

**AHŞAP MALZEMELERDE KULLANILAN  
BAZI VERNİK KATMANLARININ AŞINMA DİRENÇLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Ahmet TEKİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENDÜSTRİYEL TEKNOLOJİ EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2009**

**ANKARA**

Ahmet TEKİN tarafından hazırlanan AHŞAP MALZEMELERDE KULLANILAN BAZI VERNİK KATMANLARININ AŞINMA DİRENÇLERİNİN BELİRLENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Hakan KESKİN .....  
Tez Danışmanı, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ALTINOK .....  
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Hakan KESKİN .....  
Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Yrd. Doç. Dr. Abdullah TOGAY .....  
Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih: 15 / 05 / 2009

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nail ÜNSAL .....  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ahmet TEKİN

**AHŞAP MALZEMELERDE KULLANILAN BAZI VERNİK  
KATMANLARININ AŞINMA DİRENÇLERİNİN BELİRLENMESİ  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Ahmet TEKİN**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Mayıs 2009**

**ÖZET**

**Bu çalışma, ahşap malzemelerde kullanılan bazı vernik katmanlarının aşınma dirençlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla ağaçşleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, Doğu kayını (Dk), Sapsız meşe (Sm), Sarıçam (Sç), Kara ceviz (Kc), Kara kavak (Kk) ve Ihlamur (I) odunlarından TS 2470 esaslarına göre hazırlanan deney örnekleri sentetik (Sn), poliüretan (Pü), su bazlı (Sb), asit sertleştiricili (As) ve selülozik (Sl) vernikler ile ASTM D 3023 esaslarına uygun şekilde 1 (1L), 2 (2L) ve 3 (3L) kat olarak verniklenmiştir. Deney örneklerinin aşınma dirençleri TS 4755 esaslarına göre belirlenmiştir.**

**Sonuç olarak, aşınma direnci ahşap türü bakımından en yüksek kara ceviz’de (168,9 devir), en düşük sarıçam’da (50,63 devir); vernik çeşidi bakımından en yüksek asit sertleştiricili vernik’te (213,4 devir), en düşük su bazlı vernik’te (45,44 devir), katman kalınlığı bakımından en yüksek 3L’de (149,6 devir), en düşük 1L’de (38,30 devir) elde edilmiştir. Ahşap türü, vernik çeşidi, katman kalınlığı etkileşimine göre aşınma direnci, en yüksek Kc+As+3L’ de (578,0 devir), en düşük I+Sb+1L’ de (11,50 devir) bulunmuştur.**

**Buna göre, aşınma direnci ahşap türü, vernik çeşidi ve katman kalınlık miktarına göre farklı çıkmıştır. Aşınma direncinde ahşap türü ve vernik çeşidi**

**birinci, katman kalınlığı ise ikinci derecede etkili olmuştur. Aşınma direncinin önemli olduğu ahşap parke ve yer döşemelerinde kara ceviz + 3 kat asit sertleştiricili vernik uygulamasının bu bakımdan avantaj sağlayacağı söylenebilir.**

**Bilim Kodu : 705.5.001**  
**Anahtar Kelimeler : Aşınma direnci, vernik, katman kalınlığı, ahşap malzeme, ahşap parke**  
**Sayfa Adedi : 55**  
**Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Hakan KESKİN**

**DETERMINATION OF ABRASION RESISTANCE OF SOME VARNISH  
LAYERS USED ON THE WOOD MATERIALS**

**(M.Sc.Thesis)**

**Ahmet TEKİN**

**GAZI UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**May 2009**

**ABSTRACT**

**This study was performed to determine the abrasion resistances of some varnish layers used on wood materials. For this purpose, test samples prepared from Oriental beech (Dk), European oak (Sm), Scotch pine (Sç), Black walnut (Kc), Black poplar (Kk) and Basswood (I) woods, were which met the requirements of TS 2470, were coated according to ASTM D 3023 standards with synthetic (Sn), polyurethane (Pü), waterborne (Sb), cellulosic (Sl) and acidhardening (As) varnishes. One (1L), two (2L) and three layers (3L) have been varnished samples of abrasion resistances were determined in accordance with TS 4755.**

**At the end of the tests, it was observed that, according to wood species, the highest abrasion resistance was obtained in black walnut (168,9 rpm), and the lowest abrasion resistance was obtained in scotch pine (50,63 rpm); according to varnish species, the highest abrasion resistance was obtained in acidhardening (213,4 rpm), and the lowest abrasion resistance was obtained in waterborne (45,44 rpm); according to thickness of layer, the highest abrasion resistance was obtained in 3L (149,6 rpm), and the lowest abrasion resistance was obtained in 1L (38,30 rpm). In accordance with the interaction of the factors wood type, varnish type and layer type, the highest abrasion resistance was found at interaction of black walnut + acidhardening + 3 layers (578,0 rpm), and the**

lowest abrasion resistance was found at interaction of oriental beech + waterborne + 1 layer (11,50 rpm).

In this regard, abrasion resistance makes difference according to wood type, varnish species and amount of layer thickness. In abrasion resistance, wood type and varnish species are efficient in the first degree and layer thickness is in the second degree. It can be said that in wooden parquets and place floorings which the abrasion resistance is important in, the varnish application with 3 layers acidhardening + black walnut can provide an advantage in this respect.

**Science Code** : 705.5.001  
**Key Words** : Abrasion resistance, varnish, layer thickness, wood materials, wooden parquets  
**Page Number** : 55  
**Adviser** : Assoc. Prof. Dr. Hakan KESKİN

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Doç. Dr. Hakan KESKİN'e, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocam Doç. Dr. Musa ATAR'a, Prof. Dr. H. Güçlü YAVUZCAN'a ve Yrd. Doç. Dr. Abdullah TOGAY'a, Türk Standartları Enstitüsü Ankara Bölge Müdürlüğü İnőaat Bölümü Ahşap laboratuvarı őefi Hasan AKSU'ya, Arő. Gör. Oğuzhan UZUN'a, ayrıca 2210 kodlu Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında verdiği destekten dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu - Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (TÜBİTAK- BİDEB)'na teőekkürü bir borç bilirim.



**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
3. MATERYAL VE METOD.....	7
3.1. Materyal.....	7
3.1.1. Ahşap malzeme.....	7
3.1.2. Vernikler.....	13
3.2. Metod.....	17
3.2.1. Ahşap malzemelerin yoğunlukları.....	17
3.2.2. Deney örneklerinin hazırlanması.....	17
3.2.3. Deney örneklerinin verniklenmesi.....	19
3.2.4. Vernik katı madde miktarı tayini.....	20
3.2.5. Kuru film kalınlığı tayini.....	20
3.2.6. Aşınma direnci tayini.....	21

	<b>Sayfa</b>
3.2.7. Verilerin değerlendirilmesi .....	22
4. BULGULAR .....	23
4.1. Yoğunluk Değerleri .....	23
4.2. Vernik Katı Madde Miktarı .....	24
4.3. Vernik Katman Kalınlıkları .....	25
4.4. Aşınma Direnci .....	31
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	46
KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ .....	55

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Sarıçam odununun bazı teknolojik özellikleri .....	8
Çizelge 3.2. Doğu kayını odununun bazı teknolojik özellikleri.....	9
Çizelge 3.3. Sapsız meşe odununun bazı teknolojik özellikleri .....	10
Çizelge 3.4. Ihlamur odununun bazı teknolojik özellikleri.....	11
Çizelge 3.5. Kara ceviz odununun bazı teknolojik özellikleri .....	12
Çizelge 3.6. Kara kavak odununun bazı teknolojik özellikleri .....	12
Çizelge 3.7. Denemelerde kullanılan verniklerin özellikleri.....	13
Çizelge 3.8. Deney numunelerinin dağılımı.....	18
Çizelge 4.1. Hava kurusu yoğunluk ortalamalarına ait istatistik değerler .....	23
Çizelge 4.2. Hava kurusu yoğunluk değerleri varyans analizi (ANOVA) sonuçları .....	23
Çizelge 4.3. Hava kurusu yoğunluk değerleri DUNCAN testi sonuçları .....	24
Çizelge 4.4. Verniklerin katı madde miktarı ortalamalarına ait istatistik değerler .....	24
Çizelge 4.5. Sarıçam numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler .....	25
Çizelge 4.6. Ihlamur numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler .....	26
Çizelge 4.7. Kara ceviz numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler .....	27
Çizelge 4.8. Sapsız meşe numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler .....	28
Çizelge 4.9. Doğu kayını numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler .....	29
Çizelge 4.10. Kara kavak numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler .....	30

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.11. Sarıçam numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler ..	31
Çizelge 4.12. Ihlamur numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler...	32
Çizelge 4.13. Kara ceviz numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler .....	33
Çizelge 4.14. Sapsız meşe numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler .....	34
Çizelge 4.15. Doğu kayını numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler .....	35
Çizelge 4.16. Kara kavak numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler .....	36
Çizelge 4.17. Varyans analizi sonuçları.....	37
Çizelge 4.18. Ahşap malzeme türüne göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir).....	37
Çizelge 4.19. Vernik çeşidine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir).....	38
Çizelge 4.20. Katman kalınlığına göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir).....	39
Çizelge 4.21. Ahşap türü ve vernik çeşidi ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir) .....	40
Çizelge 4.22. Ahşap türü ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir).....	41
Çizelge 4.23. Vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir).....	43
Çizelge 4.24. Ahşap türü, vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı üçlü etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir) ....	44

**ŞEKİLLERİN LİSTESİ**

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.1. Ahşap malzeme türüne göre aşınma direnci ortalama değerleri.....	38
Şekil 4.2. Vernik çeşidine göre aşınma direnci ortalama değerleri.....	39
Şekil 4.3. Katman kalınlığına göre aşınma direnci ortalama değerleri.....	40
Şekil 4.4. Ahşap malzeme türü ve vernik çeşidi ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalama değerleri.....	41
Şekil 4.5. Ahşap malzeme türü ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalama değerleri.....	42
Şekil 4.6. Vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalama değerleri.....	43
Şekil 4.7. Ahşap türü, vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı üçlü etkileşimine göre aşınma direnci ortalama değerleri .....	45

**RESİMLERİN LİSTESİ**

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 3.1. Verniklenmiş deney örnekleri.....	19
Resim 3.2. Aşındırma test cihazı .....	22

## SİMGELER VE KISALTMALAR

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

### Simgeler

**N**

**s**

**v**

**X**

### Açıklama

Örnek sayısı

Standart sapma

Varyans

Aritmetik ortalama

### Kısaltmalar

**As**

**Dk**

**HG**

**I**

**Kc**

**Kk**

**Sb**

**Sç**

**Sl**

**Sm**

**Sn**

**Pü**

**TSE**

**TÜBİTAK**

**1L**

**2L**

**3L**

### Açıklama

Asit sertleştiricili vernik

Doğu kayını

Homojenlik grubu

Ihlamur

Kara ceviz

Kara kavak

Su bazlı vernik

Sarıçam

Selülozik vernik

Sapsız meşe

Sentetik vernik

Poliüretan vernik

Türk Standartları Enstitüsü

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik  
Araştırma Kurumu

1 kat

2 kat

3 kat

## 1. GİRİŞ

Mobilyanın temel hammaddesi olan ahşap malzeme, ilk çağlardan beri kullanım alanı sayısı gitgide artarak insana hizmetini sürdürmektedir. Odun yapısını oluşturan çeşitli dokuların yerleşimleri ve nitelikleri ile odunun yapısına katılma oranları bir takım faktörlere göre farklılık göstermekte olup buna bağlı olarak odunun fiziksel ve mekanik özellikleri değişmektedir [1].

Ahşap malzeme higroskopik, anizotrop ve gözenekli bir yapıda olup, fiziksel, mekanik ve estetik özellikleri ile gerek iç, gerekse dış kısımlarda kullanılan önemli bir yapı elamanıdır. Ahşap malzemenin harici etkilere karşı dayanımını artırmak için ahşap yüzeyinde koruyucu katman oluşturmak önemli koruma yöntemlerinden biridir [2].

Ahşap malzemenin dayanıklılığına etki eden bir çok faktör bulunmaktadır. Ahşap malzemeyi tahrip eden biyolojik, kimyasal ve fiziksel faktörlerin yanı sıra mekanik faktörlerde söz konusudur. Mekanik faktörler herhangi bir kuvvet, basınç, sürtünme ile aşınma, çarpma v.b tesirlere uğratan faktörlerdir [3].

Aşınma direnci döşeme, parkeler ve ahşap makine parçaları gibi materyaller için çok önemli bir özelliktir. Aşınmayı oluşturan faktörler arasında yürüme, taşıma, sürtünme, hava tesirleri, kum, kir ve diğer yabancı maddelerin tesiri ile kimyasal maddeler, rutubet ve sıcaklık değişimleri de sayılabilir. Yağlı maddeler, cila, lake, boya ve mumlu maddeler aşınmayı önlemektedir. Aşınmanın karmaşık bir olay olmasından dolayı aşınma tespitinde çeşitli zorluklar bulunmaktadır. Bu zorlukları ince kum, basınçlı veya fazla ısıtılmış su buharı, zımpara kağıdı, sert metal kısımlar, çelik fırçalar veya bunların birleştirilmesinden elde edilmiş makinelerden istifade ederek aşmak mümkündür [4].

Ahşap malzeme, tarih öncesi dönemlerden beri iç ve dış dekorasyonda vazgeçilmez bir materyal olmuştur. Kaba kesimi ve mekanik makine işlemleri yapılan ahşap



malzemenin yüzey pürüzlülüğü oldukça fazladır. Pürüzlülük, perdah olarak bilinen, ıslatma, rendeleme, sistireleme ve zımparalama işlemleri ile azaltılabilmekte ve daha sonra yapılan vernikleme işlemleri ile de en aza indirilebilmektedir. Ahşap malzeme ile hazırlanan mobilya ve dekorasyon elemanlarının estetik değerini artırmada üstyüzey işlemlerinin önemi büyüktür [5].

Ahşap malzeme yüzey işlemleri genelde estetik (dekoratif) amaç yanında, koruyucu ve temizlik amaçları için de yapılmaktadır. Koruyucu amaçlar arasında malzemenin; üst yüzey işlemleri ile elverişsiz iklim koşullarına karşı dış ortamda kullanılması; ahşap malzemedeki rutubet alışverişinin belirli ölçüde engellenerek, çalışmasının azaltılması; aşınma, sürtünme ve çarpmadan oluşacak mekanik etkilere karşı korunması; kimyasal etkilere karşı korunması; bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı korunması; doğal renklerin rutubet ve ışığa karşı korunması ve ahşap malzemenin doğal karakterlerinin mümkün olduğunca uzun süre muhafaza edilmesidir [6].

Başarılı bir üst yüzey işlemi yapabilmek için, birbirine etkide bulanabilecek ahşap malzeme ile üstyüzey materyalinin özelliklerinin iyi bilinmesi ve koruyucu katmanların uygun koşullarda hazırlanması gerekmektedir. Ahşap malzemenin kalitesi, anatomik yapısı, özgül ağırlığı, geçirgenliği (permeabilitesi), rutubet, yüzey özellikleri, içerdiği ekstraktif maddeler ve renk dikkat edilmesi gereken hususlardır [6].

