



**DOĞAL AĞAÇ TANENİ İLE MODİFİYE EDİLMİŞ
BAZI AĞAÇ TÜRLERİNDE ÇÜRÜMEYE KARŞI DİRENCİN
İNCELENMESİ**

Gamzenur OKUT

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

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

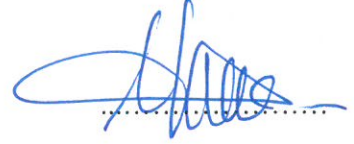
HAZİRAN 2019

Gamzenur OKUT tarafından hazırlanan “DOĞAL AĞAÇ TANENİ İLE MODİFİYE EDİLMİŞ BAZI AĞAÇ TÜRLERİNDE ÇÜRÜMEYE KARŞI DİRENCİN İNCELENMESİ” 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

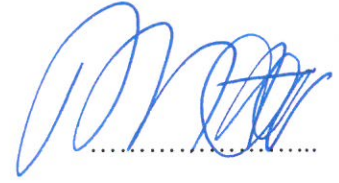
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Başkan: Prof. Dr. Musa ATAR

Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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



Üye: Dr. Öğretim Üyesi Osman PERÇİN

İç Mimari ve Çevre Tasarımı Ana Bilim Dalı, Necmettin Erbakan Üniversitesi

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



Tez Savunma Tarihi: 11/06/2019

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.

Gamzenur OKUT

11/06/2019

DOĞAL AĞAÇ TANENİ İLE MODİFİYE EDİLMİŞ BAZI AĞAÇ TÜRLERİNDE ÇÜRÜMEYE KARŞI DİRENCİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Gamzenur OKUT

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2019

ÖZET

Bu çalışmada, doğal ahşap tanen çözeltisinin Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kestane (*Castanea sativa*) ve meşe (*Quercus petraea*) türlerinde toprak altında bekletme sürecindeki çürümeye karşı etkisi incelenmiştir. Bu maksatla TS 2471, TS 2472, TS 2474, TS 2478, TS 2479, standartları esas alınarak hazırlanan örnekler 3 kat fırça, 6 kat fırça, 4 saat daldırma ve 8 saat daldırma yöntemleriyle doğal ahşap koruyucu modifiye edilmiştir. İşlemsiz ve modifiye edilmiş örnekler bitkisel toprak içerisinde 1 yıl süreyle doğal yaşlandırmaya tutulmuştur. Yaşlandırmadan sonra örnekler ilgili standartlara göre yoğunluk (madde kaybı), sehim miktarı, eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü ve sertlik ölçüm ve testleri uygulanmıştır. Sonuç olarak, kontrol örneklerine göre tüm işlemsiz örnekler toprak altında %8 civarında madde kaybı (yoğunluk düşüşü), %23 civarında eğilmede elastiklik modülü kaybı, %40 civarında eğilme direnci kaybı ve %30 civarında sertlik azalması meydana gelmiştir. Ancak, modifiye edilmiş ve toprak altında bekletilmiş örneklerde yoğunluk, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve sertlik işlemsiz örnekler göre daha yüksek elde edilmiş ve doğal tanen çözeltisinin çürümeyi önlediği belirlenmiştir. Bu bağlamda en iyi sonuç ise, 8 saatlik daldırma yönteminde elde edilmiştir.

Bilim Kodu : 120401

Anahtar Kelimeler : Ahşap malzeme, Sarıçam, kestane, meşe, ahşap modifikasyonu, ahşap çürümesi, koruyucu doğal tanen çözeltisi

Sayfa Adedi : 85

Danışman : Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK

INVESTIGATION ON THE DECAY OF SOME WOODEN TYPE MODIFIED WITH
NATURAL WOOD TANNIN

(M. Sc. Thesis)

Gamzenur OKUT

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2019

ABSTRACT

In this study the effect of natural wood tannin solution against decay in pine (*Pinus sylvestris* L.), chestnut (*Castanea sativa*) and oak (*Quercus petraea*) species has been investigated. For this purpose, natural wood preservative has been modified with 3 layers brush, 6 layers brush, 4 hours immersion and 8 hours immersion. Untreated and modified samples were kept in natural soil for 1 year in vegetable soil. After aging, the samples were subjected to density (substance loss), amount of deflection, bending resistance, modulus of elasticity in bending and hardness measurement and test according to the relevant standards. As a result, around 8% material loss (density decrease), loss of elasticity module around 23% , around 40% bending resistance loss and around 30% hardness decrease occurred under the soil in all untreated samples according to the control samples. However, in the samples that were modified and kept under the soil, the density, bending resistance, modulus of elasticity in bending and hardness were higher than the untreated samples and it was determined that the natural tannin solution prevented decay. In this context, the best result was obtained in 8 hour immersion method.

Science Code : 120401

Key Words : Wood material, Pine, chestnut, oak, wood modification, wood decay, protective natural tannin solution

Page Number : 85

Supervisor : Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışma konumun belirlenmesi, deneysel çalışmalarımın yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazım aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK' a, yüksek lisans ders döneminde verdikleri çok değerli bilgilerle katkı sağlayan Prof. Dr. Musa ATAR' a ve Doç. Dr. İhsan KÜRELİ' ye ve bitki özütleri ile ilgili araştırmacı Berrin ÇAMUR hanımefendiye teşekkürlerimi sunarım. Hayatım boyunca yanımda olan benden her türlü desteklerini esirgemeyen annem Zeynep KASAP ve babam Bekir KASAP' a, manevi destekleri için eşim Onur Tezcan OKUT' a ve kardeşlerim Semanur ve Melike Melek KASAP' a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

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 TARAMASI.....	5
3. GENEL BİLGİLER.....	11
3.1. Ahşap Malzemenin Fiziksel Özellikleri.....	11
3.1.1. Odunla su arasındaki ilişkiler	11
3.2. Ahşap Malzemenin Mekanik Özellikleri	15
3.2.1. Direnç özellikleri.....	16
3.3. Ahşap Malzeme Özellikleri	21
3.3.1. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.).....	21
3.3.2. Kestane (<i>Castanea sativa</i>).....	24
3.3.3. Meşe (<i>Quercus petraea</i>)	27
4. MATERYAL VE METOT.....	33
4.1. Materyal	33

	Sayfa
4.1.1. Ahşap Malzeme.....	33
4.1.2. Doğal Ahşap Koruyucu Tanen Çözeltisi.....	33
4.2. Metot	33
4.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması ve iklimlendirilmesi	33
4.2.2. İstatistiksel değerlendirme.....	37
4.2.3. Rutubet miktarının belirlenmesi.....	38
4.2.4. Retensiyon miktarının belirlenmesi	39
4.2.5. Yoğunluğun belirlenmesi	40
4.2.6. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülünün belirlenmesi.....	41
4.2.7. Brinell sertliğin belirlenmesi	43
5. BULGULAR.....	45
5.1. Rutubet Miktarı.....	45
5.2. Retensiyon Miktarı	45
5.3. Yoğunluk Değişimi	46
5.4. Eğilme Direnci Değişimi	51
5.5. Eğilmede Elastiklik Modülü Değişimi	57
5.6. Sehim Miktarı ve Sertlik Değişimi.....	60
5.6.1. Sehim miktarı	60
5.6.2. Sertlik	65
5.7. Mikroskopik Görüntüler	68
6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	73
6.1. Yoğunluk.....	73
6.2. Eğilme Direnci.....	74
6.3. Eğilmede Elastiklik Modülü	75

	Sayfa
6.4. Sehim.....	76
6.5. Sertlik	77
KAYNAKLAR	81
ÖZGEÇMİŞ	84

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Sarıçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri.....	23
Çizelge 3.2. Kestane odununun fiziksel ve mekanik özellikleri.....	26
Çizelge 3.3. Sapsız meşe odununun fiziksel ve mekanik özellikleri.....	30
Çizelge 4.1. Ölçüm ve testlerde esas alınan standartlar	34
Çizelge 4.2. Doğal koruyucu ile modifiye edilmiş ahşap türlerinde tespit edilen retensiyon miktarları (g)	39
Çizelge 4.3. Hassas terazi teknik özellikleri	40
Çizelge 4.3. Hassas terazi teknik özellikleri	40
Çizelge 5.1. Ahşap türlerine göre rutubet miktarları (%).....	45
Çizelge 5.2. Doğal koruyucu ile modifiye edilmiş ahşap türlerinde tespit edilen retensiyon miktarları (g)	46
Çizelge 5.3. Yoğunluk değişimi değerlerine ait çoklu varyans sonuçları	47
Çizelge 5.4. Ahşap türüne göre yoğunluk (g/cm^3) değerlerine ait homojenlik grupları.....	47
Çizelge 5.5. Modifikasyon çeşidine göre yoğunluk (g/cm^3) değerlerine ait homojenlik grupları.....	48
Çizelge 5.6. Ahşap türü- Modifikasyon çeşidi ikili etkileşime göre yoğunluk değerlerine ait homojenlik grupları.....	50
Çizelge 5.7. Eğilme direnci ortalama değerleri çoklu varyans analizi	52
Çizelge 5.8. Ahşap türüne göre eğilme direnci (N/mm^2) değerlerine ait homojenlik grupları.....	52
Çizelge 5.9. Modifikasyon çeşidine göre eğilme direnci (N/mm^2) değerlerine ait homojenlik grupları.....	53
Çizelge 5.10. Ahşap türü- Modifikasyon çeşidi ikili etkileşime göre eğilme direnci (N/mm^2) değerlerine ait homojenlik grupları	55
Çizelge 5.11. Elastiklik modülü ortalamaları çoklu varyans analizi	57

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.12. Ahşap türüne göre eğilmede elastiklik modülü (N/mm^2) değerlerine ait homojenlik grupları.....	58
Çizelge 5.13. Modifikasyon çeşidine göre eğilmede elastiklik modülü (N/mm^2) değerlerine ait homojenlik grupları.....	59
Çizelge 5.14. Sehim miktarı ortalamaları çoklu varyans analizi	60
Çizelge 5.15. Ahşap türüne göre sehim miktarlarına ait homojenlik grupları.....	61
Çizelge 5.16. Modifikasyon çeşidine göre sehim miktarlarına (mm) ait homojenlik grupları.....	62
Çizelge 5.17. Ahşap türü- Modifikasyon çeşidi ikili etkileşime göre sehim miktarı (mm) değerlerine ait homojenlik grupları.....	64
Çizelge 5.18. Sertlik ortalamaları çoklu varyans analizi.....	65
Çizelge 5.19. Ahşap türüne göre sertlik değişimine ait homojenlik grupları	66
Çizelge 5.20. Modifikasyon çeşidine göre sertlik değişim (N/mm^2) düzeyine ait homojenlik grupları.....	67
Çizelge 6.1. Ahşap türü - Modifikasyon ikili etkileşimine göre yaşlandırma sürecinde yoğunluk değişimi.....	73
Çizelge 6.2. Ahşap türü - Modifikasyon ikili etkileşimine göre yaşlandırma sürecinde eğilme direnci değişimi.....	74
Çizelge 6.3. Modifikasyon yöntemine göre yaşlandırma sürecinde eğilme elastiklik modülü değişimi değerleri (%)	76
Çizelge 6.4. Modifikasyon yöntemine göre yaşlandırma sürecinde sehim miktarı değişimi.....	77
Çizelge 6.5. Ahşap türü - Modifikasyon ikili etkileşimine göre yaşlandırma sürecinde sehim miktarı değişimi.....	77
Çizelge 6.6. Ahşap türü - Modifikasyon ikili etkileşimine göre yaşlandırma sürecinde sertlik değişimi.....	78

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Eğilme direnci testi uygulaması.....	41
Şekil 4.2. Brinell sertlik deneyi.....	43
Şekil 5.1. Doğal koruyucu ile modifiye edilmiş ahşap türlerinde retensiyon miktarları grafiği	46
Şekil 5.2. Ahşap türüne göre yoğunluk değişim değerlerine ait grafik	48
Şekil 5.3. Modifikasyon çeşidine göre yoğunluk değişim değerlerine ait grafik	49
Şekil 5.4. Ahşap türü- Modifikasyon düzeyine göre yoğunluk değişimi grafiği.....	51
Şekil 5.5. Ahşap türü düzeyine göre eğilme direnci değişimi grafiği.....	53
Şekil 5.6. Modifikasyon çeşidi düzeyine göre eğilme direnci değişimi grafiği.....	54
Şekil 5.7. Ahşap türü- Modifikasyon çeşidi ikili etkileşime göre eğilme direnci değişimi grafiği	56
Şekil 5.8. Ağaç türü bakımından eğilmede elastiklik modülü değişimi grafiği.....	58
Şekil 5.9. Modifikasyon düzeyi bakımından elastiklik modülü değişimi grafiği	59
Şekil 5.10. Ahşap türü düzeyi bakımından sehim miktarı değişimi grafiği.....	61
Şekil 5.11. Modifikasyon çeşidi bakımından sehim miktarı değişimi grafiği	63
Şekil 5.12. Ahşap türü -Modifikasyon çeşidi bakımından sehim miktarı değişimi grafiği	65
Şekil 5.13. Ahşap türü bakımından sertlik değişimi grafiği	67
Şekil 5.14. Modifikasyon düzeyi bakımından sertlik değişimi grafiği.....	68

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Ağaç gövdesi enine kesiti.....	14
Resim 3.2. Ağaçta %0'dan taze hale kadar olan rutubet değişimleri ile direnç özellikleri arasındaki ilişki	17
Resim 3.3. Çeşitli ağaç cinslerinde odun rutubeti ile basınç direnci arasındaki ilişki.....	18
Resim 3.4. Odundaki yüzde su miktarı ile brinell sertlik arasındaki ilişki	20
Resim 4.1. Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan iklimlendirme dolabı	34
Resim 4.2. Deney örneklerinin iklimlendirme dolabına yerleştirilmesi	35
Resim 4.3. Fırça ile koruyucu uygulama.....	35
Resim 4.4. Daldırma ile koruyucu uygulama	36
Resim 4.5. Numuneleri toprak altında bekletme süreci için toprağa yerleştirilmesi	37
Resim 4.6. Numunelerin doğal yaşlandırma süreci sonunda topraktan çıkarılması.....	37
Resim 4.7. Deney örnekleri ağırlıklarının hassas terazi ile ölçümleri.....	40
Resim 4.8. Eğilme direnci testi uygulaması.....	43
Resim 4.9. Brinell sertlik testi uygulaması	44
Resim 5.1. Ahşap türlerine göre kontrol örnekleri mikroskopik görüntüleri.....	68
Resim 5.2. Ahşap türlerine göre işlemsiz örnekler mikroskopik görüntüleri	69
Resim 5.3. Ahşap türlerine göre fırça ile 3 kat uygulamalı örneklerin mikroskopik görüntüleri.....	69
Resim 5.4. Ahşap türlerine göre fırça ile 6 kat uygulamalı örneklerin mikroskopik görüntüleri.....	70
Resim 5.5. Ahşap türlerine göre 4 saat daldırma uygulamalı örneklerin mikroskopik görüntüleri.....	70
Resim 5.6. Ahşap türlerine göre 8 saat daldırma uygulamalı örneklerin mikroskopik görüntüleri	71

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 3.1. Dünyadaki sarıçam yayılışı	22
Harita 3.2. Türkiye’deki sarıçam yayılışı.....	22
Harita 3.3. Dünyadaki kestane yayılışı	25
Harita 3.4. Türkiye’deki kestane yayılışı	25
Harita 3.5. Dünyadaki sapsız meşe yayılışı	28
Harita 3.6. Türkiye’deki sapsız meşe yayılışı	28

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklamalar
cm	Santimetre
cm²	Santimetrekaire
cm³	Santimetreküp
D0	Tam kuru yoğunluk
D12	Hava kurusu yoğunluk
E	Elastikiyet modülü
gr/cm³	Gram/santimetreküp, özgül ağırlık birimi
kg	Kilogram
mm	Milimetre
max	Maksimum
m	Metre
m²	Metrekare
mm²	Milimetrekaire
N	Newton
σ_b	Basınç direnci
$\sigma_{eğ}$	Eğilme direnci
$\pm\%$	Eksiği veya fazlası
°C	Celsius derecesi

Kısaltmalar	Açıklamalar
TS EN	Türk Standartları Enstitüsü
EMO	Eğilmede Elastiklik Modülü

1. GİRİŞ

Ağaç malzeme kullanım alanları, insanın var oluşundan itibaren gittikçe artarak insan yaşantısında önemli bir yer edinmiştir. Günümüzde odun ham maddesinin 10.000 kullanım yeri bulunduğu bildirilmektedir. Yeryüzünde 120.000 çeşit bitki mevcut olup dört ana sınıfa ayrılmaktadır. Bunlardan ağaç, çalı, hurma ve bambular olmak üzere 20.000 kadarı kullanacak odun ham maddesi üretmektedir. Tohumlu bitkiler grubunda yer alan odunsu bitkiler iğne yapraklılar ve geniş yapraklılar olmak üzere başlıca iki grupta toplanmaktadır (Örs ve Keskin, 2008).

Çağlar boyu önemli bir yapı malzemesi olan ahşabın; kısıtlı varlığı nedeniyle, verimli kullanımı ve uzun süreli korunması elzem olmuştur. Çelik ve betonarmeye göre, özgül kütlesinin düşük olmasına karşın; çeşitli yüklemelere karşı direncinin yüksek olması, malzeme olarak kullanım değerinin öne çıkmasına neden olmaktadır. Renk ve desen çeşitliliği, yalıtkan özelliği, kimyasallara karşı duyarsız olması, üst yüzey işlemlerine olumlu cevap vermesi tercih edilmesine sebep olmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

Ağaç malzemenin yukarıda belirtilen olumlu özelliklerinin yanında organik bir malzeme olmasından kaynaklanan yanabilme özelliği, böcekler tarafından tahrip edilebilmesi, mantarlar tarafından çürütülebilmesi, havanın sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak değişen denge rutubetine göre boyutlarını değiştirebilmesi ve güneş ısınlarının etkisiyle renginin solması onun sakıncalı özellikleri olarak kabul edilmektedir (Kurtoğlu, 2000).

Ahşabın doğal kimyasal ve anatomik yapısı nedeniyle dış ortam şartları karşısında korunaksızdır. Bunun için ahşap kimyasal doğal, biyolojik ve alternatif odun koruması ile modifiye edilerek korunması gerekmektedir (Kurtoğlu,1984).

Emprenye, anizotrop bir malzeme olan ahşap malzemenin, çeşitli abiyotik ve biyotik faktörlere karşı korunması amacıyla çeşitli yöntemler kullanılarak yapılan işlemidir. Ağaç malzeme özellikleri, sıvıların akış yolları, emprenye yöntemi ve geçit aspirasyonu emprenye işlemini etkileyen en önemli faktörlerdir (Bozkurt,1993).

Emprenye yapılmış ahşap malzemelerin ömrü 7-8 kat daha da artmaktadır (Richardson,1978). Herhangi bir işleme uğratılmamış doğal hali ile bırakılan ahşap malzeme

ise 5 yıldan daha kısa bir zamanda tahrip olabilmektedir (Özçiftçi ve Batan,2009). Ahşap malzemelerin daha uzun ömürlü olması istenildiği takdirde çoğu zaman koruyucu maddeler ile emprenye edilir.

Ahşabın korunmasının gerekliliği çağlar öncesinden kabul edilerek, bunun için birçok önlem alındığı bilinmektedir. Tarihsel kalıntılar; ağaç malzemenin kısmen kömürleştirilerek korunduğunu, çeşitli kadim medeniyetlerde ahşabı korumak için bitkisel, hayvansal ve mineral yağlardan faydalandığı göstermektedir. (Huş, 1977).

Emprenye işlemi, biyolojik haşaratlar, yanma ve çalışmaya karşı korumak maksadıyla hücrel boşluklara koruyucu çözelti yerleştirme işlemidir. (Örs ve Keskin, 2008).

Odunun doğal dayanımını artırmak, kullanım ömrünü uzatmak ve çeşitli biyolojik faktörlere karşı dayanımını sağlamak üzere yapılan işleme emprenye denmektedir.

Günümüze baktığımızda, kullanılan emprenye maddelerinin çevreye karşı olan duyarlılığı büyük önem kazanmıştır. Özellikle arsenik içeren emprenye maddelerinin Amerika, Kanada ve Japonya'dan sonra Avrupa'da yasaklanması ve kullanım alanlarına sınırlama getirilmesi çevre duyarlılığın artırılmasında kayda değer katkılar sağlamıştır. Bu yasaklamalardan sonra emprenye endüstrisi ve odun koruma şirketleri çevreye duyarlı, daha doğal yeni nesil emprenye maddeleri geliştirmeye çalışarak hem ağacın ömrünü uzatmayı hem de çevreyle ilgili zararı minimuma indirmeyi amaçlamışlardır (Örs ve Keskin, 2008).

Özellikle boya-cila, vernik ve çeşitli kimyasal maddeler ile emprenye gibi yöntem ve işlemlerin ahşabı korurken çevreye zararlı etkiler de yaymaktadır. Özellikle tarım ve seracılık gibi toprak altı kullanımlarda ahşabın etkin kimyasallar ile modifiye edilmesi durumunda, kimyasal maddenin su ile yıkanan ve serbest kalan kısmının toprağa karışması, çeşitli çevre ve sağlık sorunlarının kaynağı olmuştur.

Doğal koruyucular denildiğinde tanen gibi çeşitli bitkilerden elde edilen, açık kahverengi, toz şeklinde amorf yapıda maddeler akla gelmektedir. Tanenler deri sanayinde hayvan derilerinin giysi ve ayakkabı yapımında kullanılacak deriler haline getirilmesinde kullanılan temel maddelerdir. Deri sanayinde sepi maddesi olarak bilinen tanenlerle hayvan derilerinin tabaklanması sonucunda derilere güneş, yağmur gibi hava şartlarının olumsuz etkilerine ve

böcek, mantar gibi canlıların zararlı etkilerine karşı direnç kazandırmaktadır (Şen ve Hafızoğlu, 2001).

Son yıllarda doğal maddelerin koruyuculuğu gündeme gelmiş ve farklı deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu doğal koruyucu maddeler arasında bitkisel ekstraktifler ve tanenler önemli yer tutmaktadır. Doğal haliyle kullanılacak olan ağaç malzemenin bitkisel ekstraktif ile işlem gördüğünde hoş bir görünüm kazandığı, ekstraktif çözeltileri ile emprenyeli odunlar üzerinde mantar misellerinin gelişiminin olumsuz yönde etkilendiği belirtilmektedir. Henüz araştırma safhasında olan bu uygulama özellikle kapalı alanlarda kullanılan parke, lambri, gibi döşemelik ağaç malzemenin bitkisel ekstraktiflerle emprenye edilebileceğini göstermektedir (Sen ve Ark, 2002).

Emprenye işleminin uygulanabilmesi için birçok yöntem bulunmaktadır. Koruyucu maddelerin oduna nüfuz etmesi; basınç uygulanmayan, basınç uygulanan, besi suyu çıkarma, difüzyon ve yerinde bakım olmak üzere beş farklı metot ile yapılmaktadır. Emprenye maddesi ve metodun seçiminde, teknik ve ekonomik şartlar ile kullanım yeri dikkate alınır (Örs ve Keskin, 2008). Basınç uygulanan yöntemler bazı araç ve gereçler ile hazırlanan düzenekler yardımı ile uygulanır. Basınç uygulanmayan yöntemler fırça ile sürme, daldırma, bekletme ve sıcak ve soğuk metot gibi basit yöntemlerdir.

Bu noktadan hareketle tezde öncelik olarak kullanılan modifikasyon maddesi; çevreye zarar vermeyen, ceviz kabuğu ve yapraklarından ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen, ülkemizde yaygın olarak yetişmekte ve meyvesinin yararlarından dolayı çeşitli devlet kurumlarınca daha da yaygınlaşması teşvik edilmekte olan doğal koruyucu tanen çözeltisi olarak belirlenmiştir. Bu çözeltilerin toprak içi mikroorganizmalara karşı koruyuculuğu bu araştırma kapsamında incelenmiştir. Böylece, doğal koruyucu tanen modifikasyon maddesinin etkisinin olup olmadığı, ne oranda etkili olduğu bilimsel yöntemler ile tespit edilmiştir. Örneklerde meydana gelecek ağırlık ve yoğunluk kaybı, sertlik kaybı, eğilme direnci kaybı gibi fiziksel ve mekanik değişiklikler test yöntemi ile irdelenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ağaç malzeme yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Bu sebeple, ağaç malzemenin çürümesini ve çeşitli koruyucu maddelerle emprenye edilmesini konu alan birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak doğal ahşap koruyucu maddelerle emprenyesini konu edinen araştırmalara fazla rastlanmamaktadır. Ahşap malzemenin doğal koruyucu malzeme ile emprenye edilmesinin irdelenmesinin ihmal edildiği görülmektedir.

Ağaç malzeme insan yaşamında önemli bir yere sahiptir. Kolay işlenebilme özelliği, sese karşı yalıtkan olması, hafif bir malzeme olmasına karşın direnç özelliklerinin yüksek olması, diğer malzemelerle karşılaştırıldığında daha estetik olması ve bu gibi birçok olumlu özellik ve avantajlarından ötürü daha yaygın kullanım alanına sahip olmakta ve ağaç malzemeye duyulan ihtiyaç artmaktadır.

Ahşabın avantajlarının yanında çeşitli dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar da yana bilirlik, haşaratlar tarafından tahrip edilebilme, organik olması nedeniyle çürüyebilme, boyutsal kararsızlık ve renginin güneş ışınlarında solabilmesi gibi.

Dış mekânda mantarlar, böcekler, güneşin ultraviyole ışınları gibi etkilere maruz kalan ağaç malzemeyi korumak, ömrünü uzatmak ve fiziksel dayanımını artırmak önemlidir. Bu etkenlere karşı ağaç malzemeyi korumak için kullanılan en yaygın yöntemlerden birisi emprenyedir.

Ahşap malzemenin korumasında kullanılan zehirli kimyasal maddelerin çevre kirliliği ve çevresel zararlarının ortaya çıkmasıyla birlikte bu maddelerin kullanımında ciddi tereddütler ortaya çıkmıştır (Bozkurt ve Ark., 1993; Şen ve Hafızoğlu, 2001).

ABD, Kanada, Japonya ve bazı Avrupa ülkelerinde Arsenik ve pentaklorofenol içeren kimyasal koruyucuların kullanımları yasaklanmıştır. Son yıllarda gündeme gelen doğal koruyucu maddeler arasında bitkisel ekstraktlar ve tanenler önemli bir yer tutmaktadır. Bitkilerdeki fenolik bileşenlerin antimikrobiyal özellikleri üzerine yapılan çalışmalar ahşabı korumada önem kazanmıştır (Şen, 2001).

Ham deriler sepi maddeleri ile tabaklandıktan sonra hava şartlarının olumsuz etkilerine ve böcek, mantar gibi canlıların zararlı etkilerine karşı mukavemet kazanmaktadır (Şen, 2001). Tanenler doğal olarak bitkilerin kabuk, odun, meyve ya da yapraklarında değişik oranlarda bulunurlar (Huş, 1969).

