

**BORLU BİLEŞİKLER İLE EMPRENYE İŞLEMİNİN
BAZI AĞAÇ MALZEME VE VERNİKLERDE SERTLİK VE AŞINMA
DİRENCİNE ETKİSİ**

Mutlu SARICA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ 2006
ANKARA**

Mutlu SARICA tarafından hazırlanan BORLU BİLEŞİKLER İLE EMPRENYE İŞLEMİNİN BAZI AĞAÇ MALZEME ve VERNİKLERDE SERTLİK VE AŞINMA DİRENCİNE ETKİSİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Musa ATAR
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. Abdullah SÖNMEZ

Üye : Prof. Dr. Burhanettin UYSAL

Üye : Doç. Dr. Musa ATAR

Tarih : 21/07/2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

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

Mutlu SARICA

**BORLU BİLEŞİKLER İLE EMPRENYE İŞLEMİNİN
BAZI AĞAÇ MALZEME VE VERNİKLERDE SERTLİK VE AŞINMA
DİRENCİNE ETKİSİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Mutlu SARICA

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz 2006**

ÖZET

Bu çalışmada borlu bileşikler ile emprenye edilen bazı ağaç malzeme ve verniklerde, emprenye maddesinin, sertlik ve aşınma direncine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla Doğu kayını, Sapsız meşe, Sarıçam ve Uludağ Göknaarı'ndan hazırlanan örnekler borik asit, boraks ve borik asit+boraks ile ASTM D 1413-99 esaslarına uyularak emprenye edilmiştir. Daha sonra örneklere ASTM-D-3023 esaslarına göre sentetik, su bazlı ve asit sertleştiricili vernikler uygulanmıştır. Hazırlanan örneklerin aşınma direnci (TS 4755) ve sertlikleri (ASTM-D 4366) belirlenmiştir.

Sonuç olarak, sertlik değeri en yüksek asit sertleştiricili vernikli Doğu kayınında en düşük sentetik vernikli sarıçamda bulunmuştur. Emprenye maddelerinin sertlik değerini arttırdığı söylenebilir.

Aşınma direnci en yüksek değer, borik asit +boraks ile emprenye edilmiş asit sertleştiricili vernikli Doğu kayınında, en düşük değer borik asit ile emprenye edilmiş sarıçamın su bazlı vernikli örneklerinde bulunmuştur.

Bilim Kodu : 711.3.023
Anahtar Kelimeler : Emprenye, borlu bileşikler, Doğu kayını, meşe, sarıçam, Uludağ göknarı, sertlik, aşınma
Sayfa Adedi : 52
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Musa ATAR

**EFFECTS OF BORIC COMBINATIONS AND IMPREGNATION
PROCESS ON RESISTANCE OF HARDNESS AND ABRASION OF
SOME WOODEN MATERIALS AND VARNISHES**

(M.Sc. Thesis)

Mutlu SARICA

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

July 2006

ABSTRACT

In this study, effects of boric combinations and impregnation process on resistance of hardness and abrasion of some wooden materials and varnishes were investigated. In this purpose, specimens prepared from Oriental beech, oak without stalk, scotch pine and Uludağ fir were impregnated with boric acid, borax, and mixture of boric acid + borax by conforming to ASTM D 1413-99, Afterwards, synthetic, waterborne and acid-catalysed varnishes were applied to those specimens according to ASTM D 3023. In specimens, resistance of abrasion according to TS 4755 and resistance of hardness according to ASTM-D 4366 were tested.

Consequently, the highest value of resistance of hardness was found in specimens of Oriental Beech varnished with acid- catalysed and the lowest value was found in synthetic varnished scotch pine. It was observed that impregnation materials increased the resistance of hardness.

In the test of abrasion, the highest value was found in specimens of East Beech impregnated with the mixture of boric acid and borax, coated with acid catalysed varnish. The lowest value was found in specimens of pine which impregnated with boric acid, with waterborne varnishes.

Science Code : 711.3.023

Key Words : Impregnation, boron compounds, oriental beech, oak, pine, Uludağ fir, hardness, abrasion

Page Number: 52

Adviser : Doç. Dr. Musa ATAR

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca yardım ve katkılarıyla bana ışık tutan değerli hocam Doç. Dr Musa ATAR'a, Mobilya Dekorasyon Bölüm Başkanı Prof. Dr. Mustafa ALTINOK'a, Araştırma Görevlisi Zafer DEMİRCİ'ye, GENTAŞ kalite kontrol mühendisi Onuralp DİNÇER'e ve çalışmalarım esnasında benden maddi ve manevi yardımlarını eksik etmeyen eşime sonsuz teşekkürler...

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
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	9
3.1. Materyal	9
3.1.1. Ağaç malzeme	9
3.1.2. Vernikler	12
3.1.3. Emprenye maddeleri	14
3.1.4. Deney örneklerini hazırlanması	16
3.1.5. Emprenye işlemi	17
3.1.6. Deney örneklerinin verniklenmesi	19
3.1.7. Vernik katı madde miktarı tayini	20
3.1.8. Vernik kuru film kalınlığı tayini	20
3.2. Deney Metodu	21
3.2.1. Sertlik tayini	21
3.2.2. Aşınma direnci tayini (Devir sayısı)	22

	Sayfa
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi	24
4. BULGULAR	25
4.1. Emprenye Çözeltisi Özellikleri.....	25
4.2. Retensiyon Miktarı.....	25
4.3. Verniklerin Katı Madde Miktarları.....	26
4.4. Verniklerin Kuru Film Kalınlıkları.....	26
4.5. Sertlik Değeri.....	26
4.6. Aşınma Direnci	36
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	52

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Deney örneklerine uygulanan işlemler ve deneme deseni.....	17
Çizelge 4. 1. Emprenye çözeltisi özellikleri.....	25
Çizelge 4. 2. Retensiyon miktarı (kg/m^3).....	25
Çizelge 4. 3. Vernik katı madde miktarları	26
Çizelge 4. 4. Verniklerin kuru film kalınlıkları.....	26
Çizelge 4. 5. Sertlik ölçümlerinin aritmetik ortalamaları (Salınım).....	27
Çizelge 4. 6. Sertlik değerine ilişkin varyans analizi.....	28
Çizelge 4. 7. Ağaç türü düzeyinde ikili karşılaştırma.....	28
Çizelge 4. 8. Vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma	29
Çizelge 4. 9. Emprenye maddesi çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma.....	30
Çizelge 4. 10. Ağaç türü ve emprenye maddesi düzeyinde ikili karşılaştırma	31
Çizelge 4. 11. Ağaç türü ve vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma	33
Çizelge 4. 12. Emprenye maddesi ve vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma	34
Çizelge 4. 13. Sertlik değerine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.....	35
Çizelge 4. 14. Aşınma direnci ölçümlerinin aritmetik ortalamaları (Devir).....	36
Çizelge 4. 15. Aşınma direncine ilişkin varyans analizi	37
Çizelge 4. 16. Ağaç türü düzeyinde ikili karşılaştırma.....	37
Çizelge 4. 17. Vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma	38
Çizelge 4. 18. Emprenye maddesi düzeyinde ikili karşılaştırma.....	39
Çizelge 4. 19. Ağaç türü ve emprenye maddesi düzeyinde ikili karşılaştırma	40
Çizelge 4. 20. Ağaç türü ve vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma	41
Çizelge 4. 21. Emprenye maddesi ve vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma	42

Çizelge 4. 22. Aşınma direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.....	43
---	----

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4. 1. Ağaç türüne göre katman sertlikleri.....	29
Şekil 4. 2 . Vernik çeşidine göre katman sertlikleri.....	30
Şekil 4. 3. Emprenye maddesine göre katman sertlikleri.....	31
Şekil 4. 4. Ağaç türü ve emprenye maddesine göre katman sertlikleri	32
Şekil 4. 5. Ağaç türü ve vernik çeşidine göre katman sertlikleri.....	33
Şekil 4. 6. Emprenye maddesi ve vernik çeşidine göre katman sertlikleri	34
Şekil 4. 7. Ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidi düzeyinde katman sertlikleri	36
Şekil 4. 8. Ağaç türüne göre vernik katmanlarının aşınma direnci	38
Şekil 4. 9. Vernik çeşidine göre katman aşınma direnci.....	39
Şekil 4. 10. Emprenye maddesi çeşidine göre katman aşınma direnci	40
Şekil 4. 11. Ağaç türü ve emprenye maddesine göre katman aşınma direnci.....	41
Şekil 4. 12. Ağaç türü ve vernik çeşidine göre katman aşınma direnci	42
Şekil 4. 13. Emprenye maddesi ve vernik çeşidine göre katman aşınma direnci.....	43
Şekil 4. 14. Ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidi düzeyinde katman sertlikleri	44

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3. 1. Deney örneği (Ölçüler; mm).....	16
Resim 3. 2. Emprenye düzeneği	18
Resim 3. 3. Verniklenmiş deney örnekleri.....	19
Resim 3. 4. Kuru film kalınlığı ölçüm metresi (komperatör).....	21
Resim 3. 5. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı.....	22
Resim 3. 6. Taber aşındırma cihazı	23

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
C	Çözelti konsantrasyonu
T₁	Emprenye öncesi numune ağırlığı
T₂	Emprenye sonrası numune ağırlığı
V	Numune hacmi
x	Aritmetik ortalama
I	Doğu kaybını
II	Meşe
III	Sarıçam
IV	Uludağ göknarı

Kısaltmalar	Açıklama
As	Asit sertleştiricili vernik
Ba	Borik asit
Bx	Boraks
HG	Homojenlik grubu
K	Kontrol
PVA	Polivinil asetat
R	Retensiyon
Sb	Su bazlı vernik
St	Sentetik vernik
TSE	Türk Standartları Enstitüsü

1. GİRİŞ

Ağaç malzeme sahip olduğu üstün özellikleri nedeniyle günümüzde birçok kullanım yerinde önemini korumaktadır. Kişi başına tüketimin artması ve orman alanlarının gün geçtikçe azalması üretilen ağaç malzemenin uzun süre kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ağaç malzemenin bileşikleri çevre şartlarına göre kimyasal ya da biyolojik etkenlerle bozulmaktadır. Bu olumsuz etkilere karşı ağaç malzemelere kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemleri uygulanmaktadır [1].

Orman ürünleri ile mobilya ve dekorasyon sektörünün temel hammaddesi olan ağaç malzeme uygun kullanım ve koruma yöntemleriyle artan odun hammaddesi ihtiyacını karşılamada yeterli olabilecektir. Odun hammaddesi masif ve çeşitli levha ve kompozit ürünlere dönüştürülerek çok çeşitli alanlarda kullanılmakta, farklı kesitlerdeki tekstürü dekorasyonda diğer malzemelere göre daha ön plana çıkmasını sağlamaktadır. Biyolojik yapıda olması sebebiyle çeşitli zararlı faktörlerden etkilenecek yapısında bozulmalar meydana gelmektedir. Fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik zararları engellemek amacıyla, yapısına müdahale edilebilen odun hammaddesi, işlenebilirliğinin kolay olması, ısı ve elektriğe karşı izolasyon özelliği göstermesi, akustik özelliklerinin istenilen düzeyde olması, özgül ağırlığının düşük olmasına karşılık, yüksek mekanik özelliklere sahip olması ve yenilenebilir bir doğal kaynak olması nitelikleriyle de önemini devam ettirmektedir. Ağaç malzeme kullanımında farklı hava şartları ve boyutlarında meydana gelen değişiklikler, böcek, mantar ve oyucu deniz organizmalarının zararları gibi etkenler dikkate alınmalıdır [2].

Ağaç malzeme teknolojik bakımdan, teknik tedbirler yardımıyla; uygun istif ve kurutma, yangına karşı tedbirler, kimyasal korumayla; mantar ve böceklerle karşı zehirli çeşitli kimyasal maddelerle ağaç malzemenin emprenye edilmesi ve fiziksel korumayla; su buharı ile fırınlama tedbirleriyle korunabilir [3].

Bu alışmada, Borik asit (Ba), Boraks (Bx) ve (Ba+Bx) ile emprenye edildikten sonra verniklenmiş Doğu kayını, meşe, sarıçam ve gknarda verniklerin aşınma ve sertlik değerleri belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Emprenye ve üst yüzey işlemi yapılmaksızın dış ortam şartlarına 20 yıl maruz kalan odunda ligninin bozulduğu, dışa yakın kısımları hariç selülozun oldukça az etkilendiği bildirilmiştir [4].

Ağaç malzeme birtakım olumsuz dış etkilere karşı doğal mukavemete sahiptir fakat bu etkilere dayanımı uzun süreli değildir. Dayanım süresini arttırmak için ağaç malzeme emprenye edilmekte veya yüzeyleri koruyucu katmanlarla kaplanmaktadır [5].

Koruyucu katmanla kaplama, mobilya ve dekorasyon elemanlarının fiziksel, kimyasal ve mekanik etkilere, açık hava şartları ve biyolojik zararlıların olumsuz etkilerine karşı dayanıklı hale getirilmesi için katman yapabilen malzemelerle yüzeylerinin kaplanması işlemidir [5].

Üst yüzey işlemlerinde temel amaç; ağaç malzemeyi tahrip edici dış faktörlere karşı korumak ve ağaç malzemenin estetik değerini artırmaktır [6].