Bu çalışma, ülkemizde yaygın olarak kullanılan ahşap malzemelerde (Sarıçam, Doğu kayını, Kara ceviz, Kara kavak, Sapsız meşe ve Ihlamur) kullanılan bazı vernik (Poliüretan, Sentetik, Asit sertleştiricili, Selülozik ve Su bazlı) katmanlarının (1 Kat, 2 Kat ve 3 Kat) aşınma dirençlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Yapılar içerisinde zemin döşeme tahtaları ve parkeler sürekli sürtünme ve çarpma kuvveti etkisindedir. Yol ve fabrikalarda kullanılan ahşap kaldırım parkelerinde yürüme ve taşıt araçları tekerleklerinin sürtünmesi sonucu aşınma meydana gelmektedir. Aşınmada en önemli faktör sürtünmedir. Aşındırıcı cismin serliği ve yüzey özelliği, birim alana uygulanan basınç, sürtünme hızı, toz, kir vb. yabancı maddeler, rutubet, sıcaklık ile bazı kimyasal maddeler aşınmayı artırırken, ahşap malzeme yüzeyini koruyucu cila, lake, boya, yağlı ve mumlu maddeler azaltıcı etki yapar. Ahşap malzemenin yoğunluğu, rutubeti, trahee yapısı, liflerin gidiş yönü, yıllık halka yapısı aşınmayı etkileyen faktörler arasındadır [1].

Ahşap malzemenin rutubeti higroskopik sınırlar (% 0-28) içerisinde artıkça malzemenin aşınmaya karşı koyma kabiliyeti azalır. Dağınık trahee'li yapraklı ahşap odunları halkalı trahee'li malzemeye göre aşınmaya karşı daha dirençlidir. Aşındırıcı kuvvetin tesir yönü ile liflerin gidiş yönü arasındaki açının artması aşınmaya karşı koyma kabiliyetini artırır. Selülozik ve polyester vernik, cila, balmumu, parafin ve bezir yağına göre aşınmaya karşı daha koruyucudur. Yüzey işlemlerinin koruyucu etkisi koruyucu tabakanın sürekli bakımı ile sağlanır [1].

Doğu kayını, Doğu ladini, sarıçam ve Uludağ göknarı örnekleri poliüretan, parke verniği ve cam cila ile verniklenerek, sertlik ve aşınma dirençleri belirlenmiş ve verniklerin yüzey aşınma direncini etkiledikleri, sertlik direncine ise etkili olmadıkları tespit edilmiştir [7].

Ahşap kaplamalarda kullanılan ultraviyole kurumalı verniklerin aşınma dirençlerinin artırılması üzerine yapılan araştırmada, koruyucu ve kapatıcı ahşap zemin kaplama olan üretan akrilat oligomer verniklerde iki farklı (200 ve 325 gözenekli) ince cam granüller doldurucu astar olarak kullanılmış ve daha sonra bu vernik ultraviyole ışına tabii tutulmuştur. Deney sonunda, eklenen bu ince cam granüllerin verniğin aşınma direncini önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir [8].

Konut mutfak tezgah tablalarında kullanılan malzemelerin aşınma ve çizilme dirençlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, werzalit, yüksek basınç laminatı (HPL), verniksiz ve poliüretan vernik uygulanmış lamine Doğu kayını odunu ile orta sert lif levha (MDF)' dan hazırlanan örneklere TS 4755 esaslarına göre aşınma deneyi uygulanmıştır. Bu malzemelerin mutfak tezgahlarında kullanılması halinde aşınma ve çizilmeye karşı dirençleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak aşınma direnci, poliüretan vernikli Doğu kayınında en yüksek (240.6 devir), işlemsiz MDF'de en düşük (40.6 devir) çıkmıştır [9].

Verniklerde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri incelenmiş, polimerik esaslı verniklerde, katman kalınlığı artışının yüzeye yapışma mukavemetini artırıcı etki yaptığı bulunmuştur [10].

Laminat levhaların üretimi esnasında, overley katmanında kullanılan melamin reçine içerisindeki alüminyum oksit taneciklerinin ince tanecikler halinde serpiştirildiği durumlarda, çizilme ve aşınma dirençlerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir [11].

Borlu bileşiklerle emprenye edilen ahşap malzemelerde (Doğu kayını, sapsız meşe, sarıçam, Uludağ göknarı) ve verniklerde (sentetik, su bazlı, asit sertleştiricili), emprenye maddesinin, sertlik ve aşınma direncine etkileri araştırılmıştır. Denemeler sonunda; sertlik değeri en yüksek asit sertleştiricili vernikli Doğu kayınında, en düşük sentetik vernikli sarıçamda elde edilmiş, aşınma direnci örneklerinde ise; en yüksek değer, Borik asit + Boraks ile emprenye edilmiş asit sertleştiricili vernikli Doğu kayınında, en düşük değer Borik asit ile emprenye edilmiş su bazlı vernikli sarıçamda elde edilmiştir [12].

Kontrplak malzemenin aşınma direnci üzerine yapılan bir araştırmada, son kat ahşap kaplamanın aşınma direncini artırmada önemli etkiye sahip olduğu ve pürüzlü yüzeylerin iyi lamine edilmiş yüzeylere göre daha erken aşındığı belirtilmiştir. Tutkal homojenliğinin de aşınma direncini etkileyen önemli faktörlerden biri olduğu bildirilmiştir. Tutkalın (Fenol formaldehit) kalın katmanlı olmasının da aşınma

süresinin uzamasında etkili olduğu, ancak bu durumun her zaman yüksek kalınlıkta tutkalın aşınma direncini artırdığı anlamına gelmediği belirtilmiştir [13].

Ahşap yüzeylerinin harici etkilere karşı uzun süreli dayanıklı kalabilmesinin vernik katmanlarının karşılaşması muhtemel etkilere karşı gösterdiği dirence bağlı olduğu bildirilmiştir [14].

Yapraklı ağaçlarda verniklerin yapışma direnci yüksek, iğne yapraklılarda ise düşük çıkmıştır. Vernik çeşidi düzeyinde en yüksek yapışma direnci, polimerizasyonunu ahşap malzeme yüzeyinde tamamlayan poliüretan ve akrilik verniklerde elde edilmiştir. Yüksek yapışma direnci gerektiren işlerde, kayın ağacı kullanılması, göknar gibi gözenekli ahşap malzemelerden kaçınılması önerilmiştir [15].

Poliüretan parke verniği ile kaplanmış Doğu kayını masif parke, UV kurumalı poliüretan vernikle kaplanmış katmanları farklı malzemelerden oluşan (masif, orta yoğunlukta lif levha (MDF), kontraplak) 4 çeşit lamine parke ve farklı orta katmana sahip (yüksek yoğunlukta liflevha (HDF), MDF, yongalevha, kontraplak) 4 çeşit laminat parke olmak üzere toplam 9 çeşit örnek hazırlanmıştır. Aşınma direnci en yüksek laminat parkede (3750 devir), en düşük lamine parkede (84 devir) ve masif parkede (74 devir) tespit edilmiştir [16].

Meşe kaplamalı yüzeylerde uygulanan asit kürlenmeli (AC) ve ultraviyole kurumalı (UV) verniklerin aşınma dayanımlarında, asit kürlenmeli verniğin (565 devir) ultraviyole kurumalı vernikten (330 devir) yüksek olduğu tespit edilmiştir [17].

Doğu kayını numunelerinde, Stuttgart deneme makinesi ile Alman standardına göre yapılan uygulamalar sonucunda aşınma miktarları ağırlık kaybı bakımından ortalama 2,95 gr, kalınlık kaybı bakımından ise ortalama 0,30 mm olarak tespit edilmiştir [18].

Kollmann aşındırma makinesi ile yapılan çalışmada aşınma dirençleri bakımından ağaçlar arasında akasya, kayın, meşe, çam, kavak gibi bir sıralama tespit edilmiştir [18].

Araştırmada akrilik ve poliüretan verniğin selülozik verniğe göre yüksek aşınma direnci gösterdiği bildirilmiştir. Aşınma direncinde verniklerin, uygulandıkları malzemeyle etkileşiminin önemli olduğu; akrilik ve poliüretan verniklerin uygulandıktan sonra ahşap malzemedeki derine nüfuz ettiği ve yeterli bağ oluşturduğu, yüzeyde ise daha sıkı bir yapı gösterdiği; selülozik vernikte ise sadece yüzeyde mekanik bir bağ yaptığı ve daha gevşek bir yapı gösterdiği belirlenmiştir [19].

Yüzey kaplama malzemesi çeşidinin aşınma direncini etkilediği ve en düşük aşınma direncinin lake kaplı örneklerde; en yüksek aşınma direncinin ise rulo laminatı kaplı örneklerde elde edildiği bildirilmiştir [20].

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Ahşap malzeme

Çalışmada, ülkemiz orman ürünleri endüstrisinde yaygın kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.), sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), kara kavak (*Populus nigra* Lipsky), ıhlamur (*Tilla grandifolia* Ehrh.), kara ceviz (*Juglans regia* Lipsky) seçilmiştir. Denemelerde kullanılan ahşap malzemeler tamamen tesadüfî metotla Ankara'daki kereste işletmelerinden temin edilmiştir. Ahşap malzemenin seçiminde kerestenin sağlıklı, düzgün lifli, ardaksız, budaksız, normal büyüme göstermiş, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlılarına uğramamış olmalarına özen gösterilmiştir [21].

##### Sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky)

Diri odunu geniş(yarıçapının üçte biri kadar), sarımsı veya kırmızımsı beyaz renkte, öz odunu ise açık kırmızımsı kahverengidir. Yıllık halka sınırları belirgin ve hafif dalgalıdır. Yaz odunu koyu renkli olup açık renkli ilkbahar odunu ile kontrast yaratır. Yetiştirme muhitine bağlı olarak yıllık halkalar dar veya geniştir. Yıllık halka sınırları belirgin ve hafif dalgalıdır. Radyal ve teğet kesitleri parlak, sık ve geniş reçine kanalları olan yumuşak odunlu bir ahşap türüdür [1, 22].

Parlak, bol reçineli, oldukça hafif ve yumuşak bir ahşap olan sarıçam kolay işlenir, kolay yarılr ve çatlar. Çok budaklı olup gevrekler. Çivi, vida tutma direnci ve yapışması orta derecededir [23]. Adını, levhalar halinde ayrılan gövde kabuğunun tilki sarısı renginden alır. Narin gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı bir ahşaptır. Kendine özgü kabuk renginin dışında, ince yapraklarının kısılgı ve mavimsi yeşil rengi ilk bakışta diğer çam türlerinden ayırt edilmiş özellikleridir. Sarıçam odununun bazı teknolojik özellikleri Çizelge 3.1' deki gibidir [22].

Çizelge 3.1. Sarıçam odununun bazı teknolojik özellikleri

<u>Özellik</u>	<u>Ortalama Değer</u>	<u>Birimi</u>
Tam kuru yoğunluğu	0,49	g/cm <sup>3</sup>
Hava kurusu yoğunluğu	0,52	g/cm <sup>3</sup>
// Basınç direnci	550	kg/cm <sup>2</sup>
⊥ Basınç direnci	77	kg/cm <sup>2</sup>
Eğilme direnci	980	N/cm <sup>2</sup>
Çekme direnci	1020	N/cm <sup>2</sup>
⊥ Brinell sertlik değeri	1,9	kg/mm <sup>2</sup>
Elastikiyet modülü	117.000	N/cm <sup>2</sup>

Bu değerlere göre yük taşıma niteliği çok iyidir. Az çalışır az çeker. Kolay işlenir. Kolay yarılr ve çatlar. Reçinesi temizlendikten sonra boyanabilir. Vida ve çivi ile bağlantısı yeterlidir. Zor verniklenir. Oldukça dayanıklıdır. Görünüşü bozan mavi lekelenme estetik değerini azaltır. Ancak, mavi lekelenme, ağacın fizik dayanımında olumsuz etki yaratmaz [22].

#### *Kullanıldığı yerler*

Özellikle yapı malzemesi olarak kapı, pencere doğramalarında; taban ve tavan kaplamasında; mobilyacılık ve oymacılıkta; maden direği, tel direği ve travers olarak; kaplama levha, kontrplak, lif levha ve yonga levha ile kağıt endüstrisinde kullanılır.

#### Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky)

Fagaceae familyasındandır. Olgun odunlu ağaçlar grubundandır. Odun tabii halde kırmızimsı beyaz, fırınlanmış halde tuğla kırmızısı renktedir. İleri yaşlarda meydana gelen kırmızimsı kahve renkli ve içerisinde 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 [1]. Oldukça sert ve sıkı bir dokuya sahip olan Doğu kayının lifleri kısadır. Eğilme direnci iyidir. İyi kurutulmazsa çok çeker, çatlar, çabuk ardaqlanır ve çürür. Yarılma kabiliyeti iyi olan kayının çivi, vida tutması ve yapışma özellikleri orta seviyededir. Boyanmaya elverişli olmamakta birlikte iyi cila tutmakta ve aşınmaya karşı yüksek direnç göstermektedir [23]. Doğu kayını odununun bazı teknolojik özellikleri Çizelge 3.2'deki gibidir [22].

Çizelge 3.2. Doğu kayını odununun bazı teknolojik özellikleri

<i>Özellik</i>	<i>Ortalama Değer</i>	<i>Birimi</i>
Tam kuru yoğunluğu	0,63	g/cm <sup>3</sup>
Hava kurusu yoğunluğu	0,66	g/cm <sup>3</sup>
// Basınç direnci	644	kg/cm <sup>2</sup>
Eğilme direnci	870	N/cm <sup>2</sup>
⊥ Brinell sertlik değeri	3,4	kg/mm <sup>2</sup>

#### *Kullanıldığı yerler*

Doğu kayını masif mobilya ve dekorasyon ürünleri ile bükme mobilya, tornacılık, kontrplak kaplama ve kâğıt sanayinde kullanılır; ayrıca, ambalaj, oyuncak, tarım aletleri, demir yolu traversi, fıçı, mutfak aletleri üretiminde yararlanır. Tomruk ve standart ölçülerde biçilmiş olarak satılır.

#### Sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.)

Sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl) diri odunları dar, sarımsı beyaz renkte, öz odunları sarımsı kahve renklidir. Yıllık halka sınırları belirli, ilkbahar odununda büyük traheeler birkaç sıra halinde, gözenekli bir halka teşkil ederler. Yaz odunu daha koyu renktedir. İletim dokuları radyal kesitte ve teğet kesitte çizikler halinde



görülür. Enine kesitte merkezden çevreye doğru uzanan öz ışınları, biçilmiş parça yüzeyinde parlak aynalar halinde görülür [1].

Sapsız meşede kalın öz ışınları arasındaki açıklık saplı meşeye nazaran daha fazla, radyal kesitte öz ışını levhaları Sapsız meşede mat, saplı meşede ise parlaktır. Sapsız meşenin basınç direnci ve eğilme direnci daha yüksek olup saplı meşeye göre daha kolay işlenir. Odunu kaba tekstürlüdür [1]. Sapsız meşe odununun bazı teknolojik özellikleri Çizelge 3.3'deki gibidir [22].