Alkan (2016) yaptığı çalışmada doğal emprenye maddesi olarak bol miktarda tanen ihtiva eden tara kullanmıştır. Ülkemizde çok geniş bir yayılışa sahip olan sarıçam odununun doğal koruyucu özellikleri bilinen taranın emprenye maddesi olarak tek başına ve bor türevleriyle ikili işlemler kullanmak suretiyle emprenye edilebilme özelliklerini ve ağaç malzemenin vida tutma direncini incelemiştir. Emprenye sonrası odun numunelerinin yoğunluğu ve buna paralel olarak vida tutma dirençlerinde de artış olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada borlu bileşikler ile doğal emprenye maddelerinin birlikte kullanılması çevre dostu koruyucu maddelerin ahşap korumada önem kazandığını göstermiştir.

Ejechi ve Obuekwe, (1993) *Nauclea diderrichii* odun ekstraktiflerinin uzaklaştırılması ile ahşabın çürümeye karşı olan direncinin azaldığını; etanol ekstraktları ile emprenye ettiği *Triplochiton scleroxylon* odunlarının çürüme direncinde belirgin bir artış meydana geldiğini belirtmiştir.

Grace ve arkadaşları (1994) yapmış oldukları bir çalışmada Alaska sediri (Alaska cedar), Sekoya (redwood) ve Hint Meşesi (teak) ağaç türlerinin öz odunlarından aldığı örneklerin termitlere karşı dirençlerini CCA ile emprenye edilmiş odunlar ile karşılaştırmalı olarak araştırmış ve öz odunu ekstraktiflerinin doğal koruyucu madde olarak oldukça olumlu sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Hutchins (1997) yaptığı araştırmada, tung ağacı (tung tree) ağacından elde ettiği ekstraktların güçlü antitermitik özelliğe sahip olduklarını belirtmiştir.

Suttie ve Orsler (1996) çoğu odunların doğal dayanıklılığının temelinde yapılarında bulunan kimyasal ekstraktiflerin rolünün bulunduğunu belirtmiştir. *Nauclea diderrichii* ve *Pterocarpus soyauxii* ağaçlarından elde ettiği ekstraktiflerle beyaz çürüklük ve kahverengi çürüklük mantarlarına karşı yaptığı laboratuvar denemelerinde bu ekstraktiflerin çok yüksek dirence sahip olduklarını ortaya koymuştur.

Ale'n ve arkadaşları (2002), yapmış oldukları bir çalışmada, Ladin (*Picea abies L.*) odununu 2 saat ile 8 saat 180-225 °C sıcaklıklarda ısıtma işlemi tabi tutmuşlardır. Deney sonucunda ısıtma işlemi görmüş numunelerde yapılan kimyasal incelemeler sonucunda ısıtma süresince karbonhidratların ligninden daha fazla bozucu reaksiyona maruz kaldığı belirlenmiştir. Krom içeren bazı emprenye maddeleri ile ön emprenye işlemi yapılan iğne yapraklı ağaçlarda emprenye sonrası uygulanan üst yüzey işleminin dış ortam koşullarında üst yüzey işlem maddelerinin ömrünü yaklaşık 2 kattan daha fazla artırdığı bildirilmiştir.

Yörür (2007) araştırmasında, kayın ve kavak odunları, Protim-WR 230, Tanalith-C ve Celcure AC 500 emprenye maddeleri, Desmodur-VTKA, Üre formaldehit ve Polivinil asetat tutkalları kullanarak, numunelerin emprenyeden önce ve sonra özgül kütleleri, farklı sürelerle buhar kazanında beklettikten sonraki yapışma direncini incelemiştir. Buhar deneme sonuçlarına göre, kayın kontrol örneklerinin mukavemet değerleri kavak örneklerden daha yüksek çıkmıştır. Tanalith-C 'nin yapışma direncini en az etkilediği, rutubetten en az etkilenen yapıştırıcının da D-VTKA olduğu belirlenmiştir.

Gür (2003) yaptığı çalışmada, Sarıçam ve kızılçam örnekleri çeşitli emprenye maddeleri kullanılarak emprenye edilerek yapışma, eğilme, sertlik ve ağırlığında meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. TS 788 esaslarına göre hazırlanan deney örneklerine yapışma, eğilme, sertlik ve özgül ağırlık tayini deneyleri uygulanmıştır. Emprenye işleminin, ağaç malzemedeki yapışma ve eğilme direncini düşürdüğü, yoğunluğunu artırdığı, sarıçamda sertliği düşürdüğü, kızılçamda sertliği artırdığı bildirilmiştir.

Şen ve arkadaşları (2002) araştırmalarında, çevreye zararlı emprenye kimyasallarının yasaklanarak, odun koruma endüstrisinde çeşitli çevre dostu odun koruyucu maddeleri kullanmaya sevk etmiştir. Bunun yanında doğal bitkisel ekstraktlar, tanenler, bitkilerden elde edilen çözeltilere yer vermeye başlanmıştır. Bitkilerdeki fenolik bileşenlerin antimikrobiyal özellikleri odun koruma alanında da doğal olarak öne öne çıkmıştır. Yağsı maddeler de odunda su itici görevi ifa ederek mantar ve bakteri oluşumunu engellemiştir.

Şen ve Hafizoğlu (2008) yapmış oldukları çalışmada ahşap malzemeye emprenye edilen bitkisel ekstraktların odun koruyucu etkinliklerini açık hava koşullarında incelemişler ve doğal koruyucu madde olarak meşe mazısı, meşe palamudu ve kızılçam kabuklarından elde edilen ekstraktlar kullanmışlardır. 3 ağaç türünde hazırlanan numuneler bu ekstraktlarla

emprenye edilmiş ve ilk olarak toprak sahaya yerleştirilmiş sonrasında açık hava koşullarına maruz bırakmışlardır. Sonuç olarak doğal koruyucu olarak odunun emprenyesinde kullanılan ekstraktların ağırlık kaybı ve mantar zararlarını önlemede odunun doğal dayanıklılığına yardımcı olduğu belirlenmiştir.

Çoğu ahşap koruyucu madde sentetik ya da inorganik olduğundan dolayı çevreye zarar vermektedir. Bu sebeple son yıllarda, artan çevresel baskılar ve yaptırımlar yenilenebilir kaynaklar ile çevre dostu ve atıl hale geldiklerinde biyolojik olarak bozunabilir olan kimyasalların kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Bu ahşap koruma maddelerinin kullanılma amacı böcek ve mantar zararlarına karşı oduna dayanıklılık kazandırmaktır. Bunlar çoğunlukla bitkisel yağ ve ekstraktlardır.

Kamdem (1994) geleneksel metal ve klorlanmış ahşap koruyuculara alternatif olarak yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), Maclura pomifera, sahil sekoyası (*Sequoia sempervirens*), ve *Intsia palembanica* özodunlarından elde ettiği metanol ekstraktlarının çürümeye karşı dirençlerini, *Populus tremuloides* ahşap örneklerinde test etmiştir. %10 retensiyon seviyesinde işleme tabi tutulan deney numunelerinin ağırlık kaybı, kahverengi çürüklük mantarı etkisinde %5, beyaz çürüklük mantarı etkisinde ise önemsiz olarak belirlenmiştir

Olteanu (1997) araştırmasında kestane, ladin ve köknar kabuklarından geliştirilen tanen çözeltilisinin mantarlaşmaya karşı yüksek direnç sağladığını tespit etmiştir. Ladin, kestane ve köknardan elde edilen ekstraktların da mantarlara ve çürümeye karşı koruyucu etki sağladığı bulunmuştur.

Laks (1991) araştırmasında çürümeye karşı ağaçların bünyesinde bulunan doğal savunma mekanizmalarının ağaçlardaki dokusal tahribat bölgelerinin çevresinde toksik bazı kimyasalların yoğunlaştığını belirlemiştir.

Mori ve ark. (1997) bitki patojenleri ve odun çürüklük mantarlarına karşı 51 çeşit yapraklı ağaç odununun kabuklarından elde ettikleri aseton ekstraktlarının antifungal etkilerini araştırmıştır. Toplamda on bir tane mantar türü kullanmıştır. Sonuçlar bütün mantarların misel gelişimine en kuvvetli önleyici özellik gösteren türün *Magnolia obovata* olduğunu göstermiştir.

Smith ve arkadaşları (1989) araştırmasında yalancı akasyadan elde edilen ekstraktif

emprenyesiz kontrol odun örnekleri içerisinde R. inquisitor larvaları yerleştirilmiş ve ergin hale gelinceye kadar larvaların gelişimleri gözlenmiştir. Sonuç olarak ekstraktif maddelerle emprenyeli odunlar içerisinde larvaların gelişimlerinin yavaşladığı, daha yüksek konsantrasyonlarda ise yaşayamadıkları gözlenmiştir.

Tall yağı ile güçlendirilen ahşabın 5 yıllık doğal ortam ve toprak altı denemelerinde yaşlanma ve çürümeye karşı direncin CCA ve kreozota eşdeğer olduğu bildirilmektedir. Bunun yanında birçok bitkisel yağların su itici etkilerinin olduğu rapor edilmiştir.

Yukarıda adı geçen bu araştırmalar literatürde ahşap koruma ve emprenye ile ilgili çalışmalar yer almakta, ancak bu çalışmada kullanılacak doğal tanen ahşap koruyucunun çalışmalarda yaygın olarak yer almadığı görülmektedir.

3. GENEL BİLGİLER

3.1. Ahşap Malzemenin Fiziksel Özellikleri

Odunun fiziksel özelliklerinin bilinmesi ile ağaç malzemenin diğer materyallerle karşılaştırılması, olumlu ve olumsuz özellikleri, işlenme kabiliyetleri ve kullanılma alanları hakkında bilgi edinmek mümkündür. Odunla su arasındaki ilişkiler odunun bünyesine su alması ve su vermesi ile boyutlarının ve hacminin değişmesi (ağaç malzemenin çalması), suda yüzme kabiliyeti, özgül ağırlık, direnç ve işlenme özellikleri, ısı değeri, kurutulması, bükülmesi, transport masrafları bakımından önemlidir.

3.1.1. Odunla su arasındaki ilişkiler

Hücre çeperi ve hücre boşlukları içerisindeki su;

Odun higroskopik bir cisim olup suni surette kurutularak tam kuru hale getirilmedikçe tabiatta her odunun içerisinde su bulunur. Tam kuru ve tamamen su ile doymun haldeki odun dışında tabiattaki odunun içerisinde hücre çeperlerinin meydana getirdiği odun kütlesi, hava ve su vardır (Berkel,1970).

Yaşayan ağaçta hücre çeperi içerisindeki boşluklar besi suyu ve gazlarla dolu halde bulunmaktadır. Hücre çeperi içerisindeki suya *hücre çeperine bağlı su*, hücre lümenleri içerisindeki suya ise *serbest su* denmektedir. Odun içerisinde hücre çeperinin ve boşluklarının su ile doymun halde bulunduğu hal en yüksek su miktarına ulaşılmaktadır. Odun içerisinde en yüksek su miktarının bulunduğu bir diğer hal ise kurutulmuş bir odunun uzun bir süre boyunca su içerisinde bırakıldığı haldir. Bu hal odunun tam kuru halidir ve içerisindeki tüm hava boşlukları su ile dolu haledir. Böylece odun su ile doymun bir halde olup içerisinde hava ihtiva etmemektedir. Bu hale odunun *tam yaş hali* denmektedir.

Rutubet bakımından odunda diğer sun ve ekstrem durum ise tam kuru halidir. Bu takdirde odun pratik bakımdan su ihtiva etmemekte, yalnız odun kütlesi ve hava ihtiva etmektedir. Bu durumun sağlanması için odun bir kurutma dolabında $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ ısı derecesinde ağırlığı değişmez hale gelinceye kurutulur ve içerisindeki su suni surette dışarıya çıkarılır. Gerek

kurutma gerek ekstraksiyonla odunun içerisindeki su tamamen dışarıya çıkarılamamakta ve içerisinde %0,5 ve hatta %1' e kadar su kalmaktadır. Her iki şekilde de elde olunan odunun tam kuru hali suni ve geçici bir hal olup hava içerisine çıkarıldığı zaman bu durum bozularak bünyesine su almakta ve rutubetli bir hale gelmektedir (Berkel,1970).

Odun içerisindeki su miktarını tayini;

Odun içerisindeki su miktarının tayini için çeşitli metotlar vardır. Odun içerisindeki su miktarı (u) ağırlık kg cinsinden olmak üzere tam kuru odunun ağırlığına oranlanmak suretiyle ifade edilir.

$$u = \frac{Gu - Gd}{Gd} (\text{Kg/Kg}) \quad (3.1)$$

Burada;

u = Su miktarı

G_u = Odun numunesinin rutubetli haldeki ağırlığı

G_d = Numunenin tam kuru ağırlığı

Odundaki su miktarını tayin için en doğru sonuç veren metot *kurutma metodu*' dur. Odundaki su miktarı tayini için diğer metotlar ise ekstraksiyon metodu, odun higrometresi ile rutubet ölçme, elektrikli rutubet ölçerleridir (Berkel,1970).

Higroskopik denge;

Higroskopik bir cisim olan odun, çevresindeki havanın ısı derecesi ve nisbi nemine bağlı olarak higroskopik denge meydana gelinceye kadar havadan bünyesine belirli miktarda su alabilir. Böylece, higroskopik denge kanuna göre havanın belirli ısı derecesi ve nisbi neminde odun içerisinde de belirli bir rutubet derecesi meydana gelir (Berkel,1970).

Ağaç malzemenin kullanımında higroskopik dengenin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ağaç malzemenin kurutulmasında ve çeşitli alanlarda kullanılmak üzere işlenmesinde higroskopik dengenin gerektirdiği rutubet derecesi son derece önemlidir. Ağaçtan yapılan konstrüksiyonlarda, konstrüksiyon şeklinin korunmasında ve rutubet etkisi

ile çalışması sonucu çekme, çarpılma ve şekil değişimi gibi durumları önlemek amacıyla kullanılacağı yerin gerektirdiği rutubet dengesine uygun şartlar oluşturulmalıdır.

Odunun içerisinde alabileceği en yüksek su miktarı;

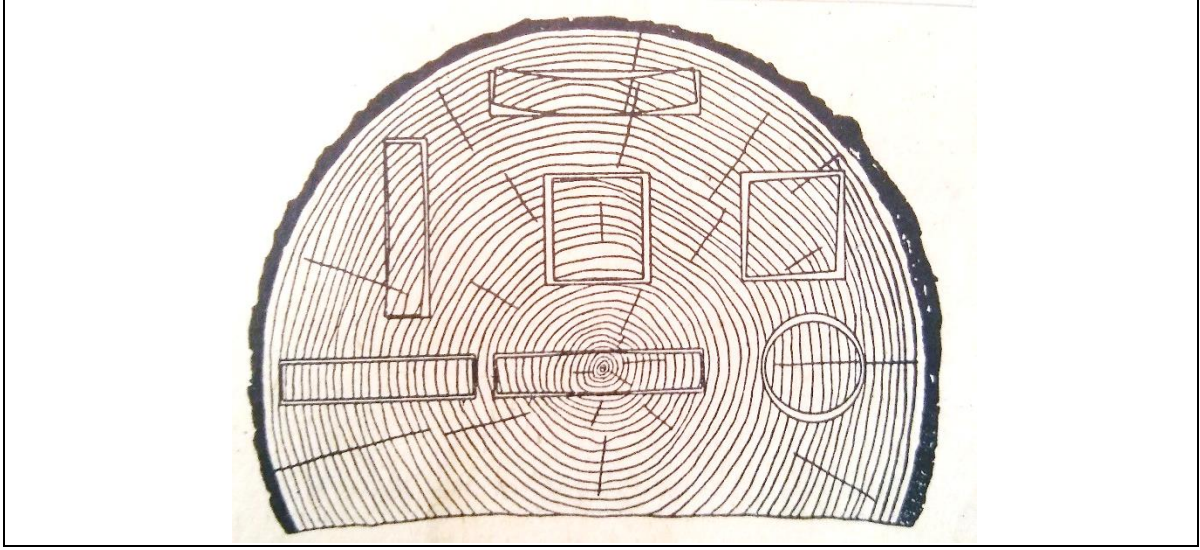
Sürekli olarak su içerisinde bulunan ağaç malzemedeki odunun higroskopik dengesinden ayrı olarak başka bir rutubet dengesi daha vardır. Bu denge halinde hücre çeperleri tamamen su ile doymuş olmayıp bütün hücre boşlukları kapiller su ile dolu halde bulunmaktadır. Tam yaş halde bulunan odun, sadece hücre çeperi odun maddesi ve su ihtiva etmektedir. Odunun içerisinde alabileceği maksimum su miktarı ağaç türüne ve odun numune çeşitlerine göre değişmektedir. Gevşek yapılı ve hafif ağaçlar ağır ağaçlara göre içerisinde daha fazla su alabilmektedir.

En yüksek su miktarının bilinmesi, özellikle odunun mantar ve böceklerle karşı korunması için emprenye edilmesinde içerisinde alabileceği en fazla emprenye maddesi miktarının tayini bakımından önemlidir (Berkel,1970).

Odunun genişlemesi ve daralması (çalışması);

Odunsu hücre çeperi tam kuru hal olan %0 ile lif doygunluğu rutubet derecesi olan %30 arasında bünyesine su alarak hacmin genişletmekte ve bünyesinden su kaybederek hacmini daraltmaktadır. Bu genişleme ve daralmaya *odunun çalışması* denmektedir.

Anizotrop bir madde olan odun çeşitli yönlerde farklı özellikler gösterdiğinden genişleme ve daralma da her yönde aynı olmayıp odunun anatomik yapısı bakımından üç esas yönde farklı miktar ve şekilde gerçekleşmektedir. Her ağacın odunu, liflere paralel yönde en az radyal yönde daha fazla, teğet yönde ise en fazla çalışmaktadır. Hacim bakımından çalışma bu üç yönde çalışmanın bir sonucudur.



Resim 3.1. Ağaç gövdesi enine kesiti

Ağaç malzemenin çeşitli yönlerde farklı çalışması kusurlu özelliklerinden en önemlisidir. Değişik üç yönde farklı çalışma iç gerilmelere sebep olarak, çeşitli kullanım yerlerinde boyutların değişmesi, çarpılma, eğilme, başlangıçta düzgün olan yüzey, kenar ve profillerin kamburlaşması, çatlama gibi kusurların meydana gelmesine yol açmaktadır (Berkel,1970).

Ağaç gövdesi içerisindeki su miktarları ve dağılışı:

Yaşayan bir ağaçta su miktarı, bir yıllık odun halkası içerisinde, gövde enine kesitinde, aşağıdan yukarıya doğru, ağacın çeşitli kısımlarında, mevsimlere ve değişik yönlerde göre farklar göstermektedir. Dikili ve sağlam bir ağaçta su miktarı lif duygunluğu rutubet derecesi ile odunda mümkün olan en yüksek su miktarı arasında değişir. Ağacın kesiminden sonra, işlenmiş ağaç malzeme ve eşyada su miktarı yüzdesi tam kuru halin bir miktar üstü ile lif duygunluğu rutubet derecesi arasındadır. Bu durum *hava kurusu* rutubet halidir (Berkel,1970).

Ağacın kesiminden sonra gövdenin kuruması:

Kesimden sonra testere ile veya yarılmak suretiyle kısımlara bölünerek odun sınıflarına ayrılan ağaç gövdesinde meydana gelen kesitlerden odun kurumakta ve bu kuruma gittikçe daha derin tabakalara doğru ilerlemektedir. Kuruma ile odunun bazı özelliklerinde değişimler meydana gelmektedir. Kuruma ile canlı ve hayatta olan hücreler ölür. Odun

içerisindeki rutubet yüzdesinin lif doygunluğu rutubet derecesinin altına düştüğü kısımlarda çeşitli yönlerde farklı çalışmadan dolayı meydana gelen gerilmelerle enine kesit ve gövdenin dış yüzeylerinde çatlamlar meydana gelir. Kesimden sonra kuruma mantar ve böceklerin gelişme için elverişli rutubet şartları bularak oduna arız olmaları ve onu tahrip etmeleri bakımından da önemlidir (Berkel,1970).

Kurumanın gidişi kesimden sonraki hava hallerine, istif yerinin mevkiine, istif şekline ve ağaç türüne bağlı bulunmaktadır. Kuruma ile yüksek bir ağırlık kaybı meydana gelebilmesi için mayıs, haziran, temmuz ve ağustos ayları içinde kuruması gerekmektedir. Kışa kadar odunun önemli miktarda kuruyabilmesi için ise, kesimin en geç temmuz ayında yapılmış olması şarttır. Bu husus özellikle suda yüzdürmek suretiyle transport yapılan yerlerde çok önemlidir.

Kışın kesilen iğne yapraklı ağaçlarda aynı yıl içerisinde kuruma ile meydana gelen ağırlık kaybı, kabuklu gövdelerde % 10-15, kabukları yarı yarıya soyulmuş gövdelerde %28, kabukları 2/3 oranında soyulmuş gövdelerde % 40, kabukları tamamen soyulmuş gövdelerde ise % 45'tir. İğne yapraklı ağaçlarda kabukları soyulmuş gövde odununda aynı yıl içerisinde kuruma ile meydana gelen ağırlık kaybı, kesimin kış yerine ağustos ayında yapılması halinde %35, eylülde yapılması halinde %28, ekimde yapılması halinde ise %8'dir (Eneroth,1922). Böylece kesimden sonra odunda kış aylarında meydana gelen kuruma çok az miktardadır. Esas ve en önemli kuruma yaz aylarında olmaktadır.

3.2. Ahşap Malzemenin Mekanik Özellikleri

Mekanik özellikler; deformasyon, gerilme ve kırılmalara sebep olan mekanik dış kuvvetler, çeşitli yüklemelerin etkilerine ağaç malzemenin karşı koyma derecesi ve durumunun belirtmektedir. Malzemenin dış kuvvetlerin bu etkilerine karşı koyması, tesir eden kuvvetin veya yapılan yüklemenin büyüklüğüne yönüne ve zamanına bağlı bulunmaktadır. Anizotrop olan ve özellikleri çeşitli doğrultularda farklı bulunan ağaç malzemedeki mekanik kuvvetlerin etkisi büyük ölçüde ağaç türüne, özgül ağırlığa, anatomik yapıya, coğrafi orijine, yetişme yeri şartlarına, rutubet miktarına, ısı derecesine, kimyasal bileşimine, çürük veya sağlam oluşuna, kusurların bulunup bulunmamasına, kuvvetin tesir yönü ile lif doğrultusu arasındaki açıya bağlı bulunmaktadır (Berkel,1970).

Ağaç malzemeye yapılan yüklemeler, basınç, eğme, çekme, makaslama ve burkma şekillerinde olabilir. Kuvvet yavaş yavaş artmak suretiyle veya şok şeklinde etki edebileceği gibi, uzun süreli ve yorma şeklinde de olabilmektedir.

3.2.1. Direnç Özellikleri

Ağaç malzeme lif doygunluğu noktasından tam kuru hale kadar kurutulduğunda, dinamik eğilme direnci hariç, diğer direnç değerlerinde ve elastikiyet modülü değerinde artış görülmektedir. Çünkü kuruma sırasında hücre çeperlerinden su çıkarak, mikrofibriller birbirlerine yaklaşmaktadır. Genellikle tam kuru halden, % 25 rutubete kadar % 1'lik rutubet artışı ile meydana gelen direnç değişimleri doğrusal bir denklemle ifade edilebilmektedir. Bu ilişkiden yararlanılarak belli bir rutubet derecesinde bulunan direnç değerlerinden, hava kurusu haldeki direnç değerleri aşağıda verilen eşitlikler yardımı ile hesaplanabilmektedir.

Elastikiyet modülü : $E - Mod_{12} = E - Mod_M (1 + 0.02 (12 - M))$

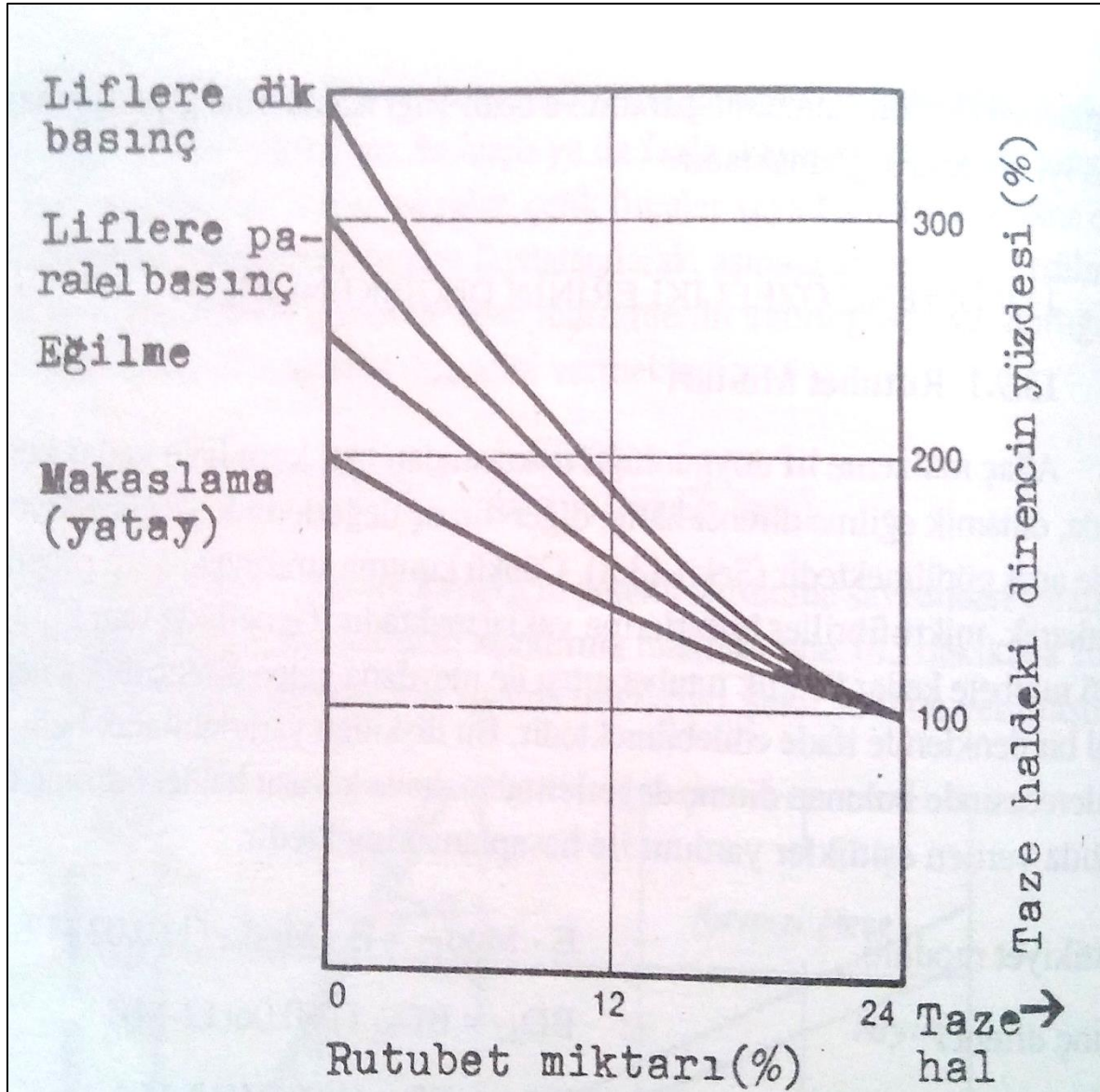
Basınç direnci : $BD_{12} = BD_M (1 + 0.06 (12 - M))$

Eğilme direnci : $ED_{12} = ED_M (1 + 0.04 (12 - M))$

Çekme direnci : $ÇD_{12} = ÇD_M (1 + 0.03 (12 - M))$

Makaslama direnci : $MD_{12} = MD_M (1 + 0.03 (12 - M))$ (3.2)

Eşitliklerde M örneğin rutubet derecesini, 12 ise hava kurusu rutubet değerini ifade etmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).



