

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AHŞABIN YAŞAM DÖNGÜSÜ ÇERÇEVESİNDE
KORUMA VE ONARIM METOTLARININ ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Selvi Burcu GÜLER**

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

HAZİRAN 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AHŞABIN YAŞAM DÖNGÜSÜ ÇERÇEVESİNDE
KORUMA VE ONARIM METOTLARININ ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Selvi Burcu GÜLER
(502081529)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 Mayıs 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 07 Haziran 2011

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Nusret AS (İÜ)
Doç. Dr. Mustafa Erkan KARAGÜLER
(İTÜ)**

HAZİRAN 2011

ÖNSÖZ

“Ahşabın Yaşam Döngüsü Çerçevesinde Koruma ve Onarım Metotlarının Analizi” konulu bu çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında değerli fikir ve katkılarıyla beni yönlendiren Sayın Hocam Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU’na teşekkürü bir borç bilirim.

Her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen aileme ve tüm arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2011

Selvi Burcu GÜLER

(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
2. AHŞABIN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ	3
2.1 Ağaç Türleri	3
2.2 Ahşabın Makroskopik Yapısı.....	3
2.2.1 Diri odun (dış odun)	7
2.2.2 Öz odun (iç odun)	7
2.3 Ahşabın Mikroskopik Yapısı	8
2.3.1 İğne yapraklı ağaçların mikroskopik yapısı	8
2.3.2 Geniş yapraklı ağaçların mikroskopik yapısı.....	10
2.3.3 Hücre çeperinin yapısı	12
2.4 Ahşabın Kimyasal Yapısı.....	14
2.5 Ahşabın Bazı Fiziksel Özellikleri.....	15
2.5.1 Yoğunluk.....	15
2.5.2 Nem içeriği- higroskopisite.....	15
2.5.3 Permeabilite	17
2.6 Ahşabın Doğal Dayanıklılığı.....	20
2.6.1 Dayanıklılık sınıfları	21
2.6.1.1 Çok dayanıklı ağaçlar	21
2.6.1.2 Dayanıklı ağaçlar	21
2.6.1.3 Orta derecede dayanıklı ağaçlar	21
2.6.1.4 Az dayanıklı ağaçlar	21
2.6.1.5 Dayanıksız ağaçlar	21
2.6.2 Tehlike sınıfları	23
2.6.2.1 Tehlike sınıfı 1	23
2.6.2.2 Tehlike sınıfı 2	23
2.6.2.3 Tehlike sınıfı 3	23
2.6.2.4 Tehlike sınıfı 4	23
2.6.2.5 Tehlike sınıfı 5	23
3. AHŞABIN BOZUNMASINA NEDEN OLAN FAKTÖRLER	25
3.1 Kimyasal Faktörler	25
3.2 Termal Faktörler.....	27
3.3 Mekanik Faktörler	28
3.4 Açık Hava Etkileri.....	29
3.5 Biyolojik Faktörler	35
3.5.1 Bakteriler.....	35

3.5.2 Mantarlar	35
3.5.2.1 Ahşapta çürüklük yapmayan mantarlar	40
Küf ve renk mantarları	40
3.5.2.2 Ahşap dokusundaki etkilerine göre çürüklük yapan mantarlar	43
Beyaz çürüklük mantarları	44
Esmer çürüklük mantarları	44
Yumuşak çürüklük mantarları	45
3.5.2.3 Nem ihtiyaçlarına göre çürüklük yapan mantarlar	46
Kuru çürüklük mantarları	46
Islak çürüklük mantarları	51
3.5.3 Ahşaba zarar veren böcekler	65
3.5.3.1 Mobilya böceği/Tos vuran böcek (<i>Anobium punctatum</i>)	68
3.5.3.2 Kahverengi diri odun böceği (<i>Lyctus brunneus</i>)	71
3.5.3.3 Ev teke böceği (<i>Hylotrupes bajulus</i>)	75
3.5.3.4 Ölüm saati böceği/Alacalı kemirici böcek (<i>Xestobium rufovillosum</i>)	79
3.5.3.5 Odun oyan bitler (<i>Pentarthrum huttoni</i> ve <i>Euophryum confine</i>)	83
3.5.4 Ahşaba zarar veren deniz canlıları	87
3.5.4.1 Yumuşakçalar (Molluscs)	89
Teredinidae	89
Pholadidae	91
3.5.4.2 Kabuklular (Crustaceans)	92
Isopoda	92
Amphipodlar	94
3.5.5 Termitler (Isoptera)	94
3.5.5.1 Islak odun termitleri	100
3.5.5.2 Kuru odun termitleri	101
3.5.5.3 Toprak altı termitleri	102
4. AHŞAP MALZEME KORUMA VE ONARIM METOTLARI	107
4.1 Kimyasal Koruma Metotları	108
4.1.1 Emprenye işlemi	108
4.1.2 Emprenye maddeleri	109
4.1.2.1 Yağlı emprenye maddeleri	111
4.1.2.2 Organik çözücülü emprenye maddeleri	112
4.1.2.3 Suda çözünen emprenye maddeleri	113
4.1.3 Özel amaçlarla kullanılan kimyasallar	116
4.1.3.1 Yangın geciktiriciler	116
4.1.3.2 Yüzey koruyucular	117
Film oluşturan yüzey koruyucu maddeler	117
Derine nüfuz eden koruyucu maddeler	118
4.1.4 Emprenyeden önce ahşap malzemenin hazırlanması	119
4.1.4.1 Kabuk soyma	119
4.1.4.2 Ahşap malzemenin emprenye işlemine hazırlanması (İşlenmesi)	120
4.1.4.3 Ahşap malzemenin kurutulması	120
Açık havada kurutma	121
Teknik (yapay) kurutma	121
4.1.4.4 Delme (Incising)	123
4.1.4.5 Enine yönde dinamik basınç metodu	124
4.1.4.6 Su içinde bekletme ve yağmurlama	124
4.1.5 Emprenye metotları	125
4.1.5.1 Basınç uygulamayan metotlar	125