Çizelge 3.3. Sapsız meşe odununun bazı teknolojik özellikleri

<i>Özellik</i>	<i>Ortalama Değer</i>	<i>Birimi</i>
Tam kuru yoğunluğu	0,65	g/cm <sup>3</sup>
Hava kurusu yoğunluğu	0,69	g/cm <sup>3</sup>
// Basınç direnci	650	kg/cm <sup>2</sup>
⊥ Basınç direnci	110	kg/cm <sup>2</sup>
⊥ Brinell sertlik değeri	4,6	kg/mm <sup>2</sup>

#### *Kullanıldığı yerler*

Masif ve kaplama olarak mobilya, oymacılık, doğrama ve kontrplak üretiminde kullanılır. Yapı ve konstrüksiyon malzemesi, parke, tarım aletleri yapımı, küçük su araçları ve travers yapımında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, bira ve viski fiçisi, iskele, tavan ve taban kaplama gibi geniş kullanım alanı vardır [1].

#### Ihlamur (*Tilla grandifolia* Ehrh.)

Odunu hafif sarımtırak kırmızımsı renkte olup öz odun yoktur. Yıllık halkaları belirgin değildir. Enine kesitte, iletken dokuları ve öz ışınları gözle fark edilmez. Radyal kesitte 2 mm den daha uzun öz ışın aynaları ve teğet kesitte hafif iğne çiziklerini görmek mümkündür. Yumuşak odunludur [1]. Ihlamur iyi kurutulursa

fazla çalışmaz, aksi halde çeker ve çatlar; boya tutması ve yapışması iyidir ve kolay işlenir; fakat çivi ve vida tutma kabiliyeti azdır [23]. Ihlamur odununun bazı teknolojik özellikleri izelge 3.4'deki gibidir [1].

Çizelge 3.4. Ihlamur odununun bazı teknolojik özellikleri

<u>Özellik</u>	<u>Ortalama Değer</u>	<u>Birimi</u>
Tam kuru yoğunluğu	0,49	g/cm <sup>3</sup>
Hava kurusu yoğunluğu	0,53	g/cm <sup>3</sup>
// Basınç direnci	520	kg/cm <sup>2</sup>
Eğilme direnci	1060	kg/cm <sup>2</sup>

#### *Kullanıldığı yerler*

Resim tahtası ve erevesi yapımında, tornacılıkta, oymacılıkta, ve müzik aletleri yapımında kullanılmaktadır.

#### Kara ceviz (*Juglans nigra* Lipsky)

Diri odunu sarımsı veya kırmızımsı kl renğinde, öz odunu ise kl rengimsi kahve renklidir. z ışınları gözle görünmez. Yıllık halkaları kesin ve belirgin bir şekilde birbirinden ayrılır. İlkbahar ve yaz odunları farklı renkte olmasından dolayı enine kesitte değişik renkte paralel çizgiler görünür [1]. Ceviz sıkı, sert ve oldukça ağırdır. Çok çeker ama az çatlar; çivi ve vida tutması iyi, cila tutması ise çok iyidir. Ceviz el aletleriyle kolay işlenmektedir ve tornalamaya elverişlidir [23]. Cevizin köke yakın kısımlarından simetrik desende kaplamalar elde etme imkanı vardır. Ceviz odununun bazı teknolojik özellikleri izelge 3.5'deki gibidir [1].

Çizelge 3.5. Kara ceviz odununun bazı teknolojik özellikleri

<u>Özellik</u>	<u>Ortalama Değer</u>	<u>Birimi</u>
Tam kuru yoğunluğu	0,64	g/cm <sup>3</sup>
Hava kurusu yoğunluğu	0,68	g/cm <sup>3</sup>
// Basınç direnci	720	kg/cm <sup>2</sup>
Eğilme direnci	1470	kg/cm <sup>2</sup>

*Kullanıldığı yerler*

Elastik yapısından dolayı ceviz, ideal bir masif mobilya malzemesidir. Kaplama üretimi, kakmacılık, oymacılık ve model yapımında aranan ahşap türlerindedir.

Kara kavak (*Populus nigra* Lipsky)

Odunsu sarımsı beyaz renktedir. Kahve rengimsi ve yeşilimsi öz odunu olanlara da rastlanır. Yıllık halkaları geniş ve belirgindir. Radyal ve teğet kesitte hafif parlak, tekstürü kabadır [1]. Az çalıştığı için mobilyacılıkta körağaç olarak faydalanılır. Kavağın yapışması iyi, çivi ve vida tutma direnci azdır [23]. Kara kavak odununun bazı teknolojik özellikleri Çizelge 3.6'daki gibidir [1].

Çizelge 3.6. Kara kavak odununun bazı teknolojik özellikleri

<u>Özellik</u>	<u>Ortalama Değer</u>	<u>Birimi</u>
Tam kuru yoğunluğu	0,46	g/cm <sup>3</sup>
Hava kurusu yoğunluğu	0,50	g/cm <sup>3</sup>
// Basınç direnci	350	kg/cm <sup>2</sup>

*Kullanıldığı yerler*

Ambalaj, kaplama, kontrplak, resim tahtası, plançete, makara ve müzik aletleri yapımında kullanılır.

### 3.1.2. Vernikler

Deney örneklerinin verniklenmesinde selülozik, sentetik, poliüretan, su bazlı ve asit sertleştiricili vernikler kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan vernikler Ankara'daki satıcı firmalardan temin edilmiştir. Uygulanacak vernik miktarının tespitinde katı madde miktarı ve firma önerileri göz önünde bulundurulmuştur. Denemelerde kullanılan verniklerin özellikleri Çizelge 3.7'de verilmiştir [24,25].

Çizelge 3.7. Denemelerde kullanılan verniklerin özellikleri

Vernik Çeşidi	pH*	Yoğunluk kg/cm <sup>3</sup>	Viskozite DIN Cup/4mm	Uygulanan miktarı g/m <sup>2</sup>	Tabanca uç açıklığı	Hava basıncı
Poliüretan (Dolgu)	5,94	0,98	18	125	1,8	2
Poliüretan (Son kat)	4,01	0,99	18	125	1,8	2
Sentetik	-	0,94	18	100	-	-
Su Bazlı (Dolgu)**	9,30	1,015	18	67	1,3	1
Su Bazlı (Son kat)***	8,71	1,031	18	67	1,3	1
Selülozik (Dolgu)	2,9	0,955	20	125	1,8	3
Selülozik (Son kat)	3,4	0,99	20	125	1,8	3
Asit Sertleştiricili (Son kat)	8,0	0,99	18	100	1,8	3

\*Ambalaj içerisindeki pH, \*\*ASTM D 65, \*\*\*ASTM D 45

#### Sentetik vernik

Sentetik reçinelerin organik çözücüler içerisindeki eriyiklerine sentetik vernik denilmektedir. Sentetik reçineler, oluşumunu tamamlamış ve polimerleşmesi yarım bırakılmış olarak iki tipte üretilmektedir. Oluşumunu tamamlamış olan ve fiziksel kuruma yapan ürünler içerisinde Vinilklorür, polivinilklorür, polivinilasetat ve klorlu kauçuk bulunmaktadır [10].

Sentetik verniklerde ortak sakınca, püskürtme güçlüğüdür. Sentetik tiner ile inceltirilerek kullanılması gerekir [26]. Polimerleşmesi yarım bırakılmış sentetik reçinelerde ise yağlı bir alkid kullanılmaktadır. Strenal alkid, üretan alkid, epoksi

ester bu amaçla kullanılan örneklerdir. Bunlarda, polimerizasyona ya da oksidasyona dayalı bir kuruma şekli görülür ve dönüşümsüzdür. Sentetik vernikte esnek ve sağlam bir katman yapmak ve kuruma süresini uzatmak için keten tohumu yağı gibi kuruyan yağlar da kullanılmaktadır [10].

Üretiminde kullanılan yağlardan dolayı sentetik vernik diğer verniklere göre daha esnek ve yumuşak katmanlar verir. Su ve neme karşı dayanıklı olup diğer verniklere göre yapışma mukavemeti zayıftır. Işık geçirgenliği olan katmanlarda ultraviyole ışınları ahşabın ısınmasına ve içerisindeki nemin buharlaşmasına neden olur. Bu durum karşısında oluşan buhar basıncı verniğin ahşap malzeme yüzeyi ile bağlantısını keserek pul pul kalkmasına ve dökülmesine sebep olur [10].

Düşük sertlik direncine sahip olan sentetik vernikler rutubet dayanıklılığı sebebiyle açık hava şartlarında, suyla temas eden yerlerde ve yüksek rutubet ortamlarında yaygın olarak kullanılmaktadır [27].

### Poliüretan vernik

İki komponentli bir vernik olup kimyasal tepkimeli vernikler grubundadır. Eritici inceltici sıvı buharlaşırken, elamanları kimyasal tepkimeye girer. Poliüretan vernikler kuruma sistemlerine bağlı olarak yağ modifiyeli, nem kürlenmeli, bloke sistemli, ön polimer + katalizörlü ve iki komponentli olarak beş çeşit üretilmektedir. İki kompenetli poliüretanların dolgu, parlak, mat ve ipekmat olan çeşitleri bulunmaktadır. Ahşap malzemenin çalışmasına uyum sağlayabilecek ölçüde esnek katmanlar oluşturduğu gibi mekanik etkilere, asit ve bazlara, su, nem, kuru ve ıslak sıcaklık etkilerine dayanıklıdır. Sigara ateşine dayanıklı değildir. Tam kuruma sonunda dönüşümsüz katmanlar verir. Çözücü etkilerine karşı dayanıklıdır; ancak çok kuvvetli asitlerde yüzeyden kaldırılabilir. Ahşap taban ile bağlantısı çok iyidir. Ultraviyole ışınları etkisi ile sararma yapar [14]. Poliüretan verniklerin polimerleşme reaksiyonlarını tatbik edildikleri yüzeyde tamamlamaları önemli bir üstünlük olup, bu durum ahşap yüzeyde bağlantı gücünü (adhezyon) artırıcı etki yapmaktadır. İç

dekorasyonda banyo hariç bütün mekanlarda kullanılabilir. Ancak su ile temas eden yüzeylerde, yüzeyin tamamının kaplanması gerekmektedir. Tavan, taban ve duvar döşemlerinde ise bu amaçlara yönelik poliüretan vernikler kullanılmalıdır [10]. Vernik filminin sert olması, aşınmaya, kimyasal etkilere dayanıklı olması istenen yerlerde de kullanılabilir. Büfe, masa üstü, oturma mobilyası, laboratuvar ve hastane mobilyalarında, parkelerde, üstün niteliklerinden dolayı olumlu sonuç vermektedir [26].

### Su bazlı vernik

Su bazlı vernik, alkid, poliestere, akrilik ve poliüretan yanında daha başka birçok reçineden üretilir. Parlak verniklerde renk pigmenti bulunmaz; mat verniklerde matlaştırıcı elemanlar bulunur. Endüstride önemli yer tutmaya başlayan bu sistem dispersiyon ve emülsiyon polimerizasyonu esasına göre hazırlanır. Hidroksil (- OH ) ve karboksil (- COOH ) grubu bulduran reçinelerden üretilen su bazlı verniklerin reaksiyonları genel olarak iki molekülün kaynaşması veya iki parçaya ayrılmış elamanların iyonları arasında bağ kurulması şeklindedir. Çözelti ve emülsiyon polimerizasyonu temel reaksiyon türüdür. Polimerizasyonda monomer damlalarından difüzyonla geçen monomerler kuruma boyunca polimer taneciklerini beslerken, emülsiyon reaksiyonunda monomer, aktiflenmiş misel ve aktif misellerin bir radikalle polimerleşmesine dayanır. Reaksiyonla kuruma gerçekleştirdikleri için dönüşümsüz katman verir [27].

Su bazlı verniklerin üretim, tüketim ve kullanımlarının hızla artış göstermesiyle birlikte, son yıllarda geliştirilen ve su bazlı sistemlerin formüle edilmesine olanak sağlayan bağlayıcı reçineler önemli rol oynamıştır. Poliüretan bağlayıcıların ürüne kazandırdığı özellikler kullanım alanlarının çeşitliliği bakımından önemlidir [27].

### Asit sertleştiricili vernik

Çift komponentli bir vernik çeşidi olan asit sertleştiricili vernik reaksiyonunu asidik ortamda tamamlar. Vernik katmanı asit, alkali, ısı ve ışığa duyarlıdır. Katman oluşumu çözücü buharlaşması ve polimerizasyon reaksiyonu ile gerçekleşir. Esas kuruma reaksiyonu kondenzasyon reaksiyonudur. En uygun kuruma sıcaklığı 18- 20 ° C' dir. Dokunabilirlik kuruması 30-40 dakika, tam kuruma süresi 2-3 haftadır. Vernik katmanı moleküler dönüşümlü, katman dönüşümsüzdür [27]. Katman yapma oranı % 50 dir. Bu oran poliüretan vernikle aynı, selülozik verniklerin iki katıdır. Üstün koruyucu niteliği yanında, poliüretan verniklerden daha ucuzdur [26]. Sertlik değeri yüksek olduğu için mekanik etkilere karşı korunması gereken mobilya ve dekorasyon elemanları ile asit, alkali, su, yüksek nem ve ev içi kimyasallara maruz kalacak ürünlerde kullanılması uygun bulunmaktadır [27].

### Selülozik vernik

Selülozik vernik, nitroselüloz ve sülfürik asitlerden; aseton, amil-asetat, butil-asetat, etil-asetat gibi eriticilerden; vernik reçinelerinden; tolüen ve benzin gibi incelticilerden ve plastikleştiriciler veya yumuşatıcılardan (fosforik ve fethalik asitler) meydana gelmiştir. Sert, selüloide benzer bir üst yüzey meydana getiren selülozik vernik çok çabuk kurur ve bir defa kuruyunca bütün kimyasal faaliyet durmaktadır. Bu durum sağlam, rutubete, alkole (ispirtoya) dayanıklı ve normal derecedeki ısı değişikliklerinden veya çok yüksek olmayan sıcaklık tesiri ile bozulmayan, bir üst yüzey meydana getirmektedir. Selülozik vernik kuruma esnasında renk değiştirmemekte ve çabuk kurummasından dolayı toz benek ve lekeleri çok az olmaktadır [23]. Selülozik verniğin, yaklaşık %25-35 bölümü, sürüldüğü yüzeyde katman haline gelir. Verniğin katman yapan bölümü, nitroselüloz, reçineler ve yumuşatıcılardan oluşur [26]. Selülozik vernik mobilya, oyuncak, modeller, spor malzeme parçaları üzerinde püskürtme, fırça ile sürme, daldırma gibi metotlarla kullanılmaktadır [23].

## 3.2. Metod

### 3.2.1. Ahşap malzemelerin yoğunlukları

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan ahşap malzemelerin yoğunlukları TS 2472 esaslarına göre belirlenmiştir [28]. Buna göre; hava kurusu yoğunluk tayini için 20x30x30 mm boyutlarında hazırlanan örnekler,  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $\% 65 \pm 5$  bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Bu durumda TS EN 325'e göre ağırlıkları  $\pm 0,01$ g duyarlıklı analitik terazide tartılıp,  $\pm 0,01$ mm duyarlıklı dijital kumpasla boyutları ölçüldükten sonra hacimleri hesaplanarak, hava kurusu yoğunluklar ( $\delta_{12}$ ) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$\delta_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} \text{ g / cm}^3 \quad (3.1)$$

Burada;

$M_{12}$  = Hava kurusu haldeki ağırlık (g),

$V_{12}$  = Hava kurusu haldeki hacimdir ( $\text{cm}^3$ ) [29].

