



**DOĞAL KORUYUCU İLE MODİFİYE EDİLMİŞ BAZI AHŞAP
TÜRLERİNİN YAŞLANDIRMA SÜRECİNDE FİZİKSEL VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİ**

Meryem ÜNVER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
AĞAÇİŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2019

Meryem ÜNVER tarafından hazırlanan “DOĞAL KORUYUCU İLE MODİFİYE EDİLMİŞ BAZI AHŞAP TÜRLERİNİN YAŞLANDIRMA SÜRECİNDE FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK

Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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

.....

Başkan: Doç. Dr. Nihat DÖNGEL

Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Necmi KAHRAMAN

Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, Afyon Kocatepe Üniversitesi

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

.....

Tez Savunma Tarihi: 01/08/2019

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

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

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

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

Meryem ÜNVER

01/08/2019

DOĞAL KORUYUCU İLE MODİFİYE EDİLMİŞ BAZI AHŞAP TÜRLERİNİN
YAŞLANDIRMA SÜRECİNDE FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Meryem ÜNVER

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2019

ÖZET

Bu çalışmada, geniş alanlarda yetişen, ticari değeri yüksek ve kullanımı yaygın olan Sarıçam (*Pinus sylvestris L*) ve Meşe (*Quercus petraea L*) odunlarının doğal ahşap koruyucu ile modifiye edilerek, modifikasyon maddesinin harici ortamda sıcaklık, rutubet ve güneş ışınlarının ahşap malzemeyi bozucu etkisi karşısındaki koruyuculuk özelliği incelenmiştir. Bu maksatla her iki ahşap türünden kontrol, A (işlemsiz), B ve C düzeylerinde toplam 576 adet deney örneği hazırlanmıştır. Bunlardan kontrol örnekleri hariç diğer örnekler 1 yıl süreyle dış ortam şartlarında bekletilmiştir. Bu aşamadan sonra tüm deney örneklerine ilgili standartlar esas alınarak fiziksel ve mekanik testler uygulanmıştır. Sonuç olarak, doğal koruyucunun ahşap malzemenin yoğunluk (maddesel) kaybını önlediği ve hatta retensiyondan dolayı %1,6 – 2,6 oranında artırdığı, ayrıca doğal ortamda bozunumunu engelleyerek koruduğu, çarpılma miktarını %13,2 oranında, boyutsal değişim miktarını %0,07 oranında, eğilme direncinin doğal ortamdaki bozunuma bağlı kaybını %6,8, eğilmede elastiklik modülü kaybını %0,2 oranında, yapışma direnci kaybını %3,5 oranında, vida tutma direnci kaybını %4,2 oranında ve sertlik kaybını %8,8 oranında azalttığı belirlenmiştir.

Bilim Kodu : 120403

Anahtar Kelimeler : Ahşap malzeme, Sarıçam odunu, Meşe odunu, Ahşap koruması ve modifikasyonu, Daldırma yöntemi ile emprenye, Ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri, Doğal yaşlandırma

Sayfa Adedi : 92

Danışman : Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NATURAL AGING PROCESS
WITH PROTECTIVE MODIFIED CERTAIN TYPES OF WOOD

(M. Sc. Thesis)

Meryem ÜNVER

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2019

ABSTRACT

In this study, the natural wood preservatives of Scotchpine (*Pinus Sylvestris* L.) and Oak (*Quercus petraea* L), which are grown in wide areas, have high commercial value and widely used, have been modified and the protection of the modified material against the effects of temperature, humidity and solar radiation on the wooden materials in the environment, were investigated. To that end, 576 test sample in total is prepared from both wood type at the levels of control, A (non-progressed), B and C. From which, except from control samples, are keep at external place conditions for 1 year. After that stage, physical and mechanical tests are conducted based on standards related to all test samples. As a result, it is determined that natural protector prevents loss of concentration (physical) of wood material, even it increases it at the rate of 1.6-2.6 % due to retention, in addition to that it protects the material by preventing its deteration in natural environment, decreasing its distortion by 13.2 %, dimensional change by 0.07 %, natural environment deterioration related bending residence loss by 6.8 %, elastic module loss in bending by 0.2 %, adhesion resistance loss by 3.5 %, screw retention loss by 4.2 %, and hardness loss by 8.8 %.

Science Code : 120403

Key Words : Wood material, Yellow Pine, Wood protection and modification, Impregnation by immersion, physical and mechanical properties of wood, Natural aging.

Page Number : 92

Supervisor : Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK, tez izleme komitesinde yer alan hocalarıma, değerli katkılarından dolayı Prof. Dr. Kemal YILDIRIM' a, Doç. Dr. İhsan KÜRELİ' ye, TC. Kültür - Turizm Bakanlığı Doğal Kök Boya Sanatçısı - Bitki Özütü Araştırmacısı Berrin ÇAMUR' a ve deneylerin yapılışı sırasındaki yardımlarından dolayı Arş. Gör. Yasemin ÖZTÜRK' e, Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Bölümünün akademik ve idari personellerine, öğrencilerine ve tüm eğitim hayatım boyunca yoluma ışık tutmuş çok değerli öğretmenlerime teşekkür ederim. Ayrıca çalışmamı desteklemiş olan Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Destekleme Merkezine de teşekkür ederim. Bu zorlu süreçte her türlü maddi, manevi destekleri ile bana yardımcı olan sevgili eşim Ersin ÜNVER ve oğlum Yusuf Kağan ÜNVER' e yine manevi desteklerini esirgemeyen ailem ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	7
3. GENEL BİLGİLER	9
3.1. Araştırmada Kullanılan Ahşap Malzemenin Tanıtımı	9
3.1.1. Sarıçam (Pinus sylvestris L).....	9
3.1.2. Sapsız meşe (Quercus Petrae L).....	12
3.2. Ağaç Malzemenin Özellikleri	15
3.2.1. Ağaç malzemenin fiziksel özellikleri.....	15
3.2.2. Ağaç malzemenin mekanik özellikleri.....	20
3.2.3. Ağaç malzemenin direnç özellikleri.....	22
3.3. Modifikasyonun (Emprenyenin) Çevreye Etkileri.....	23
3.4. Dış Faktörlerin Ahşap Malzemede Yaptığı Bozunum (Degradasyon)	25
3.4.1. Dış ortam faktörleri	25
3.4.2. Ağaç malzemenin biyotik faktörler tarafından bozundurulması.....	26

	Sayfa
3.5. Araştırmada Kullanılan Emprenye Materyallerin Tanıtımı	26
3.5.1. Doğal emprenye maddeleri	26
3.5.2. Tanenlerin kullanım alanları	27
3.5.3. Cevizin üretimi ve tanen bakımından incelenmesi	27
3.5.4. Doğal çam ve meşe taneni özellikleri	31
3.6. Desmodur-VTKA Tutkalı (D-VTKA)	34
4. MALZEME VE YÖNTEM	37
4.1. Malzeme	37
4.1.1. Ağaç malzeme	37
4.1.2. Modifikasyon/emprenye maddesinin bileşimi	37
4.1.3. Test cihazları	38
4.1.4. Tutkal (D-VTKA)	43
4.2. Yöntem	43
4.2.1. Uygulan ölçüm, deneyler ve standartlar	43
4.2.2. Deney numunelerin hazırlanması	44
4.2.3. Fiziksel özelliklerin belirlenmesi	47
4.2.4. Mekanik özelliklerin belirlenmesi	50
4.3. Verilerin Değerlendirilmesi	55
5. BULGULAR	57
5.1. Fiziksel Testlere Ait Bulgular	57
5.1.1. Yoğunluk değişiminin	57
5.1.2. Çarpılma miktarının	58
5.1.3. Boyutsal kararlılık	60
5.2. Mekanik Testlere Ait Bulgular	65

	Sayfa
5.2.1. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülüne (EMO) ait bulgular	65
5.2.2. Yapışma direnci	67
5.2.3. Vida tutma direnci.....	69
5.2.4. Sertlik	70
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	73
6.1. Yoğunluk.....	73
6.2. Çarpılma	74
6.3. Boyutsal Kararlılık	75
6.4. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülü-EMO	76
6.5. Yapışma Direnci.....	77
6.6. Vida Tutma Direnci.....	78
6.7. Brinell Sertlik Direnci	79
KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ	91

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Sarıçam odununun özellikleri.	11
Çizelge 3.2. Sapsız meşe odununun özellikleri	14
Çizelge 3.3. Ahşapta ağaç tür ve yörelere göre denge rutubeti değerleri (%)	20
Çizelge 3.4. Türkiye’de 1995-2003 yılları arası ceviz ve ceviz kabuk miktarı	30
Çizelge 4.1. Numunelere ait uygulama detayları.....	38
Çizelge 4.2. Kullanılan hassas terazinin teknik özellikleri	39
Çizelge 4.3. Dijital kumpas teknik özellikleri	40
Çizelge 4.4. İklimlendirme kabini teknik özellikleri	40
Çizelge 4.5. Elektron mikroskobu teknik özellikleri	41
Çizelge 4.6. Test cihazı teknik özellikleri.....	42
Çizelge 4.7. Standart numaraları, deney numuneleri boyut ve adetleri	43
Çizelge 5.1. Her bir ahşap türünde tespit edilen yoğunluk değişimi(g/cm^3)	57
Çizelge 5.2. Her bir ahşap türünde ve düzeyde tespit edilen çarpılma miktarı(mm).....	59
Çizelge 5.3. A Düzeyi numuneleri boyutsal kararlılık (mm).....	61
Çizelge 5.4. B Düzeyi numuneleri boyutsal kararlılık (mm).....	61
Çizelge 5.5. C Düzeyi numuneleri boyutsal kararlılık (mm).....	62
Çizelge 5.6. Eğilme direnci ve eğilmede EMO değişimi.....	65
Çizelge 5.7. Yapışma direnci değişimi	67
Çizelge 5.8. Vida tutma direnci değişimi.....	69
Çizelge 5.9. Sertlik değişiminin değişimi	71
Çizelge 6.1. Modifikasyon düzeylerine göre yoğunluk değişim oranları (%).....	73
Çizelge 6.2. Çarpılma değişim miktarı (mm)	74
Çizelge 6.3. Modifikasyon düzeyine göre boyutlarda kararlılık değişimi (%).....	75

Çizelge	Sayfa
Çizelge 6.4. Eğilme direnci ve eğilmede EMO değişimi (N/mm ²)	77
Çizelge 6.5. Yapışma direnci % değişimi (N/mm ²).....	78
Çizelge 6.6. Vida tutma direnci değişimi (N/mm ²)	79
Çizelge 6.7. Sertlik değişiminin belirlenmesi(N/mm ²).....	79
Çizelge 6.8. Fiziksel özelliklerine ait toplu değişim oranları (%)	80
Çizelge 6.9. Mekanik özelliklere ait toplu değişim oranları (%).....	81



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Odun içerisindeki su durumunun şematik görünüşü.....	17
Şekil 3.2. Ahşap malzemenin farklı rutubetlerde yük – deformasyon grafikleri.....	19
Şekil 3.3. Taze ve kuru haldeki ahşapta hücre içerisindeki su miktarı	19
Şekil 3.4. Kayın ahşabında yapılan eğilme yüklemesinde zor – zorlama ilişkisi	22
Şekil 4.1. Hava kurusu ve tam kuru yoğunluk deney örneği	47
Şekil 4.2. Rutubet miktarının deney örneği	49
Şekil 4.3. Şekil bozukluğu (çarpılma/burulma) tespiti örneği	49
Şekil 4.4. Şekil bozukluklarının tespiti	50
Şekil 4.5. Eğilme direnci deney örneği (ölçüler mm).....	51
Şekil 4.6. Yüzeye paralel yapışma direnci örneği (ölçüler mm).....	52
Şekil 4.7. Vida tutma direncinin belirlenmesinde kullanılan deney numunesi.....	54
Şekil 4.8. Brinell-Mörath metoduna göre sertlik deneyi.....	54
Şekil 5.1. Yoğunluk değişimi (g/cm^3).....	58
Şekil 5.2. Çarpılma miktarı değişimi (mm)	59
Şekil 5.3. Eğilme direnci değişimi (N/mm^2).....	66
Şekil 5.4. Eğilmede elastiklik modülü (EMO) değişimi (N/mm^2).....	67
Şekil 5.5. Yapışma direnci değişimi (N/mm^2)	68
Şekil 5.6. Vida tutma direnci değişimi (N/mm^2)	70
Şekil 5.7. Sertlik değişimi (N/mm^2).....	71

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Ceviz kabuğu ve yaprağı	30
Resim 3.2. Doğal reçine maddesi.	33
Resim 4.1. Kullanılan emprenye maddeleri.....	38
Resim 4.2. Precisa XB 220A SCS marka hassas terazi görüntüsü.....	39
Resim 4.3. İklimlendirme kabini	40
Resim 4.4. Elektron mikroskobu	41
Resim 4.5. Test cihazı.....	42
Resim 4.6. Deney numunelerinin görünümü	45
Resim 4.7. Deney numunelerinin ölçüm çalışması	45
Resim 4.8. Dış ortam şartlarında 1 yıl süreyle bekletilen deney örneklerinin 45° eğik konumda stantlara yerleştirilmesi	47
Resim 4.9. Eğilme direnci ve eğilmede EMO belirlenmesi.....	51
Resim 4.10. Yapışma direnci numunelerinin dış ortamdaki görüntüleri	53
Resim 4.11. Vida tutma direncinin belirlenmesi	53
Resim 4.12. Sertlik belirleme örneklerine ait görüntüleri.....	55
Resim 5.1. Sarıçam ve meşe çarpılma örnekleri.....	60
Resim 5.2. Sarıçam deney numunelerinin mikroskopik görüntüleri	63
Resim 5.3. Meşe deney numunelerinin mikroskopik görüntüleri	64
Resim 5.4. Eğilme direnci ve eğilmede EMO deneyi sonrası numuneler	67
Resim 5.5. Yapışma direnci numunelerinin dış ortamdaki görüntüleri	69
Resim 5.5.a. Sarıçam yapışma numuneleri	69
Resim 5.5.b. Meşe yapışma numuneleri	69

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 3.1. Dünyadaki Sarıçam dağılımı.....	9
Harita 3.2. Türkiye’deki Sarıçam dağılımı	10
Harita 3.3. Dünyadaki Sapsız meşe yayılışı.....	13
Harita 3.4. Türkiye’deki ceviz üretim alanlarının gösterimi.....	29



SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
atm	Atmosfer basıncı
cm	Santimetre
cm²	Santimetrekare
cm³	Santimetreküp
cps	Centepoise
°C	Celsius Derecesi
F	Kuvvet
g/cm³	Gram/santimetreküp, özgül ağırlık birimi
kg/cm²	Kilogram/santimetrekare
m	Metre
m²	Metrekare
mm	Milimetre
mm²	Milimetrekare
N	Newton
σE	Eğilme direnci
σY	Yapışma direnci
Psi	Pounds per square inch

Kısaltmalar	Açıklama
CCA	Bakır, krom, arsenik
DIN	Deutsch institute norm
D-VTKA	Desmodur vinyl tree ketonol acetate tutkalı
EMO	Elastikiyet modülü
EWG	Environmental working group
FAO	Food and agriculture organization
IBBS1	İstatistikî bölge birimleri sınıflandırması
ISO	International organization for standardization

Kısaltmalar	Açıklama
MÖ	Milattan önce
PCP	Pentaklorofenol
PVAc-D4	Polivinil asetat tutkalı
PVC	Polivinilclorür
Ss	Standart Sapma
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TS EN	Türk Standartları Enstitüsü Euro Norm
UV	Ultraviyole ışını



1. GİRİŞ

Ağaç malzeme çeşitli alan ve mekânlarda kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin doğal ve estetik olması, tüm türlerinin kısa sürede tekrar yetiştiriyor (sürdürülebilir) olması gibi özelliklerinden mütevellit yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [1].

Evvelden beri insanoğlunun bir yapım malzemesi olarak kullandığı ahşap; günümüzde yetersiz kalması nedeniyle, daha dikkatli kullanılması gerekmektedir. Diğer yapım gereçleri mukayese edildiğinde, özgül ağırlığın düşük olmasına rağmen; çeşitli yükler karşısında direnç değerlerinin yüksek olması, önemli bir avantaj olarak ortaya çıkmaktadır. Farklı renk, desen içermesi, yalıtkan ve kimyasallar karşısında duyarsız olması, doğrama ve dekorasyonda tercihini öne çıkmaktadır [2].

Ahşabın tanımlanan avantajlı özelliklerinin yanında kolayca haşaratların ve mantarların atağına maruz kalabilmesi, nem ve güneş ısınlarının etkisiyle bozunuma uğraması olumsuz özelliklerindendir [2]. Bundan dolayı ahşap koruyucu uygulanarak kullanımı halinde olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir [3].

Bilinen en yaygın koruma yöntemi emprenye işlemidir. Ağaç malzemeye, kullanım yerine uygun olacak şekilde çeşitli faktörlere (çürüme, yanma, boyutsal çalışma vb.) karşı koruyucu özellikleri sahip kimyasal maddelerin nüfuz ettirilmesi işlemi emprenye olarak bilinmektedir. Emprenye işleminin olumlu sonuç vermesi, ahşabın özelliklerine ve ona nüfuz eden koruyucu madde miktarı (retensiyon) ve nüfuz derinliği gibi hususlara bağlıdır. Emprenye uygulanmış ahşabın ömrünün işlemsize göre 7-8 kat daha arttığı belirlenmiştir [4]. Korunmasız ahşap malzeme ise çok kısa bir sürede bozuma uğrayabilmektedir [5].

Yaşamın öldükten sonra da devam ettiğine inanan Eski Mısırlılar, insan ve hayvan bedenlerini korumaya çalışmışlardır. Bunun için muazzam taş yapılar inşa etmişler ve cesetleri burada ahşap sandukalar içinde saklamışlardır. Eski Mısırlılar rutubetten koruyarak ahşabın uzun süre korunabileceğinin farkındadırlar. Bu temel prensipten yola çıkarak, ahşap sandukaların yapımında kullanılan ahşap çivilere doğal koruyucular sürmüşler ve yaptıkları sandukaları, piramitlerin içinde toprak ve rutubetle temasını keserek binlerce yıl korumayı başarmışlardır [6].

Ahşabın korunma ihtiyacı eskiden beri bilinerek, bu maksat ile birçok koruma tedbirleri alındığı görülmektedir. Çeşitli arkeolojik incelemeler göstermiştir ki; ahşabın yüzeysel olarak kömürleştirilerek 4000 yıl önce korunduğu ortaya çıkmaktadır. Eski medeniyetlerde ahşabı korumak için çeşitli yağsı maddelerden faydalandığı tespit edilmiştir [7].

Ahşabı en çok olumsuz etmenlerden bir diğeri de açık hava şartlarıdır. Sıcaklık, nem, güneş ışığının UV radyasyonu ve bunların sık sık değişmesi ahşap yapısında olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Ahşabı bu olumsuz etkilerden koruyabilmek için, yüzeyleri çeşitli koruyucular ile kaplanmaktadır [8].

Odunun tabii yapısını korumak, kullanım süresini artırmak ve biyolojik haşaratlara karşı dirençli olmasını sağlamak maksadıyla uygulanan işlem emprenye olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde çevre dostu emprenye çözeltileri geliştirilerek, hem ahşabın kullanım ömrünü uzatmak hem de çevreye verilecek zararı minimize etmek amaçlanmaktadır [9].

Doğal koruyucular söz konusu olduğunda ilk olarak bitkisel tanenler akla gelmektedir. Tanenler dericilikte malzemenin tabaklanmasında kullanılan temel maddelerdir. Taneneler derinin sepilenecek, açık hava şartlarında direncini artırmaktadır [10].

Birçok bilimsel araştırmada doğal koruyucuların kullanıldığı tespit edilmiştir. Bunlar arasında tanenler öne çıkmaktadır. Tanen çözeltilerinin renklendirme yaparak ahşabın doğal desenlerinin görünmesini sağladığı bilinmekte, çeşitli haşaratların atağını önlediği düşünülmektedir. Araştırma süreçleri devam eden bu uygulamalar özellikle parke, lambri, gibi döşeme ve kaplamalık ahşabın bitkisel ekstraktifler ile emprenye edilebileceğini göstermektedir [11].

Emprenye işleminde birçok yöntem kullanılmaktadır. Ahşaba uygulanan emprenye; basınçlı ve basınçsız yöntemler olarak iki başlık altında incelenir. Basınçlı yöntemler uygulamayı kolaylaştıran cihazlar ile uygulanır. Basınç içermeyen yöntemler ise daldırma ve fırça ile sürme gibi basit yöntemlerdir [12]

Problemin Tanımlanması

Ahşap malzemenin direncinin yüksekliği, kolay işlenmesi, üst yüzey işlemlerini kabul etmesi, sesi yutması, güzel bir görsel değere sahip olması yaygın kullanımını öne çıkartmaktadır. Yapısal, fiziksel ve mekanik özellikleri çok farklı olan ahşabın 5000'den fazla kullanım alanı bulunmaktadır. Ahşap her koşulda yalnız başına olduğu gibi diğer yapım malzemeleri ile birlikte kullanılmaktadır [13].

Ağaç malzeme, uzun yıllardır insanların en temel ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Günümüzde değişen dünya ve yaşam standartları, ağaç malzemenin önemini giderek daha da arttırmıştır. Dünyadaki en önemli hammaddelerden biri olan odunun, endüstride gerçek anlamda kullanılabilmesi, iyi ya da kötü özelliklerinin bilinmesi ve yorumlanabilmesinden geçmektedir [14].

Bugün bilinen 2500 civarında emprenye maddesi vardır. Bunlardan bazıları tek başına, bazıları ise bir kaç bir arada kullanılabilir. Emprenye maddeleri; yağlı, organik çözücülü ve suda çözünenler olmak üzere üç genel grupta değerlendirilebilir. Yılda ortalama 30 milyon m³ ahşap çeşitli yöntemlerle emprenye edilmektedir. Bunun için, toplam 350 000 ton yağlı emprenye maddesi ile 200 000 ton suda çözünen ve organik çözücülü emprenye maddesi kullanılmaktadır. Bu koruyucular, uygulandıkları ahşap malzemenin servis ömrünü 5-15 kat artırabilmektedir [15].

Hipotez

Üst başlık altında bahsettiğimiz gibi emprenye maddeleri; organik çözücülü, suda çözünen ve yağlı emprenye maddeleri olarak kategorize edilir. Farklı sınıflara ait emprenye maddeleri çeşitli alanlarda ve degradasyon şartlarında birbirinden farklıdır. Yakın zamanda yapılmış çalışmalarda bazı emprenye maddelerinin çevre problemlerine sebep olması nedeniyle, çevre dostu yeni emprenye maddelerinin geliştirilmesine ve kullanımına yönelik çalışmalar yoğunlaşmıştır [16].

Ahşap malzemenin içinde bulunan bu kimyasallar yağmur ve diğer fiziksel etkenler nedeniyle yıkanmaktadır. Bu durum doğal ortam açısından büyük risk taşımaktadır. Diğer bir açıdan bakıldığında ise ekolojik dengeyi bozdukları, insan ve tüm canlıların sağlıklarını

olumsuz etkiledikleri kanıtlanmıştır. Bu nedenle bu tür zararlı koruyucular yerine doğal koruyucular teşvik edilmelidir.

Çalışmanın Amacı

Ceviz kabuğunun ve yapraklarının bol miktarda tanen maddesi içerdiği bilinmektedir. Tanenler polifenolik bileşiklerdir. Bakla, kolza, çay ve sorgumda gibi bitkileri kullanılarak elde edilen, açık sarı veya beyaz renkte, karakteristik bir kokusu, dağınık bir yapısı ve buruk bir tadı olan maddelerdir [17].

Polifenollerin her molekülünde birden fazla fenol grubu bulunur. Bunlar genellikle bulundukları bitkilerin renkli olmalarını sağlarlar.

Doğal olarak içinde tanen bulunan çam, kestane, meşe ve ceviz ağacı odunlarının doğal ortam şartlarında daha uzun süre dayanım sağladığı ve daha geç bozunuma uğradığı bilinmektedir.

Bu tez çalışmasında, ülkemizde geniş alanlarda yetişen ve üretimi gün geçtikçe artan, ceviz ağacı ceviz kabuğu ve yapraklarından üretilen ahşap koruyucu çözelti kullanılarak, Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve Sapsız meşe (*Quercus petrea L.*) odununun dış ortam şartları (sıcaklık, rutubet ve güneş ışınları) karşısındaki fiziksel ve mekanik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler incelenmiştir.

Çalışmanın Kapsam ve Yöntemi

Bu çalışmada belirtilen amaçlara ulaşmak için izlenen yöntemler sırasıyla şu şekilde ifade edilebilir:

- Literatür araştırmasının yapılması,
- Ağaçları endüstrisinde sıklıkla kullanılan iğne yapraklı ağaçlardan, Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) ve yayvan yapraklı ağaçlardan, Sapsız meşe (*Quercus petrea L.*) ağaçlarından büyüme kusuru ihtiva etmeyen parçalardan temin edilmesi,

- Ahşap malzemenin, Gazi Üniversitesi Ağaçşleri Endüstri Mühendisliğı Bölümü kereste deposunun yeterli hava dolaşımı olan kısmında istif edilerek hava kurusu haline getirilmesi için bekletilmesi,
- Hava kurusu haline getirilen kerestelerden yapılacak testlere göre deney örneklerinin hazırlanması,
- Elde edilen deney örneklerinin hava kurusu hale getirilmesi,
- Hava kurusu yoğunluğunun belirlenmesi,
- Deney örneklerinin emprenye edilmesi,
- Modifiye edilen örneklerin tekrar yoğunluk miktarının belirlenmesi,
- Deney örneklerinin mikroskopik incelemesinin yapılması,
- Deney örneklerinin test cihazları ile fiziksel özelliklerinin test edilmesi,
- Deney örneklerinin test cihazları ile mekanik özelliklerinin test edilmesi,
- Deney sonuçlarının ilgili standart ve literatürle karşılaştırılması,
- Sonuçların yorumlanması ve değerlendirilmesi



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ahşap kolay işlenmesi, yalıtkan ve hafif olmasına karşın direncinin yüksek olması, hoş görünümü vb. birçok olumlu özelliklerden dolayı, kendisine duyulan ihtiyaç artmaktadır [18].

Ahşabın tanımlanan üstün özelliklerinin yanında, böcekler ve mantarlar tarafından hasara uğratılması, nem ve güneş ışınlarının etkisiyle bozunuma uğraması dezavantaj olarak kabul edilmektedir [19].

Ahşabın bozunumunu azaltan ya da engelleyen önemli işlemlerden birisi emprenyedir [20]. Ale'n ve arkadaşları (2002), araştırmasında, Ladin (*Picea abies* L.) odununu 2 - 8 saat süre ve 180-225 °C sıcaklıklarda ısıtma işlemi uygulamışlardır. Isıtma işlemli numunelerin incelemelerinde sıcaklık etkisinde kalan karbonhidratların ligninden daha fazla bozunduğu belirlenmiştir [21].

Aydemir ve Gündüz (2009), yaptıkları çalışmada, 150 °C ve daha sıcak işlemlerle odunun renginin değişmekte, direnç ve boyutsal kararlılığın iyileştiği belirlenmiştir [22].

Bekhta and Niemz (2003), yaptıkları bir çalışmada yüksek sıcaklıkta işlem gören kayının (*Fagus orientalis* Lipsky) direnç değerleri, boyut kararlılığı ve renk değişimi araştırılmıştır. Sıcaklık artışı karşısında direnç özelliklerinde düşüş, boyut kararlılığında artış ve renginde koyulaşma olduğu belirlenmiştir. Eğilme direncinde ortalama %5-%40 civarında, elastiklik modülünde (EMO) %4-%9 oranlarında düşüş olduğu tespit edilmiştir [23].

Batı kayını ve sarıçam odunlarından PVAc-D4 tutkalı ile oluşturulan lamine malzemeler BS EN 205' de belirtilen esaslara uygun olarak dört farklı ortamda bekletildikten sonra DIN 53255 esaslarına uyularak çekme direnci deneyi uygulanmıştır. Deney sonuçlarına göre, farklı atmosfer şartlarının bulunduğu yerlerde, Batı kayını odunundan PVAc-D4 (I: 18,8 N/mm², II: 12,0 N/mm², III: 9,3 N/mm², IV: 15,1 N/mm²) tutkalı ile birleştirilmiş lamine ahşap malzemeler kullanılabileceği belirtilmiştir [24].

Kromlu koruyucu çözeltiler uygulanmış çam türü ahşapta üst yüzey katmanının dış ortam şartlarındaki ömrünü 2 kattan daha fazla artırdığı belirlenmiştir [25].

Kayın ve kavak ağaçlarında, Tanalith-C, Protim-WR 230 ve Celcure AC 500 emprenye maddelerinin yapışma direncine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, Tanalith-C koruyucunun etkisinin az olduğu ayrıca rutubetin D-VTKA tutkalını en az etkilediği tespit edilmiştir [26].

Sarıçam ve Kızılçam odunu örneklerinin yapışma, eğilme, sertlik ve ağırlık değişimleri çeşitli emprenye maddeleri kullanılarak araştırılmıştır. Bu çalışmada emprenye uygulamasının, genel olarak ahşapta yapışma ve eğilme direncini azalttığı, yoğunluğunu yükselttiği, Sarıçamda sertliği azalttığı kızılçamda yükselttiği belirlenmiştir [27].

