DOĞAL VE YAPAY KORUYUCU MADDELER İLE MUAMELE EDİLMİŞ AHŞAP MALZEMENİN BAZI ÖZELLİKLERİNE AÇIK HAVA ŞARTLARININ ETKİSİ

Mehmet YAŞAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MART 2014
ANKARA

Mehmet YAŞAR tarafından hazırlanan "DOĞAL VE YAPAY KORUYUCU MADDELER İLE MUAMELE EDİLMİŞ AHŞAP MALZEMENİN BAZI ÖZELLİKLERİNE AÇIK HAVA ŞARTLARININ ETKİSİ" adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa ALTINOK .....……

Tez Danışmanı, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi A.B.D, Gazi Üniversitesi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Musa ATAR …….....

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi A.B.D., Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa ALTINOK …….....

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi A.B.D., Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Hanifi TOKGÖZ …….....

Yapı Eğitimi A.B.D., Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Cevdet SÖĞÜTLÜ …….....

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi A.B.D., Gazi Üniversitesi

Tarih:.. /../2014

Bu tez ile Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU ...……

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

Mehmet YAŞAR

DOĞAL EMPRENYE MADDELERİ İLE EMPRENYE EDİLMİŞ AHŞAP MALZEMELERİN AÇIK HAVA ŞARTLARINDA BEKLETİLEREK SONUÇLARININ DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Mehmet YAŞAR

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ŞUBAT 2014

ÖZET

Bu araştırmada, farklı odun türlerinin doğal ve kimyasal emprenye maddeleri kullanılarak işleme alınması sonucunda koruyucu emprenye özelliklerinin test edilmesi hedeflenmiştir. Emprenye edilen malzemeler, açık hava koşullarında bir yıl süreyle bekletilmiş ve bu koşullar altında emprenye edilen malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenerek emprenye maddelerinden hangisinin daha avantajlı olduğu ortaya konmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada odun materyali olarak sarıçam (*Pinus Sylvetsris L*), Toros sedir *(Cedrus libani)*, Sapsız meşe (*Quercus Petreae L.)* ve Anadolu kestanesi (*Castanea Sativa Mill*) kullanılacaktır. Kullanılacak olan odun materyalleri Trabzon ilinde faaliyet gösteren kerestecilerden biçilmiş kereste olarak temin edilmiştir.

Doğal emprenye maddesi olarak meşe palamudu ve çam tanenleri, kimyasal emprenye maddesi olarak da imersol aqua ve timber care kullanılmıştır. Bu çalışma yapılan fiziksel ve mekaniksel testlerden; hava kurusu yoğunluk (TS 2472), rutubet miktarı (TS 2471), retensiyon miktarı (ASTM D 1413-07), şekil bozukluğu (çarpılma ve burulma) (TS EN 1310), eğilme direnci (TS 2474), elastikiyet modülü (TS 2478), liflere paralel basınç direnci (TS 2595), liflere paralel yönde yapışma direnci (TS 4084) ve vida tutma (TS EN 13446) belirlenmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerden; hava kurusu, tam kuru yoğunluk, rutubet miktarı ve şekil bozukluğu (çarpılma/burulma) değerleri açısından sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde birbirine yakın değerler çıktığı tespit edilmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerden, eğilme direnci, elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci, liflere paralel yapışma direnci ve vida tutma direnci değerleri açısından sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde birbirine benzer değerler çıktığı bulunmuştur.

Doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen ahşap malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri yönünden kontrol numuneleri ile karşılaştırıldığında daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, doğal emprenye maddeleriyle emprenye edilen ahşap malzemelerin kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen ahşap malzemeler ile mukayese edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Bilim Kodu :

Anahtar Kelimeler: Doğal yaşlandırma, çam taneni, meşe palamudu taneni, emprenye, yapışma direnci, şekil bozukluğu (çarpılma), boyutsal değişim, paralel çekme, dik çekme, vida tutma,

Sayfa Adedi : 150

Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Mustafa ALTINOK

NATURAL IMPREGNATED WITH PRESERVATIVE WOOD BY KEEPING IT IN OUTDOOR CONDITIONS THE RESULTS OF EXPERIMENTAL INVESTIGANTION

(M.Sc. Thesis)

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

MARCH 2014

ABSTRACT

In this study, using different wood species to be processed as a result of natural and chemical impregnation aimed to test the protective impregnation properties. Impregnated materials, kept in open-air conditions, for a period of one year and under these conditions by examining the physical and mechanical properties of the materials impregnated with preservative substances which were tried out to be more advantageous.

In this study, wood as a material of Scots pine (*Pinus Sylvetsris L*), cedar (*Cedrus libani*), sessile oak (*Quercus petrea L*.) and Anatolian chestnut (*Castanea sativa Mill*) will be used. Wood materials that will be used as sawn timber loggers operating in the province of Trabzon was obtained.

As a natural preservative agent acorns and pine tannins, chemical impregnation material is used as the Imersol aqua and timber care. Physical and mechanical tests in this study, the air-dry density (TS 2472), moisture content (TS 2471), retention rate (ASTM D 1413-07), work (dimensional change) (TS 4084), and thickness swelling (Fig. disorder (TS EN 1310), bending strength (TS 2474), the modulus of elasticity (TS 2478), compression strength parallel to grain TS 2595, screw holding (EN 13 444), in the direction parallel to grain bonding strength (TS 4084) and bonding strength in the direction perpendicular (TS 319) were determined.

In a direction parallel and perpendicular to the fiber direction, the samples for the determination of adhesion strengths-D4 PVAc adhesive was used. In addition, the determination of bonding strength in the direction perpendicular to seasonal conditions and water-resistant polyurethane adhesive used in accordance with EN 204 D4.

Control samples (processless) and impregnated with samples for 1 year in the external environment (ASTM G7) and kept in the examples described above, tests were performed to determine the performance.

Science Code :

Key Words : Natural aging, pine tannin, tannin acorns, impregnation, bonding strength, deformation (warpage), dimensional change, drawing a parallel, vertical pulling, holding screw,

Page Number : 150

Advisor : Prof. Dr. Mustafa ALTINOK

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Sayın Hocam Tez Danışmanım Prof. Dr. Mustafa ALTINOK, tez jürisinde yer alan ve değerli katkılarından dolayı hocalarım Prof. Dr. Musa ATAR' a, ve Yrd. Doç. Dr. Hanefi TOKGÖZ' e ayrıca Yrd. Doç. Dr. M. Said FİDAN' a, Yrd. Doç. Dr. Osman PERÇİN' e, Arş. Gör. Dr. A. Cihangir YALINKILIÇ' a, çalışmamın başından sonuna kadar desteğinden dolayı eşim Öğr. Gör. Ş. Şadiye YAŞAR' a, kızım Defne Şevval ve yine manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET……..……..iv

ABSTRACT…….....…….……vi

TEŞEKKÜR……...……...viii

İÇİNDEKİLER……...……ix

ÇİZELGELERİN LİSTESİ……....……..xiii

ŞEKİLLERİN LİSTESİ…….....xvi

RESİMLERİN LİSTESİ……..xviii

SİMGELER VE KISALTMALAR……..……xix

1. GİRİŞ.....1

1.1.Problemin Tanımlanması.....5

1.2. Hipotez.....7

1.3. Çalışmanın Amacı 7

1.4. Çalışmanın Kapsam ve Yöntemi 8

2. LİTERATÜR ÖZETİ 10

3. GENEL BİLGİLER.....21

3.1. Çalışmada Kullanılan Ağaç Malzemeler.....21

3.1.1. Sarıçam (*Pinus sylvetsris L*) 21

3.1.2. Toros Sediri (*Cebrus Libani A.Richard*) 22

3.1.3. Kestane (*Castanea Sativa Mill*) 24

3.1.4. Sapsız Meşe (*Quercus petreae L)*.....25

3.2. Ağaç Malzemenin Özellikleri.....25

3.2.1. Ağaç Malzemenin Anatomik Yapısı.....26

..... **Sayfa**

3.2.2. Ağaç Malzemenin Rutubeti 28

3.2.3. Ağaç Malzemenin Kimyasal Yapısı 30

3.3. Dış Faktörlerin Ağaç Malzemede Yaptığı Bozunum (Degradasyon) 32

3.3.1. Dış Ortam Faktörleri 33

3.3.2. Ağaç Malzemenin Biyotik Faktörler Tarafından Bozundurulması 46

3.4. Emprenye Maddeleri 47

3.4.1. Emprenye Maddelerinin Sınıflandırılması 49

3.4.2. Emprenye Metotları 51

3.4.3. Ağaç Malzeme Emprenye İlişkisi.....54

3.5. Higroskopisite 58

3.6. Permeabilite.....58

3.7. Yapışma Teorisi 60

3.7.1. Tutkal Çeşitleri ve Kullanım Alanları 61

3.7.2. Tutkallı Birleştirmelerde Yapışma Direnci 63

3.8. Tanenler.....66

3.8.1. Tanenlerin Kimyasal Yapıları ve Sınıflandırılması.....66

4. MATERYAL VE METOD 69

4.1. Ağaç Malzeme.....69

4.2. Metot.....69

4.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması 69

4.2.2. Emprenye İşlemi 71

4.2.3. Doğal Yaşlandırma Yöntemi (Dış ortamda bekletme) 71

4.3. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi 74

Sayfa

4.3.1. Hava Kurusu Yoğunluğun Belirlenmesi 75
4.3.2. Tam Kuru Yoğunluğun Belirlenmesi 76
4.3.3. Rutubet Miktarının Belirlenmesi 77
4.3.4. Retensiyon Miktarının Belirlenmesi 79
4.3.5. Şekil Bozukluğunun (Çarpılma/Burulma) Belirlenmesi 79
4.4. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi 80
4.4.1. Eğilme Direncinin Belirlenmesi 81
4.4.2. Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi 82
4.4.3. Liflere Paralel Basınç Direncinin Belirlenmesi 83
4.4.4. Liflere Paralel Yapışma Direncinin Belirlenmesi 85
4.4.5. Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi 86
4.5. İstatistiksel Analizler 86
5. BULGULAR 87
5.1. Fiziksel Özelliklere İlişkin Bulgular 87
5.1.1. Hava Kurusu Yoğunluk 87
5.1.2. Tam Kuru Yoğunluk 91
5.1.3. Rutubet Miktarı 95
5.1.4. Retensiyon Miktarı 99
5.1.5. Şekil Bozukluğu (Çarpılma/ Burulma) 103
5.2. Mekanik Özelliklere İlişkin Bulgular 107
5.2.1. Eğilme Direnci 107
5.2.2. Elastikiyet Modülü 111
5.2.3. Liflere Paralel Basınç Direnci 116

Sayfa

5.2.4. Liflere Paralel Yapışma Direnci 120

5.2.5. Vida Tutma Direnci 125

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 129

KAYNAKLAR.....134

EKLER 140

EK-1**.** Sarıçam odununun doğal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine ait en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri 141

EK-2. Sarıçam odununun kimyasal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine ait en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri.....142

EK-3**.** Toros Sediri odununun doğal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri.....143

EK-4. Toros Sediri odununun kimyasal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri.....144

EK-5. Anadolu kestanesi odununun doğal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine ait en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri.....145

EK-6. Anadolu kestanesi odununun kimyasal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine ait en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri.....146

EK-7**.** Sapsız meşe odununun doğal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine ait en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri.....147

EK-8. Sapsız meşe odununun kimyasal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine ait en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri.....148

ÖZGEÇMİŞ.....150

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 3.1. Sarıçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri 21

Çizelge 3.2. Toros sediri odununun fiziksel ve mekanik özellikleri 23

Çizelge 3.3. Kestane odununun fiziksel ve mekanik özellikleri.....24

Çizelge 3.4. Sapsız meşe odununun fiziksel ve mekanik özellikleri.....26

Çizelge 3.5. Radyasyon yoğunlukları ve sınıflandırılması 36

Çizelge 3.6. 30 yıl süre ile açık hava şartlarına maruz bırakılan odundaki bileşenlerin miktarı.....41

Çizelge 3.7. Açık havaya bırakılan Albizzia ve Sugi türlerindeki Lignin ve Hemiselülozlardaki değişmeler (%) 44

Çizelge 3.8. Tutkal çeşitleri ve kullanım alanları.....62

Çizelge 3.9. Tutkal sınıfları ve direnç ilkeleri.....62

Çizelge 3.10. Deney ortamı şartları ve minimum yapışma direnci değerleri.....63

Çizelge 4.1. Ankara iline ait 01.09.2011-01.09.2012 tarihleri arasındaki meteorolojik veriler 73

Çizelge 4.2. Ankara iline ait 1970-2011 yılları arasındaki meteorolojik veriler.....73

Çizelge 4.3. Fiziksel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan doğal ve kimyasal emprenyeli ahşap malzemelerin boyutları ve standartları 74

Çizelge 4.4. Fiziksel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan numune sayıları.....75

Çizelge 4.5. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesinde Kullanılan Deney Numunelerinin Boyutları ve Standartları.....80

Çizelge 4.6. Mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan numune sayıları 81

Çizelge 5.1. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama hava kurusu yoğunluk değerleri 88

Çizelge 5.2. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama hava kurusu yoğunluk miktarlarına ilişkin varyans analizi.....90

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.3. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama tam kuru yoğunluk değerleri.....90

Çizelge 5.4. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama tam kuru yoğunluk miktarlarına ilişkin varyans analizi.....93

Çizelge 5.5. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama rutubet miktarı değerleri.....94

Çizelge 5.6. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama rutubet miktarının belirlenmesine ilişkin varyans analizi.....94

Çizelge 5.7. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama retensiyon miktarı değerleri 97

Çizelge 5.8. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama retensiyon miktarının belirlenmesine ilişkin varyans analizi 97

Çizelge 5.9. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama şekil bozukluğu (çarpılma/burulma) tespitine ilişkin değerleri.....98

Çizelge 5.10. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama şekil bozukluğunun (çarpılma/burulma) tespitine ilişkin varyans analizi.....100

Çizelge 5.11. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama eğilme direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri 101

Çizelge 5.12. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama eğilme direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi 101

Çizelge 5.13. Sarıçam, Toros sedir, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin değerleri.....104

Çizelge 5.14. Sarıçam, Toros sedir, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin varyans analizi 105

Çizelge 5.15. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri.....105

Çizelge 5.16. 115 Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi 113

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.17. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama liflere paralel yapışma direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri 119

Çizelge 5.18. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama liflere paralel yapışma direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi 117

Çizelge 5.19. Sarıçam, Toros sedir, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri 122

Çizelge 5.20. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, Sapsız meşe odunlarının ortalama vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi 121

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 3.1. Ultraviyole radyasyon ve atmosfer etkileşimi 37

Şekil 3.2. UV Radyasyonu etkileyen faktörler 38

Şekil 3.3. Selüloz molekülündeki muhtemel kromoforik grup 40

Şekil 3.4. Fotolitik reaksiyonla lignin yapısında kinon oluşumu 43

Şekil 3.5. Ağaç malzemede bulunan trahee ve traheid hücrelerinin görünümü 57

Şekil 3.6. Yapıştırıcı katmanın yapısı 60

Şekil 3.7. Gallik asit ve ellagik asit oluşumu 67

Şekil 3.8. Kondanze tanenlerin oluşumu 68

Şekil 4.1. Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş ahşap malzemelerin açık hava şartlarında bekletilerek elde edilen test numunelerinin araştırılmasında izlenecek protokol 70

Şekil 4.2. Hava kurusu yoğunluk deney örneği 75

Şekil 4.3. Tam kuru yoğunluk deney örneği 76

Şekil 4.4. Rutubet miktarı deney örneği 77

Şekil 4.5. Şekil bozukluğunun (çarpılma/burulma) tespiti örneği 79

Şekil 4.6. Şekil bozukluklarının tespiti 80

Şekil 4.7. Eğilme direnci ve elastiklik modülü deney düzeneği 81

Şekil 4.8. Liflere paralel basınç direnci deney örneği 84

Şekil 4.9. Liflere paralel yapışma direnci deney örneği 85

Şekil 4.10. Vida tutma direnci deney örneği 86

Şekil 5.1. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama hava kurusu yoğunluk değerleri 91

Şekil **Sayfa**

Şekil 5.2. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama tam kuru yoğunluk değerleri 95

Şekil 5.3. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama rutubet miktarı değerleri 99

Şekil 5.4. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama retensiyon miktarı değerleri 102

Şekil 5.5. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama şekil bozukluğunun (çarpılma/ burulma) tespitine ilişkin değerleri 106

Şekil 5.6. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sedir, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama eğilme direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri 111

Şekil 5.7. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin değerleri 115

Şekil 5.8. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri 120

Şekil 5.9. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama liflere paralel yapışma direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri 124

Şekil 5.10. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri 128

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 4.1. Dış ortam şartlarında 1 yıl süreyle bekletilen deney örneklerinin 45° eğik konumda stantlara yerleştirilmesi 72

Resim 5.1. Hava kurusu yoğunluk deney örnekleri 87

Resim 5.2. Tam kuru yoğunluk deney örnekleri 92

Resim 5.3. Rutubet miktarının belirlenmesine ilişkin deney örnekleri 96

Resim 5.4. Şekil bozukluğunun (çarpılma/burulma) belirlenmesine ilişkin deney örnekleri 103

Resim 5.5. Eğilme direnci belirlenmesine ilişkin deney örnekleri 107

Resim 5.6. Elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin deney örnekleri 112

Resim 5.7. Liflere paralel basınç direncinin belirlenmesi deney örnekleri 116

Resim 5.8. Liflere paralel yapışma direncinin belirlenmesi deney örnekleri 121

Resim 5.9. Vida tutma direncinin belirlenmesi deney örnekleri 125

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	**Açıklama**
E-Mod	Elastikiyet modülü
$\mathbf{F_{max}}$	Kopma anındaki maksimum kuvvet
g	Gram
m	Kütle
N	Newton
r	Rutubet
V	Hacim
v	Standart hata
x	Aritmetik ortalama
$\boldsymbol{\delta_o}$	Tam kuru yoğunluk
$\boldsymbol{\delta_{12}}$	Hava kurusu yoğunluk
βr	Radyal yönde daralma yüzdesi
βt	Teğet yönde daralma yüzdesi
βv	Hacmen daralma yüzdesi
$\boldsymbol{\sigma_b}$	Basınç direnci
$\boldsymbol{\sigma e}$	Eğilme direnci
σv	Vida tutma direnci
σy	Yapışma direnci

Kısaltmalar	Açıklama
ASTM	American Society for Testing and Materials
D4	Çift bileşenli Polivinil asetat tutkalı
DIN	Deutsch Institute Norm
EDS	Enerji dağılımlı izge ölçümü
HG	Homojenlik grubu
KMT	Kuru madde tutunması (retensiyon) oranı
LSR	En küçük önemli aralık
MF	Melamin formaldehit
$\mathbf{M_o}$	Örneğin emprenye öncesi hava kurusu ağırlığı
$\mathbf{M_{oe}}$	Örneğin emprenye sonrası hava kurusu ağırlığı
PVAc	Polivinil asetat tutkalı
RF	Resorsin formaldehit tutkalı
Std.sap	Standart sapma
TS EN	Türk Standartları Enstitüsü Euro Norm
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
V	Varyans katsayısı
UV	Ultraviole
VTKA	Vinyl tree ketonol acetate tutkalı
$\mathbf{X_{max}}$	En büyük değer
$\mathbf{X_{ort}}$	Ortalama
$\mathbf{X_{min}}$	En küçük değer

1.GİRİŞ

İnsanlığın var oluşundan bu yana ağaç malzeme kullanımını devam ettirmektedir. Organik bir canlı olan ağaç malzeme birçok alanda kullanılmakta ve gün geçtikçe daha da fazla alanda kullanılmaktadır. Ayrıca ağaç malzemenin bu kadar fazla kullanılmasının nedenlerinden bazıları da hafifliğine karşın direncinin yüksek olması, kolay işlenebilir, vida ve çivi tutma özelliklerinin bulunması gibi unsurlardır [Aslan, 1998].

Tarih boyunca insanoğlunun yaşamında vazgeçilmez bir hammadde kaynağı olan ağaç malzemenin; günümüzde giderek azalan orman varlığı olması nedeniyle, daha verimli işlenmesi ve daha uzun süre kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Demir ve çelik gibi yapı malzemeleri ile karşılaştırıldığında, yoğunluğunun düşük olmasına rağmen; kolay taşınabilmesi, hafif bir malzeme olmasına karşın çeşitli yüklemelere karşı direncinin yüksek olması, kolay işlenmesi, işlenme sırasında enerji tüketiminin az olması, değişik renk ve desene sahip olması, ses, ısı ve elektriği az iletmesi, kimyasal maddelerden az etkilenmesi, renklendirme, vernikleme gibi yüzey işlemleri uygulanarak daha çekici hale getirilebilmesi ve eskidikçe koyu renk ve güzel görünüm kazanması gibi nedenlerle ağaç malzeme, başta doğrama endüstrisi olmak üzere mobilya ve dekorasyonda tercih edilen bir materyal olarak karşımıza çıkmaktadır [Kurtoğlu, 2000].

Ağaç malzemenin yukarıda belirtilen olumlu özelliklerinin yanı sıra 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 ışınlarının etkisiyle renginin solması onun sakıncalı özellikleri olarak kabul edilmektedir [Kurtoğlu, 2000].

Her ne kadar, ağaç malzeme sahip olduğu anatomik ve kimyasal yapısı nedeni ile bazı dış etkilere karşı yeterli dayanıklılığı ve direnci gösterecek doğal dayanıklılığa sahip olsa da, dış hava etkilerine uzun süre dayanamaz. Bu nedenle ağaç malzeme,

çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmekte, kullanım yerine uygun çeşitli koruyucu ve katman yapıcı maddelerle üst yüzey işlemleri yapılmakta veya kimyasal olmayan konstrüktif önlemlerle (doğal, biyolojik ve alternatif odun koruması) korunabilmektedir [Kurtoğlu, 1984].

Çok çeşitli alanlarda kullanılan ağaç malzeme çevreye zarar vermeyen, yenilenebilir tek doğal hammaddedir. Anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşimi ağaç malzemenin çok farklı ürünler halinde kullanılmasına olanak sağlamaktadır [Bozkurt ve Göker, 1987].

Dünyada bilinen en eski yerleşim yeri, mezolitik çağlarda (M.Ö. 8000-7000) kurulan Filistin'deki Jericho' dur (Arise). Ancak, yapılan kazı çalışmalarında kazı çalışmalarında o dönemlerin özelliklerini yansıtan çok az sayıda ev eşyası ve çanak-çömlek bulunduğu için, tarih öncesi çağların bu yerleşimcileri hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bilinen en eski ikinci yerleşim yeri ise; Neolitik çağlarda (M.Ö. 6500-5700) kurulan Türkiye' de, Konya ilinin Çumra ilçesindeki Çatalhöyük'tür. Bu yerleşim yerinde ise, o dönemin özelliklerini anlatan çok sayıda buluntulara rastlanmıştır. Bunlar arasında çamurdan ve odundan yapılan kaplar ve tekstil ürünlerinin parçaları bulunmaktadır. Ayrıca, höyükteki evlerin damlarının oluşturulmasında da odundan yararlanılmıştır [Crochet, 2004].

Odunun farklı şekillerdeki kullanımı ise daha sonraki yıllarda olmuştur. Özellikle kaplama ve bugünkü anlamıyla mobilyanın ilk kullanımı Eski Mısır'da firavunlar döneminde olmuştur. Muhtemelen ilk kaplama M.Ö. 3000 yıllarında üretilmiştir. Bunlar değerli ağaçlardan elde edilmiş ufak parçalar olup, kral ve prens mobilyalarında kullanılmıştır. Kaplamalar elle hazırlanmış olup yüzeyleri el aletleriyle düzeltilmiştir [Bozkurt ve Göker, 1986].

Ağaç malzemenin kullanım yerinde korunmasının gerekliliği asırlar önce dahi kabul edilerek, çeşitli önlemler alındığı görülmektedir. Arkeolojik kazılar ve batık gemilerin incelenmesi göstermiştir ki; ağaç malzemenin kısmen kömürleştirilerek korunması 4000 yıl önce alınan ilk önlem olarak ortaya çıkmaktadır. Efes'teki

“Diana Mabedi”nin kömürleştirilmiş ağaç direkler üzerine oturtulması örnek olarak verilebilir. Çin, Mısır, Yunan ve Roma medeniyetlerinde ağaç malzemeyi korumak için bitkisel, hayvansal ve mineral yağlardan yararlanıldığı tespit edilmiştir. Roma medeniyetlerinde özellikle zeytinyağı ve bezir yağının; Burma Medeniyetinde ise gemi ve binalarda petrol yağının bu maksatla kullanıldığı görülmektedir. Mısırlılar diğer bir önlem olarak ağaç malzemeyi kuru tutarak tahrip olmasını engellemeyi başarmışlardır. Yunanlıların M.Ö. 500 yıllarında binalarda kullandıkları ağaç malzemeye delikler açarak içine yağ akıttıkları, yağın derin bir şekilde nüfuzunu sağladıktan sonra, taş materyal üzerine yerleştirip ve kuru olarak muhafaza ederek koruma sağladıkları belirtilmektedir. Yapıştırıcı maddelerin kullanımı eski mısır dönemlerine kadar gitmektedir. Ahşap tutkalının 17. yy’ da endüstriyel olarak kullanımına başlanılmıştır [Huş, 1977].

Ağaç malzeme çok eski tarihlerden itibaren kullanılan yapı malzemelerindedir. Diğer yapı malzemelerine kıyasla kullanılmış olduğu yerlerde göre bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

Ağaç malzemenin diğer yapı malzemelerine göre bazı üstün özellikleri şunlardır; Çok çeşitli alanlarda kullanılabilen odun, hammaddesi yenilenebilir tek organik doğal hammaddedir. Anatomik yapısı, mekanik ve fiziksel özellikleri ile kimyasal bileşimi odunun çok farklı ürünler halinde kullanımına olanak sağlamaktadır [Hafızoğlu ve ark., 1994, Baysal, 1994].

Günümüzde ağaç malzemenin 10,000 civarında kullanım yeri vardır. Mesela bina yapımı, mobilya ve dekorasyon işleri, parke, müzik aleti, tel direği, demir yolu travesi, kaplama levha, kontrplak, yonga levha, lif levha, kâğıt ve karton üretiminde kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin bu kadar kullanım alanı bulmasının nedeni, anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşenlerinde kaynaklanmaktadır [Bozkurt ve Erdin, 1997].

Ahşap malzemenin daha uzun ömürlü olması istenildiğinde bu durum, çoğu zaman koruyucu maddelerle kaplanarak veya emprenye edilerek sağlanır [Uysal, 2005].

Ağaç malzemenin diğer yapı malzemelerine göre bazı olumsuz özellikleri şunlardır; Ağaç malzeme yanabilir ve çürüyebilme özelliğine de sahiptir. Ayrıca, higroskopik olması nedeniyle kullanıldığı ortamın sıcaklık ve bağıl nemine göre ulaşacağı denge rutubetinden farklı rutubete sahip olması halinde, denge rutubetine ulaşıncaya kadar ortam ile rutubet alış-verişi sonucu boyutlarında değişmeler olması gibi dezavantajları da vardır. Bunun yanında, organik bir madde olması nedeniyle böcek ve mantarlar tarafından da tahrip edilebilmektedir [Budakçı, 2003].

Ağaç malzemenin böcek ve mantar etkisiyle bozulması, rutubete bağlı olarak şekil değiştirmesi, yanıcılık ve deforme olma gibi sakıncaları vardır. Bu özellikler kullanım ömrünü sınırlar. Bu sebeple, ağaç malzemenin koruyucu kimyasal maddeler ile emprenye edilerek, oldukça uzun süre kullanılabileceği önerilmektedir [Yalınkılıç, 1992].

Emprenye, anizotrop bir malzeme olan ağaç malzemenin, çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlere karşı korunması amacıyla çeşitli yöntemler kullanılarak yapılan işlemdir. Emprenye gerek iç ortam gerekse dış ortam şartlarında önemli kullanım alanına sahiptir. Emprenye işlemini etkileyen faktörler, ağaç malzeme özellikleri, emprenye yöntemi, sıvıların akış yolları, geçit aspirasyonu vb.dir [Bozkurt ve Göker, 1993].

Ağaç malzeme için en sakıncalı olan etkenlerden bir diğeri açık hava koşulları gelmektedir. Sıcaklık, nem, güneş ışığının değişik dalga boyları ve UV radyasyonu bunların mevsimlere göre günün belli saatlerinde değişmesi ahşap malzeme üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Ahşap malzemeyi bu olumsuz etkilerden kısmen de olsa koruyabilmek için, yüzeyleri boya ve vernikler ile kaplanmaktadır. Bunların açık hava koşullarına karşı dayanıklı olup olmadıkları ve yaygın olarak kullanılan ağaç türleriyle uyum sağlayıp sağlayamadıklarının araştırılması gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda vernik türlerinin uygun seçilmelerinin yanında, vernikleme tekniğinin de uygun seçilmiş olması gerekmektedir. Boya/vernik katmanlarının harici etkilere karşı dayanıklılıklarını belirlemeye yönelik testler, genellikle mevcut vernik sistemlerinin performansını belirlemek ya da ürün geliştirmek amacıyla yapılmıştır [Feist, 1994].

Emprenye işlemi günümüzde daha çok biyotik zararlılara (mantar, böcek, deniz zararlıları, bakteriler vb.) karşı kullanılmaktadır. Bununla birlikte ağaç malzeme yüzeyinin çeşitli kimyasal emprenye maddeleri kullanarak UV ışığının bozucu etkilerine karşı koruyucu özellik gösterdiğine ilişkin araştırma ve sonuçlar bulunmaktadır [Yalınkılıç ve ark, 1999].

Emprenye, ağaç malzemeyi mantarlar ve böcekler gibi mikroorganizmalara karşı koruma sağlayan bir yöntemdir. Emprenye işlemi ile ağaç malzeme mikroorganizmalara karşı dayanıklı hale getirilmektedir. Doğal şartlar altında açık havada kullanılan ağaç malzeme korumasız olarak 4-6 yıl kullanılabilmektedir. Emprenye işlemi, ağaç malzemenin kullanım ömrünü 10-15 yıl kadar uzatabilmektedir [Kılıç, 1998].

Bu sürenin belirlenmesinde emprenye işleminde kullanılan kimyasallar da önemlidir. Kullanılan her kimyasalın farklı özellikleri ve etki alanları vardır. Bu nedenle ağaç malzemenin kullanılacağı yerde karşılaşacağı etkiler göz önüne alınarak duruma en uygun emprenye maddesi seçilmektedir. Emprenye işleminde kullanılan kimyasallar kadar, emprenye maddesinin ağaç malzemeye olan nüfuz derinliği de önemlidir. Emprenye maddesinin nüfuz derinliğine göre ağaç malzemenin kullanım ömrü belirlenmektedir.

1.1. Problemin Tanımlanması

Herhangi bir koruyucu ile korunmadan ve uygun tür seçilmeden kullanılan ağaç malzemenin fiziki ve ekonomik ömrü sınırlıdır. Ağaç malzemenin çeşitli teknikler yardımıyla koruyucu kimyasal maddelerle muamele edilerek kullanım süresinin uzatılması ve niteliklerinin iyileştirilmesi ise önemli bir gelişmedir. Açık hava şartları ise, çoğunlukla rutubet etkileri ve sıcaklık değişmelerinden kaynaklanan fiziksel olaylar ve fotokimyasal reaksiyonları kapsayan uzun süreli karmaşık bir süreçtir. Açık hava şartlarında kullanılacak ahşap malzemenin türünün, direnç özelliklerinin değişiminin, dayanım süresinin ve maruz kalınan zararlı faktörlerin bilinmesi gerekmektedir. Ağaç malzemeye etki eden etmenler; ışınlama, termal

radyasyon, rutubet değişmeleri, rüzgâr, yağmur, dolu, toz, hava kirliliği, mikro organizmalar, fotokimyasal degradasyon gibi atak ve olaylardır. Bunların etkisi ile ağaç malzemede oluşacak deformasyon, çatlak, yıkanma, hidroliz, erozyon ve renk değişiminin yönlenme koşulları zaman faktörü ile odun özelliklerine göre değişmektedir. Açık hava şartlarına karşı koruma, ağaç malzemede biyotik ve abiyotik zararlılara karşı alınacak önlemleri içine almaktadır [Rowell, 1987]

Her tür açık hava şartlarında ağaç malzeme farklı direnç özellikleri gösterir. Odunun biyolojik veya fiziksel etmenler tarafından bozundurulması organik bileşiklerin bazılarını değiştirir. Bu nedenle, farklı türlerin etkilenim şekil ve süreçlerinin tespiti son derece önemlidir. Bununla birlikte, uygun koruyucu madde ile yüzeysel ve derinlemesine yapılan muameleler, ağaç malzemeyi açık hava şartlarında korumanın son derece önemli aşamasını oluşturmaktadır. Açık hava etkisinde kalan odun üzerinde farklı faktörlerin etkisi sonucu yanma, renk değişimi, kimyasal degradasyon, aşınma, yüzey sertleşmesi, liflerin ayrılması ve direnç kaybı gibi nisbi etkiler oluşmaktadır. Belirli zaman dilimlerinde ise odun bünyesinde kimyasal değişmeler söz konusudur [Yazıcı, 2005].

Ağaç malzemenin termik özelliği, direncinin yüksekliği, kolay işlenmesi, iyi boya ve cila kabul etmesi, sesi absorbe etmesi, kullanıldığı yerde sıcak ve hoş bir hava yaratma gibi özelliklere sahip olması, gerekli koruyucularla ve doğal olarak onun kullanımını öne çıkartmaktadır. Anatomik ve kimyasal yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri çok farklı olan ağaç malzemenin 5000'den fazla kullanım yeri bulunmaktadır. Ağaç malzeme her türlü açık hava şartlarında doğrudan olduğu gibi diğer yapı malzemeleri ile birlikte yardımcı malzeme olarak da kullanılmaktadır. Bu durumda, bozunan malzemenin yenilenme maliyetinin giderek yükselmesi çok önemlidir. Bu nedenle, günümüzde ağaç malzemeyi uygun koşullarda kullanarak dayanıklı bir malzeme haline getirime çalışmaları sürat kazanmıştır. Tüm bu çalışmalarda güvenilir ve tutarlı sonuçlar ile birlikte uygun standart, uygun malzeme ve uygulanma usullerinin ortaya konması esas alınmıştır [Yazıcı, 2005].

1.2. Hipotez

Ağaç malzeme hem iç mekânlarda hem de dış ortamlarda geniş bir kullanım alanına sahiptir. Kamelya, bahçe ve teras mobilyası, ahşap ev ve köprü yapımı dış ortamda ki uygulamalarından bazılarıdır. Herhangi bir işlem ile muamele edilmeyen ağaç malzeme abiyotik faktörlerin etkisinde kalarak değişimlere uğramaktadır. Uzun süreli periyotlar içerisinde gerçekleşen bozunumlar (degradasyon) ağaç malzemenin yüzeyinde renk değişimi ile başlar ve bu değişimler ileri aşamalarda fiziksel, kimyasal ve anatomik yapılarda da görülür.

Açık hava şartlarının meydana getirdiği değişimler yüzeyde malzemenin derinlemesine nüfuz edebilen su itici emprenye uygulaması ile geciktirilebilir veya önlenebilir. Böylece dış ortamın bozundurucu etkilerine karşı ağacı daha etkili bir koruma sağlayarak yüzeyde renk değişimi, kimyasal bozunma, aşınma, yüzeyde aşırı sertleşme, boyutsal değişim, çarpılma, liflerin birbirinden ayrılması gibi istenmeyen bozunmalar engellenebilinir.

1.3. Çalışmanın Amacı

Açık hava etkileri ağaç malzeme için önemli bir risk faktörüdür. Işık ultraviole radyasyon (UV, IR), rutubet (yağmur, kar, nem, çiğ), mekanik güçler (rüzgar, kum, kir) ve sıcaklık etkisi açık hava etkileri olarak tanımlanır. Bu etkiler neticesinde ağaç malzemenin renginde, kimyasal ve fiziksel yapısında bazı değişmeler meydana gelmektedir. Meydana gelen bu olumsuz değişmeler (ağaç malzemede yaşlanma) ağacın kullanım ömrünü kısaltması ve ayrıca bozunan malzemenin yenilenme maliyetinin giderek yükselmesi bakımından çok önemlidir [Doruk, 2009].

Bu çalışmada, tanenler ve kimyasal maddelerle emprenye edilerek açık hava şartlarına maruz bırakılan ağaç malzemelerin bünyesine su alımını azaltmak veya kontrol etmek ve bunun sonucu olarak açık hava şartlarının bozundurucu etkisine karşı oluşan performansının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Son yıllarda orman ürünleri sanayisinde önemli bir yer işgal eden ahşap malzemelerin korunmasında kullanılan kimyasal emprenye maddelerinin yerine yeni alternatif doğal emprenye maddeleri aranmaktadır. Bu çalışmada, ülkemizde büyük bir potansiyele sahip doğal emprenye maddelerinin ahşap malzemeye uygulanarak kimyasal emprenye maddelerinin yerine çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyen koruyucu maddelerin kullanılmasının arttırılması amaçlanmıştır. Ülkemizde; orman ürünleri açısından, kimyasal emprenye maddelerinin yerine doğal emprenye maddelerinin kullanılmamaktadır.

1.4. Çalışmanın Kapsam ve Yöntemi

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

- Literatür araştırmasının yapılması,
- Mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yaygın olarak kullanılan iğne yapraklı ağaçlardan, sarıçam (Pinus Sylevstris L.) ve Lübnan (Toros sediri) sediri (Cedrus libani) ile yayvan yapraklı ağaçlardan, meşe (Quercus petrea L.) ve Anadolu kestanesi (Castatanea sativa Mill) odunlarının büyüme kusuru ihtiva etmeyen parçalardan temin edilerek Gümüşhane Üniversitesi GMYO Mobilya Dekorasyon Bölümünün kereste deposunda yeterli hava sirkülâsyonu olan kısmında istif edilerek hava kurusu haline getirilmesi için bekletilmesi,
- Hava kurusu haline getirilen kerestelerden yapılacak testlere göre deney örneklerinin hazırlanması,
- Deney numunelerinin açık havada bekletilmesi sebebiyle, açık hava şartlarına dayanıklı polivinil asetat (PVAc)-D4, mevsim koşullarına ve suya dayanıklı EN 204 D4'e uygun nemin etkisiyle sertleşen tek komponentli poliüretan yapıştırıcı tutkalları ile yapıştırılması
- Elde edilen deney örneklerinin hava kurusu hale getirilmesi,
- Hava kurusu yoğunluğunun belirlenmesi,
- Deney örneklerinin emprenye edilmesi,

- Emprenyelenen örneklerin retensiyon miktarının belirlenmesi,
- Deney sonuçlarının ilgili standart ve literatürle karşılaştırılması,
- Sonuçların yorumlanması ve değerlendirilmesi.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Emprenye maddelerinden, yağlı (kreozot), organik çözücülü (tribütiltin naftenat, bakır naftenat, pentoklorfenol) ve suda çözünen tuzlar (bakır, krom, bor, vb) yaygın olarak kullanılmaktadır [Örs ve Keskin, 2001].

Emprenye işleminin başarısı ve koruma derecesi, emprenye maddesi ve oduna ait özelliklerinin yanı sıra odunda tutundurulan net kuru emprenye maddesi miktarı (retensiyon) ve emprenye maddesinin oduna geçme derinliği gibi özelliklere bağlıdır [Baysal ve ark., 2003].

Fenol formaldehitle emprenyeli ağaç malzemenin dış ortam koşullarında güneş ışığı ve yağmurların neden olduğu degradasyona karşı bozunumları incelenmiş ve fenol formaldehit ile emprenyeli deney örneklerinin renk stabilitesi, fiziksel performans özellikleri, biyolojik özellikler ve kırılma çatlama vb. özellikler bakımından kontrol örneklerine oranla daha yüksek performans özellikleri gösterdiği tespit edilmiştir [Sudiyani ve ark., 2001].

Adiata çamından elde ettikleri kaplamaların (85 μm kalınlığında) asitte çözünmeyen lignin oranının ilk beş günlük dış ortamda bekletme sonucunda %26,2'den %20,3'e hızlı bir şekilde azaldığını, ilerleyen günlerde ise bu azalmanın daha yavaş devam ettiğini belirlenmiştir [Evans ve ark., 2002].

Odun yanabilen bir maddedir. Bu bakımdan, odunun yanmaya karşı direncinin arttırılması için, kimyasal maddelerle emprenye edilmiş olması birçok kullanım yerinde zorunlu görülmektedir [Le Van ve Winandy, 1990].

Bazı krom içerikli kimyasal emprenye maddeleri ile ön emprenye işlemine tabi tutulan iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda, emprenye sonrası uygulanan üst yüzey işleminin, dış ortam koşullarında üst yüzey işlem maddelerinin ömrünü 2 kattan daha fazla artırdığı deneylerle tespit edilmiştir [Feist, 1979, Özpak, 2006].

Elektron spektroskopisi çalışmasında; oksitlenmeye uğramış yüzeylerde oksijen içeriğinin karbon içeriğine göre daha fazla olduğu ve sonuç olarak dış ortamda bekletilmiş odun yüzeyinin selüloz bakımından zengin olduğu ve çözünebilir ligninin bozunma ürünlerinin yağmur suları ile yıkandığı tespit edilmiştir [Agnes ve Young, 1999].

Ağaç malzemenin korunmasında kullanılacak emprenye maddeleri aşağıda belirtilen özellikleri taşımalıdır:

- En yüksek düzeyde zehirli olması,
- Kolay yıkanıp çıkmaması,
- Demir ve sac elemanlarında korozyona sebep olmaması,
- Ucuz olması,
- Kolay bulunması,
- Yanmaması [Bozkurt ve Göker, 1986]

Sarıçam odun katmanları asitlendirilerek %5–10–15 ve %20 ağırlık kazandırılmış ve doğal yaşlandırma yapılmıştır. Düşük ağırlık artışı kazanmış ve yaşlandırmaya maruz bırakılmış odun katmanlarında ve emprenye yapılmamış kontrol örneklerinde selüloz ve lignin ayrışmasının artmasından dolayı çekme mukavemetinde büyük kayıplar görülmüştür. %20 ağırlık kazandıran asitleme işlemi doğal yaşlandırma süresince madde ve holoseliloz kaybını sınırlamıştır. Başlangıçta asitleme selüloz ayrışmasını az azalttığı ve 35 gün sonra kaplamanın katman direncinde en düşük kayıplar gösterdiği görülmüştür. Ağaç bloklarına %20 ağırlık kazandıran asitleme, odun sekonder hücre çeperi S3 katmanında küçük bir nem artışına ve lümen ölçüsünün azalmasına sebep olmuştur. Asitlendirilmiş yaz odunu hücreleri formlarını ve yaşlandırma süresince radyal durumlarını korumuş, fakat orta lamel erozyonunu önleyememiştir [Treu ve ark., 2001].

