile muamele edilen köknar örneklerinde elde edilmiştir. Uygulanan emprenye maddeleri, örneklerin (özellikle çam ve köknar) su alma oranı değerini önemli derecede düşürmüş ve

ölçüsel stabilite direncini arttırmıştır. Su alma ve ölçüsel stabilite direnci testlerinde en iyi sonuçlar sırası ile katı parafin ve vazelin ile muamele edilmiş örneklerde bulmuştur [4].

Şanıvar (2001) ağaçışleri üstyüzey işlemleri ders kitabında katman parlaklığının yüzeyde düzgün ve pürüzsüz bir vernik katmanı ile sağlanabileceği, ayrıca parlak bir vernik katmanında yüzeye gelen ışık ile yansıyan ışığın yüzeye yaptıkları açılar birbirine eşit olduğu ifade edilmiştir [5].

Sönmez (1995) üst yüzey işlemleri ders notunda doğal haliyle açık hava etkisinde bırakılan ağaç malzeme çeşitli türdeki biyotik ve abiyotik zararlıların etkilerine maruz kaldığından emprenye edilmesi ve koruyucu katman gereçleriyle kaplanması gerektiğini bildirmiştir [6].

Budakçı (1997) ahşap verniklerinde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzey yapışma mukavemeti belirlemek için sarıçam, kayın ve meşe ağacından elde edilen deneme örneklerine sentetik, poliüretan ve akrilik vernikleri farklı kalınlıklarda uygulamıştır. Sonuç olarak katman kalınlığının artırılması 3. Kat uygulamalarında sertlik üzerinde etkili olmamış ancak parlaklık artışına neden olmuştur. Polimerik esaslı verniklerde, katman kalınlığının artışı yüzeye yapışma direncini arttırıcı etki yaptığını söylemiştir [7].

Özgenç (2014) doğu karadeniz bölgesi yayla evlerinde kullanılan ahşap malzemenin dış hava koşullarına karşı dayanımını incelemek için 8 farklı koruma işlemi olan kimyasal işlem, ısıl işlem, üst yüzey işlemi, kimyasal işlem + üst yüzey işlemi ve ısıl işlem + üst yüzey işlemi uygulanan doğu kayını, sarıçam ve doğu ladini örnekleri dış ortam testine tabi tutulmuştur. Koruma işleminde geleneksel ısıl işlem metodu, emprenye maddesi olarak mikronize bakır kuat (MCQ) ve üst yüzey maddesi olarak ise ultraviyole ışını (UV) absorbe edici içeren akrilik reçine (UVA-akrilik) kullanılmıştır. Sonuç olarak; doğu kayını ve sarıçam odunlarında MCQ ile emprenye edildikten sonra yüzeye UV absorbe edici içeren akrilik reçine, doğu ladini odununda ise ısıl işlem sonrası yüzeye UV absorbe edici içeren akrilik reçine koruyucu uygulanması dış ortam koşullarında odun örneklerinin görsel, fiziksel, kimyasal ve mekanik olarak dayanım performanslarını arttırmıştır [9].

Sabit (2016) tekne imalatında ahşap malzeme seçimi çalışmasında deniz araçlarının imalatında ilk yıllarından bu zamana kadar işleme kolaylığı ve doğada kolay bulunabildiği için ahşap malzeme tercih sebebidir. İlerleyen teknoloji ile birlikte farklı malzemelerin kullanılması ile ahşap malzeme kullanımı gezi teknelerinde ve tekne iç dekorasyonlarında kullanıldığını bildirmiştir. Kullanılacak malzemenin kurutulmasında kullanılan yöntemlerin ahşabın yapısına olan etkileri ve kurutma sonrası böcek zararlılarından korunabilmesi için uygulanacak emprenye yöntemleri aktarmıştır [10].

Ulay, Çakıcıer (2017) yat ve tekne imalat sektöründe sık kullanılan bazı odun türlerine uygulanan hızlandırılmış yaşlandırmanın vernik katmanı üzerindeki renk ve parlaklık üzerine etkileri belirlemek amacıyla, Dişbudak ve Iroko odunları kullanılmıştır. Sonuç olarak; her iki tür odun örneklerinde UV ile hızlı yaşlandırma işlemi renk değerlerinde azaltıcı etki yaptığını söylemiştir [11].

Ayala, Çakıcıer (2017) Thermowood metoduna göre ısı işlem görmüş ve su-bazlı tek ve çift bileşenli vernik uygulanmış bazı ağaç türlerinde hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisinde çizilme testi için sarıçam, sapsız meşe ve doğu kayını odunlarından hazırlanan örnekler, Thermowood metoduna göre 190° C’de 2 saat ve 212 C’de 1 ve 2 saat süreler ile ısı işlemi tabi tutulmuştur. Daha sonra malzeme yüzeylerine su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler uygulanmıştır. Sonuçlara göre; ısı işlem görmüş ve su bazlı tek ile çift bileşenli vernik tabakalarında çizilme değerleri artmıştır [12].

Sönmez (1989) ağaçtan yapılmış mobilya da üst yüzey işlemlerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları ölçmek için kayın, meşe numuneler ile bu ağaçlardan elde edilen kaplamalı yüzeylere sürülen selülozik, sentetik, poliüretan ve poliester vernik katmanlarının sertlik, parlaklık, yüzeye yapışma, kuru sıcaklığa, sigara ateşine, ıslak sıcaklığa, aseton, deterjan, asetik asite ve sodyum hidroksite dayanıklılıkları incelenerek vernik katmanları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak vernik katmanlarının sertliklerinde ağaç türlerinin farklılaşmasının etkili olmadığı, asıl etkenin vernik türlerine ait olduğu tespit edilmiştir [13].

Çağlar ve ark., (2019) geleneksel Kastamonu evleri ’nin ahşap yapı elemanlarında incelemiş sonuç olarak ahşap yapı elemanlarının iklimsel, biyolojik, kimyasal, fiziksel ve mekanik etkilerden dolayı bünyelerinde bozulmaların meydana geldiği, ahşap yapı

elemanları fiziksel, kimyasal vb. etmenlerden korunmak için gerekli tedbirler alınmalı, yapı elemanları koruyucu boya veya cilalarla kullanım ömrü uzattığını belirtmiştir [14].

Gürtekin ve Oğuz (2002) mobilya ve dekorasyon gereç bilgisi ders kitabında hiç bir ağaç türünün özelliği diğerine benzemediği gibi aynı tür ağaçların özellikleri de farklılık gösterir. Hatta aynı ağacın değişik bölümlerinden alınan parçalarda bile farklı özellikler görülebilir. Bu farklılığın nedeni bulunduğu bölge, yetiştirme ortamı ve kalıtsal yapı gibi etkenlerden kaynaklanır. Bu nedenden dolayı ağaç malzemenin yapısını oluşturan çeşitli hücrelerin meydana getirdiği dokuların emprenye olma özellikleri de farklı olduğunu söylemiştir [15].

Budakçı (2003) pnömatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde koruyucu katmanların yüzeye yapışma direncini ölçmek için sarıçam, Gökmar, doğu kayını ve meşe numunelerine selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı parlak vernik uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre farklı ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan farklı vernik katmanlarının yüzeye yapışma direncine, ağaç türü ve vernik çeşidi etkisi önemli, deney cihazı ve katman kalınlığı farklılığın etkisi önemsizdir. Yüksek yapışma direnci gerektiren işlerde kayın ağaç malzeme, en iyi yapışma poliüretan verniklerin en düşük ise selülozik vernik olduğunu belirtmiştir [16].

Atar (1999) renk açıcı kimyasal maddelerin ağaç malzemede üst yüzey işlemlerine etkisini incelemiş, vernikli örneklerde çözelti gruplarının parlaklık ve su yayılması değerine etkisi önemsiz, verniklerin etkisi önemli bulmuştur. Su yayılması emprenyesiz örneklerde daha yüksek çıkmıştır. Parlaklıkta sentetik verniğin, yüzeye yapışma mukavemetinde su çözücülü verniğin başarılı olduğunu, su yayılması değerinde vernikler arasındaki fark önemsiz olduğunu tespit etmiştir [17].

Budakçı, Karal (2017) renk açma işleminin antifungal ağaç malzemede çürüklük yapan mantarlar üzerindeki etkisini belirlemek için farklı anatomik yapılarından dolayı sarıçam, doğu kayını, sapsız meşe ve sapelli odunları kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; renk açma işleminin ağaç malzemeler üzerinde antifungal etkisinin olduğu, ancak ağaç malzemelerin parlaklık değerlerini düşürdüğü belirtmiştir [18].

Altıparmak (2017) ahşap yatlarda kullanılan çeşitli verniklerin farklı ağaç malzemeler üzerindeki performanslarını tersanelerde yat yapımında en çok kullanılan Limba, kestane ve sapelli odunlarından hazırlanmış ve yüzeylerine yat verniği, poliüretan vernik ve epoksi verniklerle vernikleme işlemi uygulanmıştır. Sonuçlarına göre deney örneklerinde elde edilen renk değişimi verileri üzerinde en etkili faktörün ağaç türü, daha sonrada vernik çeşidi olduğu anlaşılmaktadır. Çizilme direnci üzerinde en etkili faktörün vernik çeşidi, sonrada ağaç türü olduğu anlaşılmaktadır. Parlaklık değerleri üzerinde en etkili faktör vernik çeşidi, sonrada ağaç türü olarak elde edilmiştir [19].

Esen, Sönmez (1999) dış hava şartlarının verniklerin katman sertliğine etkilerini belirlemek için ağaç malzeme gerek iç gerekse harici kısımlarda dekorasyon ve yapı elemanı olarak çok uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Üstyüzey işlemlerinde en önemli problemlerden birisi harici kısımlarda ağaç yüzeylerin ve koruyucu katmanın yeterince korunamayışı olmuştur. Kayın, sarıçam, meşe ve kestane paneller üzerinde sentetik, selülozik, poliüretan ve asit sertleştiricili vernikler ile sentetik beyaz opak boya denemeye tabi tutulmuş, denemeler sonucunda sentetik boya haricinde diğer bütün verniklerin sertliklerinde artış gözlenirken en fazla artış sentetik vernikte olmuştur [20].

Özdemir (2003) Türkiye’de yetişen bazı ağaç türlerinde verniklerin özelliklerinin araştırmak için doğu kayını, Anadolu kestanesi, kızılğaç, doğu ladini ve sarıçam deney numunelerine selülozik, poliüretan, akrilik vernik uygulanmış ve hava kurusu yoğunluk, pürüzlük, kuru film kalınlığı, yapışma direnci, çizilme direnci, parlaklık ve ultramikroskopik testleri yapılmıştır. Sonuç olarak doğu kayının direnç değerleri diğer türlere göre daha yüksek, vernik çeşitlerinden akrilik verniğin direnci daha yüksek çıktığını belirtmiştir [21].