Fırça ile sürme ve püskürtme metotları	125
Deluging (sulama) metodu	127
Batırma metodu	127
Açık kazanda sıcak ve soğuk metot	130
4.1.5.2 Basınç uygulayan metotlar	134
Dolu hücre metotları	137
Boş hücre metotları	141
Osilasyon ve değişken basınç metotları	145
Çok yüksek basınçlı metot	147
Çözücü (solvent) geri kazanma metotları	147
Alçak basınç (vakum) metotları	150
4.1.5.3 Besi suyunu çıkarma (Boucherie) metodu	153
Gewecke basınç ve emme metodu	154
Basınçlı kapsül metodu (Prescap metodu)	155
4.1.5.4 Difüzyon metotları	155
Daldırma metodu	156
Buharlama ve soğuk emprenye metodu	156
Çift difüzyon metodu	157
Osmoz metodu	157
4.1.5.5 Yerinde bakım metotları	158
Bandaj metodu	159
Kobra metodu	162
Oyma delik metodu	165
4.1.5.6 Fumigasyon ve dumanlama	166
4.2 Yapısal Koruma ve Onarım Metotları.....	169
4.2.1 Kullanım yerine uygun ahşabın seçilmesi	169
4.2.2 Ahşabın kuru tutulması	170
4.2.3 Doğru tasarım ve alınacak önlemler	171
4.2.4 Ahşapta çürüklük tespiti	175
4.2.4.1 Görsel muayene	175
4.2.4.2 Çürüklük tespiti	176
4.2.4.3 Özel araştırma teknikleri	177
Eğitilmiş köpekler(Rothounds)	177
Fiber optik inceleme	178
Ultrasonik metot	178
Televizyon kameraları	179
Nem ölçümü	179
4.2.4.4 Detaylı araştırma	179
4.2.5 Ahşapta çürüklük belirtileri ve zararlılar için müdahale işlemleri.....	181
4.2.5.1 Ahşapta çürüklük yapan mantarlar	181
Kuru çürüklük mantarları	181
Islak çürüklük mantarları	186
4.2.5.2 Ahşaba zarar veren böcekler	187
4.2.5.3 Termitler	189
4.2.6 Ahşap malzemenin onarılması	192
4.2.6.1 Çerçeve veya çatı makası elemanlarının onarımı	196
4.2.6.2 Basınç elemanlarının onarımı	197
4.2.6.3 Çekme (gerilme) elemanlarının onarımı	197
4.2.6.4 Kirişlerin onarımı	197
4.2.6.5 Ahşabın değiştirilmesi ve ek yerlerinin onarımı	199

4.2.6.6 Bozulan parçaların reçine ile sağlamlaştırılması	206
Çürüklüğün sağlamlaştırılması metodu	210
Çürüklüğün çıkarılması metodu	211
4.2.7 Ahşaptan boyanın sökülmesi.....	212
4.2.7.1 Boya sökölme derecesi	212
4.2.7.2 Boya sökme metotları	214
Mekanik metotlar	214
Termal metotlar	215
Kimyasal metotlar	215
4.2.8 Geleneksel yapıların onarım öncesi inceleme kuralları	216
4.2.9 Tarihi ahşap iskeletli yapıların incelenmesi	218
4.2.9.1 Ahşap iskeletin analizi	218
Ahşap çerçevenin değeriendirilmesi	218
Ahşabın cinsinin ve biçme şeklinin belirlenmesi	219
Binanın performansının değeriendirilmesi	220
Kaplamlar ve dolgu paneller	220
Bozunmanın değeriendirilmesi	221
Ahşap çerçevede bozunma oranının değeriendirilmesi	221
4.2.9.2 Araştırmanın yürütölmesi	222
4.2.9.3 Ayrıntılı incelemeler	223
4.2.9.4 Onarımsal işler	223
4.2.9.5 Rapor	224
4.2.9.6 Özet	224
4.2.10 Ahşap iskeletin değeriendirilmesinde kullanılabilecek bir metot örneği	225
.....	225
4.2.11 Emprenyeli ahşapta güvenlik önlemleri	230
4.3 Genel Değeriendirme.....	232
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	237
KAYNAKLAR.....	241
ÖZGEÇMİŞ.....	251

KISALTMALAR

ACZA	: Amonyaklı Bakır Çinko Arsenik
ACQ	: Alkalın Bakır Quat
BS	: İngiliz Standartları (British Standard)
CBA	: Bakır Azole
CC	: Amonyaklı Bakır Sitrat
CCA	: Bakır/Krom/Arsenik
CDDC	: Bakır Dimetilditiyokarbamat
DIN	: Alman Standartlar Enstitüsü (Deutsches Institut für Normung e.V.)
EN	: Avrupa Standartları (European Standard)
IR	: Kızılötesi (Infrared)
LDN	: Lif Doygunluğu Noktası
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
UV	: Ultraviyole
PCP	: Pentaklorofenol
TBTO	: Tribütülin Oksit
TS	: Türk Standartları
Spp.	: Türler

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Ahşapların permeabilite (geçirgenlik) sınıfları	18
Çizelge 2.2 : Ağaç türlerinin emprenye edilebilirlik sınıfları.....	19
Çizelge 2.3 : Ağaç türlerinin doğal dayanıklılık sınıfları	22
Çizelge 2.4 : Ahşap malzemenin tehlike sınıflarına göre sınıflandırılması.....	24
Çizelge 3.1 : Mekanik, fiziksel, biyolojik ve kimyasal etkiler nedeniyle ahşaptaki etkileşim hareketleri	34
Çizelge 3.2 : Binalarda tahribata neden olan bazı mantar türlerinin nem ve sıcaklık istekleri	36
Çizelge 3.3 : Ahşaba arız olan çeşitli mantar türleri.....	63
Çizelge 3.4 : En önemli ahşap çürütücü mantar türlerinin karakteristik özellikleri ..	64
Çizelge 3.5 : Kahverengi diri odun böceği ve ölüm saati böceğini ayırt etmede kullanılan iki metot.....	82
Çizelge 3.6 : Ahşapta hasara neden olan bazı böcek türlerinin ahşaptaki etkileri.....	85
Çizelge 3.7 : Ahşapta hasara neden olan bazı böcek türlerinin özellikleri ve yaşam döngüsü	86
Çizelge 3.8 : Denizlerde yaygın olarak görülen ahşap delici canlılar	87
Çizelge 3.9 : Kuru odun ve toprak altı termitleri arasındaki farklılıklar	106
Çizelge 4.1 : Emprenye maddeleri ve özellikleri.....	115
Çizelge 4.2 : Basınç uygulamayan metotların analizi	133
Çizelge 4.3 : Basınç uygulayan metotların analizi	152
Çizelge 4.4 : Ahşap malzemenin korunmasında kullanılan kimyasal metotların analizi.	168
Çizelge 4.5 : Çürüklük tespitinde kullanılan ön algılama metotları	180
Çizelge 4.6 : Ahşabın onarım opsiyonları	194
Çizelge 4.7 : Reçineyle onarım durumunda ahşapta kullanılan beş tekniğin özeti .	207
Çizelge 4.8 : Ahşap emprenye metotlarında riskler ve risklere karşı alınacak önlemler	231

