

SU BAZLI VERNİK UYGULANMIŞ YÜZEY
ÜZERİNDEKİ ISIL İŞLEMİN ETKİLERİ
Beytullah KAZAN
Yüksek Lisans Tezi
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı
Nisan – 2009

SU BAZLI VERNİK UYGULANMIŞ YÜZEY ÜZERİNDEKİ ISIL İŞLEMİN ETKİLERİ

Beytullah KAZAN

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZALP

Nisan – 2009

KABUL VE ONAY SAYFASI

Beytullah KAZAN'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı SU BAZLI VERNİK UYGULANMIŞ YÜZEY ÜZERİNDEKİ ISIL İŞLEMİN ETKİLERİ başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

/ /2009

Üye : Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZALP (Danışman)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Bülent KAYGIN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Cemal KOÇAK

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Atalay KÜÇÜKBURSA
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

SU BAZLI VERNİK UYGULANMIŞ YÜZEY ÜZERİNDEKİ ISIL İŞLEMİN ETKİLERİ

Beytullah KAZAN

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZALP

ÖZET

Ahşap en önemli yapı malzemelerinden birisidir. Ağaç malzemeyi önemli kılan özelliklerinin başında onun, higroskopik, anizotrop ve organik yapıda oluşu gelmektedir. Mamul olarak kullanılan ağaç birçok durumda dış etkilere karşı korunmada tek başına yetersiz kaldığından ekonomik ömrünün uzatılabilmesi için uygun koruma uygun tekniklerinin uygulanması gerekir. Bu çalışmada, ağaç malzemeye uygulanan ısı işlemi verniklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla ilk olarak Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* M.) ağacından elde edilen deney örnekleri su bazlı vernikler ile verniklemiş sonra 100, 125 ve 150 °C sıcaklıkta 2, 4 ve 6 saat süre ile bekletilmişlerdir.

Araştırma sonuçlarına göre 100 °C'de 2 saat ısı işlemi tabii tutulan tüm numunelerin yapışma direnci ve parlaklık değerlerinde iyileşmeler görülürken 100 °C'de 4, 6 saat 125 °C ve 150 °C'de 2, 4, 6 saat ısı işlemi tabii tutulan numunelerde olumsuzluklar tespit edilmiştir. Ayrıca 100 °C, 125 °C ve 150 °C'de 2, 4, 6 saat ısı işlemi tabii tutulan tüm numunelerin sertlik değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Uygulama yapılan ağaç türlerinin hepsinde çift komponentli verniğin tek komponentli verniğe göre daha üstün olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Isıl işlem, Parlaklık, Sertlik direnci, Su bazlı vernik, Yapışma direnci.

BASED ON SURFACE WATER VARNISH WAS APPLIED TO THE HEAT TREATMENT EFFECT OF

Beytullah KAZAN

Furniture And Decoration Education, Master's Thesis, 2008

Advisor: Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZALP

SUMMARY

Wooden is one of the most important construction materials. Being hygroscopic, anisotropic and organic forms are the important characteristics for a wood material. Wooden is weak against the external effects. So, it is necessary to apply proper protection techniques to improve its economic life. In this study, the effects of the heat treatment of wooden materials on hardness, brightness and adhesive resistance of varnishes were investigated. For this purpose, firstly *Pinus sylvestris* L., *Fagus orientalis* L. and *Castanea sativa* M. wooden samples were varnished by the water based varnish and after that they were kept in temperatures of 100 °C, 125 °C and 150 °C for times of 2, 4 and 6 hours.

According to test results it was determined that while the hardness and adhesive resistance were improved for all samples which were processed 2 hours in temperatures of 100 °C, the brightness adhesive resistance and brightness of the samples which were processed 4 and 6 hours in 100 °C and 2, 4 and 6 hours in 125 °C and 150 °C were deteriorated. Furthermore, it was observed that the hardness resistance of all samples which processed for 2, 4 and 6 hours in 100 °C, 125 °C and 150 °C were high.

In the experimental applications of the whole wood species are seen couple component varnish according to single component varnish which is highest grade values.

Key Words: Heat treatment, Brightness, Adhesive resistance, Water based varnish, Hardness.

TEŐEKKÜR

Öncelikle bu alıőmamın yürütücülüğünü üstlenen, her türlü desteği sağlayan danışman hocam; Yrd. Do. Dr. Murat ÖZALP'e, alıőmanın gerçekleőmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Osman GÖKTAŐ, Dr. Hilmi TOKER, Arő. Grv. Hakan ŐİMŐEK, Arő. Grv. Őemsettin DORUK, Arő. Grv. Hüseyin YEŐİL hocama, Sinan SARI ve çalışma süresince desteğini esirgemeyen aileme ve emeği geçen herkese bütün içtenliğimle saygı ve őükranlarımı sunarım.

Beytullah KAZAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER ve GRAFİKLER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Ağaç Malzeme.....	6
2.1.1. Sarıçam.....	6
2.1.2. Kayın.....	7
2.1.3. Kestane.....	8
2.2. Vernikler.....	8
2.2.1. Su Bazlı (çözücülü) Vernikler.....	8
2.3. Isıl İşlem Uygulamaları.....	10
2.3.1. Ağaç Malzeme Isıl İşlem Prosesini Etkileyen Faktörler.....	10
2.3.2. Isıl İşlem Prosesi.....	11
3. MATERYAL VE METOD.....	13
3.1. Ağaç Malzeme.....	13
3.2. DeneY Örneklerinin Hazırlanması.....	13
3.3. Vernik.....	13
3.3.1. Vernik Uygulaması.....	14
3.4. Isıl İşlem Uygulamaları.....	14
3.5. Yapıştırıcı.....	15
3.6. Deneme Yöntemleri.....	15
3.6.1. Katı Madde Tayini.....	15
3.6.2. YüzeY Yapışma Testi.....	16
3.6.3. Pandüllü Sertlik Testi.....	18
3.6.4. YüzeY Parlaklık Ölçümü.....	19
3.6.5. Kuru Film Kalınlığı Tayini.....	20

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
4. BULGULAR.....	21
4.1. Sertlik Direnci Ölçümleri (Salınım).....	21
4.2. Yapışma Direnci Ölçümleri (Mpa)	23
4.3. Parlaklık Ölçümleri	25
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	28
KAYNAKLAR DİZİNİ	29
EKLER.....	32
EK 1. SERTLİK DİRENCİ SONUÇLARI	32
EK 2. YAPIŞMA TESTİ SONUÇLARI.....	34
EK 3. PARLAKLIK TESTİ SONUÇLARI	36

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Yapışma Test Cihazı (Adezyon Tester)	16
3.2. Çekme Silindirlerinin Kalıp Yardımıyla Yüzeğe Yapıştırılması	17
3.3. Çekme Silindiri Çevresinin Katmana Kadar Kesilmesi	17
3.4. Pandüllü Sertlik Ölçüm Cihazı.....	18
3.5. Boya / Vernik Katmanı Yüzeğe Parlaklık Ölçüm Cihazı	19
5.1. Vurmalı Çalgılardan Ksilofon	28

ÇİZELGELER ve GRAFİKLER DİZİNİ

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Verniklerin Teknik Özellikleri.....	14

GRAFİKLER DİZİNİ

<u>Grafik</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Çam Ağacı Sertlik Direnci (Salınım) Değerleri.....	21
4.2. Kayın Ağacı Sertlik Direnci (Salınım) Değerleri.....	22
4.3. Kestane Ağacı Sertlik Direnci (Salınım) Değerleri.....	22
4.4. Çam Ağacı Yapışma Direnci (Mpa) Değerleri	23
4.5. Kayın Ağacı Yapışma Direnci (Mpa) Değerleri	24
4.6. Kestane Ağacı Yapışma Direnci (Mpa) Değerleri	25
4.7. Çam Ağacı Parlaklık Değerleri	25
4.8. Kayın Ağacı Parlaklık Değerleri.....	26
4.9. Kestane Ağacı Parlaklık Değerleri.....	27

1. GİRİŞ

Ahşap, ağaçlardan elde edilen önemli bir yapı malzemesidir. Ağaç malzeme, insanlık tarihinin başlangıcından itibaren yakacak, silah ve barınak olarak insanlara hizmet vermeye başlamış, günümüzde ise gelişen teknolojiyle kullanım alanı değişik alanlara sıçramıştır. Günümüzde odun hammaddesinin bina yapımı, mobilya ve dekorasyon işleri, parke, müzik aleti, tel direği, travers olarak masif halde, kaplama levha, kontrplak, yonga levha, lif levha, kâğıt ve karton üretimi gibi 10.000 civarında kullanım yeri bulunduğu bilinmektedir. Ayrıca, suni ipek, fotoğraf filmleri, patlayıcı maddeler, sentetik sünger, etil alkol, asetik asit, hayvan yemi, sentetik vanilin gibi birçok maddenin üretilmesinde de odun hammaddesinden yararlanılmaktadır [1].

Ağaç malzemenin, dezavantajlı özelliklerini gidermek, estetik değerini artırmak, temizlik (hijyen) ve dış etkilere karşı korunmasını sağlamak için üst yüzey işlemleri çok eskiden beri uygulanmaktadır. Mobilya üretiminde farklı yapıda ağaç türleri ve üst yüzey gereçleri kullanılmaktadır. Üst yüzey gereçleri arasındaki yapısal farklılıklar katman özelliklerine de etki etmektedir. Sonuçta hem yapısal özelliklerinde, hem de katman özelliklerindeki bu farklılaşma vernik sistemlerinin uygulama alanlarını, uygulama yerlerini belirleyen ve sınırlayan önemli bir etken haline gelmektedir [2].

Üstyüzey işlerinde kullanılan koruyucu örtü gereçleri iki temel elemandan meydana gelmektedir. Birincisi katman yapma özelliğindeki katı madde ikincisi ise bu katı maddeyi çözen ve yüzeye sürülmesini sağlayan çözücü sıvılardır.

Katman yapma özelliğindeki, katı veya jel kıvamındaki doğal yada yapay reçinelerin uygun çözücülerle eritilmiş haline vernik, bunların renk pigmentleriyle renklendirilmiş halincede boya denir. Vernikler ve boyalar yapısal özellikleri göz önüne alındığında çok çeşitli hazırlanabilmektedir [3].

Isıl işlemler odun koruma teknolojisi konuları içerisinde yer almakta olup, önemli amacı ağaç malzemedeki boyutsal stabilizasyonun iyileştirilmesi ve odunun doğal dayanıklılığının herhangi bir koruyucu madde kullanılmaksızın artırılmasıdır. Isıl işlemler sırasında yüksek sıcaklık etkisiyle odun hemiseluloz, lignin vb. komponentlerin bozunmasına neden olacak bir dizi kimyasal değişimler ve reaksiyonlar meydana gelmekte ve odunun yapısında değişimler oluşmaktadır. Isıl işlem proseslerinde uygulanan sıcaklık ve uygulama süresi malzemenin kullanılacağı yere göre seçilmektedir. Genel olarak yüksek dayanıklılık istenen kullanım yerleri için 150 °C üstündeki sıcaklıklar, bina içi kullanımlar için 150 °C'nin altındaki sıcaklıklar

uygulanır [4].

Dünyada tüketilen boyaların büyük bir bölümü uzun yıllardır kullanılmaya alışılmış olan solvent bazlı boyalar olmuştur. Ancak 1970 yılında ABD’de imzalanmış olan ‘Clean Air Act’ ile diğer ülkelerde benzerlikleri nedeni ile boya uygulamalarında ortaya çıkan uçucu organik bileşiklerin ‘Volatile Organic Component-VOC’ azaltılması ve önümüzdeki yıllarda öngörülen limit değerlerinin düşük tutulması gibi nedenlerle su bazlı vernik ve boyaların önemi artmıştır [3].

Su çözücülü vernik, akrilik üretan reçinelerden elde edilen tamamen renksiz bir verniktir. Üretimdeki bağlayıcı, poliüretan ve akrilik reçineler, solvent olarak su ve eter glikol kullanılır. Parlak vernik üretiminde bileşime pigment katılmazken yarı mat olanlarda matlaştırıcı maddeler kullanılmıştır [5].

Su çözücülü sistemlerde esas çözücü su olmakla birlikte katman yapıcı olarak kullanılan reçineler su ile tam olarak çözünemediğinden yardımcı solventlerin kullanılmasına ihtiyaç duyulur. Bu sistemde kuruma mekanizması suyun buharlaşması esasına göre kurulu olup, su genellikle yardımcı solventlerden önce ayrılır. Kuruma aşamasında katmandan en son ayrılan solvent önem taşımaktadır. Çünkü karşılaştırılması muhtemel birçok katman kusuru bu son ayrılan solventin özelliklerine bağlı olarak giderilebilir. Başlangıç kuruması da yine yardımcı solventler tarafından belirlenir ve genellikle kurumayı yavaşlatmak üzere yardımcı solvent olarak, glikol eter, dietilen glikol, monobutil eter, diaseton alkol ve butoksi etanol kullanılır. Uygulama ortamının bağıl nemi yüksek olduğunda, suyun buharlaşması zorlaştığı için yardımcı solventler daha önce ayrılır. Hâlbuki yardımcı solventlerin yayılmayı kolaylaştırma, bileşenlerin homojen karışımını sağlama ve devam ettirme gibi önemli katkıları vardır. Yardımcı solventlerin seçiminde hata yapıldığı veya olası kusurlu oluşumların önüne geçmek için gerekli önlemlerin alınmadığı durumlarda katman özellikleri bozulur, film karakteristikleri zayıflar, çatlak, mat ve donuk katman oluşumları görülebilir. Bu sisteme ait boya/vernikler katman yapıcılarının özelliklerine bağlı olarak farklı kuruma, katman ve uygulama özelliklerine sahiptir. Ağaç işleri endüstrisinde kullanılmak üzere hazırlananların henüz geliştirme çalışmaları son şeklini almadığı için, özellikleri ile ilgili kesin bilgiler vermek yanıltıcı olabilir [6].