Resim 3.2. Ağaçta %0'dan taze hale kadar olan rutubet değişimleri ile direnç özellikleri arasındaki ilişki (Bozkurt ve Erdin, 1997)

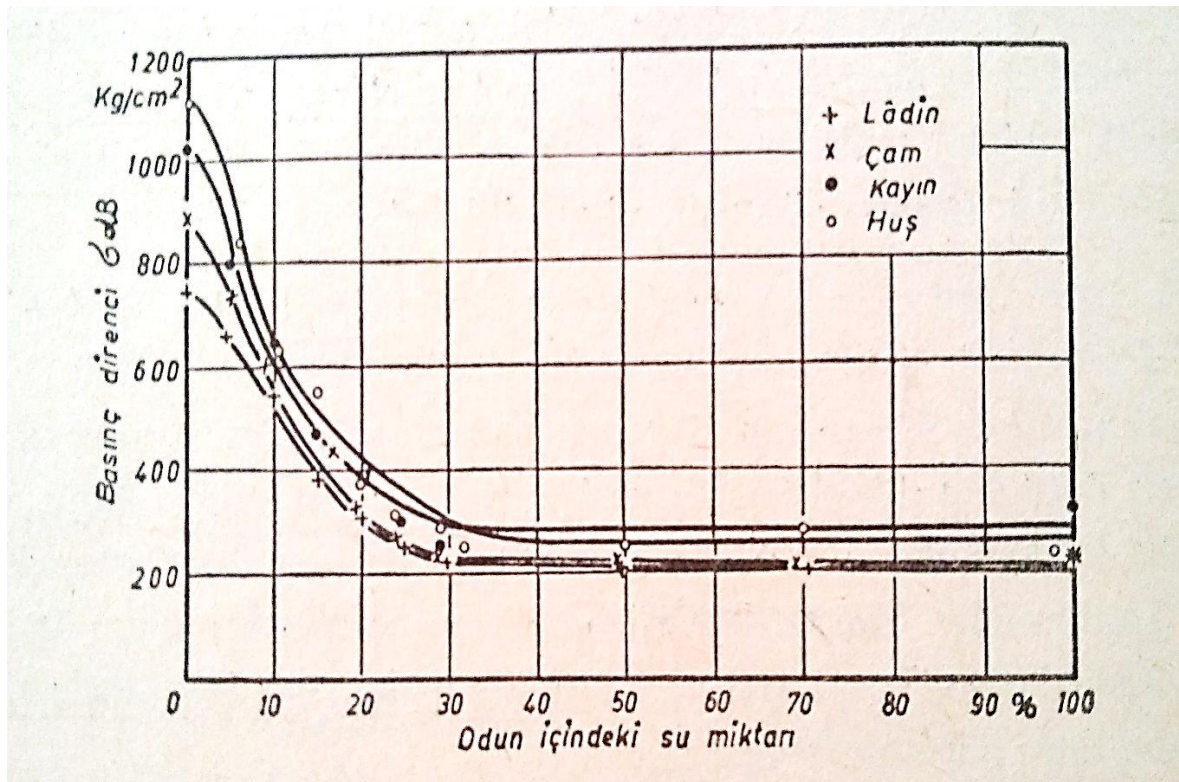
Çürüklük direnci azalttığından ağaç malzemedede, özellikle yapı kerestesinde bulunmamalıdır. Çürüklüğün ne kadar derine gittiği anlaşılamaz. Bir malzemedede çürüklük bulunuyorsa, dinamik eğilme direnci, statik dirençlerden daha fazla etkilenir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Su miktarının basınç direnci üzerine etkisi:

Odunda higroskopik sınır içerisinde, rutubet miktarının artması basınç direncini azaltıcı bir etki yapmaktadır. Bunun nedeni, tam kuru hal ile lif doygunluğu rutubet dereceleri arasında

hücre çeperinde bulunan miseller arasına yerleşen su moleküllerinin kohezyonun yani misellerin çekme gücünün azalmasına sebebiyet vermesidir.

Odun içerisindeki su miktarının basınç direnci üzerine yaptığı etki ile ilgili yapılmış araştırmalar, higroskopik bölge içerisinde su miktarının artması ile basınç direncinin azalışını belirten grafiklerin iki yöne doğru hafif eğik olduğunu göstermiştir. Bu durumda higroskopik bölge içerisinde su miktarını artması ile basınç direncinin azalışı arasındaki ilişki doğru orantılı olarak kabul edilebilmektedir (Kollmann, 1951).



Resim 3.3. Çeşitli ağaç cinslerinde odun rutubeti ile basınç direnci arasındaki ilişki (Kollmann, 1951)

Rutubet değişimleri, liflere paralel yöndeki basınç direncini liflere dik yöndeki basınç direncine nazaran daha fazla etkilemektedir.

Odundaki rutubetin eğilme direnci üzerine etkisi;

Küch (1943) tarafından kayın, dişbudak ve tabakalı ağaç malzemedeki yapılan araştırmalara göre, çekme direncine benzer şekilde eğilme direnci odunun %3-5 rutubet derecelerinde en yüksek değerine ulaşmakta ve bundan sonra higroskopik sınır içerisinde lif doygunluğu

rutubet derecesine kadar su miktarının artması ile azalmaktadır. % 8 ile % 15 odun rutubetleri arasında rutubet ile eğilme direnci arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu kabul olunmaktadır. Böylece Kollmann (1951) a göre basınç direncinde verilen formül %8 ile %18 rutubet dereceleri arasında herhangi bir rutubette bulunan eğilme direncinin istenilen rutubetteki eğilme direncine değiştirilmesinde kullanılabilir.

Belirli bir rutubet derecesinde bulunan eğilme direncinin istenilen rutubetteki eğilme direncine tahvilinde kullanılan bir diğer esas ise, %1 rutubet artması veya azalmasına karşılık eğilme direncinin %4 azalma veya artmasıdır. Deneyler sonunda genellikle %12 hava kuru rutubet derecesindeki eğilme direnci değerleri verilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Su miktarının elastikiyet modülü üzerine etkisi;

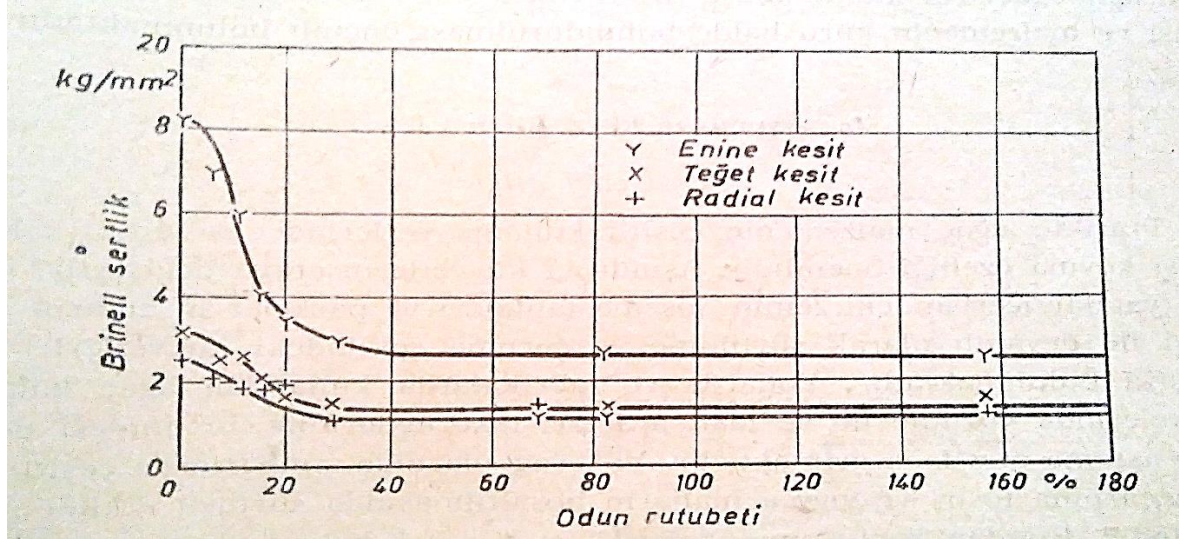
Odunda higroskopik bölge içerisinde lif doygunluğu rutubet yüzdesi olan %30 a kadar su miktarı arttıkça elastiklik modülü değeri azalmaktadır. Fakat lif doygunluğu rutubetinden sonra ise odun içerisine giren su hücre çeperine değil hücre boşlukları içerisinde girdiğinden, su miktarının artması ile elastiklik modülünde önemli bir değişme meydana gelmemektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Çok sayıda numunelerle yapılan araştırmalara göre, Birleşik Amerika Orman ürünleri laboratuvarı (U.S. Forest Products Laboratory) odunda higroskopik bölge içerisinde yani %0 ile lif doygunluğu rutubet derecesi arasında her %1 su miktarı artmasına karşılık elastiklik modülünde %2 azalmanın kabul edilmesini tavsiye etmektedir. Buna göre, herhangi bir ağaç numunesinin (u_1) rutubetteki elastiklik modülü (E_1) bilindiği takdirde higroskopik bölge içerisinde herhangi bir (u_2) rutubetteki elastiklik modülü (E_2) aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

$$E_2 = E_1 [1 - 0,02 (u_2 - u_1)] \text{ Kg/cm}^2 \quad (3.3)$$

Odundaki rutubetin sertlik üzerine etkisi;

Odundaki rutubet %0'dan lif doygunluğu haline kadar yükseldikçe sertlik değeri azalmaktadır. Lif doygunluğu rutubet derecesi (yaklaşık olarak %30) dan sonra su miktarının artması ile sertlik değerinde bir değişme meydana gelmemektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Kollmann (1951) a göre %0 ile lif doygunluğu rutubet derecesi arasında odun rutubeti ile

sertlik arasındaki ilişki doğru orantılı olmayıp %0'a yakın rutubetlerde eğri konveks şeklindedir.



Resim 3.4. Odundaki yüzde su miktarı ile brinell sertlik arasındaki ilişki (Kollmann, 1951)

Birleşik Amerika Orman ürünleri laboratuvarı (U.S. Forest Products Laboratory) ye göre, odunda higroskopik bölge içerisinde yani %0 ile lif doygunluğu rutubet derecesi arasında rutubetin %1 artmasına karşılık liflere paralel yöndeki sertlikte %4, liflere dik yöndeki sertlikte ise %2,5 bir azalma görülmekte ve rutubete göre sertlik değerinin çevrilmesinde bu esas göz önünde tutulmaktadır.

Odunda çeşitli kesit yönünün sertlik üzerine etkisi vardır. Böylece enine kesit, radyal kesit ve teğet kesitte sertlik değerleri birbirinden farklı bulunmaktadır.

Enine kesitte, liflere paralel yönde sertlik (H_h) ile ifade edilmekte ve diğer kesitlere nazaran en yüksek sertlik değerini vermektedir. Bu kesitte elde olunan sertlik değerlerinin dağılışı diğer kesitlerdeki değerlerin dağılışına nazaran daha azdır. Enine kesit sertliği en fazla kullanılan sertlik değeridir. Özgül ağırlık, yaz odunu iştirak oranı, odunda kuruluk derecesi ve katı maddelerin miktarının artması ile yükselmektedir.

Radial kesitte elde olunan sertlik (H_r) ile ifade edilmektedir. Enine kesit sertliğinden daha düşük, teğet kesitten ise biraz daha yüksek bir sertlik değeri verir. Enine kesitte belirtilen faktörler burada da etki etmektedir. Özellikle öz ışınlarının iştirak miktarı ve kalınlığı rol oynamaktadır.

Yıllık halkalara teğet yönlerdeki kesitte elde olunan sertliktir ve (H_t) ile ifade edilir. Diğer yönlerdeki sertlik değerlerine nazaran en küçük değeri vermektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

3.3. Ahşap Malzeme Özellikleri

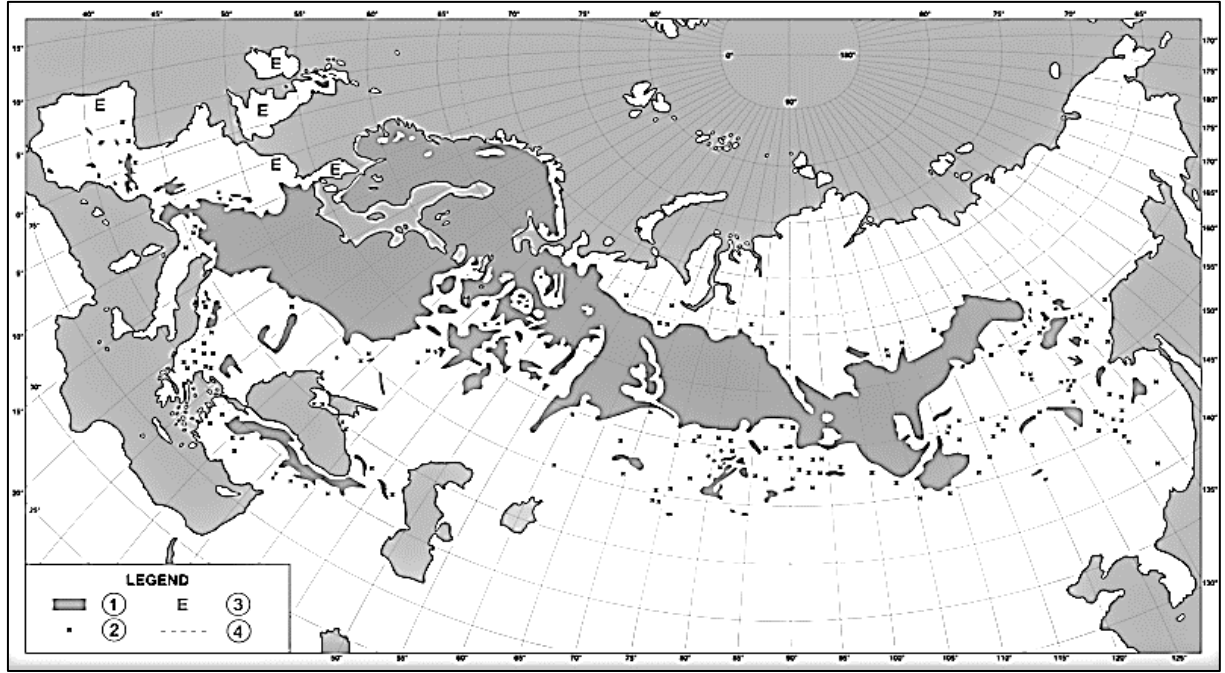
Deneylerde, Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), kestane (*Castanea sativa*) ve Sapsız meşe (*Quercus Petraeae*) odunları kullanılmıştır. Kullanılan ağaç malzemeler, Ankara Mobilyacılar Sitesinden rastgele seçim yöntemi ile temin edilmiştir. Ağaç malzemenin doğal renkli, böcek ve mantar zararlarına uğramamış, budaksız, ardaksız, büyüme kusurları bulunmayan, düzgün lifli ve diri odun kısmı olmasına dikkat edilmiştir.

3.3.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*)

Doğal yayılışı:

Çeşitli ağaç türleri arasında coğrafi yayılışı çok geniş olan Sarıçam, gerek ana tür, gerekse çeşitli ırk ve formları ile birlikte Avrupa'da Günay İspanya'dan kuzey ağaç sınırına, Asya'da İran'da ve Sibirya'nın büyük kısımlarında yayılır.

Genel orman alanlarımız içerisinde çam türleri 6 038 637 ha alanda koru ormanları oluşturmaktadır. Türkiye'de doğal olarak beş çam türü yetişmekte ve hepsi iğne yapraklı olup sert çamlar grubuna girmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Türkiye'de Eskişehir'in batısındaki Yeşil Dağ'dan başlayıp, doğuya doğru Kuzey Anadolu Dağları'nın yüksek kesimlerini kaplayarak, Sarıkamış üzerinden Kafkaslara geçen Sarıçam, Pınarbaşı-Ayancık hattı ile Orhaneli-Kağızman hattı arasında doğal yayılıma sahiptir. Karadeniz bölgesinde Of, Sürmene, Artvin, Rize, Gümüşhane, Giresun, Amasya, Sinop ve Abant çevresinde geniş bir yayılım gösteren Sarıçam, Türkiye orman alanının %5,5'ini oluşturmakta ve iğne yapraklı ağaçlar içinde kapladığı alan itibarıyla, Kızılçam ve Karaçam'dan sonra üçüncü sırada gelmektedir. Dikili ağaç serveti olarak da tüm iğne yapraklı ağaçlara katılım oranı %18'dir (Ormancılık Araştırma Enstitüsü (1994): Sarıçam. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları No.67. El kitabı dizisi No:7,285 s., Ankara).



Harita 3.1. Dünyadaki Sarıçam yayılımı



Harita 3.2. Türkiye'deki Sarıçam yayılımı

Makroskopik özellikleri;

Yetiştirme yerine göre 20-40 metreye kadar boylanır. Narin gövdeli, ince dallı ve sivri tepeli olabildiği gibi, dolgun gövdeli, yayvan tepeli ve kalın dallı da olabilir. Genç sürgünleri yeşilimsi bir renktedir. İkinci yıldan itibaren bu renk gri-kahverengine dönüşür (Eliçin,1971).

Diri odunu geniş, sarımsı veya kırmızımsı beyaz renktedir. Öz odunu sınırı belirgin olup genellikle yuvarlak bazı ağaçlarda diri odundan daha koyu renkte kırmızımsı kahverengidir. İlbahar yıl halkası odunu ile yaz yıl halkası odunu sınırları arasında belirgin bir fark vardır. Yaz odunu parlak kahverengi ve teğet kesitte geniş sarımsı şeritler oluşturur (Örs ve Keskin,2008).

Mikroskopik özellikleri;

Traheidler 1800-4500 m uzunlukta, ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş oldukça ani, ilkbahar odununda radyal çeperler üzerinde kenarlı geçitler büyük ve tek sıralıdır. Boyuna paranşim bulunmaz. Öz ışınları heterojen tek sıralı olup reçine kanalı ihtiva eder öz ışınları kısmen 2-5 sıralıdır (Bozkurt ve Erdin, 1989).

Öz ışını paranşim hücrelerinin traheidlerle karşılaştıkları yerlerde (boyuna ışınsal kesitlerde) pinoid tip geçitler bulunur. Odunlarının enine kesitlerinde, çapları 80-120 mikron civarında olan reçine kanallarına rastlanmaktadır. Bu reçine kanalları daha ziyade yaz odunu içerisinde veya yaz odununa yakın yerlerde bol sayıdadırlar (Eliçin,1971).

Fiziksel ve mekanik özellikleri;

Sarıçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Sarıçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri

<i>Özellik</i>	<i>Ortalama Değer</i>	<i>Birimi</i>
Tam kuru yoğunluğu	0,490	g/cm ³
Hava kurusu yoğunluğu	0,520	g/cm ³
Basınç direnci	550	kg/cm ²
Eğilme direnci	1000	kg /cm ²
Elastikiyet modülü	120 000	kg /cm ²
Makaslama direnci	100	kg/cm ²
Brinell sertlik değeri	2,4	kg/cm ²

İşlenme ve kurutma özellikleri;

Kolay kurutulur, çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi azdır, iyi işlenir ve yapıştırılır. Yüzey işlemlerinde reçine sızıntısı nedeniyle güçlük çıkar. Güç cilalanır, öz odunu çok dayanıklıdır. Diri odununa mantar ve böcekler arız olabilir. Odununun rutubeti %25'den fazla olduğu durumlarda ve 20–25 °C 'ler de mavi renk oluşumu görülür. Öz odun güç, diri odun çok iyi empenye edilebilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Dayanıklılık ve empenye edilme özellikleri;

Diri odun mantar ve böceklerle karşı oldukça hassas öz odun oldukça dayanıklıdır. Diri odun kolay öz odun oldukça güç empenye edilir.

Kullanım yerleri;

Binalarda ağaç malzemenin kullanılabileceği her yerde kullanılabilir. Dar yıllık halkalı malzemedan doğramacılıkta yararlanılır. Bundan başka mobilya yapımında kontrplak yapımında, dekoratif amaçlar için kesme kaplama levha üretiminde, tornacılıkta, kimyasal odun hamuru eldesinde kullanılır (Bozkurt ve Erdin, 1989).

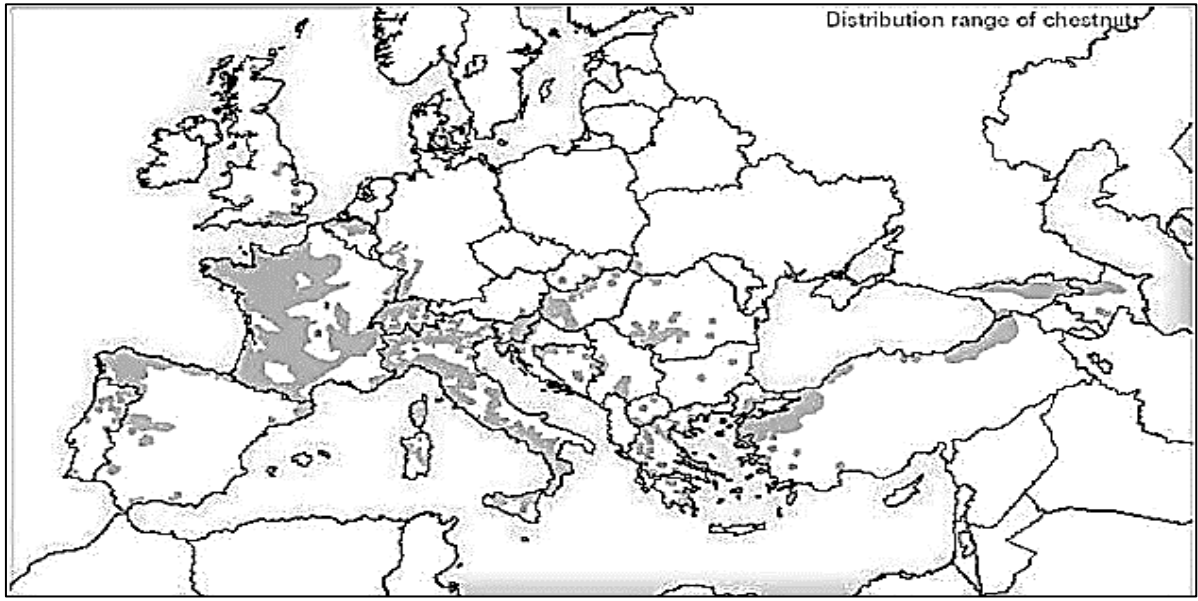
Çam odunu inşaat kerestesi, doğrama, empenye edildiğinde toprak ve suyla temas eden köprü malzemesi, maden direği, tel direği, bayrak direği, çit kazıkları ve travers olarak, uçaklarda, gemi güverte döşemelerinde, kontrplak, ambalaj sandığı yapımında, kâğıt ve selüloz sanayiinde kullanılmaktadır. Ayrıca fıstık çamının meyvesinden yararlanılmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997).

3.3.2. Kestane (*Castanea sativa*)

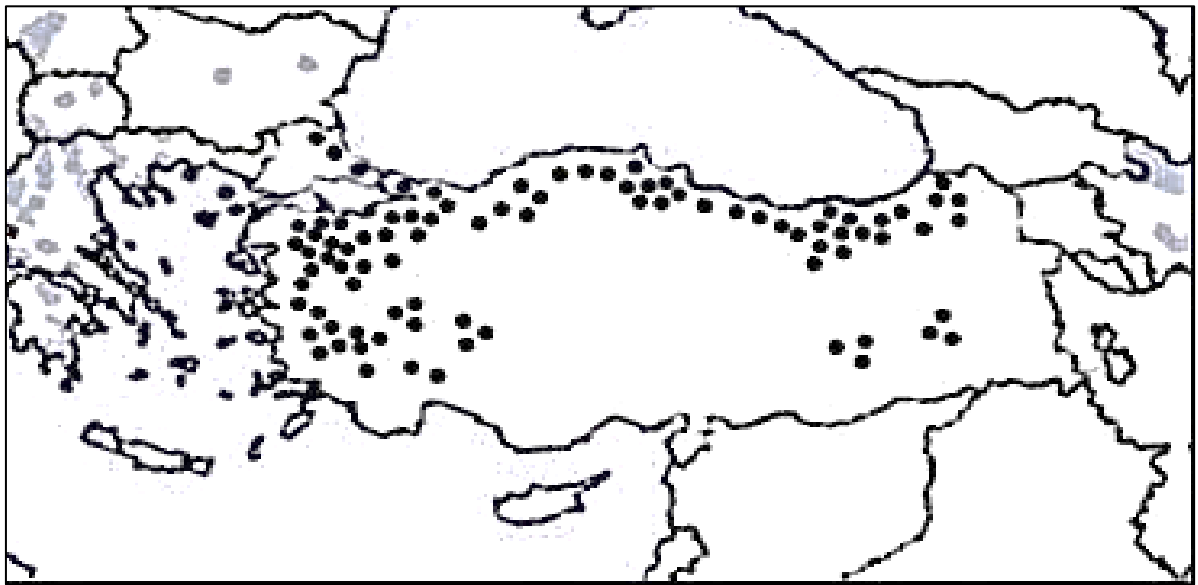
Doğal yayılışı;

Doğal yayılma alanı özellikle kuzey yarım kürenin ılıman bölgeleri Çin, Kore, Türkiye, Güney Avrupa ve Kuzey Amerika il birlikte Bolivya'dır. Kestane ağacı ülkemizde Karadeniz, Marmara ve Ege bölgelerinin önemli ağaç türlerinden biridir. Bazı kaynaklarda kestanenin ilk yayılış yerinin Anadolu'da Kastanis (Kastamonu) şehri olduğu, adını da

buradan aldığı söylenmektedir (Demirtaş, 2013). Kestane cinsinin bilinen 13 türü bulunmaktadır. Ancak bunlardan 4 tanesi ekonomik değere sahiptir. Doğal yetiştirme alanlarına göre bu türler Güney Avrupa ve Anadolu’da Avrupa kestanesi (*Castanea sativa mill.*), Çin’de Çin kestanesi (*Castanea mollissima blume*), Japonya ‘da Japon kestanesi (*Castanea crenata siebold & zucc.*), ve ABD’nin doğusunda Marshall (*Castanea dentata borkh*)’dır (Kaynak,2013).