Kaygın (1997) ahşap yüzeylerde kullanılan opak boyaların dayanım özelliklerini bulmak için karaçam, Anadolu kestanesi ve doğu kayını deney numunelerin yüzeylerine selülozik, sentetik ve akrilik esaslı opak boyalar sürülmüş olup parlaklık, sertlik, çizilme ve yüzeye yapışma direnci özellikleri belirlenmiştir. Sonuca göre boya katmanlarının sertlik ve parlaklıklarında ağaç türlerinin etkili olmadığı asıl etkinin boya türüne ait olduğu en iyi sonuçları akrilik boya, en kötü sonucu ise sentetik vernik olduğu gözlemlenmiştir [22].

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Deneyde Kullanılan Ağaç Türleri

Deney numunelerinin hazırlanmasında ağaçları endüstrisinde yaygın olarak kullanılan karaçam (*Pinus Negra* A.), sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.), meşe (*Querus Petrea*) ağaç türleri seçilmiş ve TS 2470'e uygun olarak deney örnekleri bu ağaç odunlarından hazırlanmıştır. Keresteler Ankara'daki kereste sanayisindeki işletmelerinden tesadüfi yöntemle temin edilmiştir. Ağaç malzemenin kusursuz, liflerinin düzgün, budaksız, ardaksız, çatlaksız, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek tahribatına uğramamış olmasına özen gösterilmiştir. Odunların türlerine ait olup olmadığı makroskopik tanılama yöntemi ile belirlenmiştir [23].

3.1.1. Sarıçam (*Pinus Sylvestris*)

Türkiye'de yayılışı Batı ve Doğu Karadeniz'de güneye bakan yamaçlarda, Doğu Anadolu'da Sarıkamış'ta, Güney Marmara, Yozgat, Sivas, Kırşehir ve güneydeki sınırı Kayseri Pınarbaşı olarak kabul edilir. Genelde olarak 1000 – 2500 metre yükseklikte yaygın olarak bulunmaktadır [24]. Büyüme alanlarına göre sarıçam, 20 – 40 metreye kadar boy yapabilen narin gövdeli, ince dallı ve sivri tepeli olabildiği gibi, dolgun gövdeli, yayvan tepeli ve kalın dallı, her mevsim yeşil olan bir ağaçtır. Sarıçamın en önemli özelliği kabuğudur. Genç gövdelerde, yaşlı ağaçların yukarı kısımlarında ve kalın dallarda tilki sarısı ya da kırmızımsı kahverengi rengindeki kabuklar ince levhalar şeklinde bulunmaktadır. Yaşlı gövdelerde ise gri kahverengi, kalın ve çatlaklıdır. Genç sürgünleri yeşilimsi sarı, ikinci yıldan itibaren bu renk gri sarımsıya dönüşür ve çıplaktır [9]. Özellikle yapı malzemesi (kapı, pencere, lambri taban ve tavan kaplaması) olmak üzere mobilyacılık ve oymacılıkta kullanılır [25].

3.1.2. Karaçam (*Pinus Negra*)

Türkiye'deki yayılış alanları Trakya, Karadeniz (Doğu Karadeniz hariç), Ege, Marmara, İç ve Doğu Anadolu'dur. Coğrafi olarak en geniş yayılışa sahip çam türü olan karaçam ülkemizde 400-2100 m yükseltide yetişir. Karadeniz dağlarının denizi görmeyen güney yamaçlarında, Torosların kuzey yamaçlarında ve dar vadilerde görülür. Batıda da doğuya

bakan yüksek yerlerde yetişir. Yetiştirme ortamına göre karaçam 30 – 40 metreye kadar boylanabilen, 1 m’den çok çap yapabilen silindir biçiminde uzun, düz ve dolgun gövdede yetişir. Yaşlı gövdesi derin çatlaklı, kalın ve boz renkli kabukları vardır. Gençlikte büyümesi çabuktur. Seyrek yetişirse tepe genişleyerek kalın dallılık gösterir ve gövdesi budaklı olur. Sık yetiştiği alanlarda tepeleri dar ve küçüktür [26].

3.1.3. Sapsız meşe (*Querus Petraea*)

Türkiye’de dağılımı Kuzeybatı Anadolu, Trakya, Marmara bölgesi, İç Anadolu ve Güney Anadolu bölgeleri olup, 1200 metre rakıma kadar çıkar. Büyüme ortamına göre boyu 20 – 40 metre, gövde orta çapı 1.0 – 2.0 metre ve kullanılabilir gövde uzunluğu 10- 20 m’dir. Diri odun genellikle dar olup sarımsı beyaz renkte, 2–5 cm genişliğinde, öz odunu ise açık kahverengi ile sarımsı kahverenginde, yıllık halka sınırları belirgindir. İlkbahar odunu traheleri çok büyüktür, çıplak gözle görülür. Diri odunu az dayanıklı, öz odunu ise daha dayanıklıdır [2].

3.2. Deneyde Kullanılan Boya Türleri

Çalışmada, ahşap tekne yapımında kullanım alanı bulan sentetik (yağlı esaslı) ve klor kauçuk esaslı tek bileşenli, mat özellikteki ahşap boyaları kullanılmıştır. Sentetik boya Filli boya firmasından, klor kauçuklu boya ise Tekno Marin firmasından temin edilmiştir. Boyalara ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.1’de gösterilmiştir. Bu boyalar piyasada farklı marka, fiyat ve tiplerde müşterinin hizmetine sunulmaktadır. Çalışmada, boyama işlemlerinden önce boyaların kuru film kalınlığı ve viskozitesi kontrolleri yapılmıştır. Boyaların uygulamaya hazırlanması ve uygulamanın yapılışında üretici firmaların önerilerine uyulmuştur.

Çizelge 4.1. Kullanılan boyalara ait bazı özellikler

Boya çeşidi	Yoğunluk (g/cm ³)	Uygulanacak boya miktarı (g/m ²)	Katı madde miktarı (%)	Uygulama gereci
Sentetik	1,21	90	64	Rulo
Klor kauçuklu	1,45	90	53	Rulo

3.2.1 Sentetik boyalar

Sentetik sistemde kullanılan boya/vernüklerin ana karakteristik özelliği, bileşiminde kuruyan yağ veya yağ alkidi (yağ asidi + alkol = yağ esteri) bulundurmasıdır. Bileşiminde bulunan kuruyan yağdan dolayı sentetik boya/vernük katmanları su itici özelliktedir. Bu sebeple daha çok dış hava şartlarına açık yerlerde kullanılan ahşap mobilya ve dekorasyon elemanları ile deniz araçlarına uygulanır [27]. Araştırmada kullanılan filli boya yağlı boya alkid reçine esaslı, yüksek kalıcı parlaklıkta, örtme ve yapışması mükemmel son kat parlak boyadır. İç ve dış mekânlarda ahşap, demir-çelik, beton, sıva, betopan, alçıpan, OSB, MDF yüzeylerde ve mobilyalarda uygun astar ile TS 39 standartlarına göre güvenle kullanılır. Araştırmada kullanılan boyanın teknik özelliğine baktığımızda kuru film kalınlığında: $25 \pm 5 \mu\text{m}$, parlama noktası: 36°C , kuruma süresi: (20°C , %65 hr'de), dokunma kuruması: 3-4 saat, katlar arası bekleme süresi: 12-24 saat, sert tam kuruması: 24 saat, (Airless) basınç: 120-140 bar, meme açısı: 50° , meme ölçüsü (inch): 0.013, hacimce inceltme : %5-10, uygulama yapılacak yüzeyin cinsine, emiciliğine ve yapısına göre 1 Litre ile tek katta 18-20 m² alan boyanabilir [28, 29].

3.2.2 Klor kauçuklu (Zehirli) boyalar

Çift bileşenli bir boya türü olan bu sistem boyalar, fiziksel ve kimyasal direnci yüksek, elastikiyeti ve parlaklığı uzun ömürlü, dayanımı iyi, kolay uygulanabilen iyi yapışan ve yayılan boya türüdür [30]. Araştırmada kullanılan, Tekno SPT Antifouling yüksek dayanaklılığı olan, kalay ve bileşiklerini içermeyen, bakıroksit ve değişik biyositlerle birleştirilerek elde edilen zehirli bir boyadır. Bu ürün self-polishing (kendi kendine parlama) özelliği sayesinde suyun içinde hızlı bir şekilde erir, mükemmel kayma özelliği sağlamasından dolayı orta hızlı tekneler için önerilmektedir.

Kullanılan boyanın teknik özelliğine baktığımızda hacimce katı madde tayini: % 51–55 olup, yoğunluğu: 1,45-1,5 (Gr/Cm³), parlama noktası: 26°C , kuru film kalınlığı: (μ) : 75 – 150 μ , teorik kaplama kapasitesi: (m²/lt) : 7,3(75 μ) – 5,5(100 μ) – 3,6(150 μ), pratik kaplama kapasitesi: (m²/lt) : 5 - 7 (tek kat), uygulama aralığı: ($^\circ\text{C}$) : + 5 ~ + 35, kuruma zamanı: (20°C) (saat) : 1 (ilk kuruma), ikinci kat uygulama (saat) : 6, kullanıma hazır hale gelme: min. 8 saat /max. 72 saat, meme çapı: 0,46mm / (0,018 – 0,021 inch), meme basıncı: 12 – 15 mpa (120 – 150 at, 1700 – 2100 psi) kuvvetindedir [31].

3.2.3. Astar boyalar

Sentetik astar boyalar sentetik reçine esaslı özellikle metal kısımların küf ve pastan korumada kullanılan birinci kat astar boyadır. Alkid reçine esaslı, antikorozyon pigment içeren, toksik olmayan, yüzey toleranslı bir astar boyadır [30]. Rahat tarama ve örtme gücü sayesinde işçilikten tasarruf sağlar. Düzgün bir üst yüzey oluşturur, yüzeyi son kat uygulamaya hazır hale getirir. Sentetik astar boyanın uygulanacak alanları, içeride ve dışarıda her cins ahşap, beton, brüt beton, sıva, betopan, alçıpan, OSB, MDF, demir-çelik-sac yüzeylerde son kat boya uygulamasından TS 11651 standartlarına göre güvenle kullanılır. Kullanılan sentetik astar boyanın teknik özelliğine baktığımızda kuruma süresi: (20°C, %65 hr'de), dokunma kuruması: 2-4 saat, katlar arası bekleme süresi: 12-24 saat, sert tam kuruması: 24 saat, parlama noktası 36°C, (Airless) basınç: 140 bar, meme açısı: 50°, meme ölçüsü (inch) : 0.013, hacimce inceltme : %10-15 uygulama yapılacak yüzeyin cinsine, emiciliğine ve yapısına göre 1 litre ile tek katta 9-12 m² alana astar boya uygulaması yapılır [32,33].