Su çözücülü vernik, sararma yapmayıp renksiz ve kokusuzdur. Kuruması kimyasal olanlar dönüşümsüz katmanlar verir. Birden fazla kat aynı günde uygulanabilir. Temizlik maddeleri, yağlar ve sirke asitine karşı dayanıklıdır. Yaş film kalınlığı 70 -80 µm, olduğunda kuru film kalınlığı 25 - 35 µm olmakta, yoğunluğu ise 20 °C’de 1,03±0,05 g/cm olup ambalajındaki görünümü sütümsü bir sıvıdır [5].

Su çözücülü vernikler, basit ve ucuz işlerde cila bezi, fırça, rulo, sünger vb. ile elle uygulanabilir. Katman kalitesi ve üretim hızı yüksek işlerde püskürtme tabancası, silindirik vernik sürme makinesi ve lak dökme makinesi kullanılmaktadır. Uygulamanın yapıldığı ortamdaki havanın sıcaklığı ve bağıl nemi önemli olup, sınırlar sıcaklıkta 20 °C, bağıl nemde ise maksimum % 70 olmalıdır. Su çözücülü boya/verniklerin kuruma süreleri de solvent çözücülüler gibi kısa olduğu için, katman kalitesi uygulama ve kurutma ortamındaki tozdan olumsuz etkilenir. Bu yüzden su çözücülü boya/vernikler tozsuz ortamlarda uygulanmalıdır. Diğer taraftan kurutma ortamında sürekli olarak havaya karışan su buharı bir süre sonra havayı doymuş hale getirir. Bağıl nemi artan ortamda kurutulmak istenen verniğin kuruma süresi uzar. Bu yüzden sürme ve kurutma ortamının iyi havalandırılarak nem ile doymuş hale gelmiş havanın taze hava ile yer değiştirmesi sağlanmalıdır. Taze havanın ortama ısıtıldıktan sonra verilmesi kurutma süresini kısaltır [6].

Odunun ısıtılma işlemine tabi tutulması konusunda ilk bilimsel çalışmalar 1930 yılında Alman bilim adamları Stamm ve Hansen tarafından, 1940 yılında A.B.D.'li bilim adamı White tarafından yapılmıştır. 1950'lerde Germans Bavendam, Runkel ve Buro bu konuda çalışmalara devam etmişlerdir. 1960'larda Kollman ve Schneider, 1970'lerde Rusche ve Burmester yine bu konuda çalışmışlardır. 1990'larda bu konuda Hollanda, Finlandiya ve Fransız bilim adamları oldukça fazla çalışma yapmışlardır [7, 8].

Isıl işlem proseslerinde prensip olarak su buharı ve yüksek sıcaklıklar kullanılır. Proses şartları bu nedenle koroziv özellik taşımakta ve odundan su ve çeşitli bileşenler ayrışmakta ve buharlaşmaktadır. Isıl işlemlerde kullanılan ekipmanlar paslanmaz çelikten yapılmakta ve uygulanan yüksek sıcaklıklar nedeniyle özel hazırlanmış radyatör ve güvenlik ekipmanları tercih edilmektedir. Ayrıca, prosesler sırasında odundan ayrışan bileşenler koku vb. oluşumlar yarattığından bunları çevre ve insanlara zararlarının minimum düzeyde olması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir [9].

Esas ısıl işlem fazında sıcaklık 185 °C ile 215 °C – 240 °C'ye kadar çıkarılabilmektedir. Isıl işlem sırasında, ister herhangi bir şekilde kurutulmuş keresteye uygulansın, ister yüksek sıcaklıklarda kurutmanın devamı olarak uygulansın, sıcaklık yükselmesi nedeni ile yangın tehlikesi ortaya çıkmaktadır. Bu tehlikeyi önlemek için ısıl işlem ortamı koruyucu madde buharı ile beslenir. Yüksek sıcaklıklarda saf kızgın buhar içerisinde kurutmada ısıl işlem ortamı, kurutma ortamı olan saf kızgın su buharıdır. Saf kızgın su buharı ısıl işlem aşamasında da koruyucu buhar görevi yapmakta ve odunun yanmasını engellemektedir [10,11]. Asıl ısıl işlem fazının süresi, ağaç türüne, kereste kalınlığına, odunun kullanım yerinin özelliklerine göre

değişmekte olup, genellikle 2-3 saattir [12].

Kondisyonlama ısı işlem prosesinin son aşamasını teşkil etmektedir. Bu fazda, ağaç malzeme kontrollü olarak soğutulmakta ve sıcaklık azalması odunda iç gerilmelere neden olmayacak şekilde düzenlenmektedir. Ayrıca bu aşamada odunun rutubet miktarı yine kontrollü olarak ağaç malzemenin kullanım yerinin özellikleri dikkate alınarak belirlenir ve belirlenen rutubete ulaşması sağlanır. Odunun kullanım yeri ve amacı bilinmiyorsa genellikle %5-7 arasında olması istenmektedir. Uygulanan sıcaklık ve ağaç türüne bağlı olarak bu faz 5 ile 15 saat arasında değişebilmektedir [12].

Isıl işleme uygulanan ağaç malzeme bina elemanları, kuru şartlarda kullanılacak mobilyalar, döşeme malzemesi, bahçe mobilyası, sauna elemanları banyo elemanları ve kapı-pencere doğramalarında, panjur, ses bariyerleri vb. kullanım yerlerine sahip olmaktadır [13].

Budakçı (2003), Koruyucu katmanlarda yapışmanın ölçülebilir olduğu ancak, mutlak anlamda ölçülemediği belirtilerek, bu amaçla yapılan testlerin yapışmadaki fiziksel kuvveti tam olarak açıklayamadığı fakat göreceli yapışma performansının bir işareti olabileceği açıklanmıştır [14].

Yakın (2001), Değişik ağaç türleri üzerine farklı yöntemlerle uygulanan farklı tipteki su bazlı verniklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin solvent bazlı verniklerden daha düşük olduğu belirtilmiştir [3].

Sönmez (1989), Ağaçtan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan vernik katmanlarının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemeti ile kuru ve ıslak sıcaklık, sigara ateşi, aseton, deterjan, asetik asit ve sodyum hidroksite dayanıklılıkları bakımından, vernik katmanlarını karşılaştırmıştır. Yapılan araştırma sonuçlarında, vernik katmanlarının sertliğinde ağaç cinslerinin farklılaşmasının etkili olmadığını, asıl etkinin vernik türüne ait olduğunu ve polyester vernikte 139,2 ortalama ile en fazla sertlik değerini, poliüretan parlak verniğin 98,6 ortalama ile en fazla parlak katman yapan vernik olduğunu tespit etmiştir [15].

Budakçı (1997), Ahşap verniklerinde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkilerini araştırmış, 3. kat vernik uygulamalarının sertlik üzerinde etkili olmadığını ancak parlaklık artışına neden olduğunu ve polimerik esaslı verniklerde, katman kalınlığını arttırmanın yüzeye yapışma mukavemetini arttırdığını tespit etmiştir [16].

Highley, Kicle (1990), Her geçen gün azalan orman alanlarına ters orantılı olarak kişi başına tüketimin artması, ağaç malzemenin daha uzun süre kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ağaç malzemenin yüzeylerini dış etkilere karşı korumak amacıyla değişik vernik katmanı ile

kaplamak en yaygın olarak kullanılan bir yöntem olduğunu bildirmiştir [17].

Atar (1999), Emprenyeli ve doğal haldeki sarıçam, Doğu kayını, kestane ve sapsız meşe odunlarında 6 grup çözelti ile renk açma işlemi yapılmış, yüzeylerine su bazlı ve sentetik vernik uygulanmış, renk açma gereçlerinin verniklerin yüzeye yapışma direncini ortalama % 3-5 azalttığı, su bazlı vernikte en iyi sonucun elde edildiği belirtilmiştir [18].

Budakçı (2003), Koruyucu katmanların yüzeye yapışma direncini ölçmek için pnömatik sistemle çalışan adezyon deney cihazı tasarlayıp üretimini gerçekleştirmiş, örnek bir çalışma yapmak üzere sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) göknar (*Abies* sp.), doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sapsız meşe (*Quercus Petrae* L.) odunları üzerine selülozik, poliüretan, akrilik ve su çözücülü vernik uygulayarak, vernik katmanlarının yüzeye yapışma direncini belirlemiştir. Farklı ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan farklı vernik katmanlarının yüzeye yapışma direncine, ağaç türü ve vernik çeşidi etkisinin önemli, deney cihazı ve katman kalınlığı farklılığının etkisinin önemsiz olduğunu, yapraklı ağaçlarda verniklerin yapışma direncinin yüksek, iğne yapraklı ağaçlarda ise düşük çıktığını ve en yüksek yapışma direncinin, polimerizasyonunu malzeme yüzeyinde tamamlayan poliüretan ve akrilik verniklerde elde edildiğini tespit etmiştir [1].

Söğütlü (2004), Yoğunluk ile yapışma direnci arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yaptığı regresyon analizi sonucunda; yoğunluğu yüksek olan ağaç malzemenin yapışma direncinin de yüksek olduğunu tespit etmiştir [19].

Holzhausen, Millow, Adler (2002) Su esaslı boya/vernikleri fiziksel ve kimyasal yaşlandırmaya maruz bırakarak, boya/verniklerin yapısında iç gerilimin oluşmasına, kırılabilirliğin artmasına sebep olduğunu ortaya koymuşlar, katmanın çatlamaya karşı direncinin en yüksek olduğu sıcaklık derecelerinin 25°C, 40°C ve 60°C olduğu bildirilerek 80°C, 100°C, 120°C ve 140°C sıcaklıklardaki yaşlandırma sonunda katmalarda sertlik ölçümlerinde artış olduğunu tespit etmişlerdir [20].

Çalışmanın Amacı ve Katkıları

Bu çalışmanın amacı; verniklenmiş ağaç malzemeye uygulanan ısı işlemi, verniğin sertliğine, yapışma ve parlaklık özelliklerine etkilerini belirlemek ve bu işlem sonucunda ahşap malzeme üzerinde meydana gelecek çeşitli durumların, üretimde kullanılabilirliğini araştırmak ve çeşitli sektörlerde uygulanmasını sağlamaktır. Çalışma sonucunda su bazlı vernik uygulanmış malzemeye uygulanan ısı işlemi sonrası, malzemenin bazı müzik aletlerinde kullanılabileceği tespit edilmiş ve müzik sektörüne de katkısı olabileceği düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ağaç Malzeme

Ağaç genellikle tek bir gövdesi olan kök, gövde, dal ve yapraklardan oluşan uzun ömürlü, canlı ve odunsu bir bitki olup diğer canlı varlıklar gibi hücrelerden oluşmaktadır [35].

Bitkiler aleminin ağaç ve ağaççık dediğimiz üyelerinin ana maddesini oluşturan odun, doğal olarak yetişen organik bir cisimdir. Bütün organik cisimler gibi ağaçların da özellikleri çok değişiktir. Hiçbir ağaç cinsinin özellikleri diğerine tamamen benzemediği gibi aynı türün yapısı, yetişme ortamı farklarından dolayı yine birbirine benzemez [35].

Bu araştırmada, ülkemizde mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, iğne yapraklı ağaçlardan Sarıçam (*Pinus silvestris L.*), yapraklı ağaçlardan Doğu Kayını (*Fagus orientalis L.*) ve Kestane (*Castanea sativa M.*) kullanılmıştır. Deney örnekleri, tesadüfi seçilen 1. sınıf ağaç malzemedan, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, renk ve yoğunluk farkı olmayan, yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde ve diri odun kısımlarından, ASTM-D 358 ve TS 801 esaslarına göre hazırlanmıştır [21].

2.1.1. Sarıçam (*Pinus Silvestris L.*)

Türkiye’de çoğunlukla Kuzey Anadolu bölgesinde görülür [36]. Yurdumuzda yaklaşık 700.000 hektarlık bir alanda gerek saf gerekse Ladin, Gökmar, Kayın, Meşe, Karaçam gibi türlerle karışık ormanlar oluşturmaktadır. Türkiye’de kuzeyde Ayancık ile Pınarbaşı arasında, batıda Orhaneli ile Kağızman arasında yoğun olarak bulunmaktadır. Genel olarak 1000-2500 metreler arasında toplu halde bulunmaktadır [37].

Sarıçam, 20 - 40 metreye kadar boylanabilen narin gövdeli, ince dallı ve sivri tepeli olabildiği gibi, dolgun gövdeli, yayvan tepeli ve kalın dallı, bazı hallerde fakir topraklar üzerinde çalı halinde bodur bir vaziyette de olabilir. Genç gövdelerde, yaşlı ağaçların yukarı kısımlarında ve kalın dallarda tilki sarısı rengindeki kabuk ince levhalar halinde ayrılmaktadır. Yaşlı gövdelerde ise gri renkli, kahverengi ve çatlaklıdır. Genç sürgünleri yeşilimsi bir renktedir. İkinci yıldan itibaren bu renk gri kahverengine dönüşür [37].

Sarıçam; diri odunu geniş (yarıçapın üçte biri kadar), sarımsı veya kırmızımsı beyaz, öz odunu ise açık kırmızımsı kahve renklidir. Yıllık halka sınırları çok belirli ve hafif dalgalıdır. Radyal ve teğet kesitleri parlak, sık ve geniş reçine kanalları olan yumuşak odunlu bir ağaç türüdür [38].

Tam kuru yoğunluğu 0,49 gr/cm, hava kurusu yoğunluğu 0,52 gr/cm 'tür. Liflere paralel yönde basınç direnci 550 kg/cm, liflere dik yönde ise 77 kg/cm' dir [38].

Sarıçamın dar yıllık halkalı olanları doğramacılıkta, daha geniş yıllık halkalı olanları ise binaların karkas kısmında kullanılmaktadır. Bundan başka kontraplak imalatında, kesme kaplama levha üretiminde, tornacılıkta, kimyasal odun hamuru elde edilmesinde, emprenye edildiği takdirde travers olarak, tel direği, maden direği, bayrak direği ve su içi inşaatlarda kullanılmaktadır [39].