Katranla (kreozot) emprenye yapılmış meşe odununda yaşlandırmanın etkisini araştırmak için yapılan çalışmada, weathering'e tabi tutulmuş odun malzeme örneklerinde görülen kahverengi çürüklük, ağırlık kaybı ve bazı fiziksel özellikler

bakımından beyaz çürüklükten daha büyük etkilere sebep olmuştur. Ağırlık kaybı %43–47, kalınlık değişimi %2,35 ten %17,83, hacim değişikliği %6,89 dan %28,51 ve yoğunluk değişikliği %3,26 dan %26,40 değerleri arasında değişmiştir. Doğal yaşlandırılmış örnekler yapay yaşlandırılmış örneklere göre mantar saldırılarına karşı daha dayanıksız olup, %3,41'den %8,55'e kadar ulaşmış olduğu bildirilmektedir [Chow ve Bajwa, 1997].

Mantar türü ve yapay yaşlandırma döngü sayısı ağacın fiziksel özelliklerinin tahribatında önemli olduğu ve ağırlık kaybı ile retensiyon arasında da ilişki olduğu görülmüştür. Çürüklük direnci esas alınarak, laboratuarda yapay yaşlandırmanın 6 tekrarı demiryolu peronlarındaki doğal yaşlandırmanın 20 yılından daha fazlasına tekabül ettiği bildirilmektedir [Chow ve Bajwa, 1997].

Emprenye işleminin etkinliği; koruyucu maddenin zehirliliği, nüfuz derinliği ve tutunma miktarına (retensiyon), ağaç malzemenin emprenye edilebilmesi ise, odunun anatomik yapısı, daha önce yapılan kurutma ve yarık açma işlemine bağlıdır. İğne yapraklı ağaçlarda kenarlı geçit çiftlerinde geçit aspirasyonu ile yapraklı ağaç lümenlerinde tül oluşumu ve geçit zarı üzerindeki açıklıklarda yabancı madde depolanması odunun emprenye edilmesini güçleştirir. Dolayısıyla emprenyeden önce yuvarlak gövde kısımlarında kabuk soyulur ve ağaç malzeme, lümenlerindeki serbest su %20 rutubete kadar kurutularak emprenye maddesinin nüfuz etmesi sağlanır [Örs ve Keskin, 2001].

Ağaç esaslı malzemeler [on dört fenolik bağlı ağaç esaslı malzeme, bir fenolik bağlı kontraplak ve iki masif ağaç malzeme) üzerinde doğal ve yapay yaşlandırma yapılmıştır. 7 ile 12 yıl doğal yaşlandırma süresi sonucu malzemelerin performansı, malzemelerin kopma modülü (MOR), elastikiyet modülü (MOE), iç yapışma direnci (IB) ve kalınlık artışı (TS) periyodik olarak belirlenmiştir. Aynı malzeme örnekleri kaynatma- kurutma (BD) döngüsü, vakum-basınç-kurutma (VPSD) ve ASTM D 1037 testini de kapsayan hızlandırılmış (yapay) yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır. Performansta en büyük düşüş doğal yaşlandırmanın birinci yılı sonrasında gerçekleşmiş olduğu tespit edilmiştir. En düşük performanslı levhalar 3 yıl içersinde

ilk kopma direncinin %50 sinden daha fazlasını kaybetmiştir. En dayanıklı levhalar 10 yıllık süreden sonra kopma dirençlerinden %50 sinden daha azını kaybetmiş ve masif ağaç malzemenin direnç kaybına yakın bir değer göstermiştir [River, 1994].

Düzgün yüzeyli parçaların yapıştırılmasında yeterli basınç uygulandığında, tutkalın bir yüzeyden diğer yüzeye transferi yeknesak olmakta ve yapışma direnci en iyi sonuç vermektedir. Kusursuz yüzeylerin birleştirilmesinde 0,7 N/mm² basınç uygulandığında, yapışma direnci en yüksek değere ulaşmaktadır [Franklin, 1989].

Yapıştırıcı maddenin odun içerisine nüfuz ettiği derinlik, tutkalın viskozitesine bağlı olmakla birlikte, odunun tutkallanan yüzeylerindeki rutubet derecesine göre farklı olduğunu, odundaki su miktarı arttıkça yapışma direncinin azaldığını belirlemiştir [Bergin, 1967].

Odunda mikrobiyolojik bozunma, odun rutubetinin % 20' sinin üstüne çıktığı durumda başlar. Ağaç malzemede meydana gelebilecek zararları önlemek ve kullanım ömrünü uzatmak için koruyucu kimyasal maddelerle muamele (emprenye) edilmesi ve ikincil bir işlem olarak iç ve dış koşullara göre korunması ve estetiğinin arttırılması önem kazanmaktadır [Yalınkılıç, 1993].

Odunun korunması, ağacın kesimden son kullanım yerini de içine alan bir süreçte muhtemel zararlı etmenlere karşı önlem alınmasıyla gerçekleşir. Bu önlemler kurutma, uygun depolama ve istifleme gibi teknik önlemlerin yanında, kullanım yerine uygun kimyasal maddeler ile emprenye edilmesidir [Winandy ve Morell, 1990].

Polivinilasetat (PVAc) emilsiyon tutkalı ahşap birleşmenin sıcaklığı 60 ^{o}C – 80 ^{o}C' ye kadar arttırıldığında birleşme yerindeki sertleşmiş tutkal katmanının çözüldüğü bildirilmiştir [Corey ve ark., 1977].

Kimyasal sertleşen aminoplastik ve fenoplastik esaslı tutkallarda sıcaklık artışı yapışma sürecinde tepkimeyi hızlandırıcı etki yapar ve tepkimenin tamamlanmasından sonra geri dönüşümsüz bir sertleşme meydana gelir. Bunlardan melamin reçinesi esaslı ahşap tutkallarında 75 ^{o}C–80 ^{o}C (140 ^{o}F) sıcaklığa ulaşıldıktan sonra sertleşmenin gerçekleştiği ve yapışmanın başladığı bildirilmiştir [Maninal, 1977].

Üre-formaldehit tutkalının suya karşı direncini artırmak amacıyla polivinil alkol ve melamin ile modifiye etmiştir. Böylece tutkaldaki serbest formaldehit azaldığını çekme direnci değerlerine göre yapışma direncinin arttığı bildirilmiştir [Shen, 1977].

Meşenin tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlığının kestane ve sarıçam iki ağaç türüne oranla daha yüksek olduğu, boşluk hacminin (porozite) daha düşük olduğu odununa göre ve hem diri hem de öz odununda diğer iki ağaç türüne oranla daha az ekstraktif madde içerdiği görülmektedir. Meşe ph bakımından ise diğer iki ağaç türü ortasında bir değer vermiştir. Bu nedenlerle bütün ortamlarda meşe odunu en iyi yapışma değerini verdiği bildirilmiştir [Kaygın, 2002].

Çam, göknar, kayın, meşe ve akça ağaç odunlarının PVAc ve epoksi tutkalı ile yapıştırılması ile elde edilen ağaç malzemede tutkal çeşidinin yapışma direncine etkisinin, lifler yönünde çekme, basınç ve yarılma direncinde önemli olduğunu bildirmiştir [Demetçi, 1991].

Doğu kayını, sarıçam, sapsız meşe odunlarından hazırlanan deney örneklerinin yapıştırılmasında, Desmodur - VTKA tutkalı kullanılarak; klimatize etme, soğuk suda bekletme, kaynatma ve münavebeli kaynatma işlemlerinden sonra çekme ve makaslama direnci deneyine tabi tutulmuşlardır. Sonuç olarak en yüksek çekme direnci kontrol örneklerine göre sapsız meşede 24 saat soğuk suda bekletme sonucunda (11,73 N/mm2) elde etmiştir. Ayrıca uzun süreli münavebeli kaynatma işleminin sonunda yapışma noktalarında ortalama %50 direnç kaybı olduğu bildirilmektedir Desmodur-VTKA tutkalının kuru veya rutubetli iç ve dış mekanlarda kullanılabileceği açıklanmıştır [Özçifçi ve ark., 1997].

Sarıçamda yüksek retensiyon elde edilmesi iğne yapraklı ağaçların boyuna yönde sıvı akışını sağlayan geçit çiftlerinin açık olmasından kaynaklanabilir [Örs ve ark., 1999].

Üre-formaldehit tutkalının suya karşı direncini artırmak amacıyla, polivinil alkol ve melamin ile modifiye edilmiştir. Böylece tutkaldaki serbest formaldehit miktarının azaldığı, çekme direnci değerlerine göre yapışma direncinin arttığı belirlenmiştir [Shen, 1997].

Ağaç işleri endüstrisinde kullanılmak üzere üretilmiş olan Klebit 303, Kleiberit 305, Süper Lackleim 308 tutkallarının ağaç malzemelerden; Doğu kayını (Fagus Orientalis L), sapsız meşe (Quercus Petreae Spp.) ve sarıçam (Pinus Sylevstris L.) odunlarında yapışma dirençlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre; en yüksek çekme direnci Klebit 303 tutkalı ile Doğu kayını (89,80 N/mm²) ve sapsız meşe (89,50 N/mm²), en düşük çekme direnci ise Süper Lackleim 308 tutkalı ile sapsız meşe (50,18 N/mm²) ve Klebit 303 tutkalı ile Sarıçam (50,45 N/mm²) olarak verdiği bildirilmiştir [Örs ve ark., 1998].

Doğu kayını (Fagus Orientalis L), Sapsız meşe (Quercus Petreae Spp.), Sarıçam (Pinus Sylevstris L.) ve Dişbudak (Fraxinus excelsior L.) ahşap malzemeleri, NaOH+H2O2, NaOH+Ca(OH)2+ H2O2, HClO ve HCl çözeltileri ile rengi açıldıktan sonra PVAc tutkalı ile yapışma dirençleri belirlenmiştir. Yapışma deneyleri sonucunda; doğal malzemeye göre rengi açılan tüm ağaç türlerinin yapışma mukavemetinde azalma olduğu bildirilmiştir [Atar ve ark., 1999]. Sarıçam, sedir, akasya ve meşe odunlarından hazırlanan örnekler ST10, ST10+% 10 UF, ST10+% 20 UF, ST10+% 30 UF karışımlarıyla yapıştırıldıktan sonra yapışma direnci deneyi uygulanmıştır. Yapışma direnci, en yüksek standart atmosfer bekletme ortamında %20 UF modifikasyonla yapıştırılmış meşe odununda, en düşük kaynatma deney ortamında %20 UF modifikasyonla yapıştırılmış akasya odununda elde edilmiştir [Altınok ve ark.,1999].

Hızla artan ülke ve dünya nüfusuna bağlı olarak, ağaç malzeme tüketimi de artmaktadır. Ancak ağaç malzeme kullanımında, değişken atmosferik şartlar altında boyutlarında meydana gelen farklılıklar, çürüklük, böcek tahribatı, yangın, mekanik darbeler ve diğer zarar verici unsurlara karşı yeterli korumanın sağlanması gerekir [Hafızoğlu ve ark., 1994].

Sarıçam ve douglas göknarı odunlarında, poliüretan tutkalının en az rezorsin formaldehit tutkalı kadar güçlü bir yapışma gerçekleştirdiği belirtilmiştir. 3 farklı ıslak ortamda bekletildikten sonra ölçülen yapışma direnci değerlerinde poliüretan tutkalının rezorsin formaldehit tutkalı kadar güçlü olduğunun tespit edildiği belirtilmiştir [Kurt, 2006].

Sapsız meşe, sarıçam ve Anadolu kestanesinin öz ve diri odunları poliüretan, epoksi, resorsin formaldehit tutkalları ile preslenerek, I (normal şartlar), II (soğuk su), III (kaynar su) ve IV (deniz suyu) ortam şartlarına bırakılmıştır. Deney sonucunda yapışma direnci en iyi, bütün ortam şartlarında diri odunda, tutkal çeşidi bakımından karşılaştırıldığında ise bütün ortam şartlarının tamamında resorsin formaldehit tutkalı sağlamıştır. İkinci sırada epoksi tutkalı, 3'üncü poliüretan tutkalı ise, diğer iki tutkala oranla daha düşük yapışma yapışma direnci verdiği bildirilmiştir [Kaygın, 2002].

Polivinil-asetat (PVAc) tutkalını farklı oranlarda su ile seyreltmenin bazı ağaçlarda yapışma direncine etkisini belirlemek amacı ile Doğu kayını, sapsız meşe ve sarıçam odunlarından hazırlanan örnekler su ile farklı oranlarda hazırlanmış 5 değişik çözelti ve ambalaj viskozitesindeki PVAc ile EN 204'e göre yapıştırıldıktan sonra EN 205 esasları uyularak çekme deneyi uygulanmıştır. Deney sonuçlarına göre en yüksek yapışma direnci Doğu kayınında (7,347 N/mm2), en düşük sarıçamda (5,087 N/mm2) bulunduğu bildirilmiştir [Atar, 2007].

Kayın (Fagus orientalis L.Cavr.), Kızılağaç (Alnus glutinosa Geartn.), Ladin (Picea orientalis L.) ve Sarıçam (Pinus sylvestris L.) tomruklarının diri odunundan 3x3x1.5 cm boyutlarda hazırlanan örnekler, emprenye çözeltisine (%3 parafin vaks / %10 bezir yağı / %87 white spirit) 1/3 (20 dak.), 3 ve 24 saat daldırılarak emprenye

edilmiştir. Sonra test ve kontrol örnekleri, destile su içinde 1/4 (15 dak.),1 saat, 4 saat, 16 saat ve 24 saat bekletilmiştir. Deneyden elde edilen su alma oranı ve su itici etkinlik değerleri istatistiksel olarak irdelenmiştir. Test sonuçlarına göre Emprenye süresi uzadıkça çözelti soğurulması, kuru madde tutunması ve su itici etkinlik artmış, su alma oranı ise azalmıştır. Suda bekletme süresinin uzamasıyla ise su alma oranı artmış, su itici etkinlik ise azalmıştır. Bu durum, zamanla parafin vaks/bezir yağının su almayı engelleyici etkisinin azaldığını göstermektedir [Var, 2001].

Sarıçam odununun, Amonyaklı Bakır Quat (ACQ) ile daldırma ve basınç yöntemleri ile emprenyesi sonucu, bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinde meydana gelen değişmeleri araştırmıştır. Fiziksel özelliklerden tam kuru yoğunluk, hava kurusu yoğunluk, hacim ağırlık değeri ve odunun çalışması (daralma ve genişleme miktarları), mekanik özelliklerden; eğilme direnci, şok direnci, liflere paralel ve liflere dik çekme dirençleri, liflere paralel basınç direnci ve makaslama direnci, emprenye edilenler ile kontrol grubu örnekleri karsılaştırmalı olarak araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; ACQ (Amonyaklı Bakır Quat) ile emprenye işleminde, odunun mekanik özelliklerinde meydana gelen değişmeler istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur. 72 Saatlik daldırma ve dolu hücre yöntemiyle yapılan emprenye sonucunda, odunun daralma ve genişleme miktarlarında %20 oranında azalmalar olmuştur [Bal, 2006].

Emprenye maddelerinden, yağlı (kreozot), organik çözücülü (tribütiltin naftenat, bakır naftenat, pentoklorfenol) ve suda çözünen tuzlar (bakır, krom, bor, vb) yaygın olarak kullanılmaktadır [Örs ve Keskin, 2001].

Emprenye işleminin başarısı ve koruma derecesi, emprenye maddesi ve oduna ait özelliklerinin yanı sıra odunda tutundurulan net kuru emprenye maddesi miktarı (retensiyon) ve emprenye maddesinin oduna geçme derinliği gibi özelliklere bağlıdır [Baysal, 2003].

Doğu kayını ve sarıçam odunları borlu bileşikler, amonyumlu bileşikler, fosforlu bileşikler ve organik çözücü maddelerle emprenye edilmiştir. Çalışma sonucu,

retensiyon miktarlarını (boraks+borik asit) karışımı ile emprenye edilen Doğu kayını odunu deney örneklerinde 10,57 kg/m3, sarıçam odunu deney örneklerinde ise 41,64 kg/m3 olarak belirlenmiştir [Peker, 1999].

Çeşitli emprenye maddelerinin ağaç malzemenin mekanik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; CCA ile emprenye edilen ağaç malzemenin eğilme direncinde yaklaşık % 12 civarında azalma tespit edilirken; ACQ ile emprenye edilen deney örneklerinde yaklaşık %5 oranında bir azalma olduğu görülmüştür [Yıldız, 2004].

Çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olan ağaç malzeme, kullanım ve imalattaki esnekliği, ekonomikliği, her zaman bulunabilmesi, estetik olusu, tamir ve bakımının kolaylığı, uygun şekilde emprenye edilip inşa edildiğinde deniz ortamında gösterdiği dayanım, yüksek direnci ve elastiklik özelliği gibi özelliklerinden dolayı (SFPA, 1997), asırlardan beri deniz ortamında kullanımına devam edilmektedir. Ahşap malzemenin deniz suyu ile temas halinde kullanımına yönelik çalışmalar, genellikle ılıman bölgelerde yapılmış olup, zararlıların çok yoğun olduğu tropik bölgelerde bu tur çalışmalar az sayıda olmuştur [Yalcın, 2009].

Dünyanın birçok ülkesinde denizlerde kullanılan ahşap malzemede deniz zararlıları tarafından oluşturulan tahribatlar üzerine halen araştırmalar yapılmaktadır. Yapılan araştırmalar tahribatın bazı yerlerde oldukça ağır olduğunu göstermektedir. Hindistan'ın Kerela bölgesinde yapılan bir çalışma yılda yaklaşık 1 milyon Rupee (yaklaşık 21657 USD) zarar oluştuğunu ortaya koymuştur [Cheriyan ve Cherian, 1975].

Avustralya'da delici organizmaların ahşap yapılara verdikleri zarar ise yaklaşık olarak yılda 20 milyon dolar olarak tespit edilmiştir [Cookson, 1986].

Amerika'da yapılan diğer bir çalışmada, deniz inşaatlarında kullanılan ahşapta ortaya çıkan zarar 500 milyon dolar olarak tespit edilmiştir [Helsing, 1979].

Ağaç türlerinin gittikçe yok oluşu ve maliyetlerindeki artış, denizde kullanılmak üzere dayanıklı türlerin temininde zorluklar çıkarmaktadır. Bunun için denizde kullanılacak odunların çeşitli kimyasal koruyucular ile emprenye edilmesi veya ağaç malzemenin yüzeyine fiziksel ve kimyasal bariyerlerin uygulanması yoluna gidilmiştir [Eaton, 1985].

Dayanıklı olmayan kerestelerin korunması için çinko veya bakır levhalar, beton ile kaplama [Berkel, 1970] ve fiziksel bariyerler geliştirilmiştir. Fiziksel bariyerler içerisinde en uzun dayanımlı olanlarından birisi plastik bariyerlerdir [Steiger ve Horeczko, 1982; Eaton, 1996].

Los Angeles'te tesis masraflarını azaltmak amacıyla, ahşap direkler üzerinde ısıyla bükülebilen polietilen film kullanılmıştır [Eaton, 1985].

Ağaç malzeme deniz organizmalarına karsı dayanıklılığını artırmak için çeşitli koruyucu kimyasal maddelerle emprenye edilmektedir [Sivrikaya, 2003].

Deniz suyu ile temas halinde, bakır-krom-arsenik (CCA) veya amonyaklı bakır arsenik (ACA) ile emprenye edilmiş ağaç malzemelerin 8 yıllık kullanım suresi içerisinde performansları arasında her hangi bir farklılık olmadığı belirtilmiştir (Eaton, 1989). CCB (Bakır krom bor) ile emprenyeli odunlardan kısa surede bor elementinin çoğunlukla yıkandığı gözlenmiştir [Leightley, 1987].

CCA ile emprenye edilmiş odunda yapılan çalışmada, Sphaeroma ve Limnoria gibi odun delici sınıfına giren kabuklu organizmaların (Crustacean) emprenye maddesinden etkilenmediği gözlenmiştir [Cragg ve ark., 1999].

Pinus radiata ve Pinus elliotti örnekleri körfez ve durgun sularda 8-14 yıl kullanılabilirken gel-git sonunda örnekler üzerinde orta ve ağır derecede bir Sphaeroma tahribatı meydana gelmiştir [Barnacle ve ark, 1986].

Sarıcam, Göknar, Meşe ve Kayın odun örneklerini, kreozot ve CCB ile emprenye ederek İzmit Derince limanı, Mersin ODTU, DBE mendireği ve Trabzon limanında 12 ay sureyle denemeye tabi tutmuştur. Deneme sonunda Marmara Denizindeki örneklerin tahrip edilmediğini, Akdeniz ve Karadeniz'de Meşe odunu dışındaki kontrol örneklerinin tamamen tahrip edildiğini gözlemiş, Meşe kontrol örneklerinin diğerlerine göre daha dayanıklı olduğunu belirtmiştir. Akdeniz ve Karadeniz'deki CCB ile emprenyeli Sarıcam ve Meşe odunlarında 1-2 tur yumuşakça görülmüştür. Akdeniz'deki kontrol örneklerinde odun delici canlılardan Lyrodus pedicellatus, Teredo utriculus ile Bankia carinata tespit edilmiş, Karadeniz'deki kontrol örneklerinde ise sadece Teredo navalis'e rastlanmıştır. Kreozot ile emprenye edilen örneklerde ise tahribata rastlanmamıştır [Bobat, 1994].

3. GENEL BİLGİLER

3.1. Çalışmada Kullanılan Ağaç Malzemeler

Bu çalışmada ağaçişleri endüstrisinde yaygın olarak tercih edilen iğne yapraklı ağaçlardan Sarıçam (*Pinus sylvetsris L*) ve Toros sedir *(Cedrus libani)* ile geniş yapraklı ağaçlardan Sapsız Meşe *(Quercus petreae L.)* ve Anadolu kestanesi (*Castanea Sativa Mill*) odunları kullanılmıştır. Ağaç malzemelere ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

3.1.1. Sarıçam (*Pinus sylvetsris L*)

Diri odunu geniş (yarıçapın üçte biri kadar), sarımsı veya kırmızımsı beyaz, öz odunu ise açık kırmızımsı kahve renklidir. Radyal kesitte yaz odunu birbirine paralel şeritler halinde görülür. Yıllık halka sınırları çok belirli ve hafif dalgalıdır. Radyal ve teğet kesitleri parlak, sık ve geniş reçine kanalları olan yumuşak odunlu bir ağaç türüdür [Örs ve Keskin, 2001]. Sarıçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3,1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Sarıçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri [Bozkurt, 2000]

Yoğunluk	$D_{\circ}$	0.49	gr/cm^3
	D_{12}	0.52	gr/cm^3
Daralma Yüzdesi	β_r	4.0	%
	β_t	7.7	%
	β_v	12.1	%
Elastikiyet Modülü	E-Mod	11.700	N/mm^2
Eğilme Direnci	σ_e	98	N/mm^2
Çekme Direnci	$\sigma_{ç}$	102	N/mm^2
Basınç Direnci	σ_b	54	N/mm^2
Eğil Direnci	a	0.39	kN/cm

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 emprenye edilebilmektedir [Bozkurt ve Erdin, 2000].

Yıllık halka sıraları belirgin olup yaz odunu traheidleri radyal yönde çok yassılaşmış, kalın çeperli, dar lümenlidir. İlkbahar odununda traheidler geniş lümenli ve ince çeperlidir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş oldukça hızlıdır. İlkbahar odunu traheidlerinin radyal çeperlerinde kenarlı geçitler büyük ve tek sıralıdır [Bozkurt ve Erdin, 2000].

Dar yıllık halkalı malzemeden doğramacılıkta, daha geniş yıllık halkalı malzemeden ise binaların karkas kısmında, toprak ve su tahkimatında, kaplama levha olarak ve kontrplakta, mobilyacılıkta, maden direği, tel direği, travers, lif ve yonga levha ile kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır [Bozkurt ve Erdin, 2000].

Sarıçamın dar yıllık halkalı (ince tekstürlü) olanları doğrama ve mobilya elemanlarında daha geniş yıllık halkalı (kaba tekstürlü) olanları ise inşaat sektöründe kullanılmaktadır. Ayrıca kontrplak imalatında, kesme kaplama üretiminde, tornacılıkta, kimyasal odun hamuru elde edilmesinde, uçak ve gemi güverte döşemelerinde, emprenye edildiği takdirde travers olarak, tel direği, maden direği, bayrak direği ve çit kazığı gibi alanlarda da kullanılmaktadır [Göker ve Bozkurt, 1981].

3.1.2. Toros Sediri (*Cebrus Libani A.Richard*)

Toros sedirinin diri odunu sarımsı veya beyaz renk ile öz odunu ise açık sarımsı kahverengidir (Berkel, 1971). Gövde hacmine; diri odunun katılım payı '% 54.46, öz odunun ise % 45.44'dür. Ortalama kabuk kalınlığı 1.29 cm ve ortalama yıllık halka genişliği 1.82 mm' dir [Erdin, 1983].

Toros sedirinin boyuna traheidleri plazma ihtiva etmeyen iki ucu kapalı, ince ve uzun hücre tipleridir. Traheidlerin boyları genişliğinin yaklaşık olarak 90 katıdır. Ortalama uzunlukları 3.194'ının, çapları radyal yönde ilkbahar odununda 34.45 µ, teğet yönde 16.87 µ dur. Komşu hücreler ile arasındaki kenarlı geçitler tek sıralı olup ilkbahar odunu içerisindekilerinin çapları daha geniş ve sayıları daha fazladır. Geçitlerin radyal yöndeki ortalama çapları ilkbahar odununda 18.28 µ, yaz odununda 12.27 µ 'dur. Kenarlı geçitlerin orta kısmını meydana getiren Toros sedirinin kenarları dişlidir. Bu özellik Toros sedirini diğer iğne yapraklı türlerden ayıran önerim1i bir özelliktir [Bozkurt, 2000]. Toros sediri odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.2. de verilmiştir

Çizelge 3.2. Toros sediri odununun fiziksel ve mekanik özellikleri [Bozkurt ve Erdin, 2000]

Yoğunluk	$D_{\circ}$	0.48	gr/cm^3
	D_{12}	0.52	gr/cm^3
Daralma Yüzdesi	β_r	3.3	%
	β_t	5	%
	β_v	9.2	%
Elastikiyet Modülü	E-Mod	7326	N/mm^2
Eğilme Direnci	σ_e	77	N/mm^2
Çekme Direnci	$\sigma_ç$	46	N/mm^2
Basınç Direnci	σ_b	45	N/mm^2
Eğil Direnci	a	0.46	kN/cm

Odun paranşim hücrelerine ender olarak yıllık halka sınırlarında tek tek bazen de bir kaçı bir arada rastlanır. Toros sedirinde normal reçine kanalı yoktur. Yaralanma sonucu meydana gelen reçine kanallarına sık sık rastlanır. Bu tip reçine kanallarına diğer türlerde genellikle boyuna yönde rastlandığı halde Toros sedirinde hem boyuna hem de enine yönde rastlanırlar [Erdin, 1983].

3.1.3. Anadolu Kestanesi (*Castanea Sativa Mill*)

Anadolu kestanesi (*Castanea Sativa Mill*)'nin genel olarak ağaç boyu 25-30 m, gövde orta çapı 1,5 m ve kullanılabilir gövde uzunluğu 6-10 m'dir. Diri odun çok dar (13 mm), gri ile kahverengimsi beyaz; öz odun ise taze halde gri-sarı ile soluk kahverenginde olup kesimden sonra koyulaşır. Yıllık halka sınırları, halkalı büyük traheli oluşu nedeniyle belirgindir. İlkbahar odunu traheleri büyük, enine kesitleri oval, 2-6 sıralı ve tüllerle tıkalıdır. Küçük yaz odunu traheleri genellikle radyal ve diyagonal sıralıdır. Öz ışınları çok ince olup belirgin değildir. Yapısal olarak meşeye çok benzer fakat geniş özışınları bulunmaması ile kolaylıkla meşeden ayırt edilebilinir. Oldukça sert ve orta ağırlıkta, mat dekoratif bir odunu vardır [Bozkurt ve Erdin, 2000]. Anadolu kestanesi odununun fiziksel ve mekanik özelliklerine ait bazı değerler Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Anadolu kestanesi odununun fiziksel ve mekanik özellikleri [Bozkurt ve Erdin, 2000]

Yoğunluk	$D_{\circ}$	0,59	gr/cm^3
	D_{12}	0,63	gr/cm^3
Daralma Yüzdesi	β_r	4,3	%
	β_t	6,4	%
	β_v	11,3	%
Elastikiyet Modülü	E-Mod	8800	N/mm^2
Eğilme Direnci	σ_e	76	N/mm^2
Çekme Direnci	$\sigma_ç$	132	N/mm^2
Basınç Direnci	σ_b	49	N/mm^2
Eğil Direnci	a	0,56	kN/cm

Kurutulması güçtür, çatlama, dönüklük ve kollapsa eğilimlidir. İyi ve kolay işlenir, çok güç yarılır. Yeterli derecede yapıştırılabilir. Fazla tanen nedeniyle metallerle temasta koyu renkler oluşur. Çivi vida tutma kabiliyeti iyidir. Kolay cilalanabilir. Öz

odunu dayanıklı, su altında kullanıldığında çok dayanıklı, diri odunu böceklere karşı hassastır. Öz odunu çok güç emprenye edilmektedir [Bozkurt ve Erdin, 2000].

3.1.4. Sapsız Meşe (*Quercus petreae L*)

Diri odunları dar, sarımsı beyaz renkte, öz odunları sarımsı kahve renklidir. Yıllık halka sınırları belirli, ilkbahar odununda büyük traheler birkaç sıra halinde, gözenekli bir halka teşkil ederler. Yaz odunu daha koyu renktedir. İletim dokuları radyal kesitte ve teğet kesitte çizikler halinde görülür. Enine kesitte merkezden çevreye doğru uzanan öz ışınları, biçilmiş parça yüzeyinde parlak aynalar halinde görülür. Yaz odunu traheleri, ilkbahar odunu trahelerini hemen takip etmeyip bir boşluk bulunur. Yaz odunu traheleri aynı irilikte olup, radyal yönde daha geniş, açık renkli şeritler teşkil eder [Bozkurt ve Erdin, 2000].

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. Kullanım yerinde stabilitesi orta derecededir [Bozkurt ve Erdin, 2000]. Sapsız meşe odununun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.4' de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Anadolu kestanesi odununun fiziksel ve mekanik özellikleri [Bozkurt ve Erdin, 2000].

Yoğunluk	$D_{\circ}$	0.67	gr/cm^3
	D_{12}	0.69	gr/cm^3
Daralma Yüzdesi	β_r	5.08	%
	β_t	9.18	%
	β_v	9.18	%
Elastikiyet Modülü	E-Mod	14.51	N/mm^2
Eğilme Direnci	σ_e	11300	N/mm^2
Çekme Direnci	$\sigma_{ç}$	118	N/mm^2
Basınç Direnci	σ_b	88	N/mm^2
Eğil Direnci	a	60	kN/cm

Trahelerin tüllerle tıkalı olması sıvıların geçmesini engellediği için konyak, şarap ve bira fıçılarının yapımında ideal bir malzemedir. Masif olarak mobilya, küçük gemi yapımında, doklarda, limanlarda, su içi inşaatlarda, vagon yapımında ve toprakla temas eden her çeşit kullanım yerinde değerlendirilir. Yüksek kalite marangozluk işlerinde, oymacılık, parke, karoser yapımı ve kesme kaplama levhaları olarak mobilya ile lambrilerde kullanılır [Bozkurt ve Erdin, 2000].

3.2. Ağaç Malzemenin Özellikleri

Ağaç malzemenin yaklaşık 10.000 civarında kullanım yeri bulunduğu bildirilmektedir [Örs ve Keskin, 2001]. Ağaç malzemenin bu kadar çok kullanım yeri bulunmasının nedeni anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır [Bozkurt ve Erdin, 1997].

Ancak kullanım yerinde ölçü, biçim ve kalite bakımından uygun ağaç malzemenin kullanılması gereklidir [Bozkurt ve Göker, 1986]. Bu amaçla uygun malzeme seçimi, standartların göz önüne alınması, mühendislik, ustalık ve deneyim gibi konuların değerlendirilmesi büyük önem taşır [Bozkurt ve dig., 1993].

Ağaç malzemenin havanın bağıl nemi ve sıcaklığına bağlı olarak çalışması, mantar etkisi ile çürümesi, böcekler tarafından tahrip edilmesi, fiziksel, mekanik ve kimyasal etkiler ile ateşe karşı sınırlı dayanımı vb. çeşitli kullanım yerlerinde arzu edilmeyen ve sakıncalı sayılabilecek bazı olumsuz özellikleri bulunmaktadır [Sönmez, 2000].

Kullanım yerlerinde, ağaç malzemenin sakıncalı özelliklerinin giderilmesi, ağaç malzemenin, servis koşullarında kendinden beklenen maksimum yararlanma süresinin sağlanması bakımından oldukça önemlidir. Bunun yanında; çoğu zaman kullanım yerinde ağaç malzemenin kendinden beklenen performansı göstermemesi sonucunda, yenisi ile değiştirme için harcanan zaman ve işçilik masraflarının yüksekliği ağaç malzemenin kullanım yerlerinde istenmeyen bazı olumsuz özelliklerini iyileştirici işlemlerin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır [Berkel, 1972].

3.2.1. Ağaç Malzemenin Anatomik Yapısı

Yüzey işlemlerinde boyanacak veya saydam renklendirilecek ağaç malzeme sağlıklı ve düzgün olmalıdır. Reaksiyon odunu, eğri büyüme, lif kıvrıklığı gibi kusurlara sahip ağaç malzeme yüzey işleminden sonra değişen hava koşullarında kullanıldığında yüzey işlemini olumsuz etkilemektedir. Uygun olmayan koşullarda bekletilen ağaç malzemede, önce lekelenmeler daha sonra ise çürüme ve ardaklanmalar ortaya çıkabilmektedir. Lekeli, çürük ve ardaklanmış kısımlar boya ve verniği dengeli şekilde alamamaktadır. Uzun süre beklemiş ağaç malzemede renk farklılıkları dıştan zor fark edilmektedir. Mantar tahribatı sonucu ortaya çıkan renk kusurları, çürükler ve ardaklar yüzey işlemi ile tamamen giderilmediğinden biçme sırasında uzaklaştırılmalarında yarar bulunmaktadır [Kurtoğlu, 2000].

Ağaç malzemenin esasını oluşturan yıllık halkalar içerisinde ilkbahar ve yaz odunu olmak üzere iki değişik tabaka bulunmaktadır. Ağaç malzemenin üst yüzey işlemi uygulanacak yüzeyleri ise radyal ya da teğet biçilmiş olabilir. Radyal yüzeylerde ilkbahar ve yaz odunu tabakaları dar şeritler halinde bulunurken, teğet yüzeylerde bir yıllık halkadaki ilkbahar ve yaz odunu tabakaları geniş alanlar kapsamaktadırlar. Bu kısımlar, yüzey işlemi sistemini tutma bakımından farklı özelliklere sahip

bulunduklarından önem kazanmaktadırlar. Çünkü yüzey işleminin nüfuzu bakımından farklılıklar yaratmakta ve yaz odunu üzerindeki yüzey işlemi tabakası dış koşullardan (yağmur ve güneş) daha fazla etkilenerek çabuk dökülmektedir. Bundan dolayı radyal biçilmiş yüzeyler yüzey işlemi sistemini daha iyi tutarlar. Yapraklı ağaçların bazılarında mevcut traheler büyük çaptadırlar ve bunlar sıvı taşınmasında önemli rol oynamaktadırlar. Ayrıca iğne yapraklı ağaçlar daha iyi boya tutmaktadırlar [Kurtoğlu, 2000].

3.2.2. Ağaç Malzemenin Rutubeti

Rutubet ağaç malzeme içerisinde hücre çeperinde ve hücre boşluklarında bulunmaktadır. Odunda % 25-30'dan daha fazla su var ise çeperle birlikte, hücre boşluklarında rutubet var demektir. Lif doygunluğu noktası (LDN) denilen % 25-30 rutubetin altındaki ağaç malzemede çalışma adı verilen daralma ve genişlemeler meydana gelmekte, bu da yüzey işlemi katmanında çatlamalara neden olmakta ve yüzey işlemi sistemi kısa sürede dökülmektedir. Bundan dolayı yüzey işlemi uygulanacak malzemenin kullanım yeri koşullarına uygun rutubete kadar kurutulmuş olması gerekmektedir. Böylece dış maksatlarda kullanılacak ağaç malzemenin rutubetinin % 15-18, iç maksatlarda kullanılacak malzemenin ise % 10-12 rutubette olması uygun düşmektedir. Fazla kurutulmuş bir malzeme atmosferden rutubet alacağı için ölçülerinde genişleme olur ve üzerindeki yüzey işlemi tabakası çekme gerilmeleri etkisi altında kalır. Yüzey işlemi katmanında yırtılma olur. Yas haldeki bir malzeme ise kuruyacak olursa ölçülerde küçülmeler meydana geleceği için yüzey işlemi tabakasında kabartılar oluşarak, malzemenin ek yerleri açılır. Rutubet alışverişi ilkbahar ve yaz odununda farklı daralma ve genişlemelere neden olarak yüzey işlemi tabakasının bozunmasına yol açar. Yüzey işlemi sisteminin uygulanması sırasında ağaç malzeme yüzeyinin kaplanmasından önce, ıslatma ve ağartma gibi hazırlık işlemleri sonunda ağaç malzemenin artan rutubetinin uzaklaştırılması şarttır. Ağaç malzeme yüzeyi rutubetli ise yüzey iyi boya almamakta ve renk açık olmaktadır. Ayrıca malzeme yüzeyinde engebeler oluşmaktadır. Özellikle selülozik astar boyalar ve nitroselülozik vernikler rutubetten olumsuz etkilenmektedir [Kurtoğlu, 2000].

Atmosferik koşullara bırakılan odun da, havanın rutubet miktarındaki değişiklikler nedeni ile çalışma ve bunun sonucu çatlama ve sekil değişikliği gibi ıslanabilirliği etkileyen kusurlar oluşur. Odunu değişik atmosferik şartlara karsı etkili şekilde korumak için, rutubeti engelleyici yüzey işlemi sistemleri ile odunun bütün yüzeylerinin kaplanması gerekir [Bufkin ve Wildman, 1980].

Yüzey işlemi uygulaması sırasında ortalama odun rutubetinin önemli olması yanında, yüzeydeki katmanın korunması için ağaç malzeme içindeki, örneğin; güneş etkisiyle ortaya çıktığı gibi olası rutubet değişmeleri de önemlidir. Ağaç malzeme yüzey işlemlerinde rutubet nedeniyle birçok kusur ortaya çıkmaktadır. Bu ise rutubetin malzemenin bazı kısımlarında yoğunlaşmasıyla oluşmaktadır. Su ve su buharı ağaç malzeme içinde rutubetin lif doygunluğu rutubet noktasına yakın olması durumunda büyük bir tehlike oluşturmaktadır [Kurtoğlu, 2000].

Ağaç malzemenin yüzeyinde uygulanan her koruyucu önlem ağaç malzemenin rutubetini de etkilemektedir. Sentetik reçine ve belirli odun koruyucu emprenye maddeleri ağaç malzemenin kapileritesini değiştirmekte, suyun iletilmesini tamamen veya kısmen ortadan kaldırmaktadır. Kural olarak bu etki, dıs kullanımda arzu edilmektedir. Çünkü işlem görmemiş ağaç malzemede görülen suyun hızlı akısı azalmaktadır. Odun çabuk rutubet alırsa daha sonra mevcut kapilarite suyun dağılmasını etkilemekte, bu nedenle rutubetli emprenye edilmiş ağaç malzeme, rutubetli ilsem görmemiş ağaç malzemeye göre daha yavaş kurumaktadır [Kurtoğlu, 2000].

Ağaç malzeme üzerinde katman oluşturan yüzey işlemlerinde, su buharı difüzyonu, oldukça etkili olarak önlenmektedir. Bu etki boyut değiştirmemesi gerekli yapı elemanlarında özellikle önemlidir. Yüzey işlemi görmemiş ağaç malzeme dışarıdan periyodik olarak rutubet almakta veya vermektedir. Bunun sonucunda da daralma ve genişleme ile ağaç malzemede çatlaklar oluşmaktadır [Kurtoğlu, 2000].

Ağaç malzeme yüzey işlemlerinde, özellikle oldukça düşük katman kalınlığı nedeniyle, katmanın zarar görmesi halinde, ağaç malzemenin homojen olmayan

yapısından kaynaklanan çalışma farklılığı yüzünden kaçınılmayan kusurlu kısımlar ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemenin geçirgen olması ve emme kabiliyeti nedeniyle, hatalı yerlerden yüzey işlemi katmanına nüfuz eden rutubet ağaç malzemeye ve özellikle yüzey işlemi katmanı ile ağaç malzeme arasında hareket ederek yüzey işlem katmanının bağlantısını tahrip etmektedir [Kurtoğlu, 2000].

3.2.3. Ağaç Malzemenin Kimyasal Yapısı

Odundaki hücre çeperi temel bileşenlerinin selüloz, polyoz (hemiselüloz) ve lignin olduğu, yan bileşenlerini de ekstraktif maddelerin (reçine, tanen, boyalı maddeler vb.) oluşturduğu açıklanmıştır. Bu bileşenlerin ağacın yoğunluğunu, rengini, çalışmasını etkilediği; ayrıca organik yapısının değişmesine de; enzimlerin, kimyasal yapı bileşenlerinin ve elektromanyetik radyasyonların neden olduğu bildirilmiştir [Black ve dig., 1979]

Ilık bölgelerde yetişen ağaç türü odununun yaklaşık % 97-99'u organik maddelerden meydana gelirken; geri kalan diğer kısım anorganik maddelerden oluşmaktadır. Tropik odunlarda ise bu oran % 90'lara kadar inebilmektedir. Odunun yaklaşık % 65-75'i polisakkaritlerden meydana gelmektedir [Fengel ve Wegener, 1984].

Selüloz

Odunda en fazla bulunan bileşendir. İğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunlarının yaklaşık olarak yarısını oluşturmaktadır. B-D-glikoz birimlerinden meydana gelmiş doğrusal yapıda bulunan bir polimerdir [Fengel ve Wegener, 1984].

Selüloz moleküllerinin düz yapı oluşturduğu kısımlar kristal bölgelerdir ve bu bölgelere çözücülerin nüfuz etmesi oldukça zordur. Buna karşılık daha düzensiz olan amorf bölgelere çözücülerin girmesi, çözünme reaksiyonları oluşturmaları ve selülozu parçalamaları çok daha kolaydır [Sjostrom, 1993].

Lignin

Odunda önemli yer tutan makro moleküllü bir bileşendir. Yapısı polisakkaritlerden çok farklıdır. Yapı tası olarak aromatik fenil propan birimleri içerirler. İğne yapraklı ağaç odunları; yapraklı ağaç odunlarına göre daha fazla lignin içermektedir. Kimyasal bileşim olarak da aralarında farklılıklar gösterirler. Lignin hücre çeperinde orta lamelde (S1) ve sekonder çeperde daha fazla bulunmaktadır. Hücre çeperinin gelişmesi sırasında hücre çeperine yerleşen en son bileşendir [Fengel ve Wegener, 1984].