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Bir ahşabın katmanları.....	4
Şekil 2.2 : Yıllık halkaları gösteren ahşap kesiti	5
Şekil 2.3 : Ahşabın anatomik yapısı	6
Şekil 2.4 : Ağacın enine kesiti	6
Şekil 2.5 : İğne yapraklı ağaç hücrelerinin yapısı.....	9
Şekil 2.6 : İğne yapraklı ağaç hücrelerinin elektron mikroskopunda görünüşü	10
Şekil 2.7 : Geniş yapraklı ağaç hücrelerinin yapısı	11
Şekil 2.8 : Geniş yapraklı, dağınık gözenekli (a) ve halka gözenekli (b) ağaç hücrelerinin elektron mikroskopunda görünüşü.....	12
Şekil 2.9 : Ahşap hücrelerinde bulunan selüloz, lignin ve hemiselüloz miktarlarını gösteren diyagram a- Selüloz, b- Lignin, c- Hemiselüloz.....	13
Şekil 2.10 : Hücre çeperinin yapısındaki tabakalanmanın şematik görünüşü	13
Şekil 2.11 : Kerestede nem içeriğine bağlı olarak meydana gelen değişimler	17
Şekil 3.1 : Ahşapta görülen kimyasal hasar	26
Şekil 3.2 : Bir kerestenin yüzeyinde açık hava etkisiyle oluşan çatlaklar	29
Şekil 3.3 : Açık hava etkisi ile 100 yıl aşınan bir direğin yüzeyinde görülen erozyonun simülasyonu.....	30
Şekil 3.4 : Güney çamı en kesiti (x1000)	30
Şekil 3.5 : UV ışınımına (≥ 220 nm) maruz kalmış olan güney çamının en kesiti (x1000)	31
Şekil 3.6 : UV ışınlarına maruz kalan ahşapta görülen bozulma.....	32
Şekil 3.7 : Ahşabın çevresinde görülen ve çürüklüğe neden olan su sızıntıları	37
Şekil 3.8 : Hatalı yapım sonucu ahşap kaplamada oluşan mantar miselyumu	37
Şekil 3.9 : Mantarların yaşam döngüsü	38
Şekil 3.10 : Spor üreten mantar sporoforu	38
Şekil 3.11 : Mantarların ahşaptaki ilk kolonizasyonu 1- Sporlar nemli ahşap üzerine düşer, 2- Sporlar çimlenir, 3- Oluşan ince iplikçikler (hüfler) enzimler salgılayarak ahşabı tüketir	39
Şekil 3.12 : Ahşapta küf oluşumu- <i>Penicillium sp.</i> <i>Cladosporium sp.</i> ve <i>Botrytis cinerea</i>	40
Şekil 3.13 : Renk mantarının odundaki etkisi.....	41
Şekil 3.14 : Mavi çürüklük iplikçiklerinin mikroskop altındaki görünümü	42
Şekil 3.15 : Mavi çürüklüğe uğrayan kütüklerden üretilmiş ahşap ürünleri.....	43
Şekil 3.16 : Mavi çürüklüğün boyalı ve doğal ahşap yüzeyindeki etkisi	43
Şekil 3.17 : Beyaz çürüklük mantarının ahşapta yaptığı hasar	44
Şekil 3.18 : Esmer çürüklük mantarının ahşapta yaptığı hasar.....	45
Şekil 3.19 : Ahşapta tipik bir kuru çürüklük mantarı hasarı.....	47
Şekil 3.20 : <i>Serpula lacrymans</i> sporoforları	47
Şekil 3.21 : İlerlemiş bir kuru çürüklük istilasası	48
Şekil 3.22 : Ahşapta <i>Serpula lacrymans</i> tarafından oluşan kübik çatlaklar	49
Şekil 3.23 : <i>Serpula lacrymans</i> hasarı	49
Şekil 3.24 : <i>Serpula lacrymans</i> miselyumu	50