Harita 3.3. Dünyadaki kestane yayılımı



Harita 3.4. Türkiye’deki kestane yayılımı

Makroskopik özellikleri;

Gövdesi 1 metreyi, boyu ise 30 metreyi bulabilen büyük ağaçlardır. Kışın -35 dereceye kadar dayanabilen bu ağaç ılıman, nemli ve serin bölgelerde yetişir. Derin, hafif geçirgen ve serin toprakları seven bu bitki için yıllık 1000 mm'yi geçen yağışlar uygundur. Diri odunu çok dar (13 mm), kirli beyaz ile sarımsı renkte öz odun taze halde grimsi sarı ile açık veya koyu kahverenginde giderek koyulaşır. Lifler düzgün ile spiral tipte, kaba iğne çizikli, yaşlı ağaçlarda halka çatlakları bulunabilmektedir.

Mikroskopik özellikleri;

Öz ışınları belirsizdir. Büyüteçle bakıldığı zaman ince, keskin, sık, kırmızı kahverengi çizgiler halindedir. Radyal kesitte şerit halinde ince çiziklidir. Aynı kesitte öz ışını levhalarının teşkil ettiği kırmızımsı kahve renkli, küçük, parlak levhacıklar (aynacıklar), bütün yüzeyde güzel, mozaik gibi işlenmiş bir manzara gösterir (Örs ve Keskin,2008).

Fiziksel ve mekanik özellikleri;

Kestane odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Kestane odununun fiziksel ve mekanik özellikleri

<i>Özellik</i>	<i>Ortalama Değer</i>	<i>Birimi</i>
Tam kuru yoğunluğu	0,590	g/cm ³
Hava kurusu yoğunluğu	0,630	g/cm ³
Basınç direnci	550	kg/cm ²
Eğilme direnci	890	kg /cm ²
Elastikiyet modülü	90 000	kg /cm ²
Makaslama direnci	85	kg/cm ²
Brinell sertlik değeri	3,4	kg/cm ²

İşlenme ve kurutma özellikleri:

Kestane ağacının kurutulması güçtür, kollaps ve iç çatlaklara eğilimlidir. Tekrar buharlama ile bu kusurların kolayca giderilmesi mümkün değildir. Kestane ağacı el aletleri ile kolay işlenir. Hafif körleştirme etkisi vardır. Kestane ağacının çivilenme, vida tutma, cilalanma ve yapıştırılması iyidir. Rutubetli halde metallerle temas ettiğinde korozyona neden olduğu gibi mavi, siyah renklenmeler oluşabilmektedir.

Kurutulması güç, eğilme kabiliyeti düşük, şok direnci orta derecede olup kolay işlenir ve kolay yarılr (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Dayanıklılık ve emprenye edilme özellikleri:

Kestane ağacında diri odun böceklerle karşı hassas, öz odunu tanen içerdiğinden çürümeye karşı dayanıklıdır. Öz odun son derece güç emprenye edilir.

Kullanım yerleri:

Yapı kerestesi, mobilya, gemi kerestesi, iskele, tekne, telefon direği, çit kazığı, mutfak yağları ile meyve suları ve ucuz şaraplar için kullanılan fıçılar, şemsiye, baston, alet sapları, bahçe kapıları, küfe ve sepet yapımında, tornacılıkta, genç sürgünleri bambu taklidi olarak mobilya sanayiinde kullanılmaktadır.

3.3.3. Sapsız Meşe (*Quercus petraea*)

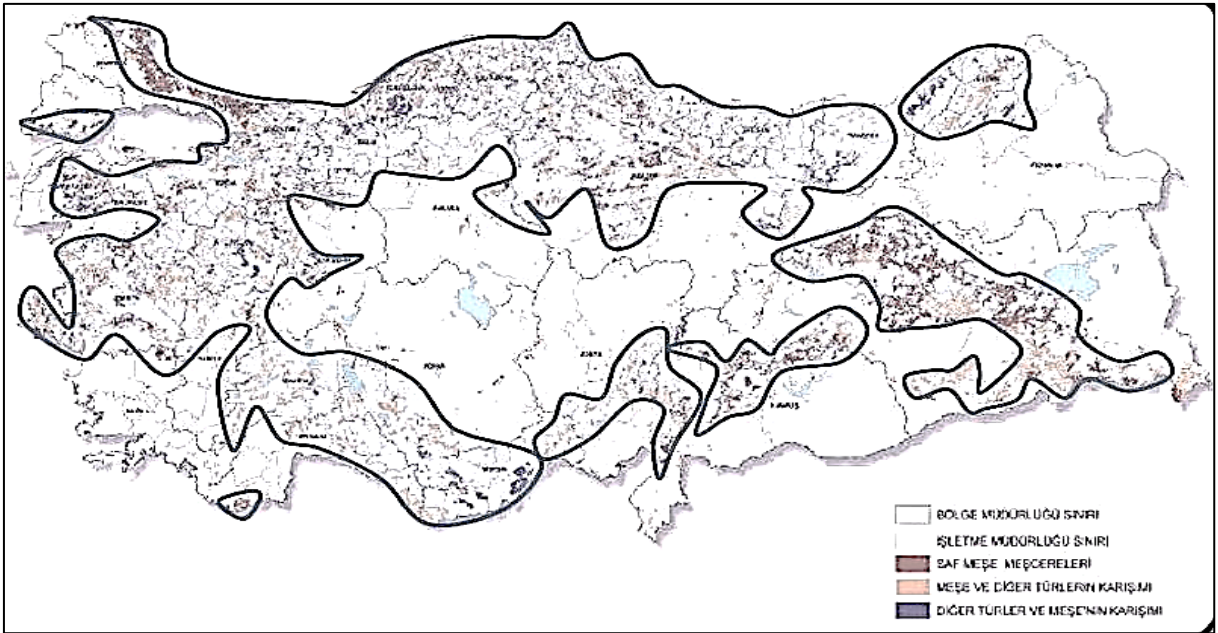
Doğal yayılışı:

Genel olarak Avrupa, Balkanlar, Trakya ve Anadolu'da yayılım göstermektedir. Kırklareli, Tekirdağ ve Bolu yörelerinde yetişen *Quercus petraea subsp. petraea*, Marmara ve Karadeniz bölgesinde, Artvin – Çoruh vadisinde, Trabzon ve Gümüşhane'de yetişen *Quercus petraea subsp. iberica*, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu'da yetişen *Quercus petraea subsp. pinnatiloba* olmak üzere Türkiye'de yetişen 3 alt türü bulunmaktadır.

Kuzey yarımkürenin ılıman ve subtropik bölgelerinde geniş yayılış gösteren ve önemli bir orman ağacı olan meşenin Kuzey ve Orta Amerika, Kolombiya, Avrasya ve Kuzey Afrika’da yetişen yaklaşık 350-500 türü vardır.



Harita 3.5. Dünyadaki Sapsız meşe yayılışı



Harita 3.6. Türkiye’deki Sapsız meşe yayılışı

Makroskopik özellikleri:

Diri odun çoğunlukla dar, 2 – 5 cm genişlikte, sarımsı beyaz renkte, öz odun açık kahverengi ile sarımsı kahverengindedir. Taze halde yetiştirme yeri ile ilgili olarak kırmızımsı bir renk de söz konusudur. Yıllık halka sınırları belirgindir (Bozkurt ve Erdin,2013).

Sapsız meşede yaz odunu traheleri, ilkbahar odunu trahelerini hemen takip etmeyip bir boşluk bulunur. Yaz odunun traheleri aynı irilikte olup radyal yönde daha geniş, açık renkli şeritler (alev şekilleri) halinde görülür. Sapsız meşede kalın öz ışınları arasındaki mesafe Saplı meşeye göre daha fazla, radyal kesitte öz ışını levhaları mattır. Basınç ve eğilme direnci yüksek olup kolay işlenir (Örs ve Keskin,2008).

Kalın öz ışınlarının arası 2 – 6 mm, ince öz ışınlarının arası ise 0.1 mm kadardır. Kalın öz ışınları radyal kesitte iğ şeklinde görülürler. Boyuna paranzimler enine kesitte olup altında ince, kısa teğet çizgiler halinde tespit edilebilir. Tekstür kaba, genellikle düzgün, parlak, dekoratif, sert ve ağır bir odunu vardır (Bozkurt ve Erdin,2013).

Mikroskopik özellikleri:

Traheler halkalı dizilişte, ilkbahar odunu traheleri çok büyük, teğet çapları 400 µm kadar, tek tek veya çoklu kümeler oluştururlar. Yaz odunu traheleri küçük, 30-140 µm kadar, çok sayıda ve yıllık halka sınırına doğru çaplar azalmaktadır. Perforasyon tablaları basit tiptedir. İçlerinde tül teşekkülü bulunmaktadır. Boyuna paranzimler çok sayıdadır. Apotraheal dağınık ve apotraheal teğet şeritli düzendedirler (Bozkurt ve Erdin,2013).

Öz ışınları homojen yapıda ve iki ayrı genişliktedir. Tek sıralılar 25 hücre yüksekliğinde ve aralarındaki mesafe düzensiz, geniş olanlar 20 hücreden daha geniş (0,5-1,0 mm) ve birkaç cm yüksekliktedir. Esas doku kalın çeperli (lümen çapının 1/3'ü kadar) libriform lifleri, lif traheidleri ve vasisentrik traheidlerden oluşmaktadır (Bozkurt ve Erdin,2013).

Fiziksel ve mekanik özellikleri;

Sapsız meşenin fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.3.' de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Sapsız meşe odununun bazı teknolojik özellikleri

<i>Özellik</i>	<i>Ortalama Değer</i>	<i>Birimi</i>
Tam kuru yoğunluğu	0,590	g/cm ³
Hava kurusu yoğunluğu	0,650	g/cm ³
Basınç direnci	1110	kg/cm ²
Eğilme direnci	118 000	kg /cm ²
Elastikiyet modülü	900	kg /cm ²
Makaslama direnci	110	kg/cm ²
Brinell sertlik değeri	3,2	kg/cm ²

İşlenme ve kurutma özellikleri;

İşlenme özellikleri yıllık halka genişliğine bağlı olarak değişir. Aletler keskin olmalıdır. Çivileme güç ve ön delme işlemine gerek vardır. Yapıştırılması iyidir, ancak alkali tutkallarda lekelenme meydana gelebilir. Renklendirilebilir. Yüzeyler doldurulduktan sonra iyi cila kabul eder. Metallerle temasta mavi renk oluşur. Kurutmanın ilk safhalarında çok yavaş bir program uygulanmalıdır. Çatlamaya ve yarılmaya eğilimi nedeniyle çok yavaş kurutulur. Açık havada kurutmada ince istif lataları kullanılmalı ve enine kesitlerin korunması için önlem alınmalıdır. Fırında kurutmada, hızlı kurutma söz konusu olduğundan iç çatlakları ve çarpılmalar görülebilir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Dayanıklılık ve emprenye edilme özellikleri;

Geniş yapraklı ağaçlarda emprenye sıvısı akışı, traheeler içerisindeki sıvı madde, geçit açıklıklarından öz ışınlarla, daha sonra boyuna paranzim hücrelerine ve liflere veya diğer traheelere doğru geçmektedir. Böylece Geniş yapraklı ağaçlarda emprenye maddesi akışı sağlanır (Sivrikaya 2003).

Kullanım yerleri:

Masif ve kaplama olarak mobilya, oymacılık, doğrama ve kontrplak üretiminde kullanılır. Yapı ve konstrüksiyon malzemesi, parke, tarım aletleri yapımı, küçük su araçları ve travers yapımında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, bira ve viski fıçısı, iskele, tavan ve taban kaplama gibi geniş kullanım alanı vardır (Örs ve Keskin,2008).

4. MATERİYAL VE METOT

4.1. Materyal

4.1.1. Ahşap malzeme

Bu araştırmada Türkiye’de yaygın olarak bulunan ve Ağaçışleri Endüstrisinde yaygın olarak kullanılan iğne yapraklı ağaç türlerini temsilen Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*), yapraklı ağaç türlerini temsilen kestane (*Castanea Sativa*) ve Sapsız meşe (*Quercus Petraea*) 1. Sınıf özelliklerde yeterli miktarda Ankara Keresteciler Sitesinden rastgele yöntemle temin edilmiştir.

4.1.2. Doğal ahşap koruyucu tanen çözeltisi

Türkiye’de yaygın olarak yetişen, meyvesinin yararlarından dolayı çeşitli devlet kurumlarınca daha da yaygınlaşması teşvik edilen, ceviz kabuğu ve yapraklarından ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen, çevreye zararsız doğal koruyucu tanen çözeltisi araştırmada modifikasyon maddesi olarak kullanılmıştır. Ceviz kabuğu ve yaprakları bol miktarda tanen maddesi içerir. Doğal olarak tanen maddesi ihtiva eden çam, meşe, kestane ve ceviz ağacı odunları doğal ortam şartlarına diğer ağaç türlerinin odunlarından daha çok dayanabilmektedir. Tanen maddesi, geleneksel olarak dericilikte sepi maddesi olarak da kullanılmaktadır. Bu çözeltinin toprak içi mikroorganizmalara karşı koruyuculuğu bu araştırma kapsamında incelenmiştir. Bu maksatla gerekli olan çözelti imalatçısından temin edilmiş ve orijinal viskozitesinde uygulanmıştır.

4.2. Metot

4.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması ve iklimlendirilmesi

Araştırmada yer alan her üç ahşap türü örnekleri: kontrol düzeyinde ve toprak altı bekletme süreci için; kontrol düzeyi, işlemsiz, 3 kat fırça, 6 kat fırça, 4 saat daldırma, 8 saat daldırma düzeylerinde 10’ ar adet ve toplamda 540 adet olarak hazırlanmıştır. Bu araştırmada kullanılan kontrol ve işlemsiz örnekler hariç diğer örneklere fırça ile ve daldırma yöntemiyle

modifikasyon maddesi uygulanmıştır. Araştırma sürecindeki deney örneği hazırlamada, deney örneklerinin iklimlendirilmesinde ve ilgili testlerde Çizelge 4.1. 'de verilen standartlar esas alınmıştır.

Çizelge 4.1. Ölçüm ve testlerde esas alınan standartlar

Testin Adı	İlgili Standart	Deney Örneği Ölçüleri
Rutubet Miktarı	TS 2471	20mm × 20mm × 30mm
Yoğunluk	TS 2472	20mm × 20mm × 30mm
Eğilme Direnci ve Eğilmede	TS 2478	20mm × 20mm × 350mm
Elastiklik Modülü	TS 2474	
Yüzey Sertliği (Brinell Sertlik)	TS 2479	20mm × 50mm × 50mm



Resim 4.1. Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan iklimlendirme dolabı



Resim 4.2. Deney örneklerinin iklimlendirme dolabına yerleştirilmesi

Fırça ile koruyucu uygulama; üretim viskozitesindeki doğal ahşap koruyucu tanen çözeltisi 3 kat ve 6 kat olarak uygulanmıştır. Her bir örneğe bir kat fırça ile koruyucu uygulamadan sonra ikinci kat iki saat kurumadan sonra tatbik edilmiştir. Bu şekilde üç kat ve altı katlık uygulama gerçekleştirilmiş olan deney örnekleri iklimlendirme cihazında 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında bekletilerek ölçüm ve teste hazır hale getirilmiştir.



Resim 4.3. Fırça ile koruyucu uygulama

Daldırma ile koruyucu uygulama; üretim viskozitesindeki doğal ahşap koruyucu tanen çözeltisi yüksekliği 15 cm, genişliği 30 cm ve uzunluğu 50 cm olan plastik kaba doldurularak deney örnekleri çözelti içerisine konmuş ve örneklerin tamamen çözelti içerisine dalabilmesi için üzerlerine noktasal temaslı ağırlıklar konarak 4 ve 8 saat beklemeye bırakılmışlardır. Daldırma süresi tamamlanan örneklerin yüzeylerindeki fazla çözelti kuru bir bez ile temizlenerek iklimlendirme cihazında 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında bekletilerek ölçüm ve teste hazır hale getirilmiştir.



Resim 4.4. Daldırma ile koruyucu uygulama

Toprak altında bekletme süreci; her bir ahşap türünden işlemsiz, 3 kat fırça uygulamalı, 6 kat fırça uygulamalı, 4 saat daldırma uygulamalı ve 8 saat daldırma uygulamalı tüm deney örnekleri Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaçşeri Endüstri Mühendisliği Laboratuvar çevresel uygulama alanında toprak düzeyinden 30 cm içerde kalacak şekilde hazırlanmış alana tel kafes içerisindeki örnekler yerleştirilerek üzeri bitkisel toprakla kapatılmış ve çevresi işaretlenmiştir. Tanımlanan şekilde toprağa gömülen deney örnekleri 1 yıl süreyle (4 mevsimlik iklimsel şartlarda) bekletilmiştir. 1 yıllık süre tamamlandıktan sonra toprak altından çıkarılan örnekler yüzeyleri temizlenerek iklimlendirme cihazında klimatize edilmiş ve ilgili ölçüm ve testlere alınmıştır (Resim 4.4 ve Resim 4.5).



Resim 4.5. Numunelerin toprak altında bekletme süreci için toprağa yerleştirilmesi



Resim 4.6. Numunelerin toprak altında bekletme süreci sonunda topraktan çıkarılması

4.2.2.İstatistiksel değerlendirme

Kontrol örnekleri ve toprak altında çürüme süreci için işlemsiz, 3 kat fırça, 6 kat fırça, 4 saat daldırma, 8 saat daldırma uygulamalı işlem görmüş (modifiye edilmiş) örneklerde sonuç değerlerine, yoğunluk, eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü, sehim miktarı ve sertlik özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla, çoklu varyans analizi uygulanmıştır.

Varyans kaynaklarının karşılıklı etkileşimlerinin $\alpha = 0,05$ 'e göre anlamlı çıkması halinde, farklılıkların hangi faktör için önemli olduğu *Duncan testi* ile belirlenmiştir.

4.2.3. Rutubet miktarının belirlenmesi

Bu araştırmada kullanılan ahşap türlerinden Sarıçam, kestane ve meşeden kaba ölçülerdeki taslak parçalar iklimlendirme kabiniinde 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa gelinceye dek bekletilip, bu taslak parçalardan tüm deney örnekleri üretilmiştir.

Rutubet miktarının belirlenmesi TS 2471 standardında belirtilen esaslara göre yapılmıştır. Örneklerin rutubet miktarı belirlemek için her bir ahşap türü için 10'ar adet olmak üzere, toplamda 30 adet, standarda uygun olarak 20 mm × 20 mm × 33 mm boyutlarda hazırlanmıştır. Tüm örnekler= 0,01 g duyarlıkta terazi ile tartılmış, kurutma dolabına konulmuş ve 103 ± 2 °C değişmez ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuştur. Tam kuru ağırlığa gelen örnekler yine aynı hassasiyet ile tartılmış ve değerler kaydedilmiştir. Bu değerler aşağıdaki eşitliğe uygulanarak her bir ahşap türünde rutubet miktarları belirlenmiştir.

$$m = W_w / W_o$$

$$W_w = W_m - W_o$$

$$M = (W_m - W_o) * 100 / W_o \text{ (g/g)} \quad (4.1)$$

Burada;

W_m = Su miktarı (m) olan ahşap malzemenin orijinal ağırlığı

W_o = Tam kuru ağırlık

M= Rutubet yüzdesi

4.2.4. Retensiyon miktarının belirlenmesi

3 ahşap türünde (kontrol ve işlemsiz hariç) her birinden 10'ar adet olmak üzere 20mm×20mm×30mm boyutlarında ve 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında örnekler hazırlanarak ağırlıkları belirlenmiş ve kaydedilmiştir. Daha sonra bu örneklerle 4 modifikasyon düzeyinde (3 kat fırça uygulaması, 6 kat fırça uygulaması, 4 saat daldırma, 8 saat daldırma) doğal ahşap koruyucu çözelti ile modifikasyon gerçekleştirilmiştir.

Modifikasyon uygulamasının sonunda deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında bekletilerek ağırlıkları belirlenmiştir. Böylece, örneklerin ağırlık farkları tutunan doğal ahşap koruyucu miktarı olarak belirlenmiş ve bu miktarlar Çizelge 4.2.' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Doğal koruyucu ile modifiye edilmiş ahşap türlerinde tespit edilen retensiyon miktarları (g)

Modifikasyon Düzeyi Formatı	Çam	Kestane	Meşe
3 kat fırça uygulaması	0,334	0,254	0,158
6 kat fırça uygulaması	0,444	0,706	0,282
4 saat daldırma uygulaması	0,349	0,477	0,212
8 saat daldırma uygulaması	0,555	0,721	0,423

Çizelge 4.2.' ye göre en fazla koruyucu çözelti tutunması (retensiyonu) tüm ahşap türlerinde 8 saatlik daldırma uygulamasında, daha sonra sırasıyla 6 kat fırça, 4 saat daldırma ve en az 3 kat fırça uygulamasında tespit edilmiştir.

Yukarıda verilen şartlarda retensiyon belirleme işlemleri; toprak altında bekletmek üzere hazırlanan 3 kat fırça uygulmalı, 6 kat fırça uygulmalı, 4 saat daldırma uygulmalı ve 8 saat daldırma uygulmalı örneklerde ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

4.2.5. Yoğunluğun belirlenmesi

Deney örneklerin yoğunlukları TS 2472 standart esaslarına göre belirlenmiştir. Her düzeydeki deney örneklerinden alınan toplam 50' şer adet numune, 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarına sahip iklimlendirme kabiniinde ağırlığı değişmez oluncaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra bu örneklerin hacimleri hassas ölçümler ile belirlenip değerler aşağıdaki denklemde yerine konarak yoğunluk değerleri belirlenmiştir.

$$\delta_{12} = M_{12} / V_{12} \text{ g/cm}^3 \quad (4.2)$$

Burada;

δ_{12} = Hava kurusu yoğunluk (g/cm³)

M_{12} = Deney örneği ağırlığı (g)

V_{12} = Deney örneği hacmi (cm³)

Deney örnekleri ağırlıklarının ölçümleri Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü Ahşap Laboratuvarında bulunan hassas terazi kullanılmıştır. Hassas teraziye ait teknik özellikler Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Hassas terazi teknik özellikleri

Kapasite	230 g
Hassasiyet	0,001 g
Kese çapı	85 mm
Kalibrasyon	Dahili
Stabilizasyon süresi	3,5 san

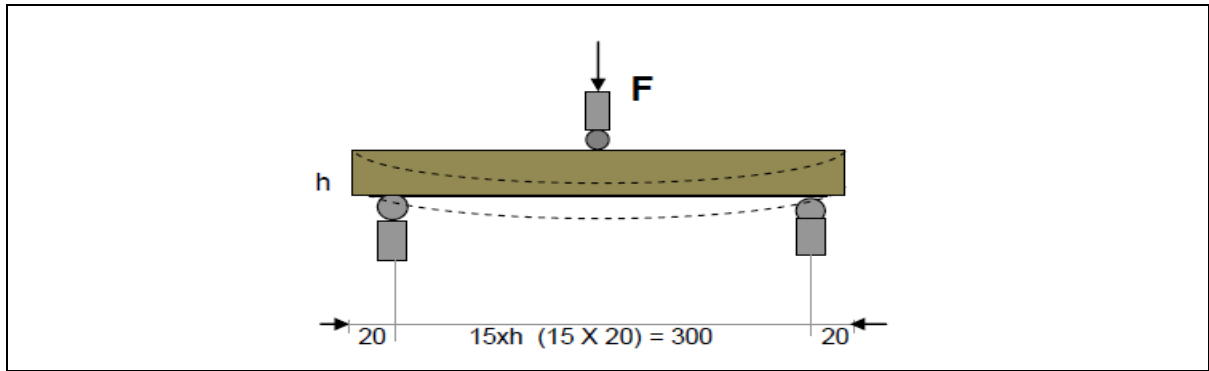


Resim 4.7. Deney örnekleri ağırlıklarının hassas terazi ile ölçümleri

Yukarıda verilen şartlarda yoğunluk belirleme işlemleri; kontrol, toprak altında bekletmek üzere hazırlanan işlemsiz, 3 kat fırça uygulamalı, 6 kat fırça uygulamalı, 4 saat daldırma uygulamalı ve 8 saat daldırma uygulamalı örneklerde ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

4.2.6. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülünün belirlenmesi

Eğilme direnci ile eğilmede elastiklik modülünün belirlenmesi için TS 2474 ve TS 2478’de belirtilen esaslara uyulmuştur. Ahşap deney örnekleri, standarda uygun boyutlandırılıp iklimlendirme işleminden sonra Üversal Test cihazı ile test edilmiş eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü hesaplanmıştır. Eğilme halinde elastiklik modülü bu çalışmada statik münferit yükleme ile yapılmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Eğilme direnci testi uygulaması

Kırılma anındaki maksimum yük (F_{max}) için, eğilme direnci (σ_e) 4.3 numaralı eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$\sigma_e = (3/2) \times [(F_{max}) \times (L_s)] / (b \times h^2) \quad (4.3)$$

Burada ;

σ_e = Eğilme direnci (N/mm²),

F_{max} = Kırılma anındaki en büyük kuvvet (N),

L_s = Dayanaklar arası açıklık (mm)

b = Numune genişliği (mm)

h = Numune yüksekliği (mm)

Eğilme deneylerinde, TS 2478 esaslarına göre eğilmede elastiklik modülü değerleri de hesaplanmıştır. Eğilmede elastiklik modülü (E), 4.4 numaralı eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$E_e = \Delta F \times L_s^3 / 4 \times \Delta f \times b \times h^3 \text{ kg/cm}^2 \quad (4.4)$$

Burada;

E_e = Elastiklik modülü

L_s = Destekler arası açıklık (mm)

b = Deney parçası genişliği (mm)

h = Deney parçası kalınlığı (mm)

ΔF = Elastiklik deformasyon bölgesinde F1 ve F2 kuvvetleri farkı

Δf = F1 ve F2 kuvvetleri farkına (ΔF) karşılık oluşan eğilme miktarları farkı

Örneklerin mekanik testleri (eğilme, eğilmede elastiklik, sertlik dirençleri) Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü Ahşap Laboratuvarında bulunan üniversal test cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

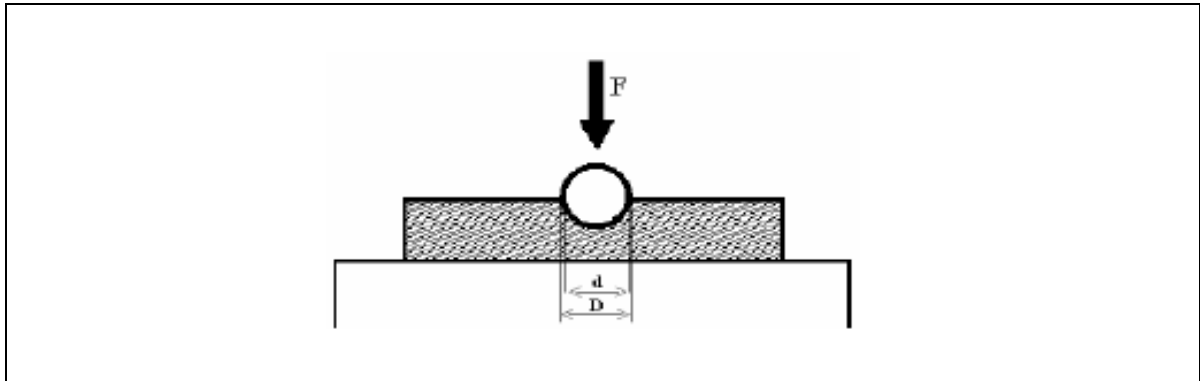
Yukarıda verilen şartlarda eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülünü belirleme işlemleri; kontrol, toprak altında bekletmek üzere hazırlanan işlemsiz, 3 kat fırça uygulamalı, 6 kat fırça uygulamalı, 4 saat daldırma uygulamalı ve 8 saat daldırma uygulamalı örneklerde ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.