Klor kauçuklu (zehirli) astar boyalar, klor kauçuklu bazlı, tek veya çift komponentli, hava kürlenmeli renkli veya renksiz olarak ahşabı doyurucu özellikte üretilen astar boya türüdür [30]. Araştırmada kullanılan Teknosilver Anticorrosive, klorkauçuk esaslı, alüminyum içeren genel amaçlı bir astar boyadır. Deniz sektöründe su altı astarı, değişik tip zehirli boyalarda geçiş astarı olarak kullanılır. Kullanılan klor kauçuklu astar boyanın teknik özelliğine baktığımızda hacimce katı madde: (%) 44 olup, yoğunluğu: 1,25 (gr/cm³), rengi: kızıl gümüş, parlaklığı: mat, parlama noktası: 28 (°C), kuru film kalınlığı (μ) : 50 m. teorik kaplama kapasitesi (m²/lt) : 8,8 (50μ) – 5,8 (75μ) pratik kaplama kapasitesi (m²/lt) : 6 (tek kat) uygulama aralığı (°C) : + 5 ~ + 35, kuruma zamanı (20 °C) (saat), ilk kuruma: 4 saat, ikinci kuruma: 12 saat, kullanıma hazır hale gelme: 12 saat, uygulama şekli: fırça, rulo, sprej meme çapı: 0,48 mm /0,58 (0,019 – 0,023 inch), meme basıncı: 12 – 15 mpa(120 – 150 at,1700 – 2100 psi) kuvvetindedir [34].

3.3. Deney Numunelerinin Hazırlanması

Çalışmada, yapılacak her bir test için 10 ayrı numunede ölçüm tekrarı yapılacaktır. Deneme desenine göre çalışma kapsamında üç ağaç türü, iki farklı boya çeşidi kullanılacağı ve 4 farklı test uygulanacağı için 3×2×4×10 = 240 adet numuneye ihtiyaç

duyulmaktadır. Buradan hareketle her ağaç türünden 80 adet deney paneli hazırlanmıştır. Ahşap malzemeler, denge rutubetine (% 8-12) gelebilmesi için $20 \pm 2^\circ \text{C}$ sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nemli ortamda 3 hafta süreyle bekletilerek rutubetlerinin sabit hale gelmesi sağlanmıştır. Daha sonra kerestelerin net ölçüde $100 \times 100 \times 10$ mm olacak şekilde gerekli toleranslar verilerek şerit testere makinesinde taslak ölçüsünde biçilme işlemi yapılmıştır. Kaba ölçüsüne getirilen 2-2,5 metre boyundaki kerestelerin planya makinesinde yüz ve cumbalarında düzeltme işlemi yapıldıktan sonra kalınlık makinesinde kalınlık ölçülendirilmesi, daire testere makinesinde genişlik ve boy ölçülendirilmesi yapılmıştır.

Deney numuneleri endüstride uygulandığı şekliyle kalibre zımpara makinesinde sırasıyla 80 ve 120 no'lu kum zımpara sonra 180 no'lu kum zımpara ile zımparalanarak kalibre edilmiş, yüzeyleri düzgün ve pürüzsüz hale getirilmiş böylece boyama işlemlerine hazır hale getirilmiştir.

3.4. Deney Numunelerinin Boyanması

Deney numunelerinin boyanması endüstri uygulamasına göre ve ASTM-D7787'e uygun olarak yapılmıştır. Perdah işlemleri tamamlanarak boyamaya hazır hale getirilen deney panelleri öncelikle $20 \pm 2^\circ \text{C}$ sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem ortamında yaklaşık %12 rutubet derecesine gelinceye kadar bekletilerek klimatize edilmiştir. Daha sonra TS 2471'e göre rutubet kontrolleri yapılmıştır [35,36].

Boya uygulamaları endüstride uygulandığı şekliyle ve üretici firma önerilerine göre yapılmıştır. Boyalar uygulamaya hazır hale getirilirken bileşenlerin karışım oranları katman performansını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde ve üretici firmaların belirlediği miktarlarda karıştırılarak hazırlanmıştır. Boya sürme işleminde orta yumuşak rulo kullanılmıştır. Bütün boya sürme uygulamaları rulo ile önce ağaç malzemenin liflerine dik hemen akabinde liflere paralel yönde ve yüzeyde eşit kalınlıkta boya bırakacak şekilde yapılmıştır. Uygulanan boya miktarı belirlenirken gram ağırlık olarak üretici firmanın değerleri esas alınmıştır. Bütün panellere eşit ve aynı şekilde uygulama yapılarak katman kalınlıklarının farklılaşmasına imkân verilmemeye çalışılmıştır. Her beş panelde bir hassas terazi ile ağırlık kontrolü yapılmıştır. Her deney paneline 1 kat astar boya, 2 kat son kat boya olacak şekilde boya uygulanmıştır. Astar boyama işlemi tamamlandıktan sonra, yüzeyler 400 numaralı zımpara ile zımparalanarak katmanda pürüzlülük oluşmamasına

dikkat edilmiştir. Boya uygulanan paneller 24 saat kurumaya bırakılmış diğer işlemlere bu sürenin sonunda geçilmiştir. Ardışık iki kat uygulamalarında katlar arası bekleme süresi yine 24 saat olarak uygulanmıştır. 2. son kat boya uygulaması yapıldıktan sonra 2 gün kurumaya bırakılmıştır.

Yukarıda belirtilen esaslara göre gerek sentetik boya gerekse klor kauçuklu boya ile işlem görecektir panellere önce astar boya tatbik edilerek kurumaya bırakılmıştır. Astar boyalı yüzeyler 400 numaralı zımpara kullanılarak pürüzlülükleri giderilmiştir. Daha sonra ilk son kat boya uygulaması yapılarak 24 saat kurumaya bırakılmış ve ikinci son kat boya uygulaması yapılmıştır. Son kat boya uygulamaları tamamlanmış deney numuneleri test aşamasına geçilmeden önce laboratuvarında $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında 2 hafta süreyle kurumaya bırakılmıştır.

3.5. Yapıştırıcı

Yüzeye yapışma mukavemeti tayini testlerinin yapılacağı numunelerde, ASTM D-4541 ve TS EN-24624'e göre çift bileşenli, epoksi reçineli, vernik katmanları üzerinde çözücü etkisi olmayan ve yüksek yapışma gücüne sahip $150 \pm 10 \text{ g/m}^2$ hesabı ile kullanılmıştır [37,38].

3.6. Deneme Metotları

3.6.1. Boyaların katı madde tayini

Katı madde tayininin amacı; eşit kalınlıkta katman hazırlayabilmek için vernik veya boyanın katman yapma özelliğini tespit etmektir. Bunun için; TS 6035 EN ISO 3251 esaslarına uyularak, boyaların darası önceden alınan $\varnothing 75 \pm 5 \text{ mm}$ 'lik konkav saat camına $5 \pm 0,2 \text{ g}$ olacak şekilde damlalık ile konulmuş, daha sonra etüvde 60°C 'de ağırlıkça sabit hale gelene kadar bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözücüler tamamen buharlaştırılarak, yeniden tartımları yapılmıştır [39].

Katı madde miktarları;

$$V_u = G - D$$

$$Ç_b = G - E$$

$$\% K_m = \frac{V_u - Ç_b}{V_u} \times 100$$

eşitlikleri yardımıyla belirlenmiştir. Burada;

V_u = Uygulanan vernik

G = Yaş ağırlık

$Ç_b$ = Buharlaşan çözücü

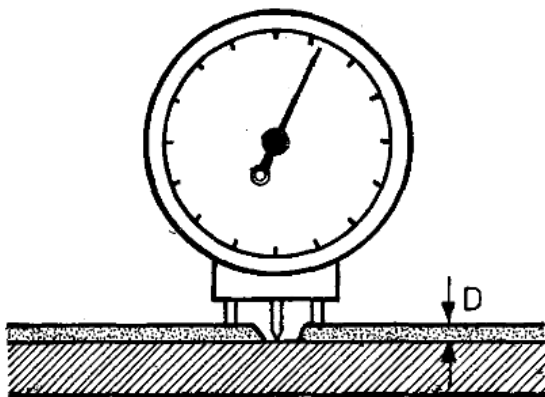
D = Dara

K_m = Katı madde

E = Kuru ağırlık

3.6.2. Kuru film tayini

Karşılaştırmalı testlerde film kalınlıkları etkili bir etkindir. Bu sebeple deneylerden önce, numunelere sürülüp tam kuruması gerçekleşen boya katmanlarının kuru film kalınlıkları, Şekil 3.1’de gösterilen ve 5 µm (mikron) hassasiyetle ölçüm yapabilen komperatörle ASTM. D-1005 esaslarına uyularak belirlenmiştir [40].



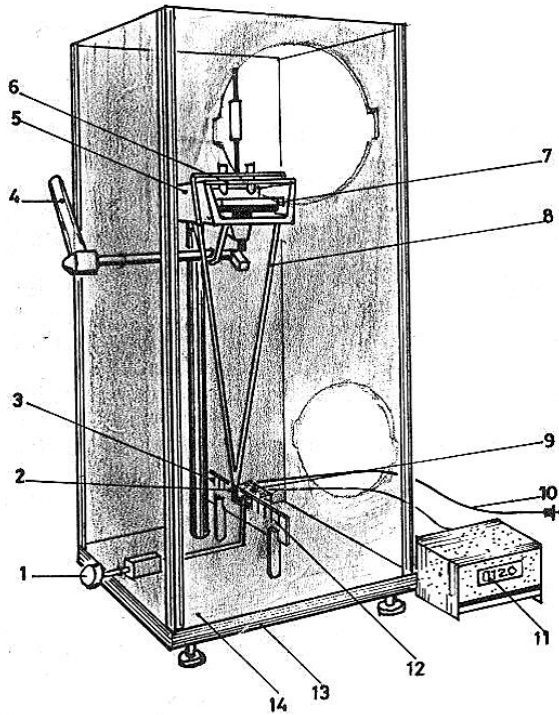
D: Kuru film kalınlığı

Şekil 3.1. Kuru Film Kalınlığının Ölçülmesi [7].

Ölçümün yapılışı: Komperatör, tam düzgün ve tıraşlanmış cam veya sac levha yüzeyinde dik konumda iken gösterge ibresi sıfır olacak şekilde kalibre edilir. Boya katmanı, gösterge iğnesinin girebileceği büyüklükte, numune parçasının değişik bölgelerinden ağaç yüzeyine kadar kaldırılır. Ayaklar boyalı yüzeyde ve alet dik konumda ve iğne açılan kertikte olacak şekilde tutulduğunda ibrenin gösterdiği rakamlar mikron cinsinden okunur. Farklı yerlerden yapılan ölçümlerin ortalamaları alınarak, kuru film kalınlığı hesaplanır.