Şekil 3.25 : <i>Serpula lacrymans</i> tarafından üretilen su damlacıkları	50
Şekil 3.26 : <i>Serpula lacrymans</i> rimozorfları.....	50
Şekil 3.27 : Kuru çürüklük mantarı sporoforu (solda) ve sporları (sağda)	51
Şekil 3.28 : Islak çürüklük mantarı iplikçikleri (hüfleri) ve ahşapta yaptığı hasar....	51
Şekil 3.29 : Ahşapta <i>Coniophora puteana</i> hasarı	52
Şekil 3.30 : <i>Coniophora puteana</i> miselyumu	53
Şekil 3.31 : <i>Coniophora puteana</i> rimozorfları.....	53
Şekil 3.32 : <i>Coniophora puteana</i> sporoforu	54
Şekil 3.33 : Ahşapta <i>Fibroporia vaillantii</i> hasarı	55
Şekil 3.34 : <i>Fibroporia vaillantii</i> miselyumu	55
Şekil 3.35 : <i>Fibroporia vaillantii</i> rimozorfları.....	55
Şekil 3.36 : <i>Poria placenta</i> sporoforu.....	56
Şekil 3.37 : <i>Amyloporia xantha</i> sporoforu.....	56
Şekil 3.38 : <i>Fibroporia vaillantii</i> sporoforu	57
Şekil 3.39 : <i>Phellinus contiguus</i> miselyumu.....	57
Şekil 3.40 : <i>Phellinus contiguus</i> sporoforu.....	58
Şekil 3.41 : Ahşapta <i>Phellinus contiguus</i> hasarı.....	58
Şekil 3.42 : <i>Donkioporia expansa</i> sporoforu	59
Şekil 3.43 : <i>Pleurotus ostreatus</i> sporoforu	60
Şekil 3.44 : <i>Asterostroma spp.</i> miselyumu (solda) ve sporoforu (sağda)	61
Şekil 3.45 : Birbirinden güçlükle ayırt edilebilen <i>Asterostroma spp.</i> miselyumu ve sporoforu	61
Şekil 3.46 : <i>Asterostroma spp.</i> rimozorfları.....	61
Şekil 3.47 : Hasarlı ahşap üzerinde <i>Paxillus panuoides</i> miselyumu ve rimozorfları ile birlikte ayrıık görülen sporoforlar	62
Şekil 3.48 : Böceklerin ahşapta yaptığı hasara bir örnek.....	65
Şekil 3.49 : Ahşap delici böceklerin yaşam döngüsü	65
Şekil 3.50 : Ergin dişi böceğin yumurtaları	66
Şekil 3.51 : Böceğin larvası	66
Şekil 3.52 : Böceğin pupa hali	66
Şekil 3.53 : Ergin böcek.....	67
Şekil 3.54 : Ahşaba hasar veren bazı böcek türleri.....	67
Şekil 3.55 : <i>Anobium punctatum</i> larvası	69
Şekil 3.56 : <i>Anobium punctatum</i> öğüntü tozu (x10)	69
Şekil 3.57 : Ahşapta <i>Anobium punctatum</i> hasarı	70
Şekil 3.58 : Ergin <i>Anobium punctatum</i> böceğinin üst (solda) ve yan (sağda) görünüşü	70
Şekil 3.59 : Ahşap üzerinde görülen ergin <i>Anobium punctatum</i> böceği.....	71
Şekil 3.60 : <i>Lyctus brunneus</i> larvası	72
Şekil 3.61 : <i>Lyctus brunneus</i> 'un ahşapta açtığı tüneller	73
Şekil 3.62 : <i>Lyctus brunneus</i> öğüntü tozu (x10)	73
Şekil 3.63 : Çıkış deliklerinin altında biriken öğüntü tozları.....	74
Şekil 3.64 : Ahşapta <i>Lyctus brunneus</i> hasarı	74
Şekil 3.65 : Ergin <i>Lyctus brunneus</i> böceğinin üstten görünüşü.....	74
Şekil 3.66 : <i>Hylotrupes bajulus</i> larvası	76
Şekil 3.67 : <i>Hylotrupes bajulus</i> 'un diri odun ve yüzey kabuğunda yaptığı hasarı gösteren ahşap kesiti.....	77
Şekil 3.68 : <i>Hylotrupes bajulus</i> 'un çıkış delikleri	78
Şekil 3.69 : Ergin <i>Hylotrupes bajulus</i> böceğinin üstten (solda) ve önden (sağda) görünüşü	78

Şekil 3.70 : <i>Xestobium rufovillosum</i> larvası	80
Şekil 3.71 : <i>Xestobium rufovillosum</i> ögüntü tozu (x10)	80
Şekil 3.72 : <i>Xestobium rufovillosum</i> 'un uçma delikleri (solda) ve ahşapta yaptığı hasar (sağda).....	80
Şekil 3.73 : Ergin <i>Xestobium rufovillosum</i> böceğinin üstten görünüşü.....	81
Şekil 3.74 : Lyctidae familyasından <i>Lyctus brunneus</i> (solda) ve Anobiidae familyasından <i>Xestobium rufovillosum</i> (sağda) böceklerinin ögüntü tozları.....	82
Şekil 3.75 : Odun oyan bitlerin larvası	83
Şekil 3.76 : Odun oyan bitlerin ahşapta yaptığı hasar	84
Şekil 3.77 : Ergin odun oyan bitlerin üstten görünüşü	84
Şekil 3.78 : Deniz kurtlarının ahşapta yaptığı hasar	88
Şekil 3.79 : <i>Teredo navalis</i> tarafından ahşapta açılan tüneller	90
Şekil 3.80 : Bir <i>Bankia</i> spp.	90
Şekil 3.81 : <i>Bankia</i> spp.'ların açtığı delikler ve beyaz kireç astarlı tüneller	91
Şekil 3.82 : <i>Bankia</i> spp. istilasına uğramış bir ağaç kazık	91
Şekil 3.83 : Ergin bir <i>Limnoria</i> spp.	92
Şekil 3.84 : <i>Limnoria</i> spp. tarafından hasara uğrayan ahşap malzemeler	93
Şekil 3.85 : Toprak altı termitinin ahşapta yaptığı hasara bir örnek.....	95
Şekil 3.86 : Kanatlı karıncalar ve termitler arasındaki farklılıklar	96
Şekil 3.87 : Termitlerin yaşam döngüsü ve kolonileri.....	96
Şekil 3.88 : Kanatlı bir üretken ve işçi toprak altı termitleri	97
Şekil 3.89 : Termit kolonisinde bulunan (soldan sağa) işçi, asker, kanatlı üretken, kral ve kraliçe	97
Şekil 3.90 : Kraliçe, işçi ve askerler	98
Şekil 3.91 : İşçi termitler	98
Şekil 3.92 : Asker bir toprak altı termiti	99
Şekil 3.93 : Kolonide bulunan gelişimini tamamlamamış bir birey (nymph)	99
Şekil 3.94 : Kanatlı üretken ıslak odun termiti	100
Şekil 3.95 : Kuru odun ve ıslak odun termitlerinin dışkı peletleri.....	100
Şekil 3.96 : Islak odun termiti hasarı	100
Şekil 3.97 : Kuru odun termitlerinin ağaçta (solda) ve ahşap malzemede yaptığı hasar (sağda).....	101
Şekil 3.98 : Kuru odun termitlerinin dışkı peletleri	101
Şekil 3.99 : Asker (solda) ve işçi (sağda) toprak altı termitleri.....	102
Şekil 3.100 : Toprak altı termitlerinin oluşturduğu çalışma tüpleri	103
Şekil 3.101 : Toprak altı termitleri tarafından oluşturulan çamur tüpleri.....	103
Şekil 3.102 : Tornavida yardımıyla termitlerin oluşturduğu boşlukların tespiti	104
Şekil 3.103 : Çamda görülen toprak altı termiti tahribatı (solda) ve çamur dolu tüneller (sağda)	104
Şekil 3.104 : Kanatlı üretken bir toprak altı termiti.....	105
Şekil 3.105 : Pencere kenarlarında görülen kanatlı termit ölüleri	105
Şekil 4.1 : Su iticilerle işlem görmüş (solda) ve koruyucu uygulanmamış (sağda) ahşap malzeme	118
Şekil 4.2 : Delme (incising) işlemi	124
Şekil 4.3 : Emprenye maddesinin fırça ile ahşap yüzeyine sürülmesi.....	126
Şekil 4.4 : Emprenye maddesinin yüzeye püskürtülmesi	126
Şekil 4.5 : Uzun süreli batırma metodunda ahşap malzemenin kazana yerleştirilmesi	129