Resim 4.8. Eğilme direnci testi uygulaması

4.2.7. Brinell sertliğin belirlenmesi

Brinell sertlik deneyi TS 2479'a uygun olarak yapılmıştır. Bu maksatla 50mm x 50mm x 20mm olacak şekilde boyutlandırılmış örnek parçaları 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında bekletildikten sonra sertlik belirleme işlemleri; kontrol, toprak altında bekletilmiş işlemsiz, 3 kat fırça uygulamalı, 6 kat fırça uygulamalı, 4 saat daldırma uygulamalı ve 8 saat daldırma uygulamalı örneklerde ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Brinell sertlik deneyi (Aydemir, 2007)

Buna göre; örnek yüzeyine kuvvet uygulama kolunun ucunda bulunan 10 mm çapında (D) yarım küre (çelik bilye) örnek yüzeyinin ortasına gelecek şekilde ve tedricen artırılarak 30 saniye süreyle 100 kgf kuvvet uygulanmıştır. Yük 15 saniyede sıfıra indirilerek, çelik kürenin örnek yüzeyinde açtığı çukurun çapı 0,01 mm duyarlıkla ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Bu değerler aşağıda verilen eşitlikte yerine konarak her bir ahşaptan faktöriyel düzeyde sertlik değerleri belirlenmiştir.

$$H_B = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (4.5)$$

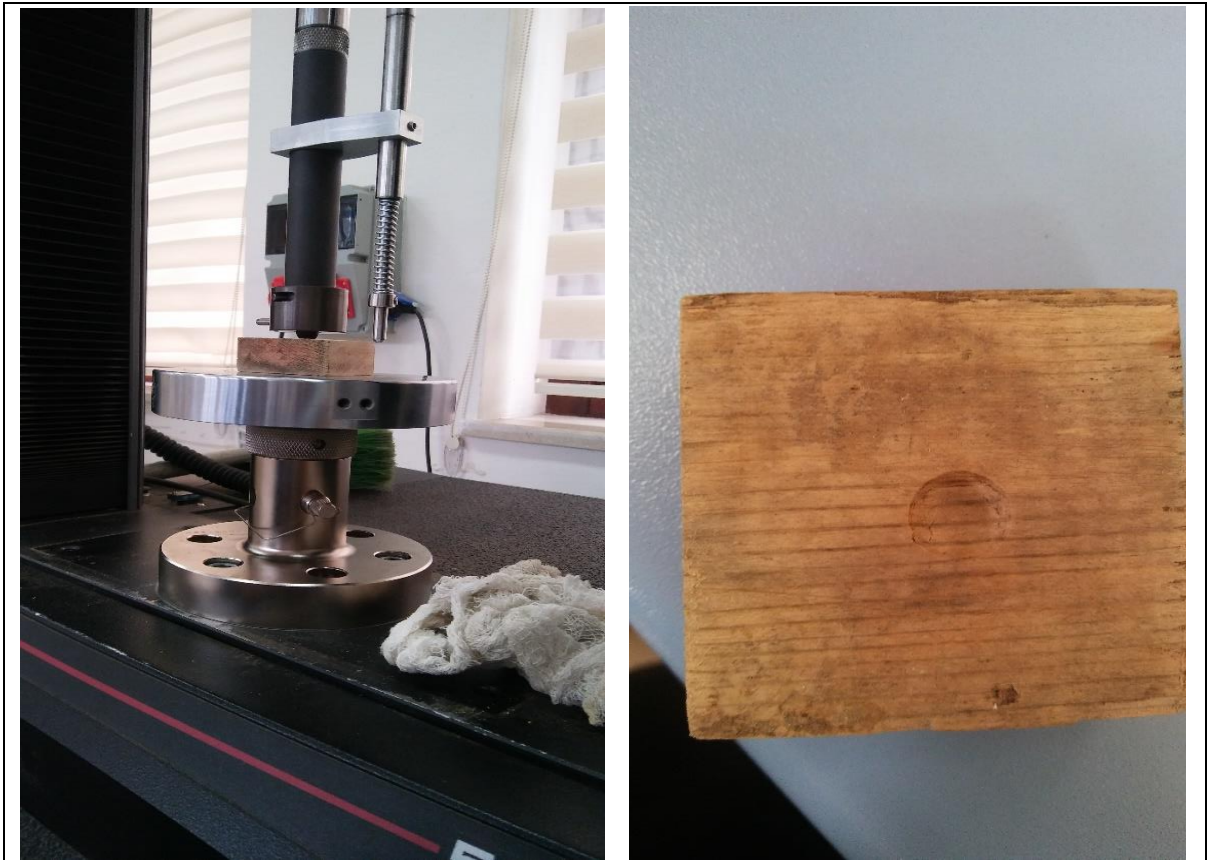
Burada;

H_B : Brinell sertlik değeri (N/mm^2)

$F_{\max}$: Uygulanan kuvvet (N)

d : Çelik kürenin deney örneği yüzeyinde açtığı çukurun çapı (mm)

D : Çelik bilye çapı (mm)



Resim 4.9. Brinell sertlik testi uygulaması

5. BULGULAR

3 ahşap türünde (çam, kestane ve meşe) ve 6 modifikasyon düzeyi (işlem çeşidi: kontrol, işlemsiz, üç kat fırça uygulaması, 6 kat fırça uygulaması, dört saat daldırma, 8 saat daldırma) formatında doğal ahşap koruyucu çözelti ile modifikasyon uygulamasının 1 yıl süreyle toprak altındaki doğal yaşlandırma sürecinde ahşap malzemenin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimi etkileme durumunun incelendiği bu araştırmada, retensiyon miktarı, yoğunluk, eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü (EMO), sehim miktarı ve sertlik özelliklerindeki değişime ait bulgular aşağıda verilmiştir.

5.1. Rutubet Miktarı

Bu araştırmada kullanılan ahşap türlerinden Sarıçam, kestane ve meşeden kaba ölçülerdeki taslak parçalar iklimlendirme kabinde 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa gelinceye dek bekletilmiş ve üç ahşap türü deney örneklerinde rutubet miktarı belirlenmiştir.

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan kaba ölçülü taslak parçaların rutubet miktarları Çizelge 5.1.'de verilen değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Her bir ahşap türünde belirlenen rutubet miktarı Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Ahşap türlerine göre rutubet miktarları (%)

Ahşap Türü	Sarıçam	Kestane	Meşe
Rutubet Miktarı	11,82	12,05	12,18

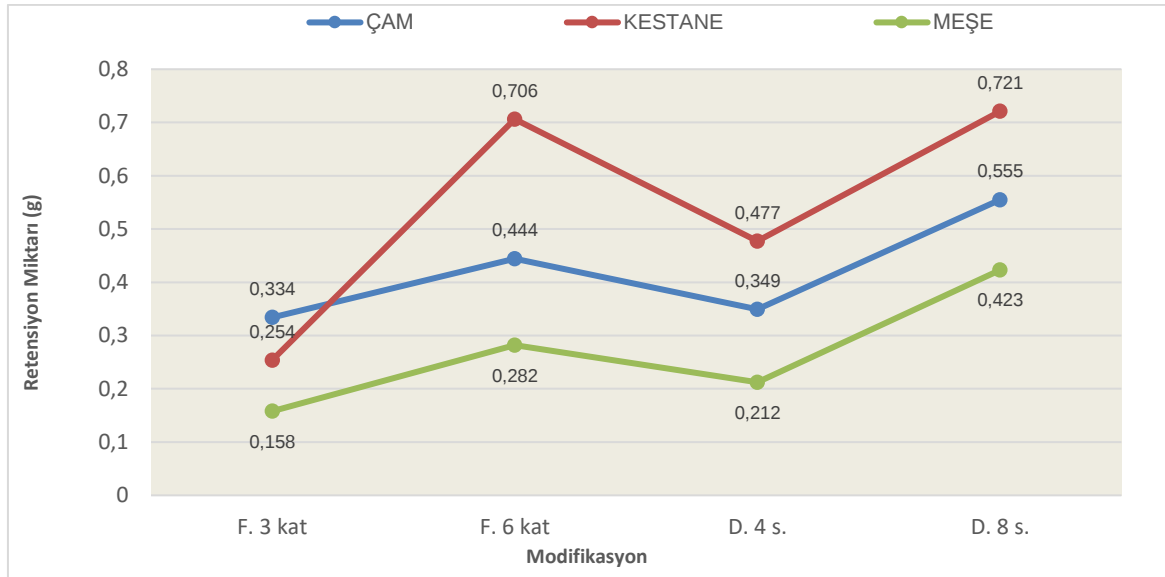
5.2. Retensiyon Miktarı

3 ahşap türünde ve kontrol ve işlemsiz hariç 4 modifikasyon düzeyi (işlem çeşidi: üç kat fırça uygulaması, 6 kat fırça uygulaması, dört saat daldırma, 8 saat daldırma) formatında doğal ahşap koruyucu çözelti ile modifikasyon uygulamasının sonunda deney örneklerinde tutunan doğal ahşap koruyucu miktarları Çizelge 5.2'de verildiği gibi tespit edilmiştir.

Çizelge 5.2. Doğal koruyucu ile modifiye edilmiş ahşap türlerinde tespit edilen retensiyon miktarları (g)

Modifikasyon Düzeyi Formatı	Çam	Kestane	Meşe
3 kat fırça uygulaması	0,334	0,254	0,158
6 kat fırça uygulaması	0,444	0,706	0,282
4 saat daldırma uygulaması	0,349	0,477	0,212
8 saat daldırma uygulaması	0,555	0,721	0,423

Çizelge 5.2' ye göre en fazla koruyucu çözelti tutunması (retensiyonu) tüm ahşap türlerinde 8 saatlik daldırma uygulamasında, daha sonra sırasıyla 6 kat fırça, 4 saat daldırma ve en az 3 kat fırça uygulamasında tespit edilmiştir. Bu değerlere ait grafik Şekil 5.1' de verilmiştir.



Şekil 5.1. Doğal koruyucu ile modifiye edilmiş ahşap türlerinde retensiyon miktarları grafiği

5.3. Yoğunluk Değişimi

Sarıçam, kestane ve sapsız meşede doğal ahşap taneni çözeltisi ile 6 farklı işlem düzeyinde örneklere uygulanan koruyucu modifikasyonun 1 yıllık toprak altında gerçekleştirilen doğal yaşlandırma sürecindeki yoğunluk değişimine ait değerler incelenmiştir. Bir yıl süreyle toprak altında doğal yaşlandırma sürecinde tutulmuş 5 farklı düzeydeki (kontrol örnekleri hariç) deney örneklerinin yoğunluk değerlerine uygulanan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 5.3' de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Yoğunluk değişimi değerlerine ait çoklu varyans sonuçları

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob.
2	Faktör A	2	2,041	1,020	3162,6397	0,0000
4	Faktör B	5	0,117	0,023	72,2752	0,0000
6	AB	10	0,018	0,002	5,6346	0,0000
7	Hata	153	0,049	0,000		
	Toplam	179	2,249			

Çizelge 5.3'e göre yoğunluk değişiminde tüm faktörlerin (Ahşap tür: A, Modifikasyon: B, Ahşap türü x Modifikasyon İkili Etkileşimi: AB) etkisinin anlamlı olduğu, bu faktörlerden değişimi en çok ahşap türünün, daha sonra sırasıyla işlem faktörü ve ahşap türü-işlem ikili etkileşimi faktörlerinin etkilediği görülmektedir.

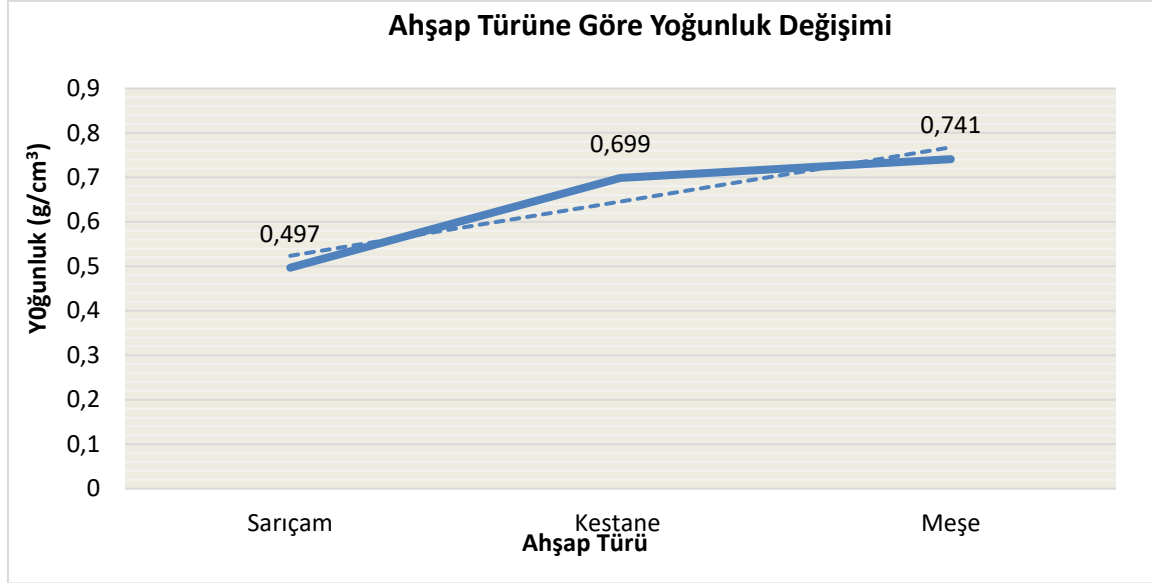
Ahşap türü düzeyinde kontrol yoğunluk değerleri ve yaşlandırma süreci sonunda belirlenen yoğunluk değişiminin homojenlik grupları Çizelge 5.4' de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Ahşap türüne göre kontrol ve yaşlandırma süreci yoğunluk (g/cm^3) değerlerine ait homojenlik grupları

Ahşap Türü	Kontrol Örnekleri Yoğunluk Ort.	Yoğunluk Ort.	Homojenlik Grubu
Sarıçam	0,501	0,497	C
Kestane	0,731	0,699	B
Meşe	0,767	0,741	A

LSD değeri 0, 0001291

1 yıllık toprak altında bekletme yoluyla doğal yaşlandırma sürecinde genel olarak yoğunluk değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Yaşlandırma sürecinden sonraki tespitlerde Çizelge 5.3' e göre en büyük yoğunluk meşede $0,741 \text{ g/cm}^3$, daha sonra sırasıyla kestanede $0,699 \text{ g/cm}^3$ ve Sarıçamda $0,497 \text{ g/cm}^3$ olarak bulunmuştur. Bunlara ait grafik Şekil 5.2' de verilmiştir.



Şekil 5.2. Ahşap türüne göre yoğunluk değişim değerlerine ait grafik

Çizelge 5.3'e göre modifikasyon çeşidinin de yoğunluk değişimine anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir.

Kontrol, işlemsiz ve modifikasyon çeşidi düzeyinde yoğunluk değişiminin homojenlik grupları Çizelge 5.5' de verilmiştir.

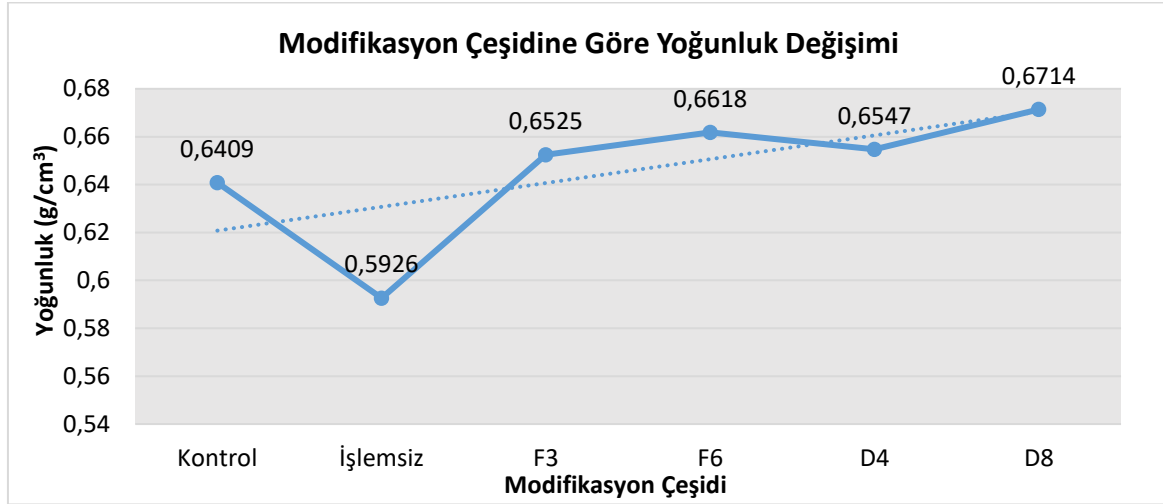
Çizelge 5.5. Modifikasyon çeşidine göre yoğunluk (g/cm³) değerlerine ait homojenlik grupları

Modifikasyon çeşidi	Yoğunluk Ortalaması	Homojenlik Grubu
Kontrol	0,6409	E
İşlemsiz	0,5926	F
F3	0,6525	D
F6	0,6618	B
D4	0,6547	C
D8	0,6714	A

LSD değeri 0,0001826

Çizelge 5.5'e göre en büyük yoğunluk 8 saat daldırma düzeyinde 0,6714 g/cm³, en düşük yoğunluk işlemsiz düzeyinde 0,5926 g/cm³ olarak bulunmuştur. Kontrol düzeyindeki yoğunluk esas alındığında 1 yıl toprak altında bekletme sürecinde işlemsiz örneklerin madde

kaybına uğraması sebebiyle yoğunluğun düştüğü görülmektedir. Bunlara ait grafik Şekil 5.3’ de verilmiştir.



Şekil 5.3. Modifikasyon çeşidine göre yoğunluk değişim değerlerine ait grafik

Çizelge 5.3’e göre ahşap türü ve modifikasyon çeşidi ikili etkileşiminin yoğunluk değişiminde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir.

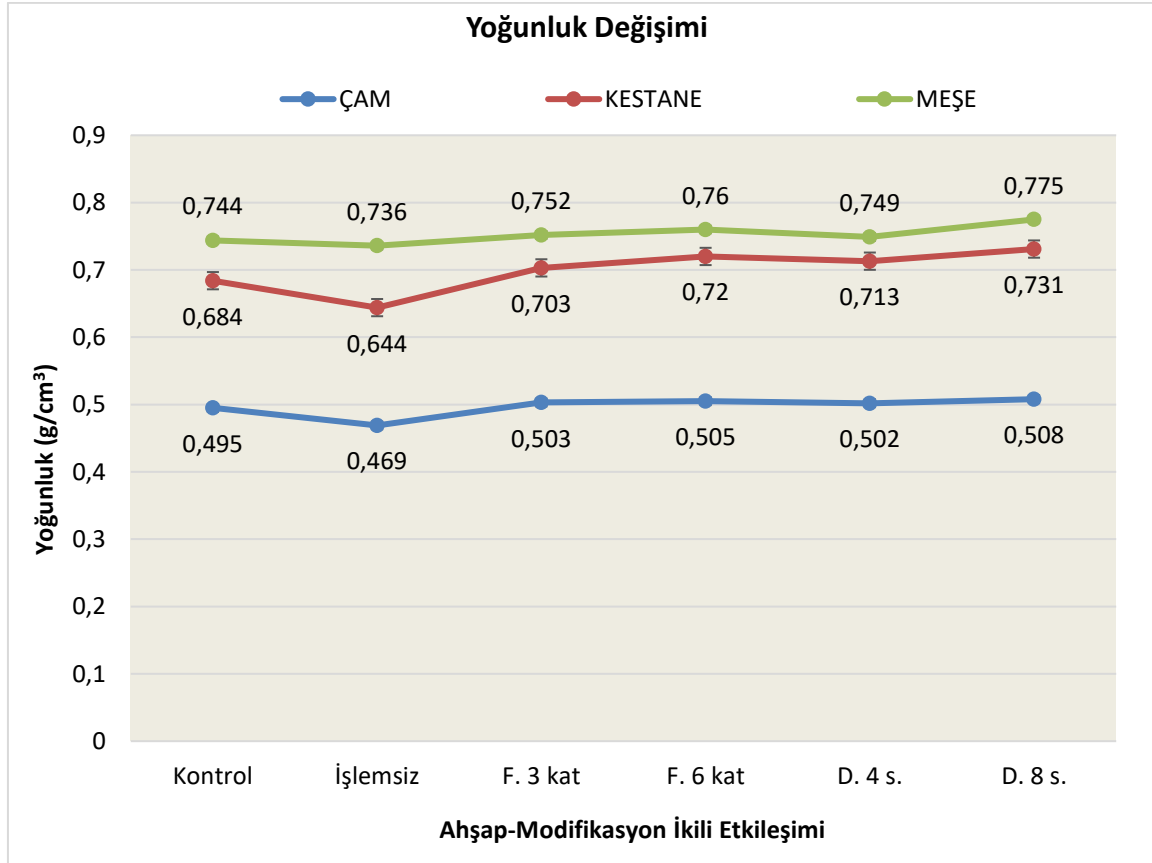
Ahşap türü- Modifikasyon çeşidi ikili etkileşim düzeyinde yoğunluk değişiminin homojenlik grupları Çizelge 5.6’ da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Ahşap türü - Modifikasyon çeşidi ikili etkileşime göre yoğunluk (g/cm^3) değerlerine ait homojenlik grupları

Modifikasyon Çeşidi	Yoğunluk Ortalaması	Homojenlik Grubu
Çam-Kontrol	0,495	J
Çam-İşlemsiz	0,469	IJ
Çam-F3	0,503	I
Çam-F6	0,505	I
Çam-D4	0,502	I
Çam-D8	0,508	I
Kestane-Kontrol	0,684	G
Kestane -İşlemsiz	0,644	HI
Kestane -F3	0,703	F
Kestane -F6	0,719	DE
Kestane -D4	0,713	DE
Kestane -D8	0,731	E
Meşe-Kontrol	0,744	D
Meşe -İşlemsiz	0,665	H
Meşe -F3	0,751	C
Meşe -F6	0,760	B
Meşe -D4	0,749	C
Meşe -D8	0,775	A

LSD değeri 0,013101

Çizelge 5.6' ya göre en büyük yoğunluk meşe 8 saat daldırma düzeyinde $0,775 \text{ g/cm}^3$, en düşük yoğunluk çam işlemsiz düzeyinde $0,469 \text{ g/cm}^3$ olarak bulunmuştur. Bunlara ait grafik Şekil 5.4' de verilmiştir.



Şekil 5.4. Ahşap türü- Modifikasyon düzeyine göre yoğunluk değişimi grafiği

Yoğunluk değişimi 1 yıllık doğal yaşlandırma sürecinde tutulmayan kontrol örneklerinin yoğunluğu esas alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre, yaşlandırma sürecinde işlemsiz örneklerin en çok yoğunluk (madde) kaybederek değişime uğradığı tespit edilmiştir.

3-6 kat fırça ile modifikasyon uygulamalı ve 4-8 saatlik daldırma modifikasyon uygulamalı örneklerde hem yoğunluk artışı sağlandığı hem de toprak altında 1 yıllık doğal yaşlandırma sürecinde tutulmalarına rağmen işlemsiz örnekler kadar madde kaybına uğramadıkları ve doğal tanen çözeltisinin madde kaybına (çürümeye) karşı koruyucu özelliğinin olduğu tespit edilmiştir.

5.4. Eğilme Direnci Değişimi

Sarıçam, kestane ve sapsız meşede doğal ahşap taneni çözeltisi ile 6 farklı işlem düzeyinde örneklerle uygulanan koruyucu modifikasyonun 1 yıllık toprak altında gerçekleştirilen doğal yaşlandırma sürecindeki eğilme direnci değişimine ait değerler incelenmiştir. Bir yıl süreyle toprak altında doğal yaşlandırma sürecinde tutulmuş 5 farklı düzeydeki (kontrol örnekleri

hariç) deney örneklerinin eğilme direnci değerlerine uygulanan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 5.7’ de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Eğilme direnci ortalama değerleri çoklu varyans analizi

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob.
2	Faktör A	2	779,766	389,883	11,6701	0,0000
4	Faktör B	5	27095,801	5419,160	162,2081	0,0000
6	AB	10	1590,074	159,007	4,7595	0,0000
7	Hata	153	5111,531	33,409		
	Toplam	179	34796,040			

Çizelge 5.7’ye göre eğilme direnci değişiminde tüm faktörlerin (Ahşap tür: A, Modifikasyon: B, Ahşap türü x Modifikasyon İkili Etkileşimi: AB) etkisinin anlamlı olduğu, bu faktörlerden değişimi en çok modifikasyonun, daha sonra sırasıyla ahşap türü faktörü ve ahşap türü-modifikasyon ikili etkileşimi faktörlerinin etkilediği görülmektedir.

Ahşap türü düzeyinde kontrol ve yaşlandırma süreci sonu belirlenen eğilme direnci değişiminin homojenlik grupları Çizelge 5.8’ de verilmiştir.