### 3.2.2. Deney örneklerinin hazırlanması

Çalışmada kullanılması düşünülen ahşap malzemeler Ankara Siteler' deki kereste işletmelerinden kerestenin kusursuz olmasına, liflerinin düzgün, budaksız, ardaksız, normal büyüme göstermiş, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış olmasına özen gösterilerek tamamen tesadüfi olarak temin edilmiştir. Seçilen birinci sınıf kerestelerin yıllık halkaların yüzeye dik gelen bölgelerinden TS 2470 esaslarına göre önce 150x150 mm boyutlarında parçalar kesilerek  $20 \pm 2$ °C sıcaklık ve  $\%65 \pm 5$  bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme kabininde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Deney örnekleri (Resim 3.1) bu şartlarda  $\% 10 \pm 2$  rutubetlere kadar kurutulduktan sonra 100x100x10 mm boyutlarında kesilerek önce 80 sonra 100 kum zımpara (Silicon carbide, P180C-QB,





### 3.2.3. Deney örneklerinin verniklenmesi

Vernikleme işleminde ASTM D 3023 [24] esaslarına uyulmuştur. Buna göre, reaksiyon kurumalı verniklemede darası alınan örneklere liflere paralel yönde tozlanma şeklinde dolgu verniği uygulanmıştır. Çapraz kat şeklinde toplam 2 defa dolgu verniği ile verniklenen örnekler,  $20\pm 2$  °C sıcaklık ve %  $65\pm 3$  bağıl nem şartlarında 24 saat süreyle iklimlendirme dolabında kurumaya bırakılmıştır.

Kurutulan örnekler 220–320 kum zımparası ile düzgün bir yüzey üzerinde zımpara takozu kullanılarak zımparalanmış ve tozdan arındırılmıştır. Ağırlıkları  $\pm 001g$  duyarlıklı analitik terazide tartılıp ilk son kat uygulanarak tekrar kurumaya bırakılmıştır. Kuruma işlemi tamamlandıktan sonra 2. son kat vernik uygulanmıştır.

Deney örneklerine sentetik vernik uygulamasından önce selülozik vernik ile dolgu katı oluşturularak, düz bir yüzeyde zımpara takozu yardımıyla 220 kum zımparayla zımparalanmış; tozları alındıktan sonra 3. son kat sentetik vernik uygulanan örnekler, sıcaklığı  $20\pm 2$  °C ve bağıl nemi %  $65\pm 3$  olan iklimlendirme kabinde 3 hafta süreyle kurumaya bırakılmıştır (Resim 3.1).



Resim 3.1. Verniklenmiş deney örnekleri

Su bazlı vernik için primer kat uygulandıktan sonra kurutulan örneklerdeki lif kabarmalarını gidermek için 220 kum zımpara kullanılmıştır. Daha sonraki son kat uygulaması poliüretan vernikteki gibi yapılmıştır.

### 3.2.4. Vernik katı madde miktarı tayini

TS 6035 EN ISO 3251 esaslarına uygun olarak, uçucu olmayan madde içeriği(NV), kütlece yüzde cinsinden, aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır. Metal veya camdan yapılmış, tabanın iç çapı  $75 \pm 1$  mm, kenar yüksekliği en az 5 mm olan tabanı düz kapsül içerisine deney numunesi konmuş ve havalandırılmalı etüvde 80-105 °C arası 60 dakika bekletilmiş ve tartımlar 0,1 mg hassasiyette yapılmıştır. Hesaplamada aşağıda verilen eşitlikten yararlanılmıştır.

$$NV = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100 \quad (3.2)$$

Burada,

$m_0$  = Boş kapsülün kütlesi (g),

$m_1$  = Deney numunesi kısmı ile birlikte kapsülün kütlesi (g),

$m_2$  = Kalıntı ile birlikte kapsülün kütlesidir (g) [30].

### 3.2.5. Kuru film kalınlığı tayini

Tam kuru vernik katmanlarının film kalınlıkları 5 µm duyarlıklı komperatör ile ASTM D 1005-95 esaslarına uyularak belirlenmiştir [31]. Buna göre; temiz bir sac levha yüzeyinde komperatörün ibresi sıfıra ayarlandıktan sonra ölçüm yapılmıştır. Ölçüm için, vernik film katmanı değişik bölgelerden ahşap malzeme yüzeyine kadar kaldırılmıştır. Açılan kertiğe komperatörün ibresi düşürülürken komperatör ayaklarının katmana dik konumda ve tam oturmuş olduğuna dikkat edilmiştir. Komperatörde farklı bölgelerde okunan ölçümlerin ortalaması alınmıştır.

### 3.2.6. Aşınma direnci tayini

Vernikli ahşap yüzeylerin aşınma direnci TS 4755 esaslarına göre yapılmıştır. Standart esaslarına göre, her işlem türü için 100×100×10 mm boyutlarında 10 adet numune alınmış ve tam ortalarından 6 mm çapında delinmiştir.

Ön deneme ile zımpara şeridinin deneme süresince ne zaman ve kaç defa değiştirilmesi gerektiği belirlenmiş ve bunun için bir numune üzerinde 500 devir yaptırılmıştır. Her 25 devirde zımpara şeridi gözeneklerinin dolup dolmadığına ve zımpara taneciklerin aşınıp aşınmadığına bakılmıştır. Bu durumlardan herhangi birinin görüldüğü andaki devir sayısının yarısı, zımpara şeritlerinin değiştirilme devri olarak kabul edilmiştir.

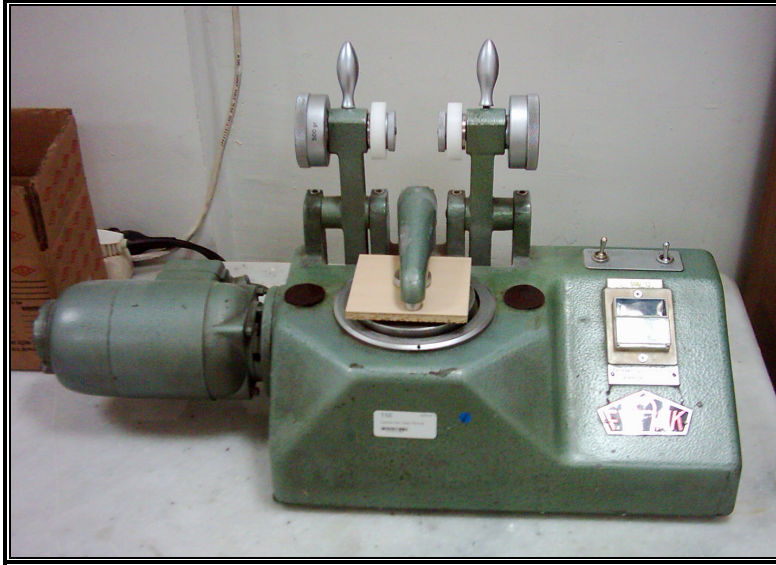
Aşındırma test cihazının (Resim 3.2) sayacı sıfırlandıktan sonra aşındırma işlemi başlatılmış ve her 10 devirde deney parçasının yüzeyi kontrol edilmiştir. Yapılan bu kontrollerde; vernik katmanı aşınarak, aşındırma alanında ahşap yüzeyinin % 50'si açığa çıkmışsa ve lif tahribatı başlamışsa deneye son verilerek o andaki devir sayısı kaydedilmiştir. Kaydedilen devir sayısı o numuneye ait aşınma direnci olarak kabul edilmiştir. On numunenin ayrı ayrı denenmesi sonucu elde edilen devir sayılarının aritmetik ortalamaları alınmıştır.

$$d_x = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_{10}}{10} \quad (3.3)$$

Burada;

$d_x$  = Ortalama devir sayısı,

$d_1 . d_{10}$  = Numunelere ait devir sayısıdır [32].



Resim 3.2. Aşındırma test cihazı

### 3.2.7. Verilerin değerlendirilmesi

6 ahşap türü + 5 vernik çeşidi + 3 vernik katman kalınlığı çeşidi + 10 adet tekrür olmak üzere (6×5×3×10) toplam 900 adet örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin aşınma dirençleri arasındaki farklılığı belirlemek için gruplar arasında çoklu varyans analizi (MANOVA) yapılmıştır. MANOVA, aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, minimum ve maksimum değerlerin hesaplanmasında MSTAT-C ve SPSS 15.0 for Windows programı kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Yoğunluk Değerleri

Deneylerde kullanılan numunelerin hava kuru yoğunluk ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hava kuru yoğunluk ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER	AHŞAP MALZEMELER					
	Sarıçam	Sapsız meşe	Doğu kayını	Kara kavak	Kara ceviz	İhlamur
X ( $g/cm^3$ )	0,5237	0,6483	0,6942	0,4764	0,6173	0,4363
S ( $g/cm^3$ )	0,0238	0,0155	0,0256	0,0246	0,0214	0,0292
v ( $s^2$ )	0,0006	0,0002	0,0007	0,0006	0,0005	0,0009
min ( $g/cm^3$ )	0,485	0,622	0,658	0,434	0,568	0,405
max ( $g/cm^3$ )	0,554	0,672	0,742	0,512	0,645	0,501
N	10	10	10	10	10	10

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, s: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Çizelge 4.2. Hava kuru yoğunluk değerleri varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Sig.
Gruplar arası	0,525	5	0,105	166,944*	0,000
Grup içi	3,395	54	6,287		
TOPLAM	0,559	59			

\* P< 0,05

Ahşap malzemelerin hava kuru yoğunluk değerleri için yapılan F testine göre; hava kuru yoğunluk değerleri ahşap türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermiştir (F (5;54)=166,944, P<0,05). Bununla ilgili olarak yapılan DUNCAN testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.3); en yüksek hava kuru yoğunluk değeri Doğu kayınında elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe, kara ceviz, sarıçam, kara kavak ve ıhlamur izlemiştir. Elde edilen sonuçlar literatür ile paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.3. Hava kurusu yoğunluk değerleri DUNCAN testi sonuçları

GRUPLAR	N	*Alt gruplar için $\alpha = 0,05$					
		F	E	D	C	B	A
Doğu kayını	10						0,69420
Sapsız meşe	10					0,64830	
Kara ceviz	10				0,61730		
Sarıçam	10			0,52370			
Kara kavak	10		0,47640				
Ihlamur	10	0,43630					
SIGNIFICANT		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

\*LSD :1.086, Homojen alt gruplar için grup ortalamaları esas alınmıştır.

#### 4.2. Vernik Katı Madde Miktarı

Deneylerde kullanılan verniklerin katı madde miktarı ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Verniklerin katı madde miktarı ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER	VERNİKLER				
	Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
x (%)	54,68	42,15	30,28	46,72	33,51
s (%)	1,1771	0,5766	0,2712	0,7984	0,7595
v ( $s^2$ )	1,5395	0,3694	0,0817	0,7084	0,641
min (%)	52,3	41,1	30	45	32
max (%)	56,1	43,3	31	47,8	35,1
N	10	10	10	10	10

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, s: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Vernik katı madde miktarı en yüksek sentetik vernikte (% 54,68), en düşük su bazlı vernikte (% 30,28) bulunmuştur. Sentetik vernikte katı madde miktarının yüksek çıkmasının sebebi, vernik yapısında bulunan uçucu madde miktarının diğerlerine göre daha az olması olabilir.

### 4.3. Vernik Katman Kalınlıkları

Deneylerde kullanılan sarıçam numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Sarıçam numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER		SARIÇAM ( <i>Pinus silvestris</i> Lipsky)				
		Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
1. Kat	x ( $\mu m$ )	93,2	94,015	93	93,84	92,615
	s ( $\mu m$ )	2,0396	1,1713	1,3416	1,9628	2,2031
	v ( $s^2$ )	4,6222	1,5244	2	4,281	5,3933
	min ( $\mu m$ )	89	92	90	91	90
	max ( $\mu m$ )	96	96	95	98	97
	N	10	10	10	10	10
2. Kat	x ( $\mu m$ )	115	115,5	102,3	127,9	106,9
	s ( $\mu m$ )	1,1832	1,1180	1,1874	0,9433	1,1357
	v ( $s^2$ )	1,5555	1,3888	1,5666	0,9888	1,4333
	min ( $\mu m$ )	113	113	100	127	105
	max ( $\mu m$ )	117	117	104	130	109
	N	10	10	10	10	10
3. Kat	x ( $\mu m$ )	125,7	125,5	105,7	132,4	112
	s ( $\mu m$ )	1,2688	1,2041	1,1874	0,9165	2,2803
	v ( $s^2$ )	1,7888	1,6111	1,5666	0,9333	5,7777
	min ( $\mu m$ )	123	123	103	131	109
	max ( $\mu m$ )	128	127	107	134	116
	N	10	10	10	10	10

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, s: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Sarıçam numunelerinde vernik katman kalınlıkları en yüksek 3 kat asit sertleştiricili vernikte (132,4  $\mu m$ ), en düşük 1 kat selülozik vernikte (92,615  $\mu m$ ) bulunmuştur.



Deneylerde kullanılan ihlamur numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Ihlamur numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER		IHLAMUR ( <i>Tilla grandifolia</i> Ehrh.)				
		Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
1. Kat	x ( $\mu m$ )	93,4	94,3	94,125	94,2	89,9
	s ( $\mu m$ )	2,0099	1,2688	1,3381	1,8867	1,9209
	v ( $s^2$ )	4,4888	1,7888	1,9895	3,9555	4,1
	min ( $\mu m$ )	90	92	92	90	86
	max ( $\mu m$ )	98	96	96	96	92
	N	10	10	10	10	10
2. Kat	x ( $\mu m$ )	113,9	114,9	101,4	127	103,5
	s ( $\mu m$ )	0,9433	1,5779	0,6633	1	1,6278
	v ( $s^2$ )	0,9888	2,7666	0,4888	1,1111	2,9444
	min ( $\mu m$ )	112	111	100	126	101
	max ( $\mu m$ )	115	117	102	129	106
	N	10	10	10	10	10
3. Kat	x ( $\mu m$ )	123,9	123,4	103,3	131,4	111,5
	s ( $\mu m$ )	1,5779	1,3564	1,2688	1,2806	1,2041
	v ( $s^2$ )	2,7666	2,0444	1,7888	1,8222	1,6111
	min ( $\mu m$ )	121	121	101	130	110
	max ( $\mu m$ )	126	125	105	134	113
	N	10	10	10	10	10

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, s: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Ihlamur numunelerinde vernik katman kalınlıkları en yüksek 3 kat asit sertleştiricili vernikte (131,4  $\mu m$ ) , en düşük 1 kat selülozik vernikte (89,9  $\mu m$ ) bulunmuştur.