Polyozlar (Hemiselüloz)

Odunda selülozdan sonra yer alan önemli polisakkaritlerdir. Hücre çeperinde selüloz ile sıkı bir ilişki içerisinde bulunur. Polyozların yapı taşları olarak, heksozlardan; mannoz, glikoz ve galaktoz, pentozlardan ise; ksiloz ve arabinoz bulunmaktadır. Bazı polyozlar ilave olarak üronik asitler içermektedir. Yapraklı ağaç odunları daha fazla polyoz içermelerinin yanı sıra; şeker bileşimi açısından da iğne yapraklı odunlara göre farklılıklar gösterirler [Fengel ve Wegener, 1984].

Ekstraktif Maddeler

Odun hücre çeperinde, temel bileşenlerin yanı sıra çok çeşitli bileşikler yer almaktadır. Bu bileşikler "Odun Ekstraktif Maddeleri" olarak adlandırılmaktadır. Odunda çok az bulunmalarına karsın; odunun özellikleri ve kalitesi üzerinde önemli etkide bulunmaktadırlar. Bu bileşenler çok farklı kimyasal yapıdaki bileşikleri içerdiği için sınıflandırılmaları oldukça güçtür. Basit bir sınıflandırma ile organik ve anorganik bileşikler olarak ayrılabilirler. Organik bileşikler ekstraktifler olarak adlandırılır iken anorganik kısım kül olarak elde edilir [Fengel ve Wegener, 1984].

Odun ekstraktifleri genellikle organik çözücüde ve su içerisinde çözünmesine göre sınıflandırılırlar. Terpenler, aromatik (fenolik) bileşikler, alifatik bileşikler, alkoller ile diğer mono ve disakkaritler organik bileşikleri oluşturur. Anorganik elementler

ise; potasyum, kalsiyum ve magnezyumdur. Tropikal odunlarda silisyum gibi farklı elementlerde bulunabilmektedir [Fengel ve Wegener, 1984].

Yüksek oranda reçine içeren kızılçam, karaçam, melez gibi ibreli ağaç türlerinde reçine, sıcaklığın etkisiyle yüzeye çıkarak lekeli bir görünüm ortaya çıkarmaktadır. Reçine üst yüzey işlemlerini olumsuz etkilemektedir. Reçine içeren ladin odunu ile reçine içermeyen göknar odununu, verniklemede birbirine uymayan dengesiz renklerin ortaya çıkmaması için birlikte kullanılmamasına özellikle dikkat gösterilmelidir. Çam ve melez dışında yerli ibreli ağaç türlerimize yüzey işlemi uygulanmasında reçine bakımından yüzeyde problem yoktur. Göknar hariç diğer ibreli ağaç türlerinde bulunan reçine keseleri yüzey işlemi için uygun bulunmamakta, uzaklaştırılması veya yamanması gerekmektedir. Küçük lokal reçine keseleri çözelti sıvıları ile uzaklaştırılabilmektedir. Çıralaşmış geniş yüzeylerde ise yüzey işlemi uygulaması doğru bulunmamaktadır [Kurtoğlu, 2000].

Bir ışık kaynağının altında sertleşen reçinede, sürekli eriyik halinde kalma eğiliminden dolayı yüzeyde mikro çatlaklar oluşur. Oluşan çatlaklar özellikle dammar ve akrilik reçinede yüzey parlaklığı düşüşüne neden olur. Eğer her iki reçine doğal ışık ortamında incelenirse, akrilik reçineye göre dammar reçinede daha geniş çatlaklar oluştuğu gözlenir. Fakat yaslandırmanın devamında dammar reçinede oluşan aşırı gevreklik tam olarak açıklanamamaktadır [Feller, 1994].

3.3. Dış Faktörlerin Ağaç Malzemede Yaptığı Bozunum (Degradasyon)

Uygun koşullar sağlandığında odun dayanıklı bir malzeme olup yüzyıllar boyunca kullanılabilir. Örneğin, Hz. İsa'dan 14 yüzyıl önce yaşamış olan Mısır Firavunu Tutankhamen'in mezarındaki odundan yapılmış eşyaların hiç bozulmamış oldukları görülmektedir. Yine Kastamonu Merkez Kasaba köyünde 1300'lü yıllarda yapılmış olan camiinin ahşap kısımları bozulmadan günümüze kadar gelmiştir. Ancak, biyolojik yapısından ve estetik özelliklerinden dolayı ağaç malzeme herhangi bir koruyucu ile muamele edilmediği takdirde açık hava koşullarından, fotooksidativ degradasyondan ve asit yağmurlarından etkilenmektedir [Kılıç ve Hafızoğlu, 2007].

Açık hava etkisi (weathering) ağaç malzeme için önemli bir risk faktörüdür. Bu etkiler; ışık (UV, IR), rutubet (yağmur, kar, nem, çiğ), mekanik güçler (rüzgar, kum, kir) ve sıcaklık etkisidir. Bu etkiler neticesinde ağaç malzemenin renginde, kimyasal ve fiziksel yapısında bazı değişmeler meydana gelmektedir [Temiz, 2005].

Ağaç malzemenin işlendikten ve son ürün haline dönüştürüldükten sonra kullanım yerlerinde kendisi için en sakıncalı sayılabilecek etkenler, açık hava şartları olarak da nitelendirilen; sıcaklık, nem, güneş ışığının değişik dalga boyları ve UV radyasyonu ve bunların mevsimlere göre değişmesidir [Feist, 1990].

3.3.1. Dış Ortam Faktörleri

Oduna dış ortamda zarar veren birtakım etkiler vardır. Bu faktörler odun yüzeyine bir takım zararlar verir. Bunlar; yağmur, kar, rutubet, solar radyasyon vb. odun yüzeyinde çok büyük yapısal ve kimyasal değişimler oluştururlar. Aynı zamanda yıllar boyunca yeni hava faktörleri ortaya çıkar ve atmosferik kirlenmeden dolayı zayıflayan ozon tabakasından zararlı UV ışınları v.b. maddeler geçer ve hava kirliliğinin de etkisi ile sülfir dioksit, nitrojen dioksit meydana gelir. Hava faktörleri genel olarak nem, ışık, asit tortusu ve sıcaklık olarak kabul edilir [Williams, 1987].

Rutubet

Ağaç malzeme daima bünyesinde su bulundurmaktadır. Malzeme içersindeki rutubet miktarı, kullanım yerinde fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikler üzerinde önemli derecede etkili olmaktadır. Ayrıca, işlenme, kurutma, emprenye edebilme kabiliyeti ve kalori değeri rutubetle değişiklik göstermektedir. Bundan başka, malzeme içersindeki rutubet miktarı, renk değiştiren ve çürüklük yapan mantarlar için önem taşımaktadır. Mantarların arız olduğu en düşük rutubet miktarı %20, bazı hallerde %18 dir [Bozkurt ve ark., 1993].

Ağaç malzemede su alıp verme, yani daralma ve genişleme higroskopik sınırlar arasında değişmekte ve pratikte bu olaya "çalışma" adı verilmektedir. Daralma ve genişleme üç anatomik yönde değişik miktarlarda olmakta, boyuna radyal ve teğet yönler arasında genellikle 1:10:20 oranı bulunmaktadır. Yerli ağaç türlerimizde ortalama daralma değerleri aşağıda verilmiştir.

- Boyuna yönde daralma : %0,4
- Radyal yönde daralma: %4
- Teğet yönde daralma: %8
- Hacmen daralma: %12

Teğet daralmanın radyal daralmaya oranı daralma anizotropisi olarak bilinmektedir. Bu değer ağaç malzemenin kullanış yerindeki stabilitesi ile yakından ilgilidir. Bir ağaç türünün kullanış yerinde stabilitesinin iyi olması teğet ve radyal yöndeki daralmalar arasındaki farkın azalmasına bağlıdır [Bozkurt ve ark., 1993].

Odunda çalışma ve beraberlerinde getirdiği etkiler ile çarpılma, çatlama ve ıslanabilirliği sağlayan benzeri kusurlar rutubet miktarındaki değişiklikle oluşur. Odunda bu gibi değişiklikler her zaman odunun değişik atmosferik şartlara karşı etkili koruma ve rutubeti engelleyici etkisi bulunmamasından kaynaklanır. Rutubet tesiriyle odun diğer yabancı tesirlere karşıda etki altında bulunmaktadır [Banks ve Miller, 1982].

Odunda rutubet miktarı, direnç üzerinde de önemli derecede etkili olmaktadır. Rutubet arttıkça direnç özellikleri, elastik özellikleri ve ısı iletim katsayısı azalmaktadır. Rutubetin %1 artması ile basınç direncinde %5, eğilme direncinde %4, çekme direncinde %3 oranında azalma olmaktadır. Odunsu hücrelerin içerisine serbest suyun dolması, boyutlarda ve dirençte herhangi bir değişmeye neden olmamaktadır [Bozkurt ve ark., 1993].

Rutubet oranı emprenye kalitesini etkileyen bir faktördür. Emprenye edilecek ağaç malzemenin hücrelerinin içi boş olmalıdır. Çünkü rutubet odunda boşluk hacmini azaltmaktadır. Yeni kesilen ağaç içersinde rutubet miktarı fazla olduğundan, arzu edilen emprenye maddesi absorbsiyonu sağlanamamaktadır. Lif doygunluğu noktası altındaki rutubet miktarının artışı ise genellikle gaz permeabilitesini artırmaktadır. Ancak lif doygunluğu noktasında odun hiç gaz geçirmemektedir. Hangi rutubet miktarının en iyi emprenye maddesi nüfuzu sağladığını tespit etmek için yapılan araştırmalar sonunda; emprenye maddesi türüne göre değişmekle beraber lif doygunluğu noktası altındaki rutubet değerlerinin en iyi olduğu sonucuna varılmıştır [Bozkurt ve ark., 1993].

Dış ortama bırakılan odun üzerinde suyun etkisi çok önemlidir. Odunun rutubeti % 12- lif doygunluğu noktası (LDN) arasında %1 arttıkça çekme direnci %3 azalır [Örs, Keskin, 2001].

İki ay dış ortama bırakılan sarıçam odununda %10-30 çekme direnci, %20-60 oranında sertliğinde azalma olmuştur. Ihlamur odununda bu oran büyüktür. %20–60 çekme direncinde, %80' de sertliğinde azalma olur. İlave olarak 18 ay boyunca dış ortama bırakılan sarıçam odununun çekme direncinde %60, ıhlamur odununda ise %80 azalma olmuştur. Her iki örnek türü de periyodik olarak sertliklerinde oran olarak %90 azalma olmuştur. Doğal olaylar sonucu fiziksel ve kimyasal yapının bozulmasıyla odunda direnç kaybolur, odun yüzeyinde boya ve diğer koruyucu kaplanmış maddeler odunun bu direnç özelliklerini önemli derecede muhafaza eder [Banks ve Miller, 1982].

Asit depolama

Güneşin radyasyon etki şiddeti özellikle yaz aylarında odunun bozunumunda önemli rol oynar. Kış aylarında ise odun yüzeyindeki bozunum derecesinde, çeşitli nedenlerden dolayı atmosferdeki sülfirdioksit oranının artması gösterilmektedir [Bravery ve ark., 1981]. Williams [1987], değişik odunlar üzerinde yapmış olduğu çalışmalarda Ksenon cihazını kullanarak asidin yüzey erozyonu üzerindeki etkisini

araştırmıştır. Test örnekleri hava etkisi cihazında periyodik aralıklarla farklı pH derecelerinde sülfirik asit ve nitrik asit ile muameleye tabi tutmuştur. Kontrol grubu ile yapılan karşılaştırmalarda pH =3' de asit ile muamele görenlerde erozyon %10, pH=3,5' de %4 ve pH= 4 ile muamele edilenlerde erozyon görülmemiştir. pH dereceleri bir dereceye kadar korumaktadır. Çünkü doğal atmosferik koşullarda asit yağmurundaki asit yoğunluğunun etkisi ile oluşan bozunum, yüzey koruyucu işlemi görmüş materyallerde ilk önce koruyucu tabakada (vernik, boya v.b) görülebilmektedir. Malzemenin bozunum derecesi koruyucu maddenin performansına bağlıdır.

UV ışınlarının etkisi

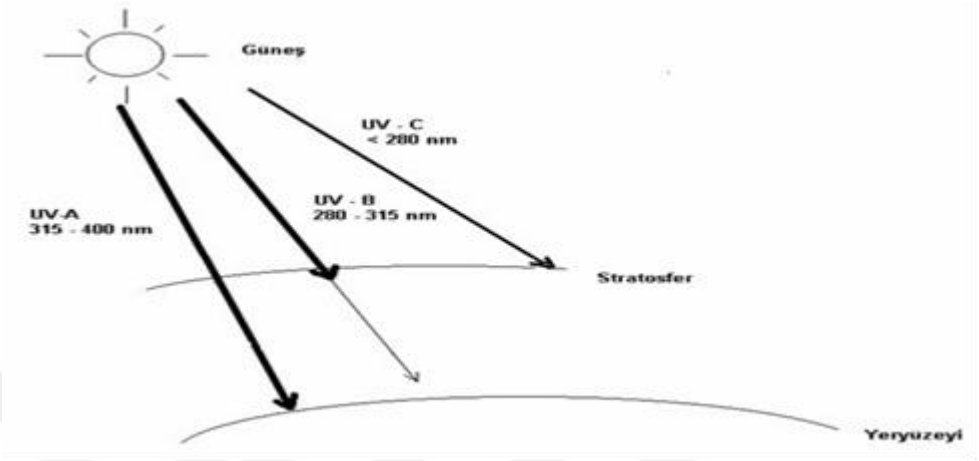
Güneş ışığı 280-3000 nm dalga boyları arasında yeryüzüne ulaşmaktadırlar. Bunun 290 ile 400 nm arasındaki dalga boyuna sahip olanlar, UV ışınları olarak adlandırılmaktadır. Yapısında, yaklaşık %6 ultraviole radyasyon (UVR) bulunmaktadır. Çizelge 3.5'de ışınların cinsleri ve yoğunlukları görülmektedir [Yıldırım, 2006].

Bir yüzey tarafından normal olarak absorbe edilen UV, yüzeyin ışının etkisinde kalma oranı olarak ölçülebilir.

Çizelge 3.5. Radyasyon yoğunlukları ve sınıflandırılması (yazın normal düşme açısında) [İşmal, 2002]

Dalga boyu Kısmı (nm)		**Radyasyon Şiddeti (W/m^2) (%)**			**Ortalama Foton Enerjisi (kJ/mol)**
UV-B ışınları	280-320	5	0,5	6,1%	400
UV-A ışınları	320-360	27	2,4	6,1 %	350
	360-400	36	3,2	6,1 %	315
Görülebilen ışınlar	400-800	580	51,8		200
IR ışınları	800-3000	472	42,1		63

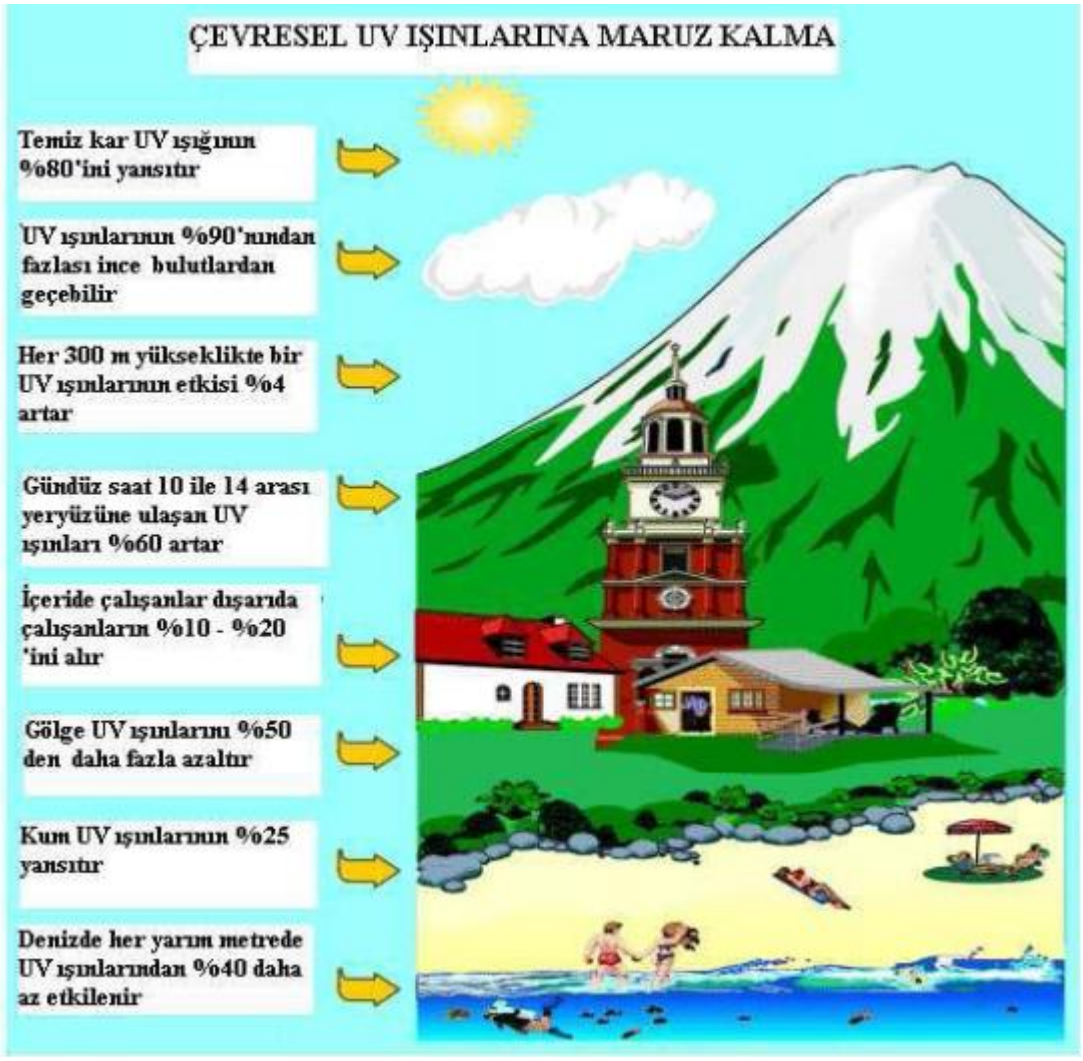
UV ışınları UV- A, UV- B ve UV- C olmak üzere üç tiptir. Ultraviyole radyasyon ve atmosfer etkileşimi Şekil 3.1 görülmektedir.



Şekil 3.1. Ultraviyole radyasyon ve atmosfer etkileşimi [www.meteoroloji.gov.tr / 2013]

UVA (315-400 nm): Ozon tabakası tarafından filtre edilmez.
UVB (280-315 nm): Ozon tabakası tarafından kısmen filtre edilir
UVC (100-280 nm): Atmosferdeki oksijen ve ozon tarafından tamamen absorblanır.
Büyük ölçüde tahrip eden çok yüksek enerjili UVC ışınları (280 nm'den küçük) ise, atmosferdeki ozon tabakası tarafından filtre edilir ve dünyaya ulaşamazlar [İşmal, 2002].

Yeryüzüne ulaşan UV radyasyonunun %94 'ü UVA ve geri kalan % 6 UVB dir. Yeryüzüne ulaşan UV ışınlarının miktarını etkileyen faktörler Şekil 3.4'de görülmektedir.



Şekil 3.2. UV Radyasyonu etkileyen faktörler [Yıldırım, 2006]

Dış ortama bırakılan odunda fotokimyasal bozunma, güneş ışığının da etkisiyle odun yüzeyinde hızlıca meydana gelir. Dış ortama bırakılmış odunda başlangıçta renk değişimi sarımsı ve kahverengi iken, gittikçe kül rengine dönüşür. Bu renk değişmeleri odun yüzeyindeki hücrelerin lignin yapılarının bozunmasından kaynaklanır [Hon, 1983; Derbyshire ve Miller, 1981; Miller, 1980]. Yüzeyde değişim tam manasıyla çok ilginçtir. Odunda bu değişim 0,05 – 2,5 mm derinlikte de meydana gelir. Odunda kimyasal değişme güneş ışınlarının özellikle UV ışınlarının etkisiyle olur ve özellikle lignin yapısının tahribata uğramasıyla da sonuç olarak renk değişimi meydana gelir [Miller, 1980; Raczkowski, 1980].

Odunda direnç azalmasıyla ışık arasındaki ilişki, ışık ligninin polimerizasyon yapısını ve hücre duvarlarını oluşturan bileşenlerin bozunmasına sebep olur. Sonuç olarak odunun mikro yapısı bozunur. Dış ortamda iki önemli faktör güneş ışığı ve su farklı zamanlarda çok büyük etkiler meydana getirirler. Odunun bozunması dış ortamdaki klimatik şartlarla ilgili ve önemlidir. Örneğin dış ortamda odun ışık etkisine maruz kalırken diğer yandan yüksek nemin, yağmur, çiğ, ıslanma ve diğer klimatik şartlar içindedir. Bir araya gelmiş elementlerin hareketi farklı yollarla bozunma yapar, ışık bozunmayı hızlandırır, suda odunu etkiler [Raczkowski, 1980].

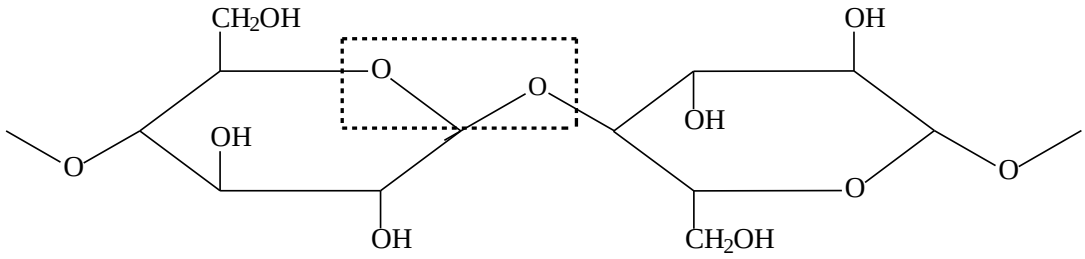
UV ışın etkisi ile ağaç malzemede meydana gelen kimyasal değişimler

Tüm odun bileşenleri, UV ışınlarının etkisine maruz kalabilmektedir. Ağaç malzemenin UV ışığını absorplama etkisi incelendiğinde ligninin %80-90 karbonhidratların %5-20 ve ekstraktiflerin %2 oranında UV ışınlarını absorplama kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ağaç malzemenin ultraviole bozunumu, serbest radikallerin oluşumu ve fenolik hidroksillerin oksidasyonu ile başlamakta ve bunun sonucunda ağaç malzemedeki metoksil ve lignin içeriğinde bir düşme, karboksil ve asidite oranında da bir yükseliş meydana gelmektedir [Liu, 1997; Fenkel ve Wegener, 1984; Feist ve Hon, 1984; Müler ve ark., 2003].

Ağaç malzemenin foto oksidasyonu ve delignifikasyonunun belirlenmesi için yaygın olarak UV-Vis ve Infrared spektrum kullanılmaktadır [Grelier ve ark., 2000; Pastore ve ark., 2004; Liu ve ark., 1994; Pandey ve Pittman, 2002]. Ultraviole etkisine bırakılan ağaç malzemenin FTIR spektrum sonuçlarında karbonil gruplarında fazlalaşma görülürken, ligninin absorpsiyon piklerinde kademeli olarak azalma meydana gelmektedir. Karbonil gruplarının yükseliş göstermesi, selüloz ve ligninin oksidasyonu sonucu meydana gelirken, lignin içeriğindeki düşüşün sebebi ise; ligninin ultraviole etkisi ile bozunumu ve çözülebilir bozunma ürünlerinin yağmur etkisi ile ağaç malzeme yüzeyinden uzaklaşması olarak gösterilmektedir [Feist ve Hon, 1984].

Ultraviole ışın etkisine bırakılan selülozun bozunumu ile ağırlık kaybı, α-selüloz içeriği ve polimerizasyon derecesinde azalmalar görülür. Yapılan bir çalışmada, 185 ve 253,7 nm arasındaki dalga boylarında ultraviole etkisine bırakılan selülozun da bozunuma uğradığı tespit edilmiştir. Bu değerden daha düşük dalga boylarında, hidrolitik zincir soyulmasıyla aldehit gruplarının ortaya çıktığı, daha yüksek dalga boylarında ise; oksijen katılmasıyla bozunuma neden olan peroksit gruplarının oluştuğu belirlenmiştir. Ultraviole ışın etkisine bırakılmış selülozun çözünebilir bozunma ürünleri incelendiğinde; glikoz, sellobioz, sellotrioz, ksiloz, ksilo-oligomer, arabinoz ve 3-β-D-glikosiz-D-arabinoz gibi bileşiklerden oluştuğu tespit edilmiştir [Fenkel ve Wegener, 1984]. Selülozun uçucu bozunma ürünleri ise; asetaldehit, propinaldehit, metil formia, aseton, metanol, etanol, metan ve etandır. Selülozun ışın bozunumunda karbon-oksijen, karbon-karbon bağlarının ayrılması için 340-390 kj/mol bir enerjiye gereksinim duyulmaktadır. Bu enerji seviyesi, 340 ve daha düşük ultraviole ışığının dalga boylarında (350 kj/mol) sağlanabilmektedir. Bu dalga boylarında selüloz ve diğer polisakkaritlerde meydana gelen ışın degredasyonun ve absorpsiyonun belirlenmesi kolay değildir. Çünkü selüloz 200–400 nm dalga boyu aralığında belirgin absorpsiyon göstermemektedir. Absorpsiyonun meydana geldiği kromoforlar, hidroksil, karbonil, karbonil grupları veya glikoz birimlerinde ki C1'deki asetal grupları olarak kabul görmektedir (Şekil 3.3) [Fenkel ve Wegener, 1984].



Şekil 3.3. Selüloz molekülündeki muhtemel kromoforik grup

Elektron spin resonance metodu (ESR) ile yapılan çalışmalar göstermiştir ki odun, güneş ışığı, florasan ışığı ve yapay UV ışığı ile kolayca etkileşerek serbest radikalleri oluşturur. Ortamda havanın bulunması radikal sayısını artırır. Serbest radikal sayısına

etken diğer bir faktörde odundaki rutubet miktarıdır. Odunun içine nüfuz ederek genişlemesine neden olan su molekülleri ışığın bu noktalara penetrasyonunu sağlayarak radikal oluşum oranlarını artırır [Temiz, 2005]. UV ışınının oduna nüfuzu 75 µm'den daha derin değildir. Görünür ışık ise 200 µm kadar nüfuz etmektedir. 400–700 nm dalga boyundaki görünür ışık odundaki kimyasal bağları koparamaz çünkü 70 kcal/mol'den daha az bir enerjiye sahiptir [Willams, 2005].

Odun ana bileşenlerinden ligninin iyi bir UV absorplayıcısı olduğunu daha önce değinilmişti. Bu özelliği nedeniyle açık hava koşullarına maruz bırakılan odunda ilk bozulan madde lignin olmaktadır. UV ışınları ile bozunan lignin yağmur suları ile yıkanarak ağaç malzemeden uzaklaşmaktadır. Hidrofobik özelliğinden dolayı hemiselülozlar da ligninle birlikte yıkanmaktadır. UV ışınının selüloza etkisi ise ağırlık kaybı, α-selünoz miktarının ve DP derecesinin azalması şeklinde kendisini gösterir. DP değeri ilk saatlerde 2000'den 600 değerine ve 16 saat sonra ise 300 değerine düşmektedir [Fengel ve Wegener, 1984]. 30 yıl süre ile açık hava şartlarına maruz bırakılan çeşitli iğne yapraklı ve yapraklı türlere ait selüloz ve lignin miktarlarındaki değişim çizelge 3.6'da verilmiştir. Gri bir renk alan dış tabakada lignin miktarı ortalama %3 oranında azalmıştır.

Çizelge 3.6. 30 yıl süre ile açık hava şartlarına maruz bırakılan odundaki bileşenlerin miktarı [Feist, 1990]

Ağaç Türleri		Farklı Hücre Tabakalarında Odun Ana Bileşenleri Miktarı (%)					
		Selüloz			Lignin		
		İç	Orta*	Dış**	İç	Orta*	Dış**
Ekstrakte Edilmiş	Sedir	48	48	46	52	44	47
	Göknar	50	51	42	36	50	28
	Sarıçam	51	30	21	7	7	4
	Kavak	51	55	59	57	62	60
	Huş	27	28	15	21	2	6
Ekstrakte Edilmemiş	Sedir	54	49	52	47	50	51
	Göknar	44	53	49	33	34	31
	Sarıçam	27	29	20	10	6	7
	Kavak	57	40	64	56	64	70
	Huş	22	21	16	17	2	4

*: Ortadaki kahverengi tabaka, **: Dıştaki gri tabaka.

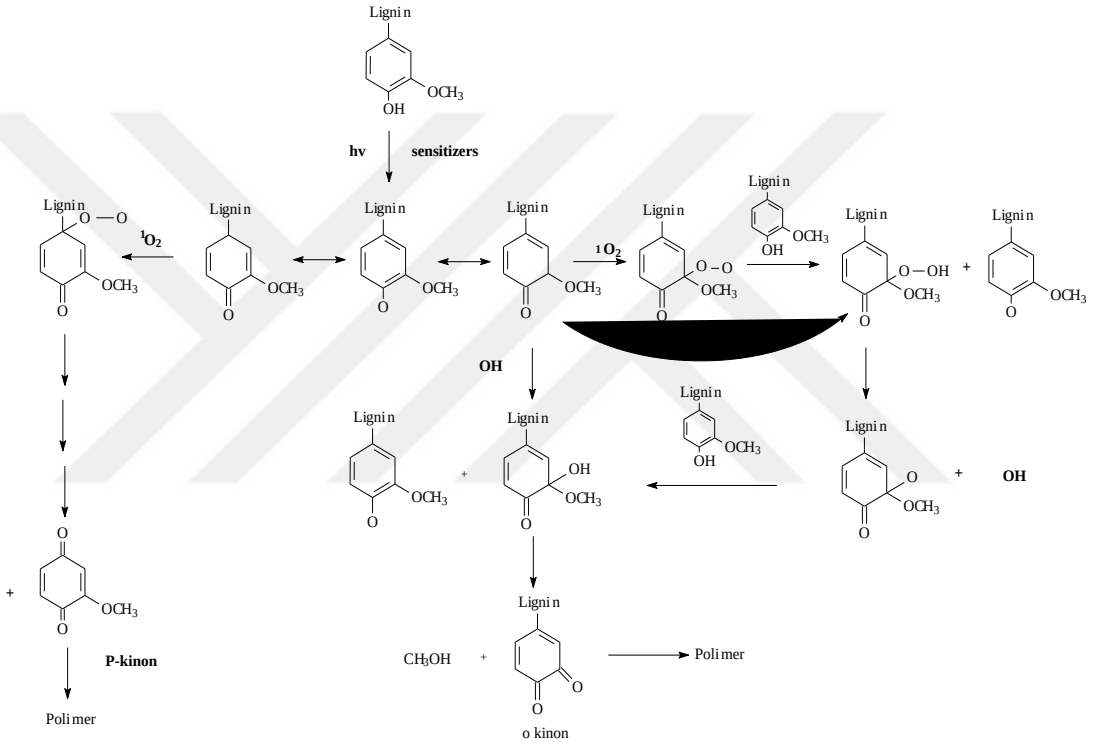
Işın etkisi ile ağaç malzemede meydana gelen fiziksel değişimler

Ağaç malzeme yüzeyinde ilk aşamada ışın etkisiyle renginde koyulaşma daha sonra makroskopik ve mikroskopik çatlaklar oluşmaktadır. Ağaç malzeme yüzeyine yakın kısımlarda hücre çeperi bağlarının dayanımı azalır ve bunun sonucunda bozunum gerçekleşir. Açık hava şartlarının yaşlandırma etkisi devam ettiği takdirde bozunmaya uğramış kısımlar yağmur suları tarafından yıkanmakta ve yüzey erozyonu devam etmektedir. İğne yapraklı ağaçlar, yapraklı ağaçlara göre daha hızlı bozunuma uğramaktadır.

Dış ortam etkisine bırakılan ağaç malzeme yüzeyindeki ilk değişiklik ağaç malzemenin sararmasıdır. Bekletme süresine bağlı olarak, sararan ağaç malzeme yüzeyi daha sonra ağarmakta ve sonuçta esmer renge dönüşmektedir. Ağaç malzemedeki renk değişikliği; 300 ile 400 nm dalga boyundaki ultraviole ışığını absorbe edebilen lignindeki kromoforik grupların modifikasyonu sonucu oluşmaktadır. 396 nm'den daha düşük dalga boyları ağaç malzemenin sararmasında, daha uzun dalga boyları ise ağaç malzemenin ağarmasında etkili olmaktadır. Lignin tarafından ultraviole ışığının absorplanması, serbest radikal oluşumuna sebep olmaktadır. Bu radikaller, ligninin ve selülozun oksijen varlığında depolimerizasyonuna neden olarak hidroksil karbonil, karboksil ve fenoksi radikali gibi oksitlenmiş radikallerin oluşumuna sebep olmaktadır. Fenoksil radikali ise, hem monomerik hem de oligomerik yapılardaki orto ve/veya para kinonların oluşumuna yol açmaktadır (Şekil 3.6). Ağaç malzemede oluşan renk değişiminin ise, yüzeylerde bulunan kinonlardan kaynaklandığı belirtilmektedir [Grelier ve ark., 2000; Pastore ve ark., 2004].

Bununla birlikte; Suyun aşındırıcı etkisi göz ardı edilirse UV ışını ağacın yalnızca 70-80 μm derinliğe kadar etki edebildiği ve bu yüzden de ışın etkisiyle bozunma yüzeysel kalmakta olduğu bildirilmektedir [Sell ve Arnold, 2002].

Ağaç malzemenin ışın ile bozunum olayı o kadar yavaş gelişir ki, ağaç malzeme yüzeyi bir yüzyılda ancak 6,4 mm bozunuma maruz kalmaktadır. Ağaç malzemede yüzey erozyonu, ağaç malzemenin özgül ağırlığına ve hücre çeperi kalınlığına bağlıdır ve genel olarak yüksek özgül ağırlıktaki ağaç malzemede bozunma daha yavaştır. Açık hava şartlarının etkisiyle oluşan bu bozunmalar uygun işlemler ile durdurulabilir veya azaltılabilir [Feist ve Hon, 1984].



Şekil 3.4. Fotolitik reaksiyonla lignin yapısında kinon oluşumu [Zhang ve Kamdem, 2000]

Hemiselülozlardaki değişimler ise çizelge 3.7'de daha net görülmektedir. Albizzia ve Sugi türleriyle yapılan açık hava ve hızlandırılmış deneyler, ligninin her koşulda belirgin bir şekilde azaldığını, yağmurun ise gerek lignin gerekse ksiloz ve mannozda azalmayı artırdığı tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada da ksilan ve arabanın, glukana göre daha hızlı bir şekilde azaldığı belirtilmiştir [Feist ve Hon, 1983).

Çizelge 3.7. Açık havaya bırakılan Albizzia ve Sugi türlerindeki Lignin ve Hemiselülozlardaki değişmeler (%) [Sudiyana ve ark., 1999]

Tür	Şartlar	Lignin	Glikoz	Ksiloz	Mannoz
Albizzia	Kontrol	26,5	56,8	14,0	1,4
	Açık hava uygulaması	15,1	74,3	8,6	1,6
	Yağmursuz açık hava uygulaması	22,4	61,9	12,3	2,7
	Hızlandırılmış test	8,7	83,0	6,8	1,3
Sugi	Kontrol	29,1	51,5	1,8	11,2
	Açık hava uygulaması	20,5	64,6	0,7	8,1
	Yağmursuz açık hava uygulaması	22,2	60,6	2,0	8,7
	Hızlandırılmış test	21,5	63,1	1,2	8,1

Işın etkisi ile ağaç malzemede meydana gelen mikroskopik değişiklikler

Fiziksel değişimlere mikroskobik değişimlerde eşlik eder. Açık hava koşullarının odunun anatomik yapısında meydana getirdiği etkiler tarayıcı elektron mikroskobunun (SEM) kullanıldığı çeşitli çalışmalarda incelenmiştir [Hon ve Shiraishi, 2001; Pandey ve Pıtman, 2002]. Sarıçam ile yapılan bir çalışmada 100 gün boyunca su ve ışık altında bekletilen örneklerde geçitlerin kollapse uğradığı gözlemlenmiştir [Owen, 1993]. Diğer literatür sonuçları da, orta lamel ve diğer hücre çeperi tabakalarının en son bozunduğu, en dayanıklı kısmın mikrofibriller olduğunu ifade etmektedir. Bozunma çoğunlukla yüzeylerde 0,05–2,5 mm'de gerçekleşir. Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında geçit çeperinin bozunduğu, geçit açıklığının geçit odasının limitine kadar tedrici genişlediği, geçit kenarlarında mikro çatlakların oluştuğu ve tahrip olan geçitlerin yarı kenarlı bir yapı oluşturduğu söylenebilir [Feist, 1983].

Ağaç malzemede açık hava etkenleri ile bozunmanın ilk belirtileri; ilkbahar odunu traheitlerinin radyal çeperlerinin kenarlı geçitlerindeki, büyüyen delikçiklerdir. Daha sonra mikro çatlaklar oluşur. Bu çatlaklar, hücre çeperinin büzülmesi sonucu büyür. Suyun plastikleştirici ve yıkayıcı etkisi, mikro çatlakların gelişmesini ve büyümesini fazlalaştırmaktadır [Feist ve Hon, 1984]

Açık hava şartlarına benzetilerek yapılan hızlandırılmış testlerde (accelerated-weathering) elde edilen mikroskobik değişiklikler; genellikle birbirine yakın elementler arasında boyuna çatlakların oluşması, hücre çeperindeki boyuna çatlaklar, S2 tabakasının fibril açısını takip eden ve geçitlere doğru olan diagonal çatlaklar olarak adlandırılabilir [Liu, 1997].

500 saatlik hızlandırılmış-yaşlandırma ortam testine bırakılan örnekler üzerinde yapılan elektron mikroskobu çalışmasında; enine kesitteki örneklerin, hücre çeperlerinin orta lamelden ayrıldığı, hatta sekonder çeperin bütünüyle hücre çökmesine (kollapsa) uğradığı, yüzeylerin pürüzlü hale geldiği tespit edilmiştir.

Bekletme süresi 1000 saate çıkarıldığında ise; traheit çeperlerindeki kenarlı geçitlerin tamamen tahrip olduğu gözlenmiştir. 500 saatlik denemeye bırakılan örneklerin rengi soluk sarı olurken, 1000 saatlik bekletmeye maruz bırakılan örneklerin rengi ise açık kahverengi ile koyu kahverengi olarak gözlemlendiği bildirilmiştir.

Radyal kesitlerde ise; odunun anatomik yapısında meydana gelen ilk değişik geçitlerde olmaktadır. 500 saatlik ultraviole etkisine bırakılan örneklerde, yarı kenarlı geçitlerin hasar gördüğü tespit edilmiştir. Kısmen de radyal çeperler üzerinde çatlak ve boşlukların oluştuğu tespit edilirken; bekletme süresinin 1000 saate çıkarıldığı durumlarda ise; kenarlı geçitlerdeki bozunmanın çok daha büyük boyutlu olduğu hatta tamamen parçalanmanın olduğu tespit edilmiştir. Ekstrem koşullarda, bozunmanın traheit çeperlerinin radyal kısımlarına yayıldığı ve de bekletme süresinin uzaması ile hücre çeperlerinin tamamen degredasyona uğrayabileceği belirlenmiştir. Bazı ağaç türlerinde kenarlı geçitlerin ultraviole bozunumu ile kaybolduğu belirlenmiştir [Feist ve Hon, 1984].

Teğet kesitte en dikkatte değer anatomik değişme, traheitlerin hücre çeperlerindeki kenarlı geçitler boyunca uzanarak giden diagonal mikro çatlaklardır. Bu mikro çatlaklar, hücre çeperi eksenine, diagonal olarak uzanmaktadırlar. Bu nedenle, mikro çatlakların S2 tabakasının fibril açılarında meydana geldiği yargısına varılmaktadır.

Ultraviole ile oluşan bu diagonal mikro çatlaklar, S2 tabakasının fibril doğrultusundaki çekme geriliminden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Sonuç olarak açık hava şartlarının ağaç malzemenin mikro yapısında meydana getirdiği değişiklikler; orta lamelin kaybolması, hücrelerin ayrışması ve geçitlerin hasar görmesi, mikro çatlakların oluşması olarak özetlenebilir. Bu mikroskobik değişiklikler ağaç malzemede daha büyük fiziksel değişikliklere neden olmaktadır [Liu, 1997].

3.3.2. Ağaç Malzemenin Biyotik Faktörler Tarafından Bozundurulması

Odun hammaddesi organik bir madde olduğundan uygun koşullar altında bakteriler, mantarlar ve tahripçi böcekler oyucu deniz organizmaları gibi biyolojik faktörler tarafından zarara uğratılır. Ancak bazı ağaç türleri diğerlerine göre, bu organizmalar tarafından daha fazla tahribe uğratılmaktadır. Doğada hiçbir ağaç türünün çürümeye karşı bağışıklığı olmamakla beraber bazı ağaç türleri biyotik zararlılara karşı diğerlerinden daha dayanıklıdır. Bununla beraber ağaç malzemenin dayanıklılığı esas itibarıyla kullanış yerindeki şartlara bağlıdır. Örneğin; Mısır piramitlerinde sıcak ve Kuru şartlarda bulunan ağaç malzemeden yapılmış lahitler yüzlerce yıl önceden günümüze kadar çürümeden sağlam olarak gelmiştir. Oysaki toprakla temas halinde kullanılan ağaç malzemede, toprakta sürekli değişen rutubet nedeniyle mikroorganizmaların gelişimi için son derece uygun ortam oluşmakta olup; bu gibi yerlerde kullanılan ağaç malzemenin dayanım özellikleri daha düşük olmaktadır.

Ağaç malzemenin dayanıklılığı, diri odun özodun oranına da bağlıdır. Genel olarak öz odun içerdiği ekstraktif maddelerden dolayı mantar ve böceklere karşı diri odundan daha dayanıklıdır [Bozkurt ve ark., 1993; Berkel, 1972]. Bununla birlikte; ağaç malzemeden rasyonel bir şekilde faydalanma ancak modern koruma metotlarının uygulanması ile kullanış süresinin mümkün olan en yüksek sınırına ulaşması suretiyle gerçekleştirilebilir. Böylece, bir memlekette ağaç malzemenin emprenye edilerek kullanılması üretim ve tüketim arasındaki münasebeti ayarlama ve yıllık tüketim miktarını azaltması dolayısıyla ekonomik bakımdan çok önemlidir.

Ağaç malzemenin biyotik faktörlere karşı korunması modern emprenye tekniği yardımı ile uygun metot ve maddenin kullanılmasıyla mümkün olmakta, kalite özellikleri uzun zaman muhafaza edilmek suretiyle kullanış süresi önemli miktarda uzatılabilmektedir [Berkel, 1972].