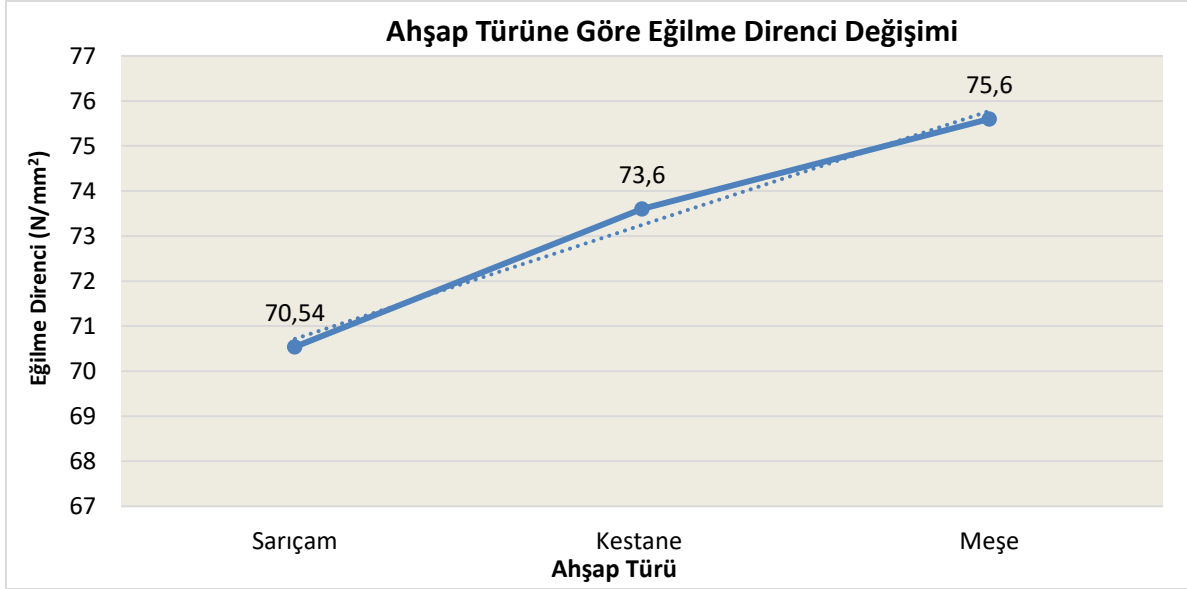
Çizelge 5.8. Ahşap türüne göre kontrol ve yaşlandırılmış örneklerde eğilme direnci (N/mm²) değerlerine ait homojenlik grupları

Ahşap Türü	Kontrol Örnekleri Eğilme Direnci	Eğilme Direnci	Homojenlik Grubu
Sarıçam	86,55	70,54	B
Kestane	100,04	73,60	A
Meşe	100,75	75,60	A

LSD değeri 2,085

1 yıllık yaşlandırma sürecinde genel olarak her üç ahşap türü eğilme direnç değerlerinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Yaşlandırılmış örneklerde Çizelge 5.7’ye göre en

büyük eğilme direnci meşede $75,60 \text{ N/mm}^2$, daha sonra sırasıyla kestane $73,60 \text{ N/mm}^2$ ve Sarıçamda $70,54 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmuştur. Kestane ve meşe her ikisi de aynı homojenlik grubunda olmasına rağmen meşenin kestane'den daha yüksek eğilme direncine sahip olduğu görülmektedir. Bunlara ait grafik Şekil 5.5' de verilmiştir.



Şekil 5.5. Ahşap türü düzeyine göre eğilme direnci değişimi grafiği

Çizelge 5.7'ye göre modifikasyon çeşidinin de eğilme direnci değişimine anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Modifikasyon çeşidi düzeyinde eğilme direnci değişiminin homojenlik grupları Çizelge 5.9' da verilmiştir.

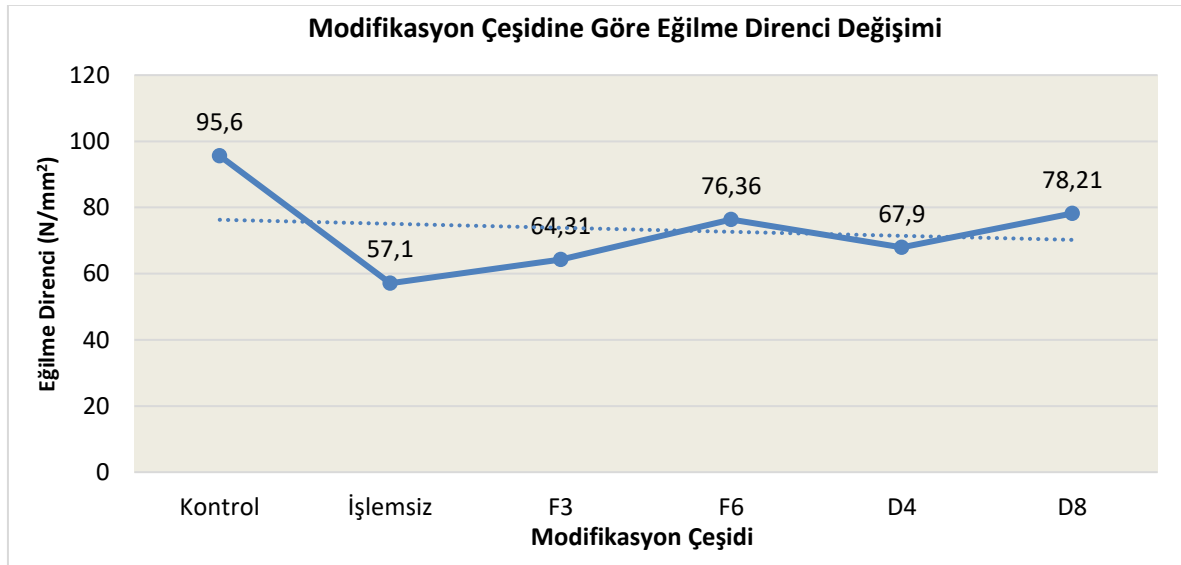
Çizelge 5.9. Modifikasyon çeşidine göre eğilme direnci (N/mm^2) değerlerine ait homojenlik grupları

Modifikasyon çeşidi	Eğilme Direnci	Homojenlik Grubu
Kontrol	95,60	A
İşlemsiz	57,10	E
F3	64,31	D
F6	76,36	B
D4	67,90	C
D8	78,21	B

LSD değeri

2,948

Çizelge 5.9'a göre kontrol düzeyi hariç tutulduğunda en yüksek eğilme direnci değeri her ikisi de aynı homojenlik grubunda olmasına rağmen 8 saat daldırma uygulamalı da 78,21 N/mm² ve 6 kat fırça uygulamalı da 76,36 N/mm², daha sonra sırasıyla 4 saat daldırma uygulamalı ve 3 kat fırça uygulamalı da elde edildiği görülmektedir. İşlemsiz örneklerin toprak altında 1 yıl bekletme sürecinde kontrol örneklerine göre %40'a yakın eğilme direnci kaybına uğradığı, doğal koruyucu çözeltiyle modifiye edilmiş örneklerde bu kaybın daha da azaldığı ve ahşabın eğilme direnci bakımından korunduğu görülmektedir. Bu eğilme direnci değerleri toprak altında doğal yaşlanma sürecinde tutulan örneklerden elde edilen değerlerdir. Bunlara ait grafik Şekil 5.6' da verilmiştir.



Şekil 5.6. Modifikasyon çeşidi düzeyine göre eğilme direnci değişimi grafiği

Çizelge 5.7.'ye göre ahşap türü ve modifikasyon çeşidi ikili etkileşiminin eğilme direnci değişiminde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Ahşap türü- Modifikasyon çeşidi ikili etkileşim düzeyinde eğilme direnci değişiminin homojenlik grupları Çizelge 5.10.' da verilmiştir.

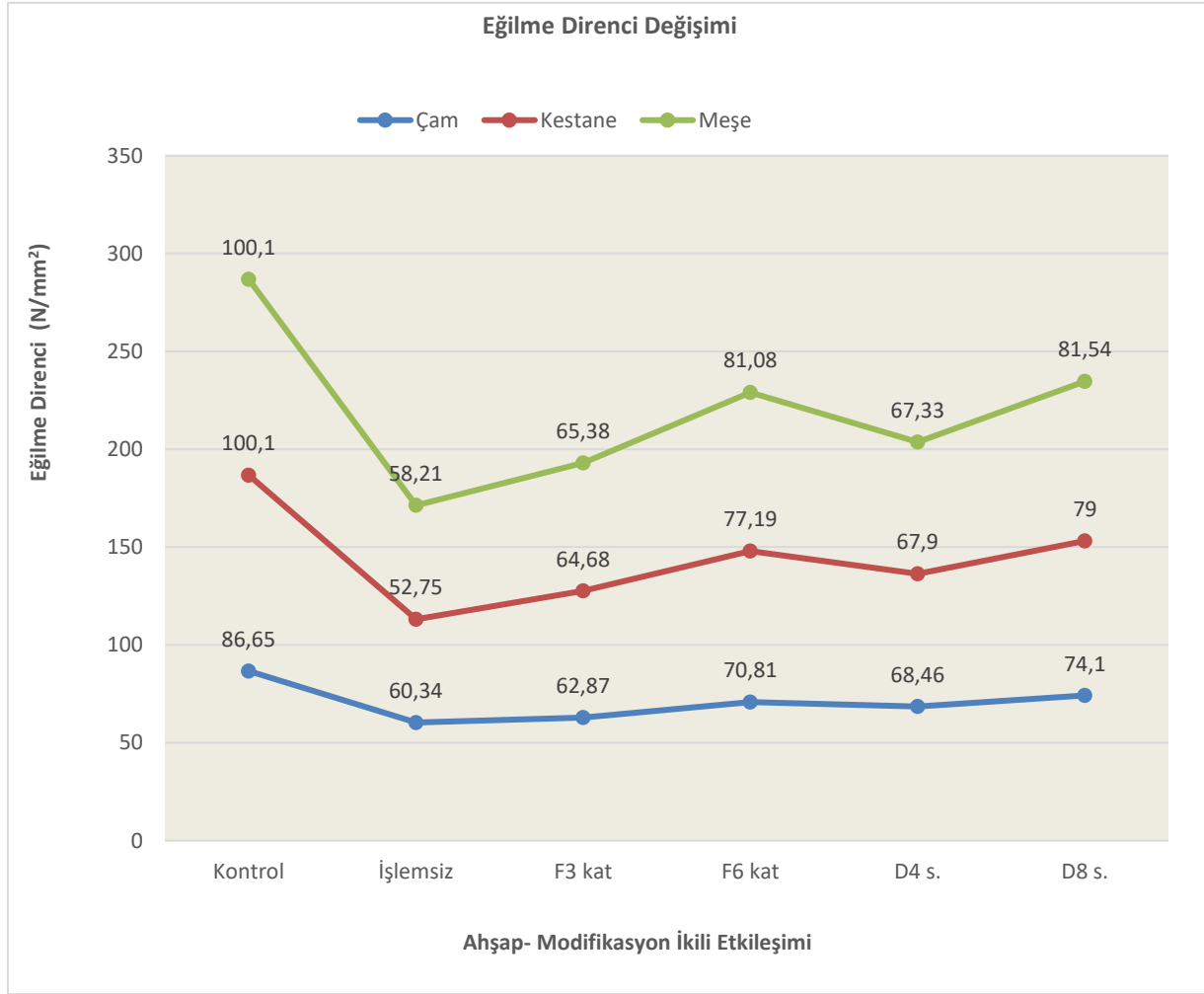
Çizelge 5.10. Ahşap türü- Modifikasyon çeşidi ikili etkileşime göre eğilme direnci (N/mm²) değerlerine ait homojenlik grupları

Modifikasyon çeşidi	Eğilme Direnci	Homojenlik Grubu
Çam-Kontrol	86,65	B
Çam-İşlemsiz	60,34	HI
Çam-F3	62,87	GHI
Çam-F6	70,81	EF
Çam-D4	68,46	FG
Çam-D8	74,10	DE
Kestane-Kontrol	100,1	A
Kestane -İşlemsiz	52,75	J
Kestane -F3	64,68	GH
Kestane -F6	77,19	CD
Kestane -D4	67,90	FG
Kestane -D8	79,00	CD
Meşe-Kontrol	100,1	A
Meşe -İşlemsiz	58,21	I
Meşe -F3	65,38	FGH
Meşe -F6	81,08	C
Meşe -D4	67,33	FG
Meşe -D8	81,54	BC

LSD değeri

5,107

Çizelge 5.10' a göre en yüksek eğilme direnci meşe 8 saat daldırma düzeyinde 81,54 N/mm², en düşük yoğunluk kestane işlemsiz düzeyinde 52,75 N/mm² olarak bulunmuştur. Bu eğilme direnci değerleri toprak altında doğal yaşlanma sürecinde tutulan örneklerden elde edilen değerlerdir. Bunlara ait grafik Şekil 5.7' de verilmiştir.



Şekil 5.7. Ahşap türü- Modifikasyon çeşidi ikili etkileşime göre eğilme direnci değişimi grafiği

Eğilme direnci değişimi 1 yıllık doğal yaşlandırma sürecinde tutulmayan kontrol örneklerinin eğilme direnci esas alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre, yaşlandırma sürecinde işlemsiz örneklerin en çok eğilme direnci (madde kaybından dolayı) kaybederek değişime uğradığı tespit edilmiştir.

3-6 kat fırça ile modifikasyon uygulamalı ve 4-8 saatlik daldırma modifikasyon uygulamalı örneklerde toprak altında 1 yıllık doğal yaşlandırma sürecinde tutulmalarına rağmen işlemsiz örneklerden daha yüksek eğilme direnci elde edilmesi doğal tanen çözeltisinin madde kaybına (çürümeye) karşı koruyucu özelliğinin olduğu ve bundan dolayı eğilme direnci kaybını azalttığı tespit edilmiştir.

5.5. Eğilmede Elastiklik Modülü Değişimi

Doğal ahşap taneni çözültisi ile 6 farklı işlem düzeyinde ahşap örneklerine uygulanan koruyucu modifikasyonun 1 yıllık toprak altında gerçekleştirilen doğal yaşlandırma sürecindeki eğilmede elastiklik modülü değişimine ait değerler incelenmiştir. Bunlardan, bir yıl süreyle toprak altında doğal yaşlandırma sürecinde tutulmuş 5 farklı düzeydeki (kontrol örnekleri hariç) deney örneklerinin eğilmede elastiklik modülü değerlerine uygulanan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 5.11’de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Elastiklik modülü ortalamaları çoklu varyans analizi

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob.
2	Faktör A	2	128928845,859	64464422,929	73,1554	0,0000
4	Faktör B	5	119550479,986	23910095,997	27,1336	0,0000
6	AB	10	9109425,189	910942,519	1,0338	0,4178
7	Hata	153	134823268,665	881197,834		
	Toplam	179	399860808,237			

Çizelge 5.11’e göre eğilmede elastiklik modülü değişiminde ahşap türü ve modifikasyon faktörlerinin (Ahşap tür: A, Modifikasyon: B) etkisinin anlamlı olduğu, AB ikili etkileşiminin ise anlamlı olmadığı, bu faktörlerden değişimi en çok ahşap türünün, daha sonra modifikasyon faktörünün etkilediği görülmektedir.

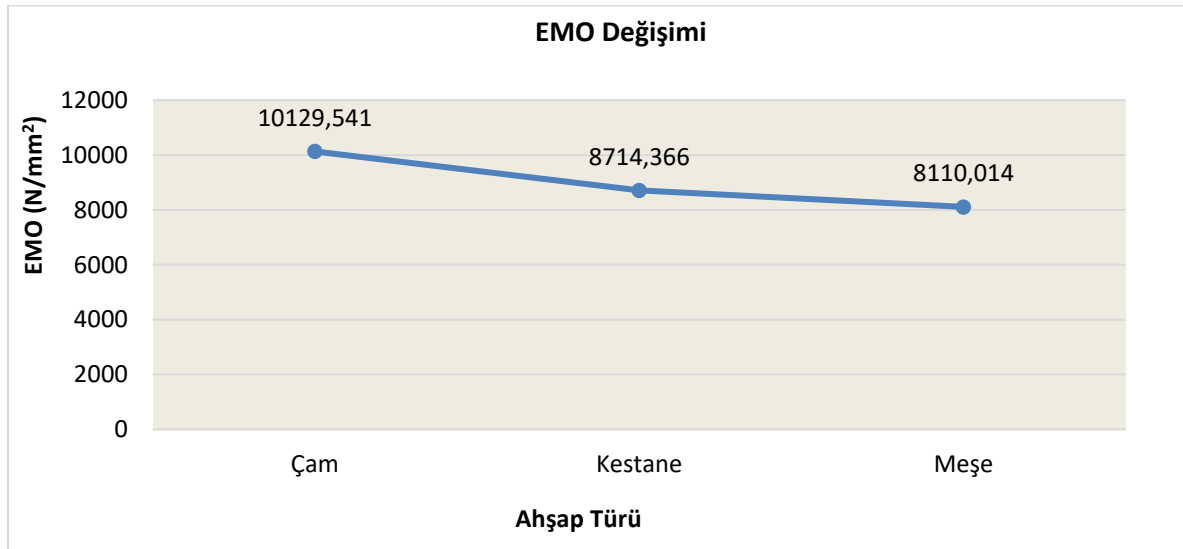
Ahşap türü düzeyinde kontrol ve yaşlandırma süreci sonu belirlenen eğilmede elastiklik modülü değişiminin homojenlik grupları Çizelge 5.11’ de verilmiştir.

Çizelge 5.12. Ahşap türüne göre kontrol ve yaşlandırılmış örneklerde eğilmede elastiklik modülü (N/mm^2) değerlerine ait homojenlik grupları

Ahşap Türü	Kontrol Örnekleri Elastiklik Modülü	Elastiklik Modülü	Homojenlik Grubu
Sarıçam	11636,76	10129,54	A
Kestane	9392,75	8714,36	B
Meşe	10300,36	8110,01	C

LSD değeri 338,6

1 yıllık yaşlandırma sürecinde genel olarak eğilmede elastiklik modülü değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Yaşlandırma sürecinden sonraki deneylerde Çizelge 5.12'ye göre en yüksek eğilmede elastiklik modülü Sarıçamda $10129,54 \text{ N/mm}^2$, daha sonra sırasıyla kestane $8714,36 \text{ N/mm}^2$ ve meşede $8110,01 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmuştur. Sarıçamda elastiklik modülünün yüksek çıkmasının hem doğal koruyucu çözeltinin ve hem de reçinenin çifte korumasından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. Bunlara ait grafik Şekil 5.8' de verilmiştir.



Şekil 5.8. Ahşap türü bakımından eğilmede elastiklik modülü değişimi grafiği

Çizelge 5.11' e göre modifikasyon çeşidinin de eğilmede elastiklik modülü değişimine anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Modifikasyon çeşidi düzeyinde eğilme direnci değişiminin homojenlik grupları Çizelge 5.13' de verilmiştir.

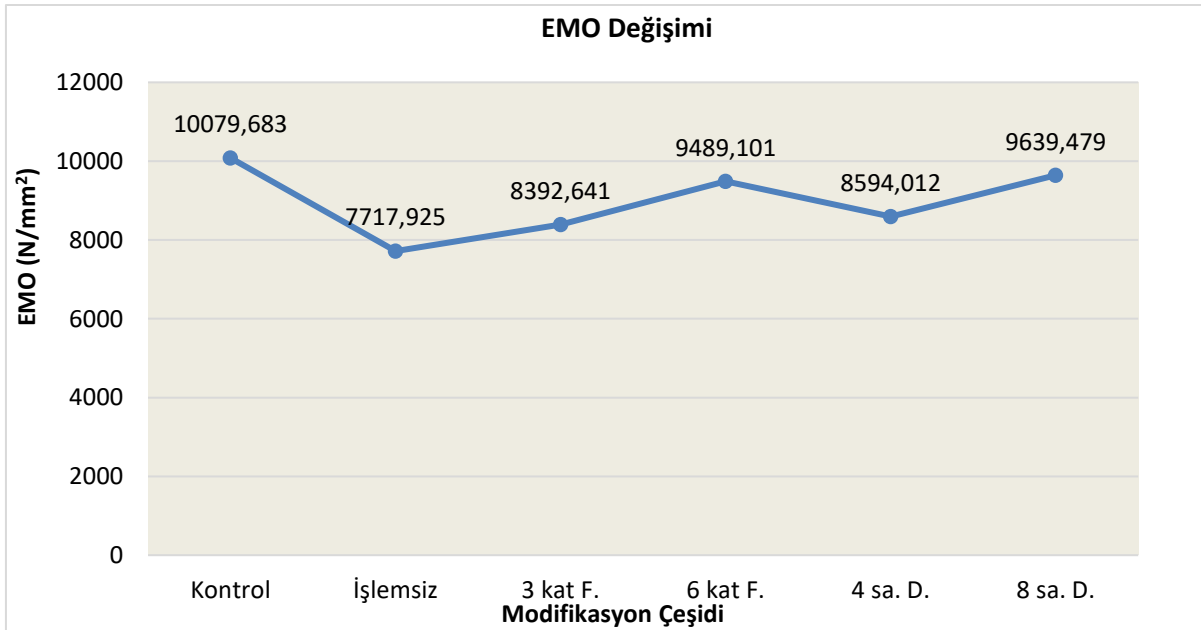
Çizelge 5.13. Modifikasyon çeşidine göre eğilmede elastiklik modülü (N/mm^2) değerlerine ait homojenlik grupları

Modifikasyon çeşidi	Elastiklik Modülü	Homojenlik Grubu
Kontrol	10079,683	A
İşlemsiz	7717,925	D
F3	8392,641	C
F6	9489,101	B
D4	8594,012	C
D8	9639,479	AB

LSD değeri

478,8

Çizelge 5.13'e göre en yüksek eğilmede elastiklik modülü kontrol düzeyinde 10079,683 N/mm^2 , daha sonra sırasıyla 8 saat daldırma uygulamalı 9639,479 N/mm^2 ve 6 kat fırça uygulamalı 9489,101 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Eğilmede elastiklik modülü değişimi 1 yıllık doğal yaşlandırma sürecinde tutulmayan kontrol örneklerinin eğilme direnci esas alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre, yaşlandırma sürecinde işlemsiz örneklerin en çok eğilmede elastiklik modülü değeri kaybederek (plastikleşmeden dolayı) değişime uğradığı tespit edilmiştir. Bunlara ait grafik Şekil 5.9' da verilmiştir.



Şekil 5.9. Modifikasyon düzeyi bakımından eğilmede elastiklik modülü değişimi grafiği

3-6 kat fırça ile modifikasyon uygulamalı ve 4-8 saatlik daldırma modifikasyon uygulamalı örneklerde toprak altında 1 yıllık doğal yaşlandırma sürecinde tutulmalarına rağmen işlemsiz örneklerden daha yüksek eğilmede elastiklik modülü elde edilmesi doğal tanen çözeltisinin madde kaybına (çürümeye) karşı koruyucu özelliğinin olması ve bundan dolayı eğilmede elastiklik modülü kaybının azalttığı tespit edilmiştir.

5.6. Sehim Miktarı ve Sertlik Değişimi

5.6.1. Sehim miktarı

Doğal ahşap taneni çözeltisi ile 6 farklı işlem düzeyinde ahşap örneklerle uygulanan koruyucu modifikasyonun 1 yıllık toprak altında gerçekleştirilen doğal yaşlandırma sürecindeki sehim miktarı değişimine ait değerler incelenmiştir. Bunlardan, bir yıl süreyle toprak altında doğal yaşlandırma sürecinde tutulmuş 5 farklı düzeydeki (kontrol örnekleri hariç) deney örneklerinin sehim miktarı değerlerine uygulanan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 5.14’de verilmiştir.

Çizelge 5.14. Sehim miktarı ortalamaları çoklu varyans analizi

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob.
2	Faktör A	2	493,646	246,823	147,6051	0,0000
4	Faktör B	5	151,872	30,374	18,1645	0,0000
6	AB	10	45,643	4,564	2,7296	0,0041
7	Hata	153	255,844	1,672		
	Toplam	179	968,088			

Çizelge 5.14’e göre sehim miktarı değişiminde ahşap türü, modifikasyon ve Ahşap türü x Modifikasyon ikili etkileşimi faktörlerinin (Ahşap tür: A, Modifikasyon: B, Ahşap türü x Modifikasyon: AB) etkisinin anlamlı olduğu, bu faktörlerden değişimi en çok ahşap türünün, daha sonra modifikasyon faktörünün ve ikili etkileşimim etkilediği görülmektedir.

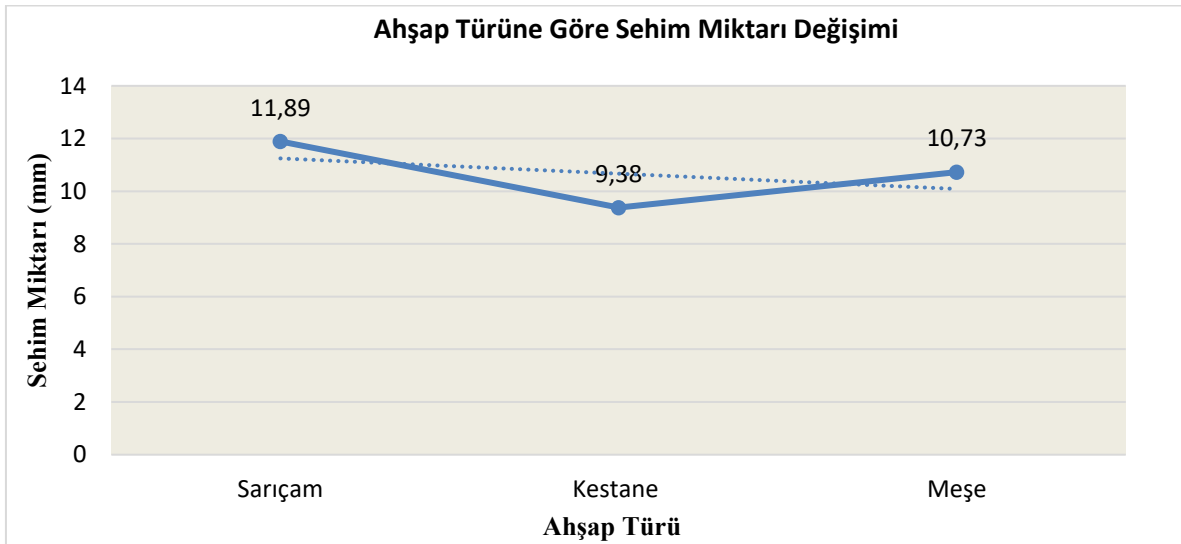
Ahşap türü bakımından kontrol ve yaşlandırma süreci sonu belirlenen sehim miktarları Çizelge 5.15’ de verilmiştir.