Deneylerde kullanılan kara ceviz numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kara ceviz numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER		KARA CEVİZ ( <i>Juglans nigra</i> Lipsky)				
		Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
1. Kat	$x (\mu m)$	92,9	89,6	92,4	88,95	94,44
	$s (\mu m)$	2,4269	1,7435	2,4576	2,7789	1,7449
	$v (s^2)$	6,5444	3,3777	6,7111	8,5805	3,3832
	min ( $\mu m$ )	90	87	89	84	90
	max ( $\mu m$ )	97	92	98	94	96
	N	10	10	10	10	10
2. Kat	$x (\mu m)$	117,4	124,4	113,1	140,7	125,5
	$s (\mu m)$	1,2	0,9165	0,8306	1,6155	0,8062
	$v (s^2)$	1,6	0,9333	0,7666	2,9	0,7222
	min ( $\mu m$ )	115	123	112	138	124
	max ( $\mu m$ )	119	126	114	143	127
	N	10	10	10	10	10
3. Kat	$x (\mu m)$	143,3	130,2	123,9	147,7	127,2
	$s (\mu m)$	1,4177	1,7204	0,7	0,9	0,9797
	$v (s^2)$	2,2333	3,2888	0,5444	0,9	1,0666
	min ( $\mu m$ )	142	128	123	146	126
	max ( $\mu m$ )	146	134	125	149	129
	N	10	10	10	10	10

$x$ : Aritmetik ortalama,  $v$ : Varyans,  $s$ : Standart sapma,  $N$ : Örnek sayısı

Kara ceviz numunelerinde vernik katman kalınlıkları en yüksek 3 kat asit sertleştiricili vernikte (147,7  $\mu m$ ), en düşük 1 kat asit sertleştiricili vernikte (88,95  $\mu m$ ) bulunmuştur.

Deneylerde kullanılan sapsız meşe numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Sapsız meşe numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER		SAPSIZ MEŞE ( <i>Quercus petraea</i> Liebl.)				
		Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
1. Kat	$x (\mu m)$	94,6	89,8	91,5	94,425	90,8
	$s (\mu m)$	2,4166	1,9899	1,6278	1,9938	1,6613
	$v (s^2)$	6,4888	4,4	2,9444	4,4173	3,0666
	min ( $\mu m$ )	90	86	90	90	88
	max ( $\mu m$ )	98	93	95	97,25	94
	N	10	10	10	10	10
2. Kat	$x (\mu m)$	119,2	111,6	112	121,7	120,1
	$s (\mu m)$	3,9698	3,9799	4	2,4515	3,6180
	$v (s^2)$	17,5111	17,6	17,7777	6,6777	14,5444
	min ( $\mu m$ )	115	104	105	119	112
	max ( $\mu m$ )	126	116	116	126	124
	N	10	10	10	10	10
3. Kat	$x (\mu m)$	136,5	128,1	124,7	143,415	126,8
	$s (\mu m)$	2,7658	5,2621	2,1470	3,9924	3,3406
	$v (s^2)$	8,5	30,7666	5,1222	17,7111	12,4
	min ( $\mu m$ )	132	120	120	135	121
	max ( $\mu m$ )	142	136	128	150	132
	N	10	10	10	10	10

$x$ : Aritmetik ortalama,  $v$ : Varyans,  $s$ : Standart sapma,  $N$ : Örnek sayısı

Sapsız meşe numunelerinde vernik katman kalınlıkları en yüksek 3 kat asit sertleştiricili vernikte (143,415  $\mu m$ ), en düşük 1 kat poliüretan vernikte (89,8  $\mu m$ ) bulunmuştur.

Deneylerde kullanılan Doğu kayını numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Doğu kayını numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER		DOĞU KAYINI ( <i>Fagus orientalis</i> Lipsky)				
		Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
1. Kat	$x (\mu m)$	93,6	93,115	96,1	94,84	94,425
	$s (\mu m)$	2,0591	1,1484	1,3747	2,6387	2,3292
	$v (s^2)$	4,7111	1,4655	2,1	7,7365	6,0284
	min ( $\mu m$ )	90	91	94	90	90
	max ( $\mu m$ )	97	95	98	98	97
	N	10	10	10	10	10
2. Kat	$x (\mu m)$	116,2	124,7	114,9	138,8	124,5
	$s (\mu m)$	1,8330	1,6763	1,4456	2,1354	0,8062
	$v (s^2)$	3,7333	3,1222	2,3222	5,0666	0,7222
	min ( $\mu m$ )	112	122	112	136	123
	max ( $\mu m$ )	118	127	117	143	126
	N	10	10	10	10	10
3. Kat	$x (\mu m)$	135,9	131,5	125,9	146,5	127,2
	$s (\mu m)$	3,7536	0,8062	2,3	1,8574	0,7483
	$v (s^2)$	15,6555	0,7222	5,8777	3,8333	0,6222
	min ( $\mu m$ )	132	130	121	144	126
	max ( $\mu m$ )	141	133	130	150	128
	N	10	10	10	10	10

$x$ : Aritmetik ortalama,  $v$ : Varyans,  $s$ : Standart sapma,  $N$ : Örnek sayısı

Doğu kayını numunelerinde vernik katman kalınlıkları en yüksek 3 kat asit sertleştiricili vernikte (146,5  $\mu m$ ), en düşük 1 kat poliüretan vernikte (93,115  $\mu m$ ) bulunmuştur.

Deneylerde kullanılan kara kavak numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Kara kavak numunelerinin vernik katman kalınlıkları ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER		KARA KAVAK ( <i>Populus nigra</i> Lipsky)				
		Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
1. Kat	$x (\mu m)$	97,325	94,425	88,2	88,3	90,7
	$s (\mu m)$	1,7890	1,3695	2,6381	2,2383	1,5524
	$v (s^2)$	3,5562	2,0840	7,7333	5,5666	2,6777
	min ( $\mu m$ )	94	92	84	85	88
	max ( $\mu m$ )	100	96	92	92	94
	N	10	10	10	10	10
2. Kat	$x (\mu m)$	125,3	117,5	101,1	125	103,9
	$s (\mu m)$	2,0024	1,2845	2,5865	1,2649	2,9137
	$v (s^2)$	4,4555	1,8333	7,4333	1,7777	9,4333
	min ( $\mu m$ )	121	115	95	123	100
	max ( $\mu m$ )	128	119	104	127	109
	N	10	10	10	10	10
3. Kat	$x (\mu m)$	138,2	126,9	106,4	127,8	111,7
	$s (\mu m)$	1,7776	0,9433	2,3323	0,9797	2,1
	$v (s^2)$	3,5111	0,9888	6,0444	1,0666	4,9
	min ( $\mu m$ )	136	125	104	126	108
	max ( $\mu m$ )	142	126,9	112	129	115
	N	10	10	10	10	10

$x$ : Aritmetik ortalama,  $v$ : Varyans,  $s$ : Standart sapma,  $N$ : Örnek sayısı

Kara kavak numunelerinde vernik katman kalınlıkları en yüksek 3 kat sentetik vernikte (138,2  $\mu m$ ), en düşük 1 kat su bazlı vernikte (88,2  $\mu m$ ) bulunmuştur.

#### 4.4. Aşınma Direnci

Deneylerde kullanılan sarıçam numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Sarıçam numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER		SARIÇAM ( <i>Pinus silvestris</i> Lipsky)				
		Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
1. Kat	x (devir)	22	23,5	12,5	20,5	12,5
	s (devir)	3,3166	3,2015	2,5	4,1533	2,5
	v ( $s^2$ )	12,2222	11,3888	6,9444	19,1666	6,9444
	min (devir)	15	20	10	15	10
	max (devir)	25	30	15	25	15
	N	10	10	10	10	10
2. Kat	x (devir)	74,5	18,5	28	98	21,5
	s (devir)	2,6925	2,2912	2,4494	5,0990	3,2015
	v ( $s^2$ )	8,0555	5,8333	6,6666	28,8888	11,3888
	min (devir)	70	15	25	90	15
	max (devir)	80	20	30	105	25
	N	10	10	10	10	10
3. Kat	x (devir)	186	19	34,5	163,5	16,5
	s (devir)	5,8309	2	5,6789	7,0887	3,2015
	v ( $s^2$ )	37,7777	4,4444	35,8333	55,8333	11,3888
	min (devir)	180	15	25	150	10
	max (devir)	195	20	45	175	20
	N	10	10	10	10	10

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, s: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Sarıçam numunelerinde aşınma direnci değeri, en yüksek 3 kat sentetik vernikte (186 devir) , en düşük 1 kat su bazlı ve selülozik vernikte (12,5 devir) bulunmuştur.

Deneylerde kullanılan ıhlamur numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Ihlamur numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER		IHLAMUR ( <i>Tilla grandifolia</i> Ehrh.)				
		Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
1. Kat	x (devir)	23,5	19,5	9	19,5	13,5
	s (devir)	3,2015	5,2201	2	3,5	3,2015
	v ( $s^2$ )	11,3888	30,2777	4,4444	13,6111	11,3888
	min (devir)	20	10	5	15	10
	max (devir)	30	25	10	25	20
	N	10	10	10	10	10
2. Kat	x (devir)	34	18	27	169,5	42
	s (devir)	3	2,4494	3,3166	4,1533	6,4031
	v ( $s^2$ )	10	6,6666	12,2222	19,1666	45,5555
	min (devir)	30	15	20	165	30
	max (devir)	40	20	30	175	50
	N	10	10	10	10	10
3. Kat	x (devir)	122,5	25,5	34,5	135,5	72,5
	s (devir)	4,6097	2,6925	4,1533	10,8282	2,5
	v ( $s^2$ )	23,6111	8,0555	19,1666	130,2777	6,9444
	min (devir)	115	20	30	120	70
	max (devir)	130	30	40	150	75
	N	10	10	10	10	10

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, s: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Ihlamur numunelerinde aşınma direnci değeri, en yüksek 3 kat asit sertleştiricili vernikte (135,5 devir), en düşük 1 kat su bazlı vernikte (9 devir) bulunmuştur.

Deneylerde kullanılan kara ceviz numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Kara ceviz numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER		KARA CEVİZ ( <i>Juglans nigra</i> Lipsky)				
		Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
1. Kat	x (devir)	80,5	94,5	42,5	80,5	49
	s (devir)	3,5	5,6789	4,0311	4,1533	7
	v ( $s^2$ )	13,6111	35,8333	18,0555	19,1666	54,4444
	min (devir)	75	85	35	75	40
	max (devir)	85	105	50	85	65
	N	10	10	10	10	10
2. Kat	x (devir)	210,5	106	42,5	517	130,5
	s (devir)	10,1118	4,3588	3,3541	8,4261	12,7377
	v ( $s^2$ )	113,6111	21,1111	12,5	78,8888	180,2777
	min (devir)	200	100	35	500	115
	max (devir)	225	110	45	525	150
	N	10	10	10	10	10
3. Kat	x (devir)	264	119,5	60,5	578	138,5
	s (devir)	8,8881	5,6789	5,6789	23,8956	5,5
	v ( $s^2$ )	87,7777	35,8333	35,8333	634,4444	33,6111
	min (devir)	250	110	50	525	130
	max (devir)	275	130	65	610	145
	N	10	10	10	10	10

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, s: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Kara ceviz numunelerinde aşınma direnci değeri, en yüksek 3 kat asit sertleştiricili vernikte (578 devir), en düşük 1 kat su bazlı vernikte (42,5 devir) bulunmuştur.

Deneylerde kullanılan sapsız meşe numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.14'de verilmiştir.



Çizelge 4.14. Sapsız meşe numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER		SAPSIZ MEŞE ( <i>Quercus petraea</i> Liebl.)				
		Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
1. Kat	x (devir)	50,5	76,5	40	47,5	42
	s (devir)	6,5	6,3442	5	5,1234	4,5825
	v (s <sup>2</sup> )	46,9444	44,7222	27,7777	29,1666	23,3333
	min (devir)	40	65	30	40	35
	max (devir)	60	90	45	55	50
	N	10	10	10	10	10
2. Kat	x (devir)	161	51,5	52	414,5	230
	s (devir)	3	4,5	2,4494	10,3561	26,9258
	v (s <sup>2</sup> )	10	22,5	6,6666	119,1666	805,5555
	min (devir)	155	45	50	400	200
	max (devir)	165	60	55	425	275
	N	10	10	10	10	10
3. Kat	x (devir)	215,5	97	117,5	515	150,5
	s (devir)	8,5	5,5677	7,5	6,3245	4,7169
	v (s <sup>2</sup> )	80,2777	34,4444	62,5	44,4444	24,7222
	min (devir)	200	90	100	500	145
	max (devir)	225	110	125	525	160
	N	10	10	10	10	10

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, s: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Sapsız meşe numunelerinde aşınma direnci değeri, en yüksek 3 kat asit sertleştiricili vernikte (515 devir) , en düşük 1 kat su bazlı vernikte ( 40 devir) bulunmuştur.

Deneylerde kullanılan Doğu kayını numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Doğu kayını numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER		DOĞU KAYINI ( <i>Fagus orientalis</i> Lipsky)				
		Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
1. Kat	$x$ ( <i>devir</i> )	46,5	41,5	34,5	41	31,5
	$s$ ( <i>devir</i> )	3,9051	5,9371	4,7169	3,7416	5,0249
	$v$ ( $s^2$ )	16,9444	39,1666	24,7222	15,5555	28,0555
	min ( <i>devir</i> )	40	35	25	35	20
	max ( <i>devir</i> )	50	55	40	45	35
	N	10	10	10	10	10
2. Kat	$x$ ( <i>devir</i> )	148	87,5	60,5	317,5	90,5
	$s$ ( <i>devir</i> )	4	2,5	2,6925	15,0416	2,6925
	$v$ ( $s^2$ )	17,7777	6,9444	8,0555	251,3888	8,0555
	min ( <i>devir</i> )	140	85	55	300	85
	max ( <i>devir</i> )	155	90	65	350	95
	N	10	10	10	10	10
3. Kat	$x$ ( <i>devir</i> )	218	117,5	118,5	408,5	123,5
	$s$ ( <i>devir</i> )	6,4031	4,6097	7,4330	8,6746	6,7268
	$v$ ( $s^2$ )	45,5555	23,6111	61,3888	83,6111	50,2777
	min ( <i>devir</i> )	205	110	100	400	110
	max ( <i>devir</i> )	230	125	130	420	130
	N	10	10	10	10	10

$x$ : Aritmetik ortalama,  $v$ : Varyans,  $s$ : Standart sapma,  $N$ : Örnek sayısı

Doğu kayını numunelerinde aşınma direnci değeri, en yüksek 3 kat asit sertleştiricili vernikte (408,5 devir) , en düşük 1 kat selülozik vernikte (31,5 devir) bulunmuştur.

Deneylerde kullanılan kara kavak numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Kara kavak numunelerinin aşınma ortalamalarına ait istatistik değerler

İSTATİSTİK DEĞERLER		KARA KAVAK ( <i>Populus nigra</i> Lipsky)				
		Sentetik	Poliüretan	Su bazlı	Asit sertleştiricili	Selülozik
1. Kat	x (devir)	19,5	23	9,5	18	19
	s (devir)	4,7169	3,3166	1,5	3,3166	4,3588
	v ( $s^2$ )	24,7222	12,2222	2,5	12,2222	21,1111
	min (devir)	10	20	5	15	10
	max (devir)	25	30	10	25	25
	N	10	10	10	10	10
2. Kat	x (devir)	81,5	17,5	29	95,5	21
	s (devir)	4,5	2,5	2	4,1533	3
	v ( $s^2$ )	22,5	6,9444	4,4444	19,1666	10
	min (devir)	75	15	25	90	15
	max (devir)	85	20	30	100	25
	N	10	10	10	10	10
3. Kat	x (devir)	190,5	31,5	48,5	144,5	23
	s (devir)	4,7169	3,2015	3,9051	3,5	2,4494
	v ( $s^2$ )	24,7222	11,3888	16,9444	13,6111	6,6666
	min (devir)	185	25	40	140	20
	max (devir)	195	35	55	150	25
	N	10	10	10	10	10

x: Aritmetik ortalama, v: Varyans, s: Standart sapma, N: Örnek sayısı

Kara kavak numunelerinde aşınma direnci değeri, en yüksek 3 kat sentetik vernikte (190,5 devir), en düşük 1 kat su bazlı vernikte (9,5 devir) bulunmuştur.