3.6.3. Pandüllü sertlik ölçme cihazı ile sertlik tayini

Boya katmanlarının sertliği, mekanik etkenlere karşı dayanıklılığı belirleyen önemli bir faktördür. Bu çalışmada boya katman sertlikleri, TS EN ISO 1522 esaslarına uyularak pandüllü sertlik ölçme cihazı (Şekil 3.2) ile König yöntemine göre belirlenmiştir [41].



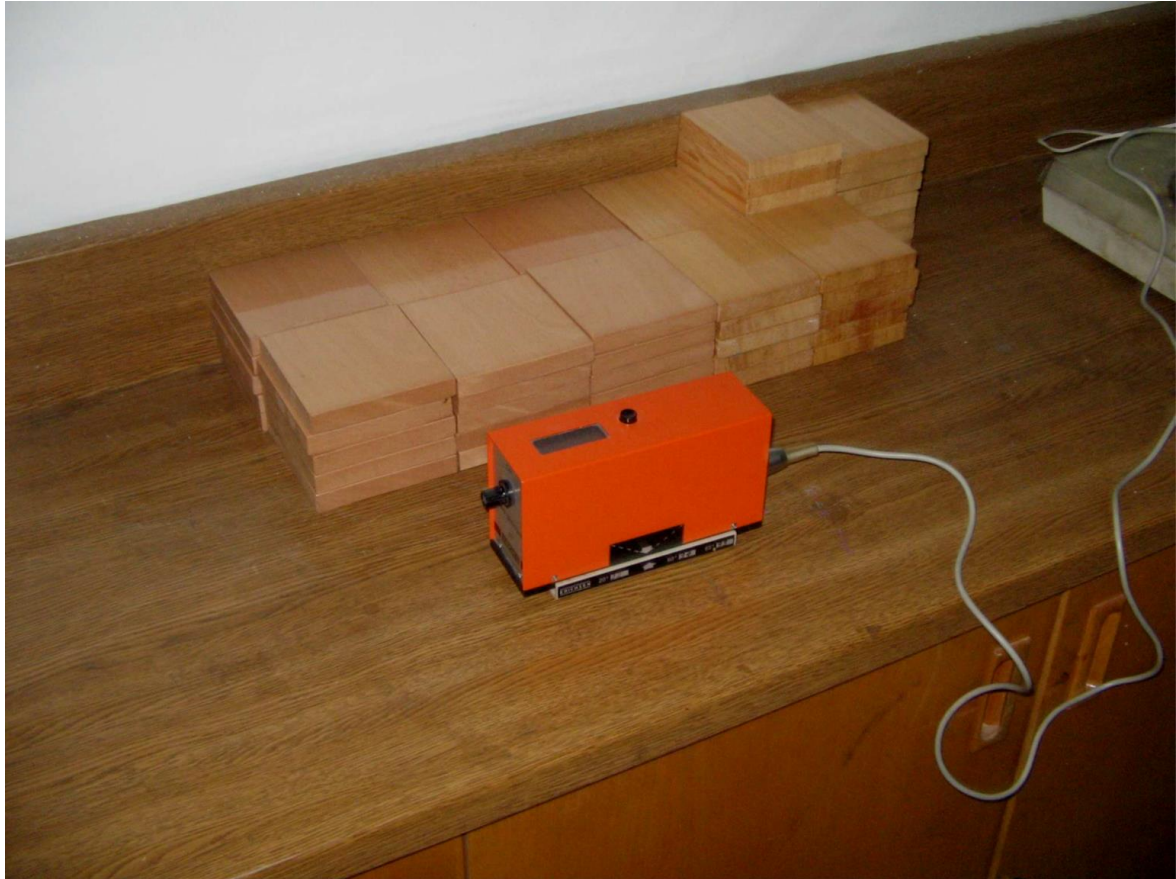
1. Salıverme mili
2. Köning başlangıç noktası
3. Persöz başlangıç noktası
4. Panel sıkma kolu
5. Panel tutucu platformu
6. Panel stoplayıcı
7. Panel
8. Pandül
9. Fotosel
10. Salıverme teli
11. Otomatik sayıcı
12. Skala
13. Taban

Şekil 3.2. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı [42].

Ölçümün Yapılışı: Cihaza yerleştirilen deney numunesi yüzeylerinde, $63 \pm 3,3$ HRC sertliğinde ve $5 \pm 0,0005$ mm çapında iki bilye ile salınım yapan 3° - 6° arasındaki pandül salınımlarına göre katman sertlikleri belirlenmiştir. İlke olarak salınım sayısı fazla olan yüzeyler sert, az olan yüzeyler ise daha düşük sertliktedir [43].

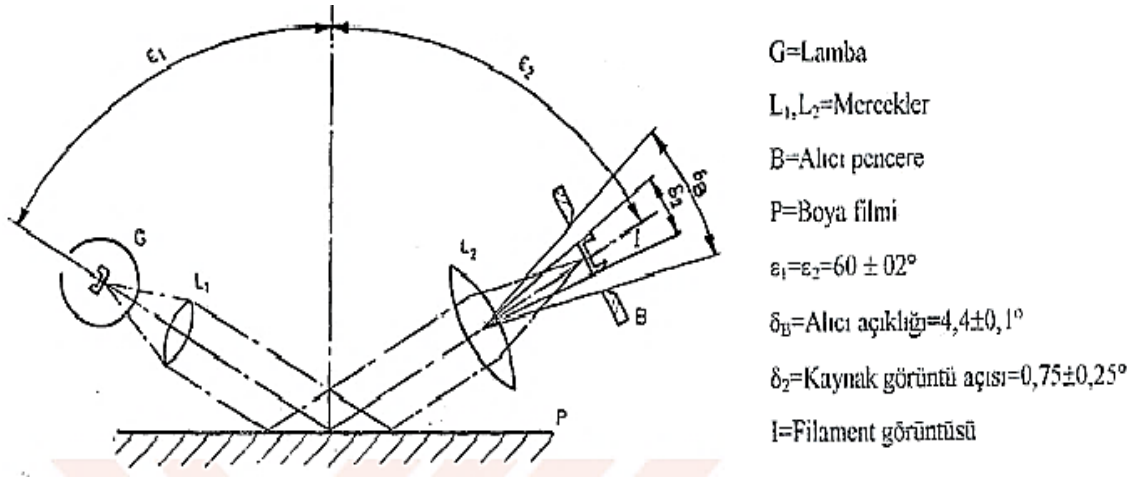
3.6.4. Parlaklık ölçme cihazı ile parlaklık tayini

Boyalı yüzeylerin ışığı yansıtma kabiliyetlerinden yararlanılarak parlaklık ölçümleri TS 4318 EN ISO 2813 esaslarına uyularak Resim 3.1’de gösterilen parlaklık ölçme cihazı (Gloss-metre) ile yapılmıştır [44]. Ölçümler, boyama öncesinde ağaç malzeme yüzeyinde ve boyama sonrasında numune yüzeyinde oluşturulan boya katmanında liflere dik ve liflere paralel olacak şekilde yapılmış daha sonra iki ölçümün aritmetik ortalamaları tek değer olarak kaydedilmiştir. Deney örneklerinde aynı bölgelerden ölçüm alınabilmesi için cihaz örnek yüzeyindeki konuma göre sabitlenerek ölçümler yapılmıştır [45].



Resim 3.1. Yüzey parlaklık ölçüm cihazı

Ölçme Prensipleri: Deney cihazı, bir ışık kaynağı ile paralel veya birbirine yaklaşan ışık demetini deney alanına yönelten mercek sistemi, fotosel ve yansıyan ışık konisini alan alıcıdan meydana gelmiştir [43].

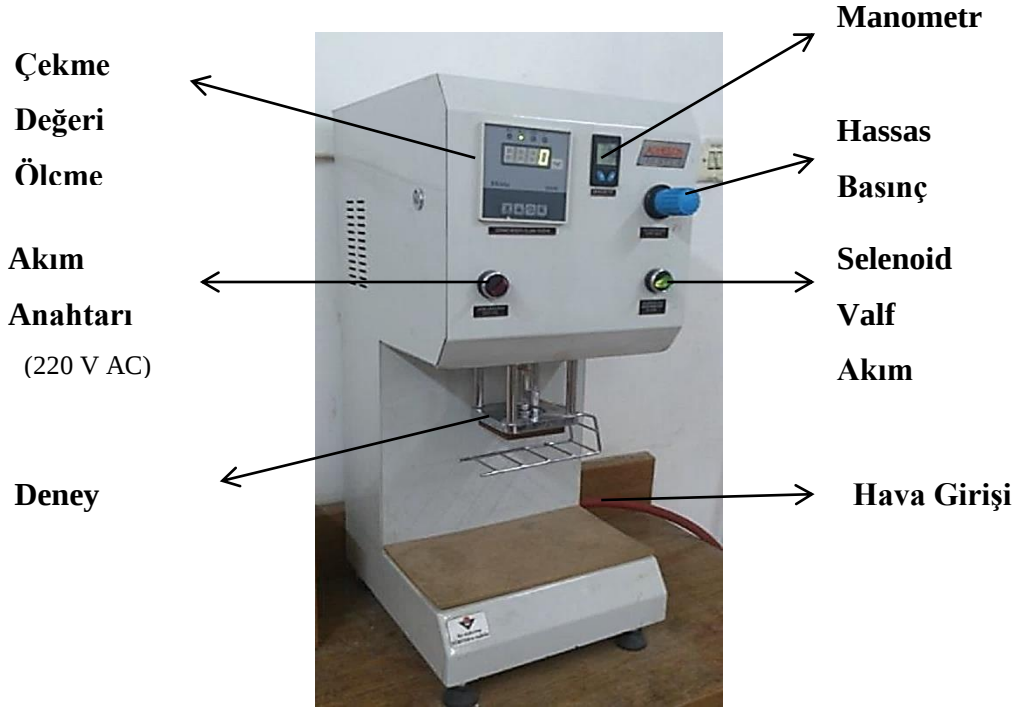


Şekil 3.3. Gloss-metre ölçüm prensibi [13].

Boya ve vernik katmanlarının parlaklığı tespit edilirken 20° mat katmanların, 60° hem mat hem de parlak katmanların, 85° ise çok parlak katmanların yüzey parlaklığını belirlemek için kullanılmaktadır [46]. Ölçümler $60 \pm 2^\circ$ de ölçüm yapan parlaklık ölçme cihazı ile yapılmış ve cihaz her grup ölçümünden önce iyi cilalanmış, düzgün yüzeyli, kırılma indisi 1,567 olan ve parlaklığı her geometri için 100 olarak belirlenmiş siyah cam ile kalibre edilmelidir [45].