Çizelge 5.15. Ahşap türüne göre kontrol ve yaşlandırılmış örneklerde sehim miktarlarına ait homojenlik grupları (mm)

Ahşap Türü	Kontrol Örnekleri Sehim Miktarı Ort.	Sehim Miktarı Ort.	Homojenlik Grubu
Sarıçam	12,42	11,89	A
Kestane	9,75	9,38	C
Meşe	13,41	10,73	B

LSD değeri 0,4664

1 yıllık yaşlandırma sürecinin genel olarak eğilimde sehim miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Yaşlandırma süreci sonunda Çizelge 5.15’e göre en büyük sehim miktarı Sarıçamda 11,89 mm, daha sonra sırasıyla meşe 10,73 mm ve kestane 9,38 mm olarak bulunmuştur. Yaşlandırılmış örneklere ait grafik Şekil 5.10’ da verilmiştir.



Şekil 5.10. Ahşap türü düzeyi bakımından sehim miktarı değişimi grafiği

Ahşap türü bakımından sehim miktarı değişimlerine bakıldığında en az sehim miktarı kestane odununda belirlenmiştir. Üç ahşap türü arasında en çok gevrekleşen ve elastikliği azalan ahşap türü kestane olarak belirlenmiş ve fazla sehim yapamadan erken kırılmıştır.

Kestaneye göre meşe ve Sarıçam elastikliğini daha çok koruyabildiklerinden eğilme sırasında daha çok sehim yapabilmışlardır.

Çizelge 5.14' e göre modifikasyon çeşidinin sehim miktarına anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Bu bağlamda modifikasyon çeşidi düzeyinde sehim miktarı değişiminin homojenlik grupları Çizelge 5.16' de verilmiştir.

Çizelge 5.16. Modifikasyon çeşidine göre sehim miktarlarına (mm) ait homojenlik grupları

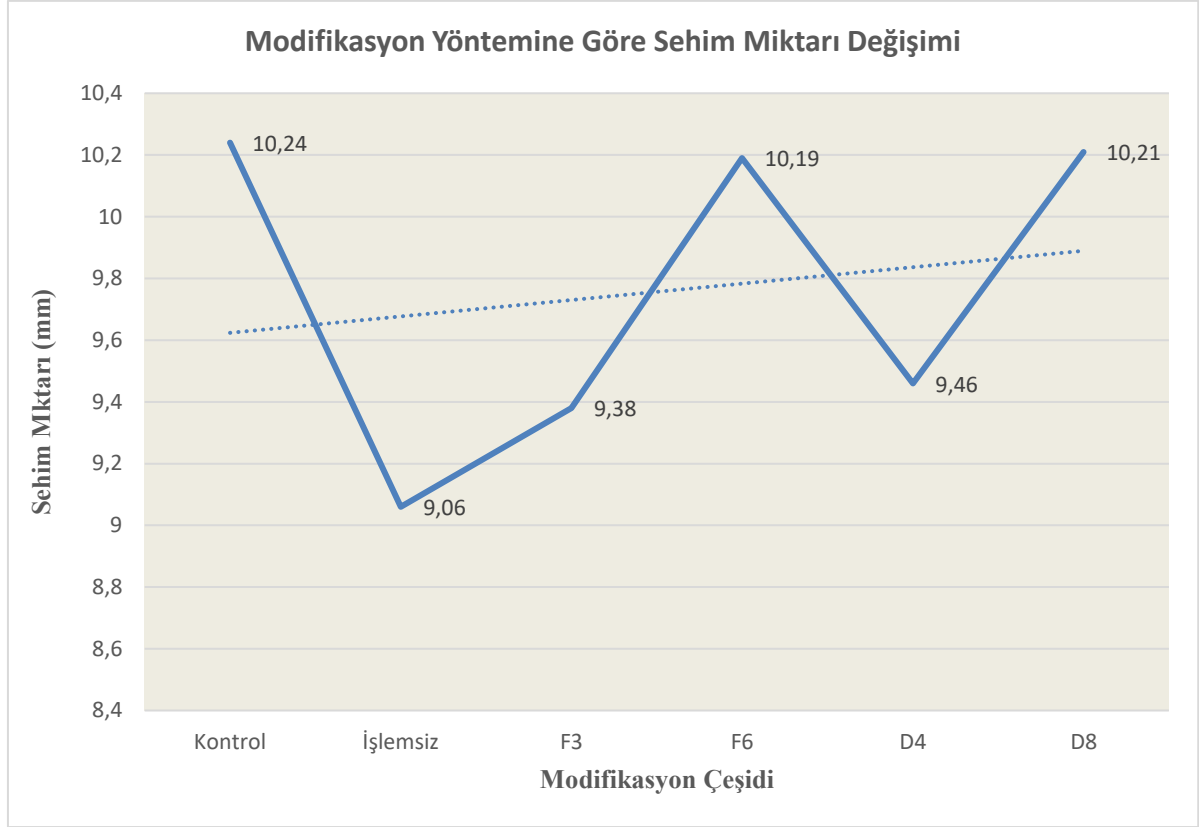
Modifikasyon çeşidi	Sehim Miktarı Ort.	Homojenlik Grubu
Kontrol	10,24	A
İşlemsiz	9,06	D
F3	9,38	C
F6	10,19	B
D4	9,46	CD
D8	10,21	AB

LSD değeri 0,6596

Çizelge 5.16.'ya göre sehim miktarı modifikasyon bakımından; en küçük işlemsiz örneklerde toprak altında bekleme sürecinde koruyucusuz olmaları nedeniyle meydana geldiği görülmektedir.

En yüksek sehim miktarı ise kontrol örneklerinden sonra; 8 saatlik daldırma ve 6 kat fırça uygulamalı örneklerde elde edilmiştir.

Bu modifikasyon uygulamalarında ahşap malzemenin bünyesine daha çok koruyucu nüfuz ettiği için toprak altında ahşabı daha iyi koruduğu tespit edilmiştir. Bunlara ait grafik Şekil 5.11.' de verilmiştir.



Şekil 5.11. Modifikasyon çeşidi bakımından sehim miktarı değişimi grafiği

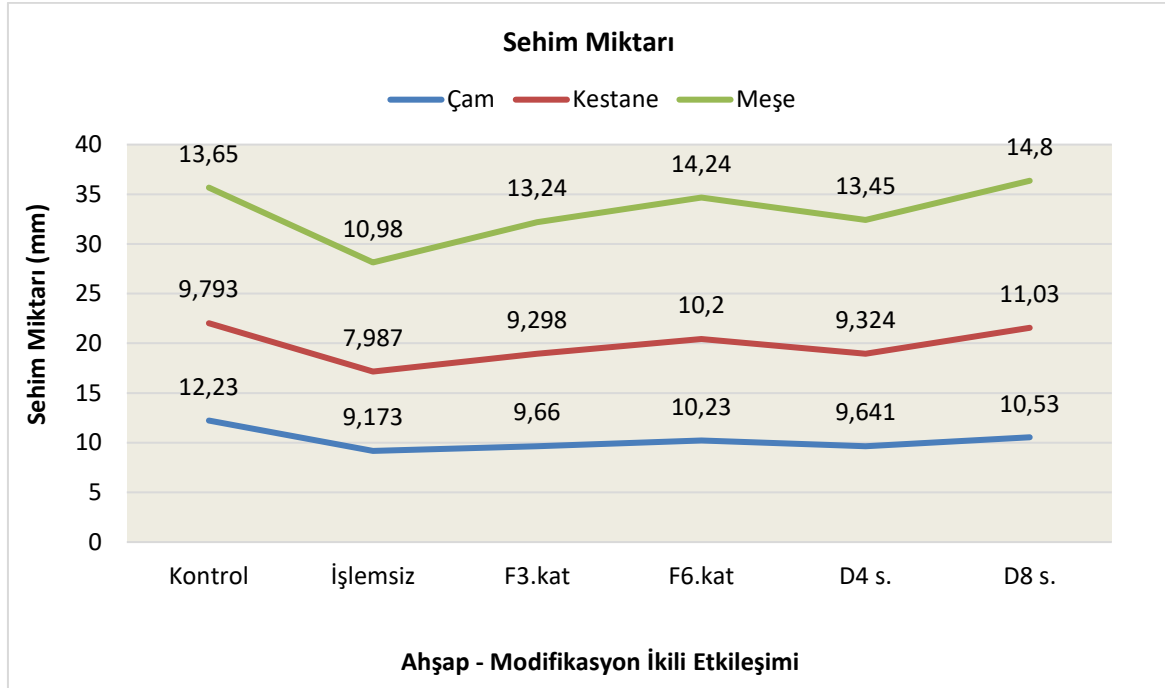
Çizelge 5.14'e göre ahşap türü ve modifikasyon çeşidi ikili etkileşiminin sehim miktarı değişiminde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Ahşap türü- Modifikasyon çeşidi ikili etkileşim düzeyinde sehim miktarı homojenlik grupları Çizelge 5.17' de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Ahşap türü – Modifikasyon çeşidi ikili etkileşime göre sehım miktarı (mm) değerlerine ait homojenlik grupları

Modifikasyon çeşidi	Eğilme Direnci	Homojenlik Grubu
Çam-Kontrol	12,23	C
Çam-İşlemsiz	9,173	F
Çam-F3	9,660	EF
Çam-F6	10,23	DEF
Çam-D4	9,641	EF
Çam-D8	10,53	DE
Kestane-Kontrol	9,793	DEF
Kestane -İşlemsiz	7,987	G
Kestane -F3	9,298	EF
Kestane -F6	10,20	DEF
Kestane -D4	9,324	EF
Kestane -D8	11,03	D
Meşe-Kontrol	13,65	AB
Meşe -İşlemsiz	10,98	D
Meşe -F3	13,24	BC
Meşe -F6	14,24	AB
Meşe -D4	13,45	B
Meşe -D8	14,80	A

LSD değeri 1,142

Çizelge 5.17' ye göre en yüksek sehım miktarı meşe 8 saat daldırma düzeyinde 14,80 mm, en düşük sehım miktarı Kestane işlemsiz düzeyinde 7,987 mm olarak bulunmuştur. Bu sehım miktarları toprak altında doğal yaşlanma sürecinde tutulan örneklerden elde edilen değerlerdir. Bunlara ait grafik Şekil 5.12.' de verilmiştir.



Şekil 5.12. Ahşap türü -Modifikasyon çeşidi bakımından sehim miktarı değişimi grafiği

5.6.2. Sertlik

Kontrol, işlemsiz ve doğal ahşap taneni çözültisi ile 4 farklı işlem düzeyinde ahşap örneklere uygulanan koruyucu modifikasyonun 1 yıllık toprak altında gerçekleştirilen doğal yaşlandırma sürecindeki sertlik değişimine ait değerler incelenmiştir. Bunlardan kontrol örneklerinde sertlik Sarıçamda 27,23 N/mm², kestanede 56,94 N/mm², meşede 47,80 N/mm² olarak elde edilmiş ve bir yıl süreyle toprak altında doğal yaşlandırma sürecinde tutulmuş 5 farklı düzeydeki (kontrol örnekleri hariç) deney örneklerinin sertlik değerlerine uygulanan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 5.18’ de verilmiştir.

Çizelge 5.18. Sertlik ortalamaları çoklu varyans analizi

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob.
2	Faktör A	2	30510,143	15255,071	533,4574	0,0000
4	Faktör B	5	3808,656	761,731	26,6371	0,0000
6	AB	10	503486	50,349	1,7606	0,0723
7	Hata	153	4375,281	28,597		
	Toplam	179	39328,195			

Çizelge 5.18' e göre sertlik değişiminde ahşap türü, modifikasyon faktörlerinin (Ahşap tür: A, Modifikasyon: B) etkisinin anlamlı olduğu, ikili etkileşimin anlamlı olmadığı, bu faktörlerden değişimi en çok ahşap türünün, daha sonra modifikasyon faktörünün etkilediği görülmektedir.

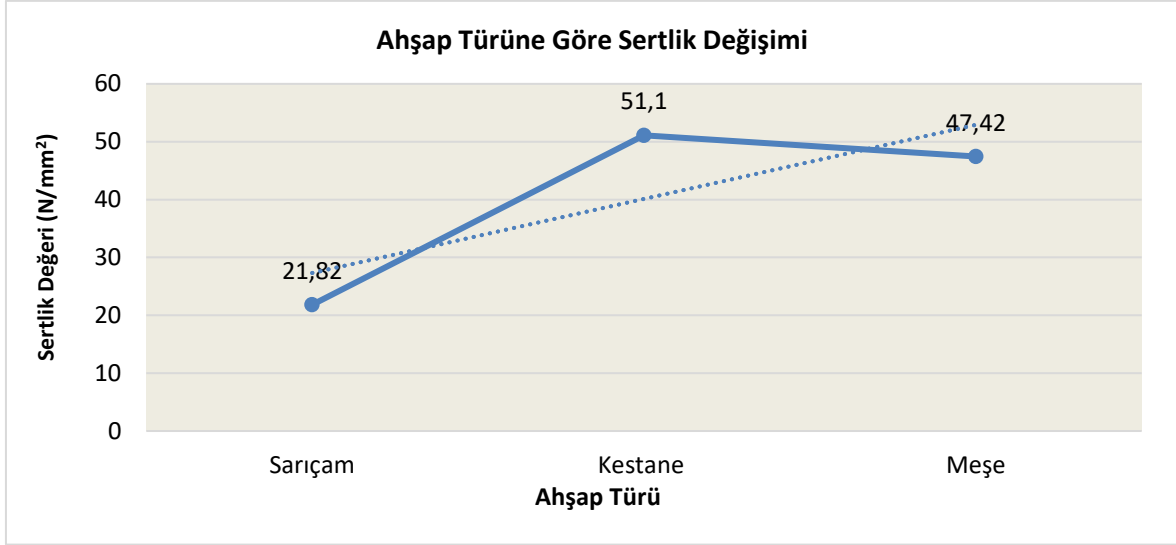
Ahşap türü bakımından kontrol ve yaşlandırılmış örneklerde sertlik değerleri Çizelge 5.19' da verilmiştir.

Çizelge 5.19. Ahşap türüne göre sertlik değerleri ve değişimine ait homojenlik grupları (N/mm²)

Ahşap Türü	Kontrol Örnekleri Sertlik Ort.	Sertlik Ort.	Homojenlik Grubu
Sarıçam	26,82	21,82	C
Kestane	57,80	51,10	A
Meşe	50,52	47,42	B

LSD değeri 1,929

1 yıllık yaşlandırma sürecinin her üç ahşap türünde sertlik değerlerini genel olarak azalttığı tespit edilmiştir. Yaşlandırma süreci sonunda Çizelge 5.19'a göre en büyük sertlik değeri kestanede 51,10 N/mm², meşe 47,42 N/mm² ve Sarıçamda 21,82 N/mm² olarak belirlenmiştir. Sertliğin meşede kestaneden daha düşük elde edilmesinin, tüllemmeden dolayı meşenin bünyesine az nüfuz eden çözeltilerin toprak altındaki madde kaybını önlemede yetersiz kalmasından kaynaklandığı söylenebilir. Yaşlandırılmış ahşap türünde sertlik değerlerine ait grafik Şekil 5.13' de verilmiştir.



Şekil 5.13. Ahşap türü bakımından sertlik değişimi grafiği

Çizelge 5.18'e göre modifikasyon çeşidinin sertlik değişim düzeyine anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Modifikasyon çeşidi düzeyinde sehim miktarı değişiminin homojenlik grupları Çizelge 5.20' de verilmiştir.

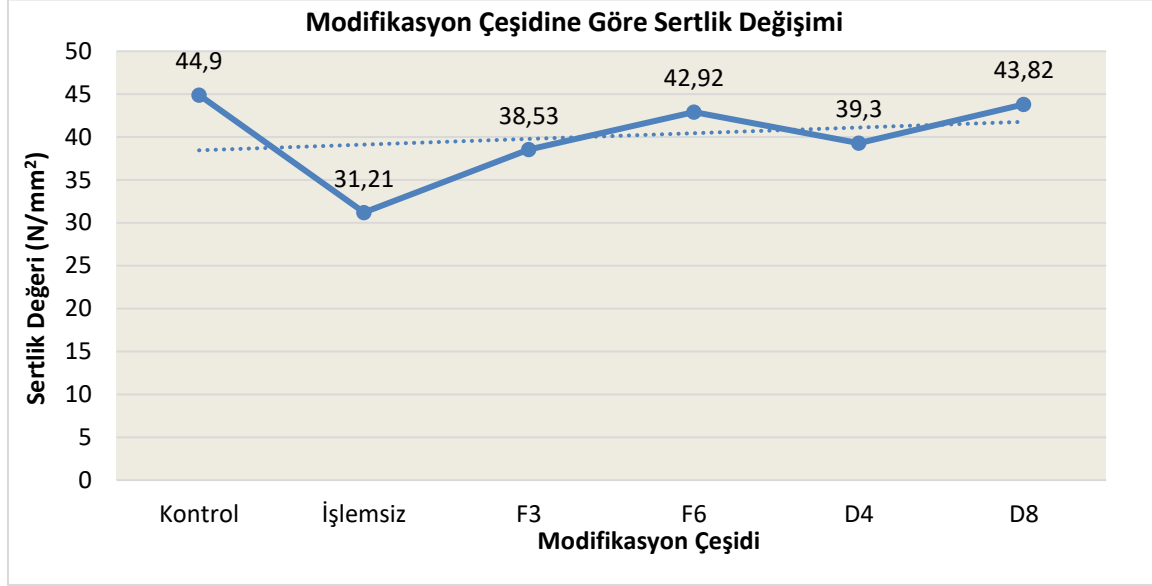
Çizelge 5.20. Modifikasyon çeşidine göre sertlik değişim (N/mm²) düzeyine ait homojenlik grupları

Modifikasyon çeşidi	Sertlik Değişimi	Homojenlik Grubu
Kontrol	44,90	A
İşlemsiz	31,21	C
F3	38,53	B
F6	42,92	A
D4	39,30	B
D8	43,82	A

LSD değeri 2,728

Çizelge 5.20'ye göre sertlik modifikasyon bakımından; en düşük işlemsiz örneklerde toprak altında bekleme sürecinde koruyucusuz olmaları nedeniyle meydana geldiği görülmektedir. En yüksek sertlik miktarı ise; 8 saatlik daldırma ve 6 kat fırça uygulamalı örneklerde olduğu görülmektedir. Bu modifikasyon uygulamalarında ahşap malzemenin bünyesine daha çok

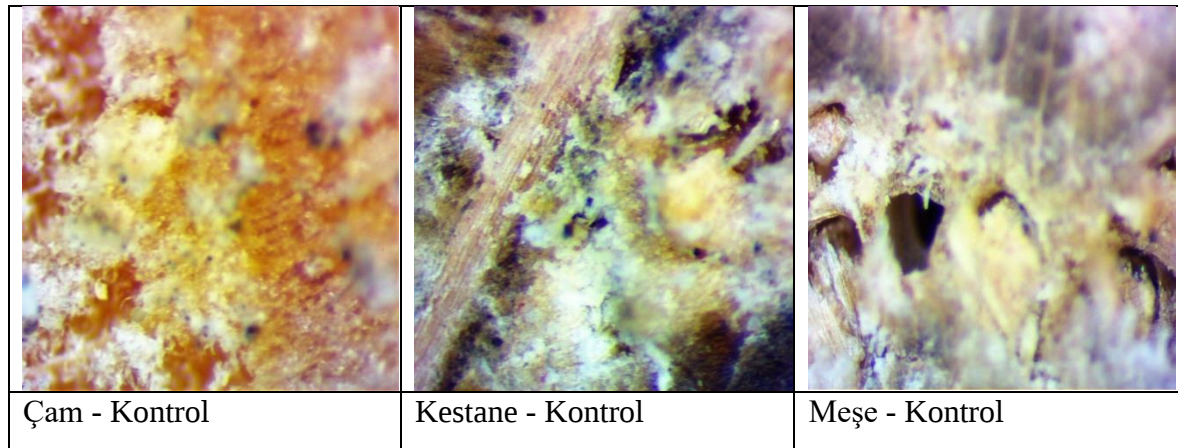
koruyucu nüfuz ettiği ve toprak altında ahşabı daha iyi koruduğu tespit edilmiştir. Bunlara ait grafik Şekil 5.14' de verilmiştir.



Şekil 5.14. Modifikasyon düzeyi bakımından sertlik değişimi grafiği

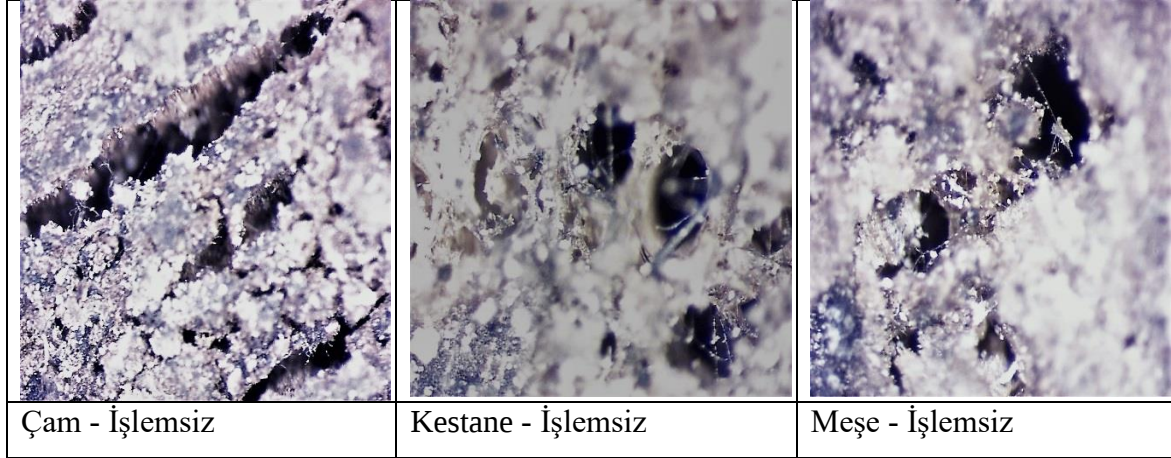
5.7. Mikroskopik Görüntüler

Doğal ahşap koruyucu tanen çözeltisi ile modifiye edilmemiş kontrol ve işlemsiz örnekler ile 3 kat fırça (F3), 6 kat fırça (F6), 4 saat daldırma (D4) ve 8 saat daldırma (D8) modifikasyonlu örneklerden alınan en kesit (makta) mikroskopik görüntüler aşağıda verilmiştir.



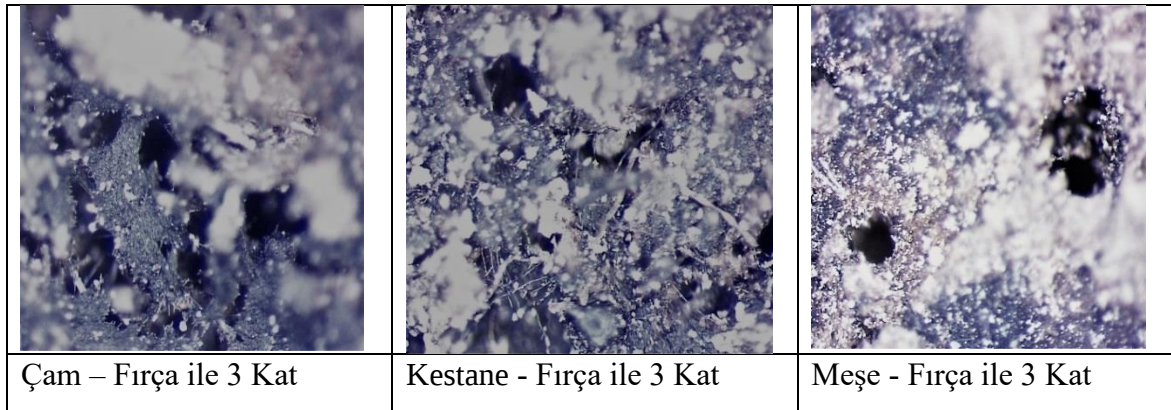
Resim 5.1. Ahşap türlerine göre kontrol örnekleri mikroskopik görüntüleri

Her 3 ahşap türünde hücre yapısı ve lümenlerin doğal halinde ve herhangi bir hücre bozulması (perforasyon) görülmemektedir.



Resim 5.2. Ahşap türlerine göre işlemsiz örnekler mikroskopik görüntüleri

Her üç ahşap türünde işlemsiz olarak 1 yıl süreyle toprak altında tutulmuş örneklerden alınan görüntülerde genel olarak lümen çevrelerinde perforasyon ve lif parçalanmaları ve özelde de (çam işlemsiz) büyük çatlaklar meydana geldiği görülmektedir. Buradan, her üç ahşap türünün doğal ve işlemsiz halinin kendisini toprak altında koruyamadığı ve bozunuma (madde kaybı ve deformasyon) uğradığı anlaşılmaktadır.



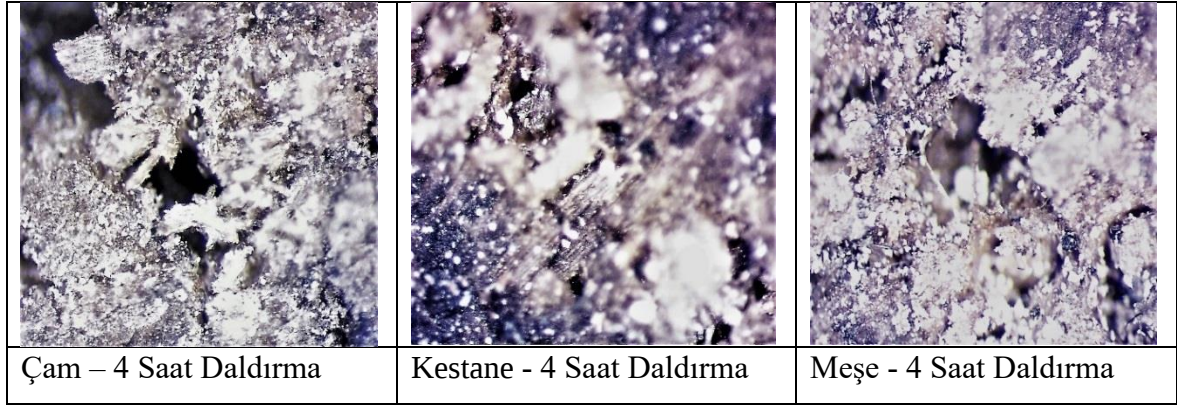
Resim 5.3. Ahşap türlerine göre fırça ile 3 kat uygulamalı örneklerin mikroskopik görüntüleri

Her üç ahşap türünde 3 kat fırça uygulamalı örneklerin en kesitinden alınan mikroskopik görüntülerinde doğal ahşap koruyucu tanen çözeltisinin lümen boşluklarına ve ahşap yüzeyine derinlemesine nüfuz ettiği ve ahşabın doğal rengini koyulaştırdığı, ahşabın doğal hücre yapısını az da olsa koruduğu görülmektedir.