Borlu bileşikler ile emprenye işleminin ağaç malzeme üst yüzey işlemleri ve yanma özelliklerine etkileri incelenmiş. Doğu kayını, sapsız meşe, sarıçam, doğu ladini, Uludağ göknarı borlu bileşiklerle emprenye edilip verniklendikten sonra yanma, parlaklık, renk, yüzeye yapışma ve sertlik ölçümleri yapılmıştır. Emprenye maddelerinin, sertlik değerini arttırdığı bildirilmiştir. Sertlik değerinin en yüksek, Doğu ladini + borik asit + poliüretan vernikte, en düşük Doğu ladini+ sentetik vernikte elde edildiği bildirilmiştir [2].

Sarıçam ve Anadolu kestanesi emprenye ve vernikleme işlemine tabi tutulduktan sonra dış ortam şartlarında bırakılmış, mevsimsel sertlik, renk, yapışma, makroskopik değişim ve ağırlık kayıpları incelenmiştir. Sarıçam odununda en yüksek sertlik değeri Tanalith-CBC + poliüretan vernikte, en düşük WR + sentetik vernikte,

mevsimlere göre en yüksek sonbaharda, kestane odununda en yüksek, poliüretan vernikte, en düşük sentetik vernik ve kontrol örneklerinde elde edilmiştir. Verniklerin Tanalith-CBC ile emprenye edilmiş sarıçamın sertlik değerinde % 150'lere varan bir artış sağlayacağı bildirilmiştir [7].

Açık hava şartlarında ağaç malzeme, su ve UV ışınları etkisiyle hızlı bir şekilde bozulmaya uğramaktadır. Boya ve vernikler ağaç malzemeye, dekoratif amaçlar yanında dış ortamların olumsuz etkilerinden (weathering) korumak için de uygulanmaktadır. [8].

Ağaç malzemedede sadece boyama ve vernikleme ile (üst yüzey işlemleri) iki yıldan daha az süre yüzeysel bir koruyuculuk sağlanabilmektedir [9]. Bu nedenle ağaç malzemenin kısa süreli ve yüzeysel korunmasının yerine, uygun su itici, biyotik ve abiyotik etkisi bulunan kimyasal maddelerle emprenye edildikten sonra vernikleme ve boyama işlemleri uygulanarak, fotokimyasal tahribat, boyutsal değişim, biyolojik yıkıma karşı kullanım ömrünü uzatmak önem taşımaktadır [10].

Su itici maddelerle boyama ve vernikleme işlemlerinde ağaç malzemenin bor ile emprenye edilmesi dış ortam şartlarına olan dayanımını artıracığı bildirilmektedir [11].

Borlu bileşikler ile emprenye işleminin ağaç malzemedede vernik katman sertliğine etkisi incelenmiştir. Doğu kayını ve sapsız meşe odunlarından hazırlanan örnekler, borlu bileşikler ile emprenye edilip yüzeyleri selülozik, sentetik, poliüretan, su bazlı, akrilik ve asit sertleştiricili vernikler ile kaplanmış. Sertlik ölçümü yapılmış. Sertlik değeri, ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidi etkileşimi bakımından en yüksek; sapsız meşe+boraks+akrilik vernikte, en düşük; meşe+boraks+sentetik vernikte elde edildiği bildirilmiş. Borlu bileşikler ile emprenye işleminin verniklerin katman sertlik değerini arttırdığı bildirilmiştir [12].

Bakır, krom ve bor ile emprenye edilen ağaç malzeme yüzeyindeki bakır krom tuz solüsyonu sebebiyle ağaç malzemenin tahrip edici faktörlere karşı yüksek direnç kazandığı bildirilmiştir [13].

Borlu bileşikler ile emprenye işleminin ağaç malzemedede vernik katman sertliğine etkisi incelenmiştir. Sarıçam, Doğu ladini ve Uludağ göknarı odunlarından hazırlanan örnekler, borik asit ve boraks emprenye edildikten sonra selülozik, sentetik, poliüretan, su bazlı, akrilik ve asit sertleştiricili vernikler uygulanmıştır. Katman sertlikleri belirlenmiştir. Sertlik değeri en yüksek; Doğu ladini, borik asit ve poliüretan vernikte, en düşük; sarıçam, boraks ve sentetik vernikte, ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidi etkileşimi bakımından en yüksek; Doğu ladini+borik asit+poliüretan vernikte, en düşük; sarıçam+borik asit+sentetik vernikte elde edildiği bildirilmiştir. Borlu bileşikler ile emprenye işleminin kullanılan verniklerin katman sertlik değerini arttırıcı etki gösterdiği bildirilmiştir [14].

Sarıçam ve kızılçam örnekleri çeşitli emprenye maddeleri ile emprenye edilerek yapışma, eğilme, sertlik ve ağırlığında meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. TS 788 esaslarına göre hazırlanan deney örneklerinin bir kısmı emprenye işlemine tabi tutulmuştur. Hazırlanan deney örneklerine yapışma, eğilme, sertlik ve özgül ağırlık tayini deneyleri uygulanmıştır. Emprenye işleminin, ağaç malzemedede yapışma ve eğilme direncini düşürdüğü, yoğunluğunu artırdığı, sarıçamda sertliği düşürdüğü, kızılçamda arttırdığı bildirilmiştir [15].

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ağaç malzemelerin ağırlığında meydana gelecek değişiklikler araştırılmış ve bu amaçla sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orieantalıs* Lipsky) odunlarından hazırlanan örnekler polietilen glikol (PEG-400), amonyum sülfat (AS), diamonyum fosfat (DAP), vacsol (V) ve su itici maddelerden stiren, metilmetakrilat, izosiyonat ile ASTM-D 1413-76 esaslarına uyularak emprenye edilmiştir. Emprenye işleminden sonra ölçülen hava kurusu haldeki en yüksek yoğunluk kayın odununda stiren ve metilmetakrilatın tek

başına kullanımında, sarıçam odununda su itici maddelerin tek başına ve ikincil işlem olarak kullanımında elde edilmiştir. Tam kuru maksimum yoğunluğa ise, kayın odununda PEG-400+borik asit+boraks ve izosiyanat ile ulaşılmıştır [16].

Tanalith C 3310, boraks, borik asit, boraks+borik asit ve di-amaniumfosate ile ASTM-D 1413-76 esaslarına göre emprenye edildikten sonra fenol ve melamin formaldehit tutkalları ile yüksek sıcaklıkta preslenerek elde edilen lamine malzemede eğilme direnci, elastiklik modülü, yoğunluk, hacimsel genişleme, yapışma direnci ve yanma değerleri belirlenmiştir. Borik asit ve tanalith C3310, lamine ağaç malzemelerin teknolojik özelliklerinde olumsuz diğer emprenye maddeleri olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir [17].

Doğu kayını ve meşede çeşitli verniklerin sertlik ve parlaklıkları, kuru ve ıslak sıcaklığa, aseton, deterjan, sirke asidi ve sodyum hidroksite dayanıklılıkları araştırılmıştır. Vernik katmanlarının sertliklerinde, ağaç türü ve verniklenmeden önceki sertliğinin etkili olmadığını asıl etkinin vernik çeşidine ait olduğunu, kullanılan reaktiflerden aseton, sodyumhidroksit ve ıslak sıcaklığın vernik katmanlarının sertliklerinde bozucu etki gösterdiklerini, deterjan ve asetik asitin bozucu etkiye sahip olmadığını, poliüretan ipek mat ve poliüretan mat verniklerin kuru sıcaklıktan etkilenmediğini, diğer verniklerin ise istenen düzeyde dayanıklı olmadığını belirtmişlerdir. Mekanik etkilere (sürtünme, aşınma vb.) dirençli olması istenen yüzeylerde öncelikle poliester vernik daha sonra poliüretan vernik kullanılmasını önermişlerdir [18].

Doğu kayını, Doğu ladini, sarıçam ve Uludağ göknarı odunlarından hazırlanan örnekler, poliüretan, parke verniği ve cam cila ile verniklenerek, Janka sertlik ve Teber cihazı ile aşındırma deneylerine tabi tutulmuştur. Sonuç olarak uygulanan verniklerin, yüzey aşınma direncini etkiledikleri, sertlik direncine ise etkili olmadıkları belirtilmiştir [19].

Verniklerde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri incelenmiş, en fazla sertlik değerinin kayın örneklerinde tek kat poliüretan vernik ile elde edildiği bildirilmiştir [20].

Cennet ağacının (*Ailantus altissima* Mill.) borlu bileşiklerle emprenyesinden sonra bazı fiziksel özellikleri incelenmiş, yanma sonucu oluşan ağırlık kaybı bakımından en etkili kimyasal maddenin % 63'lük değerle Ba+Bx (7:3, ağırlık: ağırlık) karışımından elde edildiği bildirilmiştir [21].

Werzalitin Brinell sertlik değeri $60-70\text{N/mm}^2$, aşınma direnci ise Erichsen 239'a göre 85 olduğu bildirilmiştir [22].

Mutfak tezgahlarında kullanılan malzemelerin çeşitli mekanik etkilere dayanımları araştırılmış, bu amaçla işlemsiz ve poliüretan vernikle işlem görmüş Doğu kayını ile MDF, Werzalit, ve Laminat malzemeler aşınma, çizilme, Brinell sertlik ve pandüllü sertlik deneylerine tabi tutulmuştur. En yüksek aşınma direnci (240 devir) vernikli Doğu kayınında, en yüksek çizilme direnci (5 N) werzalitte, en yüksek Brinell Sertlik değeri (69N/mm^2) ve pandüllü sertlik değeri (116 salınım) werzalitte gözlemlenmiştir [23].

Ağaçtan yapılmış mobilya yüzeylerinde kullanılan vernik katmanlarının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direnci ile kuru ve ıslak sıcaklık, sigara ateşi, aseton deterjan, asetik asit ve sodyum hidroksite dayanıklılıkları bakımından incelenmiştir. Sonuç olarak, vernik katmanlarının sertliğinde ağaç cinslerinin farklılaşmasının etkili olmadığı, asıl etkinin vernik çeşidine ait olduğu ve en yüksek sertliğin (139,2) polyester vernikte olduğu ölçülmüştür. Poliüretan verniklerin ağaç ile adezyonunun diğer verniklere yüksek olduğu, en düşük değerlerin sentetik vernikte bulunduğu bildirilmiştir [24].

Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.), kayın (*Fagus Orientalis* L.), meşe (*Qercus Petraeae* L.) örneklerine su bazlı vernikler fırça, rulo ve püskürtme tabancası ile uygulanarak,

sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma dirençleri incelenmiştir. Sonuç olarak su bazlı verniklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma dirençleri solvent bazlı (VOC) verniklerden az olduğu tespit edilmiştir. En yüksek sertlik değeri kayında akrilik emülsiyon verniğinde elde edilmiştir [25].

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Ağaç malzeme

Bu çalışmada ülkemiz orman ürünleri, mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yaygın olarak kullanılan iğne yapraklı ağaçlardan, sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), Uludağ göknarı (*Abies bormülleriana* Mattf) yapraklı ağaçlardan, sapsız meşe (*Quercus petraea* Lipsky) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) kullanılmıştır.

Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky)

Olgun odunlu ağaçlardandır. Odunu doğal halde kırmızımsı beyaz, fırınlanmış halde tuğla kırmızısı renktedir. Genellikle 80-100 yaşlarında kırmızımsı kahve renkli ve içerisinde daha koyu şeritler bulunan ve kusur olarak kabul edilen yalancı öz odunu (kırmızı yürek) oluşur. Oluşan bu yalancı öz odunu, odunun doğal güzelliğini bozar ve emprenye edilemez, gevrek yapıdadır ve asitli koku yayar [26].

Doğu kayını odununun bazı teknolojik özellikleri aşağıdaki gibidir [26,27].

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

Kullanım Yerleri

Geniş bir kullanım alanına sahip Doğu kayını; özellikle masif mobilya ve dekorasyon ürünleri ile bükme mobilya, tornacılık, kontrplak kaplama ve kâğıt sanayinde kullanılmaktadır. Emprenye edildiği takdirde travers yapımında kullanılabilir.

Sapsız meşe (Quercus petraea Lieble)

Diri odunları dar, sarımsı beyaz renkte, öz odunu sarımsı kahve renktedir. Yıllık halka sınırları belirli, ilkbahar odununda büyük traheler birkaç sıra halinde, gözenekli bir halka meydana getirir. Yaz odununu rengi daha koyudur.

İletim dokuları radyal kesitte ve teğet kesitte çizikler halinde kendini gösterir. Öz ışınları enine kesitte merkezden çevreye doğru uzanır ve biçilmiş parça yüzeyinde parlak aynalar şeklinde görünür.

Yaz odunu traheleri sapsız meşede ilkbahar odunu trahelerini hemen takip etmez, aralarında boşluk vardır. Yaz odunu traheleri aynı büyüklükte ve radyal yönde daha geniş renkli şeritler halindedir.

Öz ışınları arasındaki açıklık sapsız meşede saplı meşeye göre daha fazla, radyal kesitte öz ışını levhaları sapsız meşede mat, saplı meşede ise parlaktır [26].

Sapsız meşe odununun bazı teknolojik özellikleri aşağıdaki gibidir [26, 27].

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

Kullanım Yerleri

Yapı ve kontsrüksiyon malzemesi, mobilya ve dekorasyon üretimi, parke, tarım aletleri yapımı, küçük su araçları ve travers yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Sarıçam (Pinus sylvestris Lipsky)

Diri odunu yarıçapın üçte birini kaplayacak şekilde geniş, sarımsı veya kırmızımsı beyaz, öz odunu ise açık kırmızımsı kahve renktedir. Yıllık halka sınırları belirgin ve hafif dalgalıdır. Radyal ve teğet kesitleri parlak, sık ve geniş reçine kanalları barındıran ve işlenmesi kolay olan bir ağaç türüdür [26].

Sarıçam odununun bazı teknolojik özellikleri aşağıdaki gibidir [26, 27].