2.1.2. Kayın (*Fagus Orientalis L.*)

Kuzey yarım küresinin ılıman ve serin bölgelerinde saf veya karışık ormanlar kuran kayının yaklaşık sekiz türü bulunmaktadır. Çok geniş bir coğrafi yayılımı vardır. Batı, Orta ve Güney Avrupa'da saf, bazen de Avrupa köknarı, ladin ve sarıçam ile karışık ormanlar oluşturur. Subatlantik iklimin ağacıdır. Bol yaz yağışı ister. Mineral maddesi ve kalkerli zengin toprakları sever. Kuraklıktan, durgun sudan zarar görür. Kayının en belirgin özelliği açık gri veya koyu gri renkli kabuklarının ağaçların hayatı boyunca çatlamadan düz ve pürüzsüz olarak kalmalarıdır. Kışın yaprağını döken orman ağaçlarıdır. İkinci önemli karakteristiği tomurcukların sürgünlere gürgenlerde olduğu gibi yatık değil onlarla açı yapacak şekilde dizilmiş olmasıdır. Budak yerlerinde Çinli bıyığı teşekkülü karakteristik özelliğidir. Genel coğrafi yayılımı Bulgaristan, Türkiye, Kafkasya ve İran'dır. Ülkemizde en geniş yayılımını ve en iyi gelişimini Karadeniz Bölgesinde yapar. Demirköy'den Hopa'ya kadar Karadeniz sahiline paralel uzanan dağların orta veya yüksek kısımlarında, kuzeye yönelik yamaçlarında saf ve karışık ormanlar kurar. Güney Anadolu'da Adana'nın Pos ormanlarında, Amanos dağlarında ve Maraş-Andırın yöresinde lokal olarak bulunur. Ülkemizde en yaygın ormanlar kuran türü doğu kayınıdır. Kayınların orman sahasındaki oranı % 8,5'tir. 30-50 m kadar boylanabilen birinci sınıf orman ağaçlarıdır. Yaşlı gövdelerde bile kabuk çatlamadan, düz pürüzsüz kalabilmektedir [35].

Kayın, olgun odunlu ağaçlar gurubundadır. Odun tabii halde kırmızımsı beyaz, fırınlanmış halde tuğla kırmızısı renktedir. D leri yaşlarda meydana gelen kırmızımsı kahve renkli ve içlerinde daha koyu şeritler bulunan bir öz odun (kırmızı yürek) oluşur. Genellikle 80-100 yaşlarında oluşan bu yalancı öz odunu kusur sayılır. Kırmızı yürek odunun doğal güzelliğini bozar ve emprenye edilemez. Ayrıca gevrek yapıda olup asitli koku yayar [38].

Tam kuru yoğunluğu 0,63 gr/cm, hava kurusu yoğunluğu 0,66 gr/cm 'tür. Liflere paralel yönde basınç direnci 644 kg/cm, eğilme direnci ise 870 kg/cm 'dir [38].

Son yıllarda çok geniş kullanım yeri bulmuştur. Kontraplak, araba, parke, ayakkabı kalıbı, ambalaj sandığı, oyuncak, sandal ve fırın kürekleri, alet sapları, iş ve marangozluk tezgâhları, maden direği, yakacak odun, emprenye edildiği takdirde travers üretimi, lif ve yonga levha, ambalaj fiçileri, ayakkabı topuğu yapımında kullanılır. Özellikle masif mobilya, lambri, spor aletleri, bobin, tornacılık, müzik aletleri, dekoratif kaplama levha, fiçi sanayii, karoser yapımı, merdiven basamağı, döşeme, vagon, gemi yapımında yararlanılır. Ayrıca kâğıt sanayinde nötral sülfür yarı kimyasal metodu ile değerlendirilebilmektedir. Bu metotla elde edilen selülozdan ambalaj kâğıdı, mukavva, yazı kâğıdı, yüzey kâğıdı ve özel kartonların yapımında kullanılmaktadır. Lif ve kâğıt odunu olarak, karoser yapımı, odun kömürü, odun katranı ve asetik asit elde edilmesinde de yararlanılır [39].

2.1.3. Kestane

Rus -Türk sınırından itibaren kuzey sahilleri boyunca İstanbul civarındaki Belgrad ormanlarına kadar uzanır. Ayrıca Marmara ve Batı Anadolu'da da bulunur, Güneyde ise yoktur. Orman sahasının % 1,4'ünü kaplar.

Diri odunu 2-5 yıllık halkadan ibaret olup çok dar ve kirli sarımsı beyaz renktedir. Öz odun ise açık ile koyu kahve renkleri arasındadır. Çürümeye karşı öz odun tanen ihtiva ettiğinden çok dayanıklıdır. Kestane odunu orta derecede sert, orta derecede ağır, eğilme kabiliyeti düşük ve şok mukavemeti orta derecededir. Tanence zengin bir odunu vardır. Kuruması yeknesak olup kolay işlenir ve kolay yararılır.

Bu ağacın odunu yapı kerestesi olarak, bükme mobilyada, gemi inşaatında, tel direği, fiçi imali, bağ sırıkları, çit ve kazıklarda, alet sapları imalatında, küfe ve sepet imalatında, yakacak odun ve kömür olarak kullanılmaktadır. Ayrıca sepi maddeleri imalatında hem kabuğu, hem de odunu kullanılmaktadır. Meyvesinden de istifade edildiği malumdur [40].

2.2. Vernikler

2.2.1. Su Bazlı (Çözücülü) Vernikler

Su içerisinde çok küçük polimer damlacıklarının homojen şekilde dağıtıldığı sistemlerdir (Sütte olduğu gibi). Suyun buharlaşması ile polimer tanecikleri kaynaşır ve kuru film oluşturur [41].

Boya-vernük üretiminde çözücü olarak genellikle solventler kullanılmaktadır. Birçok Avrupa ülkesinde çevre koruma ve insan sağlığına verilen önem artıkça solvent kullanımı azaltılmaya başlamış ve bu konudaki zorlamalar artmıştır. Çözümüne yardımcı olmak üzere

yapılan hukuki düzenlemeler boya-vernük üretiminde su çözücülü polimerlerin kullanımını hızlandırmıştır. Aslında su çözücülü sistemler boya olarak uzun zamandan beri bilinmekte ve kullanılmaktadır. Akrilik emülsiyon polimerleri ya da akrilik lateksler olarak tanıtılan bu boyalar daha çok inşaat sistemlerinde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Bu boyalar inşaat sistemlerinde yaygın kullanım alanı bulurken, benzer sistemler suyun ağaç ve metal malzemeler ile uyumlu kullanılamayacağı endişesini doğurmuştur. Bunun sonucu olarak su çözücülü sistemlerin metal ve ağaç işleri sektörlerine girişı ve gelişmesi oldukça yavaş olmuştur. Sistemin ağaç işleri sektörüne girişini güçleştiren sebepler, ilk zamanlarda kullanılan örneklerinin ağaç malzemede lif ve doku kabarmasına sebep olması, tamir bakım imkânlarının az oluşu ve mobilya fabrikalarının cila hatlarındaki kurutma kabinlerinin metal kısımlarının su buharı etkisiyle paslanabileceği endişesinden kaynaklanmıştır [42].

Sadece ağaç işleri endüstrisinde kullanılan kadarı ile solvent çözücülü boya-vernüklerin kullanımından kaynaklanarak atmosfere salıverilen organik esaslı uçucu bileşiklerin (Volatile Organic Compounds-VOC) önemli miktarlarda olduğu düşünülürse, su çözücülü sistemlerin önemi kendiliğinden ortaya çıkar. Konu ile ilgili olarak, Avrupa'da boya-vernük üreticileri, kullanıcıları ve çevre korumacılar 1979 yılında su çözücülü sistemlere en kısa zamanda ve mutlaka geçilmesi hususunda görüş birliğine varmışlardır. Su ile çözünen reçinelerin önemlilerinden birisi olan akrilik kopolimerler ağaç işlerinde kullanılabilecek özelliklerde üretilebilmektedir. Şu anda ülkemizdeki ticari etkinlikleri fazla olmasa da önümüzdeki yıllarda kullanımının çok fazla yaygınlaşacağı söylenebilir. Örneğin; Almanya'da 1990'lı yılların başından beri çıkartılan kanunlar ile getirilen kısıtlamalardan sonra çevre dostu ürünlerin kullanımında hızlı bir artış olmuştur. 1990-1994 yıllarında solvent çözücülü boyaların tüketim miktarı % 40 tan % 31'e gerilemiştir [42].

Su çözücülü vernük, akrilik üretan reçinelerden elde edilen tamamen renksiz bir vernüktür. Üretimdeki bağlayıcı, poliüretan ve akrilik reçineler, solvent olarak su ve eter glikol kullanılır. Parlak vernük üretiminde bileşime pigment katılmazken yarı mat olanlarda matlaştırıcı maddeler kullanılmıştır [5].

Su çözücülü sistemlerin solvent çözücülü sistemlere göre, yüzey gerilimini azaltma, pigment ıslatıcılığını artırma, köpüklenmeyi azaltma ve emülsiyon yapıcı maddeleri kontrol altında tutma gibi konularda sorunları bulunmaktadır. Buna karşın bazı reçinelerin karışabilirliği ve birlikte kullanılması gibi, solvent çözücülü sistemlerde çok defa mümkün olmayan üretim esneklikleri ve imkanları vardır. Örneğin solvent çözücülü sistemlerde polyester-akrilik reçine karışabilirliği söz konusu olmaz iken su çözücülü sistemlerde bu mümkün olabilmektedir.

Bundan başka, su çözücülü sistemlerde bileşime katılan bazı katkı maddeleri ile kuruma zamanı kısaltılabilmektedir. Örneğin zirkonyum alkid su bazlı sistemlerde kuruma zamanını kısaltır. Aminlerin bu amaçla kullanılması sakıncalı olabilir. Zira nötrleştirilmeyen amin artıkları ile okside olma özelliğindeki katkı maddeleri sararmaya sebep olur [42].

Su çözücülü sistemlerde esas çözücü su olmakla birlikte katman yapıcı olarak kullanılan reçineler su ile tam olarak çözünemediğinden yardımcı solventlerin kullanılmasına ihtiyaç duyulur. Bu sistemde kuruma mekanizması suyun buharlaşması esasına göre kurulu olup, su genellikle yardımcı solventlerden önce ayrılır. Kuruma aşamasında katmandan en son ayrılan solvent önem taşımaktadır. Çünkü karşılaştırılması muhtemel birçok katman kusuru bu son ayrılan solventin özelliklerine bağlı olarak giderilebilir. Başlangıç kuruması da yine yardımcı solventler tarafından belirlenir ve genellikle kurumayı yavaşlatmak üzere yardımcı solvent olarak, glikol eter, dietilen glikol, monobutil eter, diaseton alkol ve butoksi etanol kullanılır. Uygulama ortamının bağıl nemi yüksek olduğunda, suyun buharlaşması zorlaştığı için yardımcı solventler daha önce ayrılır. Halbuki yardımcı solventlerin yayılmayı kolaylaştırma, bileşenlerin homojen karışımını sağlama ve devam ettirme gibi önemli katkıları vardır. Yardımcı solventlerin seçiminde hata yapıldığı veya olası kusurlu oluşumların önüne geçmek için gerekli önlemlerin alınmadığı durumlarda katman özellikleri bozulur, film karakteristikleri zayıflar, çatlak, mat ve donuk katman oluşumları görülebilir [42].

Su çözücülü sistemlerde kullanılan reçinelerde hidroksil (-OH) ve karboksil (-COOH) fonksiyonellikleri vardır. Katman yapıcı olarak, suda çözünen akrilik, poliüretan, polyester ve bazı alkid reçineler tek olarak veya modifikasyon amacı ile birkaçı birlikte kullanılmaktadır. Kuruma reaksiyonları genel hatları ile iki molekülün kaynaşması veya iki parçaya ayrılmış elemanların iyonları arasında bağ kurulması (Hidroliz) şeklindedir. Bu nedenle solvent çözücülü sistemlerden farklıdır. Polimerizasyon reaksiyonlarının kullanımı genellikle "Çözelti ve Emülsiyon" polimerizasyonu şeklindedir [13].

2.3. Isıl İşlem Uygulamaları

2.3.1. Ağaç Malzeme Isıl İşlem Prosesini Etkileyen Faktörler

Kullanılan ağaç malzemenin kalite özellikleri ısıl işlemler sonucu elde edilen ürünün de kalitesini doğrudan etkileyebilmektedir. Esas olarak tüm ağaç türü odunlarına ısıl işlem prosesleri uygulanabilir, fakat proses parametrelerinin her bir ağaç türü için optimize edilmesi gerekmektedir. Ağaç türlerinde lignin, selüloz ve hemiselüloz gibi odun bileşenlerinin farklı oranlarda bulunuşu, farklı yıllık halka yapısı, farklı lif uzunlukları vb. değişiklikler ısıl işlem

uygulamalarında dikkate alınması gereken hususları oluşturmaktadır. Çam ısıtma işlemleri için iyi bir ağaç türü olmasına karşın, en büyük problem reçine sızması olarak bilinmektedir. Bu hem ağaç malzemenin planlanması sırasında güçlükler çıkarabildiği gibi ısıtma işlemi ekipmanlarına da zararlar verebilmektedir. Fakat ısıtma işlemi sırasında odununda reçine miktarının azalması da bazı kullanım yerleri için avantaj oluşturabilmektedir. Ladin odunu çam kadar ısıtma işlemlerinde tercih edilmemesine rağmen, özellikle dış kullanımlar için tercih edilen bir ağaç türüdür. Bunun bir nedeni, ladin odunundaki budakların çam odunundakiler kadar ısıtma işlemlerine dirençli olmayışı ve işlemler sonrasında gevşeyerek düşmesidir. Reçine problemi çamda olduğu gibi ladinde de bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Huş gibi ağaç türleri ise işlemler sırasında güzel renk ve yüzey kalitesi nedeniyle tercih edilmektedir ve çoğunlukla bina içi uygulamalarda kullanılmaktadır. En büyük problem ise işlemler sonrasında dönmelerin meydana gelmesidir. Isıtma işlemi görmüş kavak odunu ise yine bina içi uygulamalarda ve sauna yapımında tercih edilir. Yeknesak bir rengin elde edilmesinin güçlüğü ve çatlama eğiliminin yüksek oluşu en önemli dezavantajları olarak sayılabilir. Bununla birlikte uygun sıcaklık ve sürelerde işlem tamamlandığında bu problemler ortadan kalkmakta ve uygun malzeme elde edilebilmektedir [31,32]. Ayrıca budak gibi kusurlar da önemli faktörlerden sayılmakta ve ısıtma işlemi uygulanacak ağaç malzeme sadece sağlam ve kaynamış budakların bulunmasına standartlar çerçevesinde izin verilmektedir. Kabuklu budaklar ve düşen budaklara ise izin verilmemektedir. Bununla birlikte, çatlak oluşumları, mavi renklenme, koyu yada açık öz odun oluşumu, diğer renklemeler, hücre çökmeleri vb. kusurlar da başlangıç materyalinde kabul edilmemektedir [31].