3.4. Emprenye Maddeleri

Anizotrop bir malzeme olan ağaç malzemenin çeşitli biotik ve abiotik faktörlere karşı korunması amacıyla çeşitli yöntemler kullanılarak yapılan işlemlerdir. Emprenye gerek iç ortam gerekse dış ortam şartlarında önemli kullanım alanına sahiptir. Emprenye işlemini etkileyen faktörler, ağaç malzeme özellikleri, emprenye yöntemi, sıvıların akış yolları, geçit aspirasyonu, geçit yapısı vb. dir [Bozkurt ve ark., 1993; Berkel, 1972].

Emprenye işlemi günümüzde daha ziyade biyotik zararlılara (mantar, böcek, deniz zararlıları, bakteriler vb.) uygulanmaktadır. Bununla birlikte ağaç malzeme yüzeyinin çeşitli kimyasal emprenye maddeleri kullanılarak UV ışığının bozucu etkilerine karşı koruyucu özellik gösterdiğine ilişkin bir çok araştırma sonuçları bulunmaktadır [Yalınkılıç ve ark., 1999; Feist, 1979; Feist ve Williams; 1991; Black ve Mraz, 1974].

Ağaç malzeme de ışık karşısında görülen sararma, grileşme, kahverengi renk oluşumu vb. renk bozulmalarının temel sebebi, ağaç malzemenin UV absorbsiyonu altında hücre çeperinin temel bileşenlerinden ligninin kimyasal yapısının değişmesi olduğu bildirilmektedir [Sönmez, 2002; Yalınkılıç ve ark., 1999].

Günümüzde, ağaç malzemenin UV absorbsiyonu altında ligninin yıkımını önlemek amacı ile birçok kimyasal emprenye maddesi kullanılmakla birlikte, özellikle bakır içerikli emprenye maddelerinin bozunumu engellemekte daha etkili olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur [Feist, 1979; Yalınkılıç ve ark., 1999; Feist ve Williams, 1991].

Max Ruping, Ruping metodu olarak bilinen yeni pratik bir metot geliştirmiştir. Dört yıl sonrada Cuthbert B. Lowry daha az ekipmana ihtiyaç duyan diğer bir boş hücre metodunun geliştirilmesini tamamlamıştır. Bu metodun esasını, başlangıçta vakum yapılmaması ve emprenye işleminin sonunda basınç kaldırıldığında kreozotun hücrelerden dışarı çıkarılması oluşturmaktadır. Böylece sadece hücre çeperinin emprenye maddesi ile örtülmesi söz konusu olmaktadır [Bozkurt ve Göker,1993].

Emprenye edilmiş ağaç malzeme, biyotik ve abiyotik zararlılara karsı dayanıklı oluşunun yanı sıra, ekonomik ve estetik görünüşünden dolayı da önemli bir yapı malzemesidir. Telekomünikasyon direkleri, demiryolu traversleri, su soğutma kuleleri, deniz tahkimat direkleri, doğrama ve dış cephe kaplamaları, çatı malzemeleri, çit direkleri, sera malzemesi, ses bariyerleri, otoyol korkulukları, ambalaj kapları, balkon ve teraslarda kullanılan ağaç malzemeler, garaj, şehir ve bahçe düzenlemeleri gibi bir çok kullanım yerinde suda çözünen emprenye maddelerinin global olarak kullanımı son yıllarda büyük oranda artmıştır. Suda çözünen emprenye maddeleri ile emprenye edilen ağaç malzemede koku genellikle bir problem oluşturmamakta, emprenye işlemlerinden sonra ağaç malzemeye yüzey işlemleri uygulanabilmekte, kullanım yerlerinde ve tasıma işlemlerinde daha güvenli malzeme elde edilmektedir [Kartal, 1998].

Emprenye edilen ağaç miktarı bakımından; Rusya 4 milyon m^3 ile birinci ABD 3 milyon m^3 ile ikinci ve Yeni Zelanda 1 milyon m^3ile üçüncü sıradadır [Bozkurt ve Göker,1993].

Ağaç malzemenin korunmasını sağlayabilmek için 2000 yıldan beri çeşitli maddeler denenmektedir. Bu konuda başlangıçta hayvansal, bitkisel ve mineral yağlardan yararlanılmıştır. Avrupa'da endüstrileşmenin başlaması ile ağaç malzemenin korunmasında kimyasal maddelerin kullanılması söz konusu olmuştur. Yapılan araştırmaların sonucu, bugün için 2500 den fazla emprenye maddesi bulunmuştur. Bütün emprenye maddelerinin ağaç malzemede yüzey gerilimini azaltıcı etkisi olması, derine nüfus etmesi ve ağaç liflerine tutunucu özellikte olması gerekmektedir [Bozkurt ve Göker,1993].

3.4.1. Emprenye Maddelerinin Sınıflandırılması

Yağlı Emprenye Maddeleri

- Kreozot
- Karbolineum
- Maden kömürü katranı
- Linyit kömürü katranı
- Odun katranı
- Petrol ürünleri

Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri

- Tribütil-tin oksit
- Naftenatlar
- Bakır 8-kinolinatlar
- Organik cıva bileşikleri
- Klorlu hidrokarbonlar
- Pentaklorfenol
- Sentetik piretroidler

Mantarların Neden Olduğu Renklenmeyi Önleyici Kimyasal Maddeler

- Boraks
- Sodyum karbonat
- Sodyum pentaklorfenat

Ardaklanmayı Önleyici Emprenye Maddeleri

- İmmutol B
- Ardamaz

- Wolmanol-Bucheshuts
- Xylamon ASR
- Basilleum

Suda Çözünen Emprenye Maddeleri

- CCA (Bakır/Krom/Arsenik) tipi emprenye maddeleri
- ACC (Asit/Bakır/Kromat)tipi emprenye maddeleri
- ACA (amonyaklı bakır arsenik)tipi emprenye maddeleri
- ACZA (Amonyaklı bakır çinko arsenik) tipi emprenye maddeleri
- CCB (Bakır/Krom/Bor) tipi emprenye maddeleri
- CZC (Kromlu Çinko Klorür) tipi emprenye maddeleri
- FCAP (Flor/Krom/Arsenik/Fenol) tipi emprenye maddeleri
- Bor bileşikleri
- PAS (Pentaklorfenol/Amonyak/Solvent) tipi emprenye maddeleri
- ACQ (Amonyaklı Bakır Quat)

Suda Çözünen Emprenye Maddelerinin Faydaları

- Katı veya konsantre halde taşınabilmekte ve en ucuz çözücü madde olan su ile kullanım yerinde hazırlanabilmektedir.
- Kolayca hazırlanabilmektedir.
- Emprenye edilen ağaç malzeme tasıma ve kullanım sırasında hoş olmayan koku ve maddeler seklinde sorun oluşturmamaktadır.
- Emprenye işleminden birkaç hafta sonra kuruyan malzeme yağlı boya ile boyanabilmektedir.
- Yanmayı önleyici maddelerle kolayca kombine edilebilmektedir.

Suda Çözünen Emprenye Maddelerinin Sakıncaları

- Kurutulmuş malzeme emprenye edildiğinde tekrar ısıtılarak genişlemekte ve çalışma kusurları ortaya çıkmaktadır.
- Emprenye işleminden sonra kurutma yapmak gerekmektedir.

3.4.2. Emprenye Metotları

Basınç Uygulayan Metotlar

Basınç uygulayan metotlar ağaç malzemenin emprenyesinde en önemli ve başarılı endüstriyel metotlardır. Bu metotları uygulayan tesislerde ağaç malzeme çelik bir kazan içerisine yerleştirilmekte ve emprenye maddesi yaklaşık 10 kg/cm2'lik bir basınçla 1-6 saat süre odun hücreleri içerisine sevk edilmektedir. Basınç uygulayan metotlar içerisinde iki genel metot en fazla kullanılmaktadır. Bunlar dolu ve bos hücre metotlarıdır [Bozkurt ve Göker,1993].

Dolu Hücre Metodu

Bu metot, 1938 yıllında John Bethell tarafından bulunmuştur. Hemen hemen geçen 150 yıl içinde mühendislik alanında ve teknolojide büyük gelişmeler olmasına rağmen, uygulamanın esas prensiplerinde bir değişme olmamıştır. İşlemin amacı, ağaç malzemenin hücrelerini tamamen emprenye maddesi ile doldurarak, maksimum absorpsiyon sağlamaktır. Genellikle bu metotta suda çözünen tuzlar kullanılmaktadır. Dolu hücre metodunun uygulanması beş aşamada gerçekleştirilmektedir.

Ön vakum işlemi:

Ağaç malzemenin emprenye maddesini daha kolay bir şekilde alabilmesi için ön vakum yapılarak odunsu hücreler içindeki hava dışarı alınmaktadır. Genellikle 635 mm'lik bir vakum kullanılmaktadır.

Emprenye maddesinin verilmesi:

Ön vakum muhafaza edilerek emprenye maddesi kazana verilmekte ve kazan doldurulmadan vakum kaldırılmamaktadır.

Basınç periyodu:

Emprenye maddesi sevki sona erince vakum kaldırılarak basınç uygulamaya başlanmakta ve 10-14 kg/cm^2 ye kadar yükseltilmektedir. Süre 1-6 saat arasındadır.

Emprenye maddesinin kazandan dışarı alınması:

Basınç uygulamasına son verildikten sonra, emprenye maddesi kazandan alttaki depolama kazanına alınmaktadır.

Son vakum:

Son olarak 635 mm'lik bir vakum yapılmakta ve 10-15 dakika süre ile sabit tutulmaktadır. Son vakumun amacı, kazandan çıkarılan ağaç malzemeden fazla emprenye maddesinin kendiliğinden dışarı sızmasını önlemektir [Bozkurt ve Göker, 1993].

Boş Hücre Metodu

Fazla emprenye maddesi harcayan dolu hücre metodu ile yapılan uygulamanın maliyeti yüksek olduğundan daha ekonomik olan ve devamlı olarak yeterli derecede koruma sağlayacak metotların geliştirilmesi yoluna gidilmiş ve bos hücre metotları bulunmuştur. Bos hücre metotlarından en önemlileri Ruping metodu ile Lowry metodudur. Hem Ruping hem de Lowry metotlarında uygulama ön vakum işlem dışsında dolu hücre metoduna benzemektedir. Bu metotlarda emprenye maddesi verilmeden önce ve sevk sırasında vakum yapılmamaktadır. Ayrıca bos hücre metodunun uygulanmasında basınç sona erdiğinde ağaç malzeme içinde sıkışık

durumda bulunan hava yardımıyla, ihtiyaç dışı emprenye maddesi dışarıya atılmaktadır. Böylece hücreler büyük oranda bos kalmaktadır [Bozkurt ve Göker, 1993].

Basınç Uygulamayan Metotlar

Bu gruba, fırça ile sürme, püskürtme, sulama, daldırma, batırma ve açık kazanda sıcak soğuk emprenye metotları girmektedir. Ağaç malzeme basit bir şekilde emprenye edilmek istendiğinde kullanılan bu metotlarda emprenye maddesi absorpsiyonu ve nüfuz derinliği genellikle az olmaktadır [Bozkurt ve Göker, 1993].

Besi Suyunu Çıkarma Metodu

Bu metot 1838 yılında Fransız Dr. Auguste Boucherie tarafından bulunmuştur.
Metodun esası yeni kesilmiş taze haldeki kabuğu soyulmamış ağaç gövdelerinde besi suyunun emprenye maddesi ile yer değiştirmesi esasına dayanmaktadır [Bozkurt ve Göker, 1993].

Difüzyon Metodu

Birbiri ile temas halinde bulunan çeşitli maddelerde moleküller birbiri içerisine karışıp, yayılabilmekte ve bu olaya difüzyon adı verilmektedir. Difüzyon metodu çok rutubetli haldeki ağaç malzemeye konsantre halde suda çok kolay çözünen emprenye maddelerinin tatbik edilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Emprenye maddesi hücrelerdeki Su içinde çözünerek yüzeylerden içeriye doğru yavaş yavaş yayılmaktadır. Bu metoda göre ağaç malzeme yüksek konsantrasyondaki emprenye maddesi içerisine batırılmakta veya bulamaç halindeki madde yüzeylere sürülmektedir [Bozkurt ve Göker, 1993].

Yerinde Bakım Metodu

Telefon, elektrik ve tel direkleri, ayrıca ağaç köprü ayakları ve yapılarda kullanılan kiriş basları gibi çürümeye açık kısımların korunmasında, bu kısımların etrafına veya içerisine konsantre halde emprenye tuzları tatbik edilerek tuzların zaman içerisinde difüzyon yoluyla malzemeye nüfuz etmesi sağlanmaktadır. Ancak, difüzyon için yeterli rutubet gereklidir. Bandaj metodu, kobra metodu, oyma delik metodu gibi farklı uygulamaları vardır [Bozkurt ve Göker, 1993].

Kısa Süreli Daldırma Metodu

Daldırma metodu, ağaç malzemenin bir tank içerisindeki emprenye maddesine belli sürelerde batırma işlemidir. Fırça ile sürme ve püskürtme metotlarından daha iyi bir nüfuz derinliği sağlanabilmektedir. Çünkü bütün yüzeyler, emprenye maddesini kolay bir şekilde absorbe etmektedir. Daldırma süresi, hedeflenen nüfuz derinliğine göre kısa ve uzun süreli olarak ayarlana bilmektedir. Kısa süreli daldırma doğrama kerestesinin emprenyesinde ideal bir metottur. Son yıllarda fazlaca kullanılmaktadır. Bu metotta ağaç malzeme paletler üzerine yerleştirilmekte ve kazan içerisine birkaç saniye ile birkaç dakika arasında batırılmaktadır. Daldırma süresi; ağaç türü, emprenye maddesinin ve çözücü maddenin cinsi ve ağaç malzemenin geometrik sekline göre ayarlanmaktadır [Bozkurt ve Göker, 1993].

3.4.3. Ağaç Malzeme Emprenye İlişkisi

Ağaç malzemenin emprenye edilebilme kabiliyeti, yapısına ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak ağaçlarda büyüme ve gelişme, boy ile eni yönünde olmakta, gelişmenin durumuna bağlı olarak da ağaç türlerinde özel şekiller meydana gelerek oluşan odunun özellikleri değişiklik göstermektedir. Bu yüzden ahşabın emprenye edilebilme kabiliyeti üzerinde anatomik yapı önemli derecede etkili olmaktadır [Bozkurt ve ark., 1993].

Ağaç malzemenin yapısının bilinmesi onun koruyucu maddelerle emprenye edilmesi açısından önemli bir unsurdur. Ağaç malzeme normal koşullar altında oldukça farklı ve çok çeşitli yapısal özellikleri olan heterojen bir yapıya sahiptir [Usta, 1993].

Hiçbir ağaç türünün özelliği diğerine benzemediği gibi aynı tür ağaçların özellikleri de farklılık gösterir. Hatta aynı tür ağacın değişik bölümlerinden alınan parçalarda bile farklı özellikler görülebilir. Bu farklılığın nedeni bulunduğu bölge, yetişme ortamı ve kalıtsal yapı gibi etkenlerden kaynaklanır. Bu nedenden dolayı ağaç malzemenin yapısını oluşturan çeşitli hücrelerin meydana getirdiği dokuların emprenye olma özellikleri de farklıdır [Gürtekin ve Oğuz 2002].

Genel olarak yapraklı ağaçlar iğne yapraklı ağaçlardan daha güç emprenye edilirler. Bunun temel nedeni iğne yapraklı ağaçların özgül ağırlığının daha az olmasıdır. Ağacın diri odunu öz odundan yaklaşık bin kat daha geçirgen bir yapıya sahiptir. Ayrıca porozite ile özgül ağırlık arasında ters bir bağıntı vardır. Özgül ağırlık azaldıkça ağaç malzemenin bünyesinde bulunan boşluk oranı azalır. Bu da emprenye maddesinin ağaç malzemenin bünyesine alınmasını etkiler [Aslan, 1998]. Ağaçtaki boşluk oranı arttıkça ağaç malzeme bünyesine alınan emprenye maddesi oranı artar.

İğne Yapraklı Ağaç Yapısı ve Emprenye İlişkisi

İğne yapraklı ağaç odunları basit yapılıdır. Ağaç boyu istikametinde uzanan boyuna traheidlerle, çap istikametinde uzanan özışınları odunun asli elemanlarını oluştururlar. Ayrıcı yan elemanlar olarak reçine kanalları, boyuna paranşim ve enine traheidler bulunur. Traheidler ağaç boyunun yönünde uzanan, sivri uçlu ölü hücreler olup çeperleri ligninleşmiştir. İğne yapraklı ağaçlarda iletim ve destek görevi yapan hücreler boyuna traheidlerdir. Boyları uzun, çaplarının100 katı kadar, enine kesitleri dört veya altı köseli, uçları kapalı hücrelerdir. Traheidlerin dokuya katılım oranı % 90-95 arasında olup, dokunun geri kalan %5-10'u özışını paranşimleri, boyuna paranşimler ve reçine kanallarından oluşur. Boyuna traheidler, hücre olgunlaşma safhasının sonunda canlılığını kaybeden ölü hücreler olduklarından lümenleri boş hücrelerdir [Bozkurt ve ark., 2000].

Traheidlerin genellikle radyal çeperleri kenarlı geçitlerle donatılmışlardır. Traheidlerin arasındaki geçitler kenarlı geçitler olup bunların orta kısmında torus bulunmaktadır. Traheidlerin en önemli karakteristik özelliği radyal çeperler üzerindeki büyük kenarlı geçitlerdir. Geçitler hücre çeperinde mevcut açıklıklar olup, hücreden hücreye sıvı madde akışını sağlamaktadır. Emprenye maddelerinin odun içerisine absorpsiyonun da kenarlı geçitler önemli rol oynamaktadır. İğne yapraklı ağaçlarda geçit zarının orta kısmı kalınlaşmıştır. Torus adı verilen bu kısım porusun önüne geldiğinde geçit kapanmaktadır. Margo adı verilen, kalınlaşmamış geçit zarının dış kısmı ise sıvıların bir hücreden diğerine geçebilmesi için çok küçük açıklıklara sahiptir. Öz odunu oluşumunda kenarlı geçitler kapanmakta, torus üzerine fenollü maddeler yerleşmekte, böylece emprenye maddelerinin geçişi güçleştirilmekte veya tamamen engellenmektedir. Bu nedenle öz odun, diri odundan daha az emprenye edilebilme kabiliyetine sahiptir [Bozkurt, 1993].

İğne yapraklı ağaçlarda emprenye maddelerinin esas akış yolu, traheidlerden traheidlere kenarlı geçit yardımıyla olmaktadır. Ayrıca paranşim hücrelerinden oluşan öz ışınları basit geçitler yardımıyla radyal yönde sıvı akışı sağlamaktadır. Boyuna yöndeki emprenye maddesi enine yöndeki emprenye maddesi akışından yaklaşık yüz kat daha fazladır [Aslan, 1998]. Bu etkenler ağaç malzemenin emprenye edilebilirlik özelliğini doğrudan etkilemektedir.

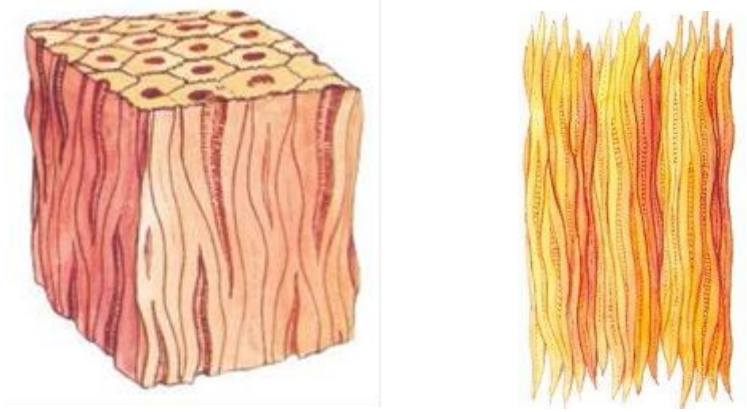
Geniş Yapraklı Ağaç Yapısı ve Emprenye İlişkisi

Yapraklı ağaç odunlarının asli elemanları traheler, özışınları, lifler ve boyuna paranşimler, yan elamanları ise yalancı özışınları, öz lekeleri ve tüllerdir. Traheler, ağaç boyu yönünde uzanan ve suda erimiş besin maddelerini yapraklara ileten elamanlardır. Traheler uçları açık hücrelerdir. Ağaç gövdesi üzerinde üst üste yerleşerek 10 cm'den 10 m'ye kadar, ya da daha uzun iletim borusu oluşturmaktadırlar. Trahelerin uçlarındaki açıklıklar perforasyon tablaları oluşturarak suyun iletimini sağlamaktadırlar. Kenarlı geçitler, yapraklı ağaçlarda farklı yapıda olup iğne yapraklı ağaçlardaki gibi torusa sahip değildir. Trahelerin lümenleri boş olduğu gibi, bazen tüller ve çeşitli amorf maddelerle, ya da nadiren nişasta

tanecikleri ve kristallerle dolu olabilmektedir. Tüller, trahelere bitişik paranşim hücreleri içeriğinin trahe lümenlerine dolması ile meydana gelmektedir. Odunda tül oluşumunun meydana gelmesi için, trahe-öz ışını paranşimi arasındaki geçit çaplarının büyük olması ve paranşim hücresinin aktif olması gerekmektedir. Trahelerin tüllerle dolup tıkanması, kurutma ve emprenye işlemlerinde problemlere neden olur. Tüller ağaç malzemenin dayanıklılığını artırmamakta, emprenye edilmesini güçleştirmekte, sıvı ve gaz akışını engellemektedir [Bozkurt ve ark., 2000].

Geniş yapraklı ağaçlarda da emprenye maddesinin iç kesimlere nüfuzunu sağlayan en önemli mikroskobik elemanları trahee, öz ışınlar, lifler, boyuna paranşimler, gibi elemanlardır. Traheeler boyuna yönde uzanan, besin maddesi taşıyan boru şeklinde elemanlardır. Trahee hücreleri geniş yapraklı ağaçlarda emprenye maddesi iletimi açısından önemlidir. Ancak geniş yapraklı ağaçlarda trahee hücrelerinin içerisinde iletimi engelleyecek tyller ve çeşitli amorf maddeler oluşabilir (Sivrikaya 2003). Oluşan bu maddeler emprenye maddesinin nüfuzunu engelleyecektir.

Geniş yapraklı ağaçlarda emprenye sıvısı akışı, traheeler içerisindeki sıvı madde, geçit açıklıklarından öz ışınlara, daha sonra boyuna paranşim hücrelerine ve liflere veya diğer traheelere doğru geçmektedir. Böylece Geniş yapraklı ağaçlarda emprenye maddesi akışı sağlanır [Sivrikaya 2003]. Geniş yapraklı ağaçlar özgül ağırlıkları yüksek olduğu için daha güç emprenye edilirler. Şekil 3.5’ de trahee ve traheid hücrelerinin grafiksel çizimi görülmektedir [Holz, 2002].



Şekil 3.5 Ağaç malzemede bulunan trahee ve traheid hücrelerinin görünümü.

3.5. Higroskopisite

Ağaç malzeme higroskopik bir madde olup çevresindeki havadan rutubet alır ya da rutubetini havaya verir. Hava ile arasındaki bu rutubet alış-verişi, havanın su buharı kısmi basıncı ile ağaç malzemenin su çekme ya da su tutma gücü eşit oluncaya ve hava ile odun arasında higroskopik denge oluşuncaya kadar devam eder. Ağaç malzemenin çevresindeki havadan su alması (adsorpsiyon) ya da bünyesindeki suyu havaya vermesi (desorpsiyon=kuruma), havanın sıcaklık ve bağıl nemine göre elde edeceği denge rutubetine ulaştığında sona erer [Örs ve Keskin 2001]. Ağaç malzemenin çevresindeki ortamdan su alması ya da bünyesindeki suyu bulunduğu ortama vermesine higroskopik denge denir.

Emprenye edilmiş ağaç malzemenin denge rutubeti miktarı normal ağaç malzemeden farklıdır. Tuzlar ile emprenye edilen ağaç malzemelerde denge rutubeti normalden daha yüksektir [Örs ve Keskin, 2001].

3.6. Permeabilite

Ağaç malzemeyi kimyasal maddelerle emprenye etmeden önce üzerinde dikkat edilmesi gereken iki önemli görüş vardır. Birincisi, odunun mantar ve böceklere karşı olan doğal dayanımı, ikincisi ise sıvılara karşı olan permeabilitesidir. Ahşabın çürümeye karsı olan doğal dayanımı, başlıca odunun kimyasal bileşimine bağlıdır. Permeabilite ise odunun mikroskobik yapısı ile ilgili olan bir özelliktir [Findlay, 1985].

Genel anlamda permeabilite deyimi, sıvıların poröz bir yüzeyden basınç altında geçişlerinin hızlı veya yavaş oluşunu ifade etmektedir. Basınç altında kolayca sıvı akışı sağlanıyorsa, o malzemenin permeabilitesi yüksek demektir. Bütün ağaç türlerini eşit bir şekilde emprenye etmek mümkün değildir. Bazı ağaç türlerinde emprenye maddesi derinlere nüfuz edebilmekte, bazı türlerde nüfuz güç olmaktadır [Bozkurt ve ark., 1993].

Odunun emprenye edilmesi sırasında iki fiziksel problem ortaya çıkar. Birincisi, odun hücrelerinde sıkışmış halde bulunan havanın nasıl dışarı alınacağı, ikincisi ise sıvıların hücreler içerisinde nasıl yol alacağıdır. İğne yapraklı ağaçlarda emprenye maddelerinin esas akış yolu, traheidlerden traheidlere olup, kenarlı geçit çifti yardımıyla yapılmaktadır. Ayrıca, paranşim hücrelerinden oluşan öz ışınları basit geçitler yardımıyla radyal yönde sıvı akışı sağlamaktadır. Öz ışınlarında bulunan enine traheidler ise radyal yönde sıvı akışını sağlamaktadırlar. Yapraklı ağaçlarda ise sıvıların geçişi traheler vasıtasıyla sağlanmaktadır. Traheler içerisindeki sıvı madde, geçit açıklıklarından öz ışınlarına, daha sonra boyuna paranşim hücrelerine ve liflere veya diğer trahelere doğru geçmektedir [Bozkurt ve ark., 1993].

Ağaç türleri permeabilitelerine göre dört grupta incelenir:

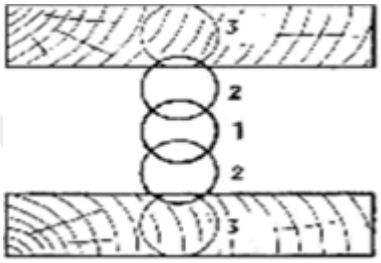
- Kolay emprenye edilenler: Basınç altında kolayca ve tamamen emprenye edilebilen ağaç türleridir. Sarıçam diri odunu, kavak diri odunu örnek verilebilir.
- Orta derecede emprenye edilenler: 2-3 saat basınç altında kolay ve enine yönde 6-18 mm nüfuz derinliği sağlayabilen ağaç türleridir. Douglas göknarı diri odunu, sarıçam öz odunu, dişbudak öz odunu, meşe öz odunu örnek verilebilir.

- Güç emprenye edilenler: Uzun süre basınç altında güç emprenye edilen ve enine yönde 3-6 mm nüfuz derinliği sağlanabilen ağaç türleridir. Sedir öz odunu, ceviz öz odunu, Duglas göknarı öz odunu örnek verilebilir.

- Çok güç emprenye edilenler: Uzun süre basınçta bile yeterli absorpsiyon miktarına ulaşılmaz. Bu ağaç türlerinde 1-2 mm civarında nüfuz derinliği sağlanmaktadır. Ak meşe öz odunu ve ardıç öz odunu örnek verilebilir [Aslan 1998].

3.7. Yapışma Teorisi

Tutkallar, iki malzemeyi birbirine yapıştırmada kullanılan sıvı kıvamda metalik olmayan maddelerdir. Sertleşmiş bir tutkal katmanı her biri birleştirmenin performansında önemli rol oynayan, 3 farklı halkadan meydana gelmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Yapıştırıcı katmanın yapısı [Şenay, 1996]

Birinci halka, yapıştırılacak ağaç malzemelerden bağımsız olup yapıştırıcı filmini gösterir. Bu halkanın mukavemeti, tamamı ile yapıştırıcının yapısal özelliklerine bağlı olup, kohezyon kuvveti ile açıklanmaktadır. Bütün maddeler gibi, yapıştırıcılar da gerek sıvı, gerek katı durumda olsun, kendi molekülleri arasında elektromanyetik kurallara bağlı olarak belli bir çekim kuvvetine sahiptir. Katı ve sıvı maddelerin kendi molekülleri arasındaki bu çekim kuvvetine kohezyon kuvveti denir. Kohezyon kuvveti, bir anlamda malzemenin mekanik özelliklerini belirler. Kohezyon kuvvetinin büyüklüğü ise yapıştırıcının kimyasal yapısına bağlı olup ortalama %30'dan fazla dolgu maddesi kullanılması kohezyon kuvvetini olumsuz yönde etkiler. Tutkal katmanında hapsedilen hava veya buhar miktarı da, bu halkanın mukavemetini önemli miktarda etkilemektedir [Şenay, 1996].

Tutkal çözeltisinin hazırlanması ve yüzeye sürülmesi sırasında, yani sıvı hâlde iken moleküllerle beraber hareketli olan kohezyon kuvveti, yapıştırıcının sertleşmesinden sonra sabitleşir. Yapıştırıcılardan beklenen başarının sağlanabilmesi için üretimlerinde kullanılan yüksek moleküllü maddelerdeki kohezyon kuvvetleri, diğer maddelerden daha büyük olmalıdır. Yeterli miktarda yapıştırıcı kullanılmayan

birleştirmelerde, I. halka kısmen ya da tamamen yoktur. II. halka, yapıştırıcı ve birleşimi yapılacak ağaç malzeme yüzeyleri arasında oluşturulması gereken bağı göstermektedir. Birbirine temas eden iki maddenin molekülleri arasındaki atomik çekim kuvvetine adhezyon kuvveti denir. Yapıştırma işleminde mekanik adhezyon ve spesifik adhezyon olmak üzere iki adhezyon kuvveti etkilidir. Akışkanlığa bağlı olarak, yapıştırıcının ağaç malzeme içerisine nüfuz edip sertleşmesiyle oluşan bağ sonucu elektrostatik kurallara bağlı atomik çekim kuvvetine spesifik adhezyon denilmektedir. Asıl yapışmayı gerçekleştiren ve yeterli direnci sağlayan spesifik adhezyondur. III. halkalar, yapıştırılacak ağaç malzemenin özelliğine bağlı olarak gelişir. Yapıştırılacak ağaç malzemenin kendi molekülleri arasında oluşan bağ, yani moleküler çekim kuvveti toplamı kohezyondur.

Yapıştırıcı sürülmüş karşılıklı iki yüzeye basınç uygulandığında, tutkal girinti ve çıkıntılara doğru kendiliğinden dağılır. Tutkal her iki ağaç malzeme yüzeyine hemen hemen aynı anda transfer olur. Akış ve transfer aşamalarını tutkalın ağaç malzeme gözeneklerine nüfuz etmesi izler, nüfuz etme işlemi akışkanlık ve transfer sona erinceye kadar devam eder. Birleştirmenin başarısı, tutkalın ağaç malzeme yüzeyini ıslatabilme ve hücre çeper boşluklarına nüfuz etme özelliğine bağlıdır. Tutkal katmanı oluşumundaki son aşama tutkalın sertleşmesidir. Ağaç malzeme tutkalları su kaybederek ve soğuyarak fiziksel, ısı ya da katalizör etkisiyle kimyasal yoldan katılaşırlar.

3.7.1. Tutkal Çeşitleri ve Kullanım Alanları

Ağaç işleri endüstrisinde en çok kullanılan tutkal çeşitleri ve kullanım alanları Çizelge 3.8'da, verilmiştir.

Çizelge 3.8. Tutkal çeşitleri ve kullanım alanları [Trada, 1992]

TUTKAL ÇEŞİDİ	SEMBOL	KULLANIM ALANLARI	KULLANIM YERİ
Epoksi	E	Ahşap ile metal, cam, seramik, duroplâstik vb, birleştirmeler	Yarı açık ve rutubetli iç mekânlarda, direnç gerektiren yerlerde
Poliüretan	PL	Lâminasyon ve tüm ahşap birleştirmeler	
Melamin Formaldehid	MF	Kontrplâk, yonga levha ve kavisli elemanlar	
Melamin Üre Formaldehid	MÜF	Lâminasyon, yonga levha ve kontrplâk ve ahşap birleştirmeler	
Resorsi Formaldehid	RF	Lâminasyon, kamadişli birleştirme ve tüm ahşap birleştirmeler	Tamamen açıkta, yüksek direnç gerektiren yerlerde
Fenol – Resorsin Formaldehid	FRF	Lâminasyon, kama dişli birleştirme, kayık yapımı ve tüm ahşap birleştirmeler	
Fenol Formaldehid	FF	Kontrplâk ve bazı yonga levhalar	
Üre Formaldehid	UF	Kontrplâk, yonga levhalar, MDF ve panel yüzeyler	İç mekânlarda, direnç gerektiren yerlerde
Kazein	K	Lâminasyon ve ahşap birleştirmeler	
Polivinilasetat	PVAc	Ahşap birleştirmeler ve küçük boyutlu tutkallamalar	İç mekânlarda, yüksek direnç gerektirmeyen yerlerde
Kauçuk Esaslı	KE	Kısmî tutkallama, çivi ve tutkallı birleştirme	

Ağaç işleri endüstrisinde kullanılan tutkallar, TS 5430'da direnç özelliklerine göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9. Tutkal sınıfları ve direnç ilkeleri [Trada,1992]

SINIFLAR	DİRENÇ İLKELERİ
A	Sıcaklık ve hava rutubetiyle temas hâlinde olmayan, genellikle düşük rutubetli kapalı yerlerdeki şartlara dayanıklı olup, kuru ortamdaki oda kapılarında ve mobilyalarda kullanılır.
B	Mutfak ve banyo gibi kısa süreli yüksek rutubet ve zaman zaman su etkilerine maruz kalan kapalı yerlerdeki hava şartlarına karşı dayanıklıdır
C	Pencere, dış kapı ve dış merdiven gibi zaman zaman yüksek rutubet ve kısa süreli su tesirlerine maruz kalan ortamlardaki şartlara dayanıklıdır.
D	Banyo ve duş kabinleri gibi ekstrem klima değişiklikleri ve su etkilerine maruz kalan kapalı ortam şartlarıyla; dış pencere, dış kapı gibi ekstrem klima şartlarına sahip olan açık hava ortamındaki kullanımlara dayanıklıdır.

D sınıfı tutkallar dayanıklılıklarına göre; D1,D2, D3 ve D4 olarak gruplandırılır [BS EN 204]. Bu tutkalların kullanım alanları:

D1: Sıcaklığın 50°C civarında, rutubetin maksimum %15 olduğu iç mekanlar.
D2: Akan veya yoğunlaşan suya kısa aralıklarla maruz kalan iç mekanlar,
D3: Kısa aralıklarla akan yada yoğunlaşan suya veya rutubete maruz kalan iç mekanlar,
D4: Sık sık, uzun süre ile akan ya da yoğunlaşan suya maruz kalan iç ve dış mekanlar,
D dayanıklılık sınıflarına (D1,D2,D3,D4) göre tutkalların, deney ortamı şartları ve minimum yapışma direnci değerleri Çizelge 3.10'da verilmiştir [BS EN 205].

Çizelge 3.10'da, standart atmosfer; 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem, soğuk su; 20-23°C sıcaklıkta, sıcak su; 100°C sıcaklıkta ve 1 gün ise 24 saat olarak alınmıştır.

Çizelge 3.10. Deney ortamı şartları ve minimum yapışma direnci değerleri (N/mm^2)

NO	DENEY ORTAMI ŞARTLARI	YAPIŞMA DİRENCİ(N/mm^2)			
		D1	D2	D3	D4
1	Standart atmosferde 7 gün	≥10	≥ 10	≥ 10	≥ 10
2	Standart atmosferde 7 gün + Soğuk suda 3 saat + Standart atmosferde 1 gün	-	≥ 8	-	-
3	Standart atmosferde 7 gün + Soğuk suda 4 gün	-	-	≥ 2	≥ 4
4	Standart atmosferde 7 gün + Soğuk suda 4 gün + Standart atmosferde 7 gün	-	-	≥ 8	-
5	Standart atmosferde 7 gün + sıcak suda 6 saat + Soğuk suda 2 saat	-	-	-	≥ 4
6	Standart atmosferde 7 gün + sıcak suda 6 saat + Soğuk suda 2 saat	-	-	-	≥ 8

Not: D4 dayanıklılık sınıfı için 1.3,5 ve 6 nolu deneyler yapılmalıdır. Tablo için seçilen ağaç türü Fagus Sylvalica L. dır.

3.7.2. Tutkallı Birleştirmelerde Yapışma Direnci

Tutkallı birleştirmelerin performansı üzerinde, tutkalın özellikleri yanında, yapıştırılan malzemenin yapısı, tutkal bileşimi, tutkal tabakasının nitelikleri etkili olmaktadır. Tutkallı birleştirmelerin başarısını etkileyen tutkal özelliklerinden katı madde oranı, viskozite, kül miktarı ve pH önemli sayılırken, birleştirmelerin

performansını değerlendirmek için standartlara uygun test metotları kullanılır [Tank, 1995].

Ağaç malzemede yapışma direncini etkileyen faktörler

Ağaç malzemede yapışma direncini; odun yapısı, yüzey düzgünlüğü ve yapısı, pres basıncı, pres süresi ve kullanılan tutkal özellikleri etkilemektedir.

Odun yapısı: Dağınık traheli ağaç odunları, halkalı traheli ağaç odunlarından farklı yapışma özellikleri göstermektedir. İlkbahar ve yaz odunlarının yıllık halka içindeki katılım oranı (tekstür) ile diri ve öz odun miktarı tutkal hattı dayanımında etkilidir.

Diğer taraftan tutkallanma diri odun ve ilkbahar odununda genellikle daha kolay, odun yoğunluğu arttıkça daha zor olmaktadır [Chung, 1968].

Yüzey yapısı ve düzgünlüğü: Tutkal sürülecek yüzeylerde makine izleri, ezilme, yanma, dalgalı yüzey vb. isleme kusurları olmamalıdır. Ayrıca tutkallama yüzeyinde bulunan yan bileşiklerin çeşidi ve miktarı ile toz ve yağ gibi artıklar yapışmayı olumsuz etkiler [Duran, 2005]. Kuvvetli bir yapışma için; ahşap yüzeyinin keskin kesicilerle düzgün bir şekilde işlenmesi, yapıştırıcının bütün yüzeye eşit miktarda sürülmesi ve birbirlerine kapatılan ahşap elemanların üzerine düzgün dağılımlı bir kuvvet uygulanması gerekir. İlk bilgilere göre yüzeylerin pürüzlü olması ve çizilmesi iyi bir yapışma için gerekli sanılıyordu. Ancak, yapılan laboratuar çalışmaları sonucu düz ve pürüzsüz yüzeylerin yapışmasının daha iyi olduğu ortaya çıkmıştır [Selbo, 1975].

Ağaç malzemenin yan bileşikleri yapışma direncini azaltmaktadır. Yan bileşiklerce zengin ağaç malzemeler yapıştırılmadan önce özel işlemden geçirilmeli ve soğuk olarak preslenmelidir. Aksi halde ekstraktif maddeler sıcaklığın etkisi ile yüzeye sızmakta ve tutkallanmayı engellemektedir.

Pres basıncı ve presleme süresi: Yapıştırılacak ağaç malzemede iyi adezyon sağlanması için basınç gereklidir. Basınç, tutkalın yapıştırılan yüzeye tam temasını sağlarken, ince bir kat oluşmasına yardımcı olur. Ayrıca tutkalın açık hücre boşluklarına girmesini ve en önemlisi tutkal sertleşene kadar birleştirilecek iki ağaç malzemenin aynı pozisyonda tutulmasını sağlar. Uygulanan basınç, sıkılacak parçanın her noktasında uniform olmalı ve tutkal hattında eşit kalınlıkta ince bir film katmanı oluşturacak şekilde ayarlanmalıdır. Pres basıncı, ağaç cinsi ve yüzey özeliklerine göre değişir. Farklı ağaç türlerinin aynı anda preslenmesi halinde pres basıncı yumuşak oduna göre belirlenir. Ağaç türüne göre pres basınçları yumuşak ağaçlarda 0,8–1 N/mm2, sert ağaçlarda ise 0,2- 1,6 N/mm² arasında olmalıdır [Göker ve Bozkurt, 1986].

Düzgün yüzeyli parçaların yapıştırılmasında yeterli basınç uygulandığında, tutkalın bir yüzeyden diğer yüzeye transferi yeknesak olmakta ve yapışma direnci en iyi sonucu vermektedir. Kusursuz yüzeylerin birleştirilmesinde 0,7 N/mm² basınç uygulandığında, yapışma direnci en yüksek değere ulaşmaktadır [Franklin, 1989].

Soğuk preslemede uygulanan pres süresi, tutkal çeşidine ve ortamın sıcaklığına göre değişmektedir. Sıcak preslemede ise tutkalın çeşidinden başka, uygulanan sıcaklık ve preslenecek parça kalınlığı da presleme süresini etkilemektedir. Sıcak presleme süresinin hesaplanmasında, tutkalın sertleşme süresine orta tabakaya kadar her 1 mm kalınlık için 1dakika ilave edilmektedir. Pres süresinin bu şekilde hesaplanması 12 mm kalınlığındaki levhalarda iyi sonuç vermektedir [Göker ve Bozkurt, 1986].

Presleme süresinin kısa tutulması durumunda iç tabakadaki tutkal hatları tam olarak sertleşemeyeceğinden birleştirme zayıf olacak ya da hiç gerçekleşmeyecektir. Tutkal yüzeye sürüldükten sonra birleştirilecek ağaç malzemeler fazla bekletilmeden (en geç açık süre sonuna kadar) preslenmiş olmalıdır. Ancak, işin büyüklüğü, tutkal sürülen parça sayısı ve ek yerlerinin biçimi bir süre beklemeyi zorunlu kılar. Bu gibi zorunlu hallerde tutkalın yapışma özelliğini olumsuz etkilemeyecek şekilde, katkı maddesi kullanarak açık süreyi uzatmak mümkündür. Tutkallamada kaçınılmaz olan bu süre gelişi güzel uzatılmamalıdır. Aksi takdirde ahşap yüzeyine sürülen tutkalın yapısal

özelliklerinde değişim başlar ve tutkal sıvısının yüzeyinde çok ince bir kabuk oluşur. Bu kabuklaşma, tutkalın kendi molekülleri arasında çekim kuvvetini (Kohezyon kuvvetini) olumsuz etkiler ve yapıştırma işleminden istenilen başarı sağlanamaz [Özçifçi, 2005].