3.6.5. Yüzeye yapışma mukavemeti tayini

Deneyde, boya katmanlarının yüzeye yapışma direnci ASTM D-4541 ve TS EN ISO 4624 esasları dikkate alınarak, pnömatik sistemle çalışan adezyon kuvvet Resim 3.2’de test cihazında belirlenmiştir [37,38].



Resim 3.2. Yapışma Test Cihazı (Adezyon)

Ölçme Prensibi: Boya katmanıyla kaplanan ve tam kuruması sağlanan örnek yüzeylerine Ø 20 mm olan çekme silindirleri, kalıp yardımıyla normal oda sıcaklığında yapıştırılmıştır (Resim 3.3). Daha sonra jelleşmeye başlayan yapıştırıcı fazlalıkları 2 saat sonra bir ıspatula yardımı ile temizlenmiş ve 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır [45].



Resim 3.3. Çekme silindirinin kalıp yardımı ile katmana yapıştırılması

Test cihazında, örneklerin yüzeyine yapıştırılan silindirler çekilerek katman kopartılmış ve kopma anındaki kuvvet hafızaya alınmıştır. TS EN ISO 4624 esaslarına göre çekme gerilmesinin 1 MPa/s''den fazla olmayan sabit bir hızla arttırılmasına ve deneyin 90 saniye içerisinde yapılmasına dikkat edilmelidir.

Yapışma direnci (X) ölçümleri “Eşitlik 4.3”e göre hesaplanmıştır.
 $X = 4F/\pi.d^2$ MPa

Burada;

F = Kopma anındaki kuvvet, (Newton)

d = Deney silindirinin çapı, (mm) [45].

Çekme silindirlerinin boyalı yüzeye yapıştırılmasında TS EN ISO 4624 esaslarına göre çift bileşenli, akrilik esaslı, boya katmanları üzerinde çözücü etkisi olmayan ve yüksek yapışma gücüne sahip “404 Çelik Yapıştırıcı” marka yapıştırıcı 150±10 g/m² ölçeğinde kullanılmıştır [38].

3.6.6. Elmas uç ile yüzey çizilme tayini

Çizilme direnci deneyleri TS EN 15186 esaslarına göre ve Resim 2.4’de şekli verilen test cihazı kullanılarak yapılmıştır. Deney numunelerinin merkezlerine çapı 6,5 mm delik açılarak aletin döner diskine yerleştirilmiştir. Döner diskin üst kısmında mafsallı kola bağlı ve numune yüzeyine dik konumda bir çizici elmas uç bulunmaktadır. Bu mafsallı kol yardımı ile aynı zamanda ayarlanabilen ağırlık uygulaması da yapılarak numune yüzeyindeki katman iğne uç ile çizilmeye çalışılır ve buna göre çizilme direnci değeri belirlenir[47].



Resim 3.4. Çizilme direnci deney düzeneği.

Deneyin yapılışı: Elmas ucun ilk turunda 5 N’luk kuvvet uygulanmıştır. Bu ilk işlemde numune yüzeyinde kesintisiz bir çizgi oluşmamış ise, kesintisiz bir çizgi oluşuncaya kadar kuvvet uygulaması 0.5 N’luk kademelerle arttırılmıştır. 5 N’luk artışlarla uygulanan kuvvetle kesintisiz çizgi meydana geldiğinde işlem durdurulur. Daha sonra, Kuvvet 2 N’a kadar 0,5 N’luk, 1 N a kadar 0.25 N’luk ve 1 N’un altında 0.1 N’luk kademelerle azaltılarak işlem sürmüştür. Daire şeklinde meydana gelen sürekli çizgilerde kesintiler olmaya başlayınca denemeye son verilmiştir. Deney örnekleri üzerinde iğne uç ile oluşturulan dairesel çizgilerin arasında en az 1 mm uzaklığa özen gösterilmiştir [48].

3.6.7. İstatistik yöntem

Test sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde MSTATC paket programı kullanılmıştır. Sentetik boya ve klor kauçuk esaslı boyanın yüzey sertlik, parlaklık, yapışma mukavemeti ve çizilme direnci gibi özellikleri üzerine ahşap tekne yapımında kullanılan bazı yerli ağaç türleriyle boyaların faktör etkilerini ve etkileşim etkilerini belirlemek için $P<0.05$ önem derecesinde varyans analizleri yapılmıştır. Boyaların uygulandığı ahşap örneklerde yüzey parlaklık, sertlik, çizilme direnci ve yapışma direnci değerlerindeki değişimler LSD (en küçük önemli fark) değerine göre Duncan testleri ile karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Katı Madde Miktarı

Deneyde kullanılan boyaların katı madde miktarları çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Boyaların katı madde miktarları (%)

Boya çeşidi	Katı madde miktarları (%) (Ağırlıkça)
Klor Kauçuklu	64
Sentetik	53
Klor Kauçuklu Astar	44
Sentetik Astar	45

Buna göre, denemelerde kullanılan boyalar içerisinde en yüksek katı madde miktarı olan ve dolayısı ile en fazla katman yapma özelliğine sahip olan boya klor kauçuklu boya olurken en düşük katı madde miktarı klor kauçuklu astar boyada elde edilmiştir.

4.2. Kuru Film Kalınlığı

Kuru film kalınlıkları ölçümlerinin aritmetik ortalamaları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kuru film kalınlıkları

Boya Çeşidi Katman Kalınlığı	Sentetik(μm)	Klor Kauçuklu(μm)
1. Kat	55	60
2. Kat	85	100
3. Kat	110	125

Buna göre, klor kauçuklu boya sentetik boyadan daha fazla katman kalınlığına sahiptir. Sonucun bu şekilde olmasında klor kauçuklu boyanın katı madde miktarının sentetik boyadan fazla olması etkili olmuştur.

4.3. Katman Sertlik Değerleri

Klor kauçuk esaslı ve sentetik esaslı boyalar ile kaplanmış karaçam, sarıçam ve meşe odunu örneklerinin katman sertlik değerine ilişkin ortalamaları Çizelge 4.3’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Örneklerin katman sertlik değerlerine ait aritmetik ortalamalar

Ağaç Türü	Boya Çeşidi	Veriler				
		$X_{\min}$	$X_{\max}$	X_{ort}	StS	Vk
Karaçam	Kontrol	32	39	35.1	2.18	
	Klor kauçuklu	30	39	34.3	2.83	
	Sentetik	16	22	18.4	2.07	
Sarıçam	Kontrol	23	34	29.8	3.77	
	Klor kauçuklu	27	36	31.1	3.21	
	Sentetik	15	20	17.5	1.58	
Meşe	Kontrol	45	58	50.9	4.72	
	Klor kauçuklu	33	44	38.3	3.59	
	Sentetik	17	24	19.8	2.10	

X_{ort} : Aritmetik ortalama, StS: Standart sapma, Vk: Varyasyon katsayısı

Çizelge 4.3’e göre, ağaç türleri ve boya çeşitleriyle ilgili olarak katman sertliği ölçümlerine ait aritmetik ortalamalar çok farklı sonuçlar vermiştir. Farklılığın kaynağını, ağaç türü ve boya çeşidi faktörlerinin önem düzeylerini belirlemek için yapılan varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Katman sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	$P \leq 0.05$
Ağaç türü (A)	2	1637.956	818.978	88.0972	0.0000*
Boya çeşidi (B)	2	6736.022	3368.011	362.2960	0.0000*
Etkileşim (AB)	4	1058.978	264.744	28.4785	0.0000*
Hata	81	753.000	9.296		
Toplam	89	10185.956			

*: 0.05’e göre önemli

Çizelge 4.4’e göre, örneklerin katman sertlik değerleri üzerinde ağaç türü, boya çeşidi ve faktörlerinin etkileşim etkisi önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Hesaplanan F değerine

bakıldığında, sertlik değeri üzerinde en etkili faktörün boya çeşidi, daha sonra ağaç türü olduğu anlaşılmaktadır.

Ağaç türü düzeyinde $LSD \pm 1,566$ değeri kullanılarak yapılan ikili Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Ağaç türü düzeyinde katman sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç türü	$\bar{x}$	HG
Karaçam	29.27	B
Sarıçam	26.13	C
Meşe	36.33	A*
LSD: ± 1.566		

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri

Ağaç türü düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmada, katman sertlik değeri en yüksek meşe örneklerde (36,33), en düşük ise sarıçam örneklerde (26,13) elde edilmiştir.

Boya çeşidi düzeyinde $LSD \pm 1,566$ değeri kullanılarak yapılan ikili Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Boya çeşidi düzeyinde katman sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Boya çeşidi	$\bar{x}$	HG
Kontrol	38.60	A*
Klor kauçuklu	34.57	B
Sentetik	18.57	C
LSD: ± 1.566		

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri

Boya çeşidi düzeyinde katman sertlik değeri en yüksek kontrol (boyasız) örneklerde (38,60), en düşük ise sentetik boya uygulanan deney örneklerinde (18,57) elde edilmiştir.

Ağaç türü ve boya çeşidi düzeyinde $LSD \pm 2.713$ değeri kullanılarak yapılan ikili Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Ağaç türü-boya çeşidi ikili etkileşimi düzeyinde katman sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Boya çeşidi	Ağaç türü					
	Karaçam		Sarıçam		Meşe	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kontrol	35.1	C	29.8	D	50.9	A*
Klor kauçuklu	34.3	C	31.1	D	38.3	B
Sentetik	18.4	E	17.5	E	19.8	E
LSD: ± 2.713						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri

Ağaç türü-boya çeşidi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmada, sertlik değeri en yüksek, kontrol (Boyasız) örneklerinde (50.9), en düşük sentetik boya uygulanmış örneklerde (18.4) elde edilmiştir. Sonuçlar üzerinde ağaç malzemelerin yoğunluk değerlerinin etkili olduğu söylenebilir.