Yukarıda birçok modifikasyon kimyasalları ile yapılmış çalışmaları yer almaktadır. Bu incelemede tercih edilen tanen çözeltisinin ise yer almadığı görülmektedir. Bu nedenle, ülkemizin geniş alanlarında yetişen, ticari değeri yüksek ve bu oranda da kullanımı yaygın olan Sarıçam ve Sapsız meşe örneklerin doğal tanen çözeltisi ile modifiye edilerek, modifikasyon maddesinin harici ortamda sıcaklık, rutubet ve güneş ışınlarının ahşap malzemeyi bozucu etkisi karşısındaki koruyuculuk özelliği incelenmiştir.

3. GENEL BİLGİLER

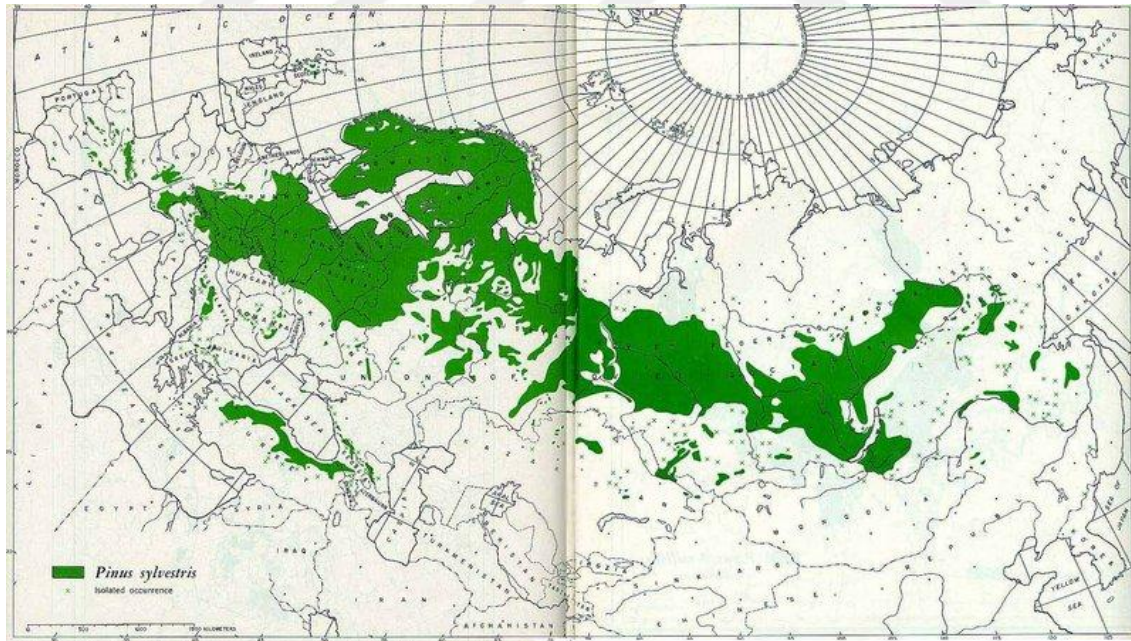
3.1. Araştırmada Kullanılan Ahşap Malzemelerin Tanıtımı

Bu araştırmada I. sınıf Sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) ve Sapsız meşe (*Quercus Petraeae*) kullanılmıştır. Ahşaplar Ankara Mobilyacılar Sitesinden rastgele seçim yöntemi ile temin edilmiştir. Ahşap materyalin temiz, haşarat atağına uğramamış, kusursuz ve diri odun kısmından olmasına dikkat edilmiştir.

3.1.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)

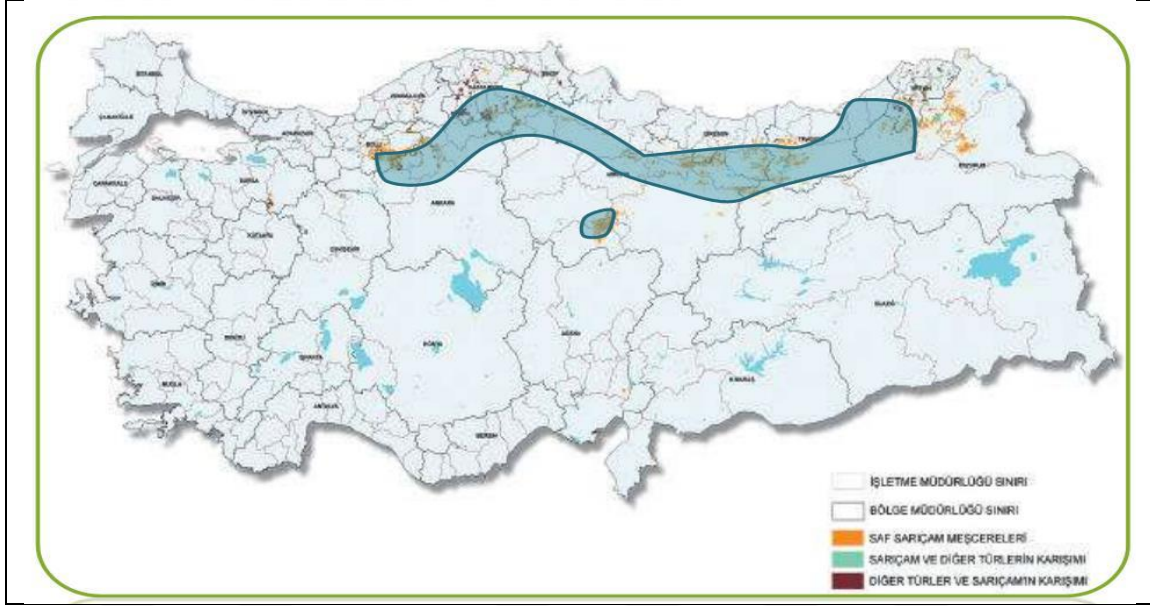
Doğal yayılışı

Mevcut türler içinde en geniş alana yayılmış olan Sarıçam Avrupa ve Asya'da (3 700 x 14 700 km) çok geniş bir alana sahiptir (Harita 3.2).



Harita 3.1. Dünyadaki Sarıçam yayılışı

Yerel ormanın %5.5'ini işgal etmekte ve ipekliler içindeki yeri bakımından, Kızılçam ve Karaçam ağaçlarından sonra üçüncü sırada gelmektedir (Harita 3.1). Orman varlığı içinde oranı %18'dir [28].



Harita 3.2. Türkiye’deki Sarıçam yayılışı

Makroskopik özellikleri

Sarıçam ağacı 30 m - 45 m boyunda ve 0,6 m - 1 m çapındadır. Dolgun gövdeli, düzgün gövde şekillidir. Tomruk boyu 18 m - 20 m’dir. Diri odunu fazla, açık sarı ve açık kırmızı renktedir. Öz odun sınırları çok belirgin ve ovalimsi, bazı türlerde kırmızı ağırlıklı kahverengidir. İlkbahar ve yaz odunu yıl halkası sınırları belirgindir. Yaz odunu kahverengimsi ve teğet kesitte şeritler mevcuttur [29].

Meşçerenin Sarıçamın özellikleri üzerine etkisi fazladır. Yükseklerde yıl halkaları dar, düşük rakımlı alanlarda ise geniştir. Verimsiz alanlardaki gövdede öz odunu oluşmaz. Boyuna reçine kanalları tüm kesiş yüzeylerinde cihazsız görülebilir [30].

Mikroskobik özellikleri

İlkbahar odunu traheitlerinin radyal çeperlerindeki kenarlı geçitler çoğunlukla üniseridir. Yaz odunu traheitlerinin teğet çeperlerinde de nadiren küçük çaplı kenarlı geçitlere rastlanabilir. Özışınıları üniseri ve heterojendir. Özışını yüksekliği 15 hücreyi geçmez. Enine traheitler, özışını paransim hücrelerine göre daha bol miktarda olup, çeperleri belirgin testere dişi gibi kalınlaşma içerir. Enine traheitler bol miktarda küçük kenarlı geçitler içermektedir [30].

Traheidler 1800- 4500 mikron boyda, odun geçişleri ani, ilkbahar odunu radyal yüzeylerinde büyük ve tek sıralı kenarlı geçitler mevcuttur. Boylamasına paranzim hücreleri mevcut değildir. Öz ısınları farklı ve reçine kanalı içeren birkaç sıralıdır. Geçitler pencere tiplidir [14] .

Fiziksel ve mekanik özellikleri

Araştırmada kullanılan Sarıçam odununun bazı özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Sarıçam odununun özellikleri [14]

Özellik	Değer Ortalamaları	Birim
Tam kuru yoğunluk	0,490	g/cm^3
Hava kurusu yoğunluk	0,520	g/cm^3
Eğilme direnci	1000	kg/cm^2
Eğilmede elastiklik modülü	120 000	kg/cm^2
Sertlik	2,4	kg/cm^2

İşlenme ve kurutma özellikleri

Kurutulması kolay, çatlama ve çarpılma davranışı düşük, kolay şekillenir ve iyi yapışır. Fazla reçine içermesi durumunda üstyüzey işlemlerine zorluk çıkartır. Öz odunu yüksek dirençli, diri odunu bazı ataklara karşı zayıftır. Yüksek rutubetli ve 25 °C sıcaklık civarında olduğu durumlarda maviküf oluşur [31] .

Sarıçam işlem yapmaya uygun, düzgün ve parlak bir yüzey oluşturur; üst yüzey işlemlerini kolay kabul eder. Elastiklik özelliği yüksek, çalışması orta derecededir. Vida ve çivi ile bağlantısı iyidir [32] .

Dayanıklılık ve empenye edilme özellikleri

Diri odun bazı ataklara karşı oldukça zayıf öz odun ise dirençlidir. Diri odun kolay öz odun oldukça güç empenye edilir [31].

Kullanım yerleri

Yapım malzemesi olarak birçok alanda kullanılabilir. Sıkı strüktürlü ahşaptan doğrama, mobilya, kontrplak, desenli kaplama üretilir, tornalanmış eleman ve kimyasal odun hamuru imalatında kullanılır [33].

Ahşap geniş kullanım alanına sahip olup, telekomünikasyon elemanları, demiryolu rayı alt elemanları, yapıda çatı ve tavan kirişi, lambri, kaplama levha, kontrplak, plastik ve selofan yapımında, lif ve yonga plakası ile kâğıtçılık ve mobilyacılıkta kullanılmaktadır [34, 14].

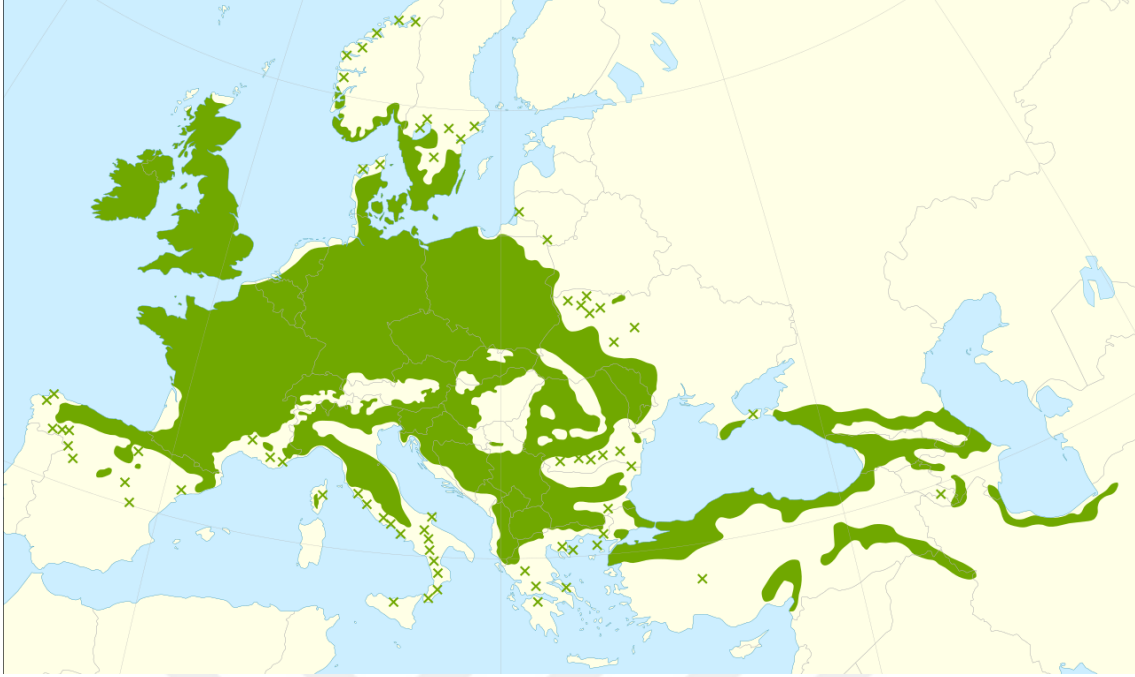
3.1.2. Sapsız meşe (*Quercus petrae* L.)

Doğal yayılışı

Genel olarak Avrupa, Balkanlar, Trakya ve Anadolu’da yayılım göstermektedir (Harita 3.3). Yerli ormanlarda dağınık-karışık halde ya da münferit orman şeklinde yer alır. Ülkemizde özellikle Trakya, Marmara ve Bolu dolaylarında yetişir. Yetiştği bölgelere göre pelit veya palamut ağacı olarak da isimlendirilir [35].

Türkiye; çalı, ağaççık ve yüksek gövdeli meşe türleri, özellikle de melezleri ve şekilleri bakımından çok zengin bir memleketidir. Bunların birçokları hakkında botanik bakımından olduğu kadar, coğrafi bakımdan da bilgimiz fazla değildir. Çünkü meşe, büyük ölçüde melez yapma eğilimindedir, türlerle beraber birçok ara şekiller bulunur ve bunların yayılış alanları genellikle birbiri içine girmiş durumdadır [36].

Münferit niteliklerin varyasyon genişliğinin fazla olması nedeniyle Türkiye’nin çok çeşitli meşe türlerini, hatta saplı ve sapsız meşe gruplarını dahi meyvelerine, meyve saplarına, yaprak şekli ve yaprak düzenine göre ayırt etmek kolay değildir [36].



Harita 3.3. Dünyadaki Sapsız meşe yayılımı

Makroskopik özellikleri

Kışın yaprağını döken, 30 metre uzayabilen, dar tepeli bir orman ağacıdır [37]. Türkiye'deki bütün ormanlarda karışık halde, bazen de ayrı orman halinde bulunur.

Diri odunu dar ve açık sarı renkte, öz odun kahverengimsidir. Yıl halkaları sınırları nettir. Sapsız meşede ilkbahar odunu traheleri 1 – 2 sıralı, traheler yuvarlak enine kesitte ve geçiş daha hızlıdır. Raydal kesitte traheler kaba iğne çizikli, tül teşekkülatı ile doludur. Yaz odunu traheleri çok sayıda, küçük, doku içerisinde alev şeklinde yayılmıştır. Öz ışınları tek sıralı ve çok sıralı olmak üzere iki çeşittir. Öz ışınları iğ şeklindedir. Boyuna parانشim hücreleri kısa teğet çizgiler şeklinde görülür. Kaba yapılı, sert ve ağır bir oduna sahiptir [14].

Mikroskopik özellikleri

Traheler halkasal dizilişe sahip, ilkbahar odununda çok büyük 400 μm çaplı, tek veya çoklu yığılmalar halindedir. Yaz odununda çok küçük, 30-140 μm çaplıdır. Odununda tül teşekkülü mevcuttur. Bol miktarda boyuna parانشim hücresi mevcuttur [38].

Fiziksel ve mekanik özellikleri

Sapsız meşe odununun bazı özellikleri Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Sapsız Meşe odununun özellikleri [14]

Özellik	Değer ortalamaları	Birim
Tam kuru yoğunluğu	0,590	g/cm ³
Hava kurusu yoğunluğu	0,650	g/cm ³
Eğilme direnci	1110	kg/cm ²
Elastiklik modülü	118 000	kg/cm ²
Brinell sertlik değeri	3,2	kg/cm ²

İşlenme ve kurutma özellikleri

Çivileme ve vidalamada zorluk gösterdiğinden kılavuz açma işlemi gereklidir. Yapışma kabiliyeti iyidir, ancak alkali (bazik) tutkallarda koyu lekelenme oluşur. Renklendirilme kabiliyeti yüksektir. Yüzeyler astar uygulamasından sonra daha iyi üstyüzey işlemi kabul eder. Metaller ile temas ettiğinde mavi renklenme görülür. Kurutma, çatlama ve yarılmaya oluşmaması için düşük hızlı bir program ile uygulanmalıdır [14] .

Dayanıklılık ve emprenye edilme özellikleri

Yayvan yapraklı ağaçlarda emprenye maddesi girişi, hücrelerdeki sıvı madde akışı geçitlerden öz ışınlara ve boyuna paranzim hücrelerine doğru ilerlemektedir [39]. Yayvan yapraklı ağaçların yoğunluğunun yüksek olmasından dolayı emprenyesi zordur.

Kullanım alanları

Mobilyacılık, yüzey süslemeciliği, doğramacılık ve kontrplakçılıkta kullanılır. Yapıların strüktürel elemanlarında, taban döşeme elemanı, tarım aletleri sapı, ev gereçleri ve demiryolu ray altı elemanı olarak, fiçı ve iskele imalatında kullanılmaktadır [9]. Meşe kereste yapının sertlik ve sağlamlık gerektiren kısımlarında kullanılır [40] .

3.2. Ahşap Malzemenin Özellikleri

Ahşap malzemenin yaklaşık 10.000 civarında kullanım yeri bulunduğu bildirilmektedir [41]. Ahşabın yaygın kullanımının nedeni yapısal özellikleri ve kimyasallara dayanımından dolayıdır [42].

Kullanım yeri ve amacına göre fiziksel, mekanik, estetik ve ekonomik kaygılar temelinde farklı türde ve farklı işlenme özelliklerine sahip ahşap malzeme tercih edilir. Buradaki tercih rasyonel bir biçimde yapılmalıdır. Yapılan bilimsel çalışmalar rasyonel tercihlerin artması adına gereklidir. Dolayısıyla rasyonel tercihler, ürün özellikleri ve diğer etkenler bilindiğinde yapılabilir [43].

Ahşap malzemenin havanın bağıl nemi ve sıcaklığına bağlı olarak çalışması, mantar etkisi ile çürümesi, böcekler tarafından tahrip edilmesi, fiziksel, mekanik ve kimyasal etkiler ile ateşe karşı sınırlı dayanımı vb. çeşitli kullanım yerlerinde arzu edilmeyen ve sakıncalı sayılabilecek bazı olumsuz özellikleri bulunmaktadır [43].

Kullanım yerlerinde, ahşap malzemenin sakıncalı özelliklerinin giderilmesi, ahşap malzemenin, servis koşullarında kendinden beklenen maksimum yararlanma süresinin sağlanması bakımından oldukça önemlidir. Bunun yanında; çoğu zaman kullanım yerinde ahşap malzemenin kendinden beklenen performansı göstermemesi sonucunda, yenisi ile değiştirme için harcanan zaman ve işçilik masraflarının yüksekliği ahşap malzemenin kullanım yerlerinde istenmeyen bazı olumsuz özelliklerini iyileştirici işlemlerin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır [44].

3.2.1. Ahşap malzemenin fiziksel özellikleri

Ahşabın modifikasyon yeteneği, yapısal özelliklerine bağlı olarak farklılık sergiler. Ahşabın büyümesi enine ve boy yöndedir. Büyüme yönlerinin emprenye edilebilme kabiliyeti üzerinde önemli derecede etkili olduğu bilinmelidir. Ahşap ve çalılarda her yıl oluşan odun tabakaları, en dış kesimde bulunan kabukla örtülmektedir. Kabukla odun arasında, ince üretilmiş bir tabakadan oluşan ve her yıl dışa doğru kabuk, içe doğru odun hücrelerini üreten kambiyum bulunmaktadır.

Odunsu hücrelerin büyük çoğunluğu gövde eksenine paralel olarak yerleşmişlerdir. Bu hücrelere dik yönde uzanan öz ışınları, özden kabuğa doğru şeritler oluşturmaktadır. Bunların görevi organik maddelerin kabuktan itibaren radyal yönde iletimi ve depolamasını sağlamaktır. Kabuğun, floem kısmındaki hücreler ise asimilasyon maddelerinin iletimine yardımcı olmaktadır [45].

Ahşap, bitkisel büyümenin sonucu gelişen doğal bir malzeme olması nedeniyle fiziksel, kimyasal ve biyolojik bazı mekanizmalarla parçalanarak kendisini meydana getiren temel maddelere geri dönüşmektedir [46].

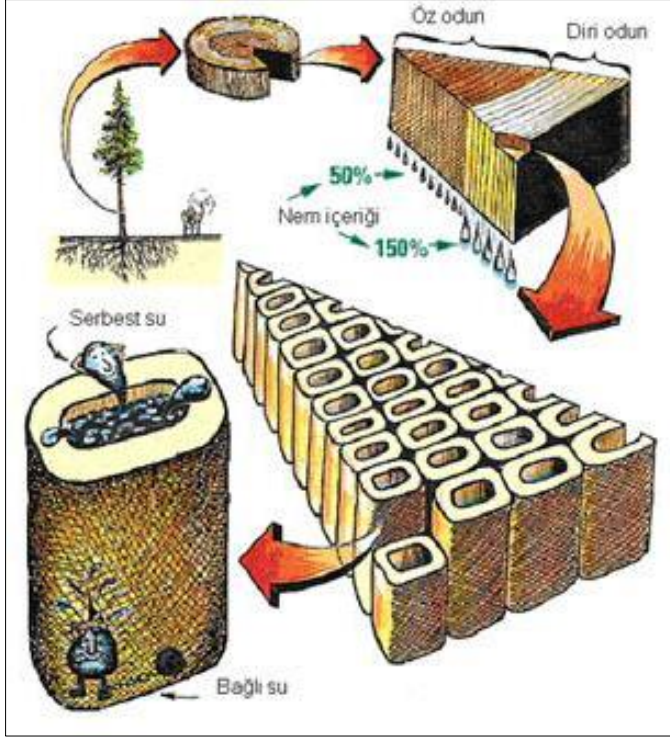
Ahşabın özgül ağırlığı, türün belirlenmesinde bir göstergedir. Özgül ağırlık; hücre çeper maddesi miktarı, öz odunu ve ekstraktif madde miktarı ile rutubet miktarına bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, karşılaştırma yapılırken aynı hacim ve rutubette olan örneklerin alınması gereklidir. Birimi kg/m^3 veya gr/cm^3 olarak ifade edilen özgül ağırlık çoğu kez yoğunlukla eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Açık tohumlu ahşap malzemelerin hava kurusu haldeki normal yoğunluğu, $350\text{-}550 \text{ kg/m}^3$ arasında, kapalı tohumlu ahşap malzemelerin normal yoğunluğu ise $500\text{-}800 \text{ kg/m}^3$ arasında değişmektedir [46].

Ahşap ısıya dayanıklı bir malzemedir. Yoğunluğu arttıkça malzemenin organizmalara karşı direnci artmakta, yakmak ve ateşlemek zorlaşmaktadır. Tutuştuktan sonra çok yavaş yanması, önceden hesaplanabilen kömürleşme hızı, ısı yalıtım kabiliyeti ve ısı ile boyut değiştirmeme gibi özellikleri, yanıcı olmasına rağmen, ahşabı yangına karşı emniyetli bir yapı elemanı yapmaktadır [46]. Bu çok genel ifadeler dışında, meşenin fiziksel özellikleri türlere göre farklılık arz eder ve genelleme yapmak zordur.

Rutubetin ahşap özellikleri üzerine etkisi

Ağaç malzemenin içinde daima su bulunmaktadır. Malzeme içerisindeki su miktarı kullanım yerinde fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikler üzerinde önemli derecede etkili olmaktadır. Rutubet miktarı, ağaç malzemenin işlenmesinde, kurutulmasında, emprenye edilebilmesi üzerinde önemli değişiklikler göstermektedir. Ayrıca rutubet renk değiştirme ve çürüklük mantarları içinde önem taşımaktadır. Ağaç malzeme, ormandan yeni kesildiğinde %100 ün üzerinde rutubet miktarına sahiptir. Mantarlar ve ağaç zararlıları denilen böcekler, malzemeye musallat olmakta ve çabuk deforme olmasına sebep

olmaktadırlar. Bu sebeple ağaç malzemenin kurutulması çok önemlidir. Emprenyeden de iyi bir sonuç alabilmek için kurutma hayati önem arz etmektedir. Rutubet miktarı % 20'nin altına indirildiğinde mantarlardan, %10 un altına indirildiğinde ağaç zararlılarından korunmuş olmaktadır.



Şekil 3.1. Odun içerisindeki su durumunun şematik görünüşü [47]

Ağaç malzemedeki tam kuru haldeki rutubet miktarı %0, hava kurusu rutubeti %12, lif doygunluğu rutubet miktarı da % 28'dir. Hücre çeperi içerisindeki suya bağlı su, hücre boşluklarının arasındaki suya da serbest su denmektedir (Şekil 3.1.). Kurutma esnasında, ağaç malzemenin önce serbest su atılır ve bu esnada hiçbir hacimsel değişiklik olmamaktadır % 28 den sonra kurutmaya devam edildiğinde bağlı su ağaç malzemenin atılmaya başlayınca hacimsel daralma meydana gelmektedir. Bu değişim de ağaç malzemenin farklı boyutlarında farklı orandadır. Boyuna yanda % 0.1 ile % 0.4, Teğet yanda % 6 ile % 8, Radyal yanda ise % 3 ile % 5 arasındadır. Toplam hacimsel daralma % 10 ile % 12 arasındadır [48].

Ahşap birçok doğal materyal gibi higroskopik olduğundan çevresinden su alır. Hava ve ahşap arasındaki su değişimi havanın bağlı nemi, havanın sıcaklığı ve ahşabın sahip olduğu rutubet miktarıyla alakalıdır. Rutubet ilişkileri ahşabın teknolojik özelliklerini ve

performansını yakından etkilemektedir. Ahşabın mühendislik malzemesi olarak kullanılmasında karşılaşılan birçok zorluk rutubet ilişkileriyle ilgilidir [49].

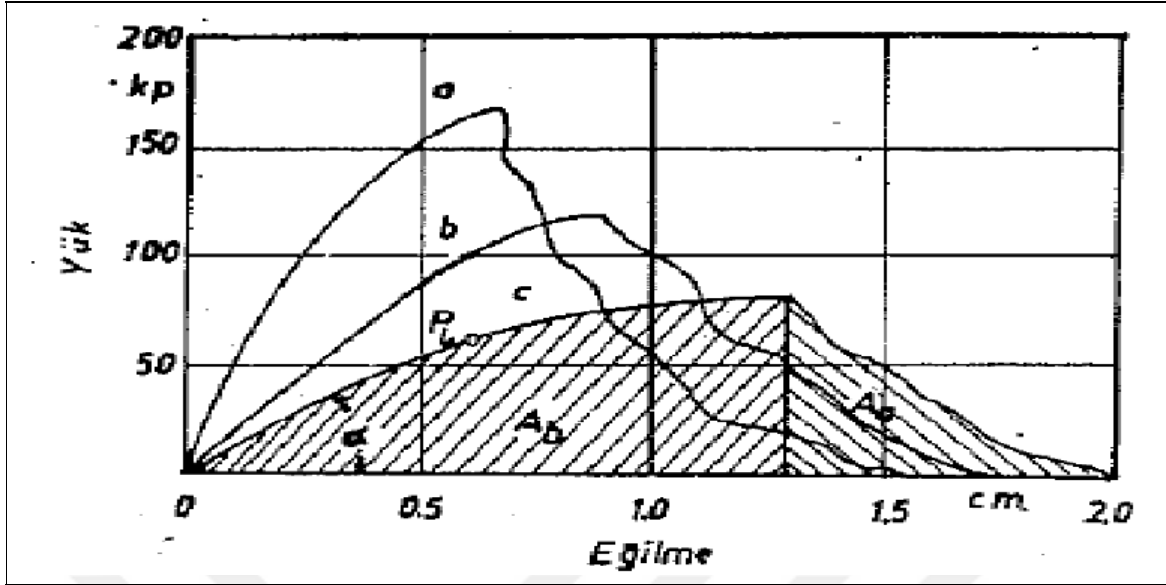
Ahşap malzemede su; serbest ve bağlı su olmak üzere iki şekilde bulunabilir. Serbest su hücre lümenlerinde bulunurken, bağlı su hücre duvarlarında intermoleküler düzeyde bulunmaktadır.

Hücre boşluklarında hiç su bulunmadığı durum lif doygunluk noktası olarak tanımlanmaktadır. Ahşap malzeme için lif doygunluk noktasının üzerindeki rutubetlerde sonra fiziksel ve mekanik özelliklerde değişme olmamaktadır. Ahşap malzemenin lif doygunluk noktası ortalama olarak %30'dur, fakat ağaç türlerine göre farklılık göstermektedir [49].

Ağaç malzemenin rutubetinde değişiklik olduğunda mekanik dirençlerde de değişimler olmaktadır. Malzeme rutubeti LDN altında iken rutubette meydana gelecek %1'lik artış ile eğilme direncinde %4, elastikiyet modülünde %2, liflere paralel basınç direncinde %5 azalma meydana gelmektedir. Benzer şekilde elastik sınır değerlerinde de farklılıklar oluşmaktadır [50-52].