Şekil 4.6 : Sıcak ve soğuk emprenye maddesi içerisine batırma metodunda kullanılan dikey bir emprenye kazanının enine ve boyuna kesiti	130
Şekil 4.7 : Batırma metodunda kullanılan küçük bir emprenye tesisi	131
Şekil 4.8 : Sıcak ve soğuk emprenye maddesi içerisine batırma metodunda iki farklı kazanın kullanıldığı bir emprenye tesisi şeması 1- Sıcak emprenye maddesi kazanı, 2- Soğuk emprenye maddesi kazanı, 3- Soğutucu, 4- Emprenye maddesi deposu, 5- Pompa, 6- Isıtma tertibatı 7- Vinç hareket yönü, 8- Soğuk emprenye maddesi giriş- çıkışı.	132
Şekil 4.9 : Basınçlı emprenye metodunda kullanılan silindirik emprenye kazanı ve tesisi.....	134
Şekil 4.10 : Basınç metoduyla çalışan bir emprenye tesisi şeması.....	135
Şekil 4.11 : Basınç metoduyla çalışan bir emprenye tesisi.....	135
Şekil 4.12 : Ahşap malzemenin çelik kazan içine yerleştirilmesi.....	136
Şekil 4.13 : Tuzlarla emprenye işleminde kullanılan tesis şeması	138
Şekil 4.14 : Basınçlı emprenye sisteminde Bethell dolu hücre metoduna göre uygulama grafiği.....	139
Şekil 4.15 : Dolu hücre metoduna göre emprenye yapan bir basınç silindiri 1- Ahşap malzemenin kazana doldurulması, 2- Emprenyeli malzemenin çıkarılması	140
Şekil 4.16 : Basınçlı emprenye sisteminde Burnett dolu hücre metoduna göre uygulama grafiği.....	141
Şekil 4.17 : Boş hücre metoduna göre emprenye yapılan bir tesiste kullanılan emprenye kazanı	142
Şekil 4.18 : Rüping metodunda kullanılan bir emprenye tesisi şeması	143
Şekil 4.19 : Rüping boş hücre metodu uygulama grafiği	144
Şekil 4.20 : Çift Rüping boş hücre metodu uygulama grafiği	145
Şekil 4.21 : Salınlı emprenye uygulama grafiği	146
Şekil 4.22 : Çift vakum (Vac- Vac) emprenye tesis şeması	150
Şekil 4.23 : Doğrama kerestelerinin çift vakum metoduyla emprenye edildiği bir tesis.....	151
Şekil 4.24 : Boucherie metodu emprenye tesisi.....	153
Şekil 4.25 : Boucherie metodu emprenye tesisinin arazide üzerinde görünüşü	154
Şekil 4.26 : Osmoz metodu uygulama şekli	158
Şekil 4.27 : Bir tel direğinde bandaj ve tepe koruması.....	159
Şekil 4.28 : Hazır bir bandajın şematik görünüşü.....	160
Şekil 4.29 : Hava etkilerine dayanıklı Wolmanit- TS bandajının uygulanması	160
Şekil 4.30 : Kendiliğinden yapışan bandaj örneği	161
Şekil 4.31 : Suni maddeden yapılmış ve kendiliğinden yapışan bir tepe koruyucu	161
Şekil 4.32 : Kobra metodunun dikili direklerde uygulama şekli	162
Şekil 4.33 : Kobra metodunda kullanılan alet.....	163
Şekil 4.34 : Kobra metodunda çukur açma ve emprenye işlemi uygulama şekli	163
Şekil 4.35 : Kobra metodunun tel direği dikiminden önce uygulama şekli.....	164
Şekil 4.36 : Oyma delik metodunda deliklerin açılmasına ait örnekler a- Taşıyıcı giriş başı, b- İstinat girişi	165
Şekil 4.37 : Çatı alanında dumanlama işleminin uygulanması	166
Şekil 4.38 : Fumigasyon işlemine hazırlanan bir yapı.....	167
Şekil 4.39 : Yapılarda suyun girdiği ve nemin yüksek olduğu bölgeler.....	171
Şekil 4.40 : Bina cepesinde yapısal ahşap koruma önlemlerinin karşılaştırılması A: 4'e göre yapısal koruma önlemleri alınmış (1,2,3) iyi su akıntısı, B- C: Yanlış yapım tekniği ile bina içinde yoğunlaşan su nedeniyle	