Aşınma direnci, ahşap malzeme türü, vernik çeşidi ve katman kalınlığı çeşidine göre farklılık göstermiştir. Ahşap malzeme türü, vernik çeşidi ve katman kalınlığının aşınma direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P<0,05 Sig.
Ahşap Malzeme (A)	5	2285073,222	457014,644	9775,0690	0,0000
Vernik (B)	4	3440434,722	860108,681	18396,8321	0,0000
AxB	20	1398287,611	69914,381	1495,3960	0,0000
Katman Kalınlığı (C)	2	1932417,056	966208,528	20666,1977	0,0000
AxC	10	439059,611	43905,961	939,1029	0,0000
BxC	8	1628909,611	203613,701	4355,0858	0,0000
AxBxC	40	701212,056	17530,301	374,9550	0,0000
Hata	810	37870,000	46,753		
Toplam	899	11863263,889			

Ahşap malzeme, vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığının, aşınma direncine etkileri istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ( $\alpha = 0,05$ ). Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek için DUNCAN testi uygulanmıştır.

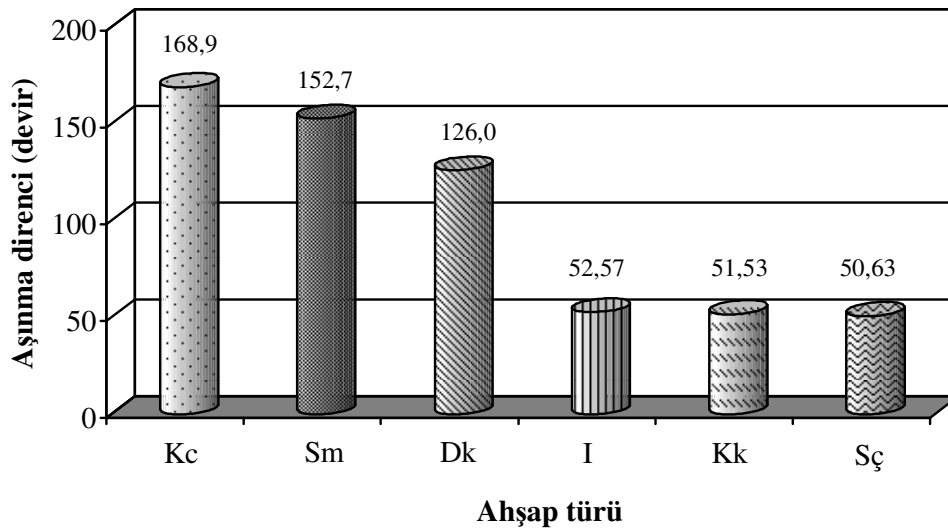
Ahşap malzeme türüne göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Ahşap malzeme türüne göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir)

Ahşap Türü	x	HG*
Kara ceviz (Kc)	168,9	A
Sapsız meşe (Sm)	152,7	B
Doğu kayını (Dk)	126,0	C
Ihlamur (I)	52,57	D
Kara kavak (Kk)	51,53	DE
Sarıçam (Sç)	50,63	E

\*LSD : 1,550

Ahşap malzeme türü bakımından aşınma direnci en yüksek kara cevizde (168,9 devir), en düşük sarıçamda (50,63 devir) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 4.1' de verilmiştir.



Şekil 4.1. Ahşap malzeme türüne göre aşınma direnci ortalama değerleri

Vernik çeşidine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

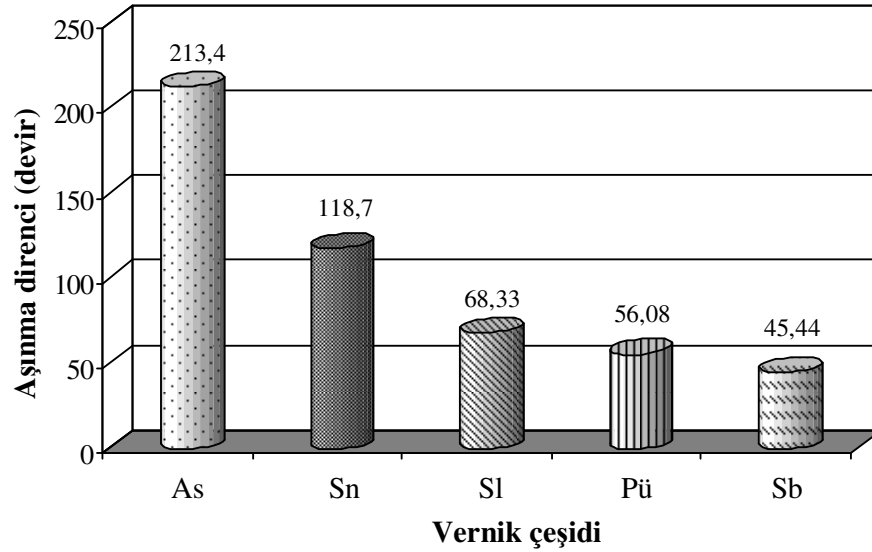
Çizelge 4.19. Vernik çeşidine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir)

Vernik Çeşidi	x	HG*
Asit sertleştiricili (As)	213,4	A
Sentetik (Sn)	118,7	B
Selülozik (Sl)	68,33	C
Poliüretan (Pü)	56,08	D
Su bazlı (Sb)	45,44	E

\*LSD: 1,415

Vernik çeşidi bakımından aşınma direnci en yüksek asit sertleştiricili vernikte (213,4 devir), en düşük su bazlı vernikte (45,44 devir) bulunmuştur. Aşınma direncinin

vernük çeşidine göre büyükten küçüğe sıralaması; asit sertleştiricili vernük, sentetik vernük, selülozik vernük, poliüretan vernük ve su bazlı vernük şeklinde olmuştur. Buna ait grafik Şekil 4.2' de verilmiştir



Şekil 4.2. Vernük çeşidine göre aşınma direnci ortalama değerleri

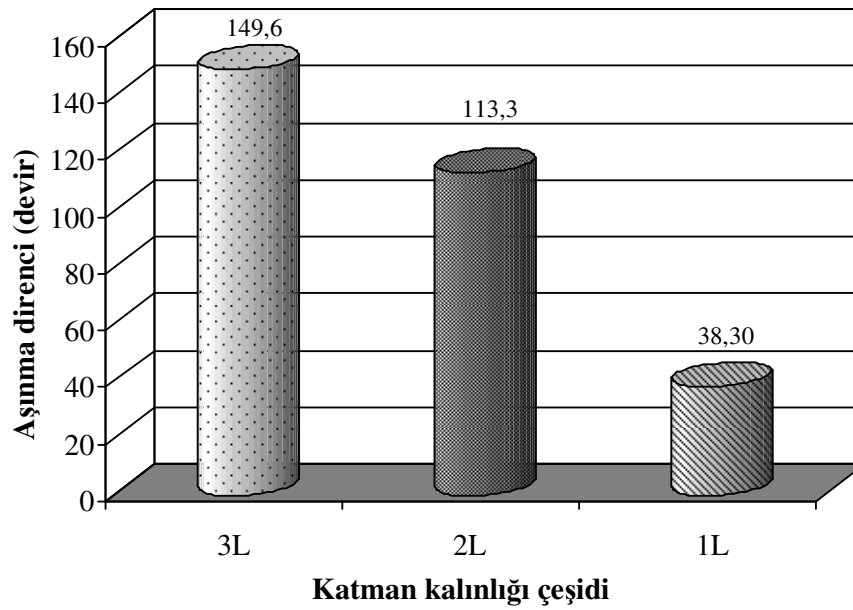
Katman kalınlığına göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Katman kalınlığına göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir)

Katman Kalınlığı	x	HG*
3. Kat (3L)	149,6	A
2. Kat (2L)	113,3	B
1. Kat (1L)	38,30	C

\*LSD : 1,096

Katman kalınlığına göre aşınma direnci en yüksek 3 kat vernükte (149,6 devir), en düşük 1 kat vernükte (38,30 devir) bulunmuştur. 3 kat vernük 2 kat vernükten % 24,26 daha yüksek; 2 kat vernük 1 kat vernükten % 66,19 daha yüksek aşınma direnci göstermiştir. Buna ait grafik Şekil 4.3' de verilmiştir.



Şekil 4.3. Katman kalınlığına göre aşınma direnci ortalama değerleri

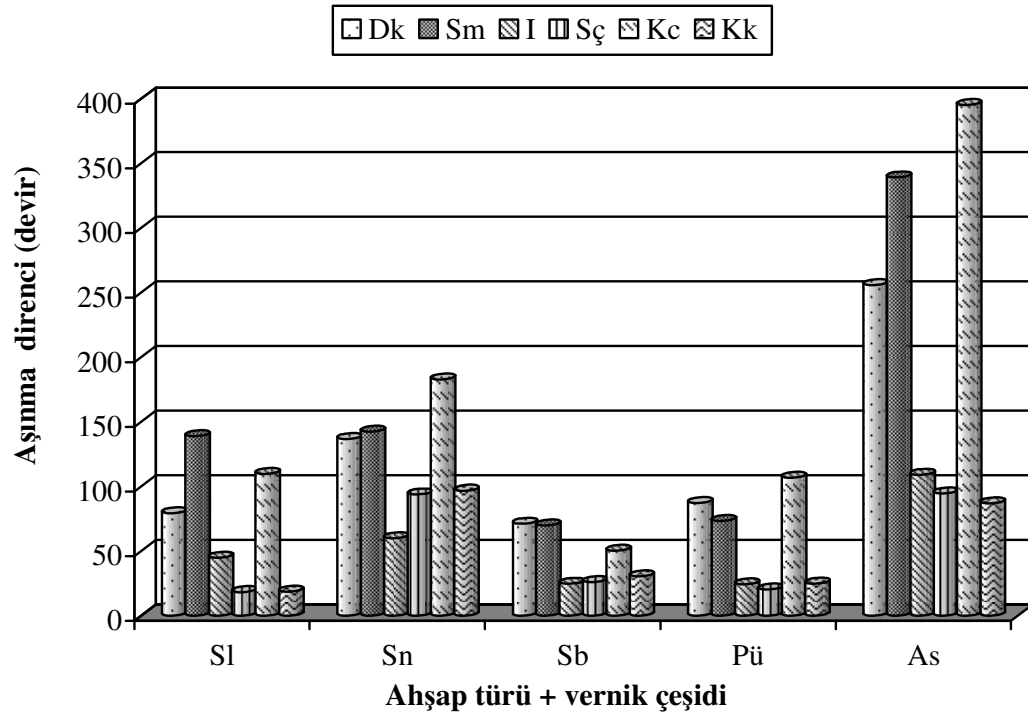
Ahşap türü ve vernik çeşidi ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Ahşap türü ve vernik çeşidi ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir)

İşlem Çeşidi	x	HG*	İşlem Çeşidi	x	HG*	İşlem Çeşidi	x	HG*
Kc+As	395,0	A	Kk+Sn	96,67	H	Kc+Sb	50,33	M
Sm+As	339,0	B	Sç+As	94,67	H	I+ Sl	45,00	N
Dk+As	255,7	C	Sç+Sn	93,67	H	Kk+Sb	30,50	O
Kc+Sn	182,7	D	Dk+Pü	87,17	I	Sç+Sb	26,17	P
Sm+Sn	142,3	E	Kk+As	87,00	I	Kk+Pü	24,83	P
Sm+Sl	138,8	F	Dk+ Sl	79,33	J	I+Sb	24,67	P
Dk+Sn	136,8	F	Sm+Pü	73,33	K	I+Pü	24,17	P
Kc+ Sl	109,8	G	Dk+Sb	71,17	K	Sç+Pü	20,33	Q
I+As	109,0	G	Sm+Sb	69,83	K	Kk+ Sl	18,67	Q
Kc+Pü	106,7	G	I+Sn	60,00	L	Sç+ Sl	18,33	Q

\*LSD : 3,465

Ahşap malzeme türü ve vernik çeşidi ikili etkileşimine göre aşınma direnci en yüksek Kc + As' de (395,0 devir), en düşük Sç + Sl' de (18,33 devir) elde edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Ahşap malzeme türü ve vernik çeşidi ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalama değerleri

Ahşap malzeme türü ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları Çizelge 4.22' de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Ahşap türü ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir)

İşlem Çeşidi	x	HG*	İşlem Çeşidi	x	HG*
Kc+3L	232,0	A	Kc+1L	73,40	J
Sm+3L	219,1	B	I+2L	58,30	K
Kc+2L	201,3	C	Sm+1L	56,60	K
Dk+3L	197,2	D	Kk+2L	48,90	L
Sm+2L	182,3	E	Sç+2L	48,10	L

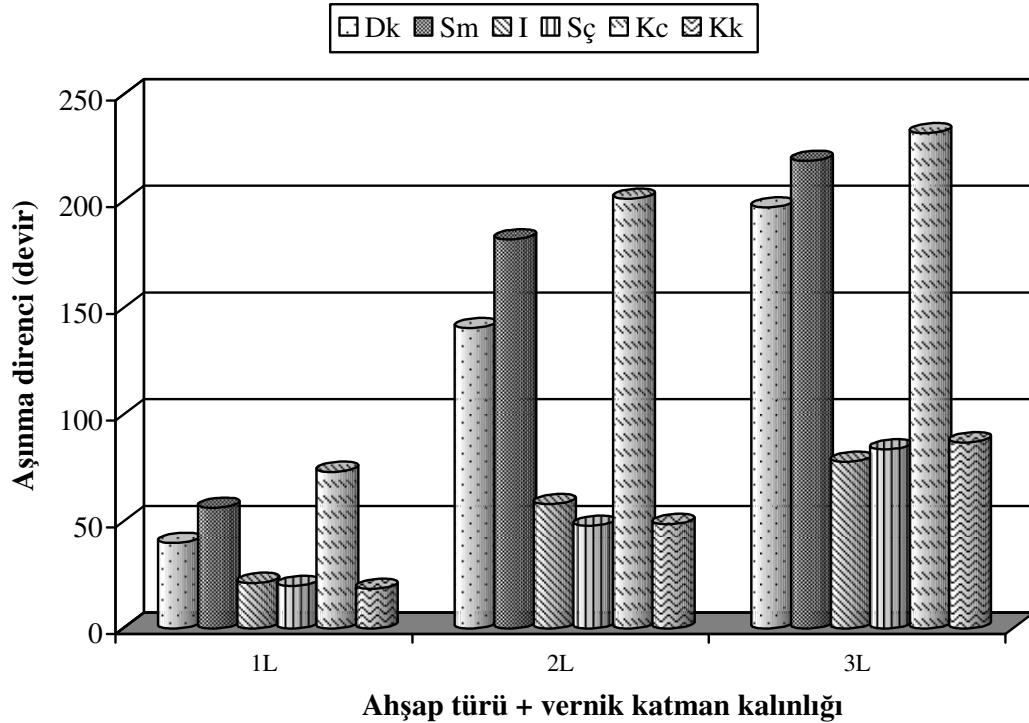


Çizelge 4.22. (Devam) Ahşap türü ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir)