<i>Özellik</i>	<i>Birimi</i>	<i>Ortalama Değer</i>
Tam kuru yoğunluğu	g/cm ³	0,49
Hava kurusu yoğunluğu	g/cm ³	0,52
// Basınç direnci	kg/cm ²	550
Eğilme Direnci	kg/cm ²	1000
⊥ Basınç direnci	kg/cm ²	77
⊥ Brinell sertlik değeri	kg/mm ²	1,9

Kullanım Yerleri

Binalarda iç ve dış dekorasyonda, pencere doğramalarında, emprenye edildiğinde toprak ve su tahkimatında, maden direği, tel direği ve travers olarak, mobilya yapımı, kaplama levha, kontrplak, lif levha ve yonga levha ile kâğıt endüstrisinde kullanılmaktadır.

Uludağ Göknaı (Abies bormülleriana Mattf)

Odunu sarımsı veya kırmızımsı beyaz renktedir. Yaz odununun rengi ise kırmızısı veya morumsu kahve renklidir ve açık renkli ilkbahar odunundan kolaylıkla ayırt edilir. Yıllık halka sınırları ladin ağacı odununa benzer yapıda olmakla birlikte Uludağ göknarında reçine kanalları yoktur. Yapısı ladine göre daha kaba, rengi kırmızımsı beyazdır ve radyal kesitte mat görüntü verir [26].

Uludağ göknarı odununun bazı teknolojik özellikleri aşağıdaki gibidir [26,27].

<i>Özellik</i>	<i>Birimi</i>	<i>Ortalama Değer</i>
Tam kuru yoğunluğu	g/cm ³	0,40
Hava kurusu yoğunluğu	g/cm ³	0,44
// Basınç direnci	kg/cm ²	358
Eğilme direnci	kg/cm ²	708
⊥ Çekme direnci	kg/cm ²	14
⊥ Brinell sertlik değeri	kg/mm ²	1,2

Kullanım Yerleri

Bina inşaatlarında iç mekânlarda, mobilya ve dekorasyon hammaddesi olarak orman ürünleri sanayinde kullanılmaktadır.

3.1.2. Vernikler

Sentetik vernik

Kuruyan yağlar ile yapay reçinelerin ana bağlayıcısını oluşturduğu sentetik vernik katman oluşumunu reaksiyon, oksidasyon ve çözücü buharlaşması işlemleriyle tamamlar. Dönüşümsüz ve parlak katmanlar verir.

Kuruyan yağlar verniğin iyi katman yapmasını, esneklik kazanmasını ve yavaş kurumasını sağlar. Ana bağlayıcı olarak kullanılan alkid reçinenin zayıf yönlerini gidermek için verniğe, modifiye reçine olarak vinil tipi polimerler, üretan alkidler, epoksi esterler ve strenal alkidler katılır.

Alkid yağ uzunlukları üretimleri sırasında ayarlanabilen sentetik verniklerde yağ uzunluğunun da kuruma süresine ve katman kalınlığına etki ettiği bilinmektedir. Kısa yağlı alkidlerle hazırlanan vernik katmanları daha hızlı kurumakta ve dış faktörlere karşı korumada daha dirençli olmaktadır [24].

Su ve neme karşı dayanıklı olup, düşük sertlik direncine sahiptir. Rutubet dayanıklılığı sebebiyle açık hava şartlarında, suyla temas eden yerlerde ve yüksek rutubet ortamlarında kullanılan, yüksek direnç özellikleri gerektirmeyen mobilya ve dekorasyon elemanlarında tercih edilirler. Çözücü olarak petrol ve hidrokarbon grubu sıvılardan yararlanıldığı için de buharlaşma yavaş, tam kuruma süresi 3-4 gün kadardır [5].

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 bulunduran reçinelerden üretilen su bazlı verniklerin reaksiyonları genel olarak iki molekülün kaynaşması veya iki parçaya ayrılmış elemanların 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 polimerleştirilmesine dayanır. Reaksiyonla kuruma gerçekleştirdikleri için dönüşümsüz katman verirler [5].

Su bazlı boya ve 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 [5].

Asit Sertleştiricili Vernik

Yapay amino reçinelerin ana bağlayıcısını oluşturduğu bir sistemdir. En çok kullanılanı üre formaldehittir. Amino reçineler genellikle alkid reçinelerle modifiye edilerek kullanılırlar. Alkidlerin oksijen alan tipleri yüzey sertliğini artırır. Sararma eğilimindedirler. Şeffaf vernik üretiminde okside olmayan alkidler kullanılmaktadır.

Çift komponentli bir vernik çeşidi olan asit sertleştiricili vernik reaksiyonunu asidik ortamda tamamlar. Vernik katmanı asit, alkali, ısı ve ışığa dayanıklıdır. Katman oluşumu çözücü buharlaşması ve polimerizasyon reaksiyonuyla gerçekleşir. Esas kuruma reaksiyonu kondenzasyon reaksiyonudur. En uygun kuruma sıcaklığı 18-20 °C'dir. Dokunabilirlik kuruması 30-40 dak, tam kuruma süresi 2-3 haftadır. Vernik katmanı moleküler dönüşümlü katman dönüşümsüzdür. 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 uygundur [5].

3.1.3. Emprenye maddeleri

Borik asit

Bu çalışmada kullanılan Bandırma Boraks ve Asit Fabrikaları İşletmesi üretimi olan Borik asitin özellikleri şöyledir:

Formül yapısı	: H_3BO_3
Bileşimi	: % 56,30 $\frac{1}{2}$ B_2O_3 , % 43,70 H_2O
Molekül ağırlığı	: 61,84
Özgül ağırlığı	: 1,435 g/cm ³
Dökme ağırlığı	: 80–815 kg/m ³
Erime noktası	: 171 C

Borik asit açıkta ısıtıldığında 108 C de su kaybeder ve metaborik asite (HBO_3) dönüşür. Kimyasal analizleri sonucu bileşiminde yer alan kimyasal maddeler şunlardır:

B_2O_3	: % 56,15
SO_3	: % 0,048
Cl	: % 0,0006
Fe	: % 0,0014
Suda çözünmeyen madde	: % 0,011

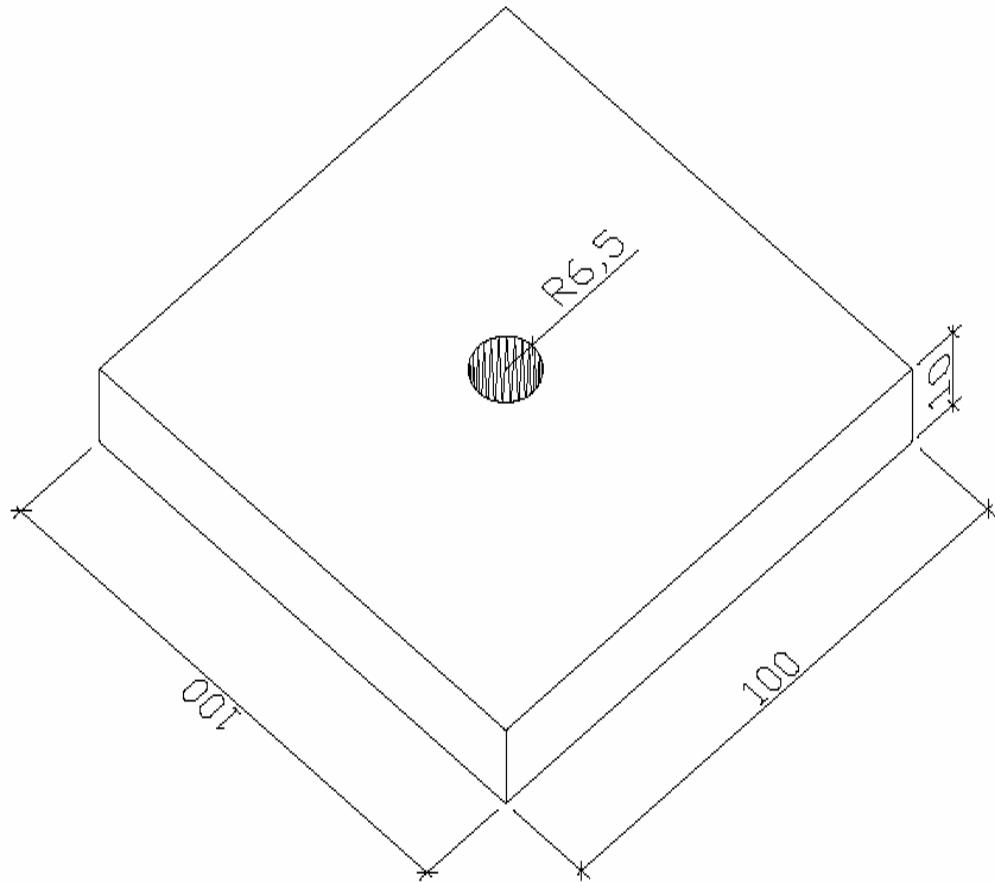
Boraks

Bandırma Boraks ve asit fabrikaları işletmesi tarafından üretilen boraksın özellikleri şöyledir:

Formül yapısı	: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Bileşimi	: %21,28 Na_2O , %47,80 B_2O_3 , %30,92 H_2O
Molekül ağırlığı	: 291,35
Özgül ağırlığı	: 1,815 g/cm ³
Dökme ağırlığı	: 2,980 kg/m ³
Erime noktası	: 741 C

3.1.4. Deney örneklerini hazırlanması

Çalışma kapsamında kullanılacak ağaç malzeme örneklerinin hazırlanmasında, tesadüfi seçilen, düzgün lifli, ardaksız, budaksız, çatlaksız renk ve yoğunluk farkı olmayan ve yıllık halkalar yüzeye dik gelen bölgeleri kullanılan birinci sınıf keresteler tercih edilerek TS 2470 ve TS 53 esaslarına göre önce 100x100x10 mm ebatlarda kesilip hazırlanmıştır [28,29]. Vernikleme işleminden sonra aşınma deneyi için deney örneklerinin ortasından 6,5 mm çapında bir delik açılmıştır (Resim 3.1). Deney örnekleri ile ilgili deneme deseni Çizelge 3.1’ de verilmiştir.



Resim 3. 1. Deney örneği (Ölçüler; mm)

Çizelge 3. 1. Deney örneklerine uygulanan işlemler ve deneme deseni

			DOĞU KAYINI		SAPSIZ MEŞE		SARIÇAM		ULUDAĞ GÖKNARI		TOPLAM
			SERTLİK	AŞINMA	SERTLİK	AŞINMA	SERTLİK	AŞINMA	SERTLİK	AŞINMA	
İŞLEMLER (ADET)	BORİK ASİT	Asit sertleştiricili	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		Su bazlı vernik	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		Sentetik vernik	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		Kontrol	5		5		5		5		20
	BORAKS	Asit sertleştiricili	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		Su bazlı vernik	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		Sentetik vernik	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		Kontrol	5		5		5		5		20
	BORAX+ BORİK ASİT	Asit sertleştiricili	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		Su bazlı vernik	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		Sentetik vernik	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		Kontrol	5		5		5		5		20
	VERNİK KONTROL	Asit sertleştiricili	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		Su bazlı vernik	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		Sentetik vernik	5	5	5	5	5	5	5	5	40
	HAM KONTROLLER		5		5		5		5		20
	TOPLAM		80	60	80	60	80	60	80	60	560

3.1.5. Emprenye işlemi

Emprenye işlemlerinde ASTM D 1413-99 [30]'da belirtilen esaslara uyulmuştur. Buna göre Resim 3.2'deki düzenek yardımıyla 60 dakika süreyle deney örneklerine 700 mm/Hg⁻¹ 'a eşdeğer vakum uygulandıktan sonra örnekler 60 dakika süreyle açık hava basıncı etkisindeki çözelti içerisinde bekletilmiştir.



Resim 3. 2. Emprenye düzeneği

Örneklerin ağırlıkları emprenye işlemi öncesi ve sonrası $\pm 0,01$ g duyarlıklı analitik terazi yardımıyla tartılmış ve emprenye maddesinin tutunma miktarı (retensiyon) (R , kg/m^3) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$R = \frac{G.C}{V} \cdot 10^3$$

Burada,

$$G = T_2 - T_1$$

T_2 : Emprenye sonrası numune ağırlığı (g)

T_1 : Emprenye öncesi numune ağırlığı (g)

C : Çözelti konsantrasyonu (%)

V : Numune hacmi (cm^3)

Emprenye edilen örnekler çözücünün buharlaşması için, hava sirkülasyonu olan bir ortamda 20 gün bekletilmiştir. Daha sonra 65 ± 5 bağıl nem, 20 ± 2 °C sıcaklıkta, değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilerek deney örnekleri rutubetinin %12 olması sağlanmıştır.

3.1.6. Deney örneklerinin verniklenmesi

Vernikleme işleminde ASTM-D-3023 esaslarına uyulmuştur [31]. Buna göre, işlem yapılacak yüzeyler hafifçe lif kabarmalarını giderecek şekilde zımparalanmış ve tozları alındıktan sonra vernikleme yapılmıştır (Resim 3.3).



Resim 3. 3. Verniklenmiş deney örnekleri

Deney örneklerine uygulanacak vernik miktarının belirlenmesinde firma önerileri ve katı madde oranları belirleyici olarak kullanılmıştır. I. kat sentetik vernik için 110gr/m^2 hesabıyla su bazlı verniğin sürülme miktarı;

$$Sb = \frac{Stk}{Sbk} \cdot St \Rightarrow Sb = \frac{54,6}{32,4} \cdot 110 = 185\text{ gr} \text{ eşitliğinden hesaplanmıştır.}$$

Stk: Sentetik vernik katı madde oranı

Sbk: Su bazlı vernik katı madde oranı

St: Uygulamada sentetik vernik miktarı

Sb: Su bazlı vernik miktarı.