Şekil 3.2'de ahşap malzemenin farklı rutubetlerde oluşan yük – deformasyon grafikleri görülmektedir. Şekilden de anlaşıldığı üzere tam kuru malzemenin (a) taşıyabildiği yük miktarı fazla olurken uğradığı deformasyon miktarı hava kurusu (b) ve yaş hallerine (c) göre daha azdır.

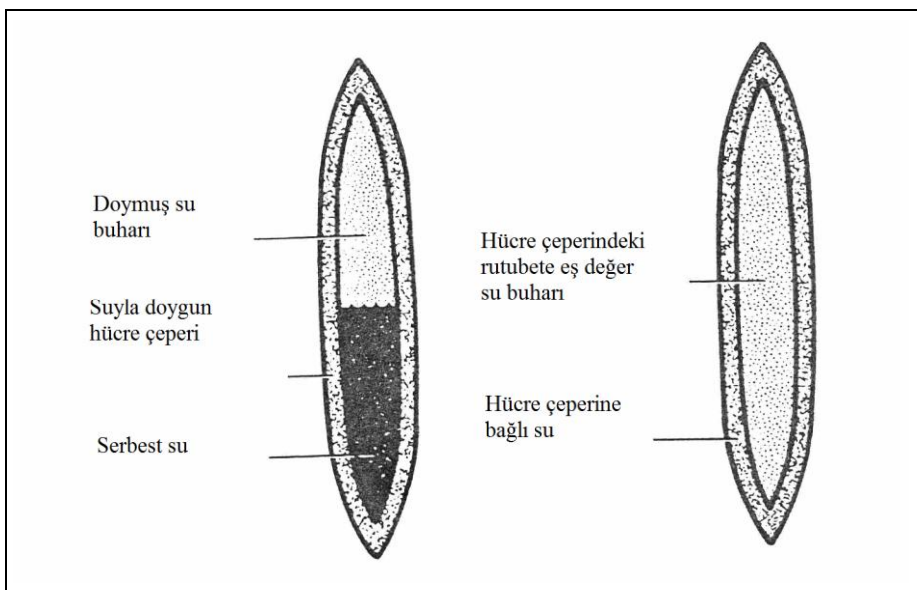
Malzeme rutubeti arttıkça yük taşıma kapasitesi düşerek deformasyon miktarı artmaktadır. Tam kuru malzeme 0,6 cm deformasyona uğrarken tam yaş halde deformasyon miktarı yaklaşık 1,3 cm kadar olmaktadır. Yük miktarı ise 160 kp değerinden yaklaşık 90 kp değerlerine düşmektedir.



Şekil 3.2. Ahşap malzemenin farklı rutubetlerde yük – deformasyon grafikleri [53]

Ahşap malzemenin genişleme ve daralma özellikleri

Ahşabın yapısı, kütle ile hava ve sudan ibarettir. İçindeki su miktarına göre nem oranı belirlenmekte ve (%) olarak ifade edilmektedir. Bu oran, nemi ölçülen ahşabın içinde bulunan su miktarı ile tam kuru ağırlığının karşılaştırılması sonucu belirlenmektedir. Ahşap malzemenin ağırlığı, içinde bulunduğu havanın taşıdığı neme göre devamlı değişkenlik göstermektedir.



Şekil 3.3. Taze ve kuru haldeki ahşapta hücre içerisindeki su miktarı [44]

Ahşap higroskopik yapıda bir madde olduğundan, çevresindeki havanın rutubetine ve sıcaklığına bağlı olarak, bünyesine buhar halinde su alır ya da verir. Bu alışveriş, ahşap ile hava arasında bir rutubet dengesi (higroskopik denge) oluşuncaya kadar devam eder. Ahşabın bünyesine su alması genişlemesine, su kaybetmesi ise daralmasına neden olmaktadır. Buna kısaca “ahşabın çalışması” denilmektedir [54].

Ahşapta rutubet alışverişi sonunda oluşan denge rutubeti, çevredeki havanın sıcaklığına ve bağıl nemine göre (yörenin iklim koşullarına göre) değişiklik göstermektedir. Ahşap malzemelerde çalışmanın önlenmesi veya en aza indirilebilmesi, malzemenin kullanılacağı yerin iklim koşullarına uygun rutubet derecesinde işlenmesine bağlıdır. Çizelge 3.3.’de Türkiye’nin çeşitli illerinde, ağaç türüne ve ortamın bağıl nemine göre oluşan, denge rutubet değerlerine ilişkin örnekler verilmiştir [55].

Çizelge 3.3. Ahşapta ağaç tür ve yörelere göre denge rutubeti değerleri (%) [55]

Bölgeler	Kayın	Meşe	Ladin	Gökmar	Çam
İzmir	9-13	8-12	10-16	10-15	9-15
Ankara	8-15	9-15	9-16	10-17	9-17
Bolu	10-16	9-15	10-18	9-18	9-17
İstanbul	9-19	10-15	12-18	10-18	9-18
Antalya	9-13	8-14	7-15	6-14	6-15
“ Diyarbakır	5-14	6-12	6-18	5-17	5-17

3.2.2. Ahşap malzemenin mekanik özellikleri

Ahşabın mekanik özellikleri harici etmenlere karşı koyma ve uygunluğunun ölçütüdür. Dış kuvvetlerden belirli bir ağaç malzemeyi dışarıdan yapılan etki ile büyüklük veya şeklini değiştirmeye çalışan kuvvetler anlaşılmaktadır. Ahşabın mekanik özellikleri yapı ve inşaat amaçlı kullanımda kullanım yerine uygunluğunu ve mobilya, araçlar, aletler ve alet sapları gibi birçok kullanım yeri için önem taşırlar. Ağaç malzemenin kullanım alanlarında genellikle bir veya daha fazla mekanik özelliği önem taşımaktadır [53].

Ahşap malzemenin mekanik özellikleri büyük boyutlu malzemelerle belirleneceği gibi küçük boyutlu laboratuvar örnekleri ile de belirlenebilmektedir. Çünkü laboratuvar

örnekleri zamandan ve malzemeden tasarruf sağlamaktadır. Bunun dışında laboratuvarda uygulanan yöntem ve kullanılan teçhizatı standardize etmek kolay olup doğadakinden daha fazla yük uygulamak mümkün olmaktadır. Laboratuvar araştırmalarının amaçlarından biri de ağacın direnç özellikleri için birim alana düşen miktarı belirlemektir. Fakat ahşabın karmaşık yapısından ötürü her denemede kolay elde edilebilen değerler değildir [53].

Ahşap malzemenin elastik özellikleri

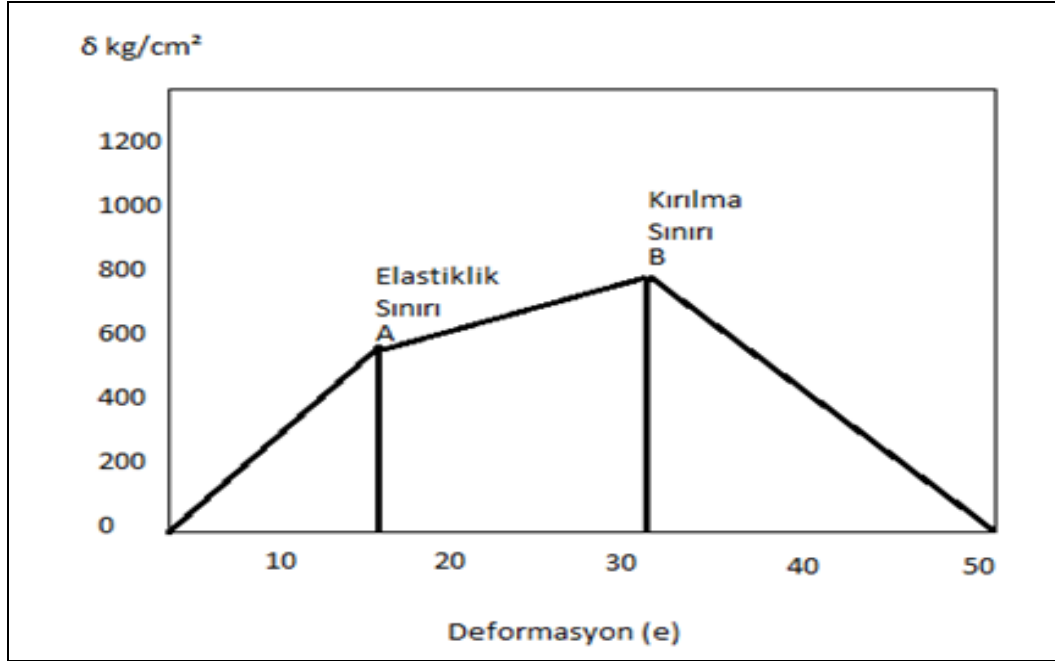
Bir birim uzama başına gerilme olarak tanımlanan ve Young's modülü olarak da bilinen elastikiyet modülü, kuvvet uygulanan bir malzemenin kalıcı deformasyona uğramadığı elastik şekil değiştirme davranışının bir ölçüsüdür.

Elastikiyet modülü, boyuna yönde çekme, basma ya da eğilme testleri ile elde edilen yük deformasyon eğrisinin doğrusal davranış sergilendiği kısımdan hesaplanır [56].

Rutubet içeriği, yoğunluk, sıcaklık, budak varlığı, sıklığı, boyutu ve konumu, yıllık halka özellikleri gibi iç ve dış etkenler elastikiyet modülünü etkiler. Rutubet ile elastikiyet modülü arasında ters ilişki mevcuttur [57].

Elastiklik, katı bir maddede düşük gerilmeli zorlamalarda oluşan deformasyonların yük kaldırıldıktan sonra eski halini alarak tamamen geri kazanılması olarak tanımlanmaktadır. Elastiklik katı maddelerde belirli bir sınırın altında geçerlidir. Elastik sınır adı verilen bu sınır değerinin üzerindeki gerilmelerde plastik deformasyonlar veya kırılma meydana gelmektedir [53, 56, 58].

Ağaç malzemeye dışarıdan bir kuvvet uygulanmadığı sürece şekil ve boyutlarında meydana gelecek bir değişmeden bahsedilemez. Malzeme üzerine yeterli miktarda kuvvet uygulandığında şekil ve boyutlarında değişimler yani deformasyonlar beklenmektedir [53].



Şekil 3.4. Kayın ahşabında yapılan eğilme yüklemesinde zor – zorlama ilişkisi [59]

Şekil 3.4’de kayın ahşabında eğilme yüklemesi esnasında meydana gelen ilişki görülmektedir. Bu ilişkiye göre; katı cisimlerde zor-zorlama ilişkisi OA arasında doğrusal olup, zor kalkınca cisim eski haline dönmektedir. Bu bölgede cisim tam elastik olup, A noktasına elastik sınır denmektedir. Bu bölgede meydana gelen değişime elastik deformasyon adı verilir. Elastik sınırından itibaren zor arttırıldığında belirli bir noktada (B) cisim kırılmaktadır. Bu nokta kırılma sınırıdır. A-B arasında meydana gelen değişime yarı plastik deformasyon olup bu bölgede zor kaldırılınca cisim kısmen eski haline dönmektedir. Kırılma sınırından itibaren plastik deformasyon söz konusu olup zor kaldırıldığında cisim eski biçimine dönme özelliğini tamamen yitirmektedir. Bu bölgede zorun zorlanmaya oranı elastiklik modülü (E) olup, 1 mm² enkesitli bir elemanın boyunu misli kadar büyötmek için 1 cm²’ye etkiyecek kuvveti ifade etmektedir. Buna göre; elastiklik modülü küçöldükçe cisim elastikleşmektedir [60].

3.2.3. Ahşap malzemenin direnç özellikleri

Direnç özelliklerinin bazıları tasarım amaçlı kullanılmaktadır. Bunlar; eğilme, lif yönünde ve kontra basınç ve lif yönünde kesme direncidir. Bunlara ek olarak şok direnci, lif yönüne kontra çekme direnci, sertlik ve liflere paralel çekme direnci sayılabilir [60].

Basma dayanımı ahşap malzemeyi ezmeye ve sıkıştırmaya karşı çalışan kuvvetlere karşı gösterilen dirençtir [56]. Basınç direnci ahşabın yapı malzemesi olarak kullanılmasında önemli rol oynamaktadır. Ağaç malzemenin biyolojik kalitesi hakkında fikir veren karakteristik bir özelliği olması dolayısıyla birçok araştırmaya konu olmuştur. Basınç direnci ile diğer statik dirençler arasında genellikle bir orantı bulunduğundan ahşabın genel özellikleri hakkında bir bilgi vermektedir. Liflere dik ve liflere paralel olmak üzere iki çeşittir [56].

Liflere paralel basınç direnci, birbirine ters yönde etki eden iki kuvvetin ağaç malzemeyi sıkıştırmaya ve ezmeye çalışan kuvvetlere karşı kırılma anındaki gerilmenin karşılığıdır. Liflere paralel basınçta kırılma sınırına yaklaşıldığında malzemede çok miktarda şekil değişmesi ve ezilme meydana gelir, iç kısımlarda sert doku yumuşak dokunun içine doğru geçer ve kırılma anında liflere meyilli olarak kayma, liflere paralel yönde yarıma ve malzemenin içinde boşluklar oluşabilmektedir [56].

Eğilme direnci bir veya iki ucundan sabitlenmiş ağaç malzemenin, liflere dik olarak uygulanarak eğmeye çalışan kuvvetlere karşı gösterdiği dirençtir. Özellikle kiriş olarak kullanılan malzemelerde mukavemet hesaplamalarında kullanılmaktadır [58]. Makaslama direnci ahşabın yapışık yüzeyini birbiri üzerinden kaydırarak ayırmaya çalışan kuvvetlere karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Yüklerin uygulama yönlerine göre; liflere paralel, liflere dik ve eğimli makaslama olmak üzere üç şekilde meydana gelmektedir [61].

Liflere kontra makaslama dayanımı lif yönünde kesme direncinden 3 – 4 kat daha büyüktür. Kesme dayanımı liflere paralel yönde uygulanırken lif açısı direnci önemli derecede etkilemektedir. Teğet malzemelerde yapılan denemelerde direnç değerleri radyal test edilen malzemelere göre daha düşük değerler vermektedir [53].

3.3. Modifikasyonun (Emprenyenin) Çevreye Etkileri

Bilgi ve bilinçlenmeye paralel olarak çevre karşıtı modifikasyon çözümlerinin kullanımında kısıtlamalar ortaya çıkmaktadır. Bu durum ahşap malzemenin korunmasında çevre dostu yeni malzeme ve yöntemlerin geliştirilmesine yol açmıştır [62, 63].

Ahşap malzemeyi güçlendirme yöntemlerinden birisi olan emprenye işleminin bilinçsizce yapıldığında sektör çalışanlarına, kullanıcılara ve çevreye zararlı etkileri çok fazla olabilmektedir. Bu durumdan en fazla etkilenen elbette ki doğrudan uygulamanın içinde olan sektör çalışanlarıdır. Mantar ve böcekler için zehirli etkisi olan emprenye maddelerinin birçoğu insan sağlığı için zararlıdır.

Aynı zamanda emprenye işleminde kullanılacak maddelerin taşınması ya da depolanması sırasında da benzer sorunlar yaşanabilmekte ve hatta çevreye sızıntı olabilmektedir. Bu nedenle tesisin planlanması iyi yapılmalı, giriş çıkışlar sınırlandırılmalı ve kontrol altına alınmalıdır.

Çokça kullanılan emprenye çözeltileri kreozot, CCA (bakır, krom, arsenik) ve PCP (Pentaklorofenol)'dür. Çevrecilerin zorlamasıyla, CCA, kreozot, PCP kullanımı yasaklanmıştır. Bu tip arsenik içerikli çözeltilerin ekolojiyi bozduğu, tüm canlıların sağlığını olumsuz etkilediği bildirilmektedir [64].

Environmental Working Group (EWG)'un verilerine göre de arsenik içerikli emprenye maddeleri insan vücudunda birikebilmekte ve özellikle çocuklarda kanser riskinin oluşmasına neden olmaktadır.

1994'de yayınlanan "Environmental Aspects of Industrial Wood Preservation", emprenye yöntemleri ve maddeleriyle ilgili genel bilgiler veren bir rehber niteliğindedir. Rehber, kimyasal koruyucuların ve emprenyenin minimuma indirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Ridout'a göre, [65] yapıda kullanılan ahşabın türü, yapısal özellikleri, tipi hatta yaşı kimyasallarla koruma yoluna gidilmeden önce değerlendirilmelidir.

Malzemenin kimyasal koruyucu kullanmadan onarılıp onarılamayacağı ya da hangi emprenye yönteminin kullanılacağına buna göre karar verilmelidir. Çünkü gereksiz kullanılan emprenye maddeleri hem ahşabı tahrip etmekte, hem de insan ve çevre sağlığını tehdit etmektedir.

Bütün bu çevresel sorunlara çözüm arayışı içinde, su buharı ve kademeli olarak uygulanan sıcaklık ile uygulanan termal emprenye yöntemleri gibi yeni teknolojiler denenmektedir [66]. Bu sorunlara çözüm olacak borlu bileşikler de gittikçe daha fazla önem

kazanmaktadır. Borlu bileşikler, ahşaba difüzyon yetenekleri, yerli kaynak olmaları, yanma dayanımını artırması sebebiyle öne çıkmışlardır. Aynı zamanda yüksek tutunurluk sergilemektedir [64].

Modifiye edilmiş ahşap malzeme atıkları genellikle yakılarak yok edilmektedir. Ancak bazı kimyasal maddeler yandığında bile zararlı etkisini sürdürmektedir. Küllerin çevreye yayılması ya da yanma işlemi sırasında atmosfere karışan zehirli gazlar nedeniyle kirlenme devam etmektedir [67].

Emprenye maddelerinin üretim yerlerinde atıklar yoluyla suya karışması ya da kullanım yerinde yağmur suyu ile yıkanma sonucunda suya ve toprağa karışması, çevre sorunlarının temel nedenidir. Çevre duyarlılığı açısından, emprenye işlemleri sırasında ortaya çıkan atık suyun yine aynı tesis içinde değerlendirilmesi gereklidir. Bu sular sistem içinde yeniden kullanılmadığı takdirde çok ciddi çevresel sorunlar yaratmaktadır [68].

Kullanım yerinin risk derecesine uygun emprenye yapmak emprenye maddelerinin zararlı etkilerini kısmen azaltabilmektedir. Suyla direk teması olmayan yerlerde, örneğin yapılarda, zehirli etkisi çok yüksek kimyasallar yerine daha çevreci kimyasallar kullanılmalıdır.

3.4. Dış Faktörlerin Ahşap Malzemede Yaptığı Bozunum (Degradasyon)

Uygun koruma sağlandığında ahşap yüzyıllar boyunca dayanabilir. Örneğin, milattan 1400 yıl önce yaşayan Mısır Firavunun mezarındaki ahşap eşyalar hiç bozulmadan sağlam kaldıkları görülmektedir. Kastamonu yöresinde 13. yüz yıllardan kalma bir caminin ahşap elemanları hasarsız kalmayı başarmıştır [69].

3.4.1. Dış ortam faktörleri

Dış ortamda oduna zarar veren birtakım etkiler vardır. Bunlar odun yüzeyini bozundurun ve önemli değişimler oluşturlar. Aynı zamanda yıllar boyunca yeni hava faktörleri ortaya çıkar ve atmosferik kirlenmeden dolayı zayıflayan ozon tabakasından zararlı UV ışınları gibi maddeler geçer ve hava kirliliğinin de etkisi ile sülfüriksit ve nitrojen dioksit

meydana gelir. Hava faktörleri genel olarak nem, ışık, asit tortusu ve sıcaklık olarak kabul edilir [70].

Sıcaklık artışı fotokimyasal ve oksitasyona bağlı reaksiyonları artırır. Absorbe edilen suyun donması da çatlamaya neden olabilmektedir. Rüzgâr kum ve çamur gibi faktörlerin neden olduğu aşınma ve mekanik etkiler yüzey bozunmasına önemli ölçüde etkileyebilmektedir [71].

Odundaki asıl bozunma ışık oksidasyonu ile olandır. Çünkü fotokimyasal reaksiyonunun görülebilmesinden önce ışık absorpsiyonu zorunludur [72].

3.4.2. Ahşap malzemenin biyotik faktörler tarafından bozundurulması

Ağaç malzemenin dayanıklılığı, diri odun ve öz odun oranına da bağlıdır. Genel olarak öz odun içerdiği ekstraktif maddelerden dolayı mantar ve böceklerle karşı diri odundan daha dayanıklıdır [73, 44]. Bununla birlikte; ağaç malzemedan rasyonel bir şekilde faydalanma ancak modern koruma metotlarının uygulanması ile kullanım süresinin mümkün olan en yüksek sınırına ulaşması suretiyle gerçekleştirilebilir. Böylece, bir memlekette ağaç malzemenin emprenye edilerek kullanılması üretim ve tüketim arasındaki münasebeti ayarlama ve yıllık tüketim miktarını azaltması dolayısıyla ekonomik bakımdan çok önemlidir. Ahşabın korunması modern tekinler ve uygun maddenin kullanılmasıyla mümkün olmakta, kullanım süresi önemli miktarda uzatılabilmektedir [74].

3.5. Araştırmada Kullanılan Emprenye Maddelerinin Tanıtımı

3.5.1. Doğal emprenye maddeleri

Tanenler çeşitli renklerde ilginç kokusu ve buruk bir tadı olan amorf toz şeklindedir. Tanenler alkaloid, jelâtin ve diğer proteinlerle çökelme reaksiyonları verebilen doğal fenolik maddelerdir [17].

Tanenler bitki âleminde geniş bir dağılıma sahip, suda çözünen karmaşık organik bileşikler olup, farklı hoş kokulu yapıların karışımından meydana gelen çoğu glikozitleşmiş maddelerdir. Hemen hemen bütün bitkiler veya ağaçlar değişik tanen formlarını içerirler.

Tanenler erimiş olarak hücre içerisinde, amorf yapıda tanecikler ya da farklı büyüklükte kümeler halinde stoplazmaya yayılmış durumda bulunurlar. Bazı hallerde hücre çeperine de nüfuz edebilir. Tanenlere bitkilerin değişik dokularında rastlamak mümkündür. Özellikle koruyucu dokulardan mantarlarda fazla miktarda tanen bulunmaktadır [75].

Tanenler birçok ağacın (ceviz, meşe, kestane, çam) kabuğunda, meyve ve yapraklarında bulunmaktadır. Tanenler odunu mantar enfeksiyonuna karşı koruyucu özelliğindedir [76].

Doğada tanenler; Kestane ve Meşe odunu, Sumak, Divi-Divi, Myrobalan, Trillo, Valonea gibi bitkilerin farklı türlerinde orijinine, kimyasına, molekül ağırlığına bağlı olarak farklı oranlarda bulunurlar. Tanen üretiminin artması bitkinin hastalığı ile ilgili olabilmektedir. Bu yüzden; bitkideki birçok tanenin biyolojik rolünün böcek, mantar ve hayvan zararlılara karşı koruma ile ilişkili olduğu düşünülmektedir [17].

3.5.2. Tanenlerin kullanım alanları

Tanenlerin çeşitli kullanım alanları mevcuttur. Sepi maddesi olarak dericilikte, ilaç ve tekstil endüstrisinde boyar madde olarak, gıda endüstrisinde arıtıcı olarak, petrol sanayinde inceltici olarak ve tutkal sanayinde, boya ve mürekkep üretiminde de kullanılmaktadır [17].

Günümüzde de tanenlerin kullanım alanları oldukça genişdir. Örneğin; deri ve boya endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca, şarap ve biranın berraklaştırılmasında da tanenlerden sıklıkla yararlanılmaktadır [77, 78].

3.5.3 Cevizin üretimi ve tanen bakımından incelenmesi

Tanenli madde ihtiva eden bitkiler, bitki dünyasında fazlaca yayılmış bir durumdadır. Birçok familyada olan, bitkilerin çeşitli kısımlarında tanenli maddeler bulunmaktadır. Tanenin en çok toplanmış olduğu yer bitkinin kabuklarıdır. Buna karşılık yapraklar nadir olarak fazla miktarda tanen ihtiva ederler. Sayıları az bazı ağaçların odunları da keza tanence zengindir [79].

Ceviz

Cevizin kabuklarında Juglan isimli bir boyar madde vardır. Bu boyar madde izosiklik bileşikler grubundan naftakinon boyar madde grubuna girer. Bitkilerde bulunan naftakinon boyar maddelerin destinasyonuyla naftalin elde edilir. Ceviz protein elyafı direkt boyayabilme özelliğine sahiptir.

Cevizin meyvesi tarımsal hammadde olarak kullanılır. Yeşil cevizin, yaprakları, ağaç kabukları, kökleri, meyve kabukları, meyveleri ve çiçekleri ise eczacılıkta ve kozmetik endüstrisinde kullanılır [80, 81].

Meyvesi ve ahşabı kıymetli olan ceviz ağacının 21 türü bulunmaktadır. Bunların en yaygın olanları ülkemizde de yetiştirilen Adi ceviz (*Juglans regia*) ve memleketi kuzey Amerika olan Karaceviz (*Juglans nigra*)'dır. Adi ceviz hem meyvesi hem de kerestesi için yetiştirilirken, karaceviz daha çok kerestecilik için tercih edilmektedir. Bunun nedeni, karacevizin oldukça sert ve kaliteli bir odunu olması ancak meyvenin ahşap kabuğunun kırılmasının da aynı nedenlerle zor olmasındandır.

Ceviz yetiştiriciliği, ülkemizin de bulunduğu Güneydoğu Avrupa'dan, Japonya'ya; Kanada'dan Arjantin'e kadar dünyanın pek çok bölgesinde yapılmaktadır. Ancak ceviz ağacının hemen hemen her tarafında bulunan ve juglon adı verilen bir madde, toprağa karıştığında diğer bitkilerin gelişmesini engellemektedir. Bu nedenle, peyzaj amaçlı ceviz yetiştiriciliğinde park ve bahçelerdeki diğer türler bu maddeye dayanıklı olduğu bilinenler arasından seçilmelidir [82].

Cevizin Dünya'da üretimi

Ceviz ağacının ekolojik koşullara yüksek uyum kabiliyeti nedeniyle doğal yetişme alanı, Karpat dağlarından Türkiye, İran, Afganistan, Güney Rusya ve Hindistan'a kadar uzanan geniş bir bölgeyi kapsamaktadır [83].

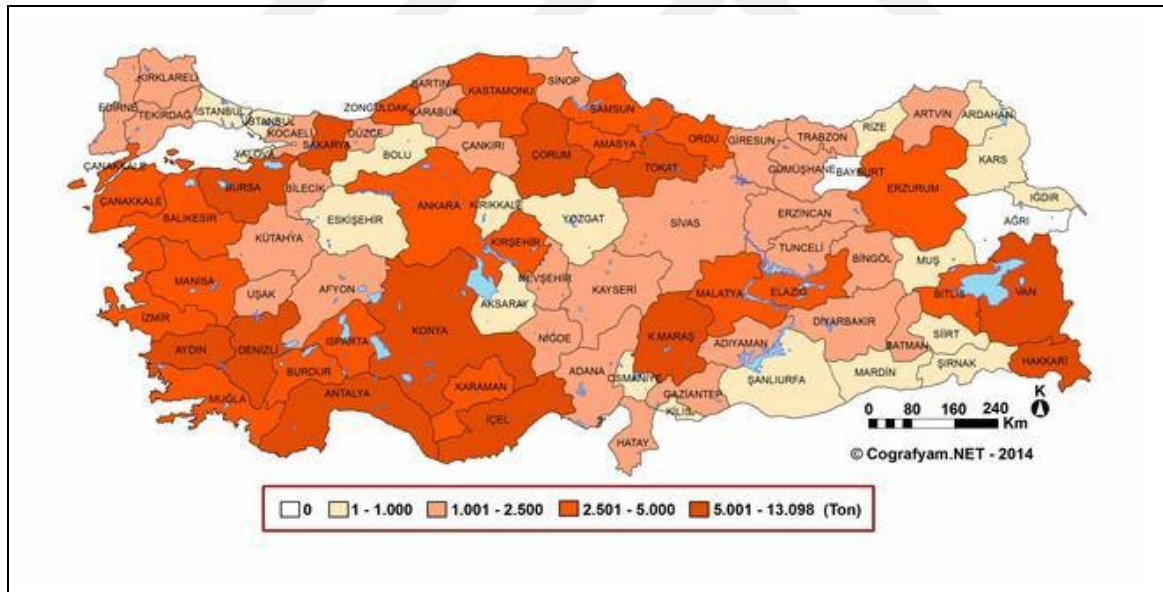
Ceviz, FAO 2016 yılı verilerine göre sert kabuklu meyveler içerisinde dünyada alan olarak % 24'lük pay ile ilk üç sırada yer almakta olup, üretim miktarı bakımından ise % 34'lük

pay ile ilk sıradadır. Üretim miktarı olarak daha sonra sırasıyla % 29 ile badem, % 21 ile kestane, % 10 ile antepfıstığı ve % 6 ile fındık yer almaktadır [84].

Dünyada en çok yetiştirilen sert kabuklu meyve türleri içinde 2017 yılı verilerine göre 3.829.626 ton ile ceviz ilk sırada yer alırken 2.239.697 ton ile badem ikinci sırada yer almaktadır [85].