Dk+2L	140,8	F	Dk+1L	40,10	M
Kk+3L	87,20	G	I+1L	21,30	N
Sç+3L	83,90	H	Sç+1L	19,90	N
I+3L	78,10	I	Kk+1L	18,50	N

\*LSD : 2,684

Ahşap malzeme türü ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci en yüksek Kc + 3L' de (232,0 devir), en düşük Kk + 1L' de (18,50 devir) elde edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 4.5' de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Ahşap malzeme türü ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalama değerleri

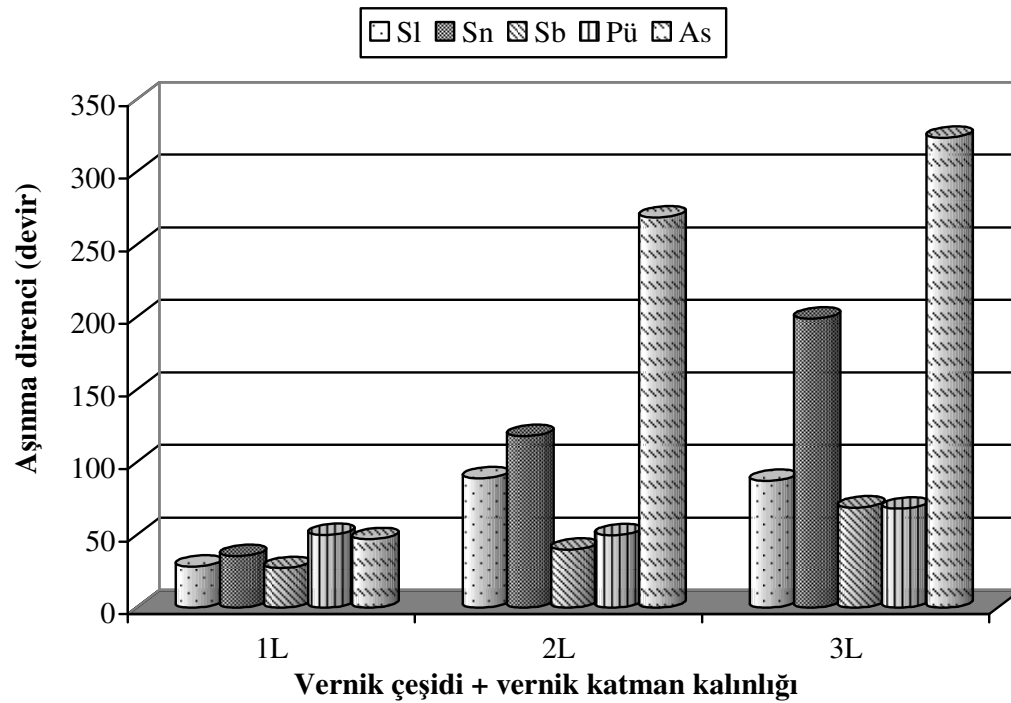
Vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları Çizelge 4.23' de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir)

İşlem Çeşidi	x	HG*	İşlem Çeşidi	x	HG*	İşlem Çeşidi	x	HG*
As+3L	323,8	A	Sl+3L	87,42	E	As+1L	47,25	H
As+2L	269,1	B	Sb+3L	69,08	F	Sb+2L	40,00	I
Sn+3L	199,3	C	Pü+3L	68,33	F	Sn+1L	38,58	I
Sn+2L	118,3	D	Pü+1L	50,08	G	Sl+1L	28,33	J
Sl+2L	89,25	E	Pü+2L	49,83	G	Sb+1L	27,25	J

\*LSD : 2,450

Vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci en yüksek As + 3L' de (323,8 devir), en düşük Sb + 1L' de (27,25 devir) elde edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci ortalama değerleri

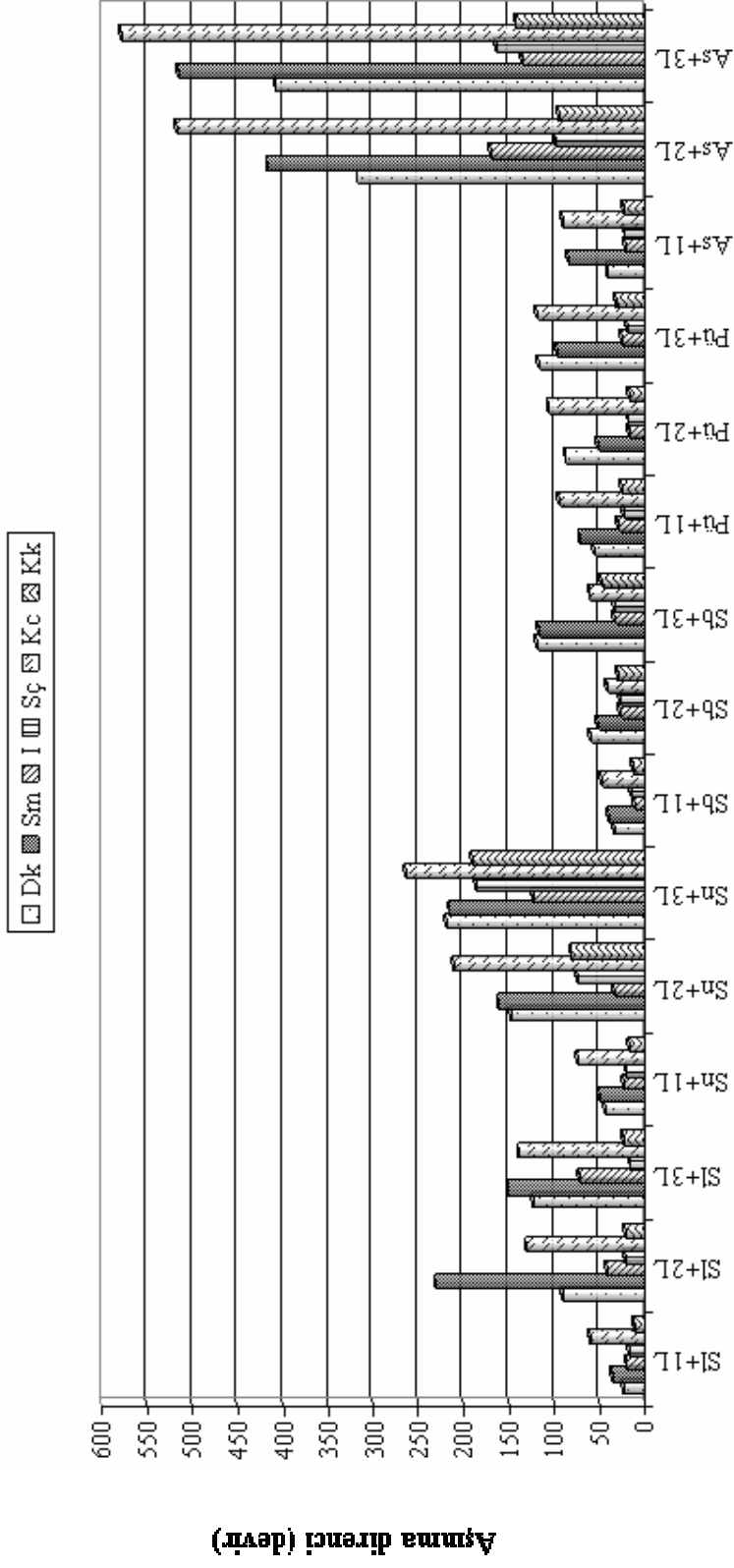
Ahşap türü, vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı üçlü etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları Çizelge 4.24' de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Ahşap türü, vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı üçlü etkileşimine göre aşınma direnci ortalamalarına ait homojenlik grupları (devir)

İşlem Çeşidi	x	HG*	İşlem Çeşidi	x	HG*	İşlem Çeşidi	x	HG*
Kc+As+3L	578,0	A	Sm+Pü+3L	97,00	R	I+Sn+2L	34,00	öü
Kc+As+2L	517,0	B	Kk+As+2L	95,50	RS	Kk+Pü+3L	31,50	öüa
Sm+As+3L	515,0	B	Kc+Pü+1L	94,50	RS	I+Pü+1L	29,00	üa
Sm+As+2L	417,0	C	Dk+Sİ+2L	90,50	ST	Kk+Sb+2L	29,00	üa
Dk+As+3L	408,5	D	Kc+As+1L	90,00	ST	Sç+Sb+2L	28,00	üab
Dk+As+2L	317,5	E	Dk+Pü+2L	87,50	TU	I+Sb+2L	28,00	üab
Kc+Sn+3L	263,0	F	Sm+As+1L	85,00	TU	I+Pü+3L	25,50	abc
Sm+Sİ+2L	230,0	G	Kk+Sn+2L	81,50	U	Kk+Pü+1L	25,50	abc
Dk+Sn+3L	218,0	H	Kc+Sn+1L	74,50	V	Dk+Sİ+1L	24,00	abcd
Sm+Sn+3L	215,5	HI	Sç+Sn+2L	74,50	V	Sç+Pü+1L	23,50	abcde
Kc+Sn+2L	210,5	I	I+Sİ+3L	72,50	V	I+Sn+1L	23,50	abcde
Kk+Sn+3L	190,5	IJ	Sm+Pü+1L	71,50	V	Kk+Sİ+3L	23,00	abcdef
Sç+Sn+3L	186,0	J	Kc+Sb+3L	61,00	W	Kk+As+1L	23,00	abcdef
I+As+2L	169,5	K	Kc+Sİ+1L	60,50	W	Sç+As+1L	22,50	abcdef
Sç+As+3L	163,5	KL	Dk+Sb+2L	60,50	W	I+As+1L	22,00	abcdef
Sm+Sn+2L	161,0	L	Dk+Pü+1L	56,50	WX	Sç+Sİ+2L	21,50	bcdef
Sm+Sİ+3L	150,5	M	Sm+Sb+2L	52,00	XY	Kk+Sİ+2L	21,00	bcdef
Dk+Sn+2L	148,0	M	Sm+Pü+2L	51,50	XY	Sç+Sn+1L	20,50	cdef
Kk+As+3L	142,5	MN	Sm+Sn+1L	50,50	XYZ	I+Sİ+1L	20,50	cdef
Kc+Sİ+3L	138,5	N	Kk+Sb+3L	48,50	YZ	Sç+Pü+3L	19,00	cdefg
I+As+3L	135,5	NO	Kc+Sb+1L	47,50	YZç	Sç+Pü+2L	18,50	cdefgh
Kc+Sİ+2L	130,5	O	Dk+Sn+1L	44,50	Zçş	Kk+Sn+1L	18,00	defgh
Dk+Sİ+3L	123,5	P	Kc+Sb+2L	42,50	çşğ	I+Pü+2L	18,00	defgh
I+Sn+3L	122,5	P	I+Sİ+2L	42,00	çşğ	Kk+Pü+2L	17,50	defgh
Kc+Pü+3L	119,5	P	Dk+As+1L	41,00	çşği	Sç+Sİ+1L	17,00	defgh
Dk+Sb+3L	118,5	P	Sm+Sb+1L	40,00	şğiö	Sç+Sİ+3L	16,50	efgh
Sm+Sb+3L	117,5	P	Sm+Sİ+1L	36,00	ğiö	Sç+Sb+1L	16,00	fgh
Dk+Pü+3L	117,5	P	I+Sb+3L	34,50	iöü	Kk+Sb+1L	14,00	g
Kc+Pü+2L	106,0	Q	Sç+Sb+3L	34,50	iöü	Kk+Sİ+1L	12,00	gh
Sç+As+2L	98,00	R	Dk+Sb+1L	34,50	iöü	I+Sb+1L	11,50	h

\*LSD : 6,001

Ahşap türü, vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı üçlü etkileşimine göre aşınma direnci en yüksek Kc+As+3L' de (578,0 devir), en düşük I+Sb+1L' de (11,50 devir) elde edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



**Ağaç türü + vernik çeşidi + vernik katman kalınlığı**

Şekil 4.7. Ahşap türü, vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı üçlü etkileşimine göre aşınma direnci ortalama değerleri

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ahşap malzemelerin hava kurusu yoğunluk değerleri, sarıçamda 0,5237 g/cm<sup>3</sup>, sapsız meşede 0,6483 g/cm<sup>3</sup>, Doğu kayınında 0,6942 g/cm<sup>3</sup>, kara kavakta 0,4764 g/cm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Bu değerler için yapılan F testine göre, hava kurusu yoğunluk değerleri ahşap türlerine göre istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermiştir (F (5;54)=166,944, P<0,05). Gruplar arasındaki farkı belirlemek için yapılan DUNCAN testi sonuçlarına göre ise; en yüksek hava kurusu yoğunluk değeri Doğu kayınında elde edilmiş bunu sırasıyla sapsız meşe, kara ceviz, sarıçam, kara kavak ve ıhlamur izlemiştir. Bulunan değerler, literatür değerleri ile paralellik göstermektedir [33].

Ahşap türüne göre, aşınma direnci en yüksek kara cevizde (168,9 devir), en düşük sarıçamda (50,63 devir) bulunmuştur. Aşınma direncinin ahşap türüne göre büyükten küçüğe sıralanması kara ceviz, sapsız meşe, Doğu kayını, ıhlamur, kara kavak ve sarıçam şeklinde olmuştur. Bu durum ahşap malzemedeki yapısal özelliklerden kaynaklanmış olabilir [18]. Kara cevizin en yüksek aşınma direncine sahip olmasında, yapısının halkalı dağınık traheeli olmasının etkisi olabilir. Nitekim dağınık traheeli odunların kohezyon bağının diğer odunlara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir [34]. Odunun selülozik geçirgen yapıya sahip olması, yüzey işlem sıvılarının hücre içerisindeki boşluklara nüfuz etmesini sağlar ve tatbik edilen sıvının yüzey içerisindeki bu boşluklardan itibaren kuruyarak bağ yapmasını sağlar. Nitekim yapılan araştırmada odun ile vernik sıvısının bağlanma gücünde bu durumun rol oynadığı bildirilmiştir [19]. Sarıçamda aşınma direncinin en düşük çıkması, sarıçamın yapısında bulunan odun reçinesinin yüzeye çıkmasından ve bu durumun verniğin yüzeye yapışmasına engel teşkil etmesinden kaynaklanmış olabilir [34]. Ahşap yüzey molekülleri ile sıvı molekülleri arasındaki temas açısının 0'a yakın olmaması da adhezyon kuvvetini azaltıcı etki yapmış olabilir [19].