4.4. Katman Parlaklık Değerleri

Karaçam, sarıçam ve meşe odunu örneklerinin boyama işlemi öncesi ve sonrası ortalama parlaklık ölçüm değerine ilişkin aritmetik ortalamalar Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Örneklerin parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar

Ağaç Türü	Boya Çeşidi	Veriler				
		$X_{\min}$	$X_{\max}$	X_{ort}	StS	Vk
Karaçam	Kontrol	12.15	14.10	13.19	0.58	
	Klor kauçuklu	20.55	22.53	21.15	0.69	
	Sentetik	30.15	36.10	32.58	2.28	
Sarıçam	Kontrol	13.75	16.30	14.94	0.79	
	Klor kauçuklu	20.35	22.70	21.56	0.93	
	Sentetik	29.50	34.60	32.37	1.72	
Meşe	Kontrol	12.55	14.25	13.62	0.46	
	Klor kauçuklu	20.54	22.55	21.60	0.79	
	Sentetik	29.55	35.85	32.54	2.35	

X_{ort} : Aritmetik ortalama, StS: Standart sapma, Vk: Varyasyon katsayısı

Çizelge 4.8'e göre, ağaç türleri ve boya çeşitleriyle ilgili katman parlaklığı ölçümlerine ait aritmetik ortalamalar çok farklı sonuçlar vermiştir. Farklılığın kaynağını, ağaç türü ve boya çeşidi faktörlerinin önem düzeylerini belirlemek için yapılan varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 4.9'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Katman parlaklığı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P≤0.05
Ağaç türü (A)	2	6.384	3.192	1.7088	ns
Boya çeşidi (B)	2	5240.754	2620.377	1402.8633	0.0000*
Etkileşim (AB)	4	11.668	2.917	1.5617	ns
Hata	81	151.298	1.868		
Toplam	89	5410.103			

*: 0.05'e göre önemli, ns: Önemsiz

Varyans analizi sonuçlarına göre, örneklerin katman parlaklığı değerleri üzerinde boya çeşidinin etkisinin önemli, ağaç türü ile ağaç türü-boya çeşidi etkileşim etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0,05$). Hesaplanan F değerine bakıldığında, parlaklık değeri üzerinde en etkili faktörlerin boya çeşidi ve ikili etkileşim etkisi olduğu görülmektedir.

Boya çeşidi düzeyinde LSD $\pm 0,7021$ değeri kullanılarak yapılan ikili Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.10'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Boya çeşidi düzeyinde katman parlaklığı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Boya çeşidi	$\bar{x}$	HG
Kontrol	13.92	C
Klor kauçuklu	21.44	B
Sentetik	32.50	A*
LSD: ± 0.7021		

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri

Boya çeşidi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırma sonuçlarına göre katman parlaklık değeri en yüksek sentetik boya uygulanan örneklerde (32,50), en düşük ise kontrol (boyasız) örneklerinde (13.92) elde edilmiştir.

4.5. Yüzeye Yapışma Mukavemet Direnci

Klor kauçuklu boya ve sentetik boya ile kaplanmış karaçam, sarıçam ve meşe odunu örneklerinde boya katmanlarının yüzeye yapışma mukavemeti (adezyon) ölçüm değerine ilişkin aritmetik ortalamalar Çizelge 4.11. 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Boya katmanlarının yüzeye yapışma mukavemeti değerlerine ait aritmetik ortalamalar

Ağaç Türü	Boya Çeşidi	Veriler				
		$X_{\min}$	$X_{\max}$	X_{ort}	StS	Vk
Karaçam	Klor kauçuklu	1.750	2.124	1.928	0.128	
	Sentetik	2.031	2.593	2.262	0.174	
Sarıçam	Klor kauçuklu	1.656	2.031	1.890	0.129	
	Sentetik	1.875	2.281	2.081	0.158	
Meşe	Klor kauçuklu	1.843	2.343	2.056	0.146	
	Sentetik	2.093	2.687	2.434	0.226	

X_{ort} : Aritmetik ortalama, StS: Standart sapma, Vk: Varyasyon katsayısı

Çizelge 3.11'e göre, ağaç türleri ve boya çeşitleriyle ilgili olarak boya katmanlarının yüzeye yapışma mukavemeti (adezyon) ölçümlerine ait aritmetik ortalamalar çok farklı sonuçlar vermiştir. Farklılığın kaynağını, ağaç türü ve boya çeşidi faktörlerinin önem düzeylerini belirlemek için yapılan varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Boya katmanlarının yüzeye yapışma mukavemeti (adezyon) değerlerinin varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	$P \leq 0.05$
Ağaç türü (A)	2	0.678	0.339	12.6614	0.0000*
Boya çeşidi (B)	1	1.360	1.360	50.8025	0.0000*
Etkileşim (AB)	2	0.096	0.048	1.7927	0.1763
Hata	54	1.446	0.027		
Toplam	59	3.579			

*: 0.05'e göre önemli

Varyans analizi sonucuna göre, boya katmanlarının yüzeye yapışma mukavemeti (adezyon) üzerinde ağaç türünün ve boya çeşidinin etkisinin önemli, ağaç türü-boya çeşidi

ikili etkileşim etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P \leq 0,05$). Hesaplanan F değerine bakıldığında, yapışma direnci üzerinde en etkili faktörün boya çeşidi, daha sonra ağaç türü olduğu anlaşılmaktadır.

Daha sonra ağaç türü düzeyinde $LSD \pm 0.1042$ değeri kullanılarak yapılan ikili Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Ağaç türü düzeyinde boya katmanlarının yüzeye yapışma mukavemeti (adezyon) değerlerine ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç türü	$\bar{x}$	HG
Karaçam	2.095	B
Sarıçam	1.985	C
Meşe	2.245	A*
LSD: ± 0.1042		

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek adezyon direnci değeri

Ağaç türü düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmada, boya katmanlarının yüzey yapışma mukavemetine (adezyon) ait en yüksek değer meşe örneklerde (2.245), en düşük ise sarıçam örneklerde elde edilmiştir.

Boya çeşidi düzeyinde $LSD \pm 0.08506$ değeri kullanılarak yapılan ikili Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.14’da verilmiştir.

Çizelge 4.14. Boya türü düzeyinde boya katmanlarının yüzeye yapışma mukavemeti (adezyon) değerlerine ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Boya çeşidi	$\bar{x}$	HG
Klor kauçuklu	1.958	B
Sentetik	2.259	A*
LSD: ± 0.08506		

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek adezyon direnci değeri

Boya çeşidi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırma sonucuna göre en yüksek yüzeye yapışma mukavemeti (adezyon) değeri sentetik boyalı örneklerde (2.259), en düşük ise klor kauçuk boyalı örneklerde (1.958) elde edilmiştir.

4.6. Katman Çizilme Direnci Değerleri

Sentetik boya ve klor kauçuklu boya ile kaplanmış karaçam, sarıçam ve meşe odunu örneklerinin katman çizilme direncine ait ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalamaları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Örneklerin çizilme direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar

Ağaç Türü	Boya Çeşidi	Veriler				
		X_{min}	X_{max}	X_{ort}	StS	Vk
Karaçam	Klor kauçuklu	0.189	0.243	0.219	0.020	
	Sentetik	0.187	0.238	0.209	0.021	
Sarıçam	Klor kauçuklu	0.195	0.247	0.218	0.017	
	Sentetik	0.182	0.231	0.210	0.016	
Meşe	Klor kauçuklu	0.189	0.257	0.222	0.021	
	Sentetik	0.193	0.245	0.212	0.017	

X_{ort} : Aritmetik ortalama, StS: Standart sapma, Vk: Varyasyon katsayısı

Çizelge 4.15’e göre, ağaç türleri ve boya çeşitlerine ait katman çizilme direnci ölçümlerinin aritmetik ortalamaları çok farklı sonuçlar vermiştir. Farklılığın kaynağını, ağaç türü ve boya çeşidi faktörlerinin önem düzeylerini belirlemek için yapılan varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Katman çizilme direnci değerlerinin varyans analizi sonuçları

Faktör	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	$P \leq 0.05$
Ağaç türü (A)	2	0.000	0.000	0.1413	ns
Boya çeşidi (B)	1	0.001	0.001	3.6586	0.0611
Etkileşim (AB)	2	0.000	0.000	0.0058	ns
Hata	54	0.019	0.000		
Toplam	59	0.021			

*: 0.05’e göre önemli, ns: Önemsiz

Varyans analiz sonucuna göre, boya katmanlarının çizilme direnci üzerinde boya çeşidinin önemli, ağaç türü ile ağaç türü-boya çeşidi etkileşim etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0,05$). Daha sonra boya türü düzeyinde $LSD \pm 0.005177$ değeri kullanılarak yapılan ikili Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Boya çeşidi düzeyinde katman çizilme direnci değerlerine ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Boya çeşidi	$\bar{x}$	HG
Klor kauçuklu	0.2196	A*
Sentetik	0.2103	B
LSD: ± 0.005177		

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek çizilme direnci değeri

Boya çeşidi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırma sonucuna göre en yüksek katman çizilme direnci değerlerini klor kauçuklu boya ile boyanmış deney örneklerinde (0.2196), en düşük ise sentetik boya ile boyanmış deney örneklerinde (0.2103) elde edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ülkemizde ahşap tekne yapımında yaygın olarak kullanılan karaçam (*Pinus nigra*), sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve meşe (*Quercus petraea*) odunlarının yüzeylerinde klor kauçuklu boya ve sentetik boyalarla koruyucu katman oluşturularak, boyaların katman performanslarını belirlemeye veri sağlamak üzere katmanların sertlik, parlaklık, yüzeye yapışma mukavemeti ve katman çizilme direnci özellikleriyle ilgili testler yapılmış, test sonuçları analiz edilerek ikili karşılaştırmalarla değerlendirmeler yapılmıştır. Denemelerde kullanılan boyalarla ilgili katman özelliklerinin değerlendirmesi aşağıdaki gibidir.

Katman sertliklerinin değerlendirilmesi; Boya katmanlarının sertliğinde ağaç türü ve boya çeşidi faktörü ile ağaç türü-boya çeşidi ikili etkileşim etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Ağaç türü düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmada en yüksek katman sertliği meşe numunelerde elde edilirken, ikinci ve üçüncü sıralarda sırasıyla karaçam ve sarıçam örnekler yer almıştır. Boya çeşidi ve ağaç türü-boya çeşidi ikili etkileşim etkisi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmalarda en yüksek sertlik değeri kontrol panellerinde elde edilirken 2.ve 3. sırada sırasıyla klor kauçuklu boya ve sentetik boya yer almıştır. Örneklerin yüzey sertlik değerleri, boya uygulamalarından sonra genellikle azalma göstermiştir. Klor kauçuklu boya uygulanmış sarıçam örneklerin katman sertliğinde %3 gibi düşük oranlı bir artış görülmüştür. Kontrol örneklerine göre, klor kauçuklu boya uygulanmış karaçam ve meşe örneklerde yüzey sertlik değerleri sırası ile %2 ve %25 azalmıştır. Sentetik boya katmanlarında sertlik azalışı fazla olmuştur. Sentetik boya uygulanmış karaçam, sarıçam ve meşe örneklerin sertlik değerleri ise sırası ile %48, %41 ve %61 azalmıştır. Araştırmada kullanılan iki boya çeşidinin uygulandığı örneklerde ağaç türü düzeyinde en yüksek sertlik değeri meşe örneklerde en düşük ise sarıçam örneklerde belirlenmiştir. Özellikle sentetik boyalı numunelerde ağaç malzemenin doğal sertliği boya katmanlarının sertliğinden daha fazladır. Buradan hareketle denemelerde kullanılan boyaların katmanlarının mekanik etkilere karşı direncinin yeterli düzeyde olmadığını söyleyebiliriz. Katman sertliği karşılaştırmalarından çıkarılacak bir diğer sonuç, şayet katman sertliği düzeyinde sentetik boya ve klor kauçuklu boya arasında bir tercih yapılması gerekirse, klor kauçuklu boyanın tercih edilmesinin uygun olacağı görülmektedir. Bu durum, farklı boya formülasyonlarında farklı bileşenlerin oluşturduğu reçine tipinin katmanın sertliği üzerindeki etkisini de ortaya koymaktadır. Diğer taraftan denemelerde kullanılan boyalar meşe örneklerde diğer ağaç türlerinden daha sert katmanlar vermiştir. Sonucun bu şekilde

çıkmasında, meşe malzemenin yoğunluğunun diğer ahşap türlerinden fazla oluşundan kaynaklandığı söylenebilir.