2.3.2. Isıtma İşlemi Prosesi

Isıtma işlemi proseslerinde prensip olarak su buharı ve yüksek sıcaklıklar kullanılır. Proses şartları bu nedenle koroziv özellik taşımakta ve odundan su ve çeşitli bileşenler ayrışmakta ve buharlaşmaktadır. Isıtma işlemlerinde kullanılan ekipmanlar paslanmaz çelikten yapılmakta ve uygulanan yüksek sıcaklıklar nedeniyle özel hazırlanmış radyatör ve güvenlik ekipmanları tercih edilmektedir. Ayrıca, prosesler sırasında odundan ayrışan bileşenler koku vb. oluşumlar oluşturduğundan bunları çevre ve insanlara zararlarının minimum düzeyde olması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir [31].

Yaş haldeki keresteye ısıtma işlemi uygulamasında genel olarak ilk aşama kurutma aşaması olup, kurutmanın başarısı işlemin başarısını etkilemektedir. Bu fazda uygulanan sıcaklık 100 °C'nin üzerinde olduğu için "yüksek sıcaklıkta kurutma" olarak da adlandırılmaktadır [31,33]. Yüksek sıcaklık derecelerinde kurutmada kurutma ortamını, çok az hava katılımı olan su buharı

veya saf kızgın su buharı yada kızgın yağlar teşkil eder. Saf kızgın buhar içerisinde kurutma ortamının sıcaklığı ne olursa olsun yaş kerestenin sıcaklığı 100 °C'nin üstüne çıkmaz. Kurutmanın sonuna doğru rutubet azaldıkça kereste sıcaklığı yükselir ve ortamın sıcaklığına uyar. Yüksek sıcaklıkta kurutma süresi klasik kurutmaya göre kısadır. Keza yüksek sıcaklık nedeni ile kurutma gerilmeleri daha az etkili olduğundan, kurutma kalitesi de daha iyidir [34,35].

İkinci aşama esas ısı işlem fazı olup, sıcaklık 185 °C ile 215 °C – 240 °C'ye kadar çıkarılabilmektedir. Isıl işlem sırasında, ister herhangi bir şekilde kurutulmuş keresteye uygulansın, ister yüksek sıcaklıklarda kurutmanın devamı olarak uygulansın, sıcaklık yükselmesi nedeni ile yangın tehlikesi ortaya çıkmaktadır. Bu tehlikeyi önlemek için ısı işlem ortamı koruyucu madde buharı ile beslenir. Yüksek sıcaklıklarda saf kızgın buhar içerisinde kurutmada ısı işlem ortamı, kurutma ortamı olan saf kızgın su buharıdır. Saf kızgın su buharı ısı işlem aşamasında da koruyucu buhar görevi yapmakta ve odunun yanmasını engellemektedir [34,35]. Asıl ısı işlem fazının süresi, ağaç türüne, kereste kalınlığına, odunun kullanım yerinin özelliklerine göre değişmekte olup, genellikle 2-3 saattir [31,32].

Kondisyonlama ısı işlem prosesinin en son aşamasını teşkil etmektedir. Bu fazda, ağaç malzeme kontrollü olarak soğutulmakta ve sıcaklık azalması odunda iç gerilmelere neden olmayacak şekilde düzenlenmektedir. Ayrıca bu aşamada odunun rutubet miktarı yine kontrollü olarak ağaç malzemenin kullanım yerinin özellikleri dikkate alınarak belirlenir ve belirlenen rutubete ulaşması sağlanır. Odunun kullanım yeri ve amacı bilinmiyorsa genellikle % 5-7 arasında olması istenmektedir. Uygulanan sıcaklık ve ağaç türüne bağlı olarak bu faz 5 ile 15 saat arasında değişebilmektedir [31,32].

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Ağaç Malzeme

Anatomik yapıları ve tekstür farklılığı nedeniyle ağaç malzemenin üstyüzey işlemlerine etkisi de farklılıklar göstermektedir. Bu araştırmada, ülkemizde mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, iğne yapraklı ağaçlardan Sarıçam (*Pinus silvestris* L.), yapraklı ağaçlardan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* M.) kullanılmıştır.

3.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Deney örnekleri, tesadüfi seçilen 1. sınıf ağaç malzemededen, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, renk ve yoğunluk farkı olmayan, yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde ve diri odun kısımlarından TS 53 ve TS 2470 esaslarına göre hazırlanmıştır [36.37]. Hava kurusu rutubetteki örnekler, 110x110x12 mm ölçüsünde taslak olarak kesilmiş ve % 8 rutubet için 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 42 ± 5 bağıl nem şartlarında, % 10 rutubet için 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 53 ± 5 bağıl nem şartlarında, % 12 rutubet için 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar bekletilmiştir. Örneklerin her bir rutubet miktarı için TS 2471’de belirtilen esaslar çerçevesinde ortalama rutubeti, rasgele seçilen 10’ar örnekte % $8 \pm 0,5$, % $10 \pm 0,5$ ve % $12 \pm 0,5$ olarak belirlenmiştir [38]. Bu durumdaki taslaklar 100x100x10 mm ölçülerine getirildikten sonra, önce 80 kum, sonra 100 kum zımpara ile perdah işlemi yapılmıştır. Zımparalanan yüzeyler verniklenmeden önce yumuşak kıllı bir fırça ile vakum kullanılarak tozdan arındırılmıştır.

Araştırmada her bir ağaç türü, vernik çeşidi ve ısı işlem uygulaması için her ağaç türünden 5 adet olmak üzere toplam 300 adet örnek hazırlanmıştır.

3.3. Vernik

Deney örneklerinin verniklenmesinde; (A) tek komponentli ve (B) çift komponentli (Sayerlack VS 5341+ Sertleştiricisi AH 1547) su bazlı vernikler kullanılmıştır.

Verniklerin viskozite ölçümleri, 4 mm delik çaplı kap akışı ile 20 ± 2 °C sıcaklık 65 ± 5 °C bağıl nemde yapılarak 18 sn (98-100 cP) olarak belirlenmiştir.

Deneylerde kullanılan verniklerin pH değerleri, katı madde miktarları ve kuru film kalınlıkları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneylerde Kullanılan Verniklerin Teknik Özellikleri

Özellikler	Vernik Çeşidi	
	A	B
Katı madde miktarı % ağırlıkça	30±2	36±1
pH metre (25 °C)	8,8	9,2
Katman kalınlığı(µm)	85	130

3.3.1. Vernik Uygulaması

Verniklerin uygulama şartlarına hazır hale getirilmesinde, karışım oranları katman performansını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde ve üretici firmaların önerileri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Örneklerin verniklenmesinde ASTM D-3023 esaslarına uyulmuş verniklerin uyulma şartlarına hazır hale getirilme karışım oranları katman performansını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde ve üretici firmaların önerileri doğrultusunda yapılmıştır. Uzun kılı fırça ile oda sıcaklığında (~15 °C) tatbik edilmiştir.

Birinci firmaya ait vernik (A), ikinci firmaya ait (B) vernik, perdah işlemleri tamamlanan numunelere üretici firma önerileri doğrultusunda dolgu katı olmadan 24 saat aralıklarla, katlar arasında zımpara işlemi yapılmadan üç kat uygulanmış ve üç hafta süre ile kurumaya bırakılmıştır.

Örneklerin yüzeylerine vernik uygulaması, üretici firmaların uygulanması gereken vernik miktarı önerilerine uyularak 0,01 hassasiyetli elektronik tartı ile tartılıp yapılmıştır.

3.4. Isıl İşlem Uygulaması

Isıl işlem kurutulmuş keresteye uygulanmıştır. Isıl işlem süresi, deneyin amacına uygun olarak 2, 4 ve 6 saat olarak belirlenmiş ve deney parçaları 100 °C, 125 °C ve 150 °C' ye kadar olan fırın içersinde bekletilmiştir.

Uygun sıcaklık ve zaman dilimi içersinde bekletilen numuneler kontrollü olarak soğutulmakta ve sıcaklık azalması numunelerde iç gerilmelere neden olmayacak şekilde düzenlenmiştir. Ayrıca bu aşamada malzemenin rutubet miktarı yine kontrollü olarak deney durumları göz önünde bulundurularak % 8±0,5 ortalama rutubete ulaşması için 15 saat bekletilmiştir.

3.5. Yapıştırıcı

Deneyleerde, ASTM D-4541 ve TS EN-24624'e göre çift bileşenli epoksi reçineli vernik katmanları üzerinde çözücü etkisi olmayan ve yüksek yapışma gücüne sahip 404 Çelik Yapıştırıcı 125 ± 10 g/m hesabı ile kullanılmıştır [22,23].

3.6. Deneme Yöntemleri

Tam kuruması sağlanan örnekler, yapışma direnci ölçümleri için TS EN 24624 esaslarına uygun olarak 23 ± 2 °C sıcaklık ve % 50 ± 5 bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında 3 hafta süre ile; sertlik ölçümleri için ANS/ISO 1522 ve parlaklık ölçümleri için TS 4318 EN ISO 2813 esaslarına uygun olarak 23 ± 2 °C sıcaklık ve % 50 ± 5 bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında 3 hafta süre ile kondisyonlanarak deneylere hazır hale getirilmiştir [24,25,26].

3.6.1. 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; vernikler, darası önceden alınan $\varnothing 75 \pm 5$ mm'lik konkav saat camına $5 \pm 0,2$ gram 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 [27].

Katı madde miktarları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$K_m = [(V_u - \text{Ç}_b) / V_u] \cdot 100 \quad (3.1.)$$

Burada;

V_u = Uygulanan vernik (g),

Ç_b = Buharlaşan çözücü (g),

K_m = Katı madde (%)

$$V_u = G-D, \text{Ç}_b = G-E \quad (3.2.)$$

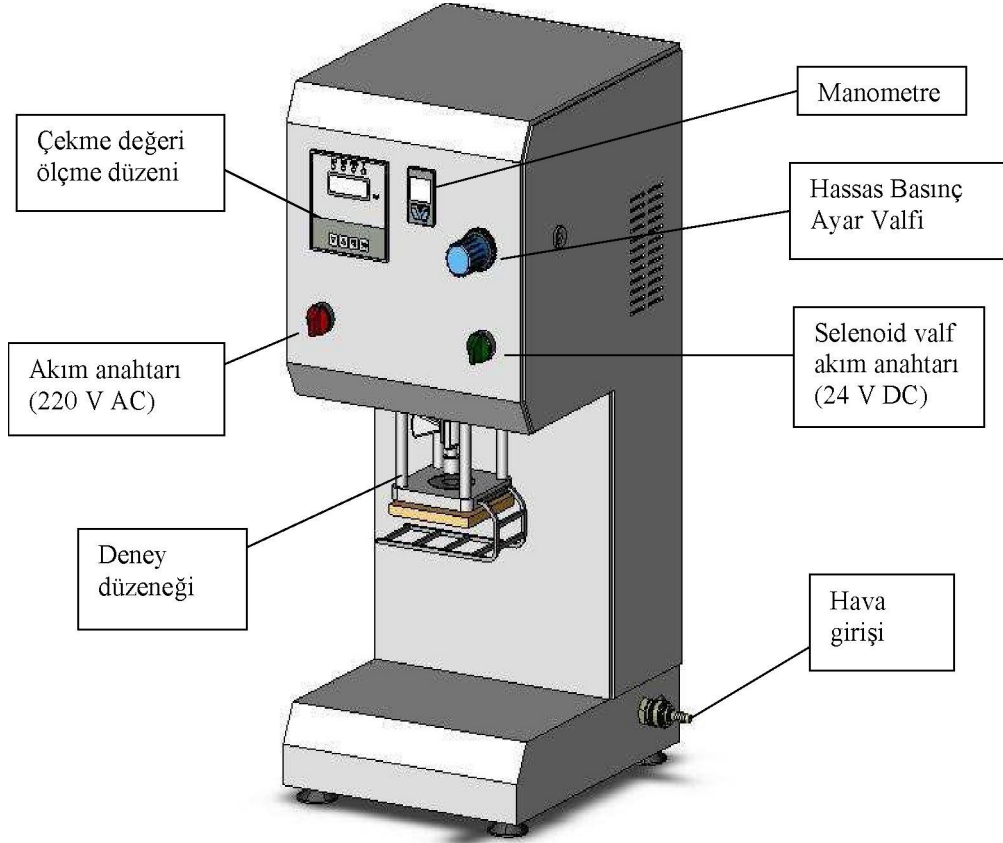
G = Yaş ağırlık (g),

D = Dara (g),

E = Kuru ağırlık (g),

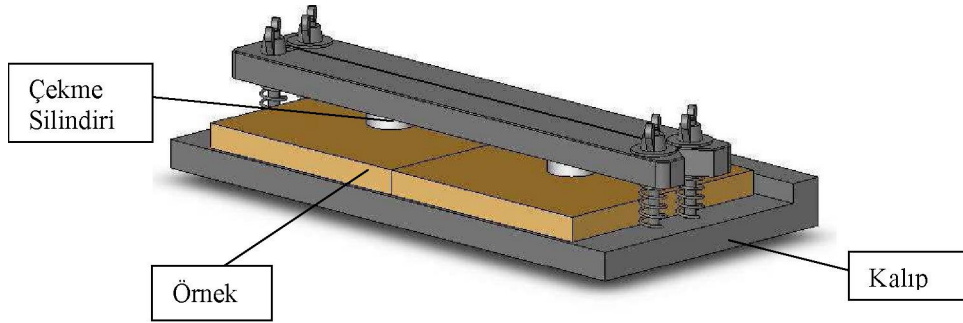
3.6.2. Yüzeye Yapışma Testi

Araştırmada, vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci ASTM D-4541 ve TS EN 24624 esaslarına uyularak, pnömatik sistemle çalışan adezyon test cihazında belirlenmiştir [29, 30].