Tutkal özellikleri ile ilgili faktörler: Ağaç malzeme yapışma direncini etkileyen faktörlerden birisi de tutkal ile ilgili faktörlerdir. Bunlar, yapıştırıcı türü ve karakteristikleri, tutkal karışım formülü (Viskozite, dolgu ve katkı maddesinin miktarları) ve yüzeye sürülen tutkal miktarı ve uygulama şeklidir. Bunun uygun değer miktarı tutkal-odun ve dolgu maddesi cinsine ve pres teknolojisine bağlı olup denemelerle belirlenmiştir [Çolakoğlu, 1998]. Yapıştırmada kullanılan tutkalın fiziksel veya kimyasal özellikte olması, yapışma dayanımında etkili olmaktadır. Kimyasal özellikteki tutkalların mekanik dayanımları fiziksel esaslı tutkallara göre daha yüksektir. Yüzeyi düzgün olmayan ağaç malzemelerin birleştirilmesinde, kimyasal esaslı tutkallarda daha güçlü yapıştırma yapılabilmektedir. Kimyasal esaslı tutkallar, fiziksel esaslı tutkallara göre rutubete ve suya karsı daha dayanıklıdır. Tutkal seçimi yapılırken, nerede ve nasıl kullanılacağı belirlendikten sonra uygun tutkal seçimi yapılmalıdır [Şenay, 1996].

3.8. Tanenler

Tanen kelimesi oldukça geniş bir terimdir ve değişik kimyasal kompozisyondaki bileşikleri kapsamaktadır. Tanenler odunun %20-30' unu meydana getiren fenolik maddeler arasında önemli bir yer teşkil etmektedir. Fenolik maddelerin en önemli kısmını lignin olarak bilinen bir sistem oluşturur. Tanenler flobafenler, renkli maddeler ile lignin su ve organik çözücülerde çözünebilen fenolik bileşiklerdir [Hafızoğlu, 1984].

3.8.1. Tanenlerin Kimyasal Yapıları ve Sınıflandırılması

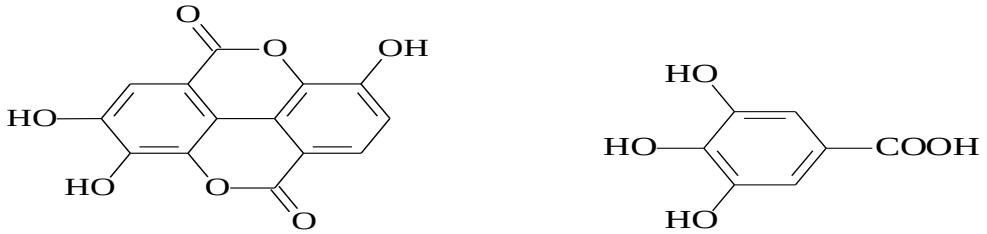
Bitkisel tanenler yüksek oranlarda serbest fenolik gruplarla değişen derecelerde kondenzasyon (yoğunlaşma) veya polimerizasyon gösteren maddelerden oluşur.

Genellikle nispi olarak yüksek molekül ağırlığı taşıyan maddeler (fenil hidroksit grupları oldukça ağırlıklı olan maddeler) gerçek tanenler olarak adlandırılmaktadır [Hafızoğlu, 1984]. Ancak bazı monomer maddelerinde sepi değeri olduğundan bunlarda tanen grubuna dâhil edilebilirler [Alemdaroğlu, 1998]. Tanenler bitkisel kökenli polifenolik yapıda maddeler olup aseton ve etanol de kolayla, eter ve koloroform gibi çözücülerde az çözünürler [Şen, 2011].

Tanenler günümüzden yaklaşık yüzyıl kadar önce bilinmekte ve üretilmekteydi. Eskiden beri bu iş için özellikle Quercus infectoria' dan yararlanılmaktaydı. Uluslar arası bir üne sahip olan Emil Fischer bu alanda, Türk mazılarının taneni üzerinde önemli araştırmalar yapmıştır. Türk taneni üzerine son yıllarda Paul Karrer tarafından da araştırmalar yapılmıştır. Çeşitli fraksiyonlarda parçalanarak Türk taneni konstitüsyonunun molekül halindeki ellak asidinden oluştuğu tespit edilmiştir [Armağan, 1988].

Tanenler genel olarak iki gruba ayrılmaktadır [Freudenberg, 1959].

1. Hidroliz olabilen tanenler: Enzim ve asit etkisiyle küçük moleküllere parçalanırlar. Bu grup ester veya glikozit bağlarına sahip olup hidrolizle asitleri, şekerleri ve alkolleri oluşturmaktadır. Bunlarda fenoli ihtiva eden çekirdek, oksijen atomu ile ester veya glikoz cinsinden yani kolay hidroliz olabilen büyük bir komplekse bağlanmıştır. Gallik asit ve ellagik asit ve glukoz genellikle hidroliz ürünleri Şekil 3.7 görülmektedir. Meydana gelen gallik aside gallo tanen, ellagik aside ellagik asit adı verilir [Şen, 2001].

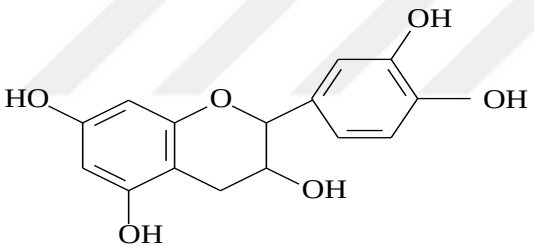


Ellagik Asit Gallik Asit

Şekil 3.7. Gallik asit ve ellagik asit oluşumu

Bu tür tanenler yaprak veya kadehlerde bulunur fakat ağaçta fazla miktarda yoktur. Yerli sepi maddelerimizden olan valeks, sumak, mazı ve kastanie bu gruba girer. Ancak bu tanen sınıfı meyve ve yapraklarda fazla bulunmakla birlikte odunda pek bulunmazlar [Huş, 1969].

2. Kondanze tanenler: Mineral asitler ve oksitleyici maddeler etkisyle çok moleküllü zor çözünen maddeler meydana getirirler. Bu grup sepi maddelerinde karbon doğrudan doğruya başka bir karbona bağlanmıştır. Bu gruptaki sepi maddeleri hidrolitik fermentlerle parçalanmazlar. Bu sepi maddeleri üzerine güçlü asitler etki edilirse fenolü ihtiva eden çekirdekler parçalanmayarak flobafen (phlobabhen) halinde kondanse oluşumları Şekil 3.8. görülmektedir. Bu gruba mimoza, Quebracho ve Meşe sepi maddeleri girmektedir [Huş, 1969; Toptaş, 1993].



Catechin

Şekil 3.8. Kondanze tanenlerin oluşumu

Hizrolizle ve kondezasyon ile meydana gelen küçük moleküllü ve çözünmeyen yüksek moleküllü maddeler sepileme yönünden değersizdir. Bu bozunma ürünlerinin arttığı oranda deride sert ve kırılgan bir tutum meydana gelmektedir [Toptaş, 1993].

4. MATERYAL VE METOT

4.1. Materyal

Bu çalışmada; ağaç işleri endüstrisinde yaygın olarak tercih edilen iğne yapraklı ağaçlardan Sarıçam (*Pinus sylvetsris L*) ve Toros sediri *(Cedrus libani)* ile geniş yapraklı ağaçlardan Anadolu kestanesi (*Castanea Sativa Mill*) ve Sapsız Meşe *(Quercus petreae L.)* odunları kullanılacaktır.

Doğal emprenye maddesi olarak çam taneni ve meşe palamudu ile kimyasal emprenye maddesi olarak ise imersol aqua ve timber care aqua kullanılacaktır.

Liflere paralel yapışma direnci deney numuneleri hazırlanmasında açık hava şartlarına dayanıklı çift kompenantlı PVA-D4 tutkalı kullanılmıştır.

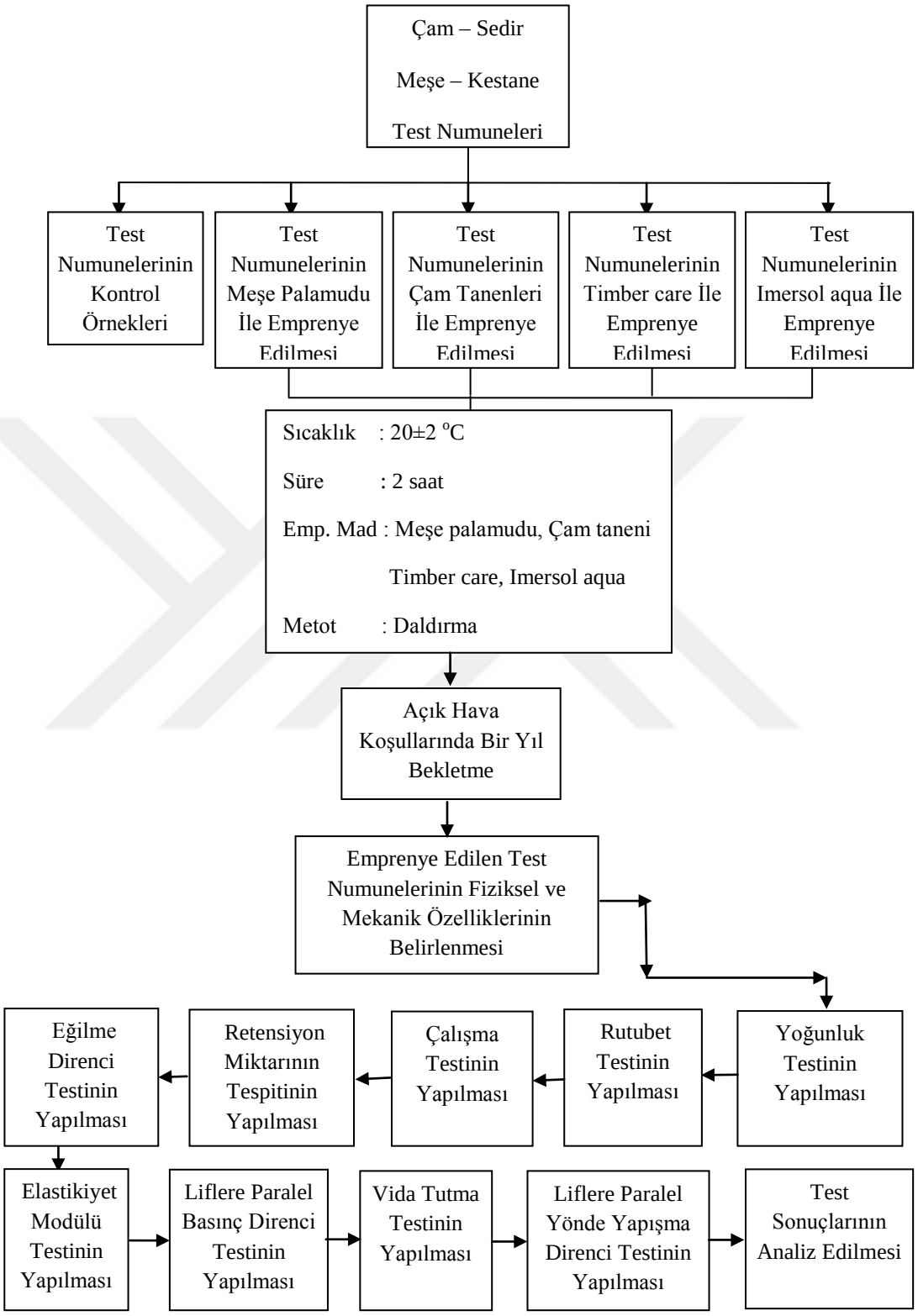
Deney örneklerinin test edilmesi sürecinde; dijital kumpas, kurutma fırını, desikatör, hassas terazi ve üniversal test cihazı (Zwick Z050) kullanılmıştır.

4.2. Metot

4.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odun türleri Gümüşhane Üniversitesi Gümüşhane Meslek Yüksekokulu Mobilya ve Dekorasyon Atölyesi'nde TS standartlarına uygun ölçülere getirilmiştir.

Çam, sedir, meşe ve kestane odun türlerinden açık hava koşullarında bir yıl süre ile açık hava şartlarında bekletilmek üzere her bir test için 10'ar adet olmak üzere toplamda 1800 adet deney örneği çalışmada kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş ahşap malzemelerin açık hava şartlarında bekletilerek deney numunelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesine ait izlenecek protokol Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Doğal Emprenye Maddeleri İle Emprenye Edilmiş Ahşap Malzemelerin Açık Hava Şartlarında Bekletilerek Elde Edilen Test Numunelerinin Araştırılmasında İzlenecek Protokol.

Deney örnekleri hazırlanırken özellikle odun kusurları olmayan kısımlardan, lif yönlerine dikkat edilerek test örnekleri hazırlanmış ve uygun rutubet derecesine kadar kuruması sağlanmıştır.

4.2.2. Emprenye İşlemi

Emprenye işlemi için çam ve meşe palamudu tanenleri kullanılarak öncelikle çözelti hazırlanmıştır. Çözelti; ağırlık miktarı esas alınarak % 5 mineral tanen maddesi destile (damıtılmış ve 60 derece sıcaklıkta) suda çözülerek hazırlanmıştır.

Çözelti ve işlem sıcaklığı tüm emprenyeler için 20±2 ˚C olarak uygulanmıştır. Emprenye sonrası tam yaş halde ağırlık ve boyutları belirlenen örnekler iklimlendirme kabininde %60±3 bağıl nem ve 20±2 ˚C'de %12 denge rutubet hale gelinceye kadar kondisyonlanmıştır.

Çam ve meşe palamudu tanenleri ile hazırlanan çözelti ve kimyasal emprenye maddeleri 20*50*50 cm boyutlarındaki kaba sıra ile konmuş, deney numuneleri çözelti içerisine daldırılmış ve üzere tel kafes ağırlık konmuştur. Daldırma işlemi 2 saat süre ile gerçekleştirilmiştir.

Emprenye işlemi tamamlandıktan sonra denge rutubetine getirilecek örnekler daha sonra açık hava koşullarına tabi tutulmuştur

4.2.3. Doğal Yaşlandırma Yöntemi (Dış ortamda bekletme)

Kontrol ve emprenyeli örnekler 01.09.2011 - 01.09.2012 tarihleri arasında 1 yıl süreyle, ASTM G7 standardında belirtilen esaslara göre Ankara'da Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi alanı içerisinde yer alan açık hava koşullarında bekletilecektir. Deney numuneleri yer zeminine 45° eğik konumda, yüzleri güneye bakacak şekilde yerleştirilmiştir (Resim 4.1).



Resim 4.1 Dış ortam şartlarında 1 yıl süreyle bekletilen deney örneklerinin 45° eğik konumda stantlara yerleştirilmesi

En alt seviyedeki test örneklerinin yüksekliği 50 cm olup, stant çevresinde ot vb. organik artıklar ile topraktaki su oranını gereksiz yere artıracak ve su tutacak artıkların olmamasına özen gösterilmiştir. Deney örneklerinin açık hava şartlarına maruz bırakılmak üzere dış ortama bırakıldığı Ankara iline ait 01.09.2011 - 01.09.2012 tarihleri arasındaki meteorolojik veriler Çizelge 4.1 de ve 1970-2011 yılları arasındaki meteorolojik veriler Çizelge 4.2 verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ankara iline ait 01.09.2011-01.09.2012 tarihleri arasındaki meteorolojik veriler

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)	Aylık Yağış Toplamı (mm)
Eylül - 2011	20.1	30.8	7.6	42.4	0.6
Ekim - 2011	10.9	25.8	0.2	65.1	62.4
Kasım - 2011	3.3	15.2	-7.1	70.3	10.9
Aralık - 2011	3.8	16.0	-6.8	74.9	39.3
Ocak - 2012	-0.9	12.2	-11.3	87.1	93.3
Şubat - 2012	-1.9	10.1	-15.9	83.7	47.7
Mart - 2012	3.7	18.6	-5.4	67.2	43.0
Nisan - 2012	14.9	28.1	0.1	50.5	24.8
Mayıs - 2012	17.5	28.2	9.0	56.8	65.1
Haziran - 2012	24.2	36.6	10.1	38.7	1.2
Temmuz - 2012	27.0	41.0	13.5	35.8	4.6
Ağustos - 2012	24.0	36.0	12.0	38.2	7.4

Çizelge 4.2. Ankara iline ait 1970-2011 yılları arasındaki meteorolojik veriler

ANKARA	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m^2)
Ocak	0.3	4.3	-3.0	2.4	11.1	39.2
Şubat	2.1	6.7	-2.0	3.5	10.4	33.4
Mart	6.2	11.9	1.1	5.3	10.6	36.7
Nisan	11.3	17.1	5.7	6.3	12.3	50.0
Mayıs	16.1	22.2	9.7	8.4	12.5	50.3
Haziran	20.2	26.6	13.1	10.3	8.9	35.3

Çizelge 4.2. (devam) Ankara iline ait 1970-2011 yılları arasındaki meteorolojik veriler

Temmuz	23.6	30.3	16.1	11.3	3.9	15.5
Ağustos	23.3	30.2	16.1	10.5	3.0	12.0
Eylül	18.7	26.0	12.0	9.2	3.8	17.5
Ekim	13.0	19.7	7.4	6.4	7.5	33.2
Kasım	6.7	12.4	2.2	4.2	8.8	35.4
Aralık	2.3	6.2	-1.0	2.2	11.0	42.5

4.3. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

Fiziksel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan kontrol örnekleri, doğal ve kimyasal emprenyeli ahşap malzemeler ile ilgili yapılacak testler, deney numunelerinin boyutları ve standartları Çizelge 4.3'de verilmiştir, açık hava ortamında fiziksel özellikleri tespit edilen numune sayıları ise Çizelge 4.4'de verilmiştir. Her bir test için ağaç türü, emprenye maddeleri ve kontrol numuneleri dikkatte alınarak 10'ar adet olmak üzere toplamda 200 adet deney örneği hazırlanarak deney numuneleri test edilmiştir.

Çizelge 4.3. Fiziksel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan doğal ve kimyasal emprenyeli ahşap malzemelerin boyutları ve standartları

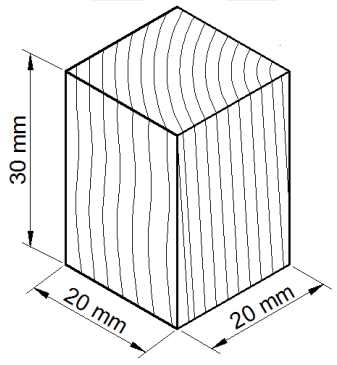
Sıra No	Test Adı	Boyutlar (m)	Standart
1	Hava Kurusu Yoğunluk	20 X 20 X 30	TS 2472
2	Tam Kuru Yoğunluk	20 X 20 X 30	TS 2472
3	Rutubet Miktarı	20 X 20 X 30	TS 2471
4	Retensiyon Miktarı	20 X 20 X 30	ASTM D 1413–07
5	Şekil bozukluğu (Çarpılma/Burulma)	20 X 200 X 300	TS EN 1310

Çizelge 4.4. Fiziksel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan numune sayıları

Ağaç Türü	Kontrol	Doğal Emprenye Maddeleri		Kimyasal Emprenye Maddeleri	
		Çam Taneni	Meşe Palamudu	İmersol Aqua	Timber Care Aqua
Sarıçam	10	10	10	10	10
Sedir	10	10	10	10	10
Kestane	10	10	10	10	10
Meşe	10	10	10	10	10

4.3.1. Hava Kurusu Yoğunluğun Belirlenmesi

Hava kurusu yoğunluk tayininde, TS 2472 esaslarına göre 20x20x30 mm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Hava kurusu yoğunluk deney örneği

Örneklerin hava kurusu yoğunlukları TS 2472'e uyularak belirlenmiştir. Buna göre; deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarında bekletilerek değişmez ağırlığa ve boyutsal stabiliteye ulaştıktan sonra, 0,01g duyarlıklı analitik terazide tartılmış, boyutları ± 0,01mm duyarlıklı kumpas ile ölçülerek hacimleri belirlendikten sonra hava kurusu haldeki ağırlık (M_{12}) ve hacim (V_{12}) değerine göre hava kurusu yoğunluk (δ_{12});

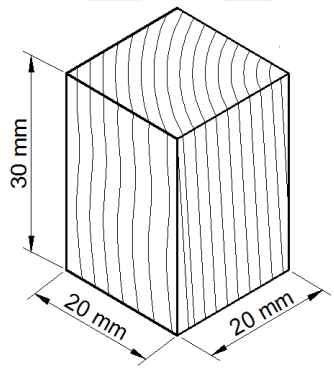
$$\delta_{12} = M_{12} / V_{12}\ g/cm^3 \qquad (4.1)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

M12 = Örnek ağırlığı (g)
V12 = Örnek hacmi (cm^3)

4.3.2. Tam Kuru Yoğunluğun Belirlenmesi

Tam kuru yoğunluğun belirlenmesi deneyinde TS 2472 standardında belirtilmiş olan esaslar dikkate alınarak standardına uygun olarak 20x20x30 mm ölçülerinde hazırlanacak doğal ve kimyasal emprenyeli ahşap malzemeler etüve konulmuştur. Şekil 4.3' de tam kuru yoğunluğun belirlenmesinde kullanılacak deney numunesi verilmiştir.



Şekil 4.3. Tam kuru yoğunluk deney örneği

Sıcaklığı kademeli olarak 50 ºC, 75 ºC ve 103 ± 2 ºC'ye çıkarılarak örneklerin ağırlıkları değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilerek tam kuru hale getirilecektir. Etüvden çıkartılacak örnekler içerisinde P2O5 olan desikatöre alınarak soğumaları sağlanacaktır. Bu durumda ±0,01g duyarlı analitik terazide tartılıp (M0), ±0,01mm duyarlıklı dijital kumpasla boyutları belirlendikten sonra, hacimleri hesaplanarak (V0), tam kuru özgül ağırlık (D0) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

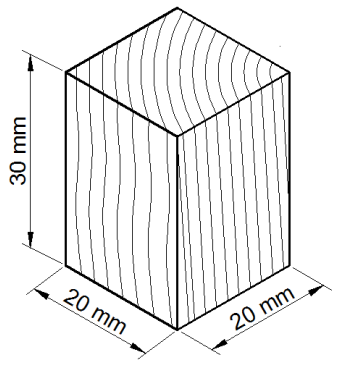
$$D_O = \frac{M_O}{V_O} \ (g/cm^3) \qquad (4.2)$$

bağıntısına göre hesaplanmıştır. Burada;

D0: Tam kuru rutubetteki yoğunluk (g/cm^3)
M0: Tam kuru rutubetteki örnek ağırlığı (g)
V0: Tam kuru rutubetteki örnek hacmi (cm^3)'dir.

4.3.3. Rutubet Miktarının Belirlenmesi

Rutubet miktarının belirlenmesi deneyinde TS 2471 standardında belirtilmiş olan esaslar dikkate alınarak standardına uygun olarak 20x20x30 mm ölçülerinde hazırlanacaktır. Şekil 4.4' de rutubet miktarının belirlenmesinde kullanılacak deney numunesi verilmiştir.



Şekil 4.4. Rutubet miktarının deney örneği

Doğal ve kimyasal emprenyeli ahşap malzemeler önce tartılacaktır (MR). Tartıldıktan sonra etüve konularak sıcaklığı kademeli olarak 50 ºC, 75 ºC ve 103 ± 2 ºC'ye çıkarılarak örneklerin ağırlıkları değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilerek tam kuru hale getirilecektir. Etüvden çıkartılacak örnekler içerisinde P2O5 olan desikatöre alınarak soğumaları sağlanacaktır. Bu durumda ±0,01g duyarlı analitik

terazide tartılarak (M_0) rutubet miktarları (r) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanacaktır.

$$r = \left[\frac{M_R - M_O}{M_O} \right] \times 100 \qquad (4.3)$$

bağıntısına göre hesaplanmıştır. Burada;

r: Rutubet miktarı (%)
M_R: Rutubeti r olan odunun ağırlığı (g)
M_0: Numunenin tam kuru ağırlığı (g)

4.3.4. Retensiyon Miktarı Tespiti

Deney örneklerinin emprenyesi ASTM D 1413–07 esaslarına göre gerçekleştirilmiştir. Hava kurusu haldeki test örnekleri, emprenye işleminde 760 mm Hg değerinde 60 dakika süreyle bir ön vakum uygulandıktan sonra, örnekler atmosferik basınçta çözelti içerisinde 60 dakika süreyle difüzyona bırakılmışlardır. Emprenyeden sonra, örnekler, organik çözücünün buharlaşması için oda şartlarında 10–15 gün bekletilmiş, tekrar hava kurusu %12±1 denge rutubetine ulaşıncaya kadar iklimlendirme kabininde %60±5 bağıl nem ve 20±2 ˚C'de kondisyonlanmıştır. Böylece, emprenye maddesi tutunma (retensiyon) miktarları (R -kg/m^3),

$$R = \left[\frac{G.C}{V} \right] \times 1000 \text{ kg/m}^3 \qquad (4.4)$$

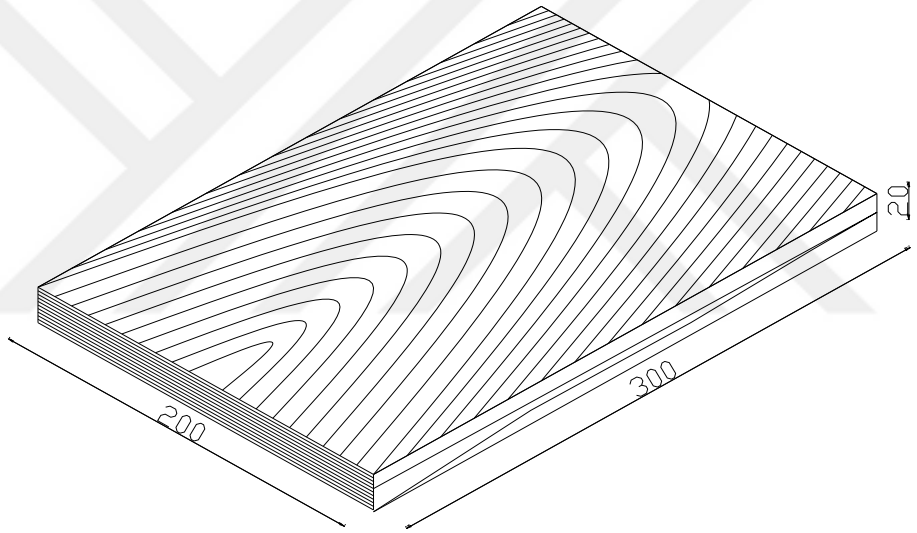
eşitliği yardımıyla hesaplanmıştır. Burada;

$G = T_2 - T_1$
T_2 = Emprenye sonrası örnek ağırlığı [g]
T_1 = Emprenye öncesi örnek ağırlığı [g]
V= Örnek hacmi [cm^3]

C= Çözelti konsantrasyonu [%]

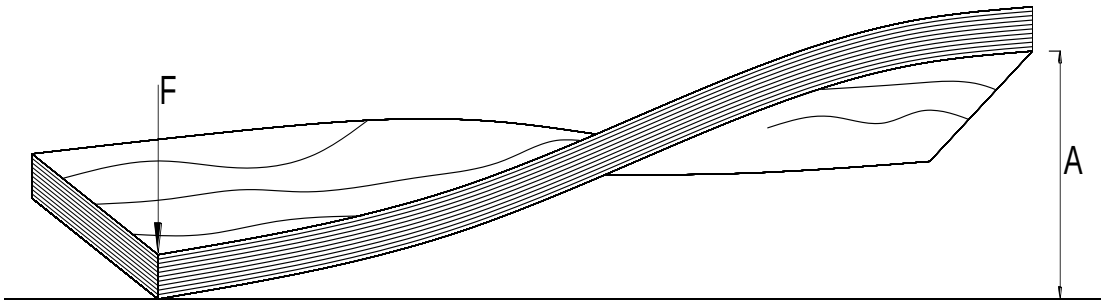
4.3.5. Şekil Bozukluğu (Çarpılma/Burulma) Belirlenmesi

Şekil bozukluğunun ölçülmesinde TS EN 1310 esas alınmıştır. Ağaç malzemelerden her ağaç ve işlem çeşidi için 19x200x300 mm boyutlarında 10'ar adet olmak üzere toplam 200 [ağaç türü (4) x işlem çeşidi (5) x tekerrür (5)] deney örneği hazırlanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Şekil bozukluğunun (çarpılma/burulma) tespiti örneği

Yaşlandırmanın ağaç malzemenin üç yönde farklı çalışması sebebiyle başlangıçta düzgün olan kenar, yüzey ve profillerde eğilme, burulma oluklaşma gibi şekil farklılaşmaları oluşabilmektedir. Farklılaşmada ağaç türü, kullanılan emprenye maddesi gibi faktörler rol oynayabilir. Ölçümlerde levhalar bir çelik plaka üzerinde oturtularak bir referans noktaya göre en büyük çarpılma miktarı ±0.01 hassasiyetli dijital kumpas ile belirlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Şekil bozukluklarının tespiti

4.4. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan kontrol örnekleri, doğal ve kimyasal emprenyeli ahşap malzemeler ile ilgili yapılacak testler, deney numunelerinin boyutları ve standartları Çizelge 4.5 ’de verilmiştir. Her bir test için ağaç türü, emprenye maddeleri ve kontrol numuneleri dikkatte alınarak 10’ar adet olmak üzere toplamda 200 adet deney örneği hazırlanarak deney numuneleri test edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesinde Kullanılan Deney Numunelerinin Boyutları ve Standartları

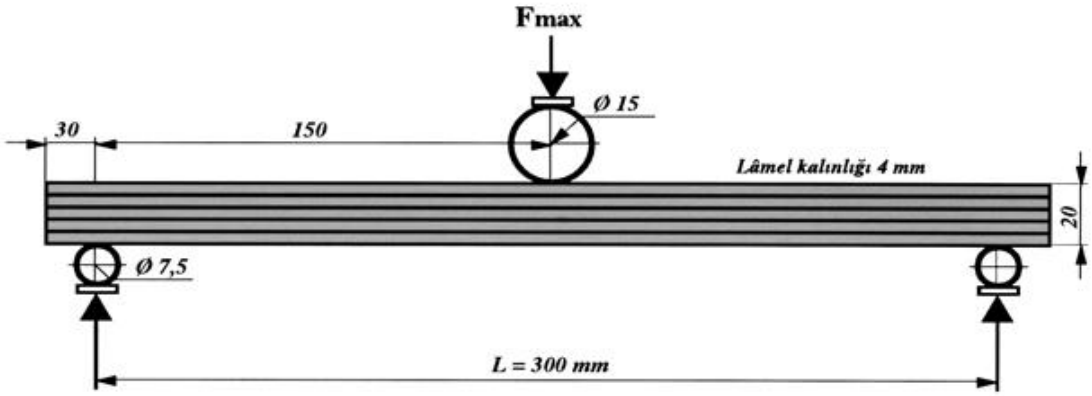
Sıra No	Test Adı	Boyutlar (mm)	Standart
1	Eğilme Direncinin Belirlenmesi	20 X 20 X 300	TS 2474
2	Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi	20 X 20 X 300	TS 2478
3	Liflere Paralel Basınç Direncinin Belirlenmesi	20 X 20 X 60	TS 2595
4	Liflere Paralel Yönde Yapışma Direnci	20 X 15 X 150	TS EN 205
5	Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi	50 X 50 X 20	TS EN 13444

Çizelge 4.6. Mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan numune sayıları

Ağaç Türü	Kontrol	Doğal Emprenye Maddeleri		Kimyasal Emprenye Maddeleri	
		Çam Taneni	Meşe Palamudu	İmersol Aqua	Timber Care Aqua
Sarıçam	10	10	10	10	10
Sedir	10	10	10	10	10
Kestane	10	10	10	10	10
Meşe	10	10	10	10	10

4.4.1. Eğilme Direncinin Belirlenmesi

Eğilme direncinin belirlenmesi için TS 2474 (1976) standardında belirtilmiş olan esaslar dikkate alınarak standardına uygun olarak 20x20x360 mm ölçülerinde doğal ve kimyasal emprenyeli ahşap malzemeler hazırlanacaktır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Eğilme direnci ve elastiklik modülü deney düzeneği

Deney numunelerinin boyutları 0,01 mm duyarlıkta ölçülerek belirlenecektir. Deney parçasının yerleştirildiği silindirik mesnetlerin merkezleri arasındaki uzaklık, deney parçasının kalınlığının 15 katı (15X20 mm = 360 mm) olacak şekilde ayarlanacaktır. Yük deney parçasının yüzeyine değişmez bir hızla yeknesak olarak yüklenecek ve deney hızı deney parçaları, yüklenmeye başlandıktan 1,5±0,5 dak. sonra kırılacak

şekilde ayarlanacaktır. Kırılma anındaki kuvvet (Pmax) okunup eğilme direnci (σE) aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır.

$$\sigma_E = \frac{3.P_{max}.I}{2.b.h^2} (N/mm^2) \quad (4.5)$$

bağıntısına göre hesaplanacaktır. Burada;

P_{max} = Kırılma anında uygulanan yük (N)
I = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)
b = Deney numunesinin eni (yıllık halkalara dik yönde, cm)
h = Deney numunesinin kalınlığı (yıllık halkalara teğet yönde, cm)'dır.

Statik eğilme direncinin %12 rutubet miktarına ayarlanması gerektiğinde, aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanacaktır.

$$\sigma_{b12} = \sigma_E \times \left[1 + \frac{\alpha}{W - 12}\right] (N/mm^2) \quad (4.6)$$

bağıntısına göre hesaplanacaktır. Burada;

α = rutubet miktarı için düzeltme faktörü olup, bu değer 0,04'tür.
W = TS 2471' e uygun olarak hesaplanmış odun rutubet miktarıdır.

4.4.2. Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi

Oduna uygulanan düşük gerilmelerde meydana gelen şekil değişiminin, yük kaldırıldıktan sonra tamamen ortadan kalkması geri kazanılması özelliğini ortaya koyabilmek için elastikiyet modülü belirlenecektir. Elastiyet modülünün belirlenmesinde TS 2474 (1976)' da belirtilen ölçülere uygun 20 X 20 X 360 mm ölçülerinde eğilme direncinin belirlenmesinde kullanılan doğal ve kimyasal emprenyeli ahşap malzemeler kullanılacaktır (Şekil 4.7). Elastik deformasyon

bölgesinde uygulanan kuvvet farkı (ΔF) için örnekteki sehimler arasındaki fark (Δf) yardımı ile elastiklik modülü (E) aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanacaktır.

$$E = \frac{\Delta . F . L^3}{4 . b . h^3 . \Delta f} (N/mm^2) \qquad (4.7)$$

bağıntısına göre hesaplanacaktır. Burada;

ΔF = Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (N)

L = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

Δf = Net eğilme alanındaki sehim, yüklemenin alt ve üst limitlerinde ölçülen sehimlere ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (mm)

b = Deney parçasının en kesit genişliği (mm)

h = Deney parçasının en kesit kalınlığı (mm)'dır.

Rutubetleri %12'den farklı olan numunelerin %12 rutubet miktarına ayarlanılması gerektiğinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanacaktır.

$$E_{12} = E \times \left[1 + \frac{\alpha}{W - 12}\right] (N/mm^2) \qquad (4.8)$$

bağıntısına göre hesaplanacaktır. Burada;

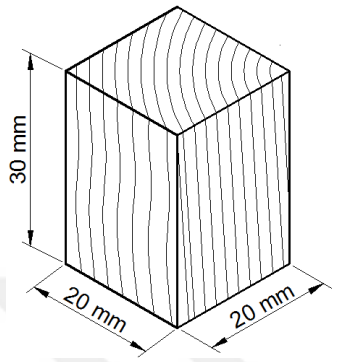
α = rutubet miktarı için düzeltme faktörü olup, bu değer 0,02'dir.

W = TS 2471'e uygun olarak hesaplanmış odun rutubet miktarıdır.

4.4.3. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci tayini için TS 2595 (1976) esas alınacaktır. Kontrol ve deney örneklerinden 20x20x30 mm boyutlarında doğal ve kimyasal emprenyeli

ahşap malzemeler hazırlanacaktır (Şekil 4.8). Deneyden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı 0,01 duyarlıkta (axb) ölçülüp, kırılma anındaki maksimum kuvvet (P_{max}) belirlenerek basınç dirençleri aşağıdaki formülle hesaplanacaktır.



Şekil 4.8. Liflere paralel basınç direnci deney örneği

$$\sigma_{W//} = \frac{P_{MAX}}{a \,.\, b} (N/mm^2) \qquad (4.9)$$

bağıntısına göre hesaplanacaktır. Burada;

σ w// = Liflere paralel basınç direnci (N/mm2)
P_{max} = En büyük yük (N)
a ve b = Deney parçasının en kesitsel boyutları (mm2)'dır.

Basınç dayanımının % 12 rutubet miktarına ayarlanması gerektiğinde bu değer aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanacaktır.

$$\sigma_{12} = \sigma_W \times \left[1 + \frac{\alpha}{W - 12}\right] (N/mm^2) \qquad (4.10)$$

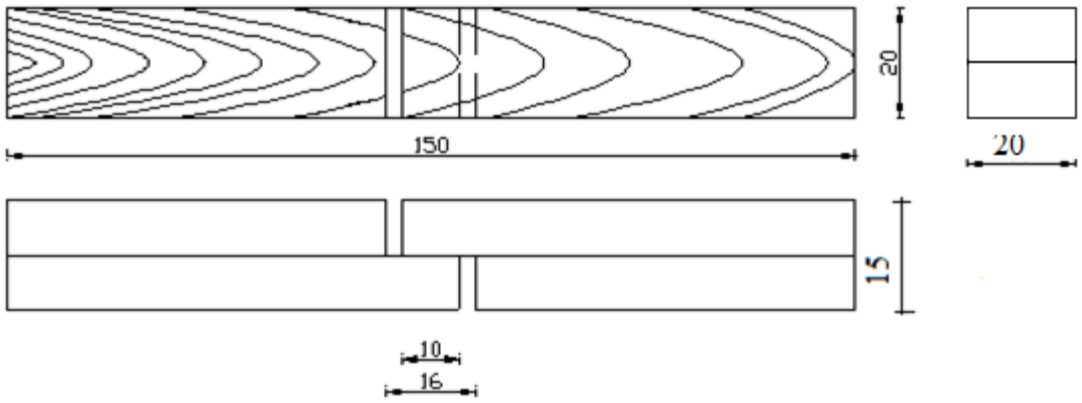
bağıntısına göre hesaplanacaktır. Burada;

α = rutubet miktarı için düzeltme faktörü olup, bu değer 0,05'tir.

W = TS 2471'e uygun olarak hesaplanmış odun rutubet miktarıdır.

4.4.4. Liflere Paralel Yapışma Direnci

Liflere paralel yapışma direncinin belirlenmesi için TS EN 205 esas alınacaktır. Kontrol ve deney örneklerinden 20x15x150 mm boyutlarında doğal ve kimyasal emprenyeli ahşap malzemeler hazırlanacaktır. Hazırlanan örneklerin enine kesitine homojen ve örnekleri 1,5-2 dakika çekecek şekilde sabit bir çekme kuvveti uygulanacaktır. Kuvvet uygulaması örnek kopuncaya kadar devam ettirilerek kopma anındaki maksimum kuvvet (F) ölçü cihazının kadranından okunarak kaydedilecektir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Liflere paralel yapışma direnci deney örneği

Yapışma direnci (σ_Y) aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır.

$$\sigma_Y = \frac{F}{A} = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{b} \div \mathrm{l}} (\mathrm{N/mm^2}) \qquad (4.11)$$

bağıntısına göre hesaplanacaktır. Burada;

σ_Y = Yapışma direnci (N/ mm2)

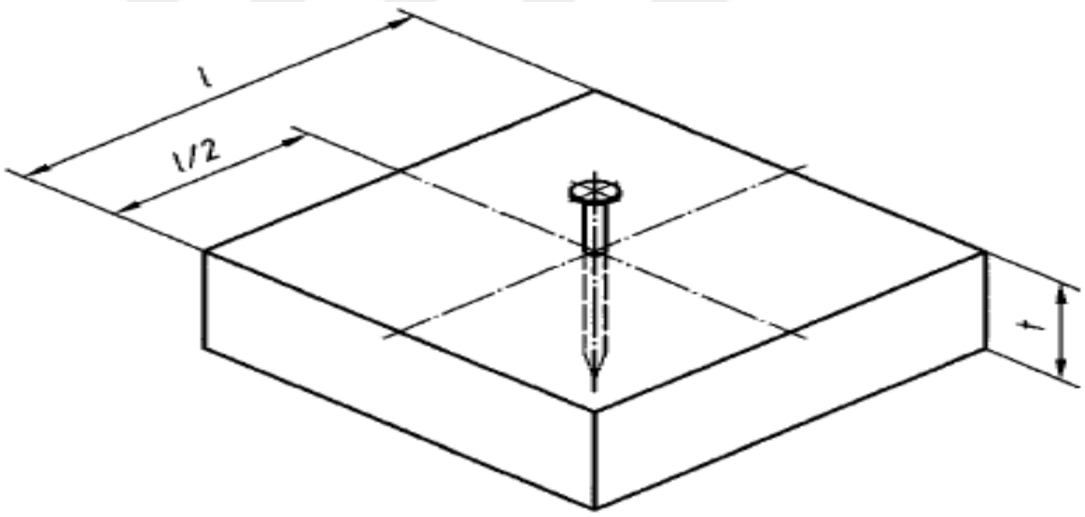
F = Kopma anındaki kuvveti (N)

B = Yapışma yüzeyinin genişliği (mm)

L = Yapışma yüzeyinin uzunluğu (mm)'dur.

4.4.5. Vida Tutma Direnci

Vida tutma direncinin tayini için TS EN 13446 esas alınacaktır. Kontrol ve deney örneklerinden 50x50x20 mm boyutlarında doğal ve kimyasal emprenyeli ahşap malzemeler hazırlanacaktır. Deney parçalarının kalınlığını ve girme derinliğini EN 325'e göre ±0,1 mm duyarlıkta ölçülerek belirlenecektir. Deney parçaları bağlayıcıların yerleştirilmesinden 20 ± 2 ^{o}C hava sıcaklığı ve %65 ± 5 nispi nem ortam sabit kütleye ulaşıncaya kadar şartlandırılacaktır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Vida tutma direnci deney örneği ((l :50, t : 18, h: 50, lp : 15 mm) (Screw withdrawal strength test sample (l :50, t : 20, h: 50, lp : 15 mm))

4.5. İstatistiksel Analizler

Yapılan testler sonucunda elde edilen veriler Excel programında kaydedilmiştir. Her test için aritmetik ortalamalar, standart sapmalar ve varyasyon katsayıları hesaplanmış ve ilgili çizelgelerde gösterilmiştir. İstatistik hesaplamalar SPSS 13.0 programında yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkların incelenmesinde DUNCAN ve ANOVA testleri, tek faktörlü ve çok faktörlü varyans analizi yapılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

5.1.1. Hava Kurusu Yoğunluk

Deney örneklerinin hava kurusu yoğunluklarına ilişkin resimler Resim 5.1'de verilmiştir. Hava kurusu yoğunluğun belirlenmesine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 5.1, Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3'de verilmiştir.



Resim 5.1. Hava kurusu yoğunluk deney örnekleri

Çizelge 5.1'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) ortalama yoğunluk miktarları en yüksek imersol aquayla emprenye edilen sapsız meşede 0,71 g/cm^3 ve en düşük ise sarıçam kontrol numunesinde 0,52 g/cm^3 olarak belirlenmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) yoğunluk değeri en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede 0,71 g/cm^3 ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda 0,52 g/cm^3 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.1).

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) yoğunluk değeri en yüksek timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede 0,70 g/cm^3 ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda 0,53 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.1).