Cevizin Türkiye’de üretimi

Ceviz, iklim koşullarının uygunluğu nedeniyle ülkemizin tüm tarım bölgelerinde yetiştirilmektedir. Bu yüzden ki Anadolu coğrafyasının tamamı bir ceviz bahçesi olarak nitelendirilebilir. Son 25 yıllık süreçte bölgeler bazında üretimde artış görülmektedir. 2013 yılı verilerine göre ceviz üretiminde Akdeniz Bölgesi başta olmak üzere Ortadoğu Anadolu, Batı Karadeniz ve Ege Bölgeleri öne çıkmaktadır [86].



Harita 3.4. Türkiye’deki ceviz üretim alanlarının gösterimi [94]

Ceviz kabuğu

Dünyada önemli ceviz üreticisi ülkeler Çin, Amerika Birleşik Devletleri, İran ve Türkiye’dir. Ülkemiz dünya ceviz üretiminde A.B.D. ve Çin'den sonra üçüncü sırada olup, İspanya, İran, Portekiz ve Hindistan diğer önemli üretici ülkeler arasında yer almaktadır. [87].

Ceviz üretiminin yıllık ortalama 120.000 ton ve toplam ceviz ağacı sayısının yaklaşık 5,5 milyon civarında olduğu ülkemizde, ceviz kabuk biokütlesi azımsanmayacak miktarlardadır (Çizelge 3.4). Bu biokütlenin enerjiye kazandırılmasında değişik enerji dönüşüm yöntemleri kullanılabilir. Bu çalışmada, Türkiye’deki ceviz kabuğu materyallerinin yıllar itibarıyla ve tarım bölgeleri bazında ortalama değerleri ve diğer enerji kaynaklarına eşdeğer karşılıkları belirlenmiştir. Biokütlenin enerjiye dönüştürülmesinde uygulanan yöntemler açıklanmıştır [88]. Ceviz kabuğu ve yaprağının görüntüsü Resim 3.1.’de verilmiştir.



Resim 3.1. Ceviz kabuğu ve yaprağı

Çizelge 3.4. Türkiye’de 1995-2003 yılları arasında ceviz ve ceviz kabuk miktarı [88]

Yıl	Üretim (ton)	Kabuk miktarı (bin ton)
1995	110 000	55
1997	115 000	57,5
1999	120 000	60
2001	116 000	58
2003	130 000	65

Cevizin yaprakları ve meyve kabuğundan boya maddesi üretilir [89]. Tarihte birçok medeniyet ceviz bitkisini tanımakta ve boyar madde olarak kullanmaktaydı. Ceviz bitkisinin boyacılıkta lifleri renklendirici özelliği, tüm ülkelerin tanınmasını ve ticaretini yapmalarını sağladı [90].

Ceviz taneni özellikleri

Ceviz meyvesinin yeşil kabuğu ve yapraklarında boyama özelliğine sahip tanende, uçucu yağ ve juglon adlı madde bulunmaktadır [89]. Cevizdeki allelopatik etki, normalde toksik olmayan, renksiz, yapraklarda, sürgünlerde, meyvenin yeşil kabuğunda ve köklerde sentezlenen hidrojuglon isimli allelokimyasalın; hava veya toprakla temas ettiğinde oksitlenerek zehirli bir formu olan juglon'a (5-hydroxy-1,4-naphthalenedione) dönüşmesiyle ortaya çıkmaktadır [91].

Bitkisel tanenleri iki başlık altında toplanır.

1. Hidroliz olabilen tanenler: Asit fenollerin ozlarla yaptıkları esterlerdir.
2. Hidrolize olmayan tanenler (kondanse tanenler, proantosiyanidinler)

Hidroliz olabilen tanenler ise 2 başlık altında incelenir.

- Gallo tanenler
- Elaji tanenler

Ceviz taneninin de içinde yer aldığı gallo-tanenler, gallik asit ve digallik asidin ozlarla yaptığı esterlerdir. Buradaki oz genellikle glukoz'dur (Hamamelis türlerinin taneninde bulunan hamameloz, riboz türevi bir ozdur) [92].

Tanenler, bitki metabolizmasından gelen suda çözünebilen polifenollerin karmaşık bir grubudur. Antioksidan etkilerinin E vitamini düzeyinde olduğu bulunmuştur [93].

Prado ve ark. (2009), 2006 yılında hasat edilen bazı pıkan cevizi varyetelerine (Barton, Shoshone, Shawnee, Choctaw ve Cape Fear) ait kabukları harmanlayarak elde ettikleri karışımlarda antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar elde ettikleri ortalama değerler bakımından; kuru ekstrakt miktarını 23 ± 5 g/100 g, toplam fenolik düzeyini 138 ± 26 mg GAE(Gallik asit cinsinden eşdeğeri)/g, kondanse tanen miktarını 43 ± 7 mg CE (Kateşin eşdeğeri)/g ve antioksidan kapasitesini (ABTS = radikal katyon) 1404 ± 330 μ mol TEAK (Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite)/g olarak bildirmişlerdir [94].

Ceviz taneni bileşiği uçucu yağların, uçuculuk, hidrofobiklik, anti bakteriyel, antiviral ve antifungal özelliklere sahip olduğu rapor edilmiştir. Bammi ve arkadaşları, beş ayrı uçucu

yağ ile yapmış oldukları bir çalışmada bu uçucu yağların Epstein-Barr virüsü (EBV) üzerinde etki gösterdiğini tespit etmişlerdir [95].

Ceviz taneni ve bileşiğindeki uçucu yağların en çok rapor edilen özellikleri antimikrobiyal olmalarıdır [96].

3.5.4. Doğal çam ve meşe taneni özellikleri

Tanen sözcüğü ile ifade edilen bileşikler, ham hayvan derisinin tanenlenmesi (sepilenmesi) ve normal deriye dönüştürülmesi üzerine etki etmeleri nedeniyle bu isimle adlandırılmıştır. Derinin işlenmesi sırasında hayvan derisinde bulunan protein, tanen ile etkilenerek çöker. Eski Avrupa insanların dili olan Keltçe’de (Celtic) tanen sözcüğü meşe anlamına geliyordu. Bilindiği gibi meşeler, deri üretiminde kullanılan taneni içeren en önemli kaynaklardır [97].

Tanenler bitki âleminde geniş bir dağılıma sahip, suda çözünen kompleks organik bileşikler olup, farklı aromatik yapıların karışımından meydana gelen çoğu glikozitleşmiş maddelerdir. Hemen hemen bütün bitkiler veya ağaçlar değişik tanen formlarını içerirler. Tanenler erimiş olarak hücre içerisinde, amorf yapıda tanecikler ya da farklı büyüklükte kümeler halinde stoplazmaya yayılmış durumda bulunurlar. Bazı hallerde hücre çeperine de nüfuz edebilir. Tanenlere bitkilerin değişik dokularında rastlamak mümkündür. Özellikle koruyucu dokulardan mantarlarda fazla miktarda tanen bulunmaktadır [75].

Meşe, ladin ve çam kabuklarından sepi maddesi elde etmek mümkündür. Sepileme işleminde sentetik maddeler ve büyük bir çoğunlukla bitkisel sepi maddeleri kullanılmaktadır. Ayrıca ağaçların yaprak ve meyvelerinden de sepi maddesi elde edilmektedir [98].

Ceviz kabuğunun sepi maddesi olarak kullanılmasında içeriğindeki tanenin etkisi önemli bulunmaktadır. Özellikle sepilemede doğrudan öğütülmüş kabuk unları ya da ekstraktlar kullanılmaktadır (Resim 3.2).



Resim 3.2. Doğal reçine maddesi

Deri imalinde sepileme işlemi sırasında, deri proteininin (kollagen) doğal yapısı bozulmaktadır ve pek çok çapraz bağların teşkili ile suda çözünmez hale getirilmektedir. Bu şekilde derinin şişme kabiliyeti kuvvetli ölçüde azaltılmış olmaktadır. Böylece deri suya karşı dayanıklılık kazanmış olmaktadır. Diğer taraftan bu ağ şeklinde bağların oluşumu ile protein moleküllerinin birbirlerine bağlanması sonucu yüksek bir yırtılma ve kopma direnci elde edilmiş olur. Bu çapraz bağların oluşumu polifenoller olarak adlandırabileceğimiz tanenler tarafından sağlanmakta ve bunlar aynı zamanda birkaç protein molekülü bağlar meydana getirmektedir. Bu polifenoller suda çözünmezler ve kolayca teşhislerini yapmak mümkündür [99].

Hayvan derisinin ayakkabı, giyim eşyası gibi alanlarda kullanılabilmesi için sepilenmesi gerekmektedir. Meşe kabuğunun öğütülerek un halinde ham derilerin üzerine serpilmesi, hendekler içerisine istif edildikten sonra üzerlerine su dökülmesi suretiyle sepileme işlemine tabi tutulmaktaydı. Bu sırada sepi maddesi derinin içindeki su ile şişmiş ve gevşemiş tutkallı maddeleri deriye bağlayarak onu daha dirençli, eğilebilir bir materyal haline getirmektedir. Bu işlem sayesinde deri daha iyi bir yapıya sahip olur. Bu ekstraktlardan çeşitli konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanarak çeşitli orijin ve kalınlıktaki derilerin sepilenmesi mümkün olabilmektedir [100].

3.6. Desmodur-VTKA Tutkalı (D-VTKA)

Bu çalışmada Poliüretan (D-VTKA) tutkalı kullanılmıştır. D-VTKA tutkalı, kondenzasyon polimerleri sınıfındandır. Bundan dolayı suya ve neme dayanıklı, çözücü içermeyen tek komponentli poliüretan tip aktif maddeli bir tutkaldır.

D-VTKA tutkalı; ahşap, metal, polyester, taş, seramik, PVC ve diğer plastik yüzlerin birbirine bağlanmasında iyi sonuç verir. Su ve havanın rutubetine karşı dayanıklılığı yönünden, özellikle deniz ve göl araçları ile binaların dış aksamalarının montaj ve onarımında kullanılır. Oda sıcaklığı 3000-5000 psi' de (204-340 atm) gevşeme elde edilir. Fakat makaslama dayanımı presleme durumuna göre değişir. Poliüretan tutkalının kohezyon gücü adezyon gücünden daha iyidir. Yapıştırma esnasında tutkal katmanının kalınlığı 2-6 mils=0,05 mm ile 0,15 mm arasında değişir. Makaslama dayanımı 8000 psi (544 atm)'de 423 F'de (-217 °C) gevşeyecektir. Fakat yüksek ısılarda tahmini olarak 250 F'de (121,11 °C) gevşeyecektir. İşlenmesi zordur ve şok darbelere karşı çok iyi dayanım gösterir. Yüksek sıcaklığa karşı dayanıklı değildir [100].

Poliüretan esaslı Desmodur VTKA tutkalı çift bağlı alkolden ve uygun isosiyanattan üretilir. Kohezyon ve adhezyon kuvvetleri çok güçlüdür. Asitlere, yağlara, kaynar suya ve mikroorganizmalara karşı dayanıklı bir tutkal türüdür. Oda sıcaklığında (20 °C) sertleşme süresi 60 dakikadır. Tutkal reaksiyonunu tamamladığında, hacminin yaklaşık yirmi katı oranında genişmekte ve tutkal katında çekme olmamaktadır. Sıcaklık artışı, sertleşme süresini kısaltmaktadır. 60°C'nin üstündeki sıcaklıklarda preslenmesi tavsiye edilmemektedir. Çünkü bu sıcaklığın üzerine çıkıldığında ortama insan sağlığına zararlı gazlar salgılamaktadır [74].

Tek bileşenli, poliüretan esaslı bir yapıştırıcıdır. Rutubete karşı dayanıklı; çözücü içermeyen; tahta, metal, polyester, taş, seramik, PVC ve diğer plastik yüzlerin birbirine yapıştırılmasında iyi sonuç verir. Rutubete dayanıklı olması nedeniyle özellikle deniz araçları, dış cephe metal ve ahşap mantolama ve onarımında kullanılır. Nemlendikçe güçlenen bir tutkaldır.

Poliüretan yapıştırıcılar su ile reaksiyona girdiklerinden uygulama anında gaz açığa çıkarmaları nedeniyle problem olmaktadır. Bu sistemde katalizörün reçine içinde dağılması

için sıcak karıştırılması gerekir. Reçineye karıştırılan katalizör reçinenin etkisini değiştirdiği için son karıştırma işleminde dikkatli olunmalı, kontrol edilmeli ve gaz açığa çıkartılmasından sonra kullanılmalıdır.

- *Yüzey hazırlama*; Yapıştırılacak yüzeyler zımparalanmış olmalı ve yağlardan arındırılmalıdır. Kurumuş satırların hafifçe nemlendirilmesi, tutkalın sertleşme hızını arttıracaktır.
- *Uygulama şekli*; Yüzeyin emici olan tarafına sürülür. Yapıştırılacak yüzeyler 20°C'de, %50 nemle, 30 dakika veya ahşabın kendi nemi ile 40 dakika preste tutulmalıdır. Püskürtme olarak kullanılmak istendiğinde, tiner ile istenilen akışkanlığa getirilerek uygulanır.
- *İnceltme / Karışım Oranı*; Kullanıma hazırdır, inceltilmeden ambalaj viskozitesinde (3300-4000 cps) kullanılır.
- *Kuruma Süresi*; (20°C sıcaklıkta, %50 bağıl nem oranında) Kurumasını 30 dakikada veya ağacın kendi nemi ile preste 40 dakikada tamamlar.
- *Depolama Şartları*; Doğrudan güneş ışığı almayan, ağzı kapalı ambalajlarda, serin yerde depolanmalıdır. Kullanılmadığında ambalajının ağzı kapalı tutulmalıdır [74].



4. MALZEME VE YÖNTEM

4.1. Malzeme

4.1.1. Ahşap malzeme

Bu çalışmada, mobilya ve dekorasyon endüstrisinde özellikle de dış ortam şartlarına dayanıklı olan ve teras, bahçe mobilyası yapımında sıklıkla kullanılan iğne yapraklı ağaçlardan Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), yayvan yapraklı ağaçlardan Sapsız meşe (*Quercus petrea L.*) odunları kullanılmıştır.

4.1.2. Modifikasyon/emprenye maddesinin bileşimi

Modifikasyon maddesi tanen çözeltileri ceviz, meşe ve çam ağaç kabukları, bunların meyve kabukları ve yapraklardan ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiştir. Ekstraksiyon sırasında ortaya çıkan diğer bir ahşap bileşiği olan uçucu yağlar tanen maddesinin rutubete karşı koruyuculuğunu artıran madde olduğundan tekrar çözeltinin içine katılmıştır. Ayrıca bu çözeltinin içerisine % 10 oranında kaya tuzu katılarak tanen maddesinin ahşap hücre çeperlerine tutunma gücünü artırması sağlanmıştır.

Araştırmada 4 düzey örnek kullanılmıştır. (Çizelge 4.1) Bunlar Kontrol, A, B ve C düzeyi olarak tanımlanmıştır. Kontrol düzeyi örnekler; hiçbir işlem görmemiş Sarıçam ve Sapsız meşe odunu örnekleridir. A düzeyi örnekler; işlem görmemiş ve bir yıl süreyle dış ortam şartlarında bekletilmiş örneklerdir. B düzeyi örnekler; %100 doğal ceviz taneni çözeltisi ile modifiye edilmiş (emprenye) örneklerdir. C düzeyi örnekler ise; %50 doğal ceviz taneni çözeltisi + %50 çam ve meşe taneni (çam örnekleri çam taneni ekstraktı, meşe örnekleri meşe taneni ekstraktı) ekstraktı karışımı ile emprenye edilmiş örneklerdir.

Koruyucu çözeltilerin pH: 5,5-7, yoğunluğu: 1,02-1,2 g/cm³ ve viskozitesi 8-12 s/D4 cup arasında (20±2⁰C) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Numunelere ait uygulama detayları

	Kontrol	A Düzey	B Düzey	C Düzey
Doğal Yaşlandırma	-	Yapıldı	Yapıldı	Yapıldı
Uygulanan Emprenye maddesi	-	-	%100 doğal ceviz taneni çözeltisi	%50 doğal ceviz taneni çözeltisi + %50 çam ve meşe taneni

Doğal meşe ve çam taneni endüstriyel olarak üretilmiş toz halindeki tanen minerallerinin suda çözülmüş hali ve doğal ceviz taneni ise ceviz kabuğu ekstraksiyonu sırasında ortaya çıkan çözülmüş reçinenin eşit miktarlarda bileşiminden oluşmuştur. Ahşap örnekler B ve C düzeyinde doğal koruyucu modifikasyon işlemi yukarıda tanımlanan karışımlar hazırlanarak gerçekleştirilmiştir.



Resim 4.1. Kullanılan emprenye maddeleri

4.1.3. Test cihazları

Hassas Terazî

Deneyde kullanılacak numunelerinin işlem öncesi ve işlem sonrası ağırlıklarının ölçümünde kullanılan hassas ölçüm cihazının teknik özellikleri Çizelge 4.2’de görseli ,se Resim 4.2’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Kullanılan hassas terazinin teknik özellikleri

Marka ve Model	Precisa XB 220A SCS
Kapasite	220 gr
Hassasiyet	0,0001 gr / 0,1 mg
Dara Alanı	220 g
Doğrusallık	$\pm 0,2$ mg
Cevap Süresi	10 sn
Ekran Tipi	FLD & LCD
Ebat W/D/H	210 x 340 x 345 mm
Kefe Yapısı	Cr-Ni Paslanmaz 80 mm dairesel
Kalibrasyon Tipi	Tam otomatik, dâhili zaman ayarlı kalibrasyon
Rüzgârlık	260 mm, 3 Farklı yönden sürgülü ve kapaklı



Resim 4.2. Precisa XB 220A SCS marka hassas terazi görüntüsü

Dijital Kumpas

Deney numunelerinin standartlarda belirlenen ölçülerde hazırlanması ve boyutsal değişimlerin izlenmesinde kullanılan dijital kumpas cihazının teknik özellikleri Çizelge 4.3’ de verilmektedir.

Çizelge 4.3. Dijital kumpas teknik özellikleri

Marka ve Model	Ölçüm aralığı	Çözünürlük	Doğruluk	Maksimum ölçüm hızı
AEK-Tech Paslanmaz Çelik Dijital Kumpas	0-150 mm	0,01 mm	+ - 0,02 mm (100-200mm)	1,5m/sn

İklimlendirme Kabini (Klimatik Test Kabini / İD 300)

Deney numuneleri 20 derece sıcaklık (± 2 derece) ve %65 nispi nem (± 5) şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar iklimlendirme cihazında bekletilmişlerdir. Bu şartlarda deney örneklerinin % 10–12 nem değerlerine kadar kurutulmasında kullanılan iklimlendirme cihazının görseli Resim 4.3’ de, teknik özellikleri Çizelge 4.4’ de belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. İklimlendirme kabini teknik özellikleri

Marka ve Model	Klimatik Test Kabini / İD 300
Hücre hacmi	290 litre
Çalışma sıcaklığı sınırları	-40°C / +150°C (Ortam sıcaklığı maksimum 22°C iken)
Çalışma nem sınırları	%15 / %98 (10°C ile 90°C arasında)
İç Ebat W/D/H	605 x 625 x 785 mm
Dış Ebat W/D/H	950 x 1540 x 1650 mm
İç yüzey yapısı:	Paslanmaz çelik



Resim 4.3. İklimlendirme kabini (Klimatik Test Kabini / İD 300)

Elektron mikroskobu

SOIF BK5000-TR/L Trinoküler (Laboratuvar Araştırma Mikroskobu): Çalışmada kullanılan mikroskop piyasadan temin edilmiştir. Araştırma mikroskobu IOS teknolojisi görüntüleme özelliğine sahiptir. Görüntülemede kullanılan taramalı elektron mikroskobuna ait teknik bilgiler Çizelge 4.5’ de görüntüsü ise Resim 4.4’ de sunulmaktadır.

Çizelge 4.5. Elektron mikroskobu teknik özellikleri

Trinoküler Laboratuvar Mikroskobu	Teknik Özellikleri
Okülerler	WF.10x 20 mm
Kafa Tipi	Trinoküler Başlık
Görünen Alan	Geniş Saha
Objektifler	PL 4x, 10x, 40x, 100x
Objektif Yapısı	IOS LED Plan Achromat
Objektif Revolveri	Sonsuz Dönüslü 4 Objektif Yuvalı
Şaryo	Tabla Boyutları; 120x132 mm
Aydınlatma	LED Aydınlatma
Obsiyonel Aksesuarlar	Görüntü Transfer Sistemi
Toplam Büyütme	40x-1000x



Resim 4.4. Elektron mikroskobu

Desikatör:

Deney numunelerinin iklimlendirme cihazında kurutulduktan sonra nemden uzak saklanmaları amacı ile kullanılmıştır.

Üniversal test cihazı (5969 Çift Kolonlu Masaüstü Test Sistemleri Instron):

Deney numunelerine uygulanan tüm mekanik testler Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi laboratuvarında bulunan Üniversal test cihazı (5969 Instron) ile uygulanmıştır. Cihaza ait teknik özellikler Çizelge 4.6’da görüntüsü ise Resim 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Test cihazı teknik özellikleri

Özellikler	5969 Instron
Yük Kapasitesi	Yük hücresinin 1/500’üne kadar $\pm\%0.5$ okuma hassasiyeti (2580 Serisi yük hücreleri)
Test hızı	Modele göre 0.001 - 3000 mm/min (0.00004 -120 in/min) aralığında değişen hız
Yapılan Testler	Çekme, Basma, 3-4 nokta eğme (Binlerce opsiyonel çene ve fikstür)



Resim 4.5. Test cihazı

4.1.4. Tutkal

Bu çalışmada Poliüretan (D-VTKA) tutkalı kullanılmış ve bu tutkal Ankara Mobilyacılar Sitesinden temin edilmiştir.

4.2. Yöntem

4.2.1. Uygulan ölçüm, deneyler ve standartlar

Çam ve Sapsız meşe odun türlerinden açık hava koşullarında bir yıl süre ile bekletilecek her bir test için 10'ar adet olmak üzere toplamda 576 adet deney örneği hazırlanmış, bu örneklerden bir kısmı (kontrol örnekleri hariç) doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilmiştir. Bu araştırmada kullanılacak deney örneklerinin boyutları, uyulan standart numarası ve adetleri Çizelge 4.7.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Standart numaraları, deney numuneleri boyut ve adetleri

İşlem/Düzye	Fiziksel ve Mekanik Özellikler	Adet	Boyutlar (mm)	Standart No
Yaşlandırılmamış /Kontrol	Yoğunluk	10	20X20X30	TS 2472/TS 2471
	Mikroskobik görüntü	2	20X20X20	-
	Boyutsal kararlılık	10	15X30X30	TS 2471
	Çarpılma (Şekil Bozukluğu)	10	19X200X300	TS EN 1309-3: 2018
	Eğilme direnci ve EMO	10	20X20X360	TSEN310/TS2474-478
	Sertlik	10 tek yüz	20X50X50	TS 2479
	Yapışma direnci	10	20X20X150	TS EN 205: 2017
	Vida tutma	10	20X50X50	TS EN 320: 2011
Yaşlandırılmış /(A Düzye)	Yoğunluk	10	20X20X30	TS 2472/TS 2471
	Mikroskobik görüntü	2	20X20X20	-
	Boyutsal kararlılık	10	15X30X30	TS 2471
	Çarpılma (Şekil Bozukluğu)	10	19X200X300	TS EN 1309-3: 2018
	Eğilme direnci ve EMO	10	20X20X360	TSEN310/TS2474-478
	Sertlik	10 tek yüz	20X50X50	TS 2479
	Yapışma direnci	10	20X20X150	TS EN 205: 2017
	Vida tutma	10	20X50X50	TS EN 320: 2011
Yaşlandırılmış /B Düzye	Yoğunluk	10	20X20X30	TS 2472/TS 2471
	Mikroskobik görüntü	2	20X20X20	-
	Boyutsal kararlılık	10	15X30X30	TS 2471

Çizelge 4.7. (devamı) Standart numaraları, deney numuneleri boyut ve adetleri

	Çarpılma (Şekil Bozukluğu)	10	19X200X300	TS EN 1309-3: 2018
	Eğilme direnci ve EMO	10	20X20X360	TSEN310/TS2474-478
	Sertlik	10 tek yüz	20X50X50	TS 2479
	Yapışma direnci	10	20X20X150	TS EN 205: 2017
	Vida tutma	10	20X50X50	TS EN 320: 2011
Yaşlandırılmış /C Düzey	Yoğunluk	10	20X20X30	TS 2472/TS 2471
	Mikroskopik görüntü	2	20X20X20	-
	Boyutsal kararlılık	10	15X30X30	TS 2471
	Çarpılma (Şekil Bozukluğu)	10	19X200X300	TS EN 1309-3: 2018
	Eğilme direnci ve EMO	10	20X20X360	TSEN310/TS2474-478
	Sertlik	10 tek yüz	20X50X50	TS 2479
	Yapışma direnci	10	20X20X150	TS EN 205: 2017
	Vida tutma	10	20X50X50	TS EN 320: 2011
GENEL TOPLAM		576		

4.2.2. Deney numunelerin hazırlanması

Deney numunelerin kesime hazırlanması

Sarıçam ve Sapsız meşe deney örnekleri Ankara Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Bölümü Ağaçışleri Laboratuvarlarında daire ve şerit testereler kullanılarak TS 2472, TS 2471, TS EN 1309: 2018, TS EN 310, TS 2479, TS EN 13354 ve TS EN 320: 2011 standartlarına uygun olarak kesilmiştir. Şekil bozukluğuna uğramamış örnekler deney örneği olarak ayrılmıştır. Deney örneklerinin uygulanacak işlem türüne göre özellikleri Çizelge 4.7' de verilmiştir.

Deney numunelerin iklimlendirilmesi

Deney numuneleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. (Resim 4.6) Bu şartlarda bekletilen numunelerin rutubeti $\% 10-12$ olarak ölçülmüş ve ağırlıkları $\pm 0,01$ g duyarlıklı analitik terazide tartılıp, değerler kaydedilmiştir [101].



Resim 4.6. Deney numunelerinin görünümü

Deney numunelerin ölçülmesi

Her bir ağaç türünden elde edilen numunelerin emprenye sonrasındaki retensiyon miktarlarının tespit edilebilmesi amacıyla emprenye işleminden önce her bir numune 1/1000 gram hassasiyetle tartılarak değerler kayıt altına alınmıştır. Emprenye işleminin ardından tam kuru ağırlığa ulaşan numunelerin boyutlarının yeniden ölçülmesi ile emprenye maddesi retensiyon miktarı ilk ağırlıkla karşılaştırılarak belirlenmiştir. (Resim 4.7)



Resim 4.7. Deney numunelerinin ölçüm çalışması

Modifikasyon (emprenye) işlemi

Modifikasyon işleminden önce tam kuru yoğunluk ve retensiyon tespiti yapılacak olan örneklerin ağırlıkları ± 0.01 g duyarlıklı analitik terazi ile tartıldıktan sonra 103 ± 2 °C sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Daha sonra desikatörde soğutularak tam kuru ağırlıkları ± 0.01 g duyarlıklı analitik terazi yardımıyla belirlenmiştir.

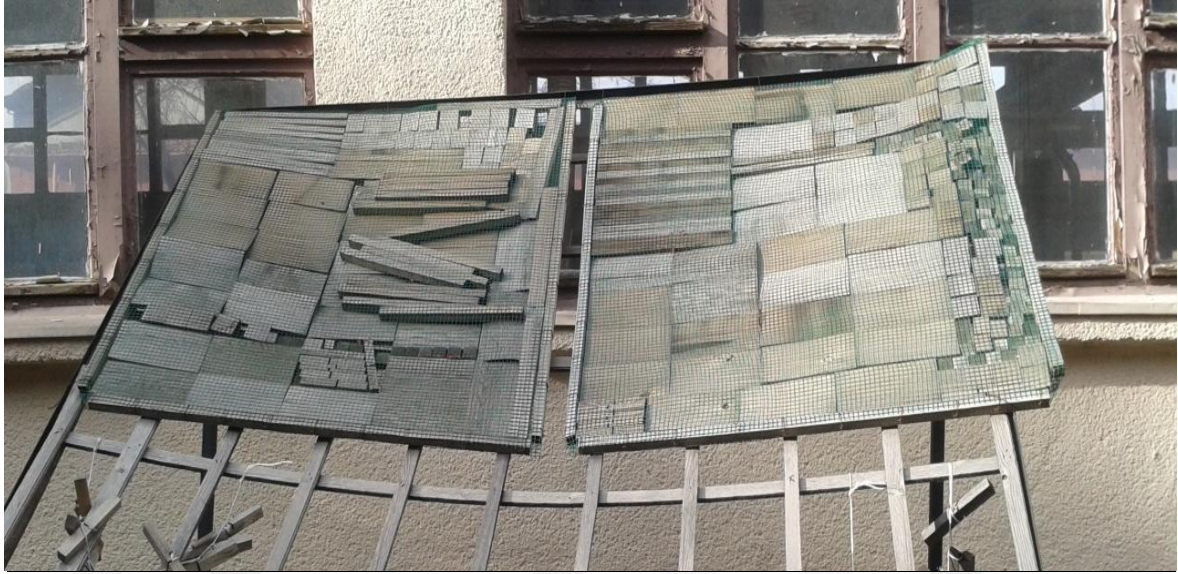
İşlem tüm numunelerin sığabileceği büyüklükte bir plastik kaptaki daldırma yöntemi ile uygulanmıştır. Numunelerin her noktasına eşit nüfus etmesi için çözelti üzerlerine nokta temaslı ağırlıklar konularak çözelti içerisinde 8 saat bekletilmiştir. Daha sonra çözelti içerisinde alınan örnekler kuru bir bez yardımıyla kurularak yüzeylerindeki akıntı halinde bulunan çözeltiler temizlenmiş ve her bir örnek münferit olarak kurumaya bırakılmıştır.