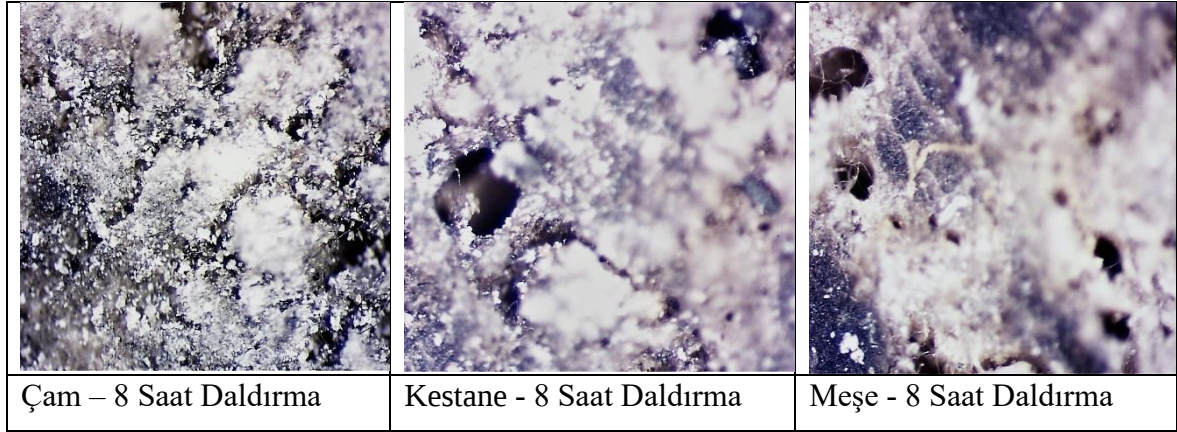
Resim 5.4. Ahşap türlerine göre fırça ile 6 kat uygulamalı örneklerin mikroskobik görüntüleri

Her üç ahşap türünde 6 kat fırça uygulamalı örneklerin en kesitinden alınan mikroskobik görüntülerinde doğal ahşap koruyucu tanen çözeltisinin lümen boşluklarına ve ahşap yüzeyine derinlemesine nüfuz ettiği ve ahşabın doğal rengini koyulaştırdığı, ahşabın doğal hücre yapısını 3 kat fırça uygulamalıya göre daha fazla koruduğu hücre çeperlerindeki sağlam yapısal görünüşten anlaşılmaktadır.



Resim 5.5. Ahşap türlerine göre 4 saat daldırma uygulamalı örneklerin mikroskobik görüntüleri

Her üç ahşap türünde 4 saat daldırma uygulamalı örneklerin en kesitinden alınan mikroskobik görüntülerinde doğal ahşap koruyucu tanen çözeltisinin lümen boşluklarına ve ahşap yüzeyine derinlemesine nüfuz ettiği ve ahşabın doğal rengini koyulaştırdığı, ahşabın doğal hücre yapısını az da olsa koruduğu görülmektedir.



Resim 5.6. Ahşap türlerine göre 8 saat daldırma uygulamalı örneklerin mikroskopik görüntüleri

Her üç ahşap türünde 8 saat daldırma uygulamalı örneklerin en kesitinden alınan mikroskopik görüntülerinde doğal ahşap koruyucu tanen çözeltisinin lümen boşluklarına ve ahşap yüzeyine derinlemesine nüfuz ettiği ve ahşabın doğal rengini koyulaştırdığı, ahşabın doğal hücre yapısını en çok koruduğu görülmektedir.

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

6.1. Yoğunluk

Çevre dostu doğal ahşap taneni ile modifiye edilmiş çam, kestane ve meşe örneklerden elde edilen verilerden anlaşıldığına göre; genel olarak modifikasyon işleminin retensiyon olayından dolayı modifikasyon çözeltisi katı maddesi tutunma miktarı kadar yoğunluğu artırdığı tespit edilmiştir.

Ahşap türü bakımından kontrol örneklerinde yoğunluk çamda $0,469 \text{ g/cm}^3$, kestane $0,674 \text{ g/cm}^3$, meşede $0,736 \text{ g/cm}^3$ elde edilmiştir. Bu değerler en yüksek 8 saat daldırma yöntemindeki modifikasyon ile çamda $0,528 \text{ g/cm}^3$, kestane $0,664 \text{ g/cm}^3$, meşede $0,707 \text{ g/cm}^3$ olarak gerçekleşmiştir. Buna göre çamda %12,57, kestane %1,48 ve meşede %3,94 oranında yoğunluk artışı meydana gelmiştir. 6 kat fırça uygulamalı modifikasyon yönteminde çamda %11,30, kestane %8,30 ve meşede %2,17 oranında yoğunluk artışı meydana gelmiştir (Çizelge 6.1).

Çizelge 6.1. Ahşap türü - Modifikasyon ikili etkileşimine göre yaşlandırma sürecinde yoğunluk değişimi (%)

Ahşap Türü	Kontrol	1 yıl süreyle toprak altında bekletilmiş ve yaşlandırılmış örnekler				
	Yoğunluk (g/cm^3)	İşlemsiz (% değ.)	F3 kat (% değ.)	F6 kat (% değ.)	D4 s. (% değ.)	D8 s. (% değ.)
Sarıçam	0,469	- 4,47	+9,16	+11,30	+8,31	+12,57
Kestane	0,674	-1,48	+0,89	+8,30	+2,67	+1,48
Meşe	0,736	-3,94	+3,39	+2,17	+1,08	+3,94

Çizelge 6.1 incelendiğinde 1 yıl süreyle toprak altında bekletilme sürecinde işlemsiz örneklerin madde kaybına uğrayarak kontrol örneklerine göre; Sarıçamda ve meşede yaklaşık %5, kestane yaklaşık %2 oranında yoğunluklarının azaldığı görülmektedir.

Doğal tanen çözeltisi ile modifiye edilmemiş işlemsiz örneklerde madde kaybı ve buna bağlı olarak yoğunluk düşüşünün meydana geldiği belirlenmiştir. Doğal tanen çözeltisi ile

modifiye edilmiş örneklerde toprak altında 1 yıl süreyle bekletme sürecinde işlemsiz örneklerle göre; çamda %8,3, kestanede %13,5 ve meşede %5,3 daha yüksek oranda yoğunluk elde edilmiştir. Doğal tanen ile modifikasyon çam ve kestanede çürümeye (madde kaybına) karşı daha olumlu sonuç verirken meşe de olumlu etkinin düşük düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Bunun nedeni; tüllenmeden dolayı meşenin bünyesine az nüfuz eden çözeltilerin toprak altındaki madde kaybını önlemede yetersiz kalmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Yapılan bu çalışma ile madde kaybı ile ilgili elde edilen sonuçlar Yamamoto ve Hong (1988) tarafından yapılan çalışma ile örtüşmektedir.

6.2. Eğilme Direnci

Doğal tanen ile modifikasyon uygulaması genel olarak her üç ahşap türünde 1 yıllık toprak altında bekletme yoluyla doğal yaşlandırma sürecindeki madde kaybı ve buna bağlı olarak eğilme direnci azalmasını belli oranda önlediği belirlenmiştir. Her üç ahşap türünden kontrol örneklerinde eğilme direnci; Sarıçamda 86,65 N/mm², kestanede ve meşede 100,1 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Bu değerler doğal tanen çözeltisi ile modifiye edilmemiş ve 1 yıl süreyle dış ortamda bekletilerek yaşlandırılmış Sarıçamda 60,34 N/mm², kestanede 52,75 N/mm² ve meşede N/mm² şeklinde belirlenmiştir. Bu durumda kontrol örneklerinin eğilme direnci değerlerine göre Sarıçam örneklerinde %30,36, kestane örneklerinde %47,3 ve meşe örneklerinde %41,85 eğilme direnci kaybı meydana geldiği görülmektedir (Çizelge 6.2).

Çizelge 6.2. Ahşap türü- Modifikasyon ikili etkileşimine göre yaşlandırma sürecinde eğilme direnci değişimi (%)

Ahşap Türü	Kontrol	1 yıl süreyle toprak altında bekletilmiş ve yaşlandırılmış örnekler				
	Eğl. Direnci (N/mm ²)	İşlemsiz (% değ.)	F3 kat (% değ.)	F6 kat (% değ.)	D4 s. (% değ.)	D8 s. (% değ.)
Sarıçam	86,65	-30,36	-27,44	-18,28	-20,99	-14,48
Kestane	100,10	- 47,30	-35,38	-22,89	-32,17	-21,08
Meşe	100,10	- 41,85	-34,69	-19,00	-32,74	-18,54

Çizelge 6.2' deki değerler esas alındığında, her dört yöntemdeki doğal tanen çözeltisi modifikasyon uygulaması 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 kaybı her üç ahşap türünde 8 saat daldırma uygulamalı örneklerde görülmektedir. Buna göre, en çok doğal tanen çözeltisi madde miktarının tutunduğu 8 saatlik daldırma yönteminin her üç ahşap türünü de doğal yaşlanmaya karşı en iyi derecede koruduğu söylenebilir.

Yapılan bu çalışma ile çürümeyle ilgili olarak elde edilen sonuçlar Olteanu (1997) tarafından yapılan çalışma ile paralellik göstermektedir.

6.3. Eğilmede Elastiklik Modülü

Doğal tanen ile modifikasyon uygulaması genel olarak her üç ahşap türünde 1 yıllık toprak altında bekletme yoluyla doğal yaşlandırma sürecindeki temel madde (selüloz ve lignin) bozunumunu önlediğinden dolayı eğilmede elastiklik modülü (EMO) değerindeki kaybı azalttığı belirlenmiştir. Her üç ahşap türünden eğilmede elastiklik modülü; Sarıçamda $10129,54 \text{ N/mm}^2$, kestenede $8714,36 \text{ N/mm}^2$ ve meşede $8110,01 \text{ N/mm}^2$ olarak tespit edilmiştir. Bu değerler doğal tanen çözeltisi ile modifiye edilmemiş ve 1 yıl süreyle toprak altında bekletilerek yaşlandırılmış işlemsiz örneklerde $7717,92 \text{ N/mm}^2$, fırça ile 3 kat uygulamalı örneklerde $8392,64 \text{ N/mm}^2$, fırça ile 6 kat uygulamalı örneklerde $9489,01 \text{ N/mm}^2$, 4 saat daldırma uygulamalı örneklerde $8594,01 \text{ N/mm}^2$ ve 8 saat daldırma uygulamalı örneklerde $9639,47 \text{ N/mm}^2$ olarak belirlenmiştir. Bu araştırmada ahşap türü ve modifikasyon ikili etkileşimi anlamsız çıktığı için her bir ahşap türünün modifikasyon süreçlerindeki eğilmede elastiklik modülü (EMO) değişimi verilememiştir. Ancak, kontrol örneklerinin eğilmede elastiklik modülü (EMO) değerlerine göre işlemsiz ve diğer doğal ahşap koruyucu tanen çözeltisi ile modifiye edilmiş süreçlerdeki eğilmede elastiklik modülü değişim yüzdeleri Çizelge 6.3' de verilmiştir.

Çizelge 6.3. Modifikasyon yöntemine göre yaşlandırma sürecinde eğilme elastiklik modülü değişimi değerleri (%)

Kontrol	1 yıl süreyle toprak altında bekletilmiş ve yaşlandırılmış örneklerde				
EMO (N/mm ²)	İşlemsiz (% değ.)	F3 kat (% değ.)	F6 kat (% değ.)	D4 s. (% değ.)	D8 s. (% değ.)
10079,68	-23,43	-16,74	-5,86	-14,74	-4,35

Çizelge 6.3 incelendiğinde doğal tanen çözeltisinin modifikasyonu ve 1 yıllık toprak altında bekletme ve yaşlandırmaya karşı bu süreçlerin ahşabı koruması bakımından; kontrol örneklerindeki 10079,683 N/mm²’lik genel eğilmede elastiklik modülü (EMO) değeri işlemsiz örneklerde 7717,925 N/mm²’ye kadar düşmüş ve elastikliği oldukça azalmıştır. Bu değerlere göre 1 yıllık toprak altında bekletme sürecinde işlemsiz örneklerde %23’den fazla eğilmede elastiklik modülü kaybı olduğu görülmektedir. Bu durum odundaki temel madde olan selüloz ve ligninde meydana gelen bozunumdan kaynaklandığı, sürekli rutubet etkisinde kalan ligninin çözülerek selüloz molekül zincirlerinin elastikliğini yeterince destekleyemediği ve plastikleşmenin arttığı söylenebilir.

Doğal koruyucu çözeltiyle modifiye edilmiş örneklerde yöntem gereği modifikasyon maddesinin ahşap bünyeye tutunma durumuna göre farklı miktarlarda elastikliği koruduğu ve en yüksek korumanın 8 saat daldırma uygulamalı yönteminde elde edildiği görülmektedir. Çünkü bu yöntemde eğilmede elastiklik modülü (EMO) değişimi en düşük oranda meydana gelmiştir. 6 kat fırça uygulamalı yöntem ise ikinci sırada yer almaktadır.

6.4. Sehim

Doğal tanen ile modifikasyon uygulaması genel olarak her üç ahşap türünde 1 yıllık toprak altında bekletme yoluyla doğal yaşlandırma sürecinde odunun yapısal bozunumu ve buna bağlı olarak eğilmede sehim miktarını azalttığı belirlenmiştir (Çizelge 6.4 ve Çizelge 6.5).

Çizelge 6.4. Modifikasyon yöntemine göre yaşlandırma sürecinde sehim miktarı değişimi (%)

Kontrol	1 yıl süreyle toprak altında bekletilmiş ve yaşlandırılmış örneklerde				
Sehim Mik. (mm)	İşlemsiz (% değ.)	F3 kat (% değ.)	F6 kat (% değ.)	D4 s. (% değ.)	D8 s. (% değ.)
10,24	-11,52	-8,40	-0,49	-7,62	-0,29

Çizelge 6.5. Ahşap türü - Modifikasyon ikili etkileşimine göre yaşlandırma sürecinde sehim miktarı değişimi (%)

Ahşap Türü	Kontrol Sehim Mik. (mm)	1 yıl süreyle toprak altında bekletilmiş ve yaşlandırılmış örnekler				
		İşlemsiz (% değ.)	F3 kat (% değ.)	F6 kat (% değ.)	D4 s. (% değ.)	D8 s. (% değ.)
Sarıçam	12,23	-25,00	-21,01	-16,35	-21,17	-13,90
Kestane	9,79	-18,44	-5,05	+4,18	-4,79	+12,66
Meşe	13,65	-19,56	-3,00	+4,32	-1,47	+8,42

Çizelge 6.4 ve Çizelge 6.5 incelendiğinde kontrol örneklerine göre sehim miktarı 1 yıllık toprak altında doğal yaşlandırma sürecindeki işlemsiz örneklerde; Sarıçamda %25, kestane %18,44 ve meşede %19,56 azalma olarak belirlenmiştir. Modifikasyon uygulamalı örneklerde sehim miktarı düşüş oranı işlemsizlerdeki kadar yüksek olmamış, modifikasyon odunun doğal lif yapısını ve buna bağlı olarak elastikliğini koruduğu için, sehim miktarı düşüş oran 6 kat fırça ve 8 saat daldırma uygulamalı yöntemli örneklerde iyice azalmış ve hatta kestane ve meşede artışa sebep olduğu görülmektedir.

6.4. Sertlik

Doğal tanen ile modifikasyon uygulaması ve 1 yıllık toprak altında bekletme yoluyla doğal yaşlandırma sürecinde sertlik ahşap türü bakımından; en yüksek kestane 51,096 N/mm², meşede 47,421 N/mm², en düşük ise Sarıçamda 21,825 N/mm² olarak elde edilmiştir. Ahşap malzemede sertliği en çok etkileyen özelliğin yoğunluk olduğu bilinmektedir. Meşede yoğunluk kestane yüksek olmasına rağmen sertliğin kestane düşük çıkması 1 yıllık toprak altında bekletme sürecinde meşedeki ağırlık kaybının kestane fazla olmasından

ve tülleşme sebebiyle koruyucu çözeltinin meşeye iyi nüfuz edemediğinden kaynaklandığı söylenebilir (Çizelge 6.6).

Çizelge 6.6. Modifikasyon yöntemine göre yaşlandırma sürecinde sertlik değişimi değerleri (%)

Kontrol	1 yıl süreyle toprak altında bekletilmiş ve yaşlandırılmış örneklerde				
Sertlik (N/mm ²)	İşlemsiz (% değ.)	F3 kat (% değ.)	F6 kat (% değ.)	D4 s. (% değ.)	D8 s. (% değ.)
44,90	-30,49	-14,19	-4,41	-12,47	-2,41

Modifikasyon bakımından sertlik; işlemsiz örneklerde 31,211 N/mm², kontrol örneklerinde 44,901 N/mm² olarak gerçekleşmiştir. Bu durumda Çizelge 6.6 incelendiğinde kontrol örneklerine göre 1 yıllık toprak altında doğal yaşlandırma sürecindeki işlemsiz örneklerde %30,49 sertlik kaybı meydana gelmiştir. En düşük sertlik kaybı ise; 8 saatlik daldırma ve 6 kat fırça uygulamalı örneklerde olduğu görülmektedir. Bu düzeydeki modifikasyon uygulamalarında ahşap malzemenin bünyesine daha çok koruyucu nüfuz ettiği ve toprak altında ahşabı daha iyi koruduğu tespit edilmiştir.

Doğal koruyucu çözeltiyle modifiye edilmiş örneklerde en yüksek sertlik 8 saat daldırma yönteminde 43,823 N/mm² olarak elde edilmiştir. Bu değer kontrol örneği sertliğine çok yakın olup, 1 yıllık toprak altında bekletme sürecinde herhangi bir sertlik kaybı meydana gelmediği ve doğal tanen çözeltisinin ahşabı çürümeye karşı koruduğu söylenebilir.

Bu çalışma sonucunda çürümeyle ilgili olarak elde edilen sonuçlar Laks (1991) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir.

Sonuç olarak;

1. Kontrol örneklerine göre işlemsiz örneklerde; fiziksel özelliklerden yoğunluk %1.48-4.47 arasında, mekanik özelliklerden eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü, sertlik ve sehim miktarı %18- %47 arasında düşüş meydana gelmiştir. Modifikasyonlu örneklerde bu düşüş genel olarak iyice azalmıştır.

2. Toprak altında bekletilerek doğal yaşlandırma sürecinde 6 kat fırça ve 8 saat daldırma uygulamalı örneklerin değerleri dikkate alındığında diğer modifikasyon uygulamalarına göre her üç ahşap türünde çürümeye karşı daha iyi koruyuculuk gösterdiği tespit edilmiştir.

3. Tarımda, seracılıkta, peyzaj uygulamalarında ve inşaat sektöründe ahşap kullanımı sırasında ilk olarak 8 saat daldırma ve ikinci sırada 6 kat fırça uygulamalı doğal tanen çözeltisi ahşap koruyucu olarak tatbik edilmesi önerilir.

4. Tarım ve seracılık gibi toprak altı kullanımlarda ahşabın etkin kimyasallar ile modifiye edilmesi durumunda, kimyasal maddenin su ile yıkanan ve serbest kalan kısmının toprağa karışması, çeşitli çevre ve sağlık sorunlarının kaynağı olmaktadır. Özellikle boya-cila vernik ve çeşitli kimyasal maddeler ile emprenye gibi yöntem ve işlemlerin ahşabı korurken çevreye zararlı etkilerini de yaydığı bilinmektedir. Çalışmada kullanılan doğal ahşap koruyucu tanen çözeltisi ile emprenye edilmiş ahşap çevre ve sağlık sorunlarına sebebiyet vermemektedir.

Bu araştırma, *Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Merkezi* tarafından bir proje kapsamında desteklenerek gerçekleştirilmiştir. Söz konusu Destek Merkezine teşekkürlerimiz arz olunur.

KAYNAKLAR

1. Özalp, M. (2003). *Su itici (protim wr230) ve Koruyucu (wolmanit-cb) Emprenye Maddeleri ile 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.
2. Kurtoğlu, A. (2000). *Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri*, Genel Bilgiler. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman End. Müh. Böl., I:31-32.
3. 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.
4. 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.
5. Alkan, E. (2016). *Doğal Emprenye Maddeleri ve Borlu Bileşikler ile Emprenye Edilen Sarıçam (Pinus sylvestris L.) Odununun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, s. 59.
6. Debell, J.D., Morrell, J.J., Gartner, B.L. (1997). Tropolone Content of Increment Cores as an Indicator of Decay Resistance in Western Redcedar. *Wood and Fiber Science*, 29(4): 364-369.
7. Ejechi, B.O., Obuekwe, C.O. (1993). Preliminary Studies on the Effects of Crude Opepe Timber Extractives on Timber Biodeterioration. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 31(1):71-75.
8. Feist, W.C. (1979). Protection of wood surfaces with chromium trioxide. Forest Products Laboratory, *Research Paper FP 339*, Madison, Wis, 19-20.
9. Hutchins, R.A. (1997). Evaluation of the Natural Antitermitic Properties of Aleurites Fordii (tung tree) Extracts. *Journal of the Mississippi Academy of Science*, No:42/3 p. 165-172.
10. Kamdem, D.P. (1994). Fungal Decay Resistance of Aspen Blocks Treated with Heartwood Extracts. *Forest Products Journal*, 44(1): 30-32.
11. Yörür, H. (2007). *Islak Mekanlarda Ahşap Tutkallarının Yapışma Mukavemetlerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 28-106.
12. Gür, İ. (2003). *Emprenye İşleminin Sarıçam ve Kızılcıamın Bazı Mekanik ve Fiziksel Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 46-48.

13. Suttie E.D., Orsler, R.J. (1996). The Influence of the Natural Extractives of Opepe (*Nauclea diderichii*) and African padauk (*Pterocarpus soyauxii*) Timbers on Their Durability. 27th Int. Res. Gr. on Wood Preservation, No:IRG-WP-96-30098, 15 pp.
14. Mori, M., Aoyama, M., Doi, S., Kanetoshi, A., Hayashi, T. (1997). Antifungal Activity of Bark of Decidious Trees. *Holz als Roh*, 55, 130-132.
15. Şen S., Hafizoğlu H., Dıǵrak M. (2002). Bazı Bitkisel Ekstraktların Fungisit Olarak Odun Koruyucu Etkilerinin Araştırılması. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5:1. 99-110.
16. Şen S., Hafizoğlu H., Dıǵrak M. (2002). Bazı Bitkisel Ekstraktların İnsektisit Olarak Odun Koruyucu Etkilerinin Araştırılması. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5:1.86-98.
17. Şen S., Hafizoğlu H. (2008). Bazı Bitkisel Ekstraktların Toprakla Temasta Odun Koruyucu Etkinliklerinin Belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 4:1.69-82.
18. Şen, S. (2001). *Bitki Fenollerinin Odun Koruma Etkinliklerinin Belirlenmesi*. ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Zonguldak, 300.
19. Şen, S., Hafizoğlu, H. (2001). Ahşap Korumada Kullanılan Bazı Kimyasalların Çevreye Etkileri. Ulusal Sanayi Çevre Sempozyumu 2001, Mersin 753-759.
20. Olteanu M. (1997). Research on Wood Preservation by Tanning Materials Extracted from Chestnut, Spruce and Fir Trees. *Revista Padurilor*, 112:5.
21. Laks PE. (1991). Wood Preservation as Trees Do it. *Scottish - Forestry*, 45:4: 275-284.
22. Smith AL., Campbell CL., Walker DB., Hanover JW. (1989). Extracts from Black Locust as Wood Preservatives: Extraction of Decay Resistance from Black Locust heartwood. *Holzforshung*: 43: 5: 293 – 296.
23. Grace, J.K. ve R.T. Yamamoto. (1994). Natural Resistance of Alaska-cedar, redwood, and teak to Formosan subterranean termites. *Forest Products Journal*, 44: 3, pp. 41-45.
24. Yamamoto K., Hong LT. (1988). Decay Resistance of Extractives from Chengal. *Journal of Tropical Forest Science*, 11: 51-55.
25. Jermer J, Bergman Ö, Nilsson T., (1987), Fungus Cellar and Stake Tests with Tall Oil Derivates Progress Report After 5 Years Testing. *18. IRG Annual Meeting*, Ontario, IRG - WP 3442.
26. Ulvcrona T. (2006). *Impregnation of Norway Spruce Picea Abies L. Karst. Wood with Hydrophobic Oil*. Ph.D Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences.

27. Temiz A., Alfredsen G., Eikenes M., Terziev N. (2008). Decay Resistance of Wood Treated with Boric Acid and Tall Oil Derivates. *Bioresource Technology*, 99: 2102 – 2106.
28. Öktem E. (1994). “Sarıçam Odununun Özellikleri ve Kullanım Yerleri”, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi 7, Sarıçam, ISBN 975- 7829-17-X.
29. Bozkurt, A. Y. ve Erdin, N. (2011). *Ağaç Teknolojisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları, 285, 287, 292-294, 296-298, 300, 343-344, 354.
30. Bozkurt, A.Y., Erdoğan, N. (2000). *Odun Anatomisi*. İstanbul: İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, 975-404-592-5.
31. Bozkurt, A.Y. (1970). *Ağaç Malzeme Teknolojisi*. İstanbul: İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, 308, 442, 469, 503, 561.
32. Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y. (1996). *Fiziksel Ve Mekanik Ağaç Teknolojisi (2. baskı)*. İstanbul: İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, 26, 36, 251, 273, 293, 315, 354.
33. Eliçin, G. (1971). *Türkiye Sarıçam'larında Morfogenetik Araştırmalar*. İstanbul: İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, 17, 18, 19 ,20, 21, 22.
34. Örs, Y. ve Keskin, H. (2008). *Ağaç Malzeme Teknolojisi*. Ankara: Gazi Kitabevi, 149,153.
35. Yaltirik, F., Efe, A. (2000). *Dendroloji Ders Kitabı*. İstanbul: İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları.
36. TS 2472, “Oduna, Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini”, (1976).
37. TS 2479, “ Odunun Statik Sertliğinin Tayini”, (1976).
38. TS EN 599-1, “Ahşap Emprenye Maddeleri”, (2012).
39. TS 2474, “Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini”, Ankara, (1976).
40. TS 2478, “Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini”, Ankara, (1976).
41. TS 2471, “Odunda, Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini”, Ankara, (1976).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : OKUT, Gamzenur
 Uyuğu : Türkiye Cumhuriyeti
 Doğum tarihi ve yeri : 21.05.1994, Bayburt
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (534) 413 11 95
 e-mail : gamzenurkasap@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Ağaçşileri End. Müh.	Devam Ediyor
Lisans	Hacettepe Üni. / İç Mimarlık ve Çev. Tas.	2016
Lise	R.K. Bayburt Anadolu Öğretmen Lisesi	2012

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-2019	EAG Grup Yapı Mimarlık	İç Mimar
2016-2018	Siyah Mimarlık Mühendislik	İç Mimar

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Kasap Okut G., Altunok M., “Doğal Ahşap Taneni ile Modifiye Edilmiş Bazı Ağaç Türlerinde Çürümeye Karşı Direncin İncelenmesi”, *Politeknik Dergisi*, *(*):, (*).

Hobiler

Kitap, Voleybol, Resim



GAZİ GELECEKTİR..