Kontrol numunelerinde ise hava kurusu haldeki (%12) yoğunluk değeri en yüksek sapsız meşede 0,69 g/cm^3 ve en düşük sarıçamda 0,52 g/cm^3 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.1).

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden hava kurusu yoğunluk değerleri açısından sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde daha düşük değerler çıktığı bulunmuştur (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama hava kurusu yoğunluk değerleri

Hava Kurusu Yoğunluk (g/cm^3) (n: 10)						
Ağaç Türü	İ. S.*	Kontrol	Doğal Emprenye Maddeleri		Kimyasal Emprenye Maddeleri	
			Çam Taneni	Meşe Palamudu	İmersol Aqua	Timber Care Aqua
Sarıçam	x	0,52	0,52	0,53	0,54	0,53
	Sx	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
	v	0,13	0,02	0,04	0,04	0,04
Sedir	x	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54
	Sx	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01
	v	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02
Kestane	x	0,63	0,63	0,66	0,66	0,65
	Sx	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04
	v	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06
Meşe	x	0,69	0,69	0,70	0,71	0,70
	Sx	0,05	0,06	0,04	0,03	0,07
	v	0,07	0,09	0,06	0,04	0,1

*İ.S.: İstatistiksel Sembol

Literatür de, söz konusu masif ağaç malzemelerin hava kurusu yoğunlukları; sarıçamda 0,52 g/cm^3, Toros sedirinde 0,52 g/cm^3, Anadolu kestanesinde 0,63 g/cm^3 ve sapsız meşede 0,69 g/cm^3 elde edildiği bildirilmiştir [Bozkurt, 1982].

Elde ettiğimiz hava kurusu yoğunluk bulgularının Bozkurt[1982]'un yaptığı çalışmaya yakın değerler çıktığı belirlenmiştir. Hava kurusu yoğunluk miktarının düşük veya yüksek çıkması, kullanılan materyallerin farklı olmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda; ağaç türlerinin doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerinin, ağaç türü ve hava kurusu yoğunluk miktarları arasında önemli (0.01) farklılıklar; emprenye türü ve hava kurusu yoğunluk miktarları arasında ise önemli (0.05) farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama hava kurusu yoğunluk miktarlarına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri	Pr>F
Ağaç Türü	3	0.8187	0.2729	126.53	<,0001*
Emprenye Türü	2	0.0161	0.0080	3.72	0,0263*
Emprenye Maddesi	1	0.0074	0.0074	3.43	0,0659ns
Hata	156	0.3365	0.0022		
Toplam	199	1.2289			

*=0,05'e göre önemli, ns= önemsiz

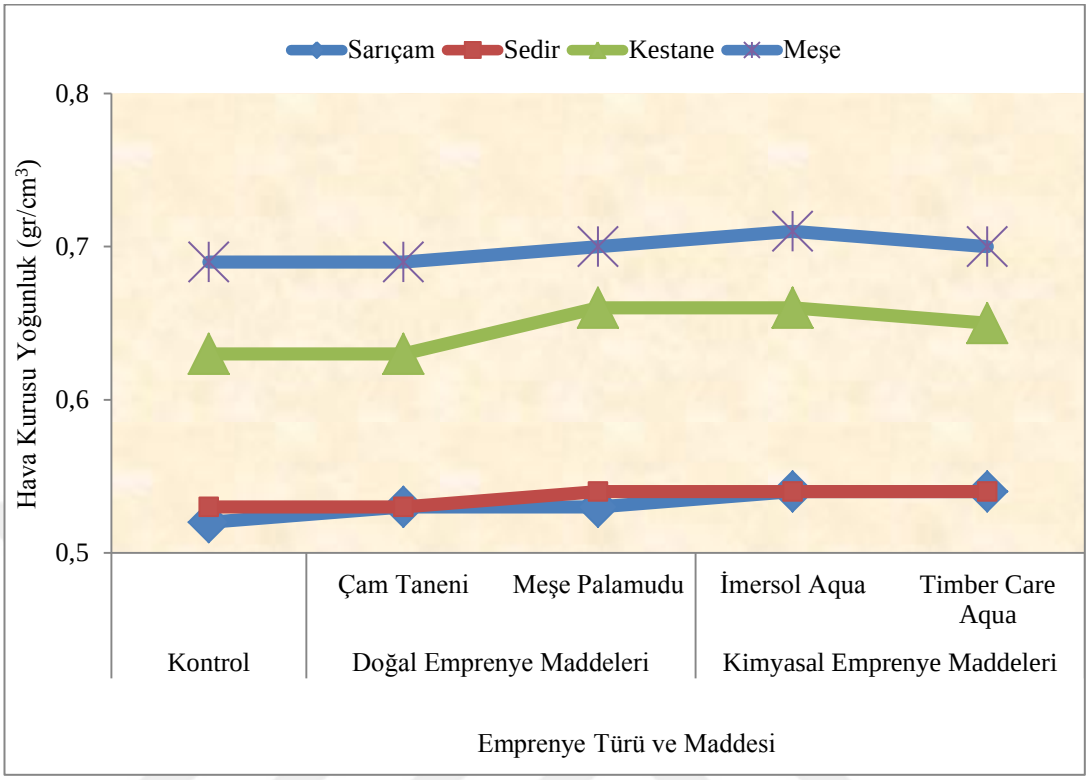
Buna göre; hava kurusu yoğunluk düzeyindeki değişimde ağaç türü ve emprenye türü istatiksel olarak önemli, emprenye maddesi ise önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,05$). Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 5.3'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. İşlem çeşidi, ağaç türü, emprenye çeşidi değişkenlerinin hava kurusu yoğunluk değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (g/cm^3)

Faktör		X_{ort}	HG
İşlem Çeşidi	Kontrol	0,597	b
	Doğal Emprenye	0,616	a
	Kimyasal Emprenye	0,621	a
LSD: ± 0,0146			
Ağaç Türü	Sarıçam	0,551	c
	Toros Sediri	0,556	c
	Anadolu Kestanesi	0,642	b
	Sapsız Meşe	0,705	a
LSD: ± 0,0181			
Emprenye Çeşidi	Çam Taneni	0,609	a
	Meşe Palamudu	0,622	a
	İmerol Aqua	0,621	a
	Timber Care Aqua	0,620	a
LSD: ± 0,0131			

Buna göre; en yüksek hava kurusu yoğunluk değişimi, işlem çeşidi bakımından kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerde (0,621 g/cm^3), ağaç türü bakımından sapsız meşede (0,705 g/cm^3) ve emprenye çeşidi bakımından meşe palamudu ile emprenye edilen örneklerde (0,622 g/cm^3) elde edilmiştir. En düşük hava kurusu yoğunluk değişimi ise, işlem çeşidi bakımından kontrol örneklerinde (0,597 g/cm^3), ağaç türü bakımından sarıçamda (0,551 g/cm^3) ve emprenye çeşidi bakımından çam taneni ile emprenye edilen örneklerde (0,609 g/cm^3) elde edilmiştir.

Deney örneklerinin doğal ve kimyasal emprenye edilmiş numuneleri ile kontrol örneklerinin hava kurusu yoğunluk miktarlarına ilişkin grafikleri Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama hava kurusu yoğunluk değerleri

Doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numuneler ve kontrol örnekleri arasında hava kurusu yoğunluk değerleri açısından birbirine yakın değerler çıktığı görülmektedir (Şekil 5.1).

5.1.2. Tam Kuru Yoğunluk

Deney örneklerinin tam kurusu yoğunluklarına ilişkin deney örnekleriyle ilgili resimler ise Resim 5.2'de verilmiştir. Tam kuru yoğunluğun belirlenmesine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 5.4, Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.6'da verilmiştir.



Resim 5.2. Tam kuru yoğunluk deney örnekleri

Çizelge 5.4'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde tam kuru haldeki ortalama yoğunluk miktarları en yüksek imersol aquayla emprenye edilen sapsız meşede 0,68 g/cm^3 ve en düşük ise sarıçam kontrol numunesinde 0,48 g/cm^3 olarak belirlenmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde tam kuru haldeki yoğunluk değeri en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede 0,67 g/cm^3 ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda 0,49 g/cm^3 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.4).

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde tam kuru haldeki yoğunluk değeri en yüksek imersol aquayla emprenye edilen sapsız meşede 0,68 g/cm^3 ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda 0,49 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.4).

Kontrol numunelerinde ise tam kuru haldeki yoğunluk değeri en yüksek sapsız meşede 0,66 g/cm^3 ve en düşük sarıçamda 0,48 g/cm^3 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.4).

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden tam kuru yoğunluk değerleri açısından Toros

sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde daha düşük; sarıçam ağaç türünde ise benzer değerler çıktığı tespit edilmiştir (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama tam kuru yoğunluk değerleri

Tam Kuru Yoğunluk (g/cm^3) (n: 10)						
Ağaç Türü	İ. S.*	Kontrol	Doğal Emprenye Maddeleri		Kimyasal Emprenye Maddeleri	
			Çam Taneni	Meşe Palamudu	İmersol Aqua	Timber Care Aqua
Sarıçam	x	0,48	0,49	0,50	0,50	0,49
	Sx	0,02	0,02	0,03	0,05	0,03
	v	0,04	0,04	0,06	0,1	0,06
Sedir	x	0,49	0,49	0,50	0,50	0,50
	Sx	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03
	v	0,04	0,02	0,02	0,02	0,06
Kestane	x	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60
	Sx	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	v	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Meşe	x	0,66	0,66	0,67	0,68	0,67
	Sx	0,04	0,05	0,04	0,03	0,06
	v	0,06	0,08	0,06	0,04	0,09

*İ.S.: İstatistiksel Sembol

Literatür de, söz konusu masif ağaç malzemelerin tam kuru yoğunlukları; sarıçamda 0,49 g/cm^3, Toros sedirinde 0,48 g/cm^3, Anadolu kestanesinde 0,59 g/cm^3 ve sapsız meşede 0,67 g/cm^3 elde edildiği bildirilmiştir [Bozkurt, 1982].

Elde ettiğimiz tam kuru yoğunluk bulgularının Bozkurt[1982]'un yaptığı çalışmaya yakın değerler çıktığı belirlenmiştir. Tam kuru yoğunluk miktarının düşük veya yüksek çıkması, kullanılan materyallerin farklı olmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda; ağaç türlerinin doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerinin, ağaç türü ve tam kuru yoğunluk miktarları, emprenye türü ve tam kuru yoğunluk miktarları ile emprenye maddesi ve tam kuru yoğunluk miktarları arasında ise önemli (0.01) farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama tam kuru yoğunluk miktarlarına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri	Pr>F
Ağaç Türü	3	0.6571	0.2190	167.18	<,0001*
Emprenye Türü	2	0.0354	0.0177	13,53	<,0001*
Emprenye Maddesi	1	0.0173	0.0173	13.23	0.0004*
Hata	156	0.2044	0.0013		
Toplam	199	0.9537			

*=0,05'e göre önemli

Buna göre; tam kuru yoğunluk düzeyindeki değişimde ağaç türünde emprenye türü ve emprenye maddesi istatiksel olarak önemli çıkmıştır ($P \leq 0,05$). Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 5.6'de verilmiştir.

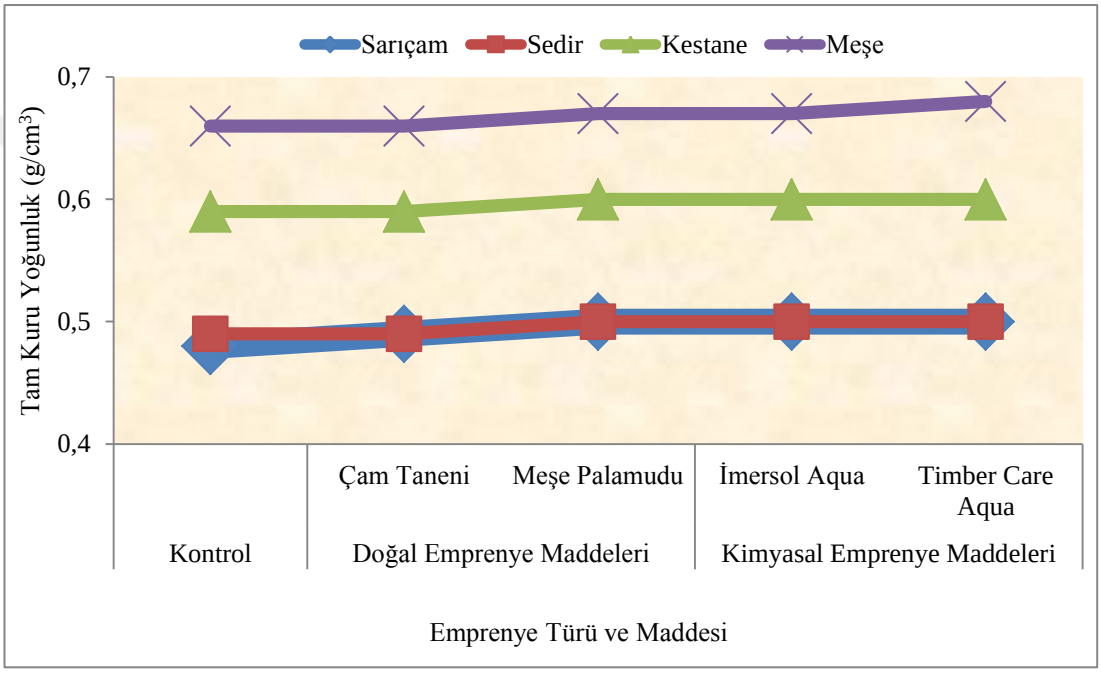
Çizelge 5.6. İşlem çeşidi, ağaç türü, emprenye çeşidi değişkenlerinin tam kuru yoğunluk değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (N/mm^2)

Faktör		X_{ort}	HG
İşlem Çeşidi	Kontrol	0,491	a
	Doğal Emprenye	0,520	a
	Kimyasal Emprenye	0,527	b
LSD: ± 0,0115			
Ağaç Türü	Sarıçam	0,480	b
	Toros Sediri	0,486	b
	Anadolu Kestanesi	0,486	b
	Sapsız Meşe	0,616	a
LSD: ± 0,0139			
Emprenye Çeşidi	Çam Taneni	0,515	b
	Meşe Palamudu	0,524	a
	İmerol Aqua	0,522	b
	Timber Care Aqua	0,532	a
LSD: ± 0,01			

Buna göre; en yüksek tam kuru yoğunluk değişimi, işlem çeşidi bakımından kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerde (0,527 g/cm^3), ağaç türü bakımından sapsız meşede (0,616 g/cm^3) ve emprenye çeşidi bakımından timber care aqua ile emprenye edilen örneklerde (0,532 g/cm^3) elde edilmiştir. En düşük tam kuru yoğunluk değişimi ise, işlem çeşidi bakımından kontrol örneklerinde (0,491

g/cm^3), ağaç türü bakımından sarıçamda (0,480 g/cm^3) ve emprenye çeşidi bakımından çam taneni ile emprenye edilen örneklerde (0,515 g/cm^3) elde edilmiştir.

Deney örneklerinin doğal ve kimyasal emprenye edilmiş numuneleri ile kontrol örneklerinin tam kuru yoğunluk miktarlarına ilişkin grafikleri Şekil 5.2'de gösterilmiştir.

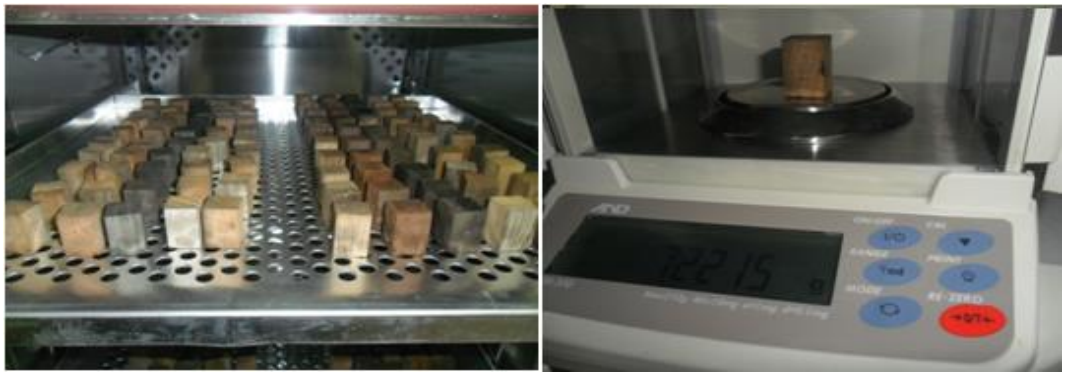


Şekil 5.2. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama tam kuru yoğunluk değerleri

Doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numuneler ve kontrol örnekleri arasında tam kuru yoğunluk değerleri açısından birbirine yakın değerler çıktığı görülmektedir (Şekil 5.2).

5.1.3. Rutubet Miktarı

Deney örneklerinin rutubet miktarının belirlenmesine ilişkin deney örnekleriyle ilgili resimler ise Resim 5.3'de verilmiştir. Rutubet miktarının belirlenmesine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 5.7, Çizelge 5.8 ve Çizelge 5.9'da verilmiştir.



Resim 5.3. Rutubet miktarının belirlenmesi deney örnekleri

Çizelge 5.7'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) ortalama rutubet miktarı en yüksek imersol aquayla emprenye edilen Toros sedirinde %14,18 ve en düşük ise timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede %13,11 olarak belirlenmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) rutubet miktarı en yüksek çam taneniyle emprenye edilen Toros sedirinde %13,96 ve en düşük ise meşe palamuduyla emprenye edilen sarıçamda %13,27 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.7).

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) rutubet miktarı en yüksek imersol aquayla emprenye edilen Toros sedirinde %14,18 ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede %13,11 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.7).

Kontrol numunelerinde ise hava kurusu haldeki (%12) rutubet değeri en yüksek Toros sediri ve Anadolu Kestanesinde %14 ve en düşük sarıçam ve sapsız meşede %13 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.7).

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden rutubet miktarı değerleri açısından sarıçam,

Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde ise daha yüksek değerler çıktığı tespit edilmiştir (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama rutubet miktarı değerleri

Rutubet Miktarı (%) (n: 10)						
Ağaç Türü	İ. S.*	Kontrol	Doğal Emprenye Maddeleri		Kimyasal Emprenye Maddeleri	
			Çam Taneni	Meşe Palamudu	İmersol Aqua	Timber Care Aqua
Sarıçam	x	13	14	13	13	13
	Sx	0,22	0,26	0,27	0,29	0,41
	v	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Sedir	x	14	14	14	14	13
	Sx	0,50	0,20	0,17	0,47	0,21
	v	0,04	0,01	0,01	0,03	0,02
Kestane	x	14	13	14	13	13
	Sx	0,36	0,42	0,17	0,41	0,40
	v	0,03	0,03	0,01	0,03	0,03
Meşe	x	13	14	14	13	13
	Sx	0,37	0,34	0,25	0,16	0,20
	v	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02

*İ.S.: İstatistiksel Sembol

Yapılan varyans analizi sonucunda; ağaç türlerinin doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerinin, emprenye türü ve rutubet miktarının belirlenmesi arasında önemli (0.01) farklılıklar; emprenye maddesi ve rutubet miktarının belirlenmesi arasında ise önemli (0.05) farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama rutubet miktarının belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri	Pr>F
Ağaç Türü	3	6.3848	2.1283	0.68	0.5634ns
Emprenye Türü	2	99.6441	49.8221	16.00	<,0001*
Emprenye Maddesi	1	15.0842	15.0842	4.84	0.0292*
Hata	156	485.8087	3.1142		
Toplam	199	872.7987			

*=0,05'e göre önemli, ns=önemsiz

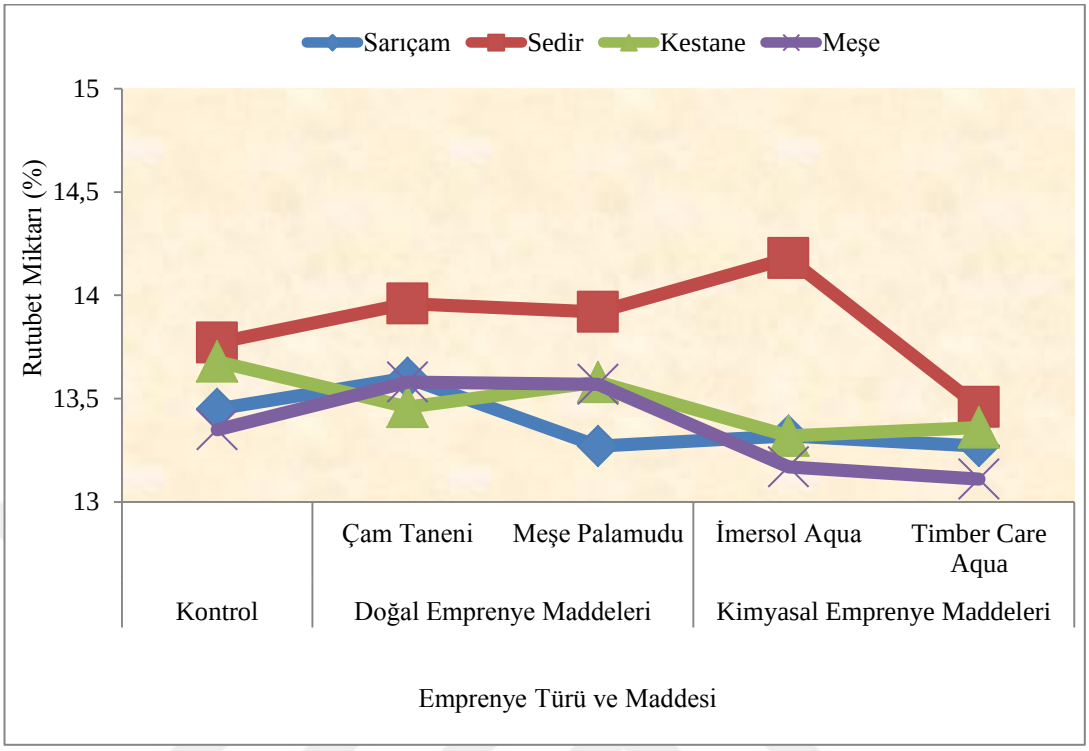
Buna göre; rutubet miktarı düzeyindeki değişimde emprenye türü ve emprenye maddesi istatiksel olarak önemli, ağaç türü ise önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,05$). Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 5.9'de verilmiştir.

Çizelge 5.9. İşlem çeşidi, ağaç türü, emprenye çeşidi değişkenlerinin rutubet miktarı değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (%)

Faktör		X_{ort}	HG
İşlem Çeşidi	Kontrol	15,602	a
	Doğal Emprenye	15,162	a
	Kimyasal Emprenye	13,906	b
LSD: ± 0,565			
Ağaç Türü	Sarıçam	15,055	a
	Toros Sediri	14,661	a
	Anadolu Kestanesi	14,661	a
	Sapsız Meşe	14,613	a
LSD: ± 0,0181			
Emprenye Çeşidi	Çam Taneni	15,143	a
	Meşe Palamudu	15,181	b
	İmerol Aqua	14,170	a
	Timber Care Aqua	13,642	b
LSD: ± 0,0131			

Buna göre; en yüksek rutubet miktarı değişimi, işlem çeşidi bakımından kontrol örneklerinde (% 15,602), ağaç türü bakımından sarıçamda (% 15,055) ve emprenye çeşidi bakımından meşe palamudu ile emprenye edilen örneklerde (% 15,181) elde edilmiştir. En düşük rutubet miktarı değişimi ise, işlem çeşidi bakımından kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerinde (% 13,906), ağaç türü bakımından sapsız meşede (% 14,613) ve emprenye çeşidi bakımından timber care aqua ile emprenye edilen örneklerde (% 13,642) elde edilmiştir.

Deney örneklerinin doğal ve kimyasal emprenye edilmiş numuneleri ile kontrol örneklerinin rutubet miktarının belirlenmesine ilişkin grafikleri Şekil 5.3'de gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama rutubet miktarı değerleri

Doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numuneler ve kontrol örnekleri arasında rutubet miktarı değerleri açısından birbirine yakın değerler çıktığı görülmektedir (Şekil 5.3).

5.1.4. Retensiyon Miktarı

Deney örneklerinin retensiyon miktarının belirlenmesine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 5.10, Çizelge 5.11 ve Çizelge 5.13'de verilmiştir.

Çizelge 5.10'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) ortalama retensiyon miktarı en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede 15,41 kg/m^3 ve en düşük ise timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda 2,08 kg/m^3 olarak belirlenmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) retensiyon miktarı en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede 15,41 kg/m^3 ve en düşük ise çam taneni ile emprenye edilen sarıçamda Toros sedirinde 10,95 kg/m^3 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.10).

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) rutubet miktarı en yüksek imersol aquayla emprenye edilen sarıçamda 4,33 kg/m^3 ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda 2,08 kg/m^3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.10).

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden retensiyon miktarı değerleri açısından sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde ise daha yüksek değerler çıktığı tespit edilmiştir (Çizelge 5.10).

Çizelge 5.10. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama retensiyon miktarı değerleri

Retensiyon Miktarı (kg/m^3) (n: 10)					
Ağaç Türü	İ. S.*	Doğal Emprenye Maddeleri		Kimyasal Emprenye Maddeleri	
		Çam Taneni	Meşe Palamudu	İmersol Aqua	Timber Care Aqua
Sarıçam	x	11,93	13,24	4,33	2,08
	Sx	0,53	0,58	0,65	0,98
	v	0,04	0,04	0,15	0,47
Sedir	x	10,95	12,17	3	2,58
	Sx	0,53	0,58	0,97	0,61
	v	0,05	0,05	0,32	0,26
Kestane	x	13,5	15	2,5	2,33
	Sx	0,52	0,59	0,96	0,76
	v	0,04	0,04	0,38	0,33
Meşe	x	13,88	15,41	3,25	3,33
	Sx	0,53	0,58	0,91	1,03
	v	0,04	0,04	0,28	0,31

*İ.S.: İstatistiksel Sembol

Yapılan varyans analizi sonucunda; ağaç türlerinin doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerinin, emprenye türü ve retensiyon

miktarının belirlenmesi ile emprenye maddesi ve rutubet miktarının belirlenmesi arasında önemli (0.01) farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.11).

Çizelge 5.11. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama retensiyon miktarının belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri	Pr>F
Ağaç Türü	3	54.5019	18.1673	17.51	<,0001*
Emprenye Türü	2	6368.1439	3184.0719	3068.21	<,0001*
Emprenye Maddesi	1	429.3521	429.352	413.73	<,0001*
Hata	156	161.8907	3.1142		
Toplam	199	6646.3516			

*=0,05'e göre önemli

Buna göre; retensiyon miktarı düzeyindeki değişimde ağaç türü, emprenye türü ve emprenye maddesi istatiksel olarak önemli çıkmıştır ($P \leq 0,05$). Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 5.12'de verilmiştir.

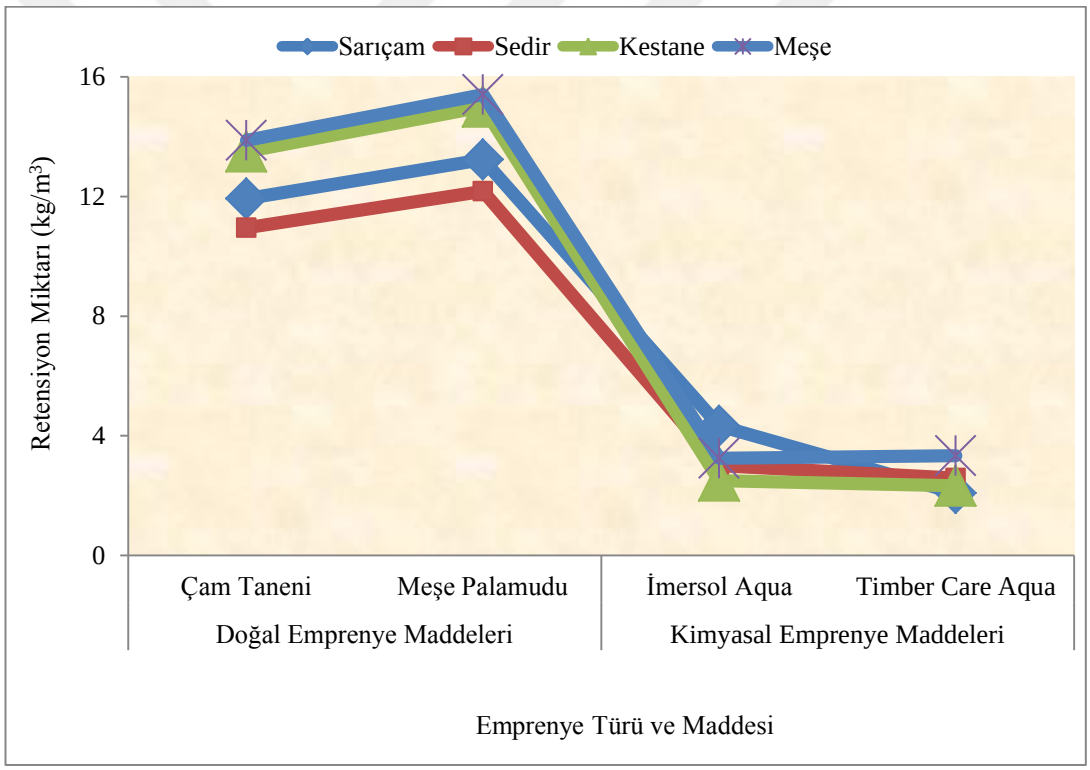
Çizelge 5.12. İşlem çeşidi, ağaç türü, emprenye çeşidi değişkenlerinin retensiyon miktarı değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (kg/m^3)

Faktör		X_{ort}	HG
İşlem Çeşidi	Doğal Emprenye	13,261	a
	Kimyasal Emprenye	2,927	b
LSD: ± 0,2419			
Ağaç Türü	Sarıçam	7,175	c
	Toros Sediri	13,261	a
	Anadolu Kestanesi	2,927	b
	Sapsız Meşe	6,317	c
LSD: ± 0,2673			
Emprenye Çeşidi	Çam Taneni	12,566	b
	Meşe Palamudu	13,956	a
	İmerol Aqua	3,271	b
	Timber Care Aqua	2,583	a
LSD: ± 0,1929			

Buna göre; en yüksek retensiyon miktarı değişimi, işlem çeşidi bakımından doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerde (13,261 kg/m^3), ağaç türü

bakımından Toros sedirinde (13,261 kg/m^3) ve emprenye çeşidi bakımından meşe palamudu ile emprenye edilen örneklerde (13,956 kg/m^3) elde edilmiştir. En düşük retensiyon miktarı değişimi ise, işlem çeşidi bakımından kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerde (2,927 kg/m^3), ağaç türü bakımından Anadolu kestanesinde (2,927 kg/m^3) ve emprenye çeşidi bakımından timber care aqua ile emprenye edilen örneklerde (2,583 kg/m^3) elde edilmiştir.

Deney örneklerinin doğal ve kimyasal emprenye edilmiş numunelerin retensiyon miktarının belirlenmesine ilişkin grafikleri Şekil 5.4'de gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama retensiyon miktarı değerleri

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin retensiyon miktarı değerleri kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerden yüksek iken, hem doğal hem de kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numuneler kendi arasında retensiyon miktarı değerleri açısından birbirine yakın değerler çıktığı görülmektedir (Şekil 5.4).

5.1.5. Şekil Bozukluğu (Çarpılma/ Burulma)

Deney örneklerinin şekil bozukluğunun tespitine ilişkin belirlenmesine ilişkin deney örnekleriyle ilgili resimler ise Resim 5.4'de verilmiştir. Şekil bozukluğunun (çarpılma/ burulma) istatistiksel bilgiler Çizelge 5.13, Çizelge 5.14 ve Çizelge 5.15'de verilmiştir.



Resim 5.4. Şekil bozukluğunun (çarpılma/ burulma) belirlenmesi deney örnekleri

Çizelge 5.13'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) ortalama şekil bozukluğu (çarpılma/ burulma) en yüksek sapsız meşe kontrol numunesinde 10,81 mm ve en düşük ise imersol aquayla emprenye edilen Anadolu kestanesinde 6,33 mm olarak belirlenmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) şekil bozukluğu (çarpılma/ burulma) en yüksek çam taneniyle emprenye edilen Toros sedirinde 10,38 mm ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sapsız meşede 8,33 mm olarak bulunmuştur (Çizelge 5.13).

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) şekil bozukluğu (çarpılma/ burulma) en yüksek imersol aquayla emprenye edilen Toros sedirinde 10,44 mm ve en düşük imersol aquayla emprenye edilen Anadolu kestanesinde 6,33 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.13).

Kontrol numunelerinde ise hava kurusu haldeki (%12) şekil bozukluğu değeri en yüksek Anadolu Kestanesinde 10,81 ve en düşük Toros sedirinde 8,73 mm olarak bulunmuştur (Çizelge 5.13).

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden şekil bozukluğu (çarpılma/ burulma) değerleri açısından sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde ise daha yüksek değerler çıktığı bulunmuştur (Çizelge 5.13).

Çizelge 5.13. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama şekil bozukluğu (çarpılma/ burulma) tespitine ilişkin değerleri

Şekil Bozukluğunun (Çarpılma/ Burulma) Belirlenmesi (mm) (n: 10)						
Ağaç Türü	İ. S.*	Kontrol	Doğal Emprenye Maddeleri		Kimyasal Emprenye Maddeleri	
			Çam Taneni	Meşe Palamudu	İmersol Aqua	Timber Care Aqua
Sarıçam	x	10,42	8,55	8,36	7,61	8,65
	Sx	3,57	3,10	3,12	3,39	4,64
	v	0,34	0,36	0,37	0,45	0,54
Sedir	x	8,73	10,38	9,69	10,44	8,98
	Sx	2,22	3,03	4,75	4,86	4,29
	v	0,25	0,29	0,49	0,47	0,48
Kestane	x	10,81	8,49	9,03	6,33	7,12
	Sx	7,54	4,36	4,70	1,32	2,47
	v	0,70	0,51	0,52	0,21	0,35
Meşe	x	10,46	8,33	10,35	9,08	9,51
	Sx	3,50	3,20	5,74	6,23	5,19
	v	0,34	0,38	0,56	0,69	0,55

*İ.S.: İstatistiksel Sembol

Şekil bozukluğu (çarpılma/ burulma) tespitine ilişkin yapılan varyans analizi Çizelge 5.14 görülmektedir.

Çizelge 5.14. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama şekil bozukluğunun (çarpılma/ burulma) tespitine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri	Pr>F
Ağaç Türü	3	60.1202	20.0401	1.04	0.3764ns
Emprenye Türü	2	72.5606	36.2803	1.88	0.1555ns
Emprenye Maddesi	1	1.6636	1.6636	0.09	0.7692ns
Hata	156	3004.4648	19.2594		
Toplam	199	3617.7423			

ns= önemsiz

Buna göre; şekil bozukluğu (çarpılma/ burulma) düzeyindeki değişimde ağaç türü, emprenye türü ve emprenye maddesi istatiksel olarak önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,05$). Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 5.15'de verilmiştir.

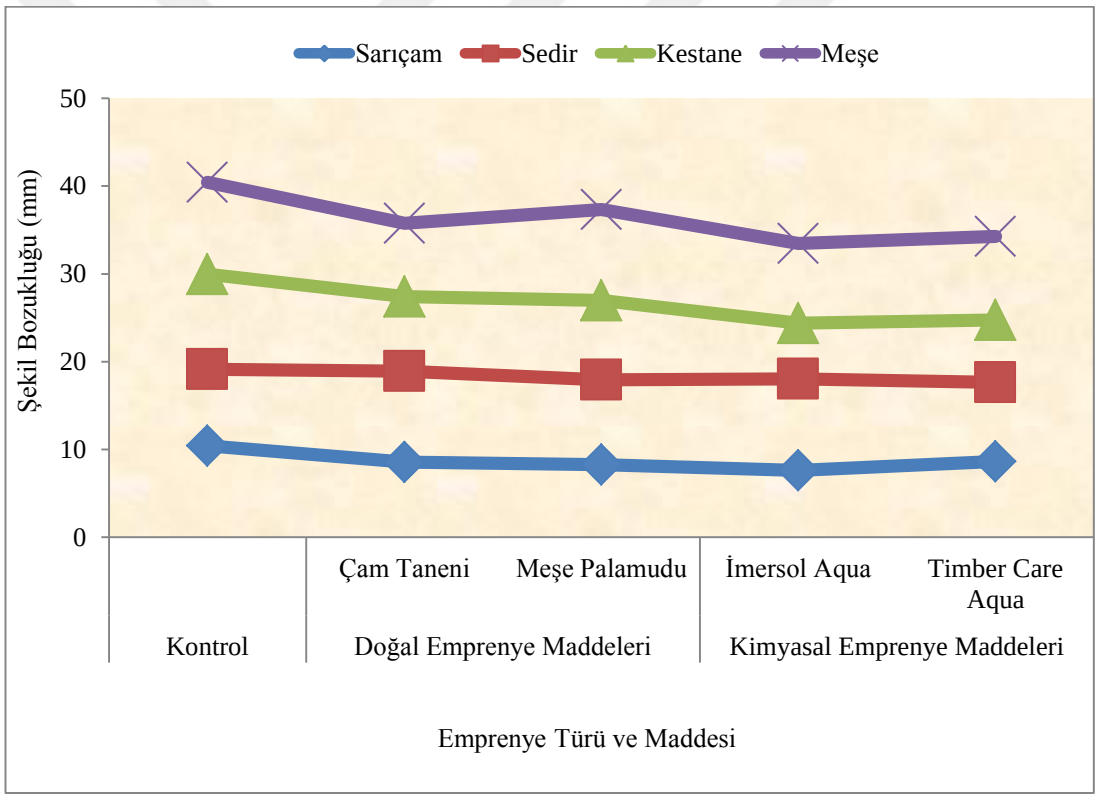
Çizelge 5.15. İşlem çeşidi, ağaç türü, emprenye çeşidi değişkenlerinin şekil bozukluğunun (çarpılma/ burulma) belirlenmesi değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (N/mm^2)

Faktör		X_{ort}	HG
İşlem Çeşidi	Kontrol	10,107	a
	Doğal Emprenye	9,134	a
	Kimyasal Emprenye	8,465	a
LSD: ± 1,3428			
Ağaç Türü	Sarıçam	8,698	a
	Toros Sediri	9,643	a
	Anadolu Kestanesi	8,356	a
	Sapsız Meşe	9,546	a
LSD: ± 1,7513			
Emprenye Çeşidi	Çam Taneni	8,936	a
	Meşe Palamudu	9,333	a
	İmerol Aqua	8,365	a
	Timber Care Aqua	8,566	a
LSD: ± 1,2646			

Buna göre; en yüksek şekil bozukluğunun (çarpılma/ burulma) değişimi, işlem çeşidi bakımından kontrol örneklerinde (10,107 mm), ağaç türü bakımından Toros sedirinde (9,643 mm) ve emprenye çeşidi bakımından meşe palamudu ile emprenye

edilen örneklerde (9,333 mm) elde edilmiştir. En düşük retensiyon miktarı değişimi ise, işlem çeşidi bakımından kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerde (8,465 mm), ağaç türü bakımından Anadolu kestanesinde (8,356 mm) ve emprenye çeşidi bakımından imersol aqua ile emprenye edilen örneklerde (8,365 mm) elde edilmiştir.

Deney örneklerinin doğal ve kimyasal emprenye edilmiş numuneleri ile kontrol örneklerinin şekil bozukluğu (çarpılma/ burulma) tespitine ilişkin grafikleri Şekil 5.5'de gösterilmiştir.



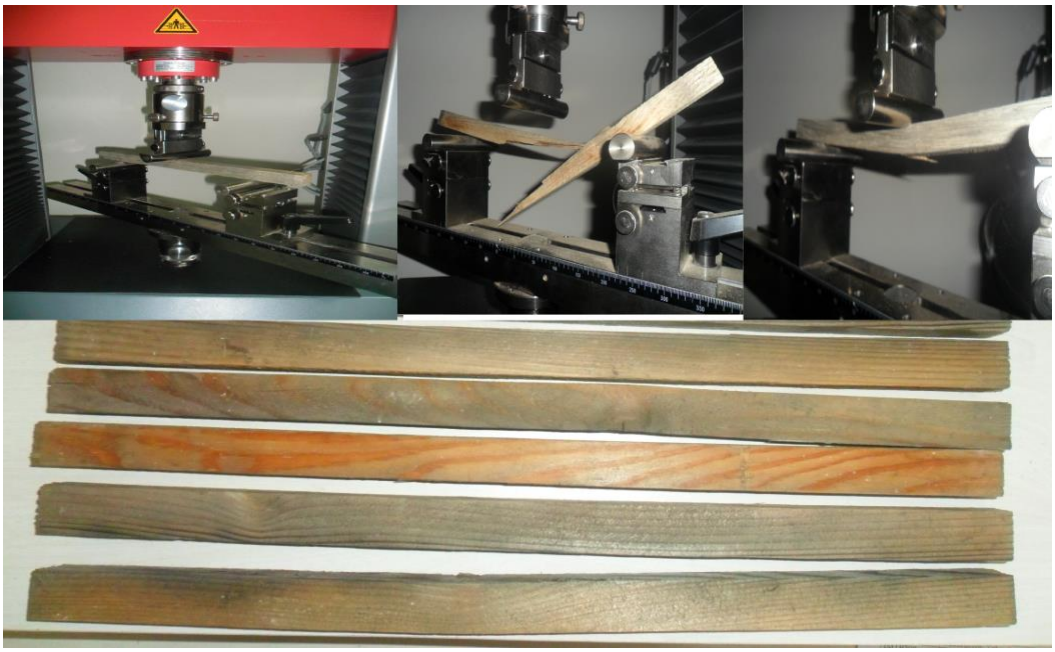
Şekil 5.5. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama şekil bozukluğunun (çarpılma/ burulma) tespitine ilişkin değerleri

Doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numuneler ve kontrol örnekleri arasında şekil bozukluğunun (çarpılma/ burulma) tespitine ilişkin değerleri açısından birbirine yakın değerler çıktığı görülmektedir (Şekil 5.5).

5.2. Mekanik Özelliklere İlişkin Bulgular

5.2.1. Eğilme Direnci

Deney örneklerinin eğilme direncinin belirlenmesine ilişkin deney örnekleriyle ilgili resimler ise Resim 5.5'de verilmiştir. Eğilme direncinin belirlenmesine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 5.16, Çizelge 5.17 ve Çizelge 5.18'de verilmiştir.



Resim 5.5. Eğilme direncinin belirlenmesine ilişkin deney örnekleri

Çizelge 5.16'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) ortalama eğilme direnci en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede 118,67 N/mm^2 ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda 60,88 N/mm^2 olarak belirlenmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) eğilme direnci en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede 116,19 N/mm^2 ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda 60,88 N/mm^2 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.16).

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) eğilme direnci en yüksek timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede 0,68 N/mm^2 ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda 69,92 N/mm^2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.16).

Kontrol numunelerinde ise hava kurusu haldeki (%12) eğilme direnci değeri en yüksek sapsız meşede 118,4 N/mm^2 ve en düşük sarıçamda 72,87 N/mm^2 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.16).

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden eğilme direnci değerleri açısından sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde daha düşük değerler çıktığı bulunmuştur (Çizelge 5.16).