Tüm deney örnekleri harflerle kodlanmıştır. Her örneğin üzerine emprenye öncesinde kod harfi yazılmıştır. Böylece emprenye işlemi sonrasında örnekler üzerlerindeki kod ile doğru bir şekilde ayrılmıştır. Mevcut 3 düzey bulunmakta olup numunelerin üzerine Düzey kodu ve numune sayısı yazılmıştır (A1, A2, B1, B2, C1, C2 vb.). Vida tutma ve sertlik numuneleri üzerine ayrıca V ve S büyük harfleri ile not düşülmüştür.

Örnekler retensiyon ve tam kuru yoğunluk tespiti için ağırlıkları değişmez hale gelene kadar etüvde 65 °C' den kademeli olarak 105 °C' ye kadar sıcaklık yükseltip tam kuru ağırlıkları tespit edilmiştir

Doğal yaşlandırma yöntemi (dış ortamda bekletme)

Kontrol ve emprenyeli örnekler 01.04.2016 - 01.04.2017 tarihleri arasında 1 yıl süre kalmak üzere, ASTM G7 standardında belirtilen esaslara uygun olarak Ankara'da Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi alanı içerisinde yer alan açık hava koşullarında bekletilmiştir. Deney numuneleri yer zeminine 45° eğik konumda, yüzleri güneşe bakacak şekilde yerleştirilmiştir (Resim 4.8).

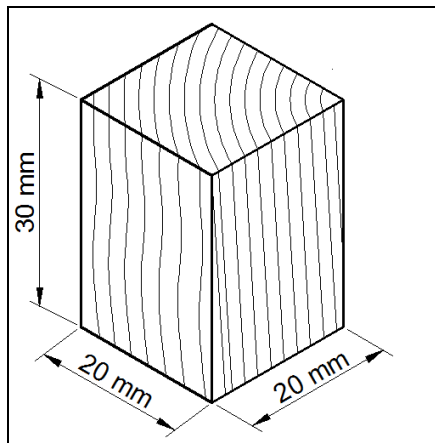


Resim 4.8. Dış ortam şartlarında 1 yıl süreyle bekletilen deney örneklerinin 45° eğik konumda standartlara yerleştirilmesi

4.2.3. Fiziksel özelliklerin belirlenmesi

Hava kuru ve tam kuru yoğunluğun belirlenmesi

Hava kuru ve tam kuru yoğunluk tayininde, TS 2471 [101] esaslarına göre 20x30x20 mm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Örneklerin hava kuru yoğunlukları TS 2472'e [102] uygun olarak belirlenmiştir. Buna göre; deney örneklerinin ağırlıkları (M12) 0,01 gr duyarlılık analitik terazide tartılmış, boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlılık kumpas ile ölçülerek hacimleri (V12) belirlenmiş ve daha sonra hava kuru haldeki yoğunluklar "Eş. 4.1" formülüne göre hesaplanmıştır. Deney örneği şekil 4.1' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Hava kuru ve tam kuru yoğunluk deney örneği (mm)

Tam kuru yoğunlukların belirlenmesinde, örnekler kurutma dolabında 103 ± 2 °C'de değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Bu durumda kurutma dolabından alınan örnekler desikatöre konularak soğumaları sağlanmış daha sonrada ağırlıkları ve üç yöndeki boyutları ölçülerek tam kuru yoğunlukları "Eş. 4.2" yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\delta_{12} = M_{12} / V_{12} \text{ g/cm}^3 \quad (4.1)$$

$$\delta_0 = M_0 / V_0 \text{ g/cm}^3 \quad (4.2)$$

Burada;

δ_{12} = Hava kurusu yoğunluk (g/cm^3)

M_{12} = Hava kurusu örnek ağırlığı (g)

V_{12} = Hava kurusu örnek hacmi (cm^3)

Burada;

δ_0 = Tam kuru yoğunluk değeri (g/cm^3)

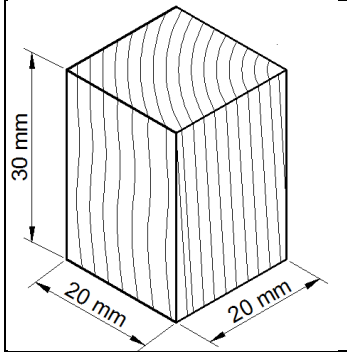
M_0 = Tam kuru ağırlık (gr)

V_0 = Tam kuru hacim (cm^3)

Rutubet miktarının belirlenmesi

Rutubetlerin belirlenmesi amacıyla TS 2471'e [101] göre örnek alınmıştır. Bu amaçla deneyleri gerçekleştirilen örneklerden rutubet tayini için eğilme direnci örneklerinde $20 \times 20 \times 30$ mm boyutlarında parçalar, makaslama numunelerinde makaslama düzleminde ayrılan parçalar kullanılarak ve basınç direnci için ise deney numuneleri kullanılarak rutubet kaybetmeden 0,01 gr hassasiyetle tartılmış ve 103 ± 2 °C sıcaklıkta tam kuru hale gelene kadar kurutulmuştur. Tam kuru hale gelen örnekler tekrar tartılarak "Eş. 4.3" formülü kullanılarak rutubetleri belirlenmiştir.

Çalışmanın amacı deneyler esnasında örneklerin göstermiş olduğu deformasyon miktarının ölçülmesini gerektirdiğinden ve rutubet tayini sonucunda direnç değerleri için tahvil işlemi yapılsa bile deformasyon miktarları için yapılamayacağından direnç değerlerine tahvil işlemi uygulanmamıştır. Dirençlerin karşılaştırmasında ise hava kurusu halde test edilen örneklerin değerleri %12 rutubete göre tahvil işlemi yapılarak düzenlenmiştir.



Şekil 4.2. Rutubet miktarını deney örneği

$$r = (M_R - M_0) / M_0 \times 100 \quad (4.3)$$

Burada;

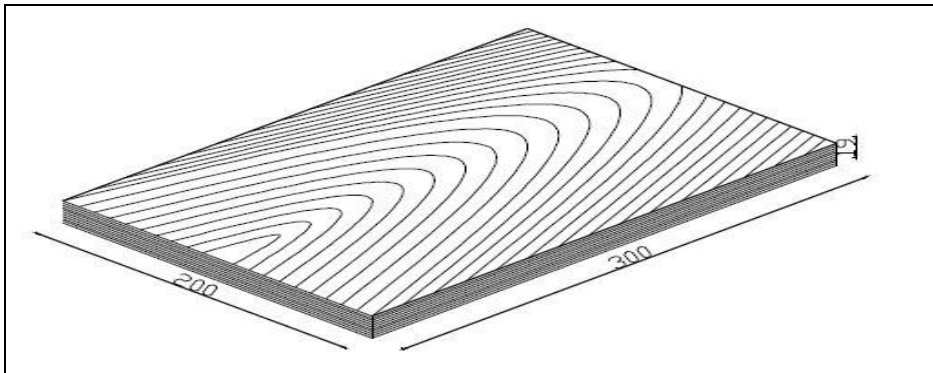
r: Rutubet miktarı (%)

M_R : Rutubeti r olan odunun ağırlığı (g)

M_0 : Numunenin tam kuru ağırlığı (g)

Şekil bozukluğunun (çarpılma/burulma) belirlenmesi

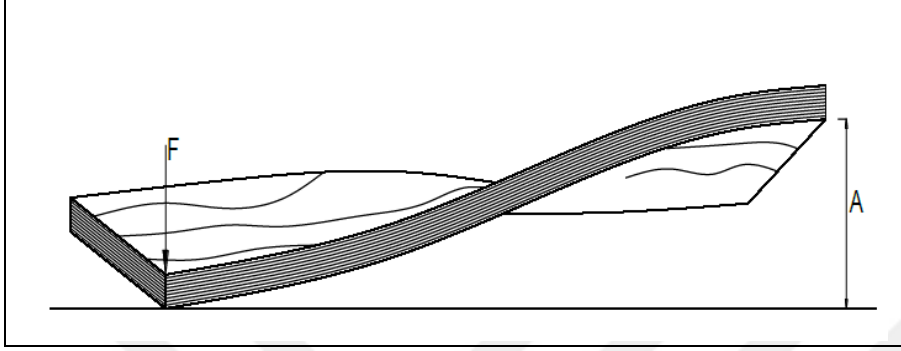
Şekil bozukluğunun ölçülmesinde TS EN 1309-3: 2018 [103] esas alınmıştır. Ağaç malzemelerden her ağaç ve işlem çeşidi için 19x200x300 mm boyutlarında deney örnekleri hazırlanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Şekil bozukluğu (çarpılma/burulma) tespiti örneği

Yaşlandırmanın ağaç malzemenin üç yönde farklı çalışması sebebiyle başlangıçta düzgün olan kenar, yüzey ve profillerde eğilme, burulma oluklaşma gibi şekil farklılaşmaları

oluşabilmektedir. Farklılaşmada ağaç türü, kullanılan emprenye maddesi gibi faktörler rol oynayabilir. Ölçümlerde levhalar bir çelik plaka üzerinde oturtularak bir referans noktaya göre en büyük çarpılma miktarı ± 0.01 hassasiyetli dijital kumpas ile belirlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Şekil bozukluklarının tespiti

4.2.4. Mekanik özelliklerin belirlenmesi

Eğilme direnci

Eğilme direncinin tayininde TS 2474 [51] esasları dikkate alınarak 20x20x360 mm ölçülerinde işlemsiz (kontrol) ve emprenyeli ahşap örnekler hazırlanmıştır (Şekil 4.5).

Deney numunelerinin boyutları 3 yönde 0,01 mm duyarlıkta ölçülür. Deney parçasının yerleştirildiği silindirik mesnetlerin merkezleri arasındaki uzaklık, deney parçasının kalınlığının 15 katı ($15 \times 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$) olacak şekilde ayarlanır. Yük deney parçasının merkezine değişmeyen hızla yeknesak olarak yüklenir. Deney hızı deney parçaları, yüklenmeye başladıktan $1,5 \pm 0,5$ dak. sonra kırılacak şekilde ayarlanır. Kırılma anındaki kuvvet ($F_{\max}$) kaydedilip eğilme direnci (σ_E) değerleri "Eş. 4.4" formülüne göre hesaplanır.

$$\sigma_E = (F_{\max} \times L_s) / (2 \times a \times b^2) \quad (4.4)$$

Burada;

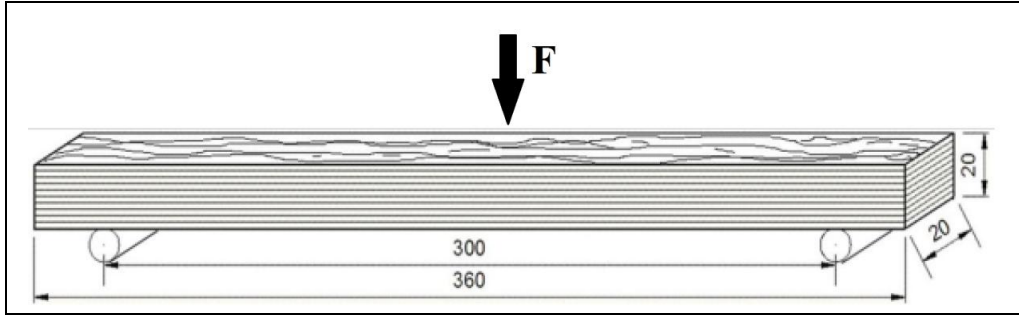
σ_E = Eğilme direnci (N/mm^2)

$F_{\max}$ = Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

L_s = Dayanak açıklığı (mm)

a = Örnek genişliği (mm)

b = Örnek kalınlığı (mm)



Şekil 4.5. Eğilme direnci deney örneği (mm)

Eğilmede elastikiyet modülü

Eğilmede elastikiyet modülünün (EMO) belirlenmesi TS EN 310 [104] ve TS 2478 [50] esaslarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı (ΔF) için örnekteki sehimler arasındaki fark (Δf) yardımı ile elastiklik modülü (E_m) "Eş. 4.5" aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanacaktır.



Resim 4.9. Eğilme direnci ve eğilmede EMO belirlenmesi

$$E_m = (\Delta_F \times L_s^3) / (4 \times \Delta_f \times b \times h^3) \text{ kg/cm}^2 \quad (4.5)$$

Burada;

E_m =Elastikiyet Modülü (N/mm²)

ΔF = Elastikiyet bölgesindeki kuvvet farkı (N)

L_s = Dayanak açıklığı (mm)

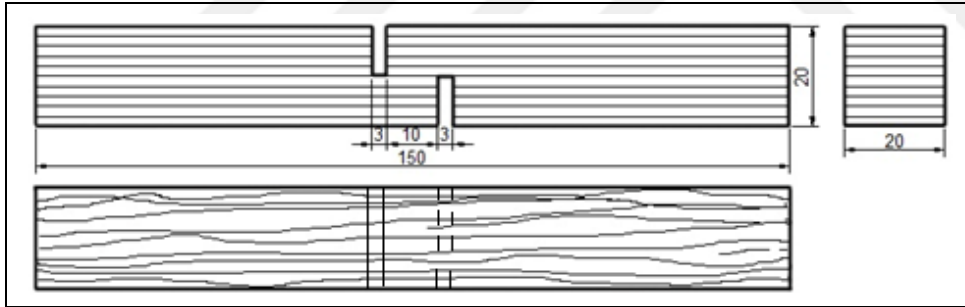
b = Örnek genişliği (mm)

h = Örnek yüksekliği (mm)

Δf = Eğilme miktarı (mm)

Liflere paralel yapışma direncinin belirlenmesi

Liflere paralel yapışma direncinin tayininde TS EN 205: 2017 [105] numaralı standart esas alınmıştır. Şekil 4.6' de liflere paralel yapışma deneyinin yapılışı gösterilmiştir. Şekil 4.6' da görüldüğü gibi kontrol ve deney örnekleri 20x20x150 mm boyutlarında ahşap malzemelerden hazırlanmıştır. Örneklerin enine kesitine homojen ve örnekleri 1,5-2 dk. Kopana kadar devam edip sabit bir çekme kuvveti uygulanmıştır. Kuvvet uygulaması örnek kopuncaya kadar devam ettirilmiş ve kopma anındaki maksimum kuvvet (F) olarak ölçülmüştür. Yapışma direnci (σ_Y) "Eş. 4.6" aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.



Şekil 4.6. Yüzeye paralel yapışma direnci örneği (mm)

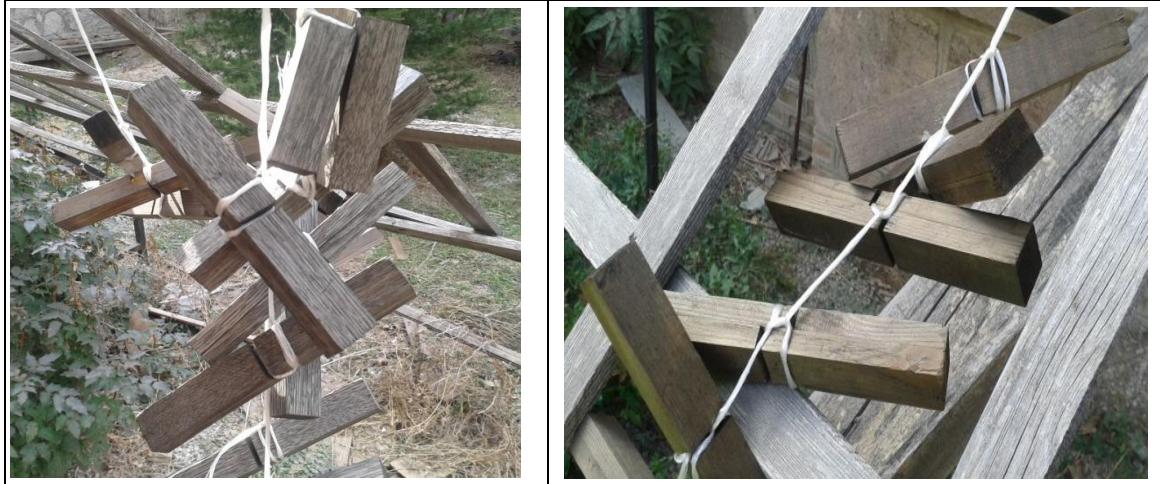
$$\sigma_y = F_{\max} / a \times b \quad (4.6)$$

Burada;

δ_y = Yüzeye paralel yapışma direnci (N/mm^2)

$F_{\max}$ =Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

$a.b$ =Yapışma yüzey alanı (mm^2)



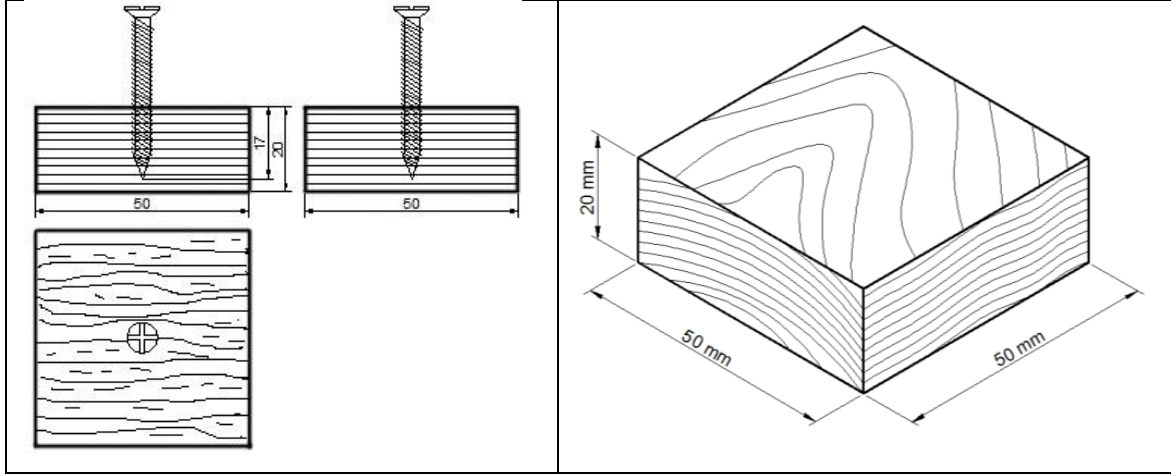
Resim 4.10.Yapışma direnci numunelerinin dış ortamdaki görüntüleri

Vida tutma direncinin belirlenmesi

Vida tutma dirençlerinin ölçülmesinde TS EN 320: 2011 [106] numaralı standart kullanılmıştır. Kontrol ve deney örneklerinden 50x50x20 mm boyutlarında doğal ve kimyasal emprenyeli ahşap malzemeler hazırlanmıştır. Deney parçalarının kalınlığını ve girme derinliğini EN 325'e [107] göre $\pm 0,1$ mm duyarlıkta ölçülerek belirlenmiştir. Deney parçaları cihaza yerleştirilmeden 20 ± 2 °C hava sıcaklığı ve $\%65 \pm 5$ nispi nem ortam sabit kütleye ulaşincaya kadar bekletilmiştir (Şekil 4.7). Deney numunelerinin test cihazında ki görüntüleri Resim 4.11'de verilmiştir.



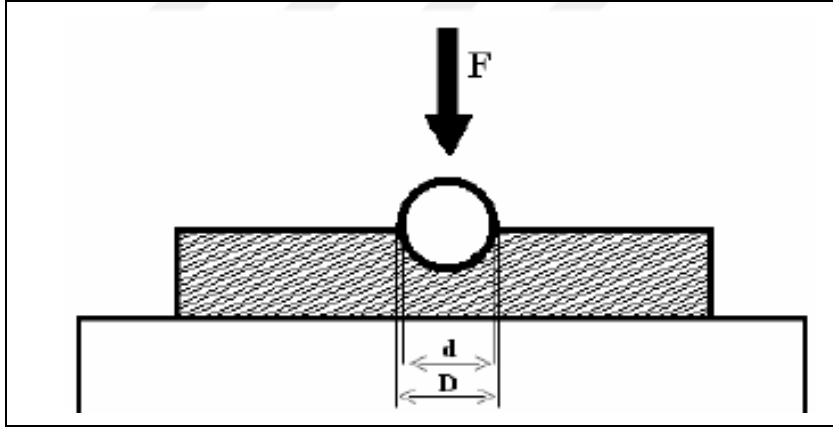
Resim 4.11. Vida tutma direncinin belirlenmesi



Şekil 4.7. Vida tutma direncinin belirlenmesinde kullanılan deney numunesi [106]

Sertlik direncinin belirlenmesi

Sertlik direnci TS 2479 [108] standardına uygun olarak yapılmıştır. Bu maksatla 50x50x20 mm ebatlarında 10'ar adet kontrol ve deney numuneleri kesilerek hazırlanmıştır. Sertlik testinin prensibi Şekil 4.8' de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Brinell-Möörath metoduna göre sertlik deneyi [108]

Buna göre; cihaz başlığının ucunda ki 10 mm çapında (D) yarım küre (çelik bilye) örnek merkezine tedricen 30 saniye süreyle uygulanmıştır. Yük 15 saniyede sıfıra indirilerek, çelik kürenin örnek yüzeyinde açtığı çukurun çapı 0,01 mm duyarlıkla ölçülmüştür. Numunelere ait sertlik değerlerimiz "Eş. 4.7" formüle göre hesaplanmıştır.

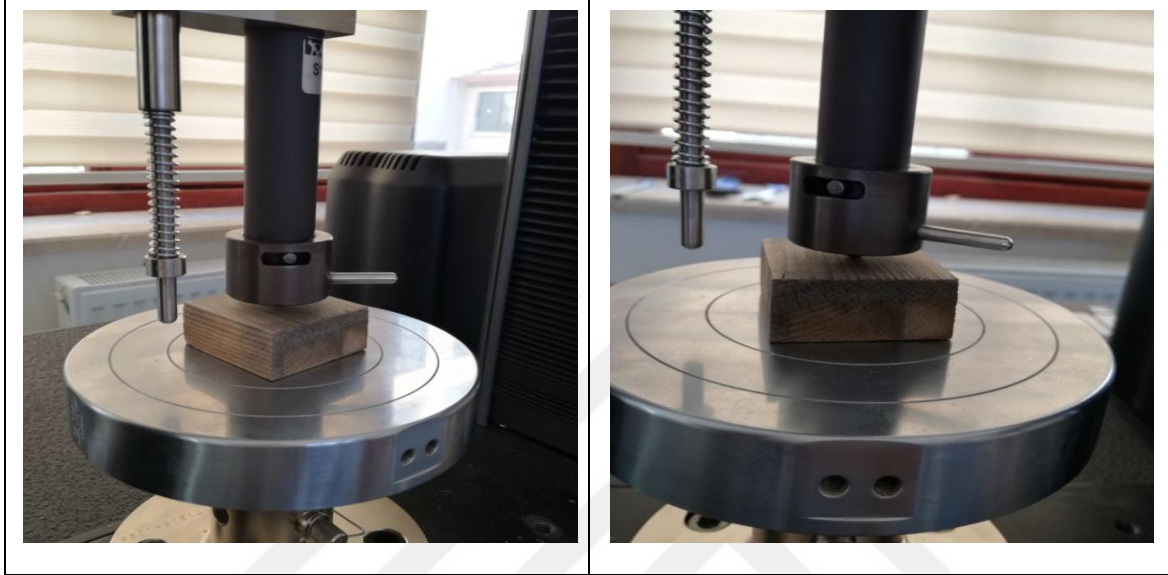
$$HB = (2 \times F) / (\pi \times D \times (D - \sqrt{D^2 - d^2})) \quad (4.7)$$

HB = Sertlik değeri sonucu (N/mm^2)

F = Cihazın uyguladığı kuvvet (N)

d = elik bilyenin deney rneęi üzerinde açtığı çukur çapı (mm)

D = elik bilyenin çapı (mm)



Resim 4.12. Sertlik belirleme örneklerine ait görüntüleri

4.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonucunda elde edilen her bir düzeydeki deney sonuçlarını aritmetik ortalamaları alınarak ve istatistiksel değerlendirme yapılmıştır. Standart sapmaları ile de deneylerin homojenitesi gözlenmiştir.



5. BULGULAR

5.1. Fiziksel Ölçümlere Ait Bulgular

1 yıl boyunca doğal ortamda yaşlandırılmış/yaşlandırılmamış, doğal koruyucu ile farklı iki düzeyde emprenye edilmiş Sarıçam ve Sapsız meşe örneklerinin yoğunluk, çarpılma, boyutsal kararlılık ve mikroskobik özellikleri incelenmiştir.

Elde edilen verilerin aritmetik ortalamaları ve standart sapmalarına göre değerlendirme yapılmıştır.

5.1.1. Yoğunluk değişiminin belirlenmesi

Sarıçam ve Sapsız meşe örneklerine ait kontrol, A, B ve C düzeyi yoğunluk değerleri ölçüm ve tartı yöntemi ile tespit edilmiştir. Bu değerler ait tablo Çizelge 5.1’ de, grafik ise Şekil 5.1’de verilmiştir.

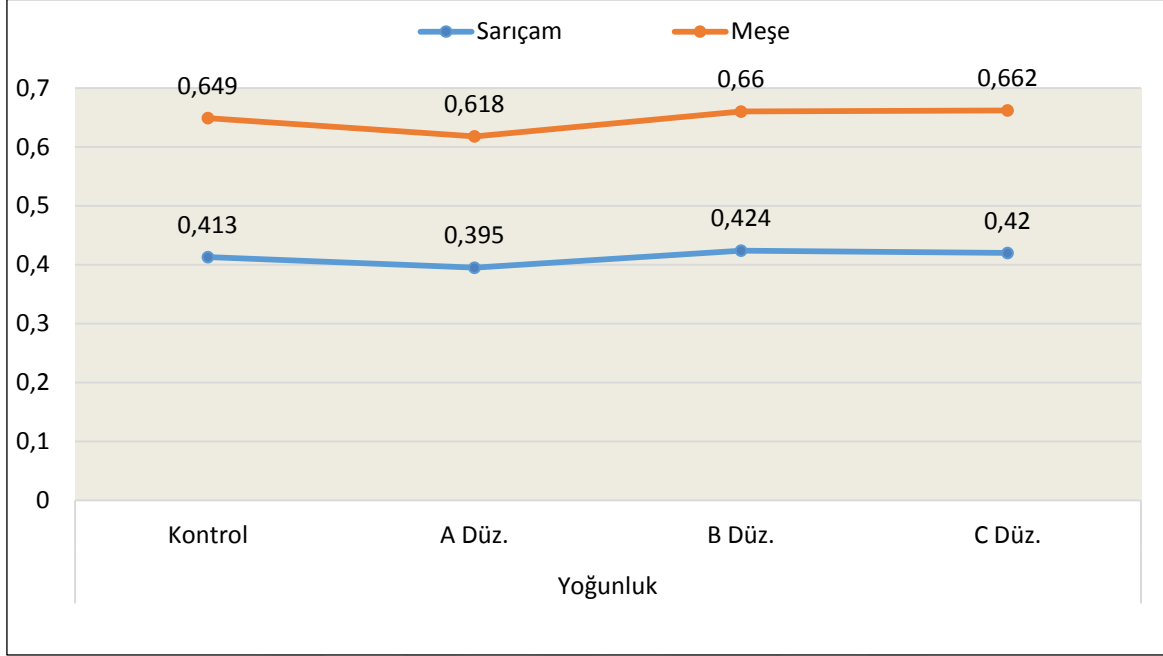
Çizelge 5.1. Her bir ahşap türünde ve düzeyde tespit edilen yoğunluk değerleri (g/cm³)

	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz)	B Düzeyi	C Düzeyi
Sarıçam	0,413	0,395	0,424	0,420
Standart sapma	0,007	0,007	0,009	0,021
Sapsız meşe	0,649	0,618	0,660	0,662
Standart sapma	0,008	0,011	0,007	0,007

Çizelge 5.1’ e göre Sarıçamda en yüksek yoğunluk değeri B düzeyi örneklerde (0,424 g/cm³), sonra C düzeyinde (0,420 g/cm³) ve daha sonra kontrol düzeyinde (0,413 g/cm³) elde edilmiştir. En düşük yoğunluk ise A düzeyi (0,395 g/cm³) örneklerde elde edilmiştir.

Sapsız meşede ise en yüksek yoğunluk değeri C düzeyi örneklerde (0,662 g/cm³), sonra B düzeyi örneklerde (0,660 g/cm³) ve daha sonra Kontrol düzeyi örneklerde (0,649 g/cm³) elde edilmiştir. En düşük yoğunluk ise A düzeyi (0,618 g/cm³) örneklerde elde edilmiştir.

Çizelge 5.1’ de yer alan yoğunluk değerlerinin modifikasyon maddesi düzeyine göre değişimlerinin grafiği Şekil 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1. Yoğunluk değişimi (g/cm^3)

Şekil 5.1’ de verilen grafiğe göre her iki ağaç türünde de işlemsiz örneklerde doğal dış ortamda yaşlandırma sürecinde madde kaybı olduğu, B ve C düzeyi örneklerde en az yoğunluk değişiminin meydana geldiği görülmektedir. Yoğunluk değişim grafiğine göre B düzeyi emprenye maddesinin Sarıçamda, C düzeyi emprenye maddesinin Sapsız meşede en iyi koruma etkisi olduğu tespit edilmiştir.