Verniklerin uygulamasında, sert kıllı ve yeterli dirence sahip yeni bir fırça kullanılarak vernik katmanı oluşturulmuştur.

3.1.7. Vernik katı madde miktarı tayini

TS 6035 EN ISO 3251 esaslarına uygun olarak, vernikler darası önceden alınan Ø 75±5 mm'lik konkav saat camına 2±0,2 g olacak şekilde damlalık ile konulmuş, daha sonra 40 °C'lik etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Bu süre sonunda tartımları yeniden yapılmıştır [32].

Katı madde miktarı;

$$V_u = G - D$$

$$Ç_b = G - E$$

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

Eşitliği yardımıyla bulunur. Burada:

V_u = Uygulanan vernik G = Yaş ağırlık

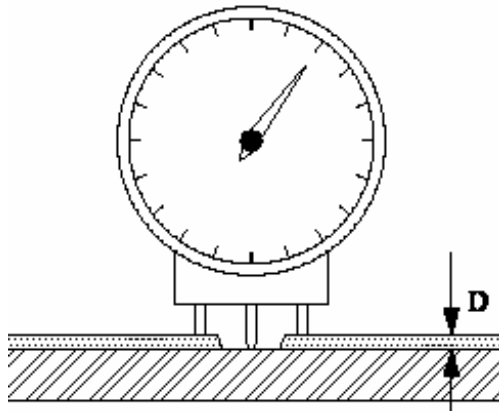
$Ç_b$ = Buharlaştan çözücü D = Dara

K_m = Katı madde E = Kuru ağırlık

3.1.8. Vernik kuru film kalınlığı tayini

Tam kuru vernik katmanlarının film kalınlıkları 5 µm hassasiyetli komparatör (Resim 3.4) ile ASTM D-1005-95 standardına uygun olarak belirlenmiştir [33].

Temiz bir saç levha yüzeyinde komperatörün ibresi sıfıra ayarlandıktan sonra ölçüm yapılır. Ölçüm yapmak için, vernik film katmanı değişik bölgelerden ağaç malzeme yüzeyine kadar kaldırılır. Açılan kertiğe komperatörün ibresi düşürülürken komperatör ayaklarının katmana dik konumda ve tam oturmuş olduğuna dikkat edilir. Komperatörden değer okunur. Farklı bölgelerden alınan değerlerin ortalaması hesaplamaya katılır ve ortalama değer bulunur.



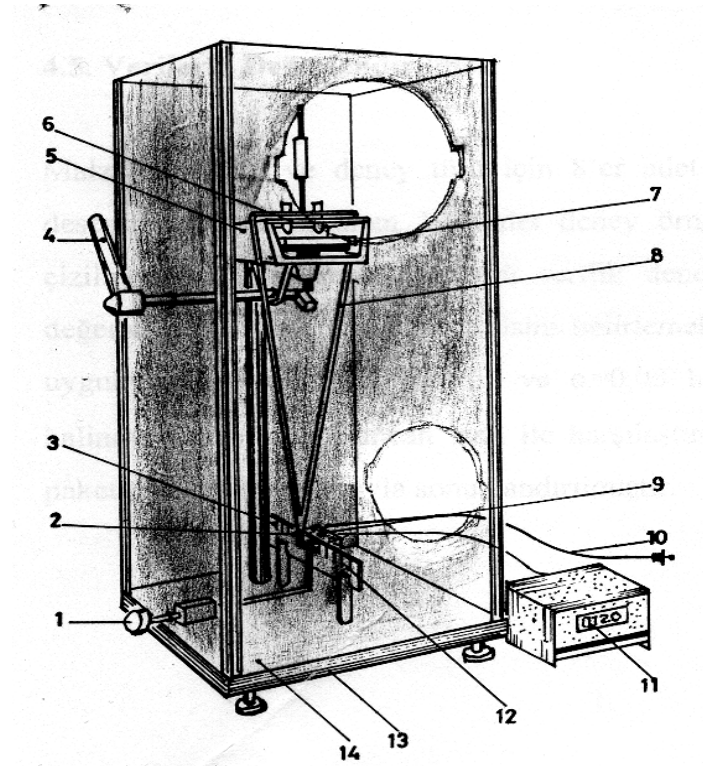
Resim 3. 4. Kuru film kalınlığı ölçüm metresi (komperatör)
D: Kuru film kalınlığı

3.2. Deney Metodu

3.2.1. Sertlik tayini

Vernik katmanının dış etkenlere dayanıklılığını belirleyen sertlik, Resim 3.5'te görülen pandüllü sertlik ölçüm cihazı ile Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi laboratuvarında yapılmıştır. Cihaz, örnek platformuna yerleştirilen numune yüzeyinde $63 \pm 3,3$ HRC sertliğinde ve $5 \pm 0,0005$ mm çapında iki bilye ile salınım yapan pandül salınmasına göre katman sertliklerini belirler. Salınım sayısının fazla olduğu yüzeyler sert, az olduğu yüzeyler ise daha düşük sertliktedir [24].

Deneylerde, ASTM-D 4366'da [34] belirtilen esaslara uygun kalibre camı kullanılarak kalibre edilen cihazda Köning Pandülü ile ölçüm yapılmıştır. Pandülün fotosel önünden her geçişi bir salınım olarak otomatik sayıcıdan okunmuştur.



Resim 3. 5. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı

1. Salıverme mili 2. Köning başlangıç noktası 3. Persöz başlangıç noktası 4. Panel sıkma kolu 5. Panel tutucu platformu 6. Panel stoplayıcı 7. Panel
8. Pandül 9. Fotosel 10. Salıverme teli 11. Otomatik sayıcı 12. Skala 13. Taban 14. Koruyucu muhafaza

3.2.2. Aşınma direnci tayini (Devir sayısı)

Aşınma direnci, yüzeylerin her türlü aşındırıcı mekanik etkilere karşı dayanımını gösterir. Aşınma direnci deneyi TS 4755 [35] esaslarına göre Taber test cihazı (Resim3.6) ile GENTAŞ laboratuvarında yapılmıştır.



Resim 3. 6. Taber aşındırma cihazı

Aşındırma aleti, deney örneğini döndürürken üzerinde aşındırıcı (zımpara) bulunan silindirik tekerlekler örneğe temas eder ve bu temasla deney numunesi yüzeyi aşınmaya zorlanır.

Deney örneği yatay düzleme paralel, 58-62 dev/dak hızla eksen etrafında dönen disk şeklindeki numune tutucuya bağlanmıştır. 12,7 mm eninde ve 50 mm çapında, lastikle (TS 1324'e uygun) [36] kaplanmış, iç yüzeyleri birbirinden 50–55 mm uzaklıkta aşındırıcı tekerlekler örnek yüzeyine temas ettirilmiştir.

Zımpara şeridinin deneme süresince değiştirilme sayısını belirlemek (kalibre etmek) için, ilk deney örneği 500 devir yaptırılarak aşınmaya tabi tutulmuştur. Her 25 devir sonrasında yapılan gözlemlerden, zımparanın 400 devirde dolacağı belirlenmiştir. Deney sırasında gerektiği her 200 devir sonrasında zımpara şeridi değiştirilmiştir.

Her deney numunesi alete bağlandıktan sonra devir sayısını gösteren sayaç sıfırlanmış ve alet çalıştırılmıştır. Her 25 devirde deney numunesinin kontrol edilerek üst yüzey maddeleri aşınarak ağaç tabanının %50'si açığa çıkmışsa deneye son verilmiş ve devir sayıları sayaçtan okunmuştur.

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Emprenye işleminin ağaç malzeme ve verniklerin sertlik değeri ve aşınma direncine etkileri belirlenmiş ve elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde MSTAT-C istatistik programından yararlanılmıştır. Çıkan farkların hangi faktörlerden kaynaklandığının ortaya konması ve homojenlik gruplarının belirlenmesi için ise DUNCAN testleri yapılmıştır.

Ortalama değerlerin % olarak farklarının hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır.

$$\%f = \frac{(x - y)}{y} \cdot 100$$

f = Fark

x = Karşılaştırılan değer

y = Baz alınan değer

4. BULGULAR

4.1. Emprenye Çözeltisi Özellikleri

Çizelge 4. 1. Emprenye çözeltisi özellikleri

Emprenye Maddeleri	Ph		Yoğunluk (gr/ml)	Çözücü Madde	Çözelti %
	E. Ö.	E. S.			
Borik asit	6	6	1,03	Destile su	5
Boraks	10	10	1,02	Destile su	5
Borik asit+ boraks	7	7	1,03	Destile su	5

4.2. Retensiyon Miktarı

Emprenye maddelerinin retensiyon miktarları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4. 2. Retensiyon miktarı (kg/m³)

	Doğu Kayını	Sapsız Meşe	Sarıçam	Uludağ Göknarı
Borik Asit	20,87	3,4	14,37	11,45
Boraks	29,65	4,14	14,99	11,64
Borik Asit+Boraks	21,35	3,5	11,7	12,46

Retensiyon miktarı en yüksek, boraks ile emprenye edilen Doğu kayınında, en düşük borik asit ile emprenye edilen meşede bulunmuştur.

4.3. Verniklerin Katı Madde Miktarları

Verniklerin katı madde miktarları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4. 3. Vernik katı madde miktarları

Vernikler	Sentetik vernik	Su bazlı vernik	Asit sertleştiricili v.
Katı madde miktarı(%)	54,6	32,4	47,8

Katı madde miktarı en yüksek sentetik vernikte, en düşük su bazlı vernikte bulunmuştur.

4.4. Verniklerin Kuru Film Kalınlıkları

Verniklerin kuru film kalınlıkları ölçüm sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4. 4. Verniklerin kuru film kalınlıkları

Vernikler	Sentetik vernik	Su bazlı vernik	Asit sertleştiricili vernik
Kuru film kalınlığı(μm)	91,25	90,19	108,16

Katman kalınlığı en yüksek asit sertleştiricili vernikte su bazlı vernikte çıkmıştır.

4.5. Sertlik Değeri

Sertlik değeri ölçümlerinin aritmetik ortalamaları Çizelge 4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4. 5. Sertlik ölçümlerinin aritmetik ortalamaları (Salınım)

AĞAÇ MALZEME		DOĞU KAYINI	SAPSIZ MEŞE	SARIÇAM	ULUDAĞ GÖKNARI	GENEL ORTALAMA
İŞLEMLER		X	X	X	X	X
BORİK ASİT	Asit sertleştiricili	71,8	70,2	67,6	52,2	65,45
	Su bazlı vernik	43	45,6	34,2	31,2	38,5
	Sentetik vernik	22,8	20,6	25,6	21,6	22,65
	<i>Kontrol</i>	58,2	49,2	45,4	20,6	
BORAKS	Asit sertleştiricili	77,4	79,4	66	50,2	68,25
	Su bazlı vernik	52,4	44,4	33,2	26	39
	Sentetik vernik	33,4	35,8	23,4	24,2	29,2
	<i>Kontrol</i>	56,2	44,8	44	29,2	
BORAX+ BORİK ASİT	Asit sertleştiricili	81	67	68,4	54,2	67,65
	Su bazlı vernik	47,2	41,4	36	32,8	39,35
	Sentetik vernik	35	27,2	27,8	21,4	27,85
	<i>Kontrol</i>	52,2	42,4	39	26,6	
VERNİK KONTROL	Asit sertleştiricili	87,6	81,6	66,8	64,6	75,15
	Su bazlı vernik	42,2	37	31,2	28,4	34,7
	Sentetik vernik	19	22,8	15,8	18,8	19,1
GENEL ORTALAMA	Asit sertleştiricili	79,4	74,55	67,2	55,3	69,11
	Su bazlı vernik	46,2	42,1	33,65	29,6	37,88
	Sentetik vernik	27,55	26,6	23,15	21,5	24,7
HAM KONTROLLER		48	54	31,4	27,4	

Sertlik değeri, ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidine göre farklı çıkmıştır. Sertlik değeri, en yüksek asit sertleştiricili vernikli Doğu kayınında, en düşük sentetik vernikli sarıçamda çıkmıştır. Ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidinin sertliğe etkilerini tespit etmek amacıyla varyans analizi yapılmış, sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir

Çizelge 4. 6. Sertlik değerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P<0,05 SIG.
Ağaç Malzeme (A)	3	15808,984	5269,661	220,5312	0,0000
Emprenye (B)	3	395,609	131,870	5,5186	0,0011
AB	9	1467,053	163,006	6,8217	0,0000
Vernik (C)	3	83589,109	27863,036	1166,0461	0,0000
AC	9	3167,553	351,950	14,7288	0,0000
BC	9	2530,328	281,148	11,7658	0,0000
ABC	27	2069,259	76,639	3,2073	0,0000
Hata	256	6117,200	23,895		
Toplam	319	115145,097			

Ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidinin sertliğe etkileri istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek için DUNCAN testi uygulanmıştır.