rutubetin zararı, D: Yukarıya doğru yükselen rutubete karşı koruma, H: Sıçrayan yağmur suyu	173
Şekil 4.41 : Yapıda kullanılan ahşap kaplama kesitleri a- e : düşey kesitler, f- g : yatay kesitler, h : düşey veya yatay kesitler	173
Şekil 4.42 : Ahşap lamelle kaplı bir köprü ve kesiti.....	174
Şekil 4.43 : Yapıda tasarlanan çıkma ve saçaklar.....	174
Şekil 4.44 : Ahşapta çürüklük kontrolü (pick test) a- Sağlam b- Çürük.....	177
Şekil 4.45 : Kuru çürük mantarlarının araştırma köpeği kullanılarak tespiti	178
Şekil 4.46 : Kuru çürüklük mantarına karşı duvarlarda koruyucu işlem uygulanması	183
Şekil 4.47 : Duvarlarda sıhhi şerit (cordon sanitaire) uygulaması.....	184
Şekil 4.48 : Ahşaba yerinde uygulanan kimyasal koruyucuların penetrasyonları a- Yüzeysel püskürtme, b- Macun işlemi, c- Sıvı enjeksiyonu	184
Şekil 4.49 : Duvara gömülü ahşap elemanda borat çubuğu uygulaması	185
Şekil 4.50 : Borat çubuğu ile bor/glikol macunu uygulamalarının 3 hafta sonunda nemli ahşaptaki nüfuzları	186
Şekil 4.51 : Termitlerin girebileceği noktalarda yapılan delik açma işlemleri.....	191
Şekil 4.52 : Termit istilalarında kullanılan tuzak yemi sistemi	192
Şekil 4.53 : Paslanmaz çelik levhalar kullanılarak yapılan kiriş ucu onarımları.....	198
Şekil 4.54 : Marangozluk onarımlarında kullanılan tipik bağlantılar.....	200
Şekil 4.55 : Yenisiyle değiştirilen basınç ahşapları için bağlantı tipleri (a) makas bağlantı; (b) basit, cıvatalı bağlantı; (c) kendinden kilitlenen bağlantı	202
Şekil 4.56 : Yenisiyle değiştirilen çekme ya da eğilme ahşapları için bağlantı tipleri (a) tablalı geçme bağlantı (b) cıvatalı bağlama levhası.....	202
Şekil 4.57 : Duvardaki mantar sporlarının ahşaba yeniden bulaşmasını önlemek için çürük kiriş ucunun çelik u profiller ile yenilenmesi.....	203
Şekil 4.58 : Döşeme kirişinin üst levha kaplama ile güçlendirilmesi.....	204
Şekil 4.59 : Kesilmiş boşluklara yerleştirilen çelik levha ile güçlendirilen kirişin enine kesiti.....	205
Şekil 4.60 : Epoksi reçinesi ve macunu ile cam takviyeli plastik birleştirme çubukları kullanılarak kiriş uçlarının onarılması.....	208
Şekil 4.61 : Reçineli takviye çubukları ile güçlendirilen kirişin enine kesiti	209
Şekil 4.62 : Çürümüş kiriş ucunun reçine dökümü ile değiştirilmesi.....	209
Şekil 4.63 : Ahşapta çürüklüğün sağlamlaştırılması metodunun uygulanışı a- Çürümüş ahşap malzeme, b- Ahşapta açılan delikler, c- Çürümüş alanın ve boşlukların doldurulması	210
Şekil 4.64 : Ahşapta çürüklüğün çıkarılması metodunun uygulanışı a- Çürümüş ahşap malzeme, b- Çürüklüğü temizlenmiş ahşap malzeme, c- Epoksi işlemleri uygulanmış ahşap malzeme.....	211
Şekil 4.65 : Ahşap koruma ve onarım süreci.	233
Şekil 4.66 : Ahşapta çürüklük yapan mantarlarla mücadele süreci	235
Şekil 4.67 : Ahşaba zarar veren böceklerle mücadele süreci.....	236

AHŞABIN YAŞAM DÖNGÜSÜ ÇERÇEVESİNDE KORUMA VE ONARIM METOTLARININ ANALİZİ

ÖZET

Ahşap malzeme çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisiyle bozunmaya uğramakta, bazen tamamen kullanışsız hale gelmektedir. Ahşabın hizmet ömrünü uzatmak, dolayısıyla ahşaptan yapılmış kültür miraslarımız olan tarihi yapıların ayakta kalmasını ve gelecek nesillere aktarılmasını sağlamak, ancak onu korumakla mümkündür. Bu çalışmada, organik bir malzeme olan ahşabın korunmasında kullanılan koruma ve onarım metotlarının araştırılıp değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Giriş bölümünde kısaca ahşap malzemenin yapısından, genel özelliklerinden ve korunmasının öneminden bahsedilmiş; tezin amaç, kapsam ve yöntemi anlatılmıştır.

İkinci bölümde; ahşabın yapısı ve bazı özellikleri hakkında bilgiler verilmiş, doğal dayanıklılık ve tehlike sınıfları konularına değinilmiştir.

Üçüncü bölümde ahşabın bozunmasına neden olan faktörler konusu ele alınmış, yapılarda kullanılan ahşaba etki eden çeşitli abiyotik (kimyasal, termal, mekanik faktörler, açık hava etkileri) ve biyotik faktörler (bakteri, mantar, böcek, termit, deniz canlıları) incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, ahşap malzemenin korunmasında kullanılabilecek kimyasal, yapısal koruma ve onarım metotları anlatılmıştır. Kimyasal korumada kullanılan empenye maddeleri ve metotları hakkında bilgiler verilmiş, metotların analizi yapılarak çizelgeler haline getirilmiştir. Yapısal koruma ve onarım metotlarında, ahşabın korunmasında alınabilecek bazı yapısal önlemlerden ve kullanılan onarım metotlarından bahsedilmiştir. Bölüm sonunda; ahşap koruma ve onarım süreçleri ile ahşapta çürüklük yapan mantar ve böceklerle mücadele süreçlerinin analizi yapılmış, ayrı ayrı akış çizelgeleri çıkarılmıştır.

Son bölümde ise; ahşap koruma ve onarım metotlarından çıkarılan sonuçlara yer verilmiş ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

ANALYSIS OF THE PROTECTION AND REPAIR METHODS OF WOOD WITHIN THE SCOPE OF ITS LIFE CYCLE

SUMMARY

Wood material is affected by various biotic and abiotic deteriorating factors, sometimes rendering it completely useless. To extend the service life of wood, so to keep the wooden historical buildings standing which are considered as being our cultural heritage and to ensure that they will be transferred to future generations, is only possible with protection. In this study, it was aimed to research and evaluate the methods used for the protection and repair of wood, which is itself an organic material.

In opening chapter, general properties of wood and importance of its preservation have been mentioned, the aim, scope and method of the study have been summarized.

In second chapter, structure and some properties of wood has been provided and its natural durability and risk classes were discussed.

In third chapter, the factors causing degradation of wood has been mentioned and various abiotic (chemical, thermal and mechanical factors, weathering) and biotic (bacteria, fungi, insect, termite, marine organisms) factors affecting the wood used in buildings have been examined.

In fourth chapter, chemical, architectural protection and repair methods which can be used in preservation of wood have been explained. Information is given regarding wood preservatives and treatment methods that are used for chemical protection, and an analysis of the methods have been made and converted into tables.