5.1.2. Çarpılma miktarının belirlenmesi

Ahşap malzemede çarpılmanın nedeninin rutubet alış ve verişine bağlı olarak çalışma (şişme-çekme-çatlama ve şekil değiştirme bozuklukları vb.) olduğu bilinmektedir.

1 yıl doğal ortam şartlarında yaşlandırma öncesi her bir ahşap türü kontrol örneklerinden ve yaşlandırma sonrası her bir ahşap türü A, B ve C düzeyi örneklerden standartlara uygun ölçüm yöntemi ile tespit edilen çarpılma miktarı değerleri Çizelge 5.2’ de ve bunlara ait grafik Şekil 5.2’ de verilmiştir.

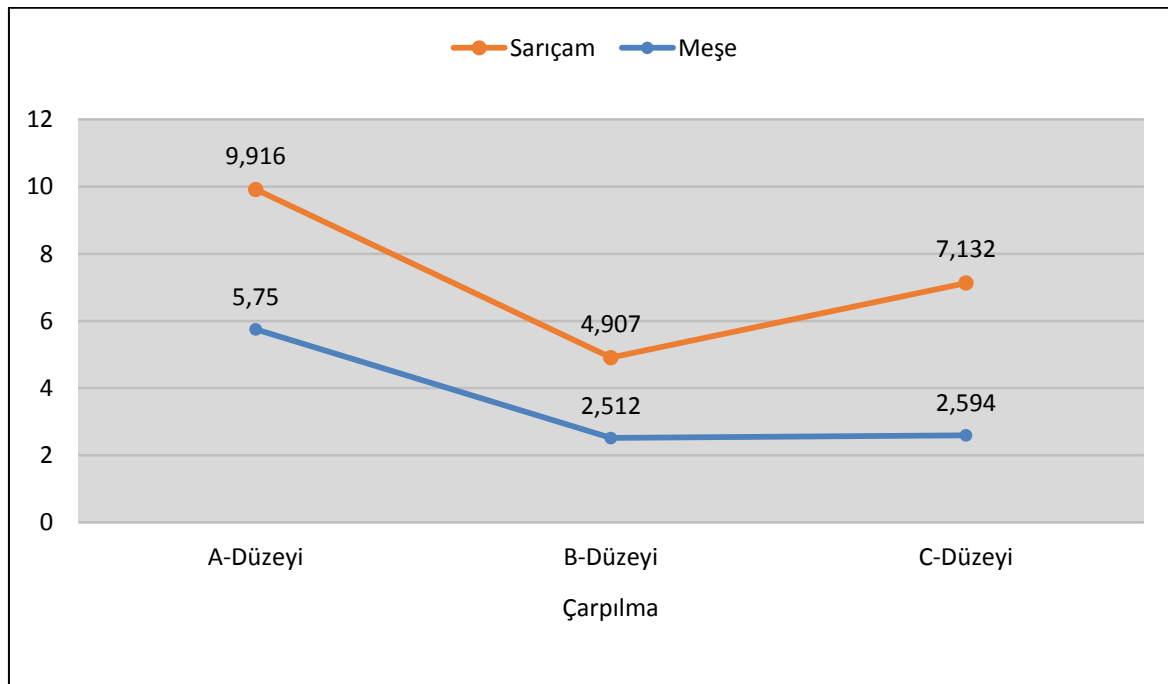
Çizelge 5.2. Her bir ahşap türünde ve düzeyde tespit edilen çarpılma miktarı (mm)

	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz)	B düzeyi	C düzeyi
Sarıçam	-	9,916	4,907	7,132
Standart sapma	-	2,236	1,921	2,843
Sapsız meşe	-	5,750	2,512	2,594
Standart sapma	-	3,532	2,304	2,117

Çizelge 5.2' ye göre en fazla çarpılma miktarı Sarıçamda A düzeyi örneklerde (9,916 mm), sonra C düzeyinde (7,132 mm), en az çarpılma ise B düzeyi (4,907 mm) örneklerde elde edilmiştir.

Sapsız meşede de benzer durum görülmektedir. En fazla çarpılma miktarı A düzeyi örneklerde (5,750 mm) sonra C düzeyi örneklerde (2,594 mm), en az çarpılma miktarında B düzeyi (2,512 mm) örneklerde elde edilmiştir.

Çizelge 5.2' de yer alan çarpılma miktarlarının modifikasyon maddesi düzeyine göre değişimlerinin grafiği Şekil 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.2. Çarpılma miktarı değişimi (mm)

Şekil 5.2' ye göre B düzeyi emprenye maddesinin A düzeyine göre her iki ağaç türünde de en iyi koruma etkisi olduğu tespit edilmiştir. Her iki ahşap türü örneklerde, her iki doğal ahşap koruyucu çözeltinin çarpılmayı dış ortamdaki yaşlandırmaya karşı azalttığı ve ahşap örneklerinin ilk formunu koruduğu tespit edilmiştir. Çarpılma örneklerinin dış ortam şartları sonrası görüntüleri Resim 5.1' de verilmiştir.



Resim 5.1. Sarıçam ve Sapsız meşe çarpılma örnekleri

5.1.3. Boyutsal kararlılık belirlenmesi

Yaşlandırma öncesi ve 1 yıl doğal ortamda yaşlandırma sonrası her bir ahşap türü A, B ve C düzeyi örneklerden dijital kumpas ile ölçerek tespit edilen kontrol örneklerine göre boyutsal kararlılık değerleri Çizelge 5.3, Çizelge 5.4. ve Çizelge 5.5' de ayrı ayrı verilmiştir.

Çizelge 5.3. A Düzeyi (işlemsiz) numuneleri boyutsal kararlılık (mm)

	Kontrol boyutları			Dış ortamda bekletilerek doğal yaşlandırılmış					
	Kalınlık	Genişlik	Boy	Kalınlık	Fark	Genişlik	Fark	Boy	Fark
Sarıçam	30,08	30,06	15,09	30,884	0,804	30,929	0,869	15,293	0,203
Sapsız meşe	30,08	30,09	15,05	30,552	0,472	30,963	0,873	15,288	0,238

Çizelge 5.3'e göre kontrol örnekleri kalınlık boyutu Sarıçamda 30,08 mm iken A düzeyi örneklerin yaşlandırma sonrası 30,884 mm, bu değerler Sapsız meşede 30,08 mm iken yaşlandırma sonrası 30,552 mm olarak elde edilmiştir.

Kontrol örneklerinde genişlik boyutu Sarıçamda 30,06 mm iken yaşlandırma sonrası 30,929 mm, bu değerler Sapsız meşede 30,09 mm iken yaşlandırma sonrası 30,963 mm olarak elde edilmiştir.

Kontrol örneklerinde boy ölçüsü Sarıçamda 15,09 mm iken yaşlandırma sonrası 15,293 mm, bu değerler Sapsız meşede 15,05 mm iken yaşlandırma sonrası 15,288 mm olarak elde edilmiştir.

Çizelge 5.4. B Düzeyi numuneleri boyutsal kararlılık (mm)

	Kontrol boyutları			Dış ortamda bekletilerek doğal yaşlandırılmış					
	Kalınlık	Genişlik	Boy	Kalınlık	Fark	Genişlik	Fark	Boy	Fark
Çam	30,08	30,06	15,09	30,102	0,022	30,099	0,039	15,107	0,017
Ss.	0,060	0,149	0,064	0,232	-	0,316	-	0,322	-
Sapsız meşe	30,08	30,09	15,05	30,116	0,36	30,121	0,031	15,073	0,023
Ss.	0,085	0,243	0,295	0,505	-	0,255	-	0,072	-

Çizelge 5.4'e göre kontrol örnekleri kalınlık boyutu Sarıçamda 30,08 mm iken B düzeyi örneklerin yaşlandırma sonrası 30,102 mm, bu değerler Sapsız meşede 30,08 mm iken yaşlandırma sonrası 30,116 mm olarak elde edilmiştir. Kontrol örneklerinde genişlik boyutu Sarıçamda 30,06 mm iken yaşlandırma sonrası 30,099 mm, bu değerler Sapsız meşede 30,09 mm iken yaşlandırma sonrası 30,121 mm olarak elde edilmiştir. Kontrol örneklerinde boyuna ölçü Sarıçamda 15,09 mm iken yaşlandırma sonrası 15,107 mm, bu

değerler Sapsız meşede 15,05 mm iken yaşlandırma sonrası 15,073 mm olarak elde edilmiştir.

Çizelge 5.5. C Düzeyi numuneleri boyutsal kararlılık (mm)

	Kontrol boyutları			Dış ortamda bekletilerek doğal yaşlandırılmış					
	Kalınlık	Genişlik	Boy	Kalınlık	Fark	Genişlik	Fark	Boy	Fark
Sarıçam	30,08	30,06	15,09	30,112	0,032	30,199	0,139	15,117	0,027
Ss.	0,060	0,149	0,064	0,323	-	0,174	-	0,086	-
Sapsız meşe	30,08	30,09	15,05	30,121	0,041	30,132	0,042	15,091	0,041
Ss.	0,085	0,243	0,295	0,243	-	0,309	-	0,065	-

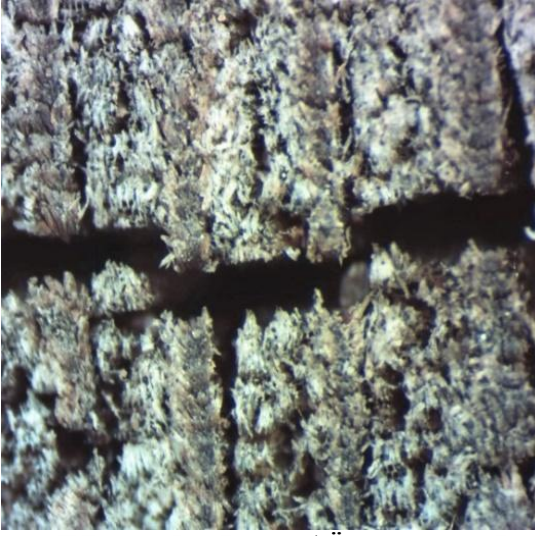
Çizelge 5.5'e göre kontrol örnekleri kalınlık boyutu Sarıçamda 30,08 mm iken B düzeyi örneklerin yaşlandırma sonrası 30,112 mm, bu değerler Sapsız meşede 30,08 mm iken yaşlandırma sonrası 30,121 mm olarak elde edilmiştir.

Kontrol örneklerinde genişlik boyutu Sarıçamda 30,06 mm iken yaşlandırma sonrası 30,199 mm, bu değerler Sapsız meşede 30,09 mm iken yaşlandırma sonrası 30,132 mm olarak elde edilmiştir.

Kontrol örneklerinde boyuna ölçü Sarıçamda 15,09 mm iken yaşlandırma sonrası 15,117 mm, bu değerler Sapsız meşede 15,05 mm iken yaşlandırma sonrası 15,091 mm olarak elde edilmiştir.

Resim 5.2'de Sarıçamın doğal yaşlandırmaya maruz kalmış ön yüzey ve arka yüzey mikroskopik görüntüleri incelendiğinde; A düzeyi örneklerde dış ortam şartlarının üst yüzeye göre daha az etkili olduğu alt yüzeylerin hücrelerinde, kılcal perforasyon ve çatlakların az olduğu görülmektedir. Üst yüzeyde bulunan hücrelerde ise yoğun kılcal perforasyon ve çok derin çatlaklar meydana geldiği görülmektedir.

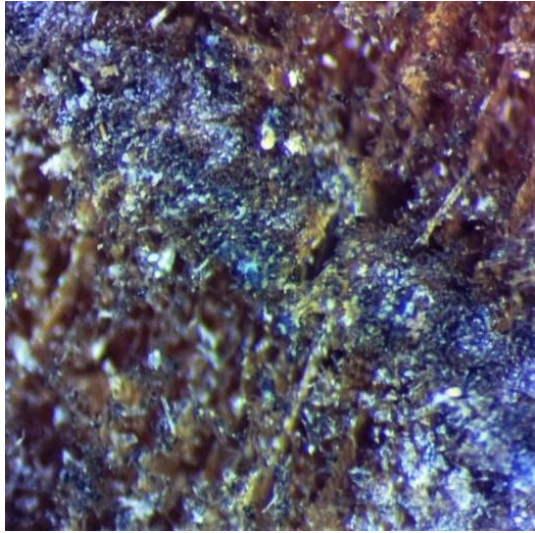
B düzeyi örneklerde alt yüzeye göre yaşlandırılmış olan ön yüzeylerin hücrelerinde daha az kılcal perforasyon ve küçük çatlaklar meydana geldiği görülmektedir. C düzeyi örneklerde ise alt yüzeye göre yaşlandırılmış olan ön yüzeylerin hücrelerinde B düzeyine göre biraz daha fazla ve A düzeyinden daha az kılcal perforasyon ve çatlaklar meydana geldiği görülmektedir.



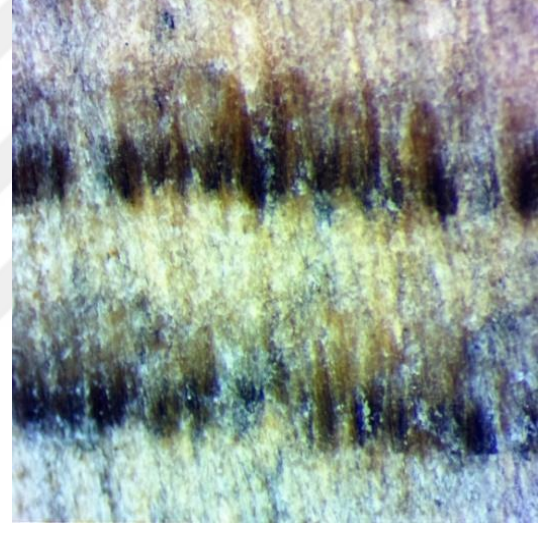
A Düzey Çam / Ön yüz



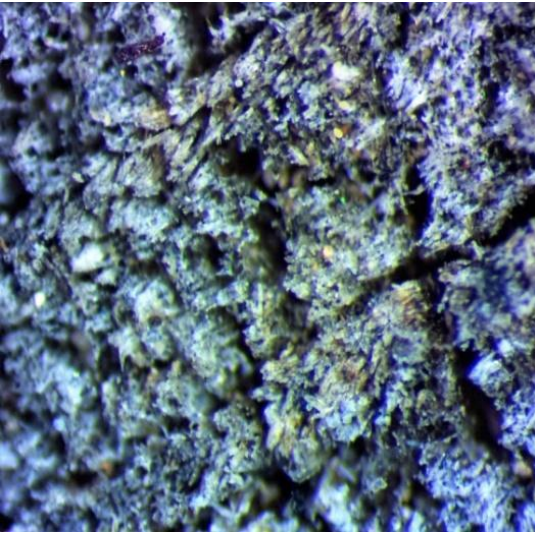
A Düzey Çam / Arka yüz



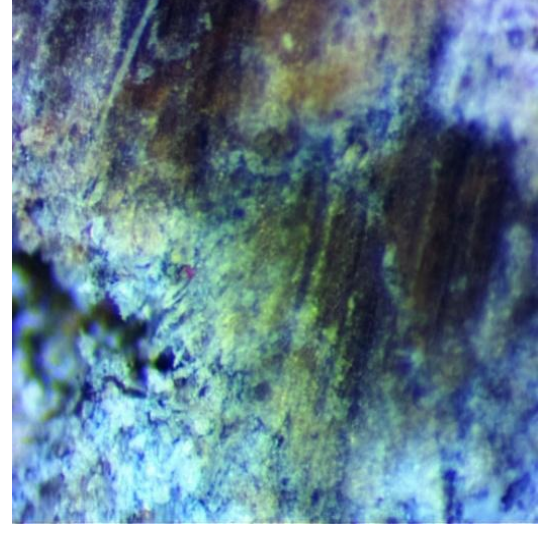
B Düzeyi Çam / Ön yüz



B Düzey Çam / Arka yüz

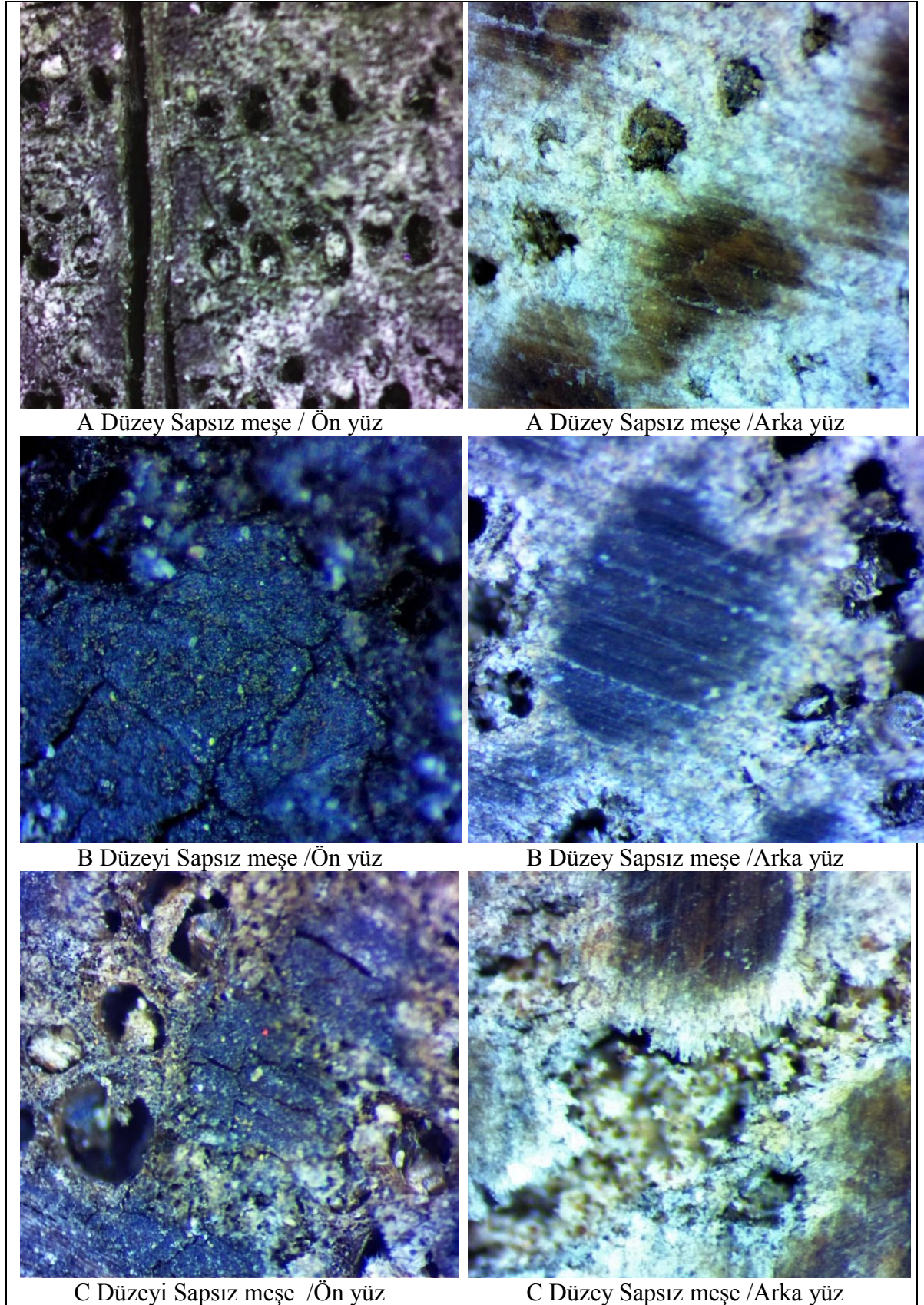


C Düzeyi Çam / Ön yüz



C Düzey Çam / Arka yüz

Resim 5.2. Sarıçam deney numunelerinin mikroskopik görüntüleri



Resim 5.3. Sapsız meşe deney numunelerinin mikroskobik görüntüleri

Sapsız meşeye ait mikroskobik özelliklerin Sarıçama benzer görüntüdedir. (Resim 5.3)

5.2. Mekanik Testlere Ait Bulgular

1 yıl boyunca doğal ortamda yaşlandırılmış/yaşlandırılmamış, doğal koruyucu ile farklı iki düzeyde emprenye edilmiş Sarıçam ve Sapsız meşe örneklerinin liflere paralel yönde yapışma, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, brinell sertlik ve vida tutma deneyleri yapılmıştır. Elde edilen verilere istatistiksel analizler uygulanarak değerlendirme yapılmıştır.

5.2.1. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü (EMO)

Her bir ahşap türü kontrol örneklerin ve yaşlandırma sonrası A, B ve C düzeyi örneklerin universal test cihazında tespit edilen eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülüne (EMO) ait değerler Çizelge 5.6' de verilmiştir.

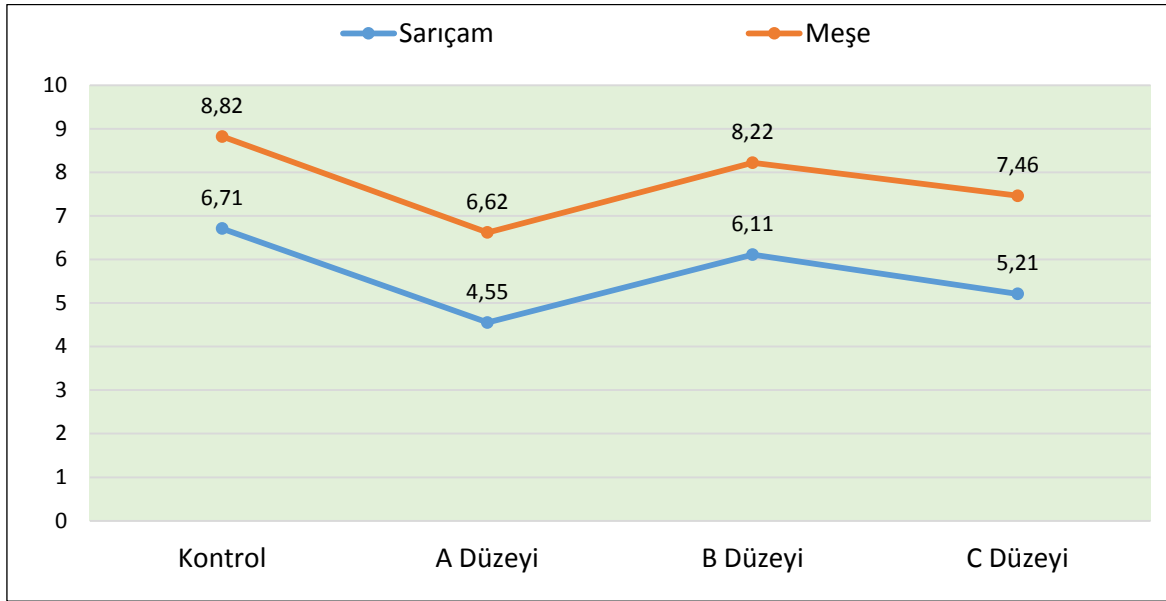
Çizelge 5.6. Eğilme direnci ve eğilmede EMO değişimi (N/mm²)

Sarıçam	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz)	B Düzeyi	C Düzeyi
Eğilme Direnci Ort. (N/mm ²)	6,71	4,55	6,11	5,22
Ss.	0,29	0,82	0,61	1,06
Eğilmede EMO Ort. (N/mm ²)	8721,11	7302,13	8711,09	7624,82
Ss.	720,41	360,89	720,41	643,39
Sapsız meşe	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz)	B Düzeyi	C Düzeyi
Eğilme Direnci Ort. (N/mm ²)	8,82	6,62	8,22	7,46
Ss.	0,52	1,04	0,95	1,12
Eğilmede EMO Ort. (N/mm ²)	10664,81	8512,76	10636,91	9430,22
Ss.	1109,54	712,82	1119,34	2082,04

Çizelge 5.6' e göre en yüksek eğilme direnci Sarıçamda kontrol örneklerde (6,71 N/mm²), sonra B düzeyinde (6,11 N/mm²), daha sonra C düzeyinde (5,22 N/mm²) elde edilmiştir. En düşük eğilme direnci (4,55 N/mm²) ise A düzeyi örneklerde elde edilmiştir.

Sapsız meşede de benzer durum görülmektedir. En yüksek eğilme direnci kontrol örneklerde ($8,82 \text{ N/mm}^2$), sonra B düzeyi örneklerde ($8,22 \text{ N/mm}^2$) daha sonra C düzeyi örneklerde ($7,46 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir. En düşük eğilme direnci ise A düzeyi örneklerde ($6,62 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir.

Çizelge 5.6' da yer alan eğilme direnci değerlerinin modifikasyon maddesi düzeyine göre değişimlerinin grafiği Şekil 5.3'de verilmiştir.

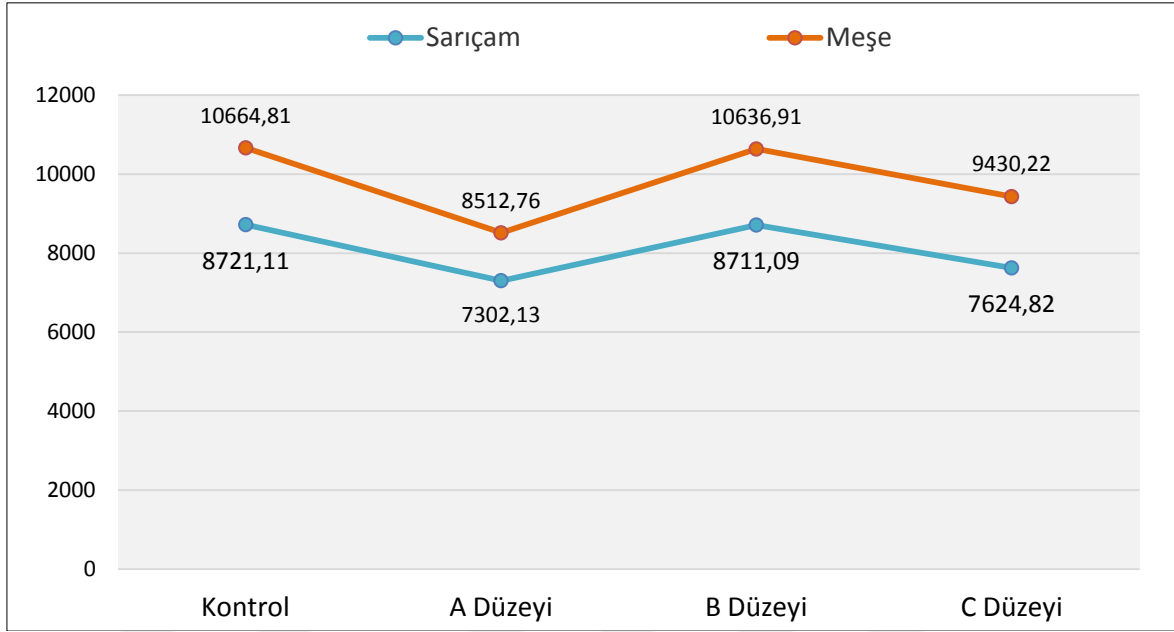


Şekil 5.3. Eğilme direnci değişimi (N/mm^2)

Çizelge 5.6' e göre eğilmede elastiklik modülü değerinin en yüksek Sarıçamda kontrol düzeyi örneklerde ($8721,11 \text{ N/mm}^2$), sonra B düzeyi örneklerinde ($8711,09 \text{ N/mm}^2$), daha sonra C düzeyi örneklerinde ($7624,82 \text{ N/mm}^2$) ölçülmüştür. En düşük değer ise A düzeyi örneklerde ($7302,13 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir.

Sapsız meşede de benzer durum görülmektedir. Eğilmede elastiklik modülü (EMO) değerinin en yüksek kontrol örneklerde ($10664,81 \text{ N/mm}^2$), sonra C düzeyi örneklerde ($9430,22 \text{ N/mm}^2$), daha sonra B düzeyi örneklerde ($10636,91 \text{ N/mm}^2$), en düşük değer ise A düzeyi örneklerde ($8512,76 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir.

Çizelge 5.6.' da yer alan eğilmede elastiklik modülü (EMO) değerlerinin modifikasyon maddesi düzeyine göre değişimlerinin grafiği Şekil 5.4'de verilmiştir.