Katman parlaklığının değerlendirmesi; Boya katmanlarının parlaklık değeri üzerinde boya çeşidinin anlamlı etkiye sahip olduğu, ağaç türü ile ağaç türü-boya çeşidi ikili etkileşim etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Boya çeşidi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmalarda en yüksek parlaklık değeri sentetik boyalı panellerde elde edilirken 2.ve 3. sıralarda sırasıyla klor kauçuklu boyalı paneller ve boyasız kontrol panelleri yer almıştır. Parlaklık değeri, uygulama sonrasında denemelerde kullanılan boyaların tamamında boya çeşidine bağlı olarak artış göstermiştir. En fazla artış sentetik boyalı örneklerde olmuştur. Klor kauçuk ve sentetik esaslı boya uygulanmış örneklerde parlaklık değerleri kontrol (boyasız) örneklerle karşılaştırıldığında sırası ile %54 ve %133 artmıştır. Buna göre, uygulamalarda şayet katman parlaklığı önemli ise, ağaç türüne bakılmaksızın sentetik esaslı boyanın tercih edilmesi önerilebilir. Literatürde, düzgün, pürüzsüz ve kusursuz yüzeylerin belirli bir yönden gelen ışığı aynı ya da benzer açı ile yansıttığı bunun da yüzey parlaklığını artırdığı bildirilmiştir [13]. Bu çalışmada, uygulanan boya miktarı ve uygulama şekline bağlı olarak örnek yüzeylerindeki boya katmanları düzgün ve pürüzsüz hale getirildiği için yüzeye gelen ışığı aynı ya da benzer açıda şiddeti azalmadan yansıtmasının parlaklık artışına katkı sağladığı söylenebilir. Sentetik boya katmanında elde edilen parlaklık değerinin klor kauçuklu boyadan fazla oluşunda sentetik boya formülasyonlarında kullanılan yağ ve yağ alkidi bileşeninin etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Yüzeye yapışma direnci (adezyon) değerlendirmesi; Boya katmanlarının yüzeye yapışma değeri üzerinde ağaç türü ve boya çeşidinin anlamlı etkiye sahip olduğu, ağaç türü-boya çeşidi ikili etkileşim etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Ağaç türü düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmalarda en yüksek yüzeye yapışma değeri meşe panellerde elde edilirken 2.ve 3. sıralarda sırasıyla karaçam ve sarıçam paneller yer almıştır. Boya çeşidi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmada sentetik boyalı panellerin yüzeye yapışma değeri klor kauçuklu boyalı panellerden daha yüksek bulunmuştur. Sentetik boya uygulanmış meşe örneklerin yapışma direnci karaçam ve sarıçam örneklerle karşılaştırıldığında sırasıyla %3 ve %11 artış göstermiştir. Buna göre yüzeye yapışma direnci (adezyon) sıralamasında ağaç türleri meşe, karaçam ve sarıçam şeklinde sıralanmaktadır. Yapışma direncinin meşe odununda yüksek çıkmasında, malzeme yoğunluğunun fazla olmasının ve halkalı traheli

oluşu nedeniyle yüzeyde derin trahe çukurlarının bulunmasının (kaba tekstür) etkili olduğu söylenebilir. Literatürde boya/vernük katmanlarının yüzeye yapışma direncini üç adezyon şeklinin belirlediğini, bunların spesifik adezyon, kimyasal adezyon ve mekanik adezyonun olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, mekanik adezyonun boyanın ağaç malzeme üzerindeki yapışma yüzeyi alanı ile ilgili olduğu, ağaç malzemenin tekstürü ve trahe çukurları ile hücreler arası boşlukların az ya da fazla oluşunun sonuca etki ettiği belirtilmektedir [43]. Diğer taraftan, karaçam ve sarıçam odununda odunun hücre çeperinde bulunan reçine ve yağların yüzeye yapışma direncini (adezyonu) azalttığı düşünülmektedir. Literatürde, İğne yapraklı ağaç malzemelerinin yapışma direncinin yapraklı ağaç malzemelerinden daha düşük olduğuna işaret edilerek, ağaç türü düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmada en yüksek yapışma direnci kayında, en düşük göknarda tespit edilmiştir. Bu durum kayın malzemenin dağınık küçük traheli ve homojen yapısı nedeniyle düzgün bir yüzeye sahip olması, dolayısı ile yüzeyde güçlü bir spesifik adezyon oluşturmamasından kaynaklanmış olabileceği şeklinde yorumlanmıştır [49]. Efe [50] Ağaç türleri ortalama yapışma direnci değerlerine göre vernük katmanlarının adezyonunu meşede 32.43 N/mm², sarıçamda 13,81 N/mm² olarak bulduğunu duyurmuştur. Meşe odununda yoğunluğun fazla ve kaba tekstürü nedeniyle vernük katmanı ile ağaç malzeme yüzeyi arasındaki temas alanlarının büyüdüğünü, dolayısıyla iki farklı malzeme moleküllerinin birbirine daha fazla yaklaşmasının adezyon kuvvetinin artmasına sebep olabileceğini bildirmiştir. Atar [51] Ağaç türüne göre yüzeye yapışma direnci en yüksek doğu kayınında (7.347 N/mm²), en düşük sarıçamda (5.087 N/mm²) bulunmuştur. Buna göre, yapışma direncinde ağaç türünün etkili olduğu, bu etkinin özellikle ağaç malzeme yoğunluğundan ve yüzey özelliklerinden kaynaklanabileceğini ifade etmiştir.

Çizilme direncinin değerlendirmesi; Boya katmanlarının çizilme direnci üzerinde boya çeşidinin anlamlı etkiye sahip olduğu, ağaç türü ile ağaç türü-boya çeşidi ikili etkileşim etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Boya çeşidi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmada, deneylerde kullanılan boyaların çizilme dirençleri arasındaki farkın anlamlı olduğu, en yüksek çizilme direncini klor kauçuklu boya ile boyanmış deney örnekleri verirken, sentetik boyanın çizilme direncinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Literatürde boya/vernük katmanlarının sivri uçlu sert bir cisimle çizilebilmesinin boya/vernük reçinesinin molekülleri arasında kurulan moleküler bağların (kohezyonla) gücüyle ilgili olduğu bildirilmiştir. Boya katmanının çizilebilmesi için öncelikle bir cismin sert, sivri ucunun katmana girmesi ve katmanın derinliklerine ilerlemesi, bu arada reçine

molekülleri arasında oluşan bağların kopartılması gerekir ki buna ancak moleküller arasında kurulan zayıf bağlar izin verebilir. Ayrıca, çizilme işleminin gerçekleşebilmesi için katmana girmiş olan sert sivri ucun ileri geri hareket ettirilmesi gerekir. İleri geri hareket sonucunda, moleküler kohezyon zarar görür, moleküller arasında oluşan bağlar parçalanır ve katman çizilir [13]. Bir başka çalışmada, boya/vernük katmanlarının yüzeyde oluşturdukları katmanın yapısı ne kadar sıkı, moleküller birbirine ne kadar yakın olursa katmanın o kadar zor çizileceği ifade edilmiştir [21]. Kaygın [22] En yüksek çizilme mukavemetinin akrilik ve selülozik boyalarda elde edildiğini, sentetik boyanın çizilmeye karşı daha az mukavemet gösterdiğini belirtilmiştir. Başka bir literatürde; ağaç türü ve vernük çeşidinin çizilme direncine etkilerinin 0.05 yanılma olasılığı ile istatistiksel anlamda önemli bulunduğu, ağaç türü – vernük çeşidi ikili etkileşim etkisinin ise bilimsel olarak anlamlı olmadığı rapor edilerek, çizilme direnci üzerinde en etkili faktörün vernük çeşidi olduğu bildirilmiştir [19].

Ahşap tekne, yat vb. deniz araçlarının üretiminde bu araştırma sonuçları referans olarak kullanılmak istendiğinde; Ağaç malzeme seçiminde, hücre çeperinde bir sepi maddesi olan tanen bulundurduğu için su ve nem etkilerine dayanıklı olduğu literatürle de desteklenen meşe odununu bu çalışmada da en fazla katman sertliğini verdiği ve en yüksek yüzeye yapışma direncine (adezyon) sahip olduğu için ilk sırada yer almaktadır. Ağaç türü terciğinde alternatif malzeme olarak karaçam düşünülebilir. Karaçam malzemenin de hücre çeperinde ona su ve nem etkisine karşı dayanıklılık kazandıracak reçine ve yağ bulunmakla birlikte, bu ekstraktif maddelerin boyaların yapışma direncini azaltabildiği de gözden uzak tutulmamalıdır.