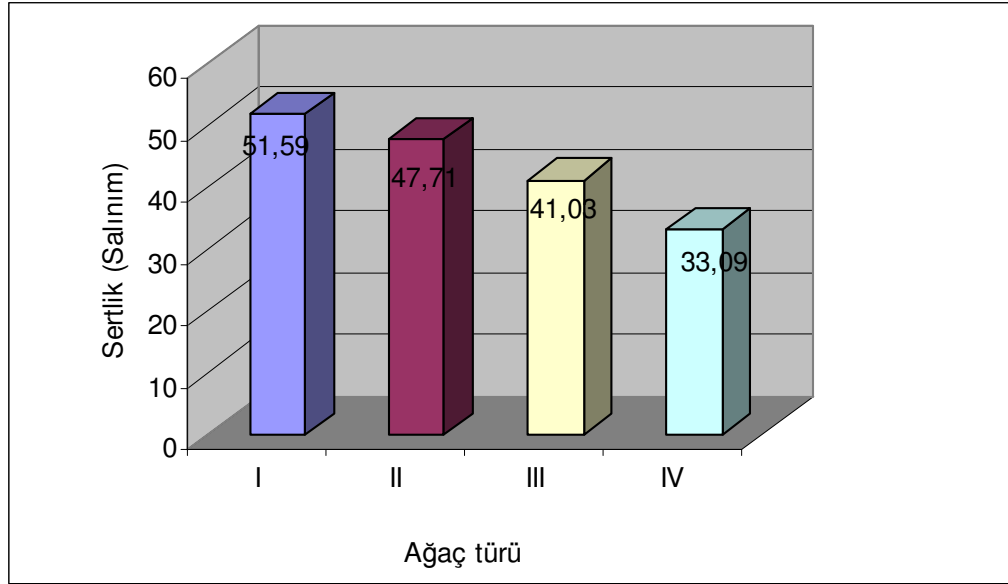
Ağaç türü düzeyinde ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir

Çizelge 4. 7. Ağaç türü düzeyinde ikili karşılaştırma

Ağaç Türü	x	HG*	% fark
Doğu kayını (I)	51,59	A	◀
Sapsız meşe (II)	47,71	B	-8
Sarıçam (III)	41,03	C	-19
Uludağ göknarı (IV)	33,09	D	-36

*LSD = 1.521

Sertlik değeri en yüksek Doğu kayınında(51,59), en düşük Uludağ göknarında (33,09) bulunmuştur. Sertlik değerinin ağaç türüne göre büyükten küçüğe doğru sıralaması, Doğu kayını, meşe, sarıçam ve Uludağ göknarı şeklinde olmuştur. Buna ait grafik Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 1. Ağaç türüne göre katman sertlikleri

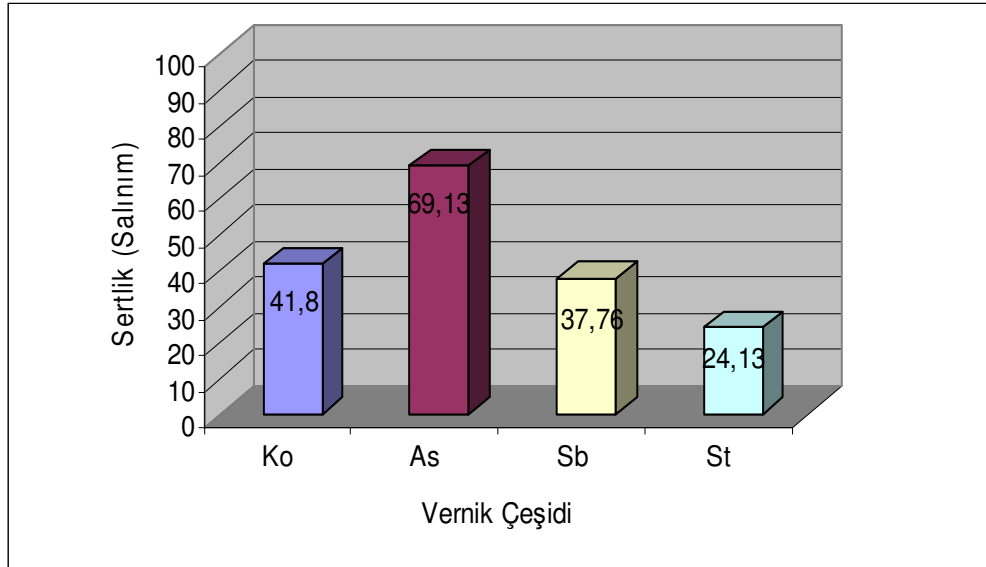
Vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4. 8. Vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma

Vernikler	x	HG*	% fark
Kontrol (K)	41,80	A	◀
Asit sertleştiricili vernik (As)	69,13	B	65
Su bazlı vernik (Sb)	37,76	C	-10
Sentetik vernik (St)	24,13	D	-42

*LSD = 1.521

Sertlik değeri en yüksek asit sertleştiricili vernikte(69.13), en düşük sentetik vernikte(24.13) bulunmuştur. Sertlik değerinin büyükten küçüğe doğru sıralaması; asit sertleştirici, su bazlı ve sentetik vernik şeklinde olmuştur. Buna ait grafik Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 2 . Vernik çeşidine göre katman sertlikleri

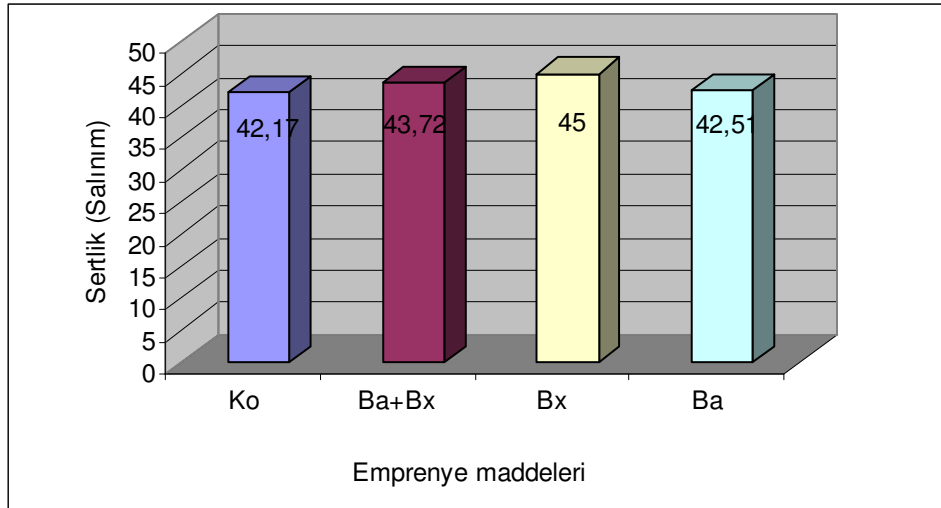
Emprenye maddesi düzeyinde ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4. 9. Emprenye maddesi çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma

Emprenye Maddesi	x	HG*	% fark
Kontrol (K)	42,17	B	◀
Borik asit (Ba)+ Boraks (Bx)	43,72	AB	4
Boraks (Bx)	45,00	A	7
Borik asit (Ba)	42,51	B	1

*LSD = 1.521

Sertlik değeri en yüksek boraksta (45,00), en düşük borik asitte (42,51) bulunmuştur. Sertlik değeri; emprenyeli örneklerde emprenyesiz örneklerden yüksek çıkmıştır. Buna ait grafik Şekil 4.3’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 3. Emprenye maddesine göre katman sertlikleri

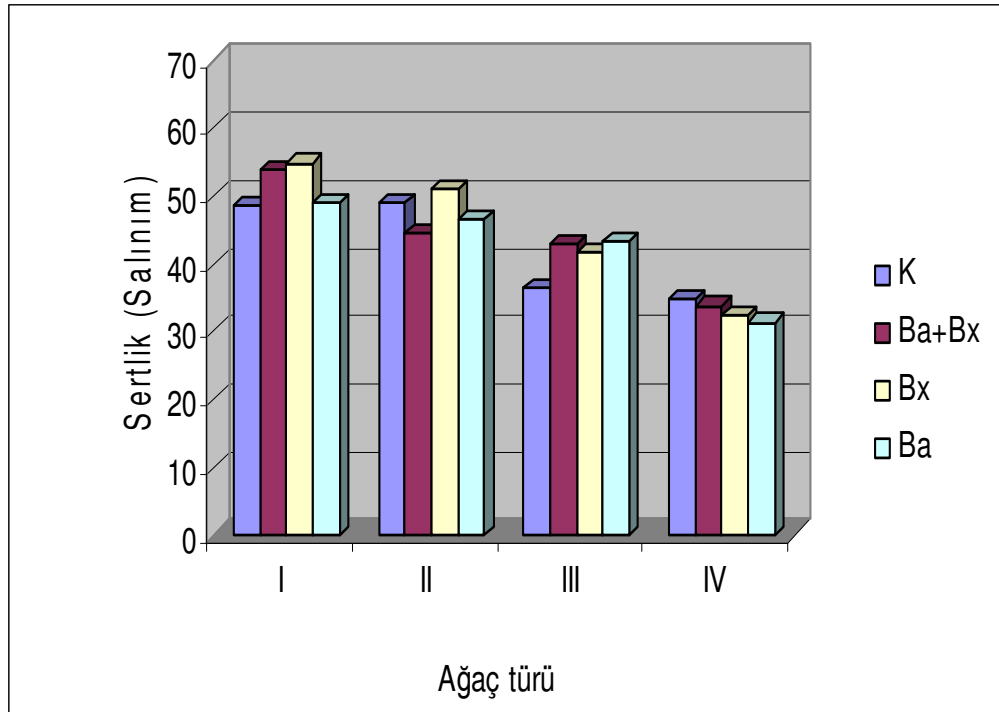
Ağaç türü ve emprenye maddesi düzeyinde ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4. 10. Ağaç türü ve emprenye maddesi düzeyinde ikili karşılaştırma

İşlem çeşidi	X	HG*	% fark
I	48,7	CD	◀
I+(Ba+Bx)	53,85	AB	11
I+Bx	54,85	A	13
I+Ba	48,95	CD	1
II	48,85	CD	◀
II+(Ba+Bx)	44,5	EF	-10
II+Bx	51,1	BC	5
II+Ba	46,4	DE	-5
III	36,35	G	◀
III+(Ba+Bx)	42,8	F	18
III+Bx	41,65	F	15
III+Ba	43,3	EF	19
IV	34,8	GH	◀
IV+(Ba+Bx)	33,75	GHI	-3
IV+Bx	32,4	HI	-7
IV+Ba	31,4	I	-10

*LSD = 3.041

Sertlik değeri en yüksek Doğu kayını + boraksda (I+Bx) (54,85), en düşük Uludağ göknarı + borik asitte (IV+Ba) (31,4) bulunmuştur. Kayında emprenye maddeleri sertliği arttırıcı etki göstermiştir. Meşede borakslı örneklerin sertlik değeri, emprenyesiz örneklerden yüksek, borik asit ve boraks + borik asitli örneklerin sertliği emprenyesiz örneklerden az çıkmıştır. Sarıçamda emprenyeli örneklerin sertliği emprenyesizlerden yüksek çıkmıştır. Uludağ göknarında emprenyeli örneklerin sertliği emprenyesiz örneklerden düşük çıkmıştır. Buna ait grafik Şekil 4.4’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 4. Ağaç türü ve emprenye maddesine göre katman sertlikleri

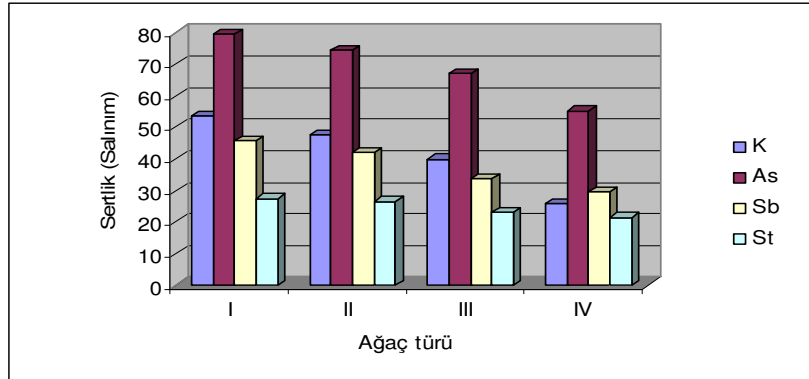
Ağaç türü ve vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4. 11. Ağaç türü ve vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma

İşlem çeşidi	X	HG*	% fark
I	53,65	D	◀
I+As	79,45	A	48
I+Sb	45,7	E	-15
I+St	27,55	HI	-49
II	47,6	E	◀
II+As	74,55	B	56
II+Sb	42,1	F	-12
II+St	26,6	HI	-44
III	40	F	◀
III+As	67,2	C	68
III+Sb	33,65	G	-16
III+St	23,25	JK	-42
IV	25,95	IJ	◀
IV+As	55,3	D	113
IV+Sb	29,6	H	14
IV+St	21,5	K	-17

*LSD = 3.041

Sertlik değeri, en yüksek kayın+ asit sertleştiricili vernikte (79,45), en düşük Uludağ göknarı+sentetik vernikte (21,5) bulunmuştur. Sertlik değeri; asit sertleştiricili vernikte her ağaç türünde verniksiz örneklerden yüksek çıkmıştır. Sentetik verniğin sertlik değeri her ağaç türünde de verniksiz örneklerin sertlik değerinden düşük çıkmıştır. Su bazlı verniğin sertlik değeri, Doğu kayını, sapsız meşe ve sarıçamda verniksiz örneklerden düşük çıkmıştır Uludağ göknarında yüksek çıkmıştır. Buna ait grafik Şekil 4.5’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 5. Ağaç türü ve vernik çeşidine göre katman sertlikleri