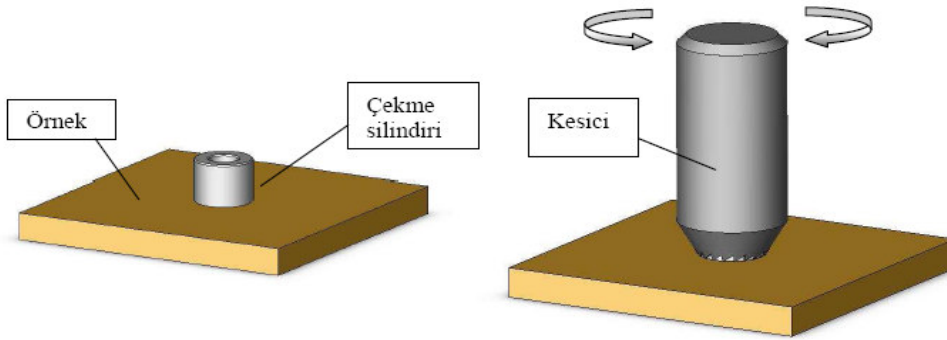
Şekil 3.1. Yapışma Test Cihazı (Adezyon Tester) [14].

Koruyucu katmanla kaplanan ve tam kuruması sağlanan örnek yüzeylerine 20 mm olan çekme silindirleri, kalıp yardımıyla normal oda sıcaklığında yapıştırılmıştır. Jelleşmeye başlayan yapıştırıcı fazlalıkları 2 saat sonra bir ıspatula yardımı ile temizlenmiş ve 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır.



Şekil 3.2. Çekme Silindirlere Kalıp Yardımıyla Yüze Yapıştırılması [14].

Çekme silindiri yapıştırılan yüzeylerdeki katman, malzeme yüzeyine kadar kesici yardımıyla kesilmiştir. İşleme yalnızca yapıştırılan alanın kopartılmasına olanak sağlamıştır [20].



Şekil 3.3. Çekme Silindiri Çevresinin Katmana Kadar Kesilmesi [14].

Adezyon cihazında örnekler yüze yapıştırılan silindirlere çekilerek kopartılmış ve kopma anındaki kuvvet kaydedilmiştir. TS EN 24624 ve ASTM D 4541 standartlarına uyularak çekme gerilmesinin, deneyin 90 saniye içerisinde tamamlanmasına özen gösterilmiştir. Yapışma direnci aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır [28,29].

$$X = 4 F / \pi \cdot d^2 \quad (3.3.)$$

Burada;

F= Kopma anındaki kuvvet (Newton),

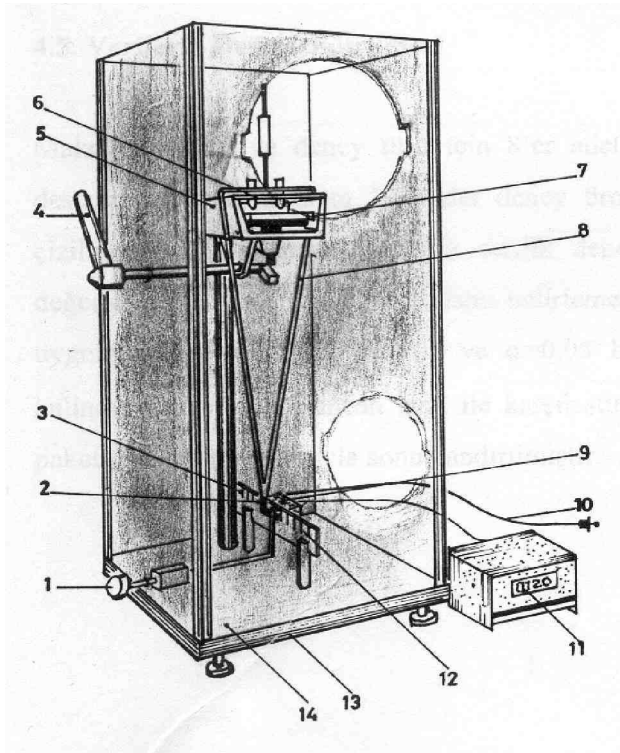
d= Çekme silindirinin çapı (mm)

X= Yapışma direnci (MPa).

3.6.3. Pandüllü Sertlik Testi

Vernik katmanının dış etkenlere dayanıklılığını belirleyen sertlik değerleri ANS/ISO 1522’de belirtilen esaslara uyularak, pandüllü sertlik ölçüm cihazı ile köning yöntemine göre yapılmıştır [30].

Cihaz, örnek platformuna yerleştirilen numune yüzeyinde 63 ± 3.3 HRC sertliğinde ve 5 ± 0.0005 mm çapında iki bilye ile salınım yapan pandül salınımlarına göre katman sertliklerini belirler. Salınım sayısının fazla olduğu yüzeyler sert, az olduğu yüzeyler ise daha düşük sertliktedir [31].



1. Salıverme mili
2. Köning başlangıç noktası
3. Persözbaşlangıç 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
14. Koruyucu muhafaza

Şekil 3.4. Pandüllü Sertlik Ölçüm Cihazı [37].

Vernik uygulamasından sonra tam kuruması sağlanan deney örnekleri ANS/ISO 1522’de belirtilen esaslar çerçevesinde 23 ± 2 °C sıcaklık ve % 50 ± 5 bağıl nem şartlarında 16 saat süreyle kondisyonlanarak ölçümlere hazır hale getirilmiştir [30].

3.6.4. Yüzey Parlaklık Ölçümü

Vernikli yüzeylerin ışığı yansıtma kabiliyetlerinden yararlanılarak TS 4318 EN ISO 2813'de belirtilen esaslar çerçevesinde ölçümleri parlaklık ölçüm cihazı (Gloss-metre) ile yapılmıştır [32].



Şekil 3.5. Boya / Vernik Katmanı Yüzey Parlaklık Ölçüm Cihazı

Gloss-metre, bir ışık kaynağından birbirine paralel veya yaklaşan ışık demetini deney alanına yönelten mercek ile mercek fotosel alıcı penceresinin oluşturduğu alıcıdan meydana gelmektedir [31].

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 [31].

Vernik uygulamasından sonra tam kuruması sağlanan deney örnekleri TS 4318 EN ISO 2813'de belirtilen esaslar çerçevesinde 23±2 °C sıcaklık ve % 50±5 bağıl nem şartlarında 16 saat süreyle kondisyonlanarak ölçümlere hazır hale getirilmiştir. 60°±2° parlaklık seviyesinde test edilerek, elde edilen değerler, parlaklık derecesi 100 olarak kabul edilen siyah kalibrasyon cam paneline göre değerlendirilmiştir [32].

Ölçümler her bir yüzey için liflere paralel olacak şekilde yapıлып bu değerlerin aritmetik ortalamaları A parlak verniği ve B parlak verniği için ayrı ayrı yapılmıştır.

3.6.5. Kuru Film Kalınlığı Tayini

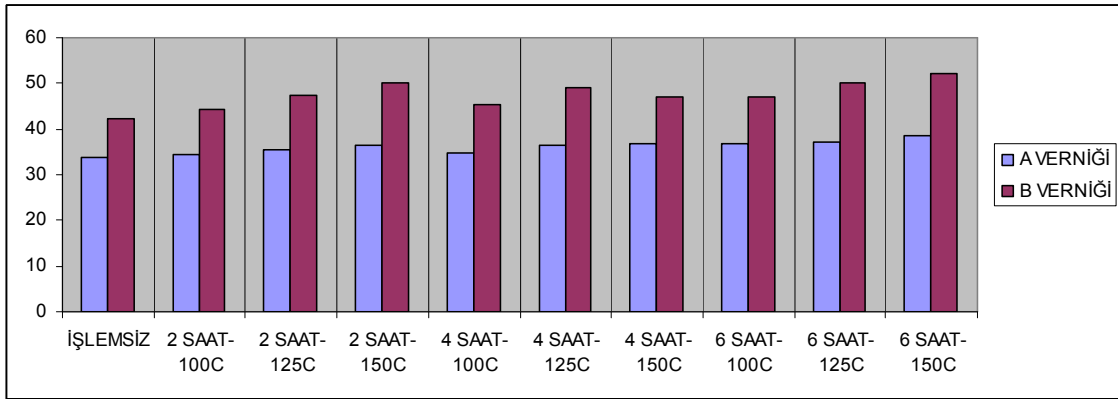
Deneylede vernik film kalınlıkları etkili bir parametredir. Bu sebeple deneylelerden önce, numunelere sürölüp tam kuruması gerçekteşen vernik katmanlarının kuru film kalınlıkları, 5µm hassasiyetle ölçüm yapabilen komperatörle ASTM D-1005 esaslarına uyularak belirlenmiştir [33].

Ölçümlerden önce komperatör tam düzgün ve traşlanmış cam veya sac levha üzerinde dik konumda iken gösterge ibresi sıfır olacak şekilde kalibre edilmiştir. Vernik katmanı gösterge iğnesinin girebileceği büyüklükte parçanın değişik bölgelerinden parça yüzeyine kadar kaldırılmıştır. Cihaz ayakları, vernikli yüzeyde ve alet dik konumda iken açılan kertiklerde ibrenin gösterdiği rakamlar mikron cinsinden okunmuştur. Farklı yerlerden yapılan ölçümlerin ortalamaları alınarak, kuru film kalınlığı hesaplanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Sertlik Direnci Ölçümleri (Salınım)

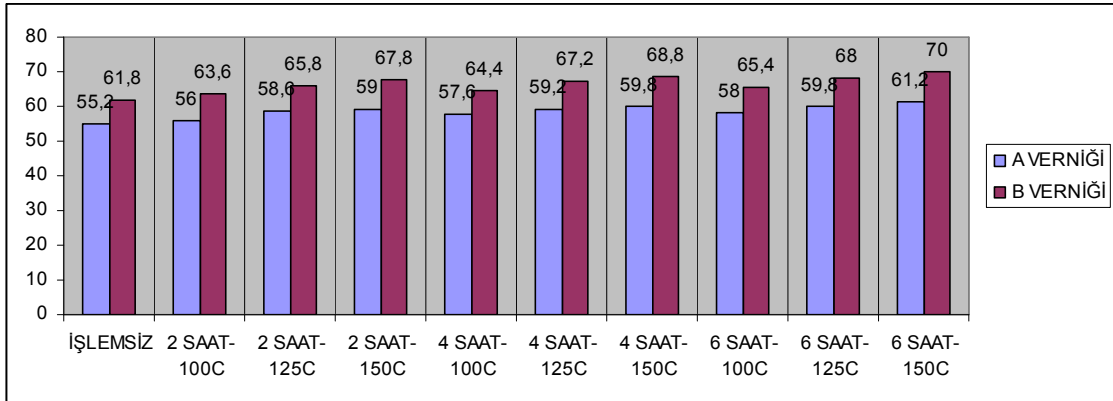
Çam ağacına ait elde edilen sertlik direnci değerleri Grafik 4.1' de verilmiştir.



Grafik 4.1. Çam Ağacı Sertlik Direnci (Salınım) Değerleri

Çam ağacının tek ve çift kompenant vernik uygulamaları sonrasında; sertlik değerleri ısı işlem sıcaklık ve süre durumuna göre ısı işlemsiz numuneler ile ısı işlemlili numunelerin karşılaştırılması sonucu en yüksek değerler çift kompenantlı vernik uygulamasına tabi tutulmuş 150 °C'de 6 saat bekletilen numunelerde görülürken en düşük değerler ısı işlemsiz tek kompenantlı vernik uygulamasına tabi tutulmuş numunelerde görülmüştür. Sertlik değerleri tek kompenant vernik uygulamasına tabi tutulmuş ısı işlemsiz numuneler ile ısı işlemlili numunelerin karşılaştırılması sonucu ısı işlemsiz olarak verniklenen numunelere göre ısı işlemlili numunelerin sertlik değerlerinin daha fazla olduğu görülmüştür. Çift kompenantlı vernikli ısı işlemsiz numuneler ile ısı işlemlili numunelerin karşılaştırılması sonucu ısı işlemsiz olarak verniklenen numunelere göre ısı işlemlili numunelerin sertlik değerlerinin daha fazla olduğu görülmüştür.

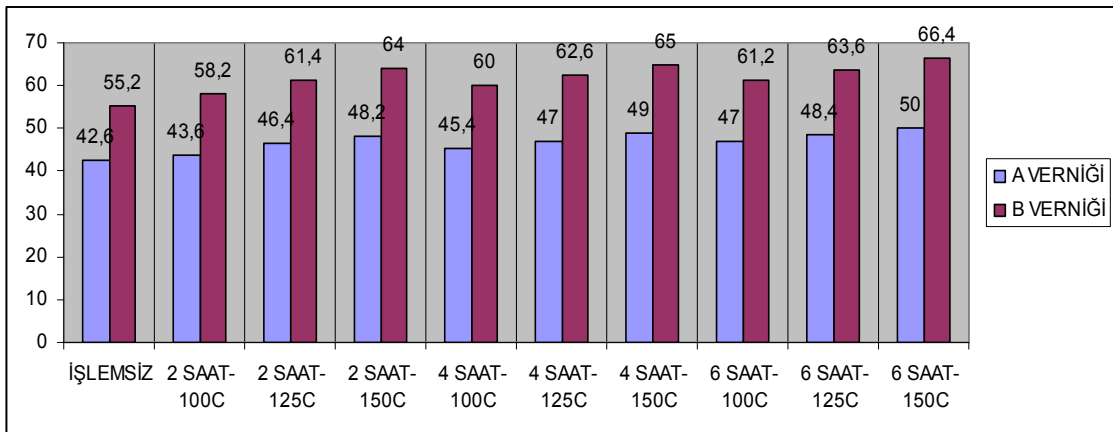
Kayın ağacına ait elde edilen sertlik direnci değerleri Grafik 4.2' de verilmiştir.