Çizelge 5.16. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama eğilme direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri

Eğilme Direnci (N/mm^2) (n: 10)						
Ağaç Türü	İ. S.*	Kontrol	Doğal Emprenye Maddeleri		Kimyasal Emprenye Maddeleri	
			Çam Taneni	Meşe Palamudu	İmersol Aqua	Timber Care Aqua
Sarıçam	x	72,87	60,88	63,37	72,35	69,92
	Sx	13,79	15,36	13,17	13,57	15,51
	CV	0,19	0,25	0,21	0,19	0,22
Sedir	x	88,71	80,61	76,61	94,7	93,07
	Sx	17,03	19,35	19,89	19,28	6,98
	CV	0,19	0,24	0,26	0,20	0,07
Kestane	x	78,66	79,44	81,32	81,91	82,13
	Sx	10,53	9,30	16,73	14,19	11,17
	CV	0,13	0,18	0,21	0,17	0,14
Meşe	x	118,4	110,56	118,67	115,85	116,19
	Sx	16,78	12,67	17,41	16,49	16,81
	CV	0,14	0,12	0,15	0,14	0,15

*İ.S.: İstatistiksel Sembol

Literatür de, söz konusu masif ağaç malzemelerin eğilme direncinin tespitine ilişkin; sarıçamda 98 N/mm^2, Toros sedirinde 77 N/mm^2, Anadolu kestanesinde 76 N/mm^2 ve sapsız meşede 86 N/mm^2 elde edildiği bildirilmiştir [Bozkurt, 1982].

Elde ettiğimiz şekil bozukluğunun tespitine ilişkin bulgularının Bozkurt[1982]'un yaptığı çalışmaya yakın değerler çıktığı belirlenmiştir. Eğilme direncinin tespitine ilişkin değerlerin düşük veya yüksek çıkması, kullanılan materyallerin farklı olmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda; ağaç türlerinin doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerinin, ağaç türü ve eğilme direncinin tespiti arasında önemli (0.01) farklılıklar; emprenye türü ve eğilme direncinin tespiti arasında ise önemli (0.05) farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.17).

Çizelge 5.17. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama eğilme direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri	Pr>F
Ağaç Türü	3	62004.2506	20668.0835	89.85	<,0001*
Emprenye Türü	2	2037.6564	1018.8282	4.43	0.0135*
Emprenye Maddesi	1	3.03209	3.03209	0.01	0.9087ns
Hata	156	35882.5808	230.0165		
Toplam	199	107660.6664			

*=0,05'e göre önemli, ns=önemsiz

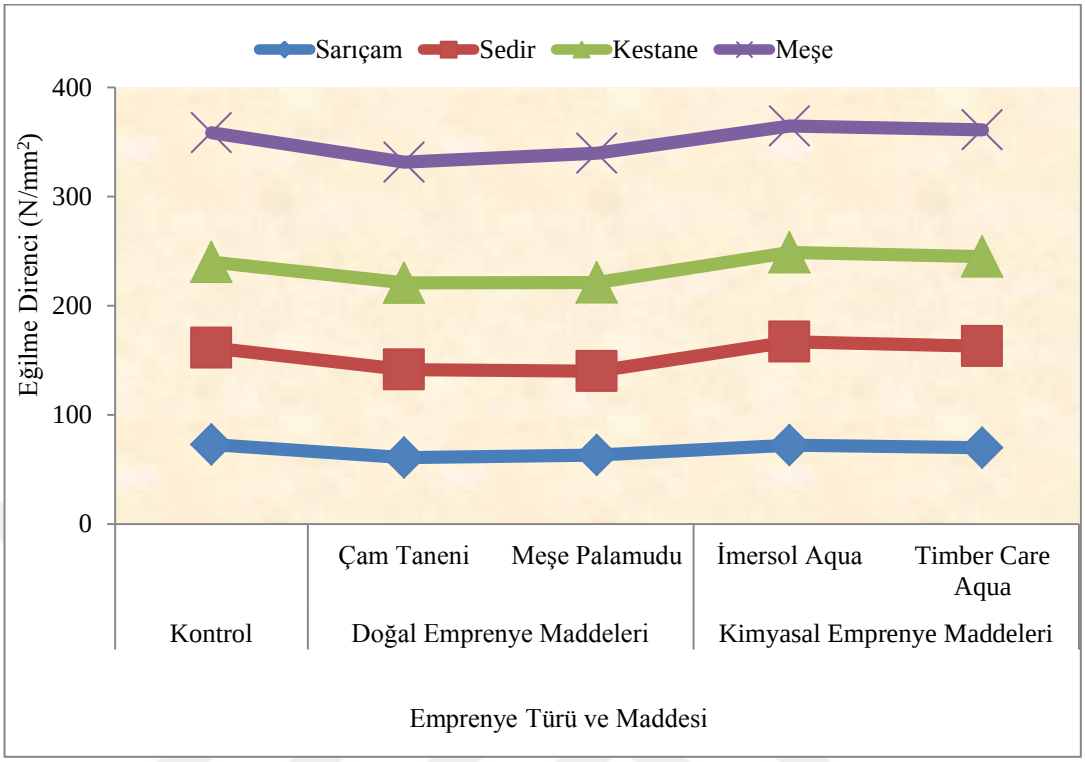
Buna göre; eğilme direnci düzeyindeki değişimde ağaç türü ve emprenye türü istatiksel olarak önemli, emprenye maddesi ise önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,05$). Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 5.18'de verilmiştir.

Çizelge 5.18. İşlem çeşidi, ağaç türü, emprenye çeşidi değişkenlerinin eğilme direnci değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (N/mm^2)

Faktör		X_{ort}	HG
İşlem Çeşidi	Kontrol	25,106	ab
	Doğal Emprenye	26,026	a
	Kimyasal Emprenye	24,120	b
LSD: ± 4,6914			
Ağaç Türü	Sarıçam	67,878	d
	Toros Sediri	86,739	b
	Anadolu Kestanesi	80,690	c
	Sapsız Meşe	115,935	a
LSD: ± 6,0077			
Emprenye Çeşidi	Çam Taneni	82,873	a
	Meşe Palamudu	84,993	a
	İmerol Aqua	91,203	a
	Timber Care Aqua	90,327	a
LSD: ± 4,3357			

Buna göre; en yüksek eğilme direnci değişimi, işlem çeşidi bakımından doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerde (26,026 N/mm^2), ağaç türü bakımından sapsız meşede (115,935 N/mm^2) ve emprenye çeşidi bakımından imersol aqua ile emprenye edilen örneklerde (91,203 N/mm^2) elde edilmiştir. En düşük eğilme direnci değişimi ise, işlem çeşidi bakımından kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerde (24,120 N/mm^2), ağaç türü bakımından sarıçamda (67,878 N/mm^2) ve emprenye çeşidi bakımından çam taneni ile emprenye edilen örneklerde (82,873 N/mm^2) elde edilmiştir.

Deney örneklerinin doğal ve kimyasal emprenye edilmiş numuneleri ile kontrol örneklerinin eğilme direncinin tespitine ilişkin grafikleri Şekil 5.6'de gösterilmiştir.

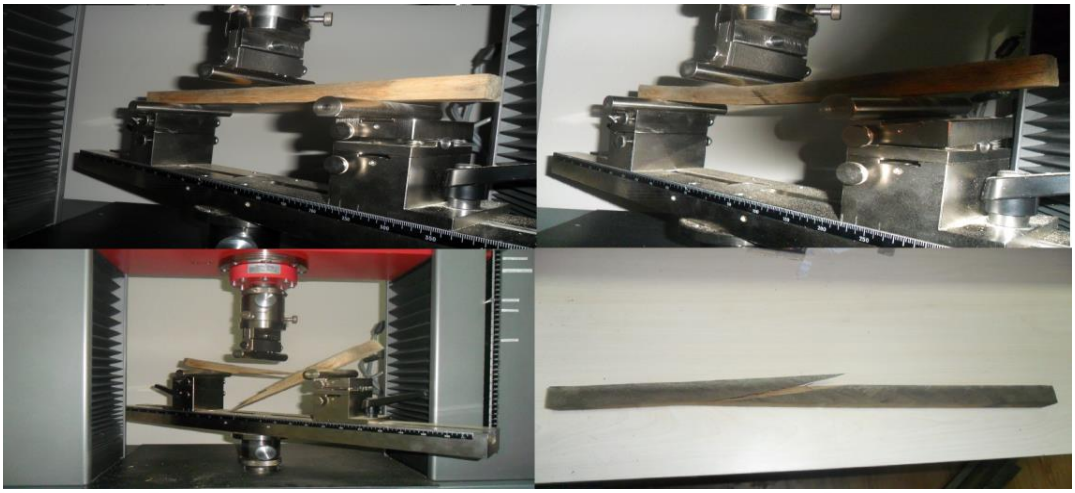


Şekil 5.6. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sedir, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama eğilme direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri

Doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numuneler ve kontrol örnekleri arasında eğilme direnci tespitine ilişkin değerleri açısından birbirine yakın değerler çıktığı görülmektedir (Şekil 5.6).

5.2.2. Elastikiyet Modülü

Deney örneklerinin elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin deney örnekleriyle ilgili resimler ise Resim 5.7'de verilmiştir. Elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 5.19, Çizelge 5.20 ve Çizelge 21'de verilmiştir.



Resim 5.6. Elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin deney örnekleri

Çizelge 5.19'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) ortalama elastikiyet modülü en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede 10783 MPa ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda 5792 MPa olarak belirlenmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) elastikiyet modülü en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede 10783 MPa ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda 5792 MPa olarak bulunmuştur (Çizelge 5.19).

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) elastikiyet modülü en yüksek timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede 10589 MPa ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda 6934 MPa olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.19).

Kontrol numunelerinde ise hava kurusu haldeki (%12) elastikiyet modülü değeri en yüksek sapsız meşede 10149 MPa ve en düşük sarıçamda 7516 MPa olarak bulunmuştur (Çizelge 5.19).

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden elastikiyet modülü değerleri açısından sarıçam ve Toros sediri ağaç türlerinde daha yüksek; Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde ise daha düşük değerler çıktığı bulunmuştur (Çizelge 5.19).

Çizelge 5.19. Sarıçam, Toros sedir, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin değerleri

Elastikiyet Modülü (MPa) (n: 10)						
Ağaç Türü	İ. S.*	Kontrol	Doğal Emprenye Maddeleri		Kimyasal Emprenye Maddeleri	
			Çam Taneni	Meşe Palamudu	İmersol Aqua	Timber Care Aqua
Sarıçam	x	7516	5792	6354	7362	6934
	Sx	1783,16	2088,69	1458,4	1461,75	1335,23
	CV	0,24	0,36	0,23	0,20	0,19
Sedir	x	9178	9244	8950	9846	9860
	Sx	1157,28	1933,41	1806,01	1904,99	1664,23
	CV	0,13	0,21	0,20	0,19	0,17
Kestane	x	7413	7710	7689	7537	7748
	Sx	707,75	850,39	1358,02	1180,51	996,97
	CV	0,10	0,11	0,18	0,16	0,13
Meşe	x	10149	9585	10783	10560	10589
	Sx	1698,61	1257,25	2141,57	1131,01	1507,01
	CV	0,17	0,13	0,20	0,11	0,14

*İ.S.: İstatistiksel Sembol

Literatür de, söz konusu masif ağaç malzemelerin şekil bozukluğunun tespitine ilişkin; sarıçamda 11700 N/mm^2, Toros sedirinde 7326 N/mm^2, Anadolu kestanesinde 8800 N/mm^2 ve sapsız meşede 11500 N/mm^2 elde edildiği bildirilmiştir [Bozkurt, 1982].

Elde ettiğimiz şekil bozukluğunun tespitine ilişkin bulgularının Bozkurt[1982]'un yaptığı çalışmaya yakın değerler çıktığı belirlenmiştir. Elastikiyet modülünün tespitine ilişkin değerlerin düşük veya yüksek çıkması, kullanılan materyallerin farklı olmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda; ağaç türlerinin doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerinin, ağaç türü ve elastikiyet modülünün tespiti arasında önemli (0.01) farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.20).

Çizelge 5.20. Sarıçam, Toros sedir, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri	Pr>F
Ağaç Türü	3	394332425.5	131444141.8	54.09	<,0001*
Emprenye Türü	2	11741570.8	5870785.4	2.42	0.0926ns
Emprenye Maddesi	1	718830.8	718830.8	0.30	0.5873ns
Hata	156	379111360.7	2430201.0		
Toplam	199	849182299.5			

*=0,05'e göre önemli, ns=önemsiz

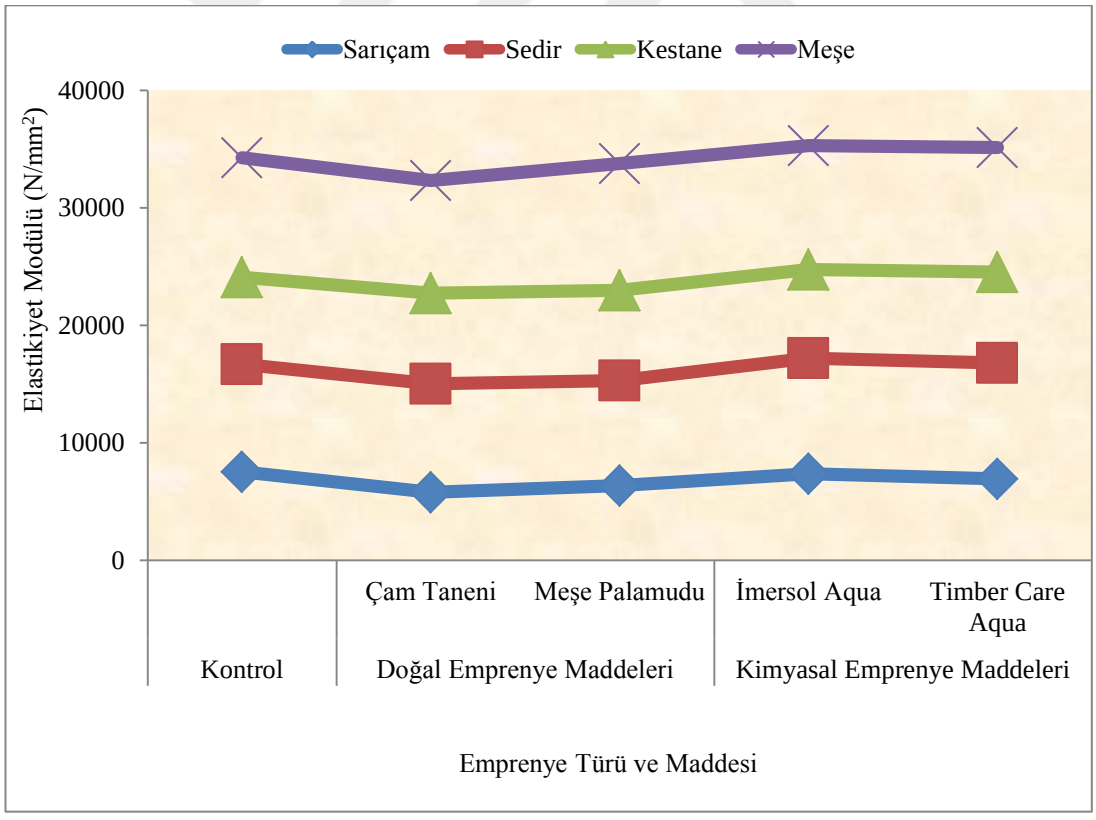
Buna göre; elastikiyet modülü düzeyindeki değişimde ağaç türü istatiksel olarak önemli, emprenye türü ve emprenye maddesi ise önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,05$). Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 5.21'de verilmiştir.

Çizelge 5.21. İşlem çeşidi, ağaç türü, emprenye çeşidi değişkenlerinin elastikiyet modülünün değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (MPa)

Faktör		X_{ort}	HG
İşlem Çeşidi	Kontrol	8564	a
	Doğal Emprenye	8263,4	a
	Kimyasal Emprenye	8804,5	a
LSD: ± 497,54			
Ağaç Türü	Sarıçam	6791,6	d
	Toros Sediri	9415,6	b
	Anadolu Kestanesi	7619,4	c
	Sapsız Meşe	10333,2	a
LSD: ± 617,94			
Emprenye Çeşidi	Çam Taneni	8082,75	a
	Meşe Palamudu	8444	a
	İmerol Aqua	8826,25	a
	Timber Care Aqua	8782,75	a
LSD: ± 445,96			

Buna göre; en yüksek elastikiyet modülü değişimi, işlem çeşidi bakımından kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerde (8804,5 MPa), ağaç türü bakımından sapsız meşede (10333,2 MPa) ve emprenye çeşidi bakımından imersol aqua ile emprenye edilen örneklerde (8826,25 MPa) elde edilmiştir. En düşük elastikiyet modülü değişimi ise, işlem çeşidi bakımından doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerde (8263,4 MPa), ağaç türü bakımından sarıçamda (6791,6 MPa) ve emprenye çeşidi bakımından çam taneni ile emprenye edilen örneklerde (8082,75 MPa) elde edilmiştir.

Deney örneklerinin doğal ve kimyasal emprenye edilmiş numuneleri ile kontrol örneklerinin elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin grafikleri Şekil 5.7'de gösterilmiştir.

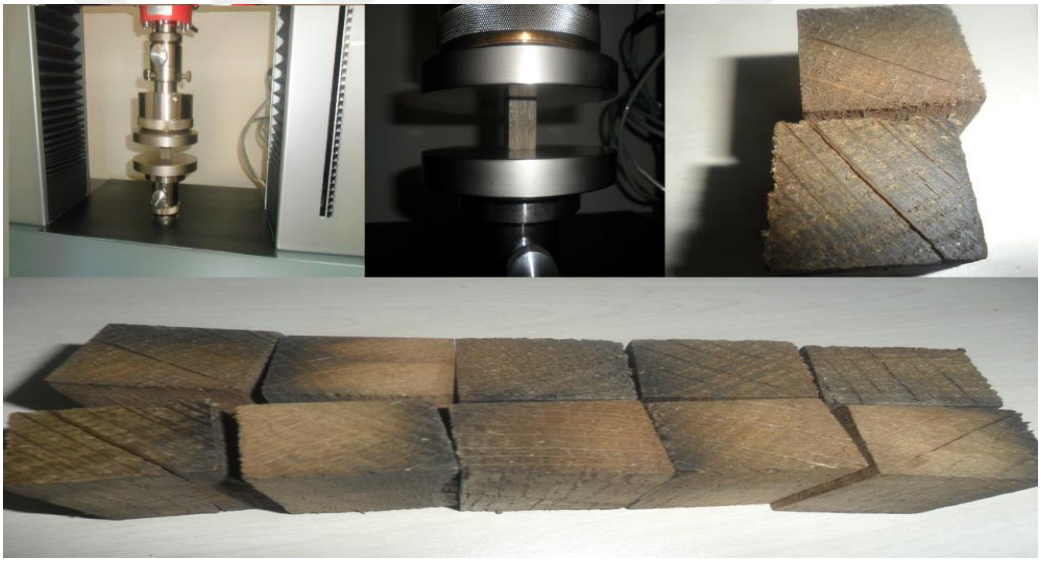


Şekil 5.7. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin değerleri

Doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numuneler ve kontrol örnekleri arasında elastikiyet modülünün tespitine ilişkin değerleri açısından birbirine yakın değerler çıktığı görülmektedir (Şekil 5.7).

5.2.3. Liflere Paralel Basınç Direnci

Deney örneklerinin liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin deney örnekleriyle ilgili resimler ise Resim 5.7'de verilmiştir. Liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 5.22, Çizelge 5.23 ve Çizelge 5.24'de verilmiştir.



Resim 5.7. Liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin deney örnekleri

Çizelge 5.22'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) ortalama liflere paralel basınç direnci en yüksek timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede 34,44 N/mm^2 ve en düşük ise sarıçam kontrol numunesinde 15,49 N/mm^2 olarak belirlenmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) liflere paralel basınç direnci en yüksek meşe palamuduyla emprenye

edilen sapsız meşede 31,52 N/mm^2 ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda 18,14 N/mm^2 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.22).

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) liflere paralel basınç direnci en yüksek timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede 34,44 N/mm^2 ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda 17,07 N/mm^2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.22).

Kontrol numunelerinde ise hava kurusu haldeki (%12) liflere paralele basınç direnci değeri en yüksek sapsız meşede 32,75 N/mm^2 ve en düşük sarıçamda 15,49 N/mm^2 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.22).

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden liflere paralel basınç direnci değerleri açısından Anadolu kestanesi ağaç türünde daha yüksek; sarıçam, Toros sediri ve sapsız meşe ve ağaç türlerinde ise daha düşük değerler çıktığı tespit edilmiştir (Çizelge 5.22).

Çizelge 5.22. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri

Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm^2) (n: 10)						
Ağaç Türü	İ. S.*	Kontrol	Doğal Emprenye Maddeleri		Kimyasal Emprenye Maddeleri	
			Çam Taneni	Meşe Palamudu	İmersol Aqua	Timber Care Aqua
Sarıçam	x	15,49	18,14	18,63	20,57	17,07
	Sx	2,68	4,16	4,05	2,39	3,84
	CV	0,17	0,23	0,22	0,12	0,23
Sedir	x	22,38	23,13	23,82	23,57	27,12
	Sx	2,70	1,16	3,29	2,74	1,50
	CV	0,12	0,05	0,14	0,12	0,06
Kestane	x	25,86	26,99	28,19	27,62	26,66
	Sx	1,39	1,39	1,94	1,94	1,66
	CV	0,05	0,05	0,07	0,07	0,06
Meşe	x	32,75	30,43	31,52	31,16	34,44
	Sx	3,43	3,16	3,60	3,15	2,00
	CV	0,11	0,10	0,11	0,10	0,06

*İ.S.: İstatistiksel Sembol

Literatür de, söz konusu masif ağaç malzemelerin liflere paralel basınç direncinin tespitine ilişkin; sarıçamda 54 N/mm^2, Toros sedirinde 46 N/mm^2, Anadolu kestanesinde 49 N/mm^2 ve sapsız meşede 60 N/mm^2 g/cm^3 elde edildiği bildirilmiştir [Bozkurt, 1982].

Elde ettiğimiz liflere paralel basınç direncinin tespitine ilişkin bulgularının Bozkurt[1982]'un yaptığı çalışmaya yakın değerler çıktığı belirlenmiştir. Liflere paralel basınç direncinin tespitine ilişkin değerlerin düşük veya yüksek çıkması, kullanılan materyallerin farklı olmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir

Yapılan varyans analizi sonucunda; ağaç türlerinin doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerinin, ağaç türü ve liflere paralel basınç direncinin tespiti ile emprenye türü ve liflere paralel basınç direncinin tespiti arasında önemli (0.01) farklılıklar; emprenye maddesi ve liflere paralel basınç direncinin tespiti arasında ise önemli (0.05) farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.23).

Çizelge 5.23. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri	Pr>F
Ağaç Türü	3	5203.4598	1734.4866	206.31	<,0001*
Emprenye Türü	2	100.7885	50.3942	5.99	0.0031*
Emprenye Maddesi	1	57.0724	57.0724	6.79	0.0101*
Hata	156	1311.5194	8.4072		
Toplam	199	6989.6742			

*=0,05'e göre önemli

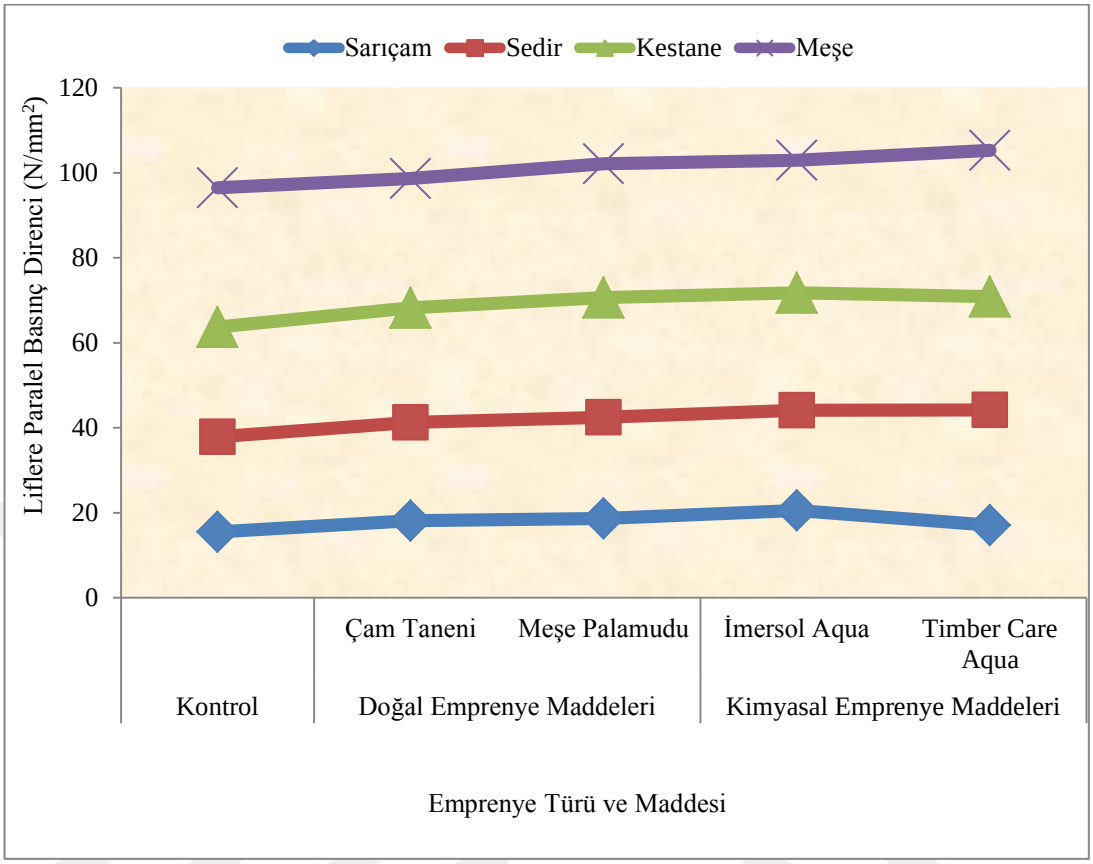
Buna göre; liflere paralel basınç direnci düzeyindeki değişimde ağaç türü, emprenye türü ve emprenye maddesi istatiksel olarak önemli çıkmıştır ($P \leq 0,05$). Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 5.24'de verilmiştir.

Çizelge 5.24. İşlem çeşidi, ağaç türü, emprenye çeşidi değişkenlerinin liflere paralel basınç direncinin değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (N/mm^2)

Faktör		X_{ort}	HG
İşlem Çeşidi	Kontrol	24,120	b
	Doğal Emprenye	25,106	ab
	Kimyasal Emprenye	26,026	a
LSD: ± 0,881			
Ağaç Türü	Sarıçam	17,980	d
	Toros Sediri	24,004	c
	Anadolu Kestanesi	27,064	b
	Sapsız Meşe	32,060	a
LSD: ± 1,1093			
Emprenye Çeşidi	Çam Taneni	24,673	b
	Meşe Palamudu	25,54	a
	İmerol Aqua	25,73	b
	Timber Care Aqua	26,323	a
LSD: ± 0,8006			

Buna göre; en yüksek liflere paralel basınç direnci değişimi, işlem çeşidi bakımından kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerde (26,026 N/mm^2), ağaç türü bakımından sapsız meşede (32,060 N/mm^2) ve emprenye çeşidi bakımından timber care aqua ile emprenye edilen örneklerde (26,323 N/mm^2) elde edilmiştir. En düşük liflere paralel basınç direnci değişimi ise, işlem çeşidi bakımından kontrol örneklerinde (24,120 N/mm^2), ağaç türü bakımından sarıçamda (17,980 N/mm^2) ve emprenye çeşidi bakımından çam taneni ile emprenye edilen örneklerde (24,673 N/mm^2) elde edilmiştir.

Deney örneklerinin doğal ve kimyasal emprenye edilmiş numuneleri ile kontrol örneklerinin liflere paralel basınç direncinin tespitine ilişkin grafikleri Şekil 5.8'de gösterilmiştir.



Şekil 5.8. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe odunlarının ortalama liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri

Doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numuneler ve kontrol örnekleri arasında liflere paralel basınç direncinin tespitine ilişkin değerleri açısından birbirine yakın değerler çıktığı görülmektedir (Şekil 5.8).

5.2.4. Liflere Paralel Yapışma Direnci

Deney örneklerinin liflere paralel yapışma direncinin belirlenmesine ilişkin deney örnekleriyle ilgili resimler ise Resim 5.8'de verilmiştir. Liflere paralel yapışma direncinin belirlenmesine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 5.25, Çizelge 5.26 ve Çizelge 5.27'de verilmiştir.



Resim 5.8. Liflere paralel yapışma direncinin belirlenmesine ilişkin deney örnekleri

Çizelge 5.25'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) ortalama liflere paralel yapışma direnci en yüksek çam taneniyle emprenye edilen Toros sedirinde 8,55 N/mm^2 ve en düşük ise meşe palamuduyla emprenye edilen sarıçamda 3,60 N/mm^2 olarak belirlenmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) liflere paralel yapışma direnci en yüksek çam taneniyle emprenye edilen Toros sedirinde 8,55 N/mm^2 ve en düşük ise meşe palamuduyla emprenye edilen sarıçamda 3,60 N/mm^2 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.25).

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) liflere paralel yapışma direnci en yüksek timber care aquayla emprenye edilen Toros sedirinde 7,20 N/mm^2 ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede 3,66 N/mm^2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.25).

Kontrol numunelerinde ise hava kurusu haldeki (%12) liflere paralele yapışma direnci değeri en yüksek sapsız meşede 6,24 N/mm^2 ve en düşük Anadolu kestanesinde 4,90 N/mm^2 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.25).

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden liflere paralel yapışma direnci değerleri açısından Toros sediri ve sapsız meşe ağaç türlerinde daha yüksek; sarıçam ve Anadolu kestanesi ağaç türlerinde ise daha düşük değerler çıktığı tespit edilmiştir (Çizelge 5.25)

Çizelge 5.25. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama liflere paralel yapışma direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri

Liflere Paralel Yapışma Direnci (N/mm^2) (n: 10)						
Ağaç Türü	İ. S.*	Kontrol	Doğal Emprenye Maddeleri		Kimyasal Emprenye Maddeleri	
			Çam Taneni	Meşe Palamudu	İmersol Aqua	Timber Care Aqua
Sarıçam	x	4,98	4,12	3,60	4,06	4,62
	Sx	0,43	1,50	0,89	0,95	0,93
	CV	0,09	0,36	0,25	0,23	0,20
Sedir	x	6,07	8,55	7,50	5,61	7,20
	Sx	1,07	2,86	1,35	1,41	1,02
	CV	0,18	0,34	0,18	0,25	0,14
Kestane	x	4,90	5,87	3,68	5,49	6,11
	Sx	1,62	1,32	1,31	1,30	1,87
	CV	0,33	0,23	0,36	0,24	0,31
Meşe	x	6,24	4,86	5,33	6,23	3,66
	Sx	1,64	1,02	1,62	1,07	1,12
	CV	0,26	0,21	0,30	0,17	0,31

*İ.S.: İstatistiksel Sembol

Yapılan varyans analizi sonucunda; ağaç türlerinin doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerinin, ağaç türü ve liflere paralel yapışma direncinin tespiti arasında önemli (0.01) farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.26).

Çizelge 5.26. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama liflere paralel yapışma direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri	Pr>F
Ağaç Türü	3	194.9653	64.9884	22.50	<,0001*
Emprenye Türü	2	1.8274838	0.9137419	0.32	0.7293ns
Emprenye Maddesi	1	9.8283	9.8283	3.40	0.0670ns
Hata	156	450.6115	2.8885		
Toplam	199	722.9964			

*=0,05'e göre önemli, ns=önemsiz

Buna göre; liflere paralel yapışma direnci düzeyindeki değişimde ağaç türü istatiksel olarak önemli, emprenye türü ve emprenye maddesi ise önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,05$). Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 5.27'de verilmiştir.

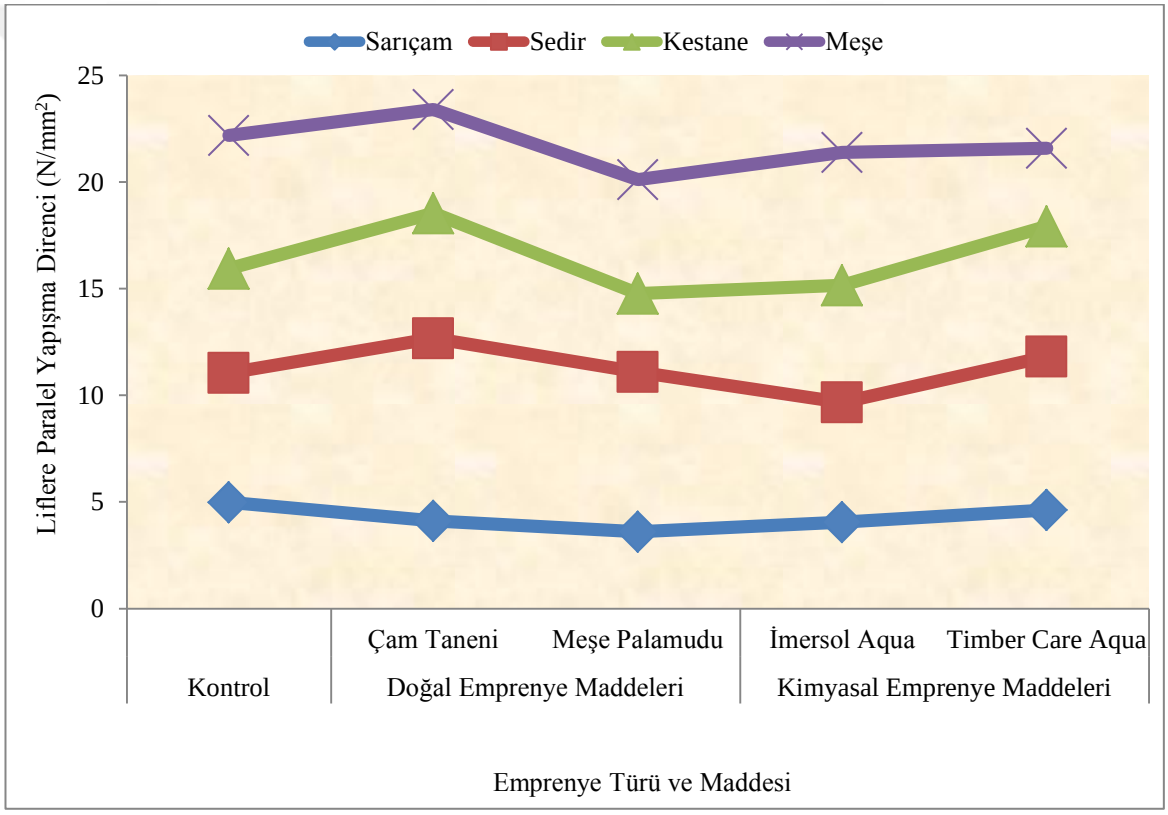
Çizelge 5.27. İşlem çeşidi, ağaç türü, emprenye çeşidi değişkenlerinin liflere paralel yapışma direncinin değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (N/mm^2)

Faktör		X_{ort}	HG
İşlem Çeşidi	Kontrol	5,546	a
	Doğal Emprenye	5,425	a
	Kimyasal Emprenye	5,292	a
LSD: ± 0,5037			
Ağaç Türü	Sarıçam	4,273	c
	Toros Sediri	6,986	a
	Anadolu Kestanesi	5,181	b
	Sapsız Meşe	5,144	b
LSD: ± 0,6088			
Emprenye Çeşidi	Çam Taneni	5,849	a
	Meşe Palamudu	5,001	b
	İmerol Aqua	5,337	a
	Timber Care Aqua	5,248	b
LSD: ± 0,4394			

Buna göre; en yüksek liflere paralel yapışma direnci değişimi, işlem çeşidi bakımından kontrol örneklerinde (5,546 N/mm^2), ağaç türü bakımından Toros sedirinde (6,986 N/mm^2) ve emprenye çeşidi bakımından çam taneni ile emprenye edilen örneklerde (5,849 N/mm^2) elde edilmiştir. En düşük liflere paralel yapışma

direnci değişimi ise, işlem çeşidi bakımından kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerde (5,292 N/mm^2), ağaç türü bakımından sarıçamda (4,273 N/mm^2) ve emprenye çeşidi bakımından meşe palamudu ile emprenye edilen örneklerde (5,001 N/mm^2) elde edilmiştir.

Deney örneklerinin doğal ve kimyasal emprenye edilmiş numuneleri ile kontrol örneklerinin liflere paralel yapışma direncinin tespitine ilişkin grafikleri Şekil 5.9'de gösterilmiştir.



Şekil 5.9. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama liflere paralel yapışma direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri

Doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numuneler ve kontrol örnekleri arasında liflere paralel yapışma direncinin tespitine ilişkin değerleri açısından birbirine yakın değerler çıktığı görülmektedir (Şekil 5.9).

5.2.5. Vida Tutma Direnci

Deney örneklerinin vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin deney örnekleriyle ilgili resimler ise Resim 5.9'de verilmiştir. Vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 5.28, Çizelge 5.29 ve Çizelge 5.30'da verilmiştir.



Resim 5.9. Vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin deney örnekleri

Çizelge 5.28'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) ortalama vida tutma direnci en yüksek sapsız meşe kontrol numunesinde 381,57 N/mm^2 ve en düşük ise timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda 182,78 N/mm^2 olarak belirlenmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) vida tutma direnci en yüksek çam taneniyle emprenye edilen sapsız meşede 381,23 N/mm^2 ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda 190,82 N/mm^2 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.28).

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) vida tutma direnci en yüksek timber care aquayla emprenye edilen

sapsız meşede 379,16 N/mm^2 ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda 182,78 N/mm^2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.28).

Kontrol numunelerinde ise hava kurusu haldeki (%12) vida tutma direnci değeri en yüksek sapsız meşede 381,57 N/mm^2 ve en düşük sarıçamda 192,28 N/mm^2 olarak bulunmuştur (Çizelge 5.28).

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden vida tutma direnci değerleri açısından sarıçam, sedir ve kestane ağaç türlerinde daha yüksek; meşe ağaç türünde ise daha düşük değerler çıktığı tespit edilmiştir (Çizelge 5.28).

Çizelge 5.28. Sarıçam, Toros sedir, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri

Vida Tutma Direnci (N/mm^2) (n: 10)						
Ağaç Türü	İ. S.*	Kontrol	Doğal Emprenye Maddeleri		Kimyasal Emprenye Maddeleri	
			Çam Taneni	Meşe Palamudu	İmersol Aqua	Timber Care Aqua
Sarıçam	x	192,28	192,87	199,56	189,83	182,78
	Sx	32,87	11,99	19,40	20,82	10,56
	CV	0,17	0,06	0,10	0,11	0,06
Sedir	x	216,06	224,13	190,82	188,23	216,21
	Sx	41,63	41,65	36,05	41,97	32,70
	CV	0,19	0,19	0,19	0,22	0,15
Kestane	x	268,79	291,52	332,66	310,14	300,49
	Sx	13,53	36,38	31,29	53,06	55,20
	CV	0,05	0,12	0,09	0,17	0,18
Meşe	x	381,57	381,23	366,50	369,40	379,16
	Sx	0,05	1,42	38,34	27,84	7,37
	CV	0,0001	0,004	0,10	0,08	0,02

*İ.S.: İstatistiksel Sembol

Yapılan varyans analizi sonucunda; ağaç türlerinin doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerinin, ağaç türü ve vida tutma direncinin tespiti arasında önemli (0.01) farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.29).

Çizelge 5.29. Sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, Sapsız meşe odunlarının ortalama vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri	Pr>F
Ağaç Türü	3	1110429.048	370143.016	324.95	<,0001*
Emprenye Türü	2	1973.189	986.595	0.87	0.4226ns
Emprenye Maddesi	1	711.803	711.803	0.62	0.4304ns
Hata	156	177697.78	1139.088		
Toplam	199	1330313.668			

*=0,05'e göre önemli, ns=önemsiz

Buna göre; vida tutma direnci düzeyindeki değişimde ağaç türü istatiksel olarak önemli, emprenye türü ve emprenye maddesi ise önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,05$). Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 5.30'de verilmiştir.

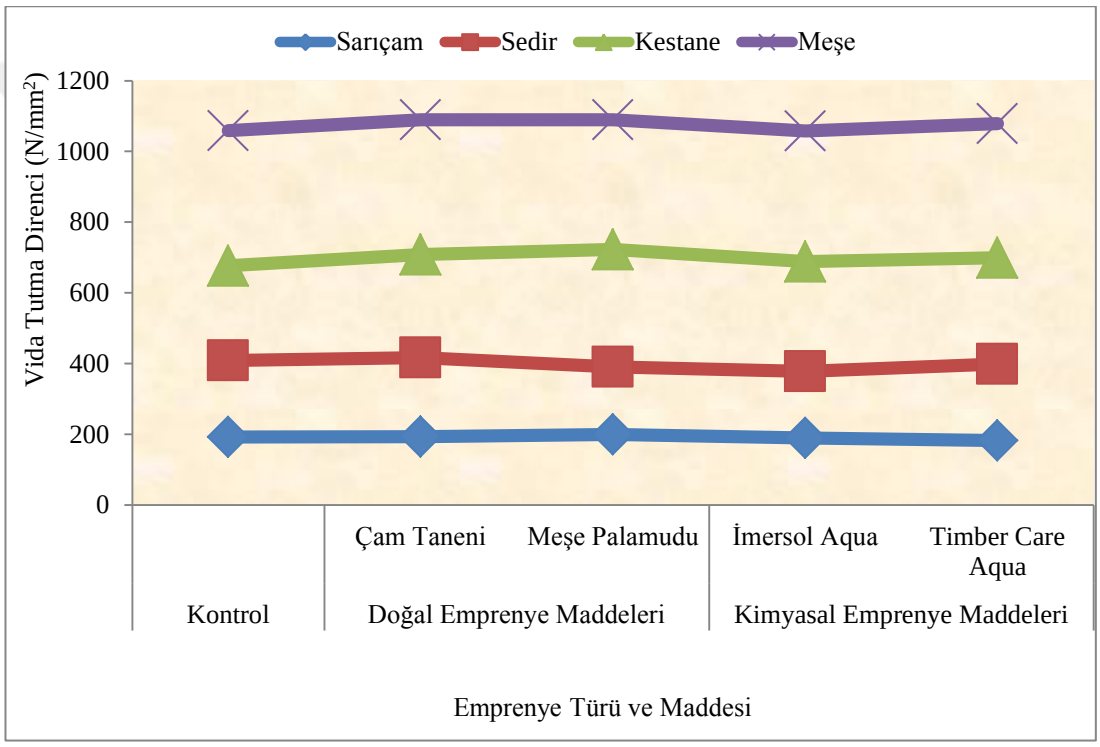
Çizelge 5.30. İşlem çeşidi, ağaç türü, emprenye çeşidi değişkenlerinin vida tutma direncinin değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (N/mm^2)

Faktör		X_{ort}	HG
İşlem Çeşidi	Kontrol	264,674	a
	Doğal Emprenye	272,411	a
	Kimyasal Emprenye	267,029	a
LSD: ± 10,745			
Ağaç Türü	Sarıçam	191,462	d
	Toros Sediri	207,089	c
	Anadolu Kestanesi	300,719	b
	Sapsız Meşe	375,572	a
LSD: ± 12,851			
Emprenye Çeşidi	Çam Taneni	272,437	a
	Meşe Palamudu	272,386	a
	İmerol Aqua	264,400	a
	Timber Care Aqua	269,658	a
LSD: ± 9,2743			

Buna göre; en yüksek vida tutma direnci değişimi, işlem çeşidi bakımından doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerde (272,411 N/mm^2), ağaç türü bakımından sapsız meşede (375,572 N/mm^2) ve emprenye çeşidi bakımından çam taneni ile emprenye edilen örneklerde (272,437 N/mm^2) elde edilmiştir. En düşük vida tutma direnci değişimi ise, işlem çeşidi bakımından kontrol örneklerinde

(264,674 N/mm^2), ağaç türü bakımından sarıçamda (191,462 N/mm^2) ve emprenye çeşidi bakımından imersol aqua ile emprenye edilen örneklerde (264,400 N/mm^2) elde edilmiştir.