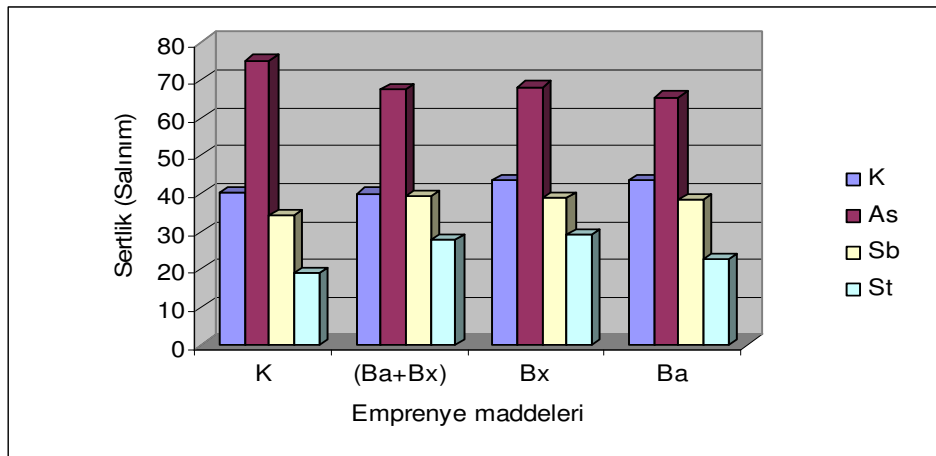
Emprenye maddesi ve vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4. 12. Emprenye maddesi ve vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma

İşlem çeşidi	X	HG*	% fark
K	40,25	D	
K+As	75,15	A	
K+Sb	34,2	E	
K+St	19,1	H	
(Ba+Bx)	40,05	D	◀
(Ba+Bx)+As	67,65	B	69
(Ba+Bx)+Sb	39,35	D	-2
(Ba+Bx)+St	27,85	F	-30
Bx	43,55	C	◀
Bx+As	68,25	B	57
Bx+Sb	39	D	-10
Bx+St	29,2	F	-33
Ba	43,35	C	◀
Ba+As	65,45	B	51
Ba+Sb	38,5	D	-11
Ba+St	22,75	G	-48

*LSD = 3.041

Sertlik değeri, emprenyesiz örneklerde en yüksek asit sertleştiricili vernikte (75,15), en düşük sentetik vernikte (19,1) bulunmuştur. Emprenyeli örneklerde en yüksek boraks + asit sertleştiricili vernikte (68,25) en düşük borik asit + sentetik vernikte bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 4.6’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 6. Emprenye maddesi ve vernik çeşidine göre katman sertlikleri

Sertlik değerine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir.

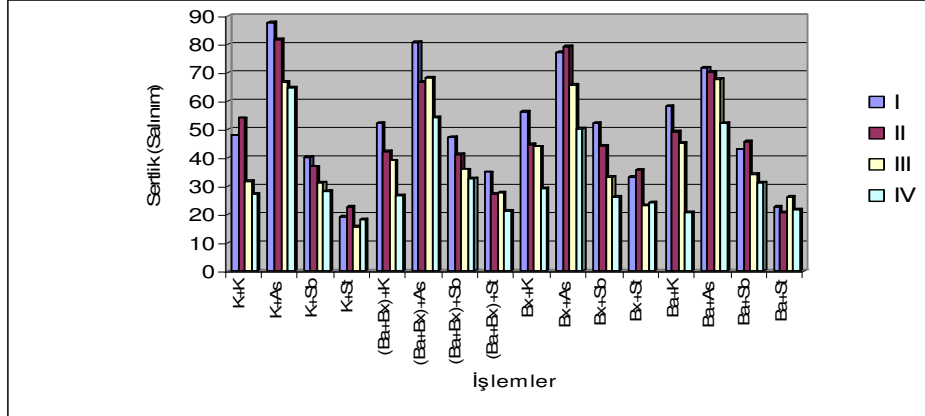
Çizelge 4. 13. Sertlik değerine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları

İşlem çeşidi	X	HG*	işlem	X	HG*
I+K+As	87,6	A	I+K+Sb	40,2	MNOPQRS
II+K+As	81,6	AB	III+(Ba+Bx)+K	39	NOPQRST
I+(Ba+Bx)+As	81	B	II+K+Sb	37	OPQRSTU
II+Bx+As	79,4	B	III+(Ba+Bx)+Sb	36	PQRSTUV
I+Bx+As	77,4	BC	II+Bx+St	35,8	QRSTUV
I+Ba+As	71,8	CD	I+(Ba+Bx)+St	35	RSTUVW
II+Ba+As	70,2	DE	III+Ba+Sb	34,2	STUVWX
III+(Ba+Bx)+As	68,4	DE	I+Bx+St	33,4	STUVWXY
III+Ba+As	67,6	DE	III+Bx+Sb	33,2	STUVWXYZ
II+(Ba+Bx)+As	67	DE	IV+(Ba+Bx)+Sb	32,8	TUVWXYZ
III+K+As	66,8	DE	III+K+K	31,6	UVWXYZ
III+Bx+As	66	DE	III+K+Sb	31,2	UVWXYZa
IV+K+As	64,6	E	IV+Ba+Sb	31,2	UVWXYZa
I+Ba+K	58,2	F	IV+Bx+K	29,2	VWXYZab
I+Bx+K	56,2	FG	IV+K+Sb	28,4	WXYZabc
IV+(Ba+Bx)+As	54,2	FGH	III+(Ba+Bx)+St	27,8	WXYZabcd
II+K+K	54	FGH	IV+K+K	27,4	XYZabcd
I+Bx+Sb	52,4	FGHI	II+(Ba+Bx)+St	27,2	XYZabcd
I+(Ba+Bx)+K	52,2	FGHI	IV+(Ba+Bx)+K	26,6	YZabcd
IV+Ba+As	52,2	FGHI	III+Ba+St	26	Zabcde
IV+Bx+As	50,2	GHIJ	IV+Bx+Sb	26	Zabcde
II+Ba+K	49,2	GHIJK	IV+Bx+St	24,2	abcde
I+K+K	48	HJKL	III+Bx+St	23,4	bcde
I+(Ba+Bx)+Sb	47,2	HIJKLM	II+K+St	22,8	bcdef
II+Ba+Sb	45,6	IJKLMN	I+Ba+St	22,8	bcdef
III+Ba+K	45,4	IJKLMN	IV+Ba+St	21,6	cdef
II+Bx+K	44,8	JKLMN	IV+(Ba+Bx)+St	21,4	cdef
II+Bx+Sb	44,4	JKLMN	II+Ba+St	20,6	def
III+Bx+K	44	JKLMNO	IV+Ba+K	20,6	def
I+Ba+Sb	43	JKLMNOP	I+K+St	19	ef
II+(Ba+Bx)+K	42,4	KLMNOPQ	IV+K+St	18,8	ef
II+(Ba+Bx)+Sb	41,4	LMNOPQR	III+K+St	15,8	f

*LSD = 6.083

Sertlik değeri, emprenye edilmemiş örneklerde en yüksek Doğu kayını + asit sertleştiricili vernikte (87,6), en düşük sarıçam + sentetik vernikte (15,8) bulunmuştur. Emprenye edilmiş örneklerde en yüksek değer Doğu kayını + borik asit

+ boraks + asit sertleştiricili vernikte (81), en düşük değer Uludağ göknarı + boraksda (20,6) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 7. Ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidi düzeyinde katman sertlikleri

4.6. Aşınma Direnci

Aşınma direnci ölçümlerinin aritmetik ortalamaları Çizelge 4.14’te verilmiştir.

Çizelge 4. 14. Aşınma direnci ölçümlerinin aritmetik ortalamaları (Devir)

AĞAÇ MALZEME		DOĞU KAYINI	SAPSIZ MEŞE	SARIÇAM	ULUDAĞ GÖKNARI	GENEL ORTALAMA
İŞLEMLER		X	X	X	X	X
BORIK ASİT	Asit sertleştiricili	135	120	100	105	118
	Su bazlı vernik	75	50	30	50	51
	Sentetik vernik	100	90	60	75	81
BORAKS	Asit sertleştiricili	150	125	125	115	128
	Su bazlı vernik	100	50	50	50	62
	Sentetik vernik	125	75	50	75	81
BORAX+ BORIK ASİT	Asit sertleştiricili	167	125	100	125	129
	Su bazlı vernik	85	60	50	50	61
	Sentetik vernik	125	100	50	65	85
VERNİK KONTROL LAMA	Asit sertleştiricili	165	150	125	125	141
	Su bazlı vernik	100	50	50	50	62
	Sentetik vernik	125	90	75	75	91
GENEL ORTA-LAMA	Asit sertleştiricili	154	130	112	117	129
	Su bazlı vernik	90	52	45	50	59
	Sentetik vernik	118	88	58	72	84

Aşınma direnci ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidine göre farklı çıkmıştır. Aşınma direnci, Aşınma değeri. Emprenye edilmiş örneklerde en yüksek değer Doğu kayını + borik asit + boraks + asit sertleştiricili vernikte, en düşük değer sarıçam + borik asit + su bazlı vernikte bulunmuştur. Ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidinin aşınma direncine etkilerini tespit etmek amacıyla varyans analizi yapılmış, sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir

Çizelge 4. 15. Aşınma direncine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P<0,05 SIG.
Ağaç Malzeme(A)	3	82747,083	27582,361	573,7609	0,0000
Emprenye (B)	3	7601,256	2533,750	52,7064	0,0000
AB	9	4674,583	519,398	10,8044	0,0000
Vernik (C)	2	196070,625	98035,313	2039,3044	0,0000
AC	6	3653,542	608,924	12,6667	0,0000
BC	6	2424,375	404,063	8,4052	0,0000
ABC	18	6414,792	356,377	7,4133	0,0000
Hata	192	9230,000	48,073		
Toplam	239				

Ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidinin aşınma direncine etkileri istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek için DUNCAN testi uygulanmıştır.

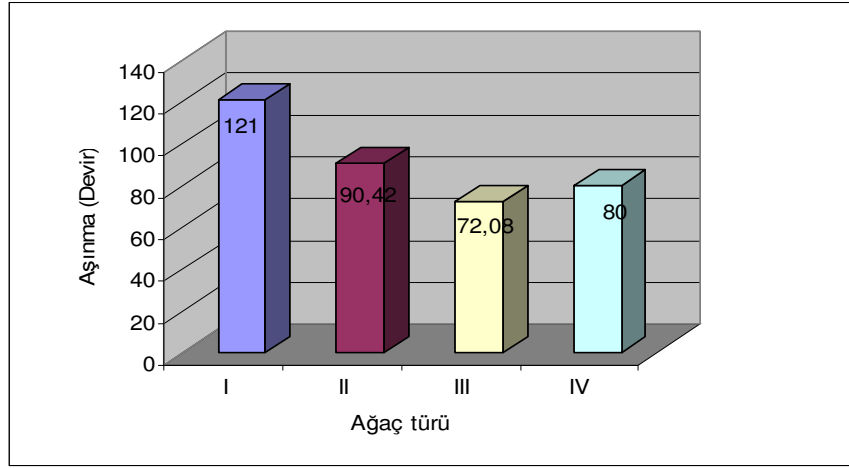
Ağaç türü düzeyinde ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.16’da verilmiştir

Çizelge 4. 16. Ağaç türü düzeyinde ikili karşılaştırma

Ağaç Türü	x	HG*	% fark
Doğu kayını (I)	121	A	◀
Sapsız meşe (II)	90,42	B	-25
Sarıçam (III)	72,08	D	-40
Uludağ göknarı (IV)	80	C	-34

*LSD = 2.494

Aşınma direnci, en yüksek Doğu kayınında (121), en düşük sarıçamda (72,08) bulunmuştur. Aşınma direncinin ağaç türüne göre büyükten küçüğe doğru sıralaması, Doğu kayını, sapsız meşe, sarıçam ve Uludağ göknarı şeklinde olmuştur. Buna ait grafik Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 8. Ağaç türüne göre vernik katmanlarının aşınma direnci

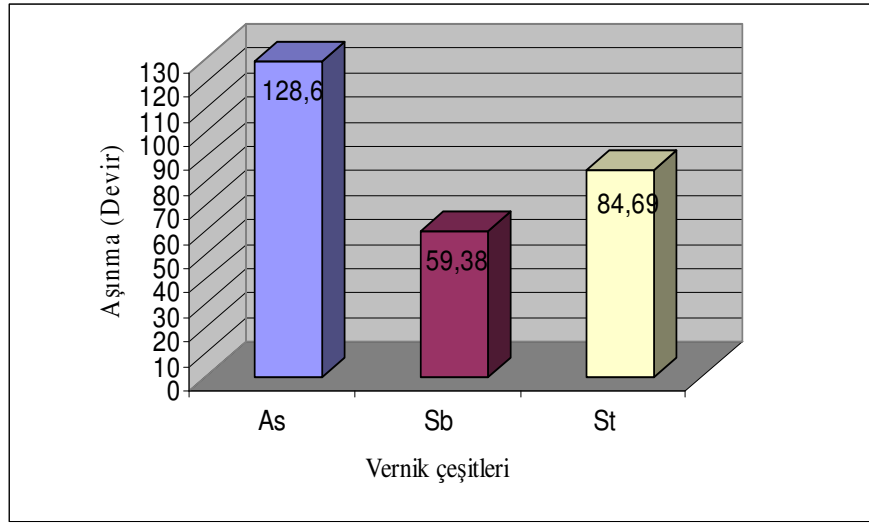
Vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4. 17. Vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma

Vernikler	x	HG*	% fark
Asit sertleştiricili vernik (As)	128,6	A	◀
Su bazlı vernik (Sb)	59,38	C	-54
Sentetik vernik (St)	84,69	B	-34