Grafik 4.2. Kayın Ağacı Sertlik Direnci (Salınım) Değerleri

Kayın ağacının tek ve çift kompenant vernik uygulamaları sonrasında; sertlik değerleri ısı işlem sıcaklık ve süre durumuna göre en yüksek değer çift kompenantlı 150 °C’de 6 saat bekletilen numunelerde görülürken en düşük değerlerin ısı işlemsiz tek kompenantlı numunelerde görülmüştür. Sertlik değerleri tek kompenantlı vernik uygulamasına tabi tutulmuş ısı işlemsiz numuneler ile ısı işlemlili numunelerin karşılaştırılması sonucu ısı işlemsiz olarak verniklenen numunelere göre ısı işlemlili numunelerin sertlik değerlerinin daha fazla olduğu görülmüştür. Çift kompenantlı vernikli ısı işlemsiz numuneler ile ısı işlemlili numunelerin karşılaştırılması sonucu ısı işlemsiz olarak verniklenen numunelere göre ısı işlemlili numunelerin sertlik değerlerinin daha fazla olduğu görülmüştür.

Kestane ağacına ait elde edilen sertlik direnci değerleri grafik 4.3’ de verilmiştir.

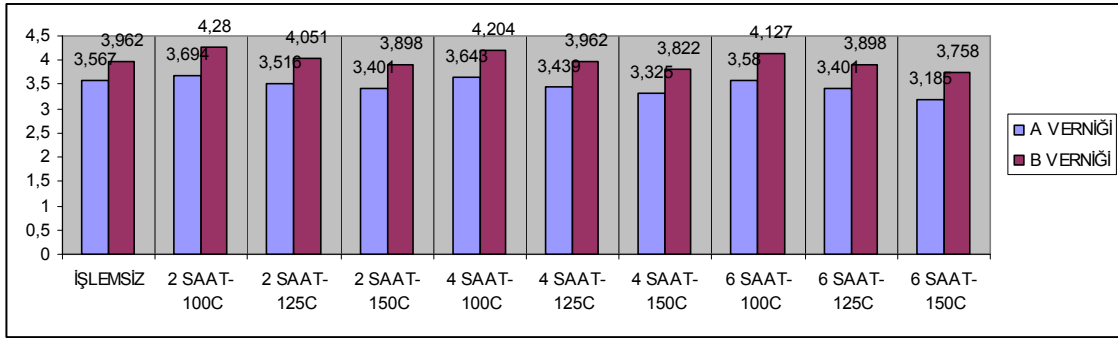


Grafik 4.3. Kestane Ağacı Sertlik Direnci (Salınım) Değerleri

Kestane ağacının tek ve çift kompenant vernik uygulamaları sonrasında; sertlik değerleri ısıtma işlem sıcaklık ve süre durumuna göre en yüksek değerin çift kompenantlı 150 °C'de 6 saat bekletilen numunelerde görülürken en düşük değerlerin ısıtma işlemlisiz tek kompenantlı numunelerde görülmüştür. Sertlik değerleri tek kompenantlı vernik uygulamasına tabi tutulmuş ısıtma işlemlisiz numuneler ile ısıtma işlemlisiz numunelerin karşılaştırılması sonucu ısıtma işlemlisiz olarak verniklenen numunelere göre ısıtma işlemlisiz numunelerin sertlik değerlerinin daha fazla olduğu görülmüştür. Çift kompenantlı vernikli ısıtma işlemlisiz numuneler ile ısıtma işlemlisiz numunelerin karşılaştırılması sonucu ısıtma işlemlisiz olarak verniklenen numunelere göre ısıtma işlemlisiz numunelerin sertlik değerlerinin daha fazla olduğu görülmüştür.

4.2. Yapışma Direnci Ölçümleri (MPa)

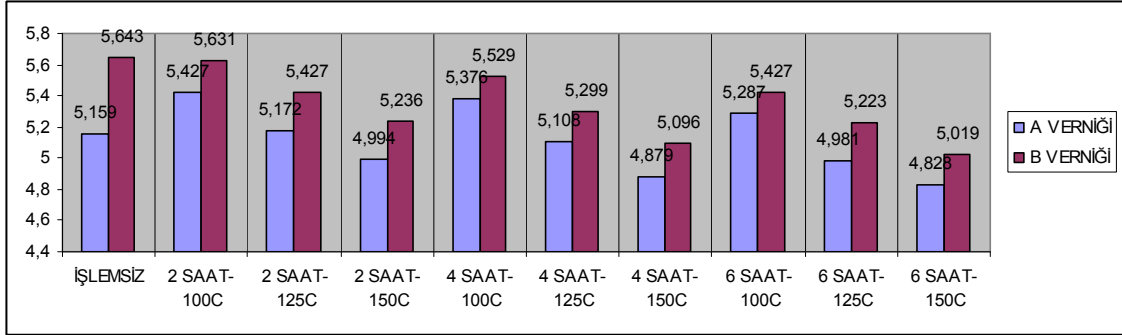
Çam ağacına ait elde edilen yapışma direnci değerleri grafik 4.4' de verilmiştir.



Grafik 4.4. Çam Ağacı Yapışma Direnci (MPa) Değerleri

Çam ağacının tek ve çift kompenant vernik uygulamaları sonrasında; yapışma direnci değerleri ısıtma işlem sıcaklık ve süre durumuna göre en yüksek değer çift kompenantlı vernik uygulaması yapılmış 100 °C' de 2 saat bekletilen numunelerde görülürken en düşük değer tek kompenant vernik uygulaması yapılmış 150 °C' de 6 saat bekletilen numunelerde görülmüştür. Yapışma direnci değerleri tek kompenantlı vernik uygulamasına tabi tutulmuş ısıtma işlemlisiz numuneler ile ısıtma işlemlisiz numunelerin karşılaştırılması sonucu 100 °C' de 2, 4 ve 6 saat bekletilen numunelerin ısıtma işlemlisiz olarak verniklenen numunelere göre yapışma direnci değerlerinin daha fazla olduğu diğer ısıtma işlem sıcaklık ve sürelerinde yapışma direnci değerlerinin düştüğü görülmüştür. Çift kompenantlı vernikli ısıtma işlemlisiz numuneler ile ısıtma işlemlisiz numunelerin karşılaştırılması sonucu 100 °C' de 2, 4 ve 6 saat, 125 °C' de 2 saat bekletilen numunelerin yapışma direnci değerlerinin daha fazla olduğu diğer ısıtma işlem sıcaklık ve sürelerinde yapışma direnci değerlerinin düştüğü görülmüştür.

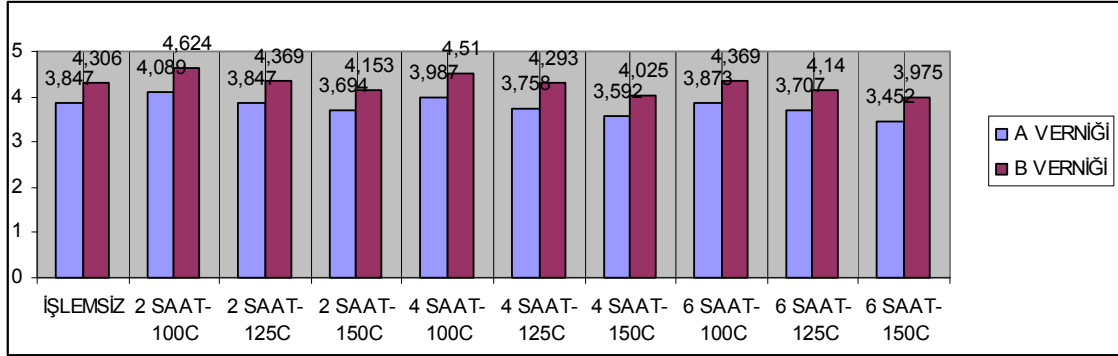
Kayın ağacına ait elde edilen yapışma direnci değerleri grafik 4.5' de verilmiştir.



Grafik 4.5. Kayın Ağacı Yapışma Direnci (MPa) Değerleri

Kayın ağacının tek ve çift kompenant vernik uygulamaları sonrasında; yapışma direnci değerleri ısı işlem sıcaklık ve süre durumuna göre en yüksek değerlerin çift kompenantlı vernik uygulaması yapılmış 100 °C'de 2 saat bekletilen numunelerde görülürken en düşük değerler tek kompenant vernik uygulaması yapılmış 150 °C'de 6 saat bekletilen numunelerde olduğu görülmüştür. Yapışma direnci değerleri tek kompenantlı vernik uygulamasına tabi tutulmuş ısı işlemli numuneler ile ısı işlemli numunelerin karşılaştırılması sonucu 100 °C'de 2, 4 ve 6 saat, 125 °C'de 2 saat bekletilen numunelerin ısı işlemli olarak verniklenen numunelere göre yapışma direnci değerlerinin daha fazla olduğu diğer ısı işlem sıcaklık ve sürelerinde yapışma direnci değerlerinin düştüğü görülmüştür. Çift kompenantlı vernikli ısı işlemli numuneler ile ısı işlemli numunelerin karşılaştırılması sonucu 100 °C'de 2, 4 ve 6 saat, 125 °C'de 2 saat bekletilen numunelerin yapışma direnci değerlerinin daha fazla olduğu, diğer ısı işlem sıcaklık ve sürelerinde yapışma direnci değerlerinin düştüğü görülmüştür.

Kestane ağacına ait elde edilen yapışma direnci değerleri grafik 4.6' de verilmiştir.

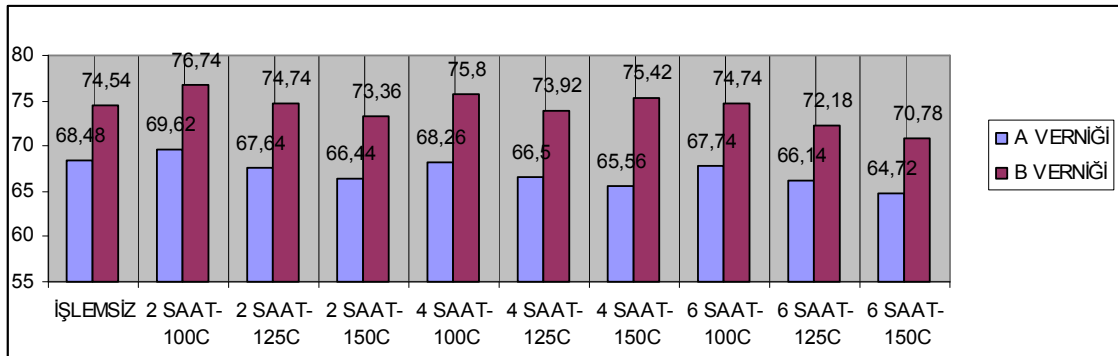


Grafik 4.6. Kestane Ağacı Yapışma Direnci (MPa) Değerleri.

Kestane ağacının tek ve çift kompenant vernik uygulamaları sonrasında; yapışma direnci değerleri ısı işlem sıcaklık ve süre durumuna göre en yüksek değer çift kompenant vernik uygulaması yapılmış 100 °C’de 2 saat bekletilen numunelerde görülürken en düşük değerler tek kompenant vernik uygulaması yapılmış 150 °C’de 6 saat bekletilen numunelerde olduğu görülmüştür. Yapışma direnci değerleri tek kompenantlı vernik uygulamasına tabi tutulmuş ısı işlemsiz numuneler ile ısı işlemli numunelerin karşılaştırılması sonucu 100 °C’de 2, 4 ve 6 saat bekletilen numunelerin ısı işlemsiz olarak verniklenen numunelere göre yapışma direnci değerlerinin daha fazla olduğu diğer ısı işlem sıcaklık ve sürelerinde yapışma direnci değerinin düştüğü görülmüştür. Çift kompenantlı vernikli ısı işlemsiz numuneler ile ısı işlemli numunelerin karşılaştırılması sonucu 100 °C’de 2, 4 ve 6 saat, 125 °C’de 2 saat bekletilen numunelerin yapışma direnci değerlerinin daha fazla olduğu diğer ısı işlem sıcaklık ve sürelerinde yapışma direnci değerinin düştüğü görülmüştür.

4.3. Parlaklık Ölçümleri

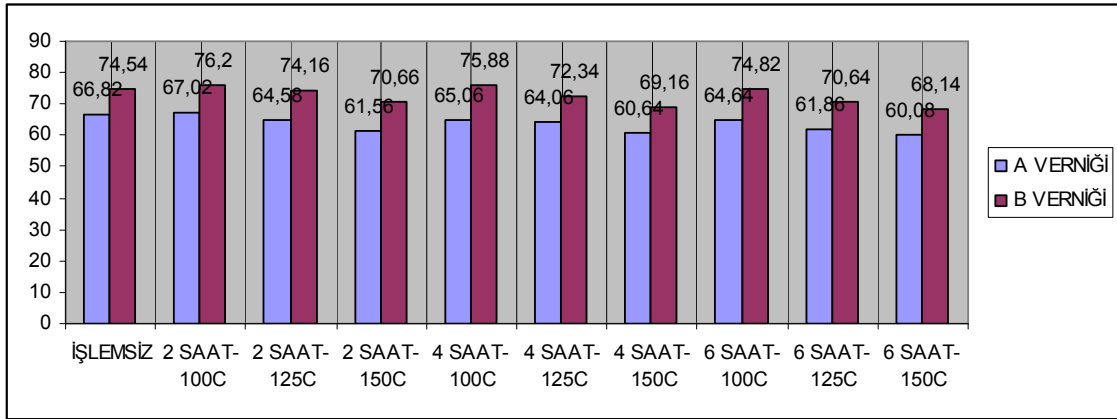
Çam ağacına ait elde edilen parlaklık değerleri grafik 4.7’ de verilmiştir.