Deney örneklerinin doğal ve kimyasal emprenye edilmiş numuneler ile kontrol numunelerinin vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin grafikleri Şekil 5.10'de verilmiştir.



Şekil 5.10. Açık hava şartlarında bekletilen sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi, sapsız meşe odunlarının ortalama vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin değerleri

Doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numuneler ve kontrol örnekleri arasında vida tutma direncinin tespitine ilişkin değerleri açısından birbirine yakın değerler çıktığı görülmektedir (Şekil 5.10).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) yoğunluk değeri en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda olarak bulunmuştur.

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) yoğunluk değeri en yüksek timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda olarak tespit edilmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden hava kurusu yoğunluk değerleri açısından sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde daha düşük değerler çıktığı tespit edilmiştir

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde tam kuru haldeki (%12) yoğunluk değeri en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda bulunmuştur.

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde tam kuru haldeki yoğunluk değeri en yüksek imersol aquayla emprenye edilen sapsız meşede ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda olarak tespit edilmiştir.
Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden tam kuru yoğunluk değerleri açısından Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde daha düşük; sarıçam ağaç türünde ise benzer değerler çıktığı tespit edilmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) rutubet miktarı en yüksek çam taneniyle emprenye edilen Toros

sedirinde ve en düşük ise meşe palamuduyla emprenye edilen sarıçamda olarak bulunmuştur.

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) rutubet miktarı en yüksek imersol aquayla emprenye edilen Toros sedirinde ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede olarak tespit edilmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden şekil rutubet miktarı değerleri açısından sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde ise daha yüksek değerler çıktığı tespit edilmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) şekil bozukluğu (çarpılma/burulma) en yüksek çam taneniyle emprenye edilen Toros sedirinde ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sapsız meşede olarak bulunmuştur.

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) şekil bozukluğu (çarpılma/burulma) en yüksek imersol aquayla emprenye edilen Toros sedirinde ve en düşük imersol aquayla emprenye edilen Anadolu kestanesinde olarak tespit edilmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden şekil bozukluğu (çarpılma/burulma) değerleri açısından sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde ise daha yüksek değerler çıktığı bulunmuştur.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) eğilme direnci en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda olarak tespit edilmiştir.

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) eğilme direnci en yüksek timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda olarak bulunmuştur.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden eğilme direnci değerleri açısından sarıçam, Toros sediri, Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde daha düşük değerler çıktığı bulunmuştur.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) elastikiyet modülü en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda olarak tespit edilmiştir.

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) elastikiyet modülü en yüksek timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda olarak bulunmuştur.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden elastikiyet modülü değerleri açısından sarıçam ve Toros sediri ağaç türlerinde daha yüksek; Anadolu kestanesi ve sapsız meşe ağaç türlerinde ise daha düşük değerler çıktığı bulunmuştur.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) liflere paralel basınç direnci en yüksek meşe palamuduyla emprenye edilen sapsız meşede ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda olarak tespit edilmiştir.

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) liflere paralel basınç direnci en yüksek timber care aquayla emprenye

edilen sapsız meşede ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda olarak bulunmuştur.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden liflere paralel basınç direnci değerleri açısından Anadolu kestanesi ağaç türünde daha yüksek; sarıçam, Toros sediri ve sapsız meşe ve ağaç türlerinde ise daha düşük değerler çıktığı tespit edilmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) liflere paralel yapışma direnci en yüksek çam taneniyle emprenye edilen Toros sedirinde ve en düşük ise meşe palamuduyla emprenye edilen sarıçamda olarak bulunmuştur.

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) liflere paralel yapışma direnci en yüksek timber care aquayla emprenye edilen Toros sedirinde ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede olarak tespit edilmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden liflere paralel yapışma direnci değerleri açısından Toros sediri ve sapsız meşe ağaç türlerinde daha yüksek; sarıçam ve Anadolu kestanesi ağaç türlerinde ise daha düşük değerler çıktığı tespit edilmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) vida tutma direnci en yüksek çam taneniyle emprenye edilen sapsız meşede ve en düşük ise çam taneniyle emprenye edilen sarıçamda olarak bulunmuştur.

Kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (%12) vida tutma direnci en yüksek timber care aquayla emprenye edilen sapsız meşede ve en düşük timber care aquayla emprenye edilen sarıçamda tespit edilmiştir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilenlerden vida tutma direnci değerleri açısından sarıçam, Toros sediri ve Anadolu kestanesi ağaç türlerinde daha yüksek; sapsız meşe ağaç türünde ise daha düşük değerler çıktığı bulunmuştur.

Sonuç olarak, ülkemizdeki orman varlığı ve sepi maddelerinin potansiyelini değerlendirmek için kapsamlı bir envanter çalışması yapılmalı, iç ve dış pazarda yeterince değerlendirilme olanakları araştırılmalıdır.

Son yıllarda orman ürünleri sanayisinde önemli bir yer işgal eden ahşap malzemelerin korunmasında kullanılan kimyasal emprenye maddelerinin yerine yeni alternatif doğal emprenye maddeleri aranmalıdır. Bu çalışmada, ülkemizde büyük bir potansiyele sahip doğal emprenye maddelerinin ahşap malzemeye uygulanarak kimyasal emprenye maddelerinin yerine çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyen koruyucu maddelerin kullanılmasının arttırılması amaçlanmalıdır.

Bu çalışmada, doğal emprenye maddesi olarak meşe palamudu ve çam taneni kullanılmış, sonraki çalışmalarda daha farklı doğal emprenye maddeleri kullanılması tavsiye edilebilir.

Bu konuda ilgili firmaların, kamu kuruluşları ve üniversitelerle işbirliği yapmaları kaçınılmazdır.

KAYNAKLAR

Altınok, M., ‘‘Ahsap Tutkallı Birleştirmelerde Yapışma Performansına Sıcaklık Artışının Etkileri’’, ***Politeknik Dergisi***, 5(4): 341-345 (2002).

Agnes, R., Young, R.A., “Reduction of weathering degradation of wood through plasma-polymer coating”, ***Hozforschung***, 53: 632-640 (1999).

ASTM D 3737–08, “Standard Practice for Establishing Allowable Properties for Structural Glued Laminated Timber (Glulam)”, ***ASTM***, USA, 8-7 (2008).

ASTM G 154-06, “Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials”, ***ASTM***, USA, 2-8 (2006).

ASTM G151-06, “Standard Practice for Exposing Nonmetallic Materials in Accelerated Test Devices that Use Laboratory Light Sources”, ***ASTM***, USA, 3-13 (2006).

ASTM G7-05, “Standard Practice for Atmospheric Environmental Exposure Testing of Nonmetallic Materials”, ***ASTM***, USA, 2-10 (2005).

ASTM-D 1413-07, “Standard Test Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultures”, ***ASTM***, USA, 1-9 (2007).

Bozkurt, A.Y., Erdin, N., “Odun Anatomisi”, ***İ.Ü. Orman Fak.***, Dilek Matbaası, İstanbul, 466 :360 (2000).

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N., “Odun Anatomisi”, ***İ.Ü. Rektörlüğü***, 4263:45-49 (2000).

Bozkurt, Y., Göker, Y., "Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi", ***İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını***, İstanbul, 3445: 34-35 (1987).

Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N., "Emprenye Tekniği", ***İ.Ü.Orman Fak. Yayınları***, İstanbul, 3779 (425) : 125 (1993).

BS EN 205, "Test Methods for Wood Adhesive for non, Structural Applications-Determination of Tensile Shear Strenght of Lap Joints", ***British Standards***, England, 11-13 (1991).

Cassens, D., Feist, W., "Exterior wood in South, Selections Applications and Finishes", ***FPLGTR- 9***.USA, 43-44 (1991).

Chow, P., Bajwa, D.S., "Weathering Effects on The Decay Resıstance of Creosote-Treated Oak", ***American Wood Preservers Association***, 211-214 (1997).

Doruk Ş., "Lamine Ağaç Malzemede Vernik Ve Emprenye İşlemlerinin Yaşlandırmaya Etkisinin Belirlenmesi", Doktora Tezi, ***Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, (2009).

Erin, L., Pawlak, A., Zenon, Owen, N.L., Feist, W.C.,"Infrared Studies of Wood Weathering Part I: Softwoods", Department of Chemistry, Brigham Young University, Provo, Utah 84602 (E.L.A., Z.P., N.L.O.); and Forest Products Laboratory, **U.S. Department of Agriculture**, Madison, Wisconsin 53705 (W.C.F.) 431-438 (1998).

Evans, P.D., Owen, N.L., Schmid, S., Webster, R.D., "Weathering and photostability of benzoylated wood", ***Polymer Degradation and Stability***, 76: 291-303 (2002).

Feist, W., "Weathering and protection of wood", ***American Wood-Preserves Association***, 341-355 (1983).

Feist, W.C., "Protection of wood surfaces with chromium trioxide", Forest Products Laboratory, ***Research Paper FPL 339***, Madison, Wis, 19-20 (1979).

Feist, W.C., "Weathering performance of finishing wood pretreated water repellent preservatives", ***Forest Products Journal***, 40(3) :21-22 (1990).

Feist, W.C., Hon, D.N.S., "Chemistry of weathering and protection in the chemistry of solid wood", ***American Chemical Society***, 401-454 (1984).

Feist, W.C., Williams, R.S., "Weathering durability of chromium-trated southern pine", ***Forest Products J***, 41: 8-14 (1991).

Kaygın, B.,"Ahşap Tekne Yapımında Kullanılan Ağaç Türlerinin Diri ve Öz Odunlarının Yapışma Dirençlerinin Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, ***Z.K.Ü. Fen Bil. Ens.***, Zonguldak, 101-103 (2002).

Kurtoğlu, A., "Ağaç Malzemenin Kimyasal Olmayan Yolla Korunması Olanakları", ***İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi***, İstanbul, Seri B, 4(34):27-29 (1984).

Kurtoğlu, A., "Ağaç Malzeme Yüzey işlemleri, Genel Bilgiler", ***İ.Ü. Orman Fak. Orman End. Müh. Böl.***, İstanbul, I:31-32 (2000).

Yalınkılıç, M.K., Peker, H., Demirci, Z., Baysal, E., Sudiyani, Y., "Outdoor performance of some coating system of wood in Eastern Black Sea of Turkey", ***XI. Dünya Ormancılık Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı***, Antalya, 4 :46 (1997).

Mallon, P.E., Li, Y., Zhang, R., Chen, H., Wu, Y., Sandreczki, T.C., Jean, Y.C., Suzuki, R., Ohdaira, T., "Durability of Polymeric Coatings Effects of Natural And Artificial Weathering", ***Applied Surface Science***, 194 :176-181 (2002).

Maninal, S., "Amino Resin Adhesives", ***Consultantskeist Laboratories Inc., Livingston***, New Jersy, 101-122 (1977).

Örs, Y., Keskin, H., "Ağaç Malzeme Bilgisi", ***G.Ü., KOSGEB***, Ankara, 34-45 (2000).

Örs, Y., Sönmez, A., Uysal, B., "Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığını Etkileyen Emprenye Maddeleri", ***Tr. J. of Agriculture and Forestry***, 23(2): 389-394 (1999).

Örs, Y., Keskin, H.,"Ağaç Malzeme Bilgisi", ***I. Baskı, ısbın:975-6574-01-1, Atlas Yayın Dağıtım***, İstanbul, 33-34 (2001).

Rowell, R.M., "Treatments that enhance physical properties of wood", ***U.S. Dept. Of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory***, Gen. Tech. Report FPL-50 :57-58 (1987).

Rowell, R.M., Banks, W.B., "Water Repellency and Dimensional Stability of Wood", ***U.S.D.A. Forest Prod. Lab., Gen. Tech. Report FPL-50***, Madison, Wis., 123-127 (1985)

Shen, J., "Development of Urea-formaldehihyde Adhesive", ***North-China Engıneering İnstitute, Journal Ca Section***, Taiyvan, 37 (1977).

Sudiyani, Y., Ryu, J.Y., Hattori, N., Imamura, Y., "Phenolic resin treatment of wood for improving weathering properties. High Performance Utilization of Wood for Outdoor Uses", ***Report on Research Project, Grant-in-Aid for Scientific Research, Kyoto University***, Japan, 85-96 (2001).

Sudiyani, Y., Tsujiyama, S., Imamura, Y., Takahashi, M., Minato, K., Kajita, H., "Chemical characteristics of surfaces of hardwood and softwood deteriorated by weathering", ***J. Wood Sci***, 45 :348-353 (1999).

Şen, S., Hafızoğlu, H. Bazı Bitkisel Ekstraktların Toprakla Temasta Odun Koruyucu Etkinliklerinin Belirlenmesi, ***Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*** , Düzce,70-83(2008).

Treu, A., Militz, H., Breyne, S., "Royal-treatment- scientific background and practical application", ***Presentation at COST E22 conference in Reinbek***, 128-132 (2001).

TS EN 1310.,"Yuvarlak ve Biçilmiş Yapacak Odun (Kereste)- Özellikleri Ölçme Metotları", ***TSE Standartları,*** Ankara, 1-12 (2001).

TS EN 13446, Wood-based panels – Determination Of Withdrawal Capacity Of Fasteners, T.S.E. Standardı, Ankara (2005).

TS EN 205, "Yapıştırıcılar -Yapısal Olmayan Uygulamalar İçin Ahşap Yapıştırıcılar – Bindirmeyle Yapıştırılmış Eklerin Çekmeyle Kayma Mukavemetinin Tayini", ***TSE Standartları,*** Ankara, 1-7 (2004).

TS 53., "Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayin İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları", ***TSE Standartları,*** Ankara (1981).

TS 2470., "Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler", ***TSE Standartları,*** Ankara (1976).

TS 2471., "Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Rutubet Miktarı Tayini", ***TSE Standartları***, Ankara (1976).

TS 2472, "Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler için Birim Hacim Ağırlığı Tayini", ***TSE Standartları***, Ankara, 1-12 (1976).

TS 2474, "Odunun Statik Eğilmede Dayanımının Tayini", ***TSE Standartları,*** Ankara, (1976).

TS 2478, "Odunun Statik Eğilmede Elastiklik Modülünün Tayini", ***TSE Standartları,*** Ankara, (1976).

TS 2595, "Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı", ***TSE Standartları***, Ankara, (1976).

TS 4084, "Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini", ***TSE Standartları***, Ankara, 1-5 (1983).

Uysal, B., Kurt, S., "Yanmayı Geciktirici Bor içerikli Emprenye Maddelerinin Ahsap Malzemenin Yapışma Direncine Etkisi", ***I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı***, Ankara, 43 (2005).

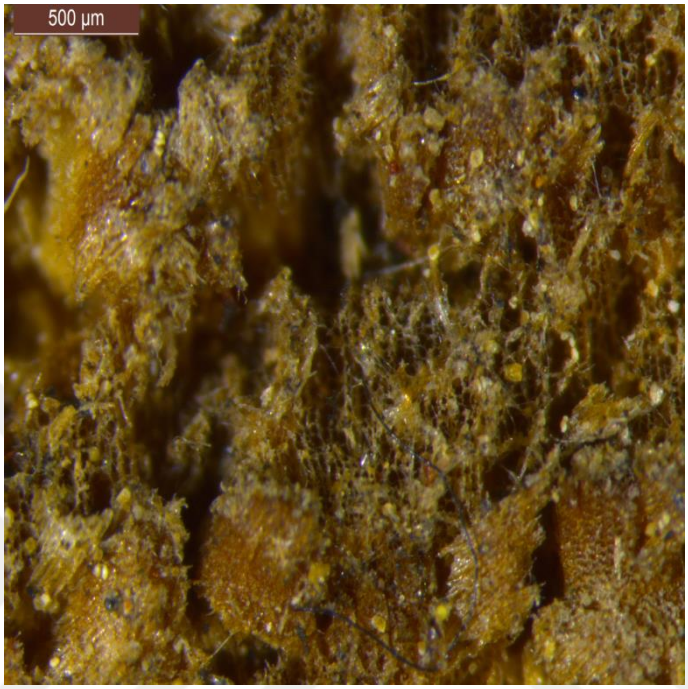
Uysal, B., "Ağaç Malzeme Ders Notları", ***Z.K.Ü.Karabük Teknik Eğitim Fakültesi***, Karabük, 43 (2005).

Yaltırık, F., "Dendoroloji I, 2410", ***İ.Ü. Orman Fakültesi***, İstanbul, 165-168 (1988).

Yazıcı, H., "Açık Hava Koşullarının Odun Dayanımına Etkisi", ***Z.K.Ü Bartın Orman Fakültesi Dergisi***, 7(8) :23-25 (2005).

EKLER

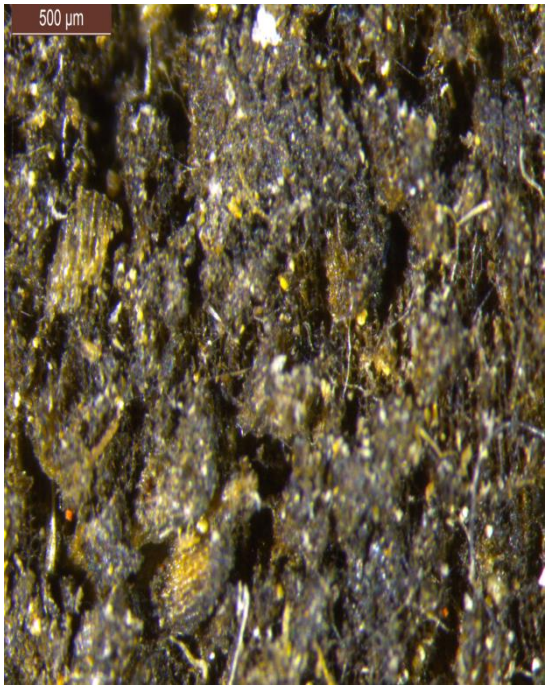
EK-1. Sarıçam odununun doğal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine ait en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri



Kontrol (İşlemsiz)

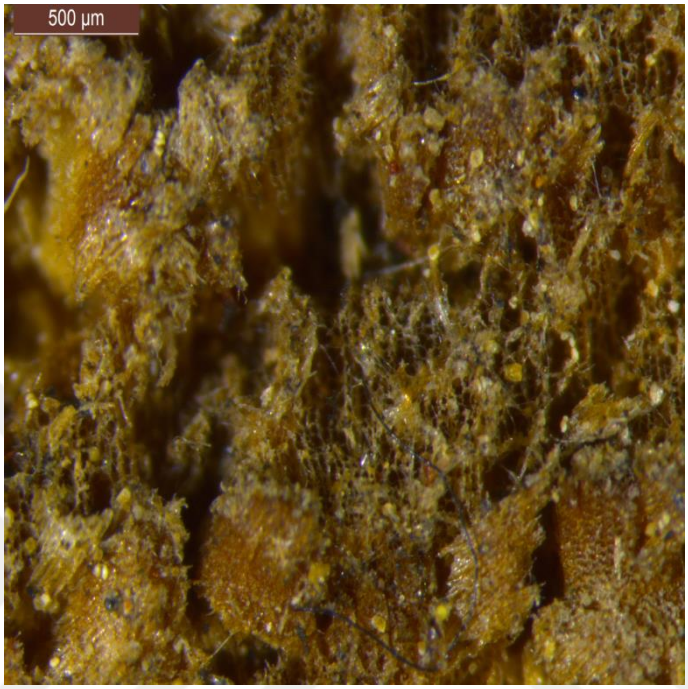


Çam Taneni

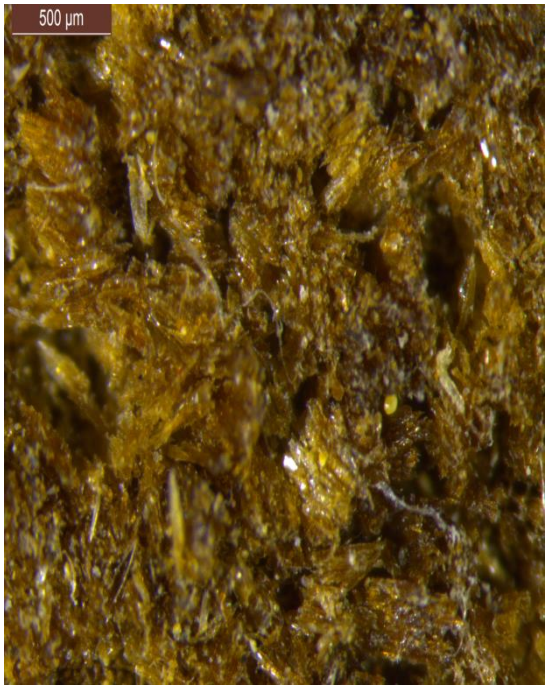


Meşe Palamudu

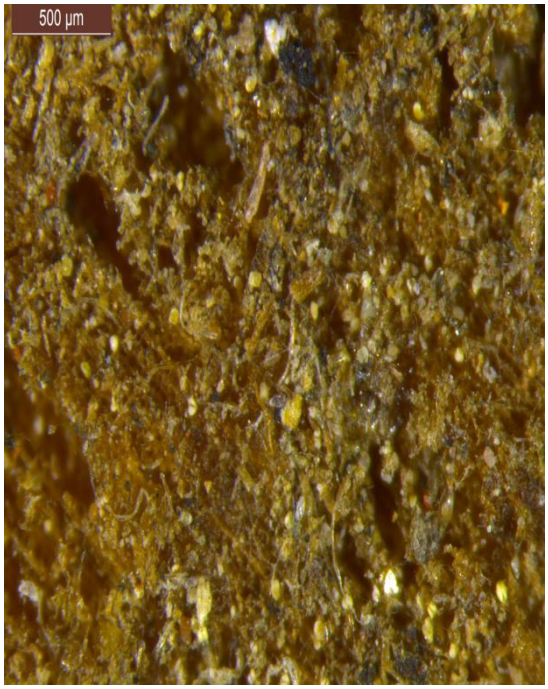
EK-2. Sarıçam odununun kimyasal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine ait en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri



Kontrol (İşlemsiz)

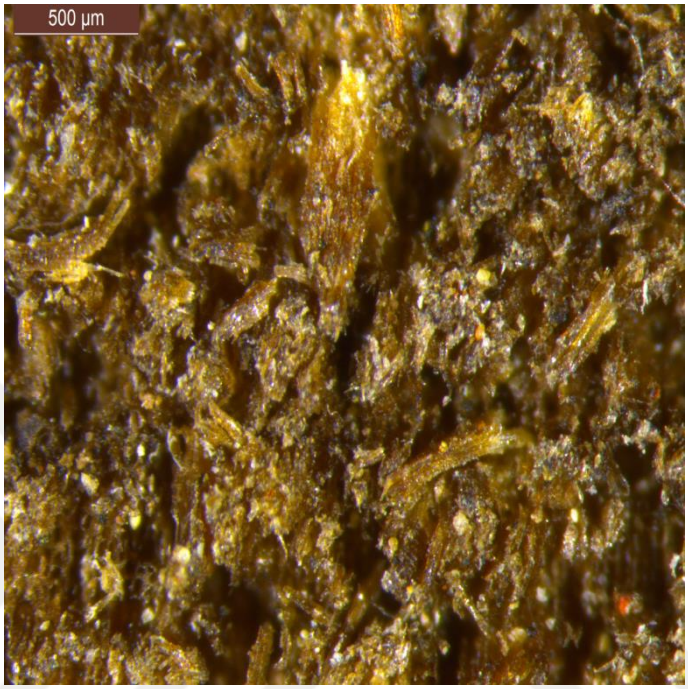


İmersol Aqua

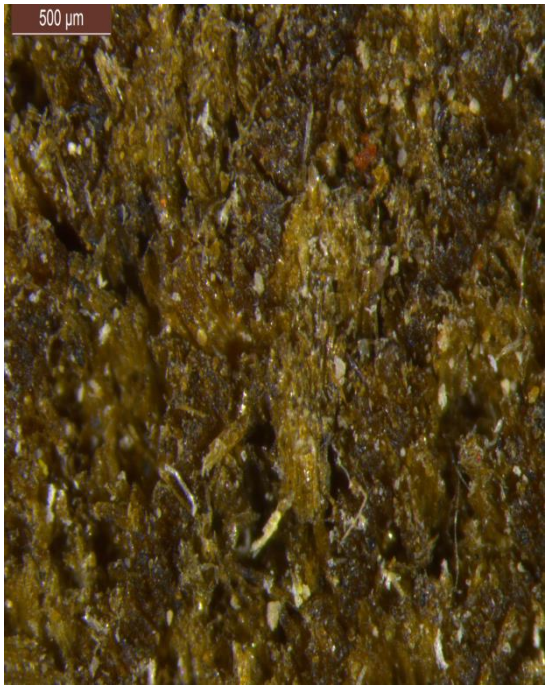


Timber Care Aqua

EK-3. Toros Sediri odununun doğal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri



Kontrol (İşlemsiz)

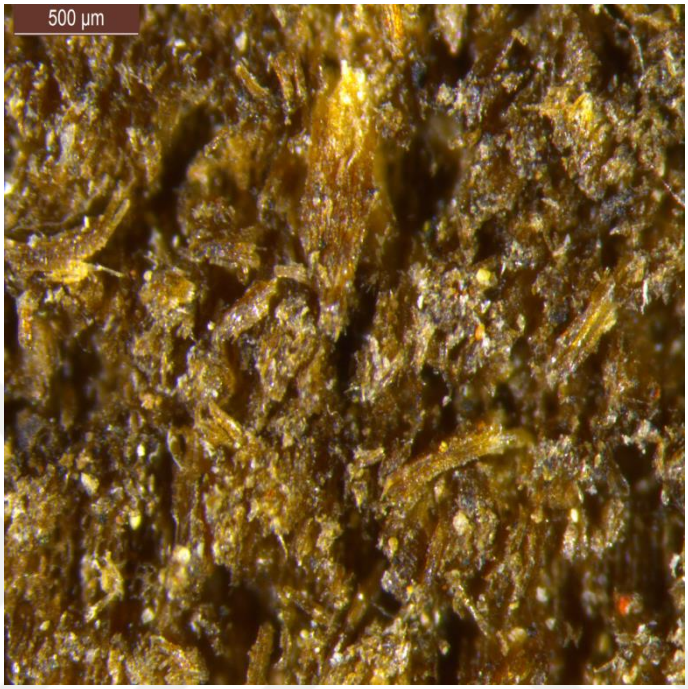


Çam Taneni

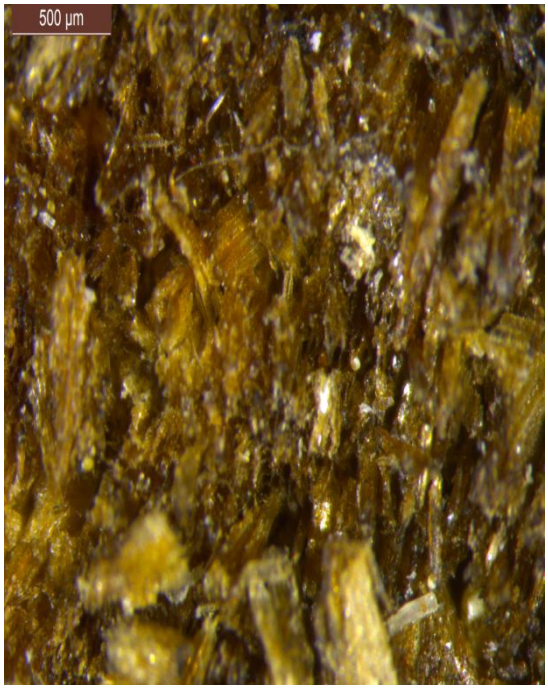


Meşe Palamudu

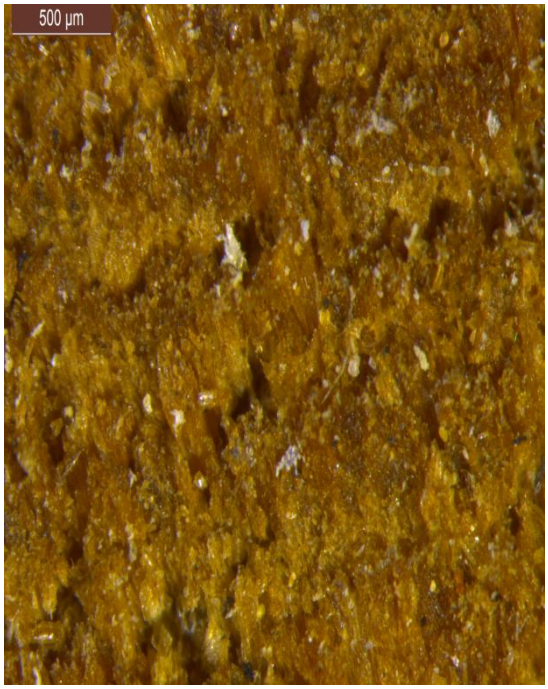
EK-4. Toros Sediri odununun kimyasal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri



Kontrol (İşlemsiz)

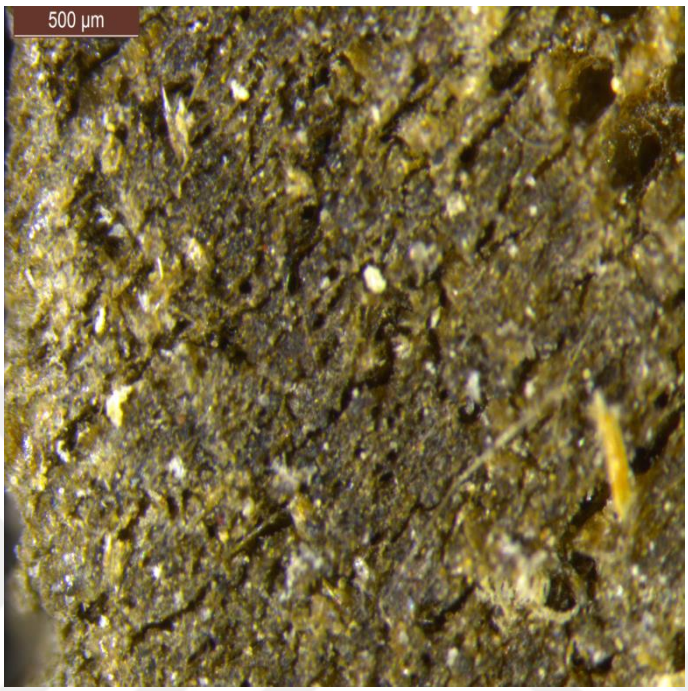


İmersol Aqua

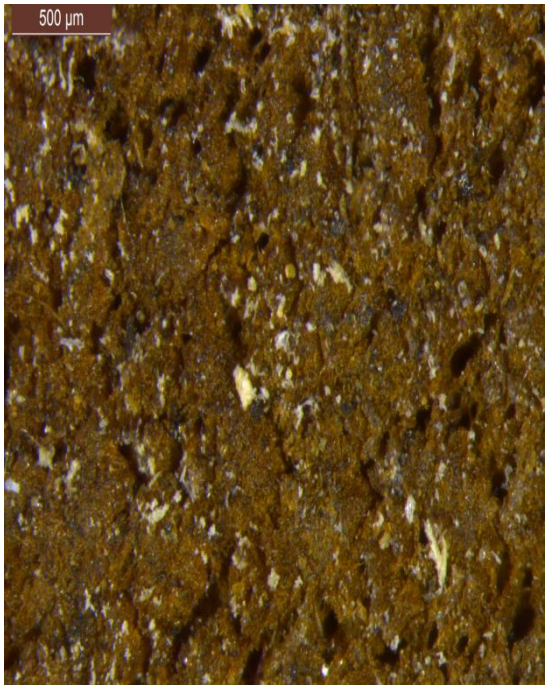


Timber Care Aqua

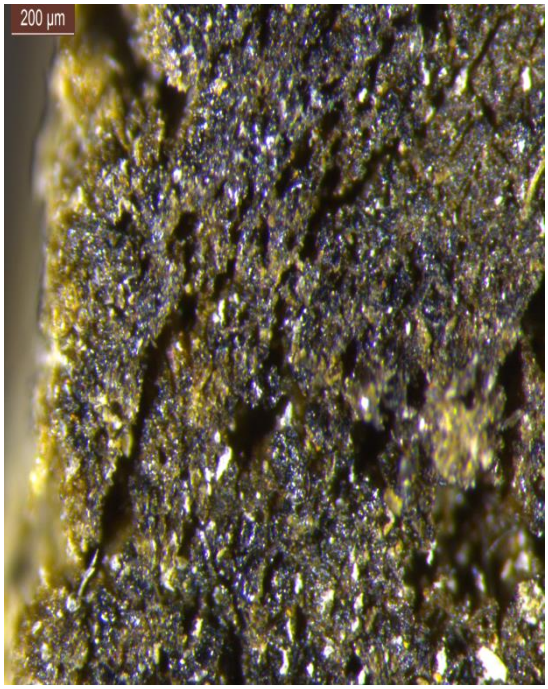
EK-5. Anadolu kestanesi odununun doğal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine ait en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri



Kontrol (İşlemsiz)

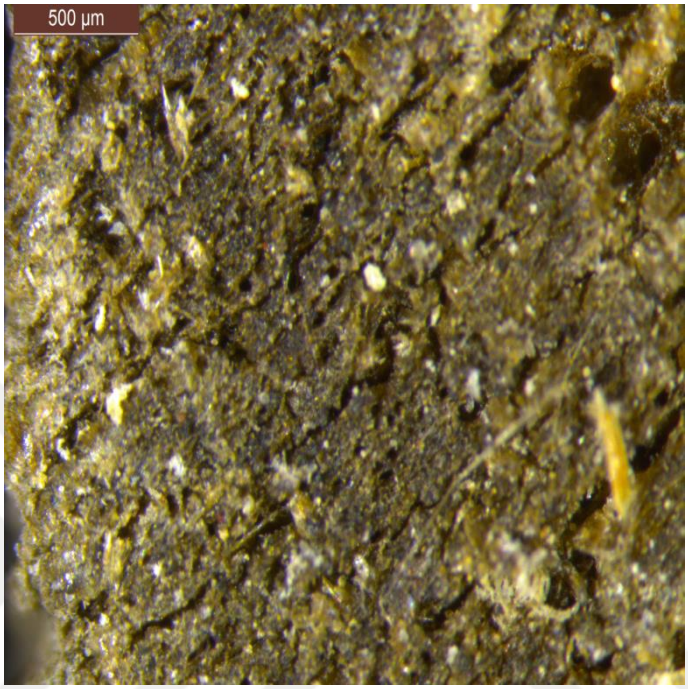


Çam Taneni



Meşe Palamudu

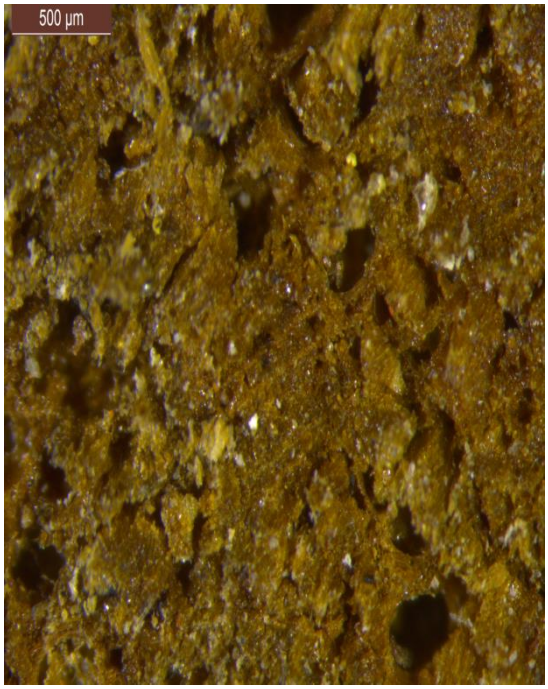
EK-6. Anadolu kestanesi odununun kimyasal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine ait en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri



Kontrol (İşlemsiz)

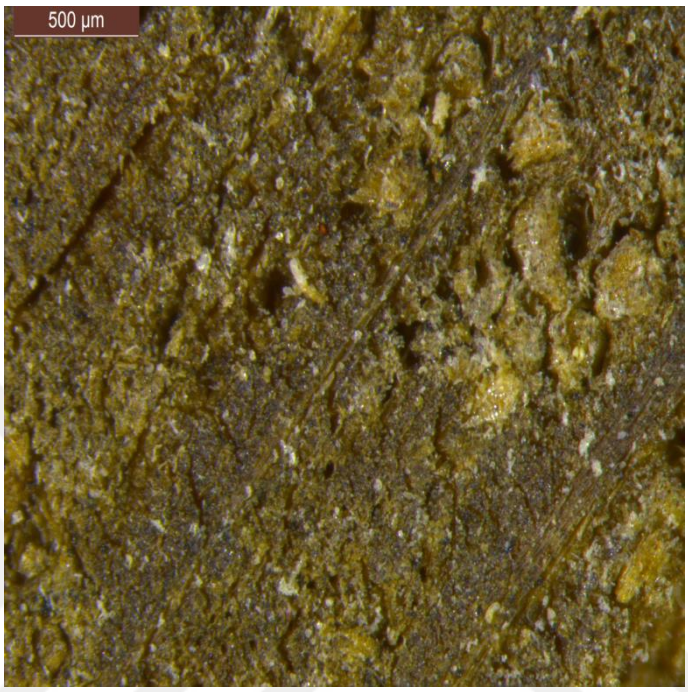


İmersol Aqua

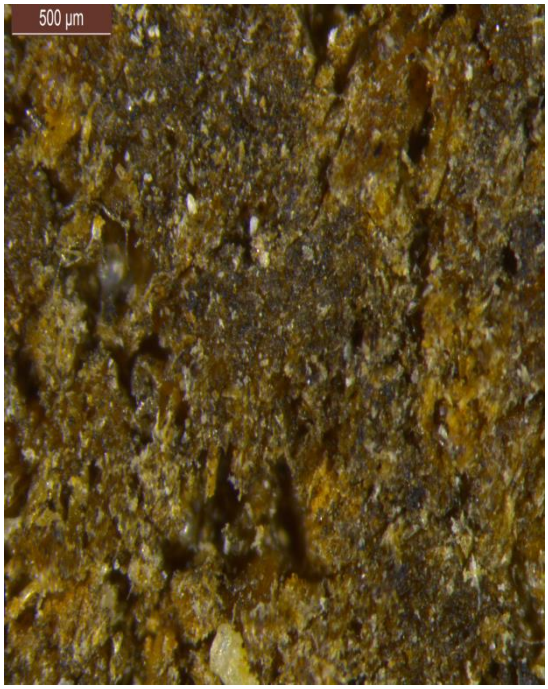


Timber Care Aqua

EK-7. Sapsız meşe odununun doğal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine ait en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri



Kontrol (İşlemsiz)

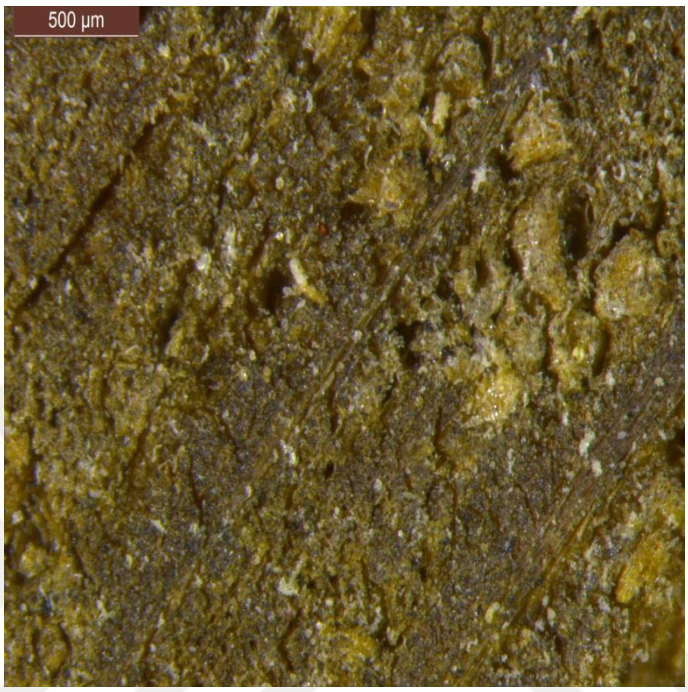


Çam Taneni



Meşe Palamudu

EK-8. Sapsız meşe odununun kimyasal maddelerle emprenye edilen örnekleri ile kontrol örneklerine ait en kesit yüzeyden mikroskop görünümleri



Kontrol (İşlemsiz)



İmersol Aqua



Timber Care Aqua

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YAŞAR, Mehmet
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 15.09.1980 Sandıklı /Afyonkarahisar
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (456) 233 73 20
Faks : 0 (456) 233 73 22
e-mail : mehmetyasar@gumushane.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi /Mobilya ve Dekorasyon	2014
Lisans	Dumlupınar Üniversitesi /Mob. ve Dek. Öğrt.	2006
Lise	Afyon Merkez Endüstri Meslek Lisesi	1997

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2009 -	Gümüşhane Üniversitesi	Öğretim Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. TOP, Y., ADANUR, H., ÖZ, M., YAŞAR, M. Mikro Ölçekli İşletmelerde Oluşan Atıklar ve Değerlendirilme Şekilleri: Gümüşhane ili Kereste Sektörü Örneği, Uluslarası Katılımlı Çevre Sempozyumu 24-26 Ekim 2013, Bildiriler Kitabı, s. 87-98, Gümüşhane (2013)

2. ÖZ, M., DENİZ, İ., YAŞAR, M., KOMUT, O., FİDAN, M., S. Kızılçam (Pinus brutia Ten.)'da Reçine Kelebeği (Dioryctria sylvestrella Ratz.) ve Gövde Reçinesinin Uçucu Yağ Miktarları. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, Özel Sayı 2012 , s: 89-95. (2011).

3. FİDAN, M,S., KOMUT, O., ÖZ, M., YAŞAR, M. The Medical Herbs in Gumushane Flora and the Applicable Fields. 2nd International Non-Wood Forest Products Symposium, 8-10 September 2011, s 219-228, Isparta/TURKEY. (2011).

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Futbol, Basketbol