*LSD = 2.160

Aşınma direnci, en yüksek asit sertleştiricili vernikte (128,6), en düşük su bazlı vernikte(59,38) bulunmuştur. Aşınma direncinin vernik çeşidine göre büyükten küçüğe doğru sıralaması, asit sertleştiricili vernik, sentetik vernik ve su bazlı vernik şeklinde olmuştur. Buna ait grafik Şekil 4.9’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 9.Vernik çeşidine göre katman aşınma direnci

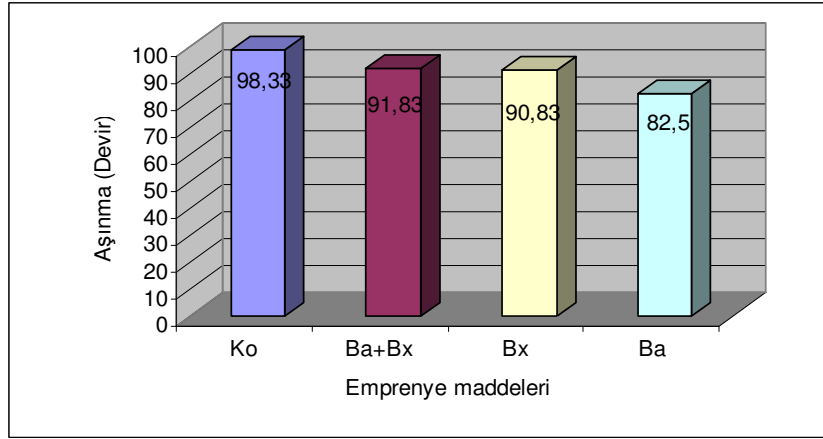
Emprenye maddesi düzeyinde ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4. 18. Emprenye maddesi düzeyinde ikili karşılaştırma

Emprenye Maddesi	x	HG*	% fark
Kontrol (K)	98,33	A	◀
Borik asit (Ba)+ Boraks (Bx)	91,83	B	-7
Boraks (Bx)	90,83	B	-8
Borik asit (Ba)	82,5	C	-16

*LSD = 2.494

Aşınma direnci, en yüksek borik asit + boraksda (91,83), en düşük borik asitte (82,5) bulunmuştur. Aşınma direnci emprenye çeşidine göre büyükten küçüğe doğru sıralaması, borik asit + boraks, boraks ve borik asit şeklinde olmuştur. Buna ait grafik Şekil 4.10’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 10. Emprenye maddesi çeşidine göre katman aşınma direnci

Ağaç türü ve emprenye maddesi düzeyinde ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir.

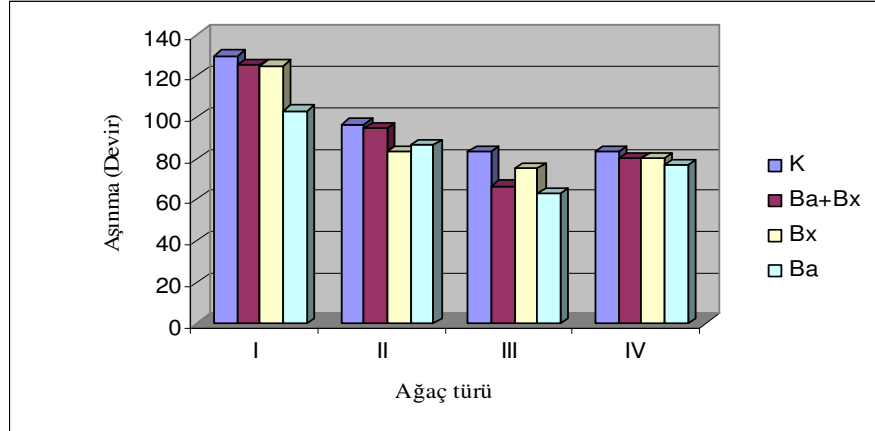
Çizelge 4. 19. Ağaç türü ve emprenye maddesi düzeyinde ikili karşılaştırma

İşlem çeşidi	X	HG*	% fark
I	130	A	◀
I+Ba+Bx	125,66	A	-3
I+Bx	125	A	-4
I+Ba	103,33	B	-21
II	96,66	C	◀
II+Ba+Bx	95	C	-2
II+Bx	83,33	DE	-14
II+Ba	86,66	D	-10
III	83,33	DE	◀
III+Ba+Bx	66,66	G	-20
III+Bx	75	F	-10
III+Ba	63,33	G	-24
IV	83,33	DE	◀
IV+Ba+Bx	80	EF	-4
IV+Bx	80	EF	-4
IV+Ba	76,66	F	-8

*LSD = 4.987

Aşınma direnci en yüksek Doğu kayını + borik asit + boraksta (125,66), en düşük sarıçam+borik asitte (63,33) bulunmuştur. Aşınma direnci, emprenyeli örneklerde

emprenyesiz örneklerden düşük çıkmıştır. Buna ait grafik Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 11. Ağaç türü ve emprenye maddesine göre katman aşınma direnci

Ağaç ve vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir.

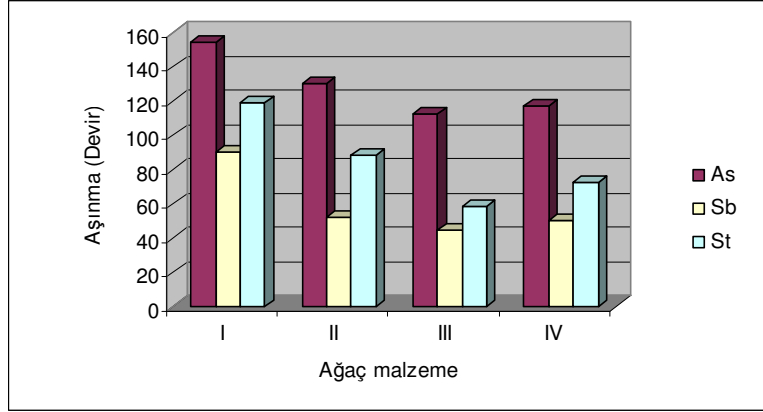
Çizelge 4. 20. Ağaç türü ve vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma

İşlem çeşidi	X	HG*	% fark
I+As	154,25	A	◀
I+Sb	90	E	-42
I+St	118,75	C	-23
II+As	130	B	◀
II+Sb	52,5	H	-60
II+St	88,75	E	-32
III+As	112,5	D	◀
III+Sb	45	I	-60
III+St	58,75	G	-48
IV+As	117,5	C	◀
IV+Sb	50	H	-57
IV+St	72,5	F	-38

*LSD = 4.319

Aşınma direnci en yüksek Doğu kayını + asit sertleştiricili vernikte (154,25), en düşük sarıçam + su bazlı vernikte (45) bulunmuştur. Aşınma direnci her ağaç türünde

de en yüksek asit sertleştiricili, en düşük su bazlı vernikte elde edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 4.12’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 12. Ağaç türü ve vernik çeşidine göre katman aşınma direnci

Emprenye maddesi ve vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir.

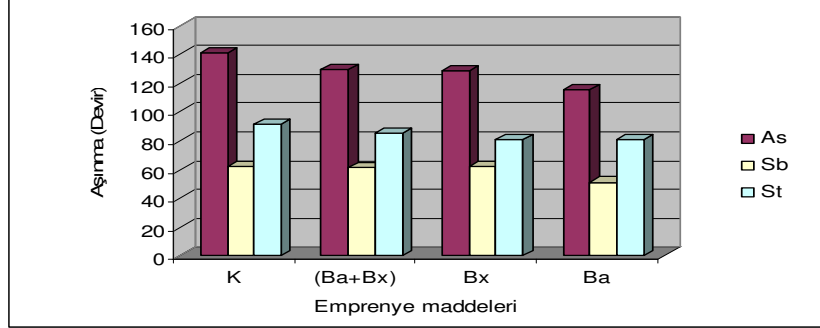
Çizelge 4. 21. Emprenye maddesi ve vernik çeşidi düzeyinde ikili karşılaştırma

İşlem çeşidi	X	HG*	% fark
K+As	141,25	A	◀
K+Sb	62,5	F	-56
K+St	91,25	D	-35
(Ba+Bx)+As	129,25	B	◀
(Ba+Bx)+Sb	61,25	F	-53
(Ba+Bx)+St	85	E	-34
Bx+As	128,75	B	◀
Bx+Sb	62,5	F	-51
Bx+St	81,25	E	-37
Ba+As	115	C	◀
Ba+Sb	51,25	G	-55
Ba+St	81,25	E	-29

*LSD = 4.319

Aşınma direnci emprenye edilmemiş örneklerde en yüksek asit sertleştiricili vernikte (141,25), en düşük su bazlı vernikte (51,25) bulunmuştur. Emprenye edilen örneklerde en yüksek borik asit + boraks + asit sertleştiricili vernikte (129,25), en

düşük borik asit + su bazlı vernikte (51,25) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 4.13’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 13. Emprenye maddesi ve vernik çeşidine göre katman aşınma direnci

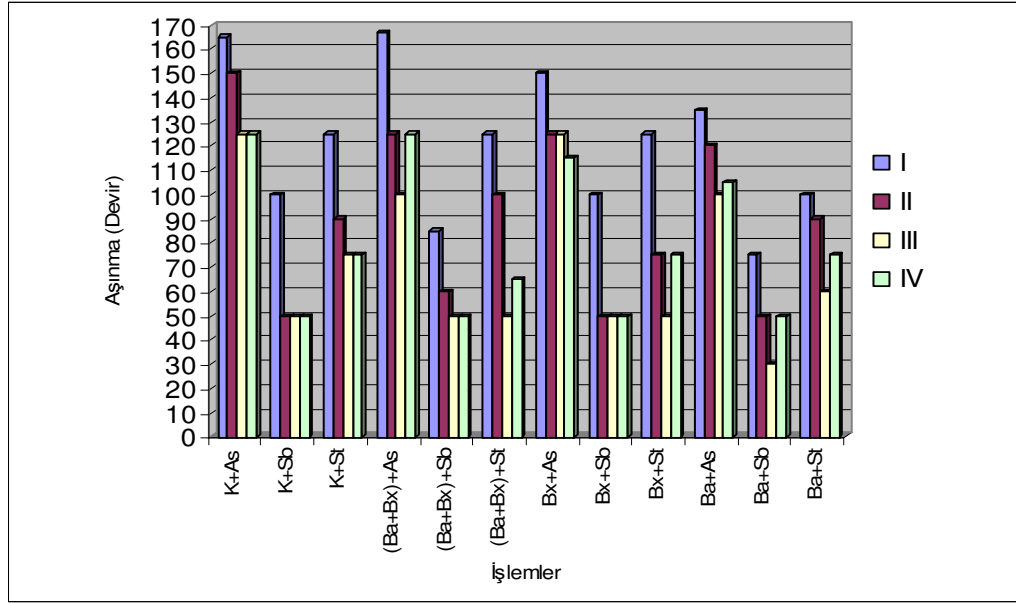
Aşınma direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4. 22. Aşınma direncine ilişkin Duncan testi karşılaştırma sonuçları

İşlem çeşidi	X	HG*	İşlem	X	HG*
I+(Ba+Bx)+As	167	A	II+Ba+St	90	F
I+K+As	165	A	I+(Ba+Bx)+Sb	85	F
I+Bx+As	150	B	I+Ba+Sb	75	G
II+K+As	150	B	II+Bx+St	75	G
I+Ba+As	135	C	III+K+St	75	G
I+K+St	125	D	IV+Ba+St	75	G
I+(Ba+Bx)+St	125	D	IV+Bx+St	75	G
I+Bx+St	125	D	IV+K+St	75	G
II+(Ba+Bx)+As	125	D	IV+(Ba+Bx)+St	65	H
II+Bx+As	125	D	II+(Ba+Bx)+Sb	60	H
IV+(Ba+Bx)+As	125	D	III+Ba+St	60	H
III+K+As	125	D	II+K+Sb	50	I
III+Bx+As	125	D	II+Bx+Sb	50	I
IV+K+As	125	D	II+Ba+Sb	50	I
II+Ba+As	120	D	III+K+Sb	50	I
IV+Bx+As	115	D	III+(Ba+Bx)+Sb	50	I
IV+Ba+As	105	E	III+Bx+Sb	50	I
I+K+Sb	100	E	IV+Ba+Sb	50	I
I+Bx+Sb	100	E	IV+K+Sb	50	I
I+Ba+St	100	E	IV+(Ba+Bx)+Sb	50	I
II+(Ba+Bx)+St	100	E	IV+Bx+Sb	50	I
III+(Ba+Bx)+As	100	E	III+Bx+St	50	I
III+Ba+As	100	E	III+(Ba+Bx)+St	50	I
II+K+St	90	F	III+Ba+Sb	30	J

*LSD = 8.638

Aşınma direnci, emprenye edilmemiş örneklerde en yüksek Doğu kayını + asit sertleştiricili vernikte (165), en düşük Uludağ göknarı + su bazlı vernikte, sarıçam + su bazlı vernikte ve meşe + su bazlı vernikte (50) bulunmuştur. Emprenye edilmiş örneklerde en yüksek değer Doğu kayını + borik asit + boraks + asit sertleştiricili vernikte (167), en düşük değer sarıçam + borik asit + su bazlı vernikte (30) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 4.14’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 14. Ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidi düzeyinde katman sertlikleri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sertlik değeri en yüksek Doğu kayınında (51,59), en düşük Uludağ göknarında (33,09) bulunmuştur. Sertlik değerinin ağaç türüne göre büyükten küçüğe doğru sıralaması, Doğu kayını, meşe, sarıçam ve Uludağ göknarı şeklinde olmuştur.