Vernik çeşidi bakımından aşınma direnci en yüksek asit sertleştiricili vernikte (213,4 devir), en düşük su bazlı vernikte (45,44 devir) bulunmuştur. Aşınma direncinin vernik çeşidine göre büyükten küçüğe sıralanması, asit sertleştiricili vernik, sentetik

vernük, selülozik vernük, poliüretan vernük ve su bazlı vernük şeklinde olmuştur. Çift komponentli yapıda olan asit sertleştiricili verniğin, reaksiyonel kurumasını ahşap yüzeyinde ve nüfuz ettiği iç bölgelerde tamamlaması ve sertlik değerinin yüksek olması bu vernük çeşidinin, mekanik etkilere, özellikle de aşınmaya karşı yüksek dayanım göstermesini sağlamış olabilir. Su bazlı vernük katmanlarının darbe, çizilme ve aşınma gibi mekanik etkilere karşı dayanım kabiliyetlerinin az olması; verniğin sertlik değerinin düşük olmasından kaynaklanmış olabilir [2,10,27].

Vernük katman kalınlığı düzeyi bakımından aşınma direnci, en yüksek 3 kat vernükte (149,6 devir), en düşük 1 kat vernükte (38,30 devir) bulunmuştur. 3 kat vernük 2 kat vernükten % 24,26 daha yüksek; 2 kat vernük 1 kat vernükten % 66,19 daha yüksek aşınma direnci göstermiştir. Bu sonuçlara göre vernük katman kalınlığının artması, verniğin aşınmaya karşı daha yüksek direnç göstermesine neden olmuştur. Katman kalınlığının artışı, vernük yapısında bulunan çözücülerin çok hızlı uçmasının engellenmesine; çözücülerin, moleküllerin hareket etmesine imkan vererek en iyi düzenlemeyi yapabilmesi için gereken süre kadar sıvı halde kalmasına imkan vermiştir. Çözücünün uygun kuruması ile moleküllerin doğru sıralanışı ve düzenlenmesi kohezyon kuvvetini dolayısıyla katman mukavemetini artırıcı etki yapmış olabilir [27].

Ahşap malzeme türü ve vernük çeşidi ikili etkileşimine göre aşınma direnci, en yüksek kara ceviz + asit sertleştiricili vernük ikili etkileşiminde (395,0 devir), en düşük sarıçam + selülozik vernük ikili etkileşiminde (18,33 devir) elde edilmiştir. Kara ceviz ve asit sertleştiricili vernük ikili etkileşiminin yüksek aşınma direnci göstermesi; verniğin molekülleri arası oluşan yüksek moleküler kohezyon kuvvetine ve verniğin reaksiyonel kurumasını ahşap malzeme yüzeyinde ve nüfuz ettiği iç bölgelerde tamamlamasından dolayı, kara ceviz ile asit sertleştiricili vernük arasında oluşan yüksek adhezyon kuvvetine bağlıdır [19,27].

Sarıçam ile selülozik vernük ikili etkileşiminin aşınma direncinin düşük çıkmasına verniğin katman yapıcılarının oluşumunu önceden tamamlamış olması ve kurumanın

fiziksel gerçekleşmesi etkili olabilir [27]. Sarıçamın yapısında bulunan ekstraktif maddelerin odun yüzeyine çıkarak odunun ıslanabilme yeteneğini olumsuz yönde etkilemesi de aşınma direncinin düşük çıkmasında etkili olabilir [34,35].

Ahşap malzeme türü ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci, en yüksek kara ceviz + 3 kat ikili etkileşiminde (232,0 devir), en düşük kara kavak + 1 kat ikili etkileşiminde (18,50 devir) elde edilmiştir. Kara ceviz + 3 kat vernik ikili etkileşiminin yüksek aşınma direnci göstermesinde, ahşap ile verniğin sertlik karakteristiklerinin birbirine paralel olması ve vernik filminin molekülleri arasındaki bağlantının, film kalınlaştıkça artması etkili olabilir [26].

Vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı ikili etkileşimine göre aşınma direnci, en yüksek 3 kat asit sertleştiricili vernik uygulamasında (323,8 devir), en düşük 1 kat su bazlı vernik uygulamasında (27,25 devir) elde edilmiştir. Asit sertleştiricili verniğin 3 kat uygulamasının yüksek aşınma direncine sahip olması kohezyon kuvvetinin yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim aşınmaya karşı yüksek dayanım istenen yerlerde asit sertleştiricili verniğin üst üste birkaç kat sürülmesi gerektiği belirtilmiştir [26]. 1 kat su bazlı vernik uygulamasında düşük aşınma direnci ile karşılaşılması; su çözücünün, uygulama ortamının hava sıcaklığına ve bağıl nemine göre tepki vermesinden kaynaklanmış olabilir [27]. Oluşumunu önceden tamamlamış polimerlerle üretilen verniklerde katman kalınlığı artışının adhezyonu azalttığı, oluşumunu ahşap yüzeyinde tamamlayan polimerler ile üretilen verniklerde ise katman kalınlığı artışının yüzeye yapışma mukavemetini arttırdığı belirtilmiştir [10].

Ahşap türü, vernik çeşidi ve vernik katman kalınlığı üçlü etkileşimine göre aşınma direnci en yüksek 3 kat + asit sertleştiricili vernik + kara ceviz üçlü etkileşiminde (578,0 devir), en düşük 1 kat + su bazlı vernik + ıhlamur üçlü etkileşiminde (11,50 devir) elde edilmiştir. Ahşap türü, vernik çeşidi ve katman kalınlığı üçlü etkileşimine göre en yüksek aşınma direnci değeri ile en düşük değer arasında farkın çok yüksek çıkması dikkat çekicidir. Kara ceviz odununun halkalı dağınık traheeli yapıda olması, temas açısının düşük olması ve ağacın serbest yüzey enerjisinin verniğin serbest

yüzey enerjisinden büyük olması aşınmaya karşı direnci artırmış olabilir [19,34]. Ayrıca kara cevizin vernik ile oluşturduğu adhezyon kuvvetinin yüksek olması da aşınmaya karşı yüksek direnç gösterilmesini sağlamış olabilir.

Asit sertleştiricili vernikte katman kalınlığı artışının, vernik molekülleri arasında var olan kohezyon kuvvetini artırıcı etki yapması da aşınma mukavemetini olumlu yönde etkilemiştir. İhlamur odununun yumuşak dokuya sahip olması aşınmaya karşı direnci olumsuz yönde etkileyen faktörlerden biridir. İhlamur odunu vernik için uygun taban oluşturamamıştır. Vernik ile ahşap malzeme arasında oluşan adhezyon kuvvetinin az olması bu sonucu doğurmuş olabilir. Ayrıca su bazlı verniğin kimyasal yapısında yer alan çözücü karakteri de aşınma direncini olumsuz etkilemektedir. Vernik yapısında çözücü olarak bulunan su, reçinenin yüzeyde kolayca dağılmasını ve homojen bir dağılım göstermesini yeteri miktarda sağlayamamakta ve işlem esnasında uygulamanın yapıldığı çevre şartlarından kolayca olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum aşınmaya karşı direnç oluşturan kohezyon kuvvetinin düşmesine neden olmakta, dolayısıyla 1 kat uygulanan su bazlı vernik ihlamur üzerinde aşınmaya karşı yüksek direnç gösterememektedir.

Vernik katman kalınlığının artışı araştırmada denenen tüm vernik çeşitleri için aşınma direncinin artacağı anlamını taşımamaktadır. Nitekim ihlamur ve sapsız meşe numunelerinin 2 kat poliüretan vernik uygulanmış örnekleri 1 kat poliüretan vernik uygulanmış örneklerine göre daha düşük aşınma direnci göstermiştir. Bu durum poliüretanın moleküler kohezyon kuvvetinin azalmasından ve verniğin yapışma kuvvetinin düşmesinden meydana gelmiş olabilir. Her defasında, uygulamalarda kalın vernik sürmenin olumlu netice oluşturmayacağı bildirilmiştir [26].

Sonuç olarak, sirkülasyonun çok olduğu ofis, derslik, ahşap kaplamalı koridorlar, atölye zeminleri gibi sürtünme yolu ile aşınmaya çok fazla maruz kalan yerlerde; zemin kaplamalarda ve ahşap parkelerde ahşap malzeme olarak kara ceviz ve sapsız meşe odununun 3 kat asit sertleştiricili vernik uygulanarak kullanımının avantaj sağlayacağı söylenebilir. Nispeten daha az trafik yaşanan, ağır yüklerin (gardrop,



etajer, vestiyer v.b) çok kullanılmadığı yerlerde ekonomiklik göz önünde tutularak yapılacak uygulamalarda sentetik vernik kullanılabilir. Uygulamalarda katman kalınlığı imkânlar ölçüsünde 3 kat yapılmalıdır. Ancak ekonomik uygulamalar için Doğu kayını odunu asit sertleştiricili vernikle 2 kat, sapsız meşe selülozik vernikle 2 kat uygulanabilir.

## KAYNAKLAR

1. Örs, Y., Keskin, H., “Ağaç Malzeme Teknolojisi”, *Gazi Üniversitesi Yayınları*, Yayın No:2000/352, Ankara,1-6,144-155 (2008).
2. Yakın, M., “Su Bazlı Verniklerde Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetinin Tespiti”, Yüksek lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 41-43 (2001).
3. Berkel, A., “Ağaç Malzeme Teknolojisi, II”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, Yayın No:1745, İstanbul, 2 (1972)
4. Bozkurt, A., Y., “Ağaç Teknolojisi”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, Yayın No:2839, İstanbul, 163 (1982)
5. Sönmez, A., “Ağaçışlerinde Üstyüzey İşlemleri, I”, *Cem Web Ofset*, Ankara, 3-4 (2005).
6. Baykan, İ., Kılıç, Y., Bakır, K., “Mobilya Endüstrisinde Üstyüzey İşlemleri”, *T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı*, Ankara, 8-9 (2000).
7. Gözeneli, H., “Türkiye’de Üretilen Parke Cilalarının Çeşitli Ağaç Türlerinde Aşınma ve Sertlik Özelliklerine Yaptığı Etkiler”, Yüksek lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 81-85 (1989).
8. Vargas, I., M., Wiebeck, H., “Abrasion Resistance’s Increase of a UV Cured Varnish, Used in Wood Flooring, Using Residues of Windshields”, *Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais*, Brasil, 9247-9254 (2006)
9. Örs, Y., Küreli, İ., Söğütü, C., “Konut Mutfak Tezgahlarında Kullanılan Çeşitli Ağaç Malzemelerin Aşınma ve Çizilme Dirençlerinin Belirlenmesi”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15 (2): 475-483 (2002).
10. Budakçı, M., “ Ahşap Verniklerinde Katman Kalınlığının Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetine Etkileri”, Yüksek lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 43-45 (1997).
11. Nevamar, “Technical Data Sheets, A Tradition of Leadership in Design and Innovation Decorative Laminates” *NYI Building Products*, New York, USA (1995).

12. Sarıca, M., “Borlu Bileşikler ile Emprenye İşleminin Bazı Ağaç Malzeme ve Verniklerde Sertlik ve Aşınma Direncine Etkisi”, Yüksek lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 45-47 (2006).
13. Král P., Hrázsky J., “A Contribution to the Resistance of Combined Plywood Materials to Abrasion”, **Journal of Forest Science**, 54(1): 31–39 (2008).
14. Sönmez, A., “Ağaçtan Yapılmış Mobilya Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, II (1989).
15. Budakçı, M., “Pnomatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı, Üretimi ve Ahşap Verniklerin Denenmesi”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 86-89 (2003).
16. Döngel, N., “Ahşap ve Ahşap Esaslı Döşeme Kaplama Malzemelerinin (parke) Teknik Özellikleri”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 100 (2005).
17. Güray, A., Uyumaz, K., “Meşe Kaplamalı Yüzeylerde Asit Kürlenmeli (AC) ve Ultraviyole (UV) Kurumalı Verniklerin Aşınma Dayanımlarının Karşılaştırılması”, **Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi**, 6: 105-112 (1998).
18. Berkel, A., Bozkurt, Y., “Doğu Kayını ve Çoruh Meşesi Ağaç Türleri Odunlarının Aşınma Dirençleri Hakkında Araştırmalar”, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, İstanbul, 30: 29-47 (1980).
19. Özdemir, T., “Türkiye’ de Yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması”, Doktora Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 32-34,110-113 (2003).
20. Nemli, G., “Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri”, Doktora Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 144-147 (2000).
21. TS 2470, “Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler”, **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara, 1–7 (1976).
22. Şanıvar, N., ve Zorlu, İ., “Önemli Ağaç Türleri”, Ağaç İşleri Gereç Bilgisi, **Milli Eğitim Basımevi**, Ankara, 72 (1999).

23. Hammond, J., J., Donnelly, E., T., Harrod, W., F., Rayner, N., A., Özden, F., “Ağaçışleri Teknolojisi”, Zorlu, İ., *Ajans – Türk Matbaası*, Ankara, 77-78,80,84,89 (1969).
24. ASTM D 3023, “Standard Practice for Determination of Resistance of Factory Applied Coatings on Wood Products of Stain and Reagents”, *American Society for Testing and Materials*, USA (1998).
25. Jhonson, R., “Waterborne Coatings, an Overview of Water-Borne Coatings”, *Journal of Coatings Technology*, 69: 117-121 (1997).
26. Şanıvar, N., “Ağaçışleri Üstyüzey İşlemleri”, *Milli Eğitim Basımevi*, İstanbul, 184,199,202-204,226,229 (1978).
27. Sönmez, A., Budakçı, M., “Ağaçışlerinde Üstyüzey İşlemleri , II”, *Sevgi Ofset*, Ankara, 14,55,64,65,78-79,86,87,90 (2004).
28. TS 2472, “Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Hacim Yoğunluk Değerinin Tayini”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 12 (1976).
29. TS EN 325, “Ahşap Esaslı Levhalar-Deney Numunelerinin Boyutlarının Tayini”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 9 (1999).
30. TS 6035 EN ISO 3251, “ Boyalar, Vernikler ve Plastikler – Uçucu Olmayan Madde İçeriğinin Tayini”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 5 (2005).
31. ASTM D 1005-95, “Standard Test Method for Measurement of Dry Film Thickness of Organic Coatings Using Micrometers”, *American Society for Testing and Materials*, USA (2001).
32. TS 4755, “Mobilya Yüzeyleri - Aşınma Mukavemetinin Tayini”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2–3 (1986).
33. Kollmann, F.P., Kuenzi, W.E., Stamm, A.J., “Principles of Wood Science and Technology, I”, *Springer-verlag Berlin Heidelberg*, Newyork, 103-105 (1975).
34. Christiansen A.W., “How Overdrying Wood Reduces Its Bonding to Phenol Formaldehyde Adhesives”, *A Critical Review of The Literature, Part I. Physical Responses, Wood and Fiber Science*, 22(4): 441-459 (1990).

35. Aydın, İ., “Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri”, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 250-269 (2004).

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : TEKİN, Ahmet  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 20.12.1982 Ankara  
Medeni hali : Bekar  
Telefon : 0 (312) 261 43 34  
Cep : 0 (536) 447 06 81  
e-mail : ahmettekin8@mynet.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/Endüstriyel Teknoloji Eğitimi	2005
Lise	Gazi Anadolu Teknik, Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi	2000

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006-	80.Yıl Yerköy İ.Ö.O.	Öğretmen

### Yabancı Dil

İngilizce

### Hobiler

Bilgisayar, Badminton, Müzik