In architectural protection and repair methods, information regarding some structural measures that can be taken to protect the wood and its repair methods were discussed. At the end of the chapter, the process of wood protection and repair, and processes of struggle against decay by fungi and wood-boring insects have been analysed and then presented as flowcharts, separately.

In the final chapter, results obtained from the wood protection and repair methods were summarized and some suggestions have been made.

1. GİRİŞ

Ahşap malzeme, kendisini yenileyebilen ve havayı temizleyebilen tek yapı malzemesidir. Hafif, enerji dostu, ekonomik ve depreme dayanıklı olması, üstün estetik ve akustik özelliklere sahip olması, imalattaki esnekliği, tamir ve bakımının kolay olması, aynı zamanda çelik, beton ve kerpiçle mükemmel bir uyum içerisinde kullanılabilmesi gibi özelliklerinden dolayı ahşap yüzyıllardır tercih edilen vazgeçilmez bir yapı malzemesidir. Geniş bir renk, yoğunluk, direnç ve boyut çeşitliliğine sahip olmakla birlikte; çeşitli yüzey işlemleri uygulanabilmekte, çivileme ve tutkallama ile birleştirilebilmektedir.

Günümüzde artan çevresel kaygılar nedeniyle, enerji verimi yüksek ve çevreye zararlı olmayan malzemelerin kullanılmasına özen gösterilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda ahşap; çevre için antioksid, geri dönüşümlü, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen mükemmel bir yapı malzemesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılarda taşıyıcı eleman, iç ve dış cephe kaplaması, döşeme ve çatı malzemesi olarak; köprüler, demiryolu traversleri, telekomünikasyon direkleri, çit direkleri ve iskeleler gibi daha pek çok alanda geniş bir kullanıma sahiptir.

Biyolojik bir malzeme olan ahşap, çok çeşitli biyotik ve abiyotik faktörler tarafından bozunmaya uğrayabilmektedir. Ayrıca, higroskopik ve yanabilen bir malzemedir. Eski ahşap yapıların başta yangın olmak üzere birçok faktörden etkilendiği; birçoğunun bakımsızlık, çürüme, bilinçsizce yapılan onarımlar ve müdahaleler sonucu günümüze ulaşmadan yok olduğu bilinmektedir. Ahşabın hizmet ömrünü uzatmak, dolayısıyla ahşaptan yapılmış kültür miraslarımız olan tarihi yapıların ayakta kalmasını ve gelecek nesillere aktarılmasını sağlamak; ancak onu korumakla mümkündür. Aynı zamanda, ahşabın hammaddesi olan ağaç tüketimi azaltılarak ormanların verimli kullanımı sağlanabilmekte, yeni malzeme ve değiştirme maliyetleri en aza indirilerek ülke ekonomisine katkıda bulunulabilmektedir. Bu noktada, ahşabın alınacak yapısal önlemler ve kimyasal metotlarla korunması önem kazanmaktadır.

Yapılan çalışmada ahşap, yapıda kereste olarak kullanılan yapı elemanı düzeyinde ele alınmıştır. Ahşabın genel yapısı ve özellikleri, bozunmasına neden olan çeşitli faktörler anlatılmış; kimyasal koruma metotları ile yapısal koruma ve onarım metotları üzerinde durulmuştur. Kimyasal korumada, emprenye maddeleri ve metotları hakkında bilgiler verilmiştir. Yapısal korumada ise doğru tasarım, doğal dayanıklı ve kullanım yerine uygun ahşap seçiminin önemi vurgulanmış; alınacak bazı önlemlerle ahşabın yapısal olarak da korunabileceğine dikkat çekilmiştir.

Ahşabın korunmasında kullanılan fiziksel koruma metotları (ısıtıl işlem, dondurma/ısıtma işlemi, radyoaktif uygulamalar) ile ahşapta boyut stabilizasyonu sağlayan emprenye işlemleri tez kapsamı dışında bırakılmıştır. Ayrıca, ahşapta rrklğn belirlenmesinde görsel muayenede yeterli olabilecek teknikler anlatılmış; mantar rrklkleriyle mücadelede kullanılabilecek alternatif metotlardan olan sıcak hava metoduna tezin bir bölümünde kısaca değinilmiştir.

Literatür araştırmalarında, dünyada ve Türkiye'de yapılmış olan çalışmalardan yararlanılmış; elde edilen bilgiler ve çıkarılan sonuçlar çizelgeler haline getirilmiştir. Yapılan araştırma sonunda; ahşap malzemenin korunmasında kullanılacak metotların seçiminde ahşabın türünün, doğal dayanıklılığının ve kullanım yerinin büyük önem taşıdığı belirlenmiştir. Yapısal nlemler alındıktan sonra, eğer gerekliyse, ahşabın uygun metotlarla emprenye edilerek kullanılması gerektiği görülmüştür. Bozunmaya uğrayan parçaların değiştirilmesi gerekiyorsa; yapısal duruma uygun onarım veya güçlendirme metotları uygulanarak eski ahşapla aynı türde ve kalitede, aynı nem içeriğine sahip, kusursuz ve emprenyeli ahşapların kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, uygulanan müdahale süreci sonrası yapılacak periyodik bakım ve kontroller de tarihi yapıların ömrünü uzatmaya yardımcı olacaktır.

2. AHŞABIN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

Canlı bir organizma olan ağaçtan meydana gelen ahşap; lifli, heterojen ve anizotrop dokusu ile higroskopik, poröz, viskoelastik, ses, elektrik, ısı iletkenliği ve ağırlık direnç oranı vb. özelliklerinden dolayı önemli bir yapı malzemesidir (Eriç, 2002; Kartal, 2009). Biyolojik esaslı bir malzeme olduğundan biyolojik, fiziksel ve kimyasal birçok faktör tarafından bozunabilmekte ve tüm bu faktörlere karşı korunmasında kullanılan çeşitli metotlarla hizmet ömrü uzatılabilmektedir (Kartal, 2009).