Vernik çeşidine göre sertlik değeri, en yüksek asit sertleştiricili vernikte (69,13), en düşük sentetik vernikte (24,13) bulunmuştur. Sertlik değerinin büyükten küçüğe doğru sıralaması; asit sertleştirici, su bazlı ve sentetik vernik şeklinde olmuştur. Sentetik verniğin sertlik değerinin düşük çıkması üretiminde kullanılan kuruyan yağlardan kaynaklanabilir. Nitekim kuruyan yağların sentetik verniğin sertliğini düşürücü etki gösterdiği bildirilmiştir [5].

Emprenye maddesi çeşidine göre sertlik değeri, en yüksek Boraksda (45,00), en düşük borik asitte (42,51) bulunmuştur. Sertlik değeri; emprenyeli örneklerde emprenyesiz örneklerden yüksek çıkmıştır. Buna göre emprenye maddeleri sertlik değerini arttırıcı etki göstermiştir. Bu durum, emprenye işleminin ağaç malzeme yoğunluğunu arttırmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim emprenye işlemine tabi tutulan sarıçam odununun yoğunluklarında artış olduğu bildirilmiştir [37].

Ağaç türü ve emprenye maddesi etkileşimine göre sertlik değeri en yüksek Doğu kayını + boraksda (54,85), en düşük Uludağ göknarı + borik asitte (31,4) bulunmuştur. Buna göre, Doğu kayınında emprenye maddeleri sertliği arttırıcı etki göstermiştir. Meşede boraks sertliği arttırıcı, borik asit ve boraks + borik asit azaltıcı etki göstermiştir. Sarıçamda borlu bileşikler sertliği arttırmıştır. Uludağ göknarında ise emprenye maddeleri sertliği azaltıcı etki göstermiştir.

Ağaç türü ve vernik çeşidi etkileşimine göre sertlik değeri, en yüksek Doğu kayını + asit sertleştiricili vernikte (79,45), en düşük Uludağ göknarı + sentetik vernikte (21,5) bulunmuştur. Sertlik değeri; asit sertleştiricili vernikte her ağaç türünde verniksiz örneklerden yüksek çıkmıştır. Sentetik verniğin sertlik değeri her ağaç

türünde de verniksiz örneklerin sertlik değerinden düşük çıkmıştır. Su bazlı verniğin sertlik değeri, Doğu kayını, sapsız meşe ve sarıçamda verniksiz örneklerden düşük çıkmıştır Uludağ göknarında yüksek çıkmıştır. Vernik katman sertliğinde ağaç türünün etkili olmadığı söylenebilir. Nitekim vernik katman sertliğinde asıl etkinin vernik çeşidine ait olduğu bildirilmiştir [24].

Emprenye maddesi ve vernik çeşidi etkileşimine göre sertlik değeri, emprenyeli örneklerde en yüksek asit sertleştiricili vernikte (75,15), en düşük sentetik vernikte (19,1) bulunmuştur. Emprenyesiz örneklerde en yüksek boraks + asit sertleştiricili vernikte (68,25) en düşük borik asit + sentetik vernikte bulunmuştur. Emprenye maddeleri asit sertleştiricili verniğin sertliğini düşürücü, su bazlı ve sentetik verniğin sertliğini arttırıcı etki yapmıştır. Emprenye maddelerinin verniklerin katman sertliğini artırıcı etki gösterdiği bildirilmiştir [2,12,14].

Ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidi etkileşimine göre sertlik değeri, en yüksek Doğu kayını + boraks + borik asit + asit sertleştiricili vernikte (81), en düşük meşe + borik asit + sentetik vernikte (20,06) bulunmuştur.

Aşınma direnci en yüksek, Doğu kayınında(121), en düşük sarıçamda (72,08) bulunmuştur. Büyükten küçüğe doğru sıralaması, Doğu kayını, sapsız meşe, sarıçam ve Uludağ göknarı şeklinde olmuştur. Bu sıralamada ağaç türlerinin yapısı etkili olmuş olabilir. Nitekim aşınmaya karşı, dağınık traheeli yapraklı ağaç odunlarının halkalı traheelilere göre daha dirençli olacağı, kayının meşeye göre daha çok direnç göstereceği bildirilmiştir [26].

Vernik çeşidine göre, aşınma direnci en yüksek asit sertleştiricili vernikte(128,6), en düşük su bazlı vernikte(59,38) bulunmuştur. Aşınma direncinin vernik çeşidine göre büyükten küçüğe doğru sıralaması, asit sertleştiricili vernik, sentetik vernik ve su bazlı vernik şeklinde olmuştur. Asit sertleştiricili vernik diğerlerine göre daha az aşınmıştır. Bu vernik özelliklerinden kaynaklanmış olabilir.

Emprenye maddesi çeşidine göre, aşınma direnci en yüksek borik asit + boraksda (91,83), en düşük borik asit (82,5) bulunmuştur. Aşınma direnci emprenye çeşidine göre büyükten küçüğe doğru sıralaması, borik asit + boraks, boraks ve borik asit şeklinde olmuştur. Emprenye maddeleri aşınma direncini azaltıcı etki göstermiştir.

Ağaç türü ve emprenye maddesi çeşidi etkileşimine göre, aşınma direnci en yüksek Doğu kayını + borik asit + boraksta (125,66), en düşük sarıçam + borik asitte (63,33) bulunmuştur. Aşınma direnci, emprenyeli örneklerde emprenyesiz örneklerden düşük çıkmıştır. Emprenye maddeleri ağaç malzemeye uygulanan verniklerin katmanlarının aşınma direncini azaltıcı etkide bulunmuştur.

Ağaç türü ve vernik çeşidi etkileşimine göre, aşınma direnci en yüksek kayın+asit sertleştiricili vernikte (154,25), en düşük sarıçam + su bazlı vernikte (45) bulunmuştur. Vernik aşınma direncinde ağaç türünün etkili olmadığı söylenebilir.

Emprenye maddesi ve vernik çeşidi etkileşimine göre, aşınma direnci en yüksek borik asit + boraks + asit sertleştiricili vernikte (129,25), en düşük borik asit+su bazlı vernikte (51,25) bulunmuştur. Borlu bileşikler verniklerin aşınma direncini düşürücü etki yapmıştır. Emprenye maddeleri reaksiyon kurumalı verniklerin kimyasal yapısını olumsuz etkilemiş, kohezyonunu zayıflatmış olabilir.

Ağaç türü, emprenye maddesi ve vernik çeşidi etkileşimine göre, aşınma direnci en yüksek Doğu kayını + boraks + borik asit + asit sertleştiricili vernikte (167), en düşük borik asitle emprenye edilmiş sarıçamın su bazlı vernikli örneklerinde (30) bulunmuştur

Hem emprenyeli hem de emprenyesiz örneklerde sertlik değeri fazla olan katmanların aşınma direnci de yüksek çıkmıştır.

Sonuç olarak, borlu bileşikler sertliği arttırıcı etki gösterdiği söylenebilir. Sertliğin önemli olduğu yüzeylerde, borlu bileşikler ile emprenye edilmiş asit sertleştiricili vernikli Doğu kayını kullanımı önerilebilir. Borlu bileşikler aşınma direncini azaltıcı etki gösterdiği söylenebilir.

Borlu bileşiklerin vernik yapışma direncine etkileri yeni bir araştırma konusu olarak ele alınabilir.

KAYNAKLAR

1. Higley, T.L. and Kink, T.K., “Biological Degradation of Wood”, *Phytopathology*, 69: 1151-1157 (1990).
2. Örs, Y., Atar, M., Demirci, Z., “Borlu Bileşikler İle Emprenye Etmenin Ağaç Malzemede Üst yüzey İşlemleri ve Yanma Özelliklerine Etkileri”, **TÜBİTAK Projesi**, MİSAG-237, Ankara, 1-35 (2005).
3. Berkel, A., “Ağaç Malzeme Teknolojisi”, **İ. Ü. Orman Fakültesi**, Yayın no: 183, İstanbul, 2,3 (1972).
4. Stamm, A.S. “Wood and Coating”, *Wood and Cellulose Science*, 120: 45-47 (1978).
5. Sönmez, A., Budakçı, M., “Ağaçlarında Üstyüzey İşlemleri II”, *Sevgi Ofset*, Ankara, 1,61,64 (2004).
6. Sönmez, A., “Ağaçlarında Üstyüzey İşlemleri I”, *Çizgi Matbaacılık*, Ankara, 1, (2000).
7. Peker, H., “Mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklere emprenye maddelerinin etkileri”, Doktora Tezi, **K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 86-90, (1997).
8. Nzfri, “Research Directions” *New Zeland Forest Research Institute*, 13: 11, (1996).
9. Evans, P. D., Michell, A. J., Schmalzl K., “Studies of the Degradation and Protection of Wood Surfaces”, *Wood Sci Technology*, 26: 151-163, (1992).
10. Williams, R., S., Knanbe, MT., Feist, “WC Finishes for Exterior Wood Selection Application and Maintenance, Forest Products Society”, **USDA Forest Service**, 127, (1996).
11. Harrow, K. M., “Leachibility of some Water-Soluble Wood Preservatives”, NZ, *Wood Sci Technology*, B 32(6): 33-40, (1991)
12. Örs, Y., Atar, M., Çolakoğlu, M., H., “Borlu bileşikler ile emprenye etmenin ağaç malzemede vernik katman sertliğine etkisi” *Journal of Coating Tecnology* (Baskıda), 1,12, (2006)
13. SELL, J., Feist, W. C., “Weathering Behaviour of Cromium-Copper-Boron Treated Wood”, *Holz als Ron und Wekstoff*. 43: 518, (1985).

14. Örs, Y., Atar, M., “Ağaç malzemede vernik katman sertliğine borlu bileşikler ile emprenye işleminin etkileri” *Journal of Aplied Polymer Science* (Baskıda),1,12, (2006)
15. Gür, İ., “Emprenye işleminin sarıçam ve kızılçamın bazı mekanik ve fiziksel özelliklerine etkilerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 46-48 (2003).
16. Örs, Y., Atar, M.,Peker, H., “Bazı emprenye maddelerinin sarıçam ve doğu kayını odunlarının yoğunluklarına etkileri”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, Ek Sayı 5: 1169- 1179 (1999).
17. Özçiftçi, A., “Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemenin teknolojik özellikleri”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara,15-90 (2001).
18. Özen, R., Sönmez, A., “Ağaç mobilya yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel etkilere karşı dayanıklılıkları”, *Doğa- Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 14: 226- 238 (1990).
19. Özen, R., Gözeneli, H., “Türkiye’de üretilen parke cilalarının, çeşitli ağaç türlerine aşınma ve sertlik özelliklerinde yaptığı etkiler”, *I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi*, K.T.Ü., Trabzon, 2: 85- 96 (1992).
20. Budakçı, M., “Ahşap Verniklerinde Katman Kalınlığının Sertlik Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara,30,43 (1997).
21. Baysal E., “Borlu ve Su İtici Maddelerle Muamele Edilen Cennet Ağacı (*Ailantus altissima* L) Odununun Fiziksel Özellikleri”, *I. Uluslararası Bor Sempozyumu 3-4 Ekim*, Kütahya, Bildiriler Kitabı, 1, 176-183 (2002).
22. Gentaş, “Werzalit Ürün Katoloğu”, Bolu, 51, (2004)
23. Söğütü, C., “Konut mutfak tezgahlarında kullanılan malzemelerin mekanik etkilere karşı performanslarının karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara,20-40,41 (1998).
24. Sönmez, A., “Ağaçtan yapılmış mobilya üstyüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları”, Doktora Tezi *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, , Ankara, 34-37,104, (1989).
25. Yakın, M., “Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara,9-43 (2001).

26. Örs Y., Keskin H., “Ağaç Malzeme Bilgisi”, *Atlas Yayın Dağıtım*, İstanbul, 101, 157, 159-161, (2001).
27. Berkel, A., “Ağaç Malzeme Teknolojisi”, *İ. Ü. Orman Fakültesi*, Yayın no: 147, İstanbul, (1970).
28. TS. 2470, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, *T.S.E.*, Ankara, (1976)
29. TS. 53, Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayin İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları, *T.S.E.*, Ankara, (1981)
30. ASTM D 1413-99 Standart Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultures, *Annual Book of ASTM Standards*: 452-460, (2005).
31. 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*, (1998)
32. TS 6035 EN ISO 3251., Boyalar ve Vernikler, Boya, Vernik ve Bağlayıcılarda Uçucu Olmayan Madde Tayini, *T.S.E.*, Ankara, (1997)
33. ASTM D-1005-95., Standard Test Method for Measurement of Dry Film Thickness of Organic Coatings Using Micrometers, *American Society for Testing and Materials*, (2001).
34. ASTM D- 4366, Hardness of Organic Coatings by Pendulum Damping Test, *American Society for Testing and Materials*, (1995).
35. TS. 4755., Mobilya Yüzeyleri Aşınma Mukavemetinin Tayini, *T.S.E.*, Ankara, (1986).
36. TS 1324., Lastikler-Sertlik Tayini (30 ve 85 IRHD Sertlik Aralığı), *T.S.E.*, Ankara, (1986).
37. ÖRS, Y., Atar, M., Paker, H., “Bazı emprenye maddelerinin Sarıçam ve Doğu kayını Odunlarının Yoğunluklarına etkileri”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 5, (1999).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SARICA, Mutlu
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01.06.1982 Adana
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (536) 690 89 92
e-mail : mutlusarica@hotmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Mobilya ve Dekorasyon Bölümü	2003
Lise	Kadirli Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004–2006	Mengen ÇPL	Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Bilgisayar teknolojisi, ahşap oymacılığı, dekorasyon, bağlama çalma.