Koruyucu katman oluşturmak üzere boya çeşidi ile ilgili tercih kullanılırken, teknenin darbe, çarpma, vurulma ve çizilme gibi mekanik zorlanmalara maruz kalacak kısımlarında çizilme direnci bakımından en yüksek değere sahip olan klor kauçuklu boyalar kullanılmalıdır. Mekanik zorlanmalardan uzak ve yüzeylerinin daha parlak olması istenen kısımlarda sentetik boya tercih edilebilir. Böyle kullanımlarda sentetik boya aynı zamanda daha yüksek yapışma direnciyle avantaj sağlayabilir. Bu sonuçların ahşap tekne inşa sektöründe değerlendirilmesiyle teknik ve ekonomik anlamda fayda sağlayacağı gibi müşterilerine daha iyi bilgilendirilme ve ürün tanıtımı yapılarak hizmet kalitesinde artışı sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Seferoğlu, D. (2008). *Üstyüzey İşlemlerinin Ağaç Malzemenin Yanma Direncine Etkilerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-9.
2. Kaygın, B. (2002). *Ahşap Tekne Yapımında Kullanılan Ağaç Türlerinin Diri Ve Öz Odunlarının Yapışma Dirençlerinin Karşılaştırılması*, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-3.
3. Ulay, G. (2018). *Yat Ve Tekne Mobilyalarında Kullanılan Bazı Ağaç Türlerine Uygulanan Termal Modifikasyon ve UV Yaşlandırma İşlemlerinin Vernik Katman Performansları Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 7-8.
4. Pelit, H., Korkmaz, M., Budakçı, M. (2017). *Farklı Ahşap Malzemelerin Bazı Fiziksel Özelliklerine Su İtici Maddelerin Etkileri*, Düzce Üniversitesi, 4th International Furniture and Decoration Congress,672-681.
5. Şanıvar, N., (2001). *Ağaçşleri Üstyüzey İşlemleri*, Dördüncü Baskı, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 193.
6. Sönmez, A. (1995). *Üst Yüzey İşlemleri Ders Notu*, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 12-13.
7. Budakçı. M. (1997). *Ahşap Verniklerinde Katman Kalınlığının Sertlik, Parlaklık Ve Yüzey Yapışma Mukavemeti*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,4-8.
8. Sarı, S. (2012). *Alüminyum Sülfat'ın Poliüretan Vernik Uygulamalarında Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-3.
9. Özgenç, Ö. (2014). *Doğu Karadeniz Bölgesi Yayla Evlerinde Kullanılan Ahşap Malzemenin Dış Hava Koşullarına karşı dayanımının arttırılması*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 30-53.
10. Sabit, T. (2016). *Tekne İmalatında Ahşap Malzeme Seçimi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, *Gemi İnşaat Ve Deniz Bilimleri Dergisi*, 13-22.
11. Ulay, G., Çakıcıer, N. (2017). *Yat ve Tekne İmalatında Kullanılan Odun Türlerine Uygulanan Hızlandırılmış Yaşlandırma (UV) İşleminin Koruyucu Katman Üzerine Etkisi*, Düzce Üniversitesi, 4th International Furniture and Decoration Congress,451-459.
12. Ayala, Ü., Çakıcıer, N., (2017). *Thermowood Metoduna Göre Isıl İşlem Görmüş Ve Su-Bazlı Tek/Çift Bileşenli Vernik Uygulanmış Bazı Ağaç Türlerinde Hızlandırılmış Uv Yaşlandırmanın Çizilme Direncine Etkisinin Belirlenmesi*, Düzce Üniversitesi, 4th International Furniture and Decoration Congress,134-149.

13. Sönmez, A.(1989). *Ağaçtan Yapılmış Mobilya Da Üst Yüzey İşlemlerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel Ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara, 85-89.
14. Çağlar A., Çağlar, H., Tezel, H. (2019). Geleneksel Kastamonu Evleri'nin Ahşap Yapı Elemanlarında Bozulma, *3rd International Symposium On Innovative Approaches In Scientific Studies (Fine Arts, Design And Architecture)*, 276-279.
15. Gürtekin, A. Ve Oğuz M., (2002). *Mobilya Ve Dekorasyon Gereç Bilgisi*, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, İstanbul, 71-76.
16. Budakçı, M., (2003). *Pnömatik Adezyon Kuvvet Deney Cihazı Tasarımı, Üretimi Ve Ahşap Verniklerinde Denenmesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
17. Atar, M., (1999). *Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemede Üst Yüzey işlemlerine Etkileri*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 15-17.
18. Budakçı, M., Karal İ., (2017). Ağaç Malzemede Renk Açma İşleminin Antifungal Etkisi, Düzce üniversitesi, *4th International Furniture and Decoration Congress*, 64-77.
19. Altıparmak, M. (2017). *Ahşap Yatlarda Kullanılan Çeşitli Verniklerin Farklı Ağaç Malzemeler Üzerindeki Performanslarının Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 21-23.
20. Özen, R., Sönmez., (1999). Effect Of Exterior Exposure On The Hadrness Of Varnishes Coating, *Tübitak Turkish Journal Of Agriculture And Forestry*, 323-328.
21. Özdemir, T., (2003). *Türkiye’de Yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 115-117.
22. Kaygın, B. (1997). *Ahşap Yüzeyde Kullanılan Opal Boyaların Dayanım Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 90.
23. TS 2470, (1976). Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler, *TSE*, Ankara.
24. Kart, Ş. (2017). *200°C'nin Üzerinde Isıl İşlem Uygulanan Ve Verniklenen Odunun Dış Ortam Koşullarında Fiziksel Performans Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Kocaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 16-17.
25. Örs, Y., Keskin, H. (2001). *Ağaç malzeme teknolojisi*. 1. baskı, Gazi Kitabevi, Ankara.
26. Kezik, U. (2017). *Asli Ağaç Türlerimizin Ekolojisi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak İlmi Ve Ekoloji A.B.D.

27. Gürleyen, T. (2018). *Isıl İşlem Görmüş Bazı Ağaç Türlerine Uygulanan Sentetik Vernik, Su-Bazlı Vernik Ve Tik Yağı Katmanlarının Hızlandırılmış Uv Yaşlandırma Etkisine Karşı Direncinin Saptanması*, Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 65-68.
28. TS 39 (2016). Boyalar-Organik çözücülü-Son kat, *Türkiye Standartları Enstitüsü*, Ankara, (13-15).
29. İnternet: Filli Boya Yağlı Boya-Parlak, URL:
https://www.filliboya.com/upload/cmsbrand/brandcontentfile/tds-sentetik-218_yagli-boya-parlak_61278.pdf Son Erişim Tarihi: 05.07.2020.
30. MEB (2011). *Tekne Ve Yat Üst Yüzey İşlemleri*. Gemi Yapımı, Ankara.
31. İnternet: Tekno Spt Antifouling, URL: <http://www.teknomarin.com.tr/wp-content/uploads/2015/01/TEKNO-SPT ANTIFOULING-TR.pdf>, Katalog No: 7000 – 504, FP.01.03.Rev 00. Son Erişim Tarihi: 05.07.2020.
32. TS 11651(2017). Astar Boya ve Macun - Yağ Reçinesi Esaslı, *Türkiye Standartları Enstitüsü*, Ankara, 18-20.
33. İnternet: Filli Expert Sentetik Astar URL:
https://www.filliboya.com/upload/cmsbrand/brandcontentfile/expert_sentetik_astar_tds_8cbe3b.pdf Son Erişim Tarihi: 05.07.2020.
34. İnternet: Teknosilver Anticorrosive URL: <http://www.teknomarin.com.tr/wp-content/uploads/2015/01/TEKNOSILVER ANTICORROSIVE-TR.pdf>, Katalog No: 3000 – 110, FP.01.03.Rev 00 Son Erişim Tarihi: 05.07.2020.
35. ASTM D7787 / D7787M-13, (2013). Standard Practice for Selecting Wood Substrates for Weathering Evaluations of Architectural Coatings, *ASTM International*, West Conshohocken, PA.
36. TS 2471 (2005). Odunda, Fiziksel Ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, *Türkiye Standartları Enstitüsü*, Ankara.
37. ASTM D-4541-17, (2017). Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers, *ASTM International*, West Conshohocken, PA.
38. TS EN ISO 4624, (2016). Boyalar ve vernikler- Yapışma için çekme deneyi, *Türkiye Standartları Enstitüsü*, Ankara, 23-24.
39. TS 6035., EN ISO 3251, (1997). Boyalar ve Vernikler, Boya, Vernik ve Bağlayıcılarda Uçucu Olmayan Madde Tayini, *TSE.*, Ankara, 2-3.
40. ASTM D 1005, (2001). Standard Test Method for Measurement of Dry-Film Thickness of Organic Coatings Using Mikrometers, *American Society for Testing and Materials*, 10-12.

41. ANS/ISO 1522, (2006). Paints and Varnishes - Pendulum Damping Test Approved as an American National Standard by ASTM International.
42. Söğütü, C. (1998). *Konut Mutfak Tezgâhlarında Kullanılan Malzemelerin Mekanik Etkilere Karsı Performanslarının Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 29-30.
43. Sönmez, A. (2000). *Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri 1, Hazırlık ve Renklendirme. Ders Kitabı*, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 19-20.
44. TS 4318 EN ISO 2813, (2002). Boyalar ve vernikler-Metalik olmayan boya filmlerinin 20, 60 ve 85 açılarda parlaklık tayini, TSE, Ankara, 1-16.
45. Pelit, H. (2014). *Yoğunlaştırma Ve Isıl İşlemin Doğu Kayını Ve Sarıçamın Bazı Teknolojik Özellikleriyle Üstyüzey İşlemlerine Etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, 66-68.
46. Pelit, H. (2007). *Ağaç Malzeme Rutubet Miktarının Su Bazlı Vernik Katman Özelliklerine Etkisi*, Yüksek lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, 39-40.
47. TS EN 15186, (2012). Furniture - assessment of the surface resistance to scratching, Türkiye Standartları Enstitüsü, Ankara.
48. Aksu, S. (2009). *Dekor Kâğıdı Ve Reçine Tipinin Yonga Levhaların Fiziksel – Mekanik Ve Yüzey Kalitesine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 63-65.
49. Budakçı, M., Sönmez, A. (2010). *Bazı Ahşap Verniklerin Farklı Ağaç Malzeme Yüzeylerindeki Yapışma Direncinin Belirlenmesi*, Gazi Üniversitesi. Mühendislik Mimarlık. Fakültesi. Dergisi. Cilt 25, No 1, 111-118.
50. Efe, H., Gürleyen, L., (2007). *Farklı zımparalarla zımparalanmış ve poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış bazı ağaç malzemelerin yapışma dirençleri*, Politeknik Dergisi, 10 (2): 185-189.
51. Atar, M., (2007). *PVAc Tutkalında Viskozite Değişiminin Bazı Ağaç Malzemelerde Yapışma Direncine Etkileri*, Politeknik Dergisi, 10 (1): 85-91.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KARAKOÇ, Hamdi
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 01.05.1992, Hakkâri
 Medeni hali : Bekâr
 Telefon : 0 (553) 095 46 89
 e-mail : karakoç.hamdi@gazi.edu.tr



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi / Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği	2013
Lise	Hakkâri Endüstri Meslek Lisesi	2007

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2019	Hakkâri	Öğretmen (MEB)

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Karakoç, H., Sönmez, A. ve Bülbül, R. (2020, 28 Şubat-1 Mart). *Ahşap tekne yapımında kullanılan bazı yerli ağaç türlerine uygulanan boyaların sertlik ve parlaklık özelliklerinin belirlenmesi*. UMBAK, I. International Scientific Researches Congress, 67-76, Ankara.

Hobiler

Bilimsel Kitap Okuma, Teknoloji, Yüzme, Doğa Yürüyüşü



GAZİ GELECEKTİR...