Grafik 4.7. Çam Ağacı Parlaklık Değerleri

Çam ağacının tek ve çift kompenant vernik uygulamaları sonrasında; en yüksek değer çift kompenantlı vernik uygulaması yapılmış 100 °C’de 2 saat bekletilen numunelerde görülürken en düşük değerler tek kompenantlı vernik uygulaması yapılmış 150 °C’de 6 saat bekletilen parçalarda olduğu görülmüştür. Parlaklık değerleri tek kompenantlı vernik uygulamasına tabi tutulmuş ısıl işlemsiz numuneler ile ısıl işlemlili numunelerin karşılaştırılması sonucu 100 °C’de 2 saat bekletilen numunelerin ısıl işlemsiz olarak verniklenen numunelere göre parlaklık değerlerinin daha fazla olduğu, diğer ısıl işlem sıcaklık ve sürelerinde parlaklık değerlerinin düştüğü görülmüştür. Çift kompenantlı vernikli ısıl işlemsiz numuneler ile ısıl işlemlili numunelerin karşılaştırılması sonucu 100 °C’de 2, 4 ve 6 saat bekletilen numunelerin ısıl işlemsiz olarak verniklenen numunelere göre parlaklık değerlerinin daha fazla olduğu diğer ısıl işlem sıcaklık ve sürelerinde parlaklık değerlerinin düştüğü görülmüştür

Kayın ağacına ait elde edilen parlaklık değerleri grafik 4.8’ de verilmiştir.

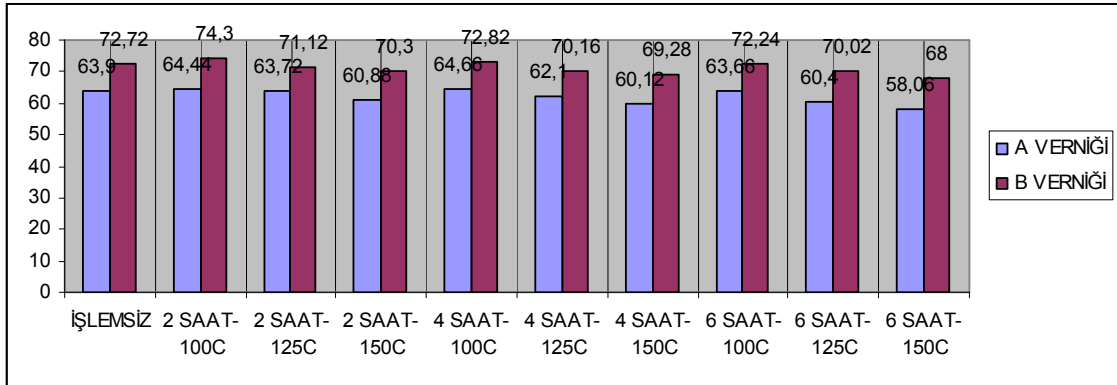


Grafik 4.8. Kayın Ağacı Parlaklık Değerleri

Kayın ağacının tek ve çift kompenantlı vernik uygulamaları sonrasında; parlaklık değerleri ısıl işlem sıcaklık ve süre durumuna göre en yüksek değerler çift kompenantlı vernik uygulaması yapılmış 100 °C’de 2 saat bekletilen numunelerde görülürken en düşük değerler tek kompenantlı vernik uygulaması yapılmış 100 °C’de 6 saat bekletilen parçalarda olduğu görülmüştür. Parlaklık değerleri tek kompenant vernik uygulamasına tabi tutulmuş ısıl işlemsiz numuneler ile ısıl işlemlili numunelerin karşılaştırılması sonucu 100 °C’de 2 saat bekletilen numunelerin ısıl işlemsiz olarak verniklenen numunelere göre parlaklık değerlerinin daha fazla olduğu diğer ısıl işlem sıcaklık ve sürelerinde parlaklık değerinin düştüğü görülmüştür. Çift kompenantlı vernikli ısıl işlemsiz numuneler ile ısıl işlemlili numunelerin karşılaştırılması sonucu

100 °C’de 2, 4 ve 6 saat bekletilen numunelerin ısılsız olarak verniklenen numunelere göre parlaklık değerlerinin daha fazla olduğu diğer ısılsız işlem sıcaklık ve sürelerinde parlaklık değerlerinin düştüğü görülmüştür.

Kestane ağacına ait elde edilen parlaklık değerleri grafik 4.9’ da verilmiştir.



Grafik 4.9. Kestane Ağacı Parlaklık Değerleri

Kestane ağacının tek ve çift komponentli vernik uygulamaları sonrasında; parlaklık değerleri ısılsız işlem sıcaklık ve süre durumuna göre en yüksek değeri çift komponentli vernik uygulaması yapılmış 100 °C’de 2 saat bekletilen numunelerde görülürken en düşük değerler tek komponentli vernik uygulaması yapılmış 150 °C’de 6 saat bekletilen parçalarda olduğu görülmüştür. Parlaklık değerleri tek komponent vernik uygulamasına tabi tutulmuş ısılsız işlemli numuneler ile ısılsız işlemli numunelerin karşılaştırılması sonucu 100 °C’de 2 ve 4 saat bekletilen numunelerin ısılsız olarak verniklenen numunelere göre parlaklık değerlerinin daha fazla olduğu diğer ısılsız işlem sıcaklık ve sürelerinde parlaklık değerlerinin düştüğü görülmüştür. Çift komponentli vernikli ısılsız işlemli numuneler ile ısılsız işlemli numunelerin karşılaştırılması sonucu 100 °C’de 2 ve 4 saat bekletilen numunelerin ısılsız olarak verniklenen numunelere göre parlaklık değerlerinin daha fazla olduğu diğer ısılsız işlem sıcaklık ve sürelerinde parlaklık değerlerinin düştüğü görülmüştür.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; Sarıçam (*Pinus silvestris*), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.), Kestane (*Castanea sativa* M.) ağaçlarından alınan numuneler farklı sıcaklık ve zaman dilimi içerisinde ısıtılma tabii tutulduktan sonra çift ve tek komponentli olmak üzere 2 farklı tip su bazlı vernik uygulaması yapılmış ve su bazlı verniğin sertlik, yüzeye yapışma direnci ve parlaklık değerleri incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışma sonucunda aşağıdaki neticeler elde edilmiştir.

Tüm ağaç türlerinde ısıtılma sıcaklık derecesinin ve süresinin artması her iki vernik tipinde sertlik değerlerini artırmış, 100 °C’ de 2, 4 ve 6 saat ısıtılma tabii tutulan numunelerde yapışma dirençlerinde iyileşmeler görülürken, 125 °C ve 150 °C’ de 2, 4 ve 6 saat bekletilen numunelerde yapışma direncini olumsuz etkilemiş, 100 °C’ de 2 saat ısıtılma tabii tutulan numunelerinde parlaklık değerlerinde iyileşmeler görülürken, 100 °C’de 4 ve 6 saat, 125 °C ve 150 °C’ de 2, 4 ve 6 saat bekletilen numunelerde yapışma direncini olumsuz etkilemiştir.

Çalışma sonucunda su bazlı vernik uygulanmış malzemeye uygulanan ısıtılma sonrası ahşap malzemenin yüksek sertliğe sahip olduğu için müzik sektöründe kullanılan ve vurmali çalgılardan olan ksilofon aleti yapımında kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 5.1. Vurmali Çalgılardan Ksilofon [43].

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Çolak, A.M; Civelek, H.S; Erdil, Y.Z. Ahşap Malzemede Zarar Yapan Hylotropesbajulus Ve Trichoferus Grius Türlerinin Ahşabın Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkileri Üzerine Araştırmalar. Türk Entemol Dergisi 30 (2006).
- [2] Şanıvar, N. ‘Ağaç İşleri Üst Yüzey İşlemleri’ Milli Eğitim Basım Evi, İstanbul 2001.
- [3] Yakın, M., “Su Bazlı Verniklerde Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetinin Tespiti”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 3-7 (1501).
- [4] Kantay R.; Kartal N; Isıl İşlem Uygulamaları ve Isıl İşlem Görmüş Ağaç Malzemenin Özellikleri” Ahşap Dergisi Sayı: 33 (2007).
- [5] Atar, M., “Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemede Üst Yüzey İşlemlerine Etkileri”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 15-17 (1999).
- [6] Sönmez, A., Budakçı, M., "Tahta Koruyucunun Dış Cephe Verniklerinin Yapışma Direncine Etkisi", *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Ankara, 14(2): 305-314 (1501).
- [7] Viitaniemi, P. 2000: New Properties for Thermally-Treated Wood, *Industrial Horizons*, p.9, March 2000.
- [8] <http://www.zone.ee/HeatTreatment/interest.htm>
- [9] Thermoodwood Handbook 2003. Finnish Thermowood Association, Helsinki, Finland.
- [10] Kantay, R. 1980. Ağaç malzemenin Yüksek Sıcaklık Derecelerinde Kurutulması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi B Serisi Cilt 30 Sayı 2, 134-151.
- [11] Kantay, R. 1993. Kereste Kurutma ve Buharlama. Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı Yayın No:6, İstanbul.
- [12] Syrjanen, T., Oy, K. 2001. Production And Classification Of Heat Treated Wood In Finland . In: Review On Heat Treatments Of Wood, COST Action E22, EUR 19885, 7-15.
- [13] Kotilainen, R., 2000: Chemical Changes in Wood during Heating at 150-260 °C, Väitöskirja, Jyväskylän Yliopisto, Kemian Laitos, Soveltava Kemia, Jyväskylä.
- [14] Budakçı, M., (1503) Pnomatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı, Üretimi ve Ahşap Verniklerinde Denenmesi. Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [15] Sönmez, A., “Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri 1, Hazırlık ve Renklendirme” Ders Kitabı, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara, 3-26 (2000).
- [16] Budakçı, M., “Ahşap Verniklerinde Katman Kalınlığının Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 4-8 (1997).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- [17] Highley, T.L., Kılcı, T.K., Phytopstology (Blanchette, R.A., et al.), (1990).
- [18] Atar, M., “Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemede Üst Yüzey İşlemlerine Etkileri”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 15-17 (1999).
- [19] Söğütü, C., “Bazı Yerli Ağaç Türlerinin Kündekari Yapımında Kullanım İmkânları”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 101-102 (1504).
- [20] İnternet: Holzhausen, U., Millow, S., Adler, H.J.P., “Studies On The Thermal Ageing Of Organic Coatings, Wiley - WCH Verlag GmbH", Weinheim, www.3.İnterscience.wiley.com, (2002).
- [21] ASTM D 358 “Standard Specification for Wood to Be Used as Panels in Weathering Tests of Coatings” *American Society for Testing and Materials*, 5-9 (1998).
- [22] ASTM D-4541., “Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers”, *American Society for Testing and Materials*, 12-15 (1995).
- [23] TS EN 24624., “Boya ve Vernikler-Çekme Deneyi”, *TSE*, Ankara, 4-5 (1996).
- [24] ASTM-D 2244., “Standard Practice For Calculation or Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates”, *ASTM st.*, ABD, (2007).
- [25] ANS/ISO1522., “Paints and Varnishes—Pendulum Damping Test Approved as an American National Standard by ASTM International", (1998).
- [26] TS 4318 EN ISO 2813., “ Boyalar ve Vernikler - Metalik Olmayan Boya Filmlerinin 20, 60 ve 85 Açılarda Parlaklık Tayini", *TSE*, Ankara, (2002).
- [27] TS 6035., EN ISO 3251., “Boyalar ve Vernikler, Boya, Vernik ve Bağlayıcılarda Uçucu Olmayan Madde Tayini”, *TSE.*, Ankara, 2-3 (1997).
- [28] ASTM D-4541., “Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers”, *American Society for Testing and Materials*, 12-15 (1995).
- [29] TS EN 24624., “Boya ve Vernikler-Çekme Deneyi”, *TSE*, Ankara, 4-5 (1996).
- [30] ANS/ISO1522., “Paints and Varnishes—Pendulum Damping Test Approved as an American National Standard by ASTM International", (1998).
- [31] Sönmez, A., “Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri 1, Hazırlık ve Renklendirme” Ders Kitabı, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara, 3-26 (2000).
- [32] TS 4318 EN ISO 2813. “ Boyalar ve Vernikler - Metalik Olmayan Boya Filmlerinin 20, 60 ve 85 Açılarda Parlaklık Tayini", *TSE*, Ankara, (2002).
- [33] ASTM D 1005. “Standard Test Method for Measurement of Dry-Film Thickness of Organic Coatings Using Mikrometers”, *American Society for Testing and Materials*, 10-12 (2001).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- [34] ASTM D 358 "Standard Specification for Wood to Be Used as Panels in Weathering Tests of Coatings" American Society for Testing and Materials, 5-9 (1998).
- [35] Asarcıklı, M., Keskin, H., "Ahşap Süsleme Teknikleri" Ders Kitabı, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara, 1 (2002).
- [36] Bozkurt, Y. ve Erdin, N. "Ağaç Teknolojisi" Ders Kitabı, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*, İstanbul, 1-6, 225-232, 334-344 (1997).
- [37] Aslan, S. "Ağaç Dendrolojisi, Odun Anatomisi" Ders Kitabı, *Hacettepe Üniversitesi Mesleki Teknoloji Yüksek Okulu Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü*, Ankara, 81-104 (1994).
- [38] Örs, Y. ve Keskin, H., "Ağaç Malzeme Bilgisi" *KOSGEB Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı*, Ankara, 52-55, 157-161 (2001).
- [39] Göker, Y., Bozkurt, Y., "Orman Ürünlerinden Faydalanma", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü*, İstanbul (1981).
- [40] Yaltırık, F., EFE, A. "Dendroloji Ders Kitabı", İstanbul, 1994.
- [41] Akzo Nobel Boya ve Vernik Sanayii, *Teknik Bülten*, İzmir (1998).
- [42] Sönmez, A., Budakçı, M., "Tahta Koruyucunun Dış Cephe Verniklerinin Yapışma Direncine Etkisi", *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Ankara, 14(2): 305-314 (2001).
- [43] İnternet: <http://www.melodik.net/calgi/index.asp?id=43>