Şekil 5.4. Eğilmede elastiklik modülü (EMO) değişimi (N/mm²)



Resim 5.4. Eğilme direnci ve Eğilmede EMO deneyi sonrası numuneler

5.2.2. Yapışma direnci

1 yıl doğal ortamda yaşlandırma öncesi her bir ahşap türü kontrol örneklerinden ve yaşlandırma sonrası Sarıçam ve Sapsız meşe (A, B ve C düzeyi) örneklerinin universal test cihazında tespit edilen yapışma direnci değerleri Çizelge 5.7.'de ve bu değerlere ait grafikler Şekil 5.5'de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Yapışma direnci değişimi (N/mm²)

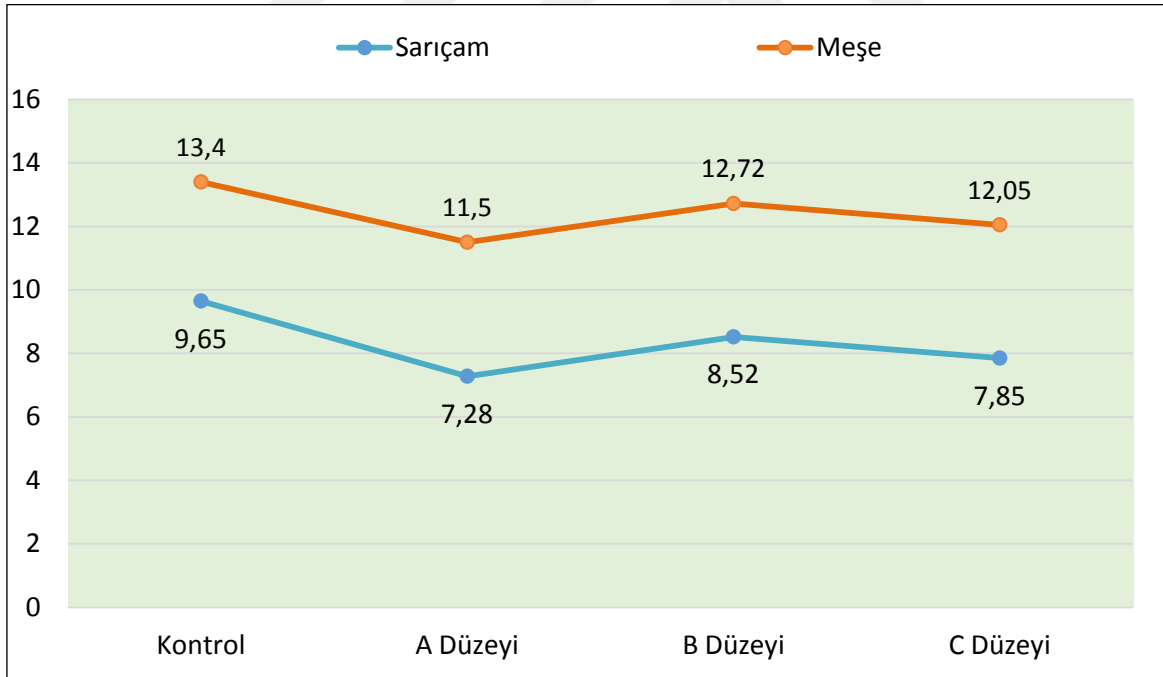
Sarıçam	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz)	B Düzeyi	C Düzeyi
Yapışma Direnci (N/mm ²)	9,65	7,28	8,52	7,85
Ss.	0,82	0,38	0,69	0,419

Çizelge 5.7. (devamı) Yapışma direnci değişimi (N/mm²)

Sapsız meşe	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz)	B Düzeyi	C Düzeyi
Yapışma Direnci (N/mm ²)	13,40	11,50	12,92	12,05
Ss.	0,85	0,845	0,55	0,206

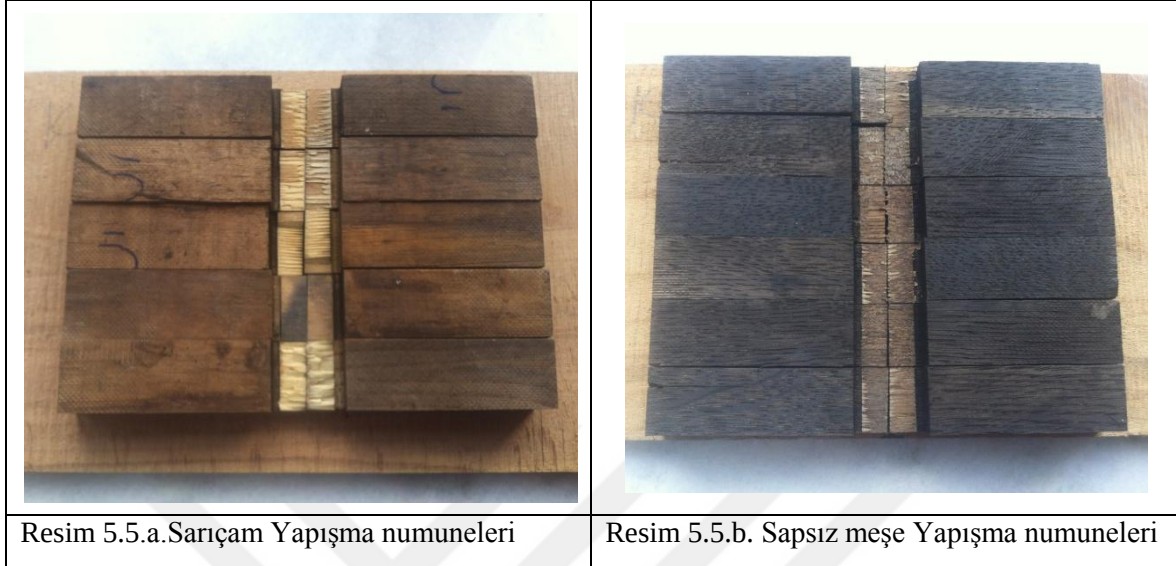
Çizelge 5.7'e göre Sarıçamda en yüksek yapışma direnci kontrol örneklerinde (9,65 N/mm²), sonra B düzeyinde (8,52 N/mm²), ve daha sonra C düzeyinde (7,85 N/mm²) elde edilmiştir. En düşük yapışma direnci ise A düzeyi (7,28 N/mm²) örneklerde elde edilmiştir. Sapsız meşede ise en yüksek yapışma direnci kontrol örneklerinde (13,40 N/mm²), sonra B düzeyi örneklerde (12,92 N/mm²) ve daha sonra C düzeyi örneklerde (12,05 N/mm²), en düşük yapışma direnci ise A düzeyi (11,50 N/mm²) örneklerde elde edilmiştir.

Yapışma deneyi örneklerinin deney sonrasındaki görüntüleri ise Resim 5.5'de verilmiştir.

Şekil 5.5. Yapışma direnci değişimi (N/mm²)

Yapılan ölçümlere göre her iki ağaç türünde de A düzeyi (işlemsiz) örneklerde yaşlandırma sürecindeki doğal lif yapısında bozunum meydana geldiği için en düşük yapışma direnci elde edilmiştir. Doğal ahşap koruyucu modifikasyonundan dolayı B ve C

düzeyi örneklerde yapışma direncinin A düzeyi örneklere göre daha yüksek olduğu görülmektedir.



Resim 5.5.Yapışma direnci deneyi sonrası numune görüntüleri

5.2.3. Vida tutma direnci

1 yıl doğal ortamda yaşlandırma öncesi her bir ahşap türü kontrol örneklerinden ve yaşlandırma sonrası her bir ahşap türü A, B ve C düzeyi örneklerden universal test cihazında tespit edilen vida tutma direnci değerleri Çizelge 5.8’ de, bu değerlere ait grafik ise Şekil 5.6’de verilmiştir.

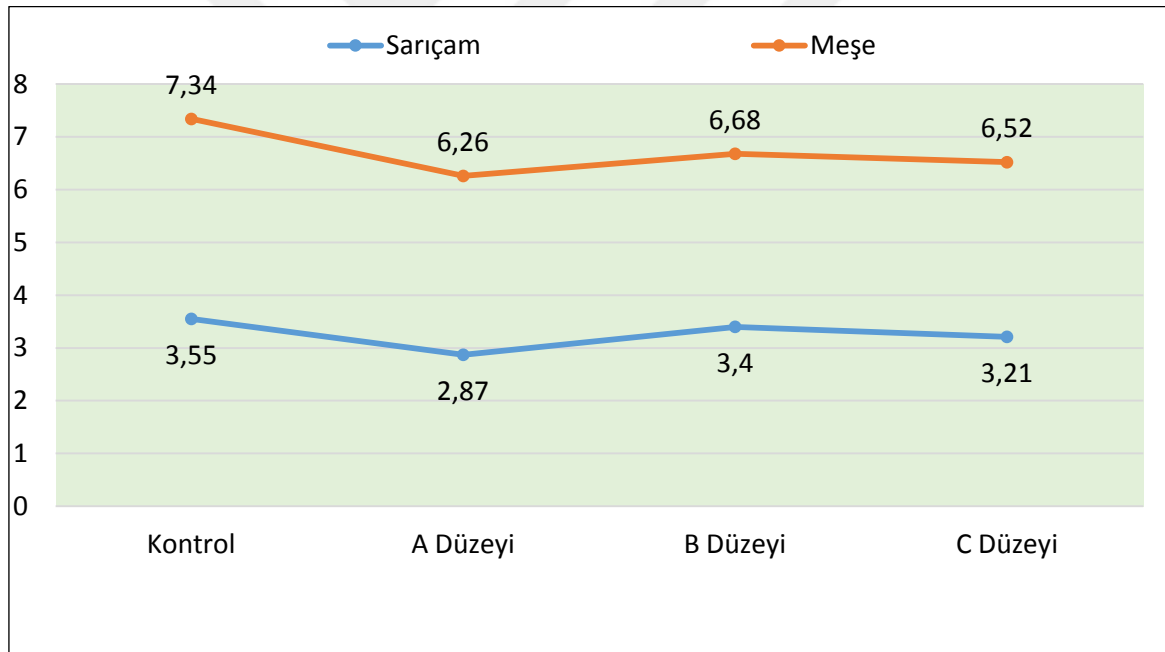
Çizelge 5.8. Vida Tutma Direnci değişimi (N/mm²)

Sarıçam	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz)	B Düzeyi	C Düzeyi
Vida Tutma Direnci(N/mm ²)	3,55	2,87	3,4	3,21
Ss.	1,21	0,99	0,31	0,27
Sapsız meşe	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz)	B Düzeyi	C Düzeyi
Vida Tutma Direnci(N/mm ²)	7,34	6,26	6,68	6,52
Ss.	1,07	0,48	0,6	0,47

Çizelge 5.8' e göre en yüksek vida tutma direnci Sarıçamda kontrol örneklerinde ($3,55 \text{ N/mm}^2$), sonra B düzeyinde ($3,4 \text{ N/mm}^2$) daha sonra C düzeyinde ($3,21 \text{ N/mm}^2$) hesaplanmıştır. En düşük vida tutma direnci değeri ise A düzeyi ($2,87 \text{ N/mm}^2$) örneklerden elde edilmiştir.

Sapsız meşede ise en yüksek vida tutma direnci kontrol örneklerinde ($7,34 \text{ N/mm}^2$), sonra B düzeyi örneklerde ($6,68 \text{ N/mm}^2$) daha sonra ise C düzeyi örneklerde ($6,52 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir. En düşük vida tutma direnci değeri ise A düzeyi ($6,26 \text{ N/mm}^2$) örneklerde bulunmuştur.

Çizelge 5.8' de yer alan vida tutma direnci modifikasyon maddesi düzeyine göre değişimlerinin grafiği Şekil 5.6'da verilmiştir.



Şekil 5.6. Vida tutma direnci değişimi (N/mm^2)

5.2.4. Sertlik

Doğal ortam şartlarında yaşlandırma öncesi her bir ahşap türü kontrol örneklerinden ve yaşlandırma sonrası her bir ahşap türü (A, B ve C düzeyi) örneklerden test yöntemi ile tespit edilen brinell sertlik değerleri Çizelge 5.9' de ve bunlara ait grafik Şekil 5.7' de verilmiştir.

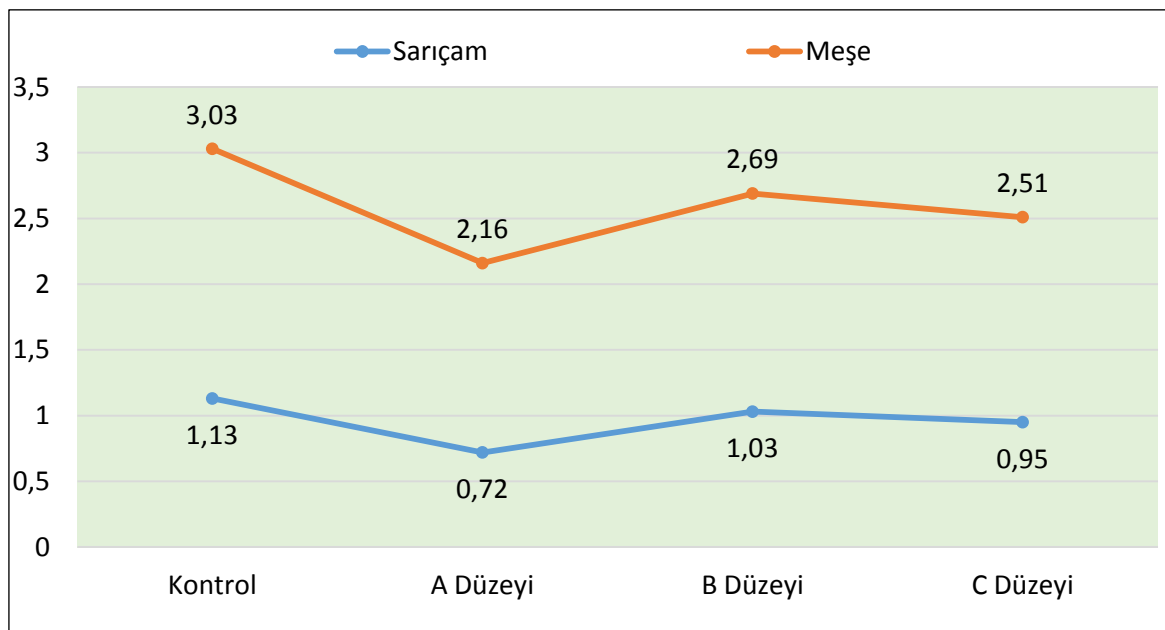
Çizelge 5.9. Sertlik değişimi (N/mm²)

Sarıçam	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz)	B Düzeyi	C Düzeyi
Sertlik (N/mm ²)	1,13	0,72	1,03	0,95
Ss.	0,2	0,09	0,21	0,17
Sapsız meşe	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz)	B Düzeyi	C Düzeyi
Sertlik (N/mm ²)	3,03	2,16	2,69	2,51
Ss.	0,38	0,33	0,56	0,21

Çizelge 5.9' a göre Sarıçamda sertlik değerleri en yüksek kontrol örneklerinde (1,13 N/mm²), sonra B düzeyinde (1,03 N/mm²) daha sonra ise C düzeyinde (0,95 N/mm²) ölçülmüştür. En düşük ise A düzeyi (0,72 N/mm²) örneklerde elde edilmiştir.

Sapsız meşede ise sertlik değerleri en yüksek kontrol örneklerinde (3,03 N/mm²), sonra B düzeyi örneklerde (2,69 N/mm²) ve daha sonra C düzeyi örneklerde (2,51 N/mm²) hesaplanmıştır. En düşük ise A düzeyi (2,16 N/mm²) örneklerde elde edilmiştir.

Çizelge 5.9' de yer alan sertlik değerlerinin modifikasyon maddesi düzeyine göre değişimlerinin grafiği Şekil 5.7'de verilmiştir.

Şekil 5.7. Sertlik değişimi(N/mm²)



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1 yıllık dış ortam şartlarında bekletilerek yaşlandırılmış olan Sarıçam ve Sapsız meşe ağacı odunlarının doğal ahşap koruyucu ile modifiye edilerek modifikasyon maddesinin sıcaklık, rutubet ve güneş ışınlarının bozundurucu etkisi karşısında koruyuculuk özelliğinin incelendiği bu araştırmada fiziksel özelliklerden yoğunluk, çarpılma ve boyutsal kararlılık, mekanik özelliklerden eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü, yapışma direnci, sertlik, vida tutma direnci değerlerinin değişim miktarı belirlenmiştir.

6.1. Yoğunluk

Her iki ahşap türünün kontrol örneklerinin yoğunluk değerleri esas alınarak, A düzeyi örnekler (işlemsiz) koruyucu uygulanmaması nedeniyle dış ortam şartlarında madde kaybına uğradığı tespit edilmiştir. Bu kayıp Sarıçamda kontrol örneği yoğunluğu $0,413 \text{ g/cm}^3$ iken %4,35'lik değer kaybı ile $0,395 \text{ g/cm}^3$ 'e düşmüştür. Sapsız meşede kontrol örneği yoğunluğu $0,649 \text{ g/cm}^3$ iken %4,7'lik kayıp ile $0,618 \text{ g/cm}^3$ düşmüştür. Her iki ahşap türünde de doğal yaşlanma sırasındaki madde kaybı nedeniyle yoğunluk azalması meydana geldiği söylenebilir (Çizelge 6.1).

Çizelge 6.1. Modifikasyon düzeylerine göre yoğunluk değişim oranları (%)

	Kontrol (g/cm^3)	A Düzeyi (işlemsiz) (% değişim)	B Düzeyi (% değişim)	C Düzeyi (% değişim)
Sarıçam	0,413	-4,3	+2,6	+1,6
Sapsız meşe	0,649	-4,7	+1,6	+1,9

Çizelge 6.1' e göre B düzeyi modifikasyon maddesi uygulanan ve bir yıl dış ortam şartlarında bekletildikten sonra ölçüm yapılan her iki ahşap türü örneklerden elde edilen yoğunluklardan Sarıçamda %2,6 ve Sapsız meşede %1,6 bir artış olduğu görülmektedir. Bu durumda B düzeyi modifikasyon maddesinin her iki ahşap türünde hem dış ortam şartlarına karşı koruyucu etki gösterdiği ve hem de koruyucu madde retensiyonundan dolayı yoğunluklarını artırdığı görülmektedir. Bu koruyucu özellik Sapsız meşede Sarıçama göre daha düşük tespit edilmiştir. Bunun nedeninin modifikasyon maddesinin sapsız meşe odununda tülleşmeden dolayı yeterince nüfuz edemeyip retensiyon miktarının

C düzeyi modifikasyon maddesi uygulanan ve bir yıl dış ortam şartlarında bekletildikten sonra ölçüm yapılan her iki ahşap türü örneklerden elde edilen yoğunluklardan Sarıçamda %1,6 ve Sapsız meşede %1,9 bir artış olduğu görülmektedir. Bu durumda C düzeyi modifikasyon maddesinin de her iki ahşap türünde koruyucu etki gösterip dış ortam şartlarında yaşlanmadan dolayı madde kaybını önlediği ve koruyucu madde tutunması ile yoğunluklarını artırdığı görülmektedir.

Ahşap türü ve modifikasyon düzeyi ikili etkileşimi bakımından B düzeyi modifikasyon maddesinin Sarıçamda ve C düzeyi modifikasyon maddesinin de Sapsız meşede daha iyi koruyucu özellik gösterdiğinin tespit edilmiştir. C düzeyi modifikasyon maddesinin Sapsız meşede yüksek koruyuculuk özelliği göstermesinin nedeninin, doğal ceviz tanenine %50 oranında katılan meşe taneni ekstratının Sapsız meşe odunu çeperleri ile daha uyumlu bileşikler oluşturmamasından kaynaklandığı söylenebilir.

6.2. Çarpılma

Bu araştırmada çarpılma, düzlemsellikten sapma olarak kabul edilmiş, her iki ahşap türünün kontrol örneklerinde çarpılma olmadığı var sayılmıştır. 1 yıllık dış ortamda bekletilerek yaşlandırılmış A düzeyi (işlemsiz) örnekler, modifikasyon maddesi ile işlem görmüş B ve C düzeyi örneklerinin çarpılma miktarları karşılaştırıldığında, A düzeyi örneklerden Sarıçamda 9,916 mm, Sapsız meşede 5,75 mm'lik düzlemsellikten sapma olduğu görülmüştür. Bu değerler örnek kalınlığına (19 mm) oranlandığında belirlenen düzlemsellikten sapma oranının çok yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6.2).

Çizelge 6.2. Çarpılma değişim miktarı (mm)

Çarpılma	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz) (% sapma)	B düzeyi (% sapma)	C düzeyi (% sapma)
Sarıçam	-	52,2	25,8	37,53
Sapsız meşe	-	30,2	13,2	13,63

B ve C düzeyi modifikasyon maddeleri ile modifiye edilmiş örneklerde elde edilen çarpılma miktarlarının yüzde oranlarının A düzeyi işlemsiz örneklere göre daha az olduğu,

modifikasyon maddelerinin çarpılmayı önlediği, B düzeyi modifikasyon maddesinin C düzeyine göre daha etkili olduğu görülmektedir.

B düzeyi modifikasyon maddesi sadece doğal ceviz taneninden oluşmakta ve odun temel maddesi selüloz çeperlerine tutunduğunda ahşabı güneş ışınlarını zararlı etkisinden, rutubetin ahşap yüzeyine tutunması ve iç bölgelere nüfuzundan, bu olumsuz etkilerin ahşapta yapacağı tahribatlardan koruduğu, iç gerilme oluşumunu da iyice azalttığı anlaşılmaktadır.

C düzeyi modifikasyon maddesinde %50 oranında katılmış olan çam taneni ekstraktı Sarıçam odununda, meşe taneni ekstraktı Sapsız meşe odununda olumlu sonuç verdiği görülmektedir. Ancak, Sarıçam odunundaki yağsı reçine modifikasyon maddesinin ahşap yüzeye tutunup, koruyuculuk etkisini göstermede olumsuzluk meydana getirdiği, bu nedenle C düzey modifikasyon maddesinin B düzey koruyucuya göre ikinci sırada yer aldığı söylenebilir.

6.3. Boyutsal Kararlılık

Ahşap bünyesine nüfuz eden rutubete bağlı olarak oluşan düzlemesellikten sapma olarak tanımlanan boyutsal kararlılık ölçüm sonuçları Çizelge 6.3' de verilmiştir.

Çizelge 6.3. Modifikasyon düzeyine göre boyutlarda kararlılık değişimi (%)

Modifikasyon	Ahşap türü	Kontrol boyutları-mm			Dış ortamda bekletilerek doğal yaşlandırılmış örneklerde % değişim		
		Kalınlık	Genişlik	Boy	Kalınlık	Genişlik	Boy
A Düzeyi (işlemsiz)	Çam	30,08	30,06	15,09	+2,67	+2,89	+1,35
	Sapsız meşe	30,08	30,09	15,05	+1,57	+2,90	+1,58
B düzeyi	Çam	30,08	30,06	15,09	+0,07	+0,13	+0,11
	Sapsız meşe	30,08	30,09	15,05	+0,12	+0,10	+0,15
C düzeyi	Çam	30,08	30,06	15,09	+1,06	+0,46	+0,18
	Sapsız meşe	30,08	30,09	15,05	+0,14	+0,14	+0,27

Çizelge 6.3' e göre tüm boyutlarda en yüksek oranda boyut değişimi A düzeyi örneklerde meydana geldiği ve boyutlarda kararlılığın çok düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun, A düzeyi örneklerin işlemsiz olması, çarpılma ve boyutsal kararlılıkta etkisi olan dış faktörlerden rutubet değişimine bağlı olarak boyutlarda ve hacimde tekraren yüksek oranda genişleme-daralma oluşmasından ve bu nedenle oluşan iç gerilmelere bağlı olarak boyutsal değişim meydana gelmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

B düzeyi (modifikasyonlu) örneklerin tüm boyutlarında değişim yüzdelerinin en düşük olduğu, C düzeyi örneklerin değişim yüzdelerinin B düzeyininkilere göre biraz daha fazla olduğu ama her ikisinin de A düzeyinin değişim yüzde oranlarına göre daha az olduğu görülmektedir. Bu durumun, her iki düzeydeki doğal tanen çözeltisinin rutubet almayı önlediği ve buna bağlı olarak fazla miktarda iç ve dış çatlaklar, boyutsal değişim meydana gelememesinden kaynaklandığı söylenebilir.

6.4. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülü-EMO

A düzeyi değerlerini B ve C düzeyi örneklerin eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerlerine göre karşılaştırdığımızda daha düşük olmasını, A düzeyi örneklerin bir yıllık süre içinde madde kaybına uğradığını ve bu nedenle değerlerin düşük çıktığı söylenebilir.

Kontrol örneklerinde eğilme direnci; Sarıçamda $6,71 \text{ N/mm}^2$, Sapsız meşede ise $8,82 \text{ N/mm}^2$ olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre kontrol örneklerinin eğilme direnci değerlerinin A düzeyi Sarıçam örneklerinde % 32,2, Sapsız meşe örneklerinde ise % 24,9'lik azalma tespit edilmiştir. B düzeyi Sarıçam örneklerinde % 8,9, Sapsız meşe örneklerinde ise % 6,8'lik azalma tespit edilmiştir. C düzeyi Sarıçam örneklerinde % 22,2, Sapsız meşe örneklerinde ise % 15,4'lik azalma tespit edilmiştir.

Kontrol örneklerinde eğilmede elastiklik modülü (EMO) değerleri ise Sarıçamda $8721,11 \text{ N/mm}^2$, Sapsız meşe de ise $10664,81 \text{ N/mm}^2$ olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre kontrol örneklerinin eğilme direnci değerlerinin A düzeyi Sarıçam örneklerinde % 1,5, Sapsız meşe örneklerinde ise % 34,2'lik azalma tespit edilmiştir. B düzeyi Sarıçam örneklerinde % 0,1, Sapsız meşe örneklerinde ise % 0,2'lik azalma tespit edilmiştir. C

düzeyi Sarıçam örneklerinde % 7,8'lik bir artış, Sapsız meşe örneklerinde ise % 11,5'lik bir azalma tespit edilmiştir (Çizelge 6.4).

Çizelge 6.4. Eğilme direnci ve eğilmede EMO değişimi (N/mm²)

Sarıçam	Kontrol (N/mm ²)	A Düzeyi (işlemsiz) (Değişim %)	B düzeyi (Değişim %)	C düzeyi (Değişim %)
Eğilme Direnci (N/mm ²)	6,71	-32,2	-8,9	-22,2
Eğilmede EMO (N/mm ²)	8721,11	-1,5	-0,1	7,8
Sapsız meşe	Kontrol (N/mm ²)	A Düzeyi (işlemsiz) (Değişim %)	B düzeyi (Değişim %)	C düzeyi (Değişim %)
Eğilme Direnci (N/mm ²)	8,82	-24,9	-6,8	-15,4
Eğilmede EMO (N/mm ²)	10664,81	-34,2	-0,2	-11,5

Çizelge 6.4'a göre, B ve C düzeyi modifikasyon maddesinin kontrol örneklerinde tespit edilen eğilme direnci değerlerine göre söz konusu eğilme direnci kaybını azaltmıştır. En büyük eğilme direnci kaybının işlemsiz örneklerde meydana geldiği bu süreçte en az eğilme direnci kaybının B düzeyi örneklerde olduğu görülmektedir. Buna göre, A düzeyi (işlemsiz) örneklerde doğal yaşlandırmadan dolayı eğilme direncine karşı dayanımının düşük olduğunu, B ve C düzeyi örneklerde ise; doğal koruyucu maddenin ağaç malzeme üzerinde basınç ve şok direncini azaltıcı yönde etki gösterdiğini anlaşılmaktadır. Benzer durumun eğilmede elastiklik modülü (EMO) değerleri içinde söylenmesi mümkündür.

6.5. Yapışma Direnci

A düzeyi (işlemsiz) örneklerde doğal yaşlandırmadan dolayı madde kaybına bağlı yapışma direncinde düşüş, B ve C düzeyi örneklerde ise; doğal koruyucu maddenin etkisi ile yapışma direnci korunmuştur.

Her iki ahşap türünden kontrol örneklerinde yapışma direnci; Sarıçamda 9,65 N/mm², Sapsız meşede ise 13,4 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre kontrol örneklerinin eğilme direnci değerlerinin A düzeyi Sarıçam örneklerinde % 24,5, Sapsız meşe örneklerinde ise % 14,1'lik azalma tespit edilmiştir. B düzeyi Sarıçam örneklerinde

% 11,7, Sapsız meşe örneklerinde ise % 3,5'lik bir azalma tespit edilmiştir. C düzeyi Sarıçam örneklerinde % 18,6, Sapsız meşe örneklerinde ise % 10'lik bir azalma tespit edilmiştir (Çizelge 6.5).

Çizelge 6.5. Yapışma direnci % değişimi (N/mm²)

Sarıçam	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz) Değişim (%)	B Düzeyi Değişim (%)	C Düzeyi Değişim (%)
Yapışma Direnci (N/mm ²)	9,65	-24,5	-11,7	-18,6
Sapsız meşe	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz) Değişim (%)	B Düzeyi Değişim (%)	C Düzeyi Değişim (%)
Yapışma Direnci (N/mm ²)	13,4	-14,1	-3,5	-10,0

Çizelge 6.5' de bulunan değerlere göre, B ve C düzeyi modifikasyon maddesinin kontrol örneklerinde tespit edilen yapışma direnci değerlerine göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. En çok yapışma direnci kaybının işlemsiz örneklerde meydana geldiğini, en az yapışma direnci kaybının ise B düzeyi örneklerde olduğu görülmektedir. Buna göre, A düzeyi (işlemsiz) örneklerde doğal yaşlandırmadan dolayı yapışma direncine karşı dayanımının düşük olduğunu, B ve C düzeyi örneklerde ise; doğal koruyucu maddenin yapışma direncini koruyucu yönde etki ettiği anlaşılmaktadır.

6.6. Vida Tutma Direnci

A düzeyi (işlemsiz) örneklerde doğal yaşlandırmanın neden olduğu doğal lif yapısındaki bozunuma bağlı olarak vida tutma direncinde düşüş, B ve C düzeyi örneklerde ise; doğal koruyucu madde retensiyonundan dolayı bir artış olmuş iki ahşap türünde de vida tutma direncinin daha etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Her iki ahşap türünden kontrol örneklerinde vida tutma direnci; Sarıçamda 3,55 N/mm², Sapsız meşede ise 7,34 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre kontrol örneklerinin eğilme direnci değerlerinin A düzeyi Sarıçam örneklerinde % 19,1, Sapsız meşe örneklerinde ise % 14,71'lik azalma tespit edilmiştir. B düzeyi Sarıçam örneklerinde % 4,2, Sapsız meşe örneklerinde ise % 8,9'lik bir azalma tespit edilmiştir. C düzeyi

Sarıçam örneklerinde % 9,5, Sapsız meşe örneklerinde ise % 11,1'lik azalma tespit edilmiştir (Çizelge 6.6).

Çizelge 6.6. Vida tutma direnci değişimi (N/mm²)

Sarıçam	Kontrol	A D. (işlemsiz) Değişim (%)	B Düzeyi Değişim (%)	C Düzeyi Değişim (%)
Vida Tutma Direnci(N/mm ²)	3,55	-19,1	-4,2	-9,5
Sapsız meşe	Kontrol	A D. (işlemsiz) Değişim (%)	B Düzeyi Değişim (%)	C Düzeyi Değişim (%)
Vida Tutma Direnci(N/mm ²)	7,34	-14,71	-8,9	-11,1
D :Düzey				

6.7. Sertlik

Doğal yaşlandırmadan dolayı A düzeyi örneklerde doğal lif yapısındaki bozunuma bağlı sertlik değerlerinde düşüş, B ve C düzeyi örneklerde ise; doğal koruyucu madde retensiyonundan dolayı A düzeyine göre bir artış olmuş ve doğal koruyucunun iki ahşap türünde de etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Her iki ahşap türünden (Sarıçam/Sapsız meşe) kontrol örneklerinde brinell sertlik direnci; Sarıçamda 1,13 N/mm², Sapsız meşede ise 3,03 N/mm² olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre kontrol örneklerinin eğilme direnci değerlerinin A düzeyi Sarıçam örneklerinde % 36,3, Sapsız meşe örneklerinde ise % 28,71'lik azalma tespit edilmiştir. B düzeyi Sarıçam örneklerinde % 8,8, Sapsız meşe örneklerinde ise % 11,22'lik bir azalma tespit edilmiştir. C düzeyi Sarıçam örneklerinde % 15,9, Sapsız meşe örneklerinde ise % 17,16'lik azalma tespit edilmiştir (Çizelge 6.7).

Çizelge 6.7. Sertlik değişiminin belirlenmesi (N/mm²)

Sarıçam	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz) Değişim (%)	B Düzeyi Değişim (%)	C Düzeyi Değişim (%)
Sertlik (N/mm ²)	1,13	-36,3	-8,8	-15,9
Sapsız meşe	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz) Değişim (%)	B Düzeyi Değişim (%)	C Düzeyi Değişim (%)
Sertlik (N/mm ²)	3,03	-28,71	-11,22	-17,16

Verilerin Değişimlerinin (%) Değerlendirilmesi:

Sonuç olarak, Sarıçam ve Sapsız meşe ağacı odunlarından örneklerin, ceviz taneni çözeltisi olarak hazırlanmış doğal ahşap koruyucu ile modifiye edilerek, modifikasyon maddesinin bir yıl süreyle dış ortamda bekletilerek sıcaklık, rutubet ve güneş ışınlarının bozundurucu etkisi karşısında koruyuculuk özelliğinin incelendiği bu araştırmada fiziksel özelliklerden yoğunluk, rutubete bağlı olarak çarpılma ve boyutsal kararlılık değerleri Çizelge 6.8’ da gösterilmiştir.

Çizelge 6.8. Fiziksel özelliklerine ait toplu değişim oranları (%)

Fiziksel özellikler	Ahşap türü	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz) Değişim (%)	B Düzeyi Değişim (%)	C Düzeyi Değişim (%)
Yoğunluk (g/cm ³)	Sarıçam	0,413	-4,3	+2,6	+1,6
	Sapsız meşe	0,649	-4,7	+1,6	+1,9
Çarpılma (mm)	Sarıçam	-	52,2	25,8	37,53
	Sapsız meşe	-	30,2	13,2	13,63
Kalınlıkta boyutsal kararlılık (mm)	Sarıçam	30,08	+2,67	+0,07	+1,06
	Sapsız meşe	30,08	+1,57	+0,12	+0,14
Genişlikte boyutsal kararlılık (mm)	Sarıçam	30,08	+2,89	+0,13	+0,46
	Sapsız meşe	30,08	+2,90	+0,10	+0,14
Boyda boyutsal kararlılık (mm)	Sarıçam	15,09	+1,35	+0,11	+0,18
	Sapsız meşe	15,05	+1,58	+0,15	+0,27

Mekanik özelliklerden eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü, yapışma direnci, sertlik, vida tutma direnci değerlerinin değişim miktarı belirlenerek Çizelge 6.9’ de verilmiştir.

Çizelge 6.9. Mekanik özelliklere ait toplu değişim oranları (%)

Mekanik özellikler	Ahşap türü	Kontrol	A Düzeyi (işlemsiz) Değişim (%)	B Düzeyi Değişim (%)	C Düzeyi Değişim (%)
Eğilme Direnci (N/mm ²)	Sarıçam	6,71	-32,2	-8,9	-22,2
	Sapsız meşe	8,82	-24,9	-6,8	-15,4
Eğilmede EMO (N/mm ²)	Sarıçam	8721,11	-1,5	-0,1	7,8
	Sapsız meşe	10664,81	-34,2	-0,2	-11,5
Yapışma Direnci (N/mm ²)	Sarıçam	9,65	-24,5	-11,7	-18,6
	Sapsız meşe	13,4	-14,1	-3,5	-10,0
Vida Tutma Direnci (N/mm ²)	Sarıçam	3,55	-19,1	-4,2	-9,5
	Sapsız meşe	7,34	-14,71	-8,9	-11,1
Sertlik (N/mm ²)	Sarıçam	1,13	-36,3	-8,8	-15,9
	Sapsız meşe	3,03	-28,71	-11,22	-17,16

Buna göre:

- 1) En çok sade ceviz taneni (B düzey) ve ikinci sırada Meşe-Çam taneni ekstraktı katılmış ceviz taneni (C düzey) doğal koruyucunun ahşap malzemenin yoğunluk (maddesel) kaybını önlediği ve hatta retensiyondan dolayı %1,6 – 2,6 oranında artırdığı, ayrıca doğal ortamda bozunumunu engelleyerek koruduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, endüstriyel kullanımlarda daha çok B düzeyi koruyucu önerilebilir.
- 2) Her iki ahşap türü örneklerde rutubet değişimi nedeniyle meydana gelen ve düzlemsellikten sapma olarak tanımlanan çarpılma miktarını %13,2 - %25,8 oranına kadar azalttığı belirlenmiştir. Bu nedenle, dış ortam kullanımlarında daha çok B düzeyi koruyucu önerilebilir.
- 3) Her iki ahşap türü örneklerde rutubet değişimi nedeniyle meydana gelen ve şişme-çekme olarak tanımlanan boyutsal değişim miktarını en fazla B düzey koruyucuda

%0,07 oranına kadar azalttığı görülmüştür. Bu nedenle, dış ortam kullanımlarında daha çok B düzeyi koruyucu önerilebilir.

- 4) Ahşap malzemenin en önemli mekanik özelliklerinden olan eğilme direncinin doğal ortamdaki bozunuma bağlı kaybını %6,8 – 8,9, eğilmede elastiklik modülünü %0 – 0,2 oranına kadar en etkin olarak B düzey koruyucunun azalttığı görülmektedir. Bu nedenle, strüktürel (yapı sektöründe, dış ortamda) kullanımlarda daha çok B düzeyi koruyucu önerilebilir.
- 5) Özellikle yapı endüstrisinde açık hava şartlarında kullanılan ahşap imalatlarda önemi iyice öne çıkan tutkallı birleştirmenin yapışma direnci kaybını %3,5 – 11,7'e, vida tutma direncini %4,2 – 8,9 oranına kadar en fazla B düzey koruyucunun azalttığı belirlenmiştir. Bu nedenle her türlü dış ortam kullanımlarında daha çok B düzeyi çözelti önerilebilir.
- 6) Her iki ahşap türünden örneklerle dış ortam şartlarında bekletme sürecinde ahşabın yapısal olarak bozunumu nedeniyle meydana gelen sertlik kaybını %8,8 – 11,22'ye kadar etkin olarak B düzey koruyucunun azalttığı belirlenmiştir. Bu nedenle her türlü dış ortam kullanımlarında ve yüzey sertliğinin öne çıktığı kullanımlarda daha çok B düzeyi çözelti önerilebilir.
- 7) Yapmış olduğumuz bu çalışma kapsamında kullanılan ahşap türlerinin doğal yapısında tanen maddesi bulunmaktadır. Bundan sonraki yapılacak olan çalışmalarda tanen içeriği bulunmayan ahşap türlerinde (Örneğin: Köknar) koruyucu tanen çözeltisi uygulanarak benzer bir etkileşimin araştırılması önerilebilir.
- 8) Park, bahçe, teras sistemleri ve ahşap yapı malzemesi üreten firmaların ahşap koruyucusu olarak ceviz tanenini kullanmaları önerilir.
- 9) Ceviz taneninin dış ortam şartlarına karşı etkisini incelediğimiz bu çalışma ışığında doğal tanen maddesinin deniz suyu içinde ve deniz sahili dış ortamında incelenmesi önerilir.

Hatırlatma: Bu araştırma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Destekleme Merkezi tarafından 07/2016-07 nolu *DOĞAL KORUYUCU İLE MODİFİYE EDİLMİŞ BAZI AHŞAP TÜRLERİNİN YAŞLANDIRMA SÜRECİNDE FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ* adlı proje kapsamında desteklenmiştir. Bu nedenle, BAP merkezine teşekkürler arz olunur.

KAYNAKLAR

1. Anderson, E. L., Pawlak, Z., Owen, N. L. and Feist, W. C. (1991). Infrared studies of wood weathering, *Applied Spectros*, 45, 641-647.
2. Kurtoğlu, A. (2000). *Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri Ders Notu*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 47-52.
3. Örs, Y. ve Atar, M. (2000). Sapsız Meşe (*Quercus Petraea* Spp.) Odununda Emprenye Etme ve Renk Açma İşleminin Vernik Katman Sertliğine Etkileri. *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, 3(4), 8.
4. Richardson, B. A. (1978). *Wood Preservation*, Lancaster University The Construction Press, 200-238.
5. Özçifçi, A. ve Batan, F. (2009). Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, 12(4), 287-292.
6. Graham, R. D. (1973). *History of Wood Preservation, Wood Deterioration and its Prevention by Preservative Treatments, Vol.1 Degradation and Protection of Wood*. New York: Syracuse University Press, 380.
7. Huş, S. (1977). *Ağaç Malzeme Tutkalları*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 2337 (242), 7-39.
8. Feist, W. C. (1994). Effect of Pre weathering, Surface Rougness and Wood Species on the Performance of Paint on Stains, *Forest Products Journal*, 66, 109-121.
9. Örs, Y., Keskin H., (2008). *Ağaç Malzeme Teknolojisi*, Ankara: Gazi Yayıncılık, 141-190.
10. Şen, S. ve Hafizoğlu, H. (2001). *Ahşap Korumada Kullanılan Bazı Kimyasalların Çevreye Etkileri*, Ulusal Sanayi Çevre Sempozyumu, Nisanda sunuldu.
11. Sen, S., Hafizoğlu, H. ve Dığrak, M. (2002). Bazı Bitkisel Ekstraktların Fungusit Olarak Odun Koruyucu Etkilerinin Araştırılması, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, Kahramanmaraş, 5 (1), 99-110.
12. Hafizoğlu, H. (1984). *Orman Yan Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon.
13. Yazıcı, H. (2005). Açık Hava Koşullarının Odun Dayanımına Etkisi. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7(8), 23-25.
14. Bozkurt, A.Y., Erdin, N. (2000). *Odun Anatomisi*, İstanbul: Orman Fakültesi Yayınları, Dilek Matbaası.
15. United Nations Environment Programme, Industry and Environment/Programme Activity Centre (1994). *Environmental Aspects of Industrial Wood Preservation, A Technical Guide*, United Nations, France.

16. Kartal, S. N. and Imamura, Y. (2004). *Borlu Bileşiklerin Emprenye Maddesi Olarak Ağaç Malzeme ve Kompozitlerde Kullanımı*. III. Uluslararası Bor Sempozyumu, Eskişehir, 333 - 334.
17. Khanbabaee K, Ree T. (2001). Tanens Classification and Definition. *Natural Product Reports*, 18, 641–649.
18. Özalp, M. (2003). *Su İtici (Protim Wr230) ve Koruyucu (Wolmanit-Cb) Emprenye Maddeleri İle Muamele Edilmiş Çam Odunu Örneklerinin Su Soğutma Kulelerinde Kullanımıyla Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özelliklerde Meydana Gelen Değişimin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 10-12.
19. Kurtoğlu, A. (2000). *Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, Genel Bilgiler*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 1, 31-32.
20. Ayar, S. (2008). *Basınç ve Bekletme Süresinin Emprenye Maddelerinin Ağaç Malzemeye Nüfuzuna Etkisinin Belirlenmesi*. Bilim Uzmanlığı Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 1-2.
21. Ale'n, R., Kotilainen, R. and Zaman, A. (2002). Thermochemical behavior of Norway spruce (*Picea abies* L.) at 180-225 °C. *Wood Science and Technology*, 36,163-171.
22. Aydemir, D. ve Gündüz, G. (2009). Ahşabın Fiziksel, Kimyasal, Mekanik ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Isıyla Muamelenin Etkisi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 11(15), 71-81.
23. Bekhta, P. and Niemz, P. (2003). Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood, *Holzforschung*, 57(5):539-546.
24. Atar, M. ve Özçifçi, A. (2005). Lamine Edilmiş Ağaç Malzemedeki Farklı Test Ortamlarının ve Ağaç Türlerinin Yapışma Direncine Etkisi, *Teknoloji Dergisi*, 8(4), 305-310
25. Feist, W. C. (1979). Protection of wood surfaces with chromium trioxide, Forest Products Laboratory, *Research Paper FP*, 339, 19-20.
26. Yörür, H. (2007). *Islak Mekânlarda Ahşap Tutkallarının Yapışma Mukavemetlerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 28-106.
27. Gür, İ. (2003). *Emprenye İşleminin Sarıçam ve Kızılçamın Bazı Mekanik ve Fiziksel Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 46-48.
28. Ormancılık Araştırma Enstitüsü (1994). *Sarıçam*. Ankara: Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El kitabı dizisi 67, 7-285.
29. Örs, Y., Atar, M. ve Demirci, Z. (2005). Borlu Birleşikler ile Emprenye Etmenin Ağaç

- Malzemede Üst Yüzey İşlemleri ve Yanma Özelliklerine Etkileri. *TÜBİTAK, MİSAG Proje*, 237-43.
30. Kuduban, E. (1996). *Anadolu Kestanesi (Castanea Sativa Mill.) Odun ve Kabuğunun Kimyasal Bileşimi*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 64.
 31. Bozkurt, A. Y., Göker, Y. ve Erdin, N. (2000). *Odun Anatomisi*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 404-592.
 32. Efe, H. (2003). *Mobilya Konstrüksiyon Tasarımında Mühendislik İşlemleri Ders Notları*, Lisans Ders Notları Arşivi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
 33. Bozkurt, A. Y. ve Erdin, N., (1989). *Ticarette Önemli Yabancı Ağaçlar*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, 4.
 34. Anşın R. ve Özkan Z. C. (2006). *Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar*, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, 500.
 35. Yalınkılıç A. C. (2008). *Ağaç Malzemede Su Bazlı Vernikler İle Su Çözücülü Ağaç Boyası Etkileşiminin Kahverengi Renk Tonuna Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
 36. Saatçioğlu, F. (1969) *Silvikültür I: Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri*, İstanbul: Kurtulmuş Matbaası, 2187/222.
 37. Anşın, R. ve Özkan, Z. C. (1997). *Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar* (Baskı: 2), Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, 149-151-152-320-321-322-340.
 38. Bozkurt, A. Y. ve Erdin N. (2013). *Odun Anatomisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 340.
 39. Sivrikaya, H. (2003). *Diri ve Öz Odunun Emprenye Edilebilirliği ve Dayanım Özellikleri*, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
 40. Şanıvar, N. ve Zorlu, İ. (1991). *Ağaç işleri Gereç Bilgisi* (3. Baskı). Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Devlet Kitapları, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Matbaası, 72-80-81.
 41. Örs, Y. ve Keskin H. (2002). *Ağaç Malzeme Bilgisi*, İstanbul: Atlas Yayın Dağıtım, 183.
 42. Bozkurt, Y. ve Erdin, N. (1997). *Ağaç Teknolojisi*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayını, 445.
 43. Sönmez, A. (2000). *Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri I*, Ankara: Çizgi Matbaacılık, 10-330.

44. Berkel, A. (1972). *Ağaç Malzeme Teknolojisi*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınevi, 2-368.
45. Erten, P. (1986). *Kızılçam ve Toros Sedirinin Çeşitli Yöntemlerde Emprenyesi*, Ankara: Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayını, 8-15.
46. Hall, G. S. (1988). *Ahşabın Yapıda Doğru Kullanımı ve Korunması*, Ahşap Malzemenin Korunması Sempozyumu, Ankara: Milli Prodüktivite Yayınları.
47. Merdan, R. (2011). *Ahşap Yapı Elemanlarının Borlu Bileşiklerle Farklı Çalışma Şartlarında Emprenye Edilebilirliğinin Araştırılması*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
48. İlhan, R. (1988). *Ağaç Malzeme Koruma ve Emprenye Tekniği*, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınevi, 74-180,
49. Ross, R. J. (2010). *Wood handbook: Wood as an engineering material*, United States of America: A Forest Service, Forest Products Laboratory, General Technical Report.
50. TS 2478, (1976). *Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü.
51. TS 2474, (1976). *Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü.
52. ISO 13061-17, (2017), *Physical and mechanical properties of wood — Test methods for small clear wood specimens — Part 17: Determination of ultimate stress in compression parallel to grain*, Internetwork Operating System.
53. Bozkurt, Y. (1966). Ağaç Malzemenin Mekanik Özellikleri, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(2), 40-60.
54. Erten, P. (1988). *Ahşap Malzemenin Korunmasında Yararlanılan Baslıca Teknikler*, Ahşap Malzemenin Korunması Sempozyumu, Ankara: Milli Prodüktivite Yayınları 338, 127-135.
55. Topçuoglu, M. ve Erkan, T. (1986). *Türkiye'nin Değişik İklim Bölgelerinde Denge Rutubetinin Saptanmasına İlişkin Araştırmalar*, Ankara: Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, 159.
56. Bozkurt A. Y. ve Göker Y. (1996). *Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Basımevi.
57. C. C. Gerhards. (1982). Effect of Moisture Content and Temperature on the Mechanical Properties of Wood: An Analysis of Immediate Effects, *Wood and Fiber Science Journal*, 14(1), 4–36.
58. Kollman, F. F. P. and Côté W. A. (1968). *Principles of wood science and technology: solid wood*, New York: Allen & Unwin Book Publishers, 740.

59. Berkel, A. (1970). *Ağaç Malzeme Teknolojisi*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, Kurtulmuş Matbaası, 2-368.
60. Bodig, J. and Goodman, J. R. (1973). Prediction of elastic parameters for wood, *Wood Science*. 5(4): 249–264.
61. Wangaard, F. F. (1950). *The mechanical properties of wood*, New York: John Wiley & Sons Book Publishers.
62. Korkut, S. ve Kocaefe, D. (2009). Isıl İşlemin Odunun Özellikleri Üzerine Etkisi, *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 5(2), 11-34.
63. Gezer, E. D. (2003). *Kullanım Süresinin Tamamlamış Emprenyeli Ağaç Malzemelerin Yeniden Değerlendirilmesi Olanaklarının Araştırılması*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
64. Baysal, E. (2003). Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Yanma Özellikleri, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(1-2), 59-69.
65. Ridout, B. (1992). The Treatment of Timber Decay into the 21st Century, *Journal of Architectural Conservation*, 4(3), 7-2.
66. Gosseling, R. J. A., Krosse, A. M. A., Putten, J. C., Kolk, J. C., Klerk-Engels, B., Van Dam, J. E. G. (2003). *Wood Preservation by Low-Temperature Carbonisation*, Department of Fibre and Paper Technology, Agrotechnological Research Institute (ATO B.V.), the Netherlands, Industrial Crops and Products, 19(1), 3-12.
67. Kobayashi, M., Asano, T., Kajiya, M., Tomita, B. (2005). Effect of Ozone Treatment of Wood on its Liquefaction, the Japan Wood Research Society, *Journal of Wood Science* 51, 348–356.
68. Ledhem, A., Dheilly, R. M. and Queneudec, M. (2000). Reuse of Waste Oils in the Treatment of Wood Aggregates, *Waste Management*, 20, 321-326.
69. Kılıç, A. ve Hafizoğlu, H. (2007). Açık Hava Koşullarının Ağaç Malzemenin Kimyasal Yapısında Meydana Getirdiği Değişimler ve Alınacak Önlemler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2), 175-183.
70. Williams, R. S. (1987). Acid effects on accelerated wood weathering, *Forest Products Journal*, 37, 37-38.
71. Miles, J. and Elliot, G. K. (1981). Development under Discussion, *Timber Trades Journal*, 319, 22-23.
72. Brown, F. L. (1977). The Preservative treatment and Staining of Shining, *Forest Product Journal*, 10, 34-35.
73. Bozkurt, Y., Göker, Y. ve Erdin, N. (1993). *Emprenye Tekniği*, İstanbul; İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 3779 (425), 125.

74. Doruk, Ş. (2009). *Lamine Ağaç Malzemedede Vernik ve Emprenye İşlemlerinden Yaslandırmaya Etkisinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
75. Bisanda, E. T. N., Ogola, W. O., and Tesha, J. V. (2003). Characterisation of Tannin Resin Blends for Particle Board Applications, *Cement and Concrete Composites*, 25 (6), 593-598.
76. Kırcı, H. (2000). *Kâğıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları*, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Basımevi, 63.
77. Gnanamani A, Sekaran G and Babu M. (2001). Removal of tannin from cross-linked and open chain polymeric tannin substrates using heme peroxides of *Phanerochaete chrysosporium*, *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 24, 211-217.
78. Aydın S. A, Üstün F. (2007). Tanenler 1, Kimyasal Yapıları, Farmakolojik Etkileri, Analiz Yöntemleri, *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 33, 21-31.
79. Huş S. (1969). *Orman Mahsulleri Kimyası*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayinevi. 150, 81-100.
80. Pereira, J. A., Oliveira, I., Sousa, A., Valentaõ, P., Andrade, P. B., Ferreira, I. C. F. R., Ferreres, F., Bento, A., Seabra, R., Estevinho, L. (2007). Walnut (*Juglans regia* L.) leaves: Phenolic Compounds, Antibacterial Activity and Antioxidant Potential of Different Cultivars, *Food and Chemical Toxicology*, 45(11), 2287–2295.
81. Stampar, F., Solar, A., Hudina, M., Veberic, R. and Colaric, M. (2006). Traditional walnut liqueur – cocktail of Phenolic, *Food Chemistry*, 95(4), 627–631.
82. İnternet: Ceviz Ağacı Hakkında Genel Bilgi, (2019). URL: <https://ceviz-yetistiriciligi.blogspot.com/p/ceviz-agac-hakknda.html?view=timeslide> Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
83. Tepge Bakış (2012). *Sert Kabuklu Meyveler-Ceviz*, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, 5(14).
84. Ketenci C. K. ve Bayramoğlu Z. (2018). Türkiye’de Ceviz Üretiminin Rekabet Analizi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(3): 339–347.
85. İnternet: FAO, (2019). URL: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Son Erişim Tarihi: 29.06.2019.
86. Bayazit, S., Tefek, H. ve Çalışkan O. (2016). Türkiye’de Ceviz (*Juglans regia* L.) Araştırmaları, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (1):169-179
87. Orman E. ve Boz Y. (2013). Türkiye’de Ceviz Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu Sorunlar ve Çözüm Önerileri, *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 2(5),14-20.

88. Ünal, H. (2005). Türkiye’deki Ceviz Artıklarının Enerji Potansiyeli ve Değerlendirme Olanakları, *Bahçe Ceviz*, 34 (1), 205 – 215
89. Baytop, T. (1963). *Türkiye’nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri*, İstanbul: İsmail Akgün Matbaası, 499.
90. Brunello, F. (1973). *The Art of Dyeing in the History of Mankind*, Vicenza, Neri Pozza Publications, 467.
91. Kaymak, H. C. (2018). Juglon (5-hydroxy-1,4-naphthalenedione) ve Ceviz Yaprağı Ekstraktının Turp (*Raphanus sativus* L.)’ta Bazı Gelişme Özellikleri ve Verim Üzerine Etkisi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49 (1), 1-5.
92. Ankara Üniversitesi Kitaplığı, Farmakognozi Ders Notu, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Basımevi, 1,3.
93. Liu, H. W., Gai, F., Gasco, L., Brugiapaglia, A., Lussiana, C., Guo, K. J., Tong, J. M. and Zoccarato, I., (2009). Effects of Chestnut Tannins on Carcass Characteristics, Meat Quality, Lipid Oxidation and Fatty Acid Composition of Rabbits, Institute of Animal Science, *Chinese Academy of Agricultural Sciences*, 83, 678-683.
94. Kor D., Karadaş F., ve Karageçili M. R. (2018). Organik Bir Materyal Olarak Pikan Cevizi (*Carya illinoensis*) Kabağı Alternatif Bir Yem Katkı Maddesi Olabilir Mi? *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1): 135-143.
95. Bayaz M. (2014). Esansiyel Yağlar: Antimikrobiyal, Antioksidan ve Antimutajenik Aktiviteleri, *Akademik Gıda Dergisi*, 12(3), 45-53.
96. Çelik E. ve Çelik G. Y. (2007). Bitki Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Özellikleri *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 5(2), 1-6.
97. Hagermann, A. E. (2002). *Tannin Handbook*, Hagerman Laboratory, Miami University, Oxford, 10-16.
98. Bozkurt, Y. ve Göker, Y. (1981). *Orman Ürünlerinden Faydalanma Ders Kitabı*, İstanbul: Taş Matbaası, 379, 1.
99. Uçar, G. (1978). *Odun Kimyası Ders Notları I.*, 77.
100. Polisan (1996). *Üretici Firma Dokümantasyonu*, Kocaeli, 3-8.
101. TS 2471. (1976). Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler için Rutubet Miktar Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü.

102. TS 2472. (1976). Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler için Hacim Yoğunluk Değerinin Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü.
103. TS EN 1309-3. (2018). Yuvarlak ve Biçilmiş Yapacak Odun (Kereste)- Boyutları Ölçme Metodu- Bölüm 3: Özellikler ve Biyolojik Degradasyonlar, Türk Standartlar Enstitüsü.
104. TS EN 310. (1999). Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülünün Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü.
105. TS EN 205. (2017). Yapıştırıcılar - Yapısal Olmayan Uygulamalar İçin Ahşap Yapıştırıcılar - Bindirmeyle Yapıştırılmış Eklerin Çekmeyle Kayma Mukavemetinin Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü.
106. TS EN 320. (2011). Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Vida Tutma Mukavemetinin Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü.
107. TS EN 325. (2012). Ahşap Esaslı Levhalar - Deney Parça Boyutlarının Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü.
108. TS EN 2479. (2005). Odunun Statik Sertliğinin Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÜNVER, Meryem
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 22.04.1993, Nevşehir
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (543) 745 03 64
 e-mail : kacmazmeryem93@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/Ağaçşçileri Endüstri Müh.	Devam ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi/Endüstri Ürünleri Tasarımı	2015
Lise	Nevşehir Anadolu Lisesi	2010

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2019-Halen	Gaziantep Vicdan Ahmet Güner OO.	Teknoloji Tasarım Öğretmeni
2016-2017	Mertoğlu Kent Mobilyaları	Endüstri Ürünleri Tasarımcısı
2015	Sn Mobilya	Endüstriyel Tasarım Uzmanı
2014-2015	Karayağlı Mobilya (Dodo Çocuk)	Ürün Tasarımcısı
2014-2015	Balıkçioğlu Orman Ürünleri	Stajyer

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

- Altunok, M. ve Ünver, M. (2017). Doğal koruyucu ile modifiye edilmiş bazı ahşap türlerinin yaşlandırma sürecinde fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesi, *TMMOB Orman Mühendisleri Odası Yayın Organı*, 54(4-5-6), 24.

Ödül ve Patent

1. 10.Ulusal Ev Mobilyası Yarışması Oturma Dinlenme Kategorisi Birinciliği, Destekleyen Kuruluşlar MOSDER ve İSTİKBAL, 2014
2. 2014/09065 numaralı Oturma Dinlenme Elemanı Tasarım Tescili

Hobiler

Puzzle yapmak, Ahşap oyuncak yapmak, Blog yazmak, Bilim romanları ve yayınlarını okuyup takip etmek, Bitki yetiştirmek, Fotoğraf çekmek ve düzenlemek.





GAZİ GELECEKTİR..