EK 1. SERTLİK DİRENCİ SONUÇLARI

Çam ağacı sertlik direnci (salınım) değerleri

SERTLİK DİRENCİ DEĞERLERİ (SALINIM)										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (saat)	Vernik Türü	Ölçüm değerleri					n	Ortalama
ÇAM	İsıl İşlemsiz	-	A	33	35	35	31	34	5	33,6
			B	48	37	44	44	39	5	42,3
	100 °C	2	A	30	36	36	34	37	5	34,6
			B	48	42	47	43	41	5	44,2
		4	A	31	35	34	36	38	5	34,8
			B	47	45	44	45	46	5	45,4
		6	A	38	36	39	36	35	5	36,8
			B	48	48	47	46	46	5	47
	125 °C	2	A	34	36	35	35	38	5	35,6
			B	46	48	47	47	49	5	47,4
		4	A	35	35	36	38	39	5	36,6
			B	48	48	50	51	49	5	49,2
		6	A	36	38	36	37	38	5	37
			B	50	51	48	49	52	5	50
	150 °C	2	A	36	38	36	34	38	5	36,4
			B	50	51	49	49	52	5	50,2
		4	A	38	38	40	36	38	5	38
			B	48	51	52	52	54	5	51,4
		6	A	39	38	36	39	40	5	38,4
			B	54	52	50	54	51	5	52,2

Kayın ağacı sertlik direnci (salınım) değerleri

SERTLİK DİRENCİ DEĞERLERİ (SALINIM)										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (saat)	Vernik Türü	Ölçüm değerleri					n	Ortalama
KAYIN	İsıl İşlemsiz	-	A	49	53	60	60	54	5	55,2
			B	61	58	66	61	63	5	61,8
	100 °C	2	A	54	58	53	58	57	5	56
			B	68	66	65	60	59	5	63,6
		4	A	56	58	59	57	58	5	57,6
			B	65	66	65	63	63	5	64,4
		6	A	56	59	60	58	57	5	58
			B	65	63	68	64	67	5	65,4
	125 °C	2	A	56	59	60	59	59	5	58,6
			B	65	64	65	67	68	5	65,8
		4	A	58	60	61	59	58	5	59,2
			B	68	64	69	67	68	5	67,2
		6	A	60	61	59	61	58	5	59,8
			B	68	65	70	69	68	5	68
	150 °C	2	A	58	61	60	58	58	5	59
			B	69	69	65	68	68	5	67,8
		4	A	58	61	62	58	60	5	59,8
			B	68	69	71	68	68	5	68,8
		6	A	59	60	62	62	63	5	61,2
			B	68	70	70	71	71	5	70

Kestane ağacı sertlik direnci (salınım) değerleri

SERTLİK DİRENCİ DEĞERLERİ (SALINIM)										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (saat)	Vernik Türü	Ölçüm değerleri					n	Ortalama
KESTANE	Isıl İşlemsiz	-	A	43	39	51	38	42	5	42,6
			B	59	63	52	49	53	5	55,2
	100 °C	2	A	49	45	40	40	44	5	43,6
			B	60	58	58	56	59	5	58,2
		4	A	45	47	48	46	41	5	45,4
			B	59	64	60	60	57	5	60
		6	A	46	48	48	47	46	5	47
			B	61	62	59	63	61	5	61,2
	125 °C	2	A	48	44	45	47	48	5	46,4
			B	63	61	59	62	62	5	61,4
		4	A	46	48	47	48	46	5	47
			B	62	64	62	62	63	5	62,6
		6	A	48	49	48	50	47	5	48,4
			B	65	63	63	62	65	5	63,6
	150 °C	2	A	45	48	47	50	51	5	48,2
			B	65	62	63	66	64	5	64
		4	A	50	48	49	51	47	5	49
			B	65	62	67	67	64	5	65
		6	A	51	49	50	50	50	5	50
			B	68	69	63	65	67	5	66,4

EK 2. YAPIŞMA TESTİ SONUÇLARI

Çam ağacı yapışma direnci (MPa) değerleri

YAPIŞMA DİRENCİ DEĞERLERİ (MPa)										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama
ÇAM	Isıl İşlemsiz	-	A	3,822	3,567	3,631	3,376	3,439	5	3,567
			B	4,140	3,949	4,140	3,758	3,822	5	3,962
	100 °C	2	A	3,822	3,694	3,567	3,631	3,758	5	3,694
			B	4,331	4,331	4,395	4,140	4,204	5	4,280
		4	A	3,631	3,631	3,567	3,694	3,694	5	3,643
			B	4,331	4,268	4,204	4,076	4,140	5	4,204
		6	A	3,631	3,567	3,567	3,694	3,439	5	3,580
			B	4,076	4,076	4,331	4,140	4,013	5	4,127
	125 °C	2	A	3,439	3,376	3,567	3,631	3,567	5	3,516
			B	4,204	4,140	4,013	3,885	4,013	5	4,051
		4	A	3,376	3,439	3,567	3,439	3,376	5	3,439
			B	3,949	4,076	3,822	3,949	4,013	5	3,962
		6	A	3,503	3,312	3,503	3,376	3,312	5	3,401
			B	3,758	4,013	3,822	3,885	4,013	5	3,898
	150 °C	2	A	3,567	3,376	3,439	3,312	3,312	5	3,401
			B	3,949	3,822	3,758	4,013	3,949	5	3,898
		4	A	3,439	3,312	3,248	3,185	3,439	5	3,325
			B	3,694	3,822	3,885	3,758	3,949	5	3,822
		6	A	3,057	3,185	3,312	3,248	3,121	5	3,185
			B	3,822	3,694	3,758	3,631	3,885	5	3,758

Kayın ağacı yapışma direnci (MPa) değerleri

YAPIŞMA DİRENCİ DEĞERLERİ (MPa)										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama
KAYIN	Isıl İşlemsiz	-	A	5,287	4,968	5,350	5,096	5,096	5	5,159
			B	5,732	5,541	5,605	5,796	5,541	5	5,643
	100 °C	2	A	5,478	5,414	5,287	5,414	5,541	5	5,427
			B	5,860	5,732	5,478	5,605	5,478	5	5,631
		4	A	5,478	5,414	5,350	5,350	5,287	5	5,376
			B	5,605	5,414	5,669	5,541	5,414	5	5,529
		6	A	5,350	5,287	5,350	5,287	5,159	5	5,287
			B	5,350	5,478	5,541	5,414	5,350	5	5,427
	125 °C	2	A	5,159	5,096	5,287	5,287	5,032	5	5,172
			B	5,350	5,414	5,350	5,541	5,478	5	5,427
		4	A	5,223	5,032	5,032	4,968	5,287	5	5,108
			B	5,350	5,287	5,478	5,159	5,223	5	5,299
		6	A	4,968	4,968	4,841	5,096	5,032	5	4,981
			B	5,287	5,159	5,287	5,096	5,287	5	5,223
	150 °C	2	A	4,904	4,968	5,096	4,968	5,032	5	4,994
			B	5,096	5,287	5,159	5,350	5,287	5	5,236
		4	A	4,841	4,777	4,968	4,841	4,968	5	4,879
			B	5,223	5,159	5,032	5,096	4,968	5	5,096
		6	A	4,777	4,968	4,841	4,841	4,713	5	4,828
			B	5,032	4,968	5,096	5,032	4,968	5	5,019

Kestane ağacı yapışma direnci (MPa) değerleri

YAPIŞMA DİRENCİ DEĞERLERİ (MPa)										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama
KESTANE	Isıl İşlemsiz	-	A	3,885	3,694	3,822	3,885	3,949	5	3,847
			B	4,140	4,204	4,459	4,331	4,395	5	4,306
	100 °C	2	A	4,076	4,140	4,076	4,013	4,140	5	4,089
			B	4,650	4,650	4,522	4,586	4,713	5	4,624
		4	A	4,140	4,076	4,013	3,822	3,885	5	3,987
			B	4,650	4,586	4,522	4,331	4,459	5	4,510
		6	A	3,822	3,822	3,949	3,885	3,885	5	3,873
			B	4,522	4,331	4,268	4,331	4,395	5	4,369
	125 °C	2	A	3,822	3,822	3,885	3,949	3,758	5	3,847
			B	4,522	4,522	4,268	4,204	4,331	5	4,369
		4	A	3,694	3,822	3,822	3,758	3,694	5	3,758
			B	4,395	4,459	4,268	4,140	4,204	5	4,293
		6	A	3,694	3,758	3,822	3,631	3,631	5	3,707
			B	4,331	4,268	4,076	4,076	3,949	5	4,140
	150 °C	2	A	3,694	3,631	3,694	3,758	3,694	5	3,694
			B	4,204	4,076	4,268	4,140	4,076	5	4,153
		4	A	3,631	3,567	3,694	3,439	3,631	5	3,592
			B	4,140	4,013	3,949	4,076	3,949	5	4,025
		6	A	3,248	3,694	3,312	3,631	3,376	5	3,452
			B	4,076	3,949	3,949	4,013	3,885	5	3,975

EK 3. PARLAKLIK TESTİ SONUÇLARI

Çam ağacı parlaklık değerleri

PARLAKLIK DEĞERLERİ										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama.
ÇAM	Isıl İşlemsiz	-	A	69,8	68,7	67,7	65,4	70,8	5	68,48
			B	74,8	74,9	74,5	74,2	74,3	5	74,54
	100 °C	2	A	68,6	69,7	70,1	71,3	68,4	5	69,62
			B	76,4	75,8	76,8	77,3	76,9	5	76,64
		4	A	68,3	69,7	65,9	68,3	69,1	5	68,26
			B	76,4	75,3	76,3	75,1	75,9	5	75,8
		6	A	68,4	65,9	68,7	68,5	67,2	5	67,74
			B	73,8	74,6	73,9	75,2	76,2	5	74,74
	125 °C	2	A	68,5	67,2	68,5	65,4	68,6	5	67,64
			B	74,6	75,3	73,4	75,3	73,6	5	74,74
		4	A	68,5	64,2	68,1	65,5	66,2	5	66,5
			B	73,8	75,1	73,5	74,3	72,9	5	73,92
		6	A	66,4	67,7	67,1	65,2	64,3	5	66,14
			B	73,4	72,1	73,3	71,2	70,9	5	72,18
	150 °C	2	A	66,4	65,2	67,1	67,2	66,3	5	66,44
			B	73,1	73,1	74,3	72,9	73,4	5	73,36
		4	A	65,7	68,1	63,4	64,8	65,8	5	65,56
			B	70,6	72,2	69,8	71,3	73,2	5	71,42
		6	A	64,5	61,8	66,3	65,2	65,8	5	64,72
			B	71,3	67,9	72,6	71,5	70,6	5	70,78

Kayın ağacı parlaklık değerleri

PARLAKLIK DEĞERLERİ										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama.
KAYIN	Isıl İşlemsiz	-	A	68,3	66,4	68,1	64,9	66,4	5	66,82
			B	74,8	73,9	75,5	74,4	74,1	5	74,54
	100 °C	2	A	67,9	66,4	67,2	68,1	65,5	5	67,02
			B	75,9	75,6	76,1	76,3	77,1	5	76,2
		4	A	68,2	63,8	66,1	63,7	63,5	5	65,06
			B	77,6	76,5	75,5	75,2	74,6	5	75,88
		6	A	63,5	68,2	64,8	63,5	63,2	5	64,64
			B	75,2	75,6	76,1	73,4	73,8	5	74,82
	125 °C	2	A	63,4	66,2	65,2	64,8	63,3	5	64,58
			B	75,3	73,4	72,2	74,3	75,6	5	74,16
		4	A	65,2	65,4	63,9	64,5	61,3	5	64,06
			B	75,5	71,3	70,6	71,2	73,1	5	72,34
		6	A	63,2	60,8	61,8	62,4	61,1	5	61,86
			B	71,9	70,6	71,2	70,6	68,9	5	70,64
	150 °C	2	A	62,4	62,8	59,1	59,7	63,8	5	61,56
			B	71,5	70,7	69,1	70,5	71,5	5	70,66
		4	A	61,6	61,8	60,7	59,9	59,2	5	60,64
			B	71,3	68,3	69,8	69,1	67,3	5	69,16
		6	A	59,7	61,2	62,8	58,3	58,4	5	60,08
			B	70,4	67,8	68,8	65,9	67,8	5	68,14

Kestane ağacı parlaklık değerleri

PARLAKLIK DEĞERLERİ										
Ağaç Türü	Sıcaklık	Zaman (Saat)	Vernik Türü	Ölçüm Değerleri					n	Ortalama.
KESTANE	İsıl	-	A	64,4	63,3	63,6	64,3	63,9	5	63,9
	İşlemsiz		B	73,4	73,1	72,3	72,3	72,5	5	72,72
	100 °C	2	A	65,2	64,5	62,1	66,1	64,3	5	64,44
			B	72,6	75,3	74,3	75,1	74,2	5	74,3
		4	A	68,3	64,2	63,5	64,2	63,1	5	64,66
			B	73,2	72,6	71,8	74,3	72,2	5	72,82
		6	A	63,5	65,3	64,8	61,2	63,5	5	63,66
			B	73,5	74,3	71,5	70,6	71,3	5	72,24
	125 °C	2	A	65,2	64,3	63,8	62,5	62,8	5	63,72
			B	71,3	72,6	68,9	70,6	72,2	5	71,12
		4	A	65,3	62,4	60,4	61,3	61,1	5	62,1
			B	73,2	68,7	69,5	68,9	70,5	5	70,16
		6	A	61,3	59,9	63,2	58,7	58,9	5	60,4
			B	68,3	70,8	69,7	71,2	70,1	5	70,02
	150 °C	2	A	60,5	61,3	61,2	61,2	60,2	5	60,88
			B	70,8	69,8	70,5	68,8	71,6	5	70,3
		4	A	59,4	60,8	61,3	58,6	60,5	5	60,12
			B	70,4	68,9	68,8	68,9	69,4	5	69,28
		6	A	57,9	57,7	58,4	58,2	58,1	5	58,06
			B	68,5	67,3	67,3	68,7	68,2	5	68