2.1 Ağaç Türleri

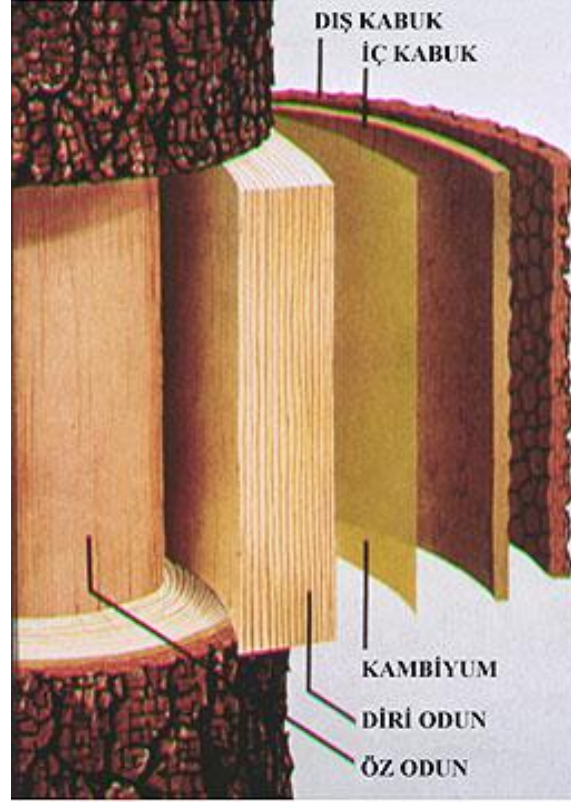
Genel olarak yapı mühendisliğinde kullanılan ağaç türleri, iğne yapraklı (kozalaklı) ve geniş yapraklı (yapraklı) ağaçlar olarak iki gruba ayrılmaktadır (Güngör, 1969; Şimşek, 2007).

İğne yapraklı ağaçlara yumuşak ağaçlar da denilmekte olup inşaatçılıkta doğrama, kalıp, iskele, çatı malzemesi olarak kullanılmaktadırlar. Karaçam, sarıçam, kızılçam, fıstık çamı, toros sediri, doğu ladini ve köknar bazı iğne yapraklı ağaç türleridir (Şimşek, 2007).

Geniş yapraklı ağaçlara sert ağaçlar da denilmekte olup, çoğunlukla sık ve sert dokulu liflere sahiptirler. Mobilyacılıkta, tarihi bina ve ibadet binalarına özel kapı yapımında ve parke olarak kullanılmaktadırlar (Şimşek, 2007). Meşe, kayın, gürgen, dişbudak, ceviz bazı geniş yapraklı ağaç türleridir (Güngör, 1969).

2.2 Ahşabın Makroskopik Yapısı

Ahşabın en kesiti incelendiğinde dışarıdan içeriye doğru; dış kabuk, iç kabuk, kambiyum, yıllık yaş halkaları ve öz'den oluştuğu görülmektedir (Şekil 2.1). Ahşabın en dış halkasında, genellikle ölü hücrelerden oluşan, dış kabuk bulunmaktadır. Odunsu tabaka ile dış kabuk arasında bulunan ve dış kabuğa göre daha yumuşak olan halka ise iç kabuktur (Berkel, 1970; Cowan, 1991; Şimşek, 2007).



Şekil 2.1 : Bir ahşabın katmanları (Morris, 1998).

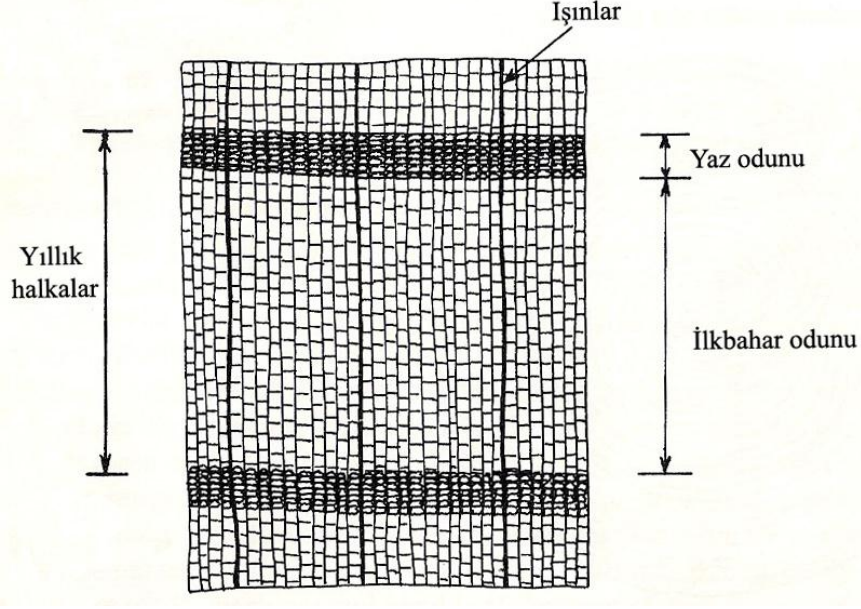
Yaşayan hücrelerden oluşan ve mikroskopik olarak görülebilen ince bir tabaka olan kambiyum, iç kısma doğru odun dokusuna (ksileme) ve dış kısma doğru ise iç kabuğa (floeme) ait hücreleri üreterek ağacın büyümesini ve kalınlaşmasını sağlamakla görevlidir (Erdin, 2009).

Yıl halkaları veya büyüme halkaları olarak bilinen kısım; özü çevreleyen, biri açık ve biri koyu renkli dokulardır. Genişlikleri ağaç türüne, yaşına, coğrafi yerine, denizden yüksekliğine, ısıya, güneş alma durumuna, iklim ve ortam şartlarına göre değişiklik göstermektedir (Günay, 2007).

Yıllık halkalar, kambiyum hücrelerinin çoğalması sonucu ilkbahar ve yaz aylarında olmak üzere yılda iki kere oluşmaktadırlar. İlkbahar odunu nisan ve mayıs aylarında oluşmakta olup, bu aylarda özsu (besin suyu) fazla olduğu için daha geniştir (Şekil 2.2). Yaz odunu ise haziran- eylül aylarında oluşmakta olup, ilkbahara göre daha az özsu bulunduğundan daha dardır (Günay, 2007).

Görevi besi suyu iletmek olan ilkbahar odunu; daha yumuşaktır, hücre duvarı daha incedir, daha çabuk gelişir ve çalışması daha azdır. Ağaç gövdesini destekleyen yaz odunu ise ince ve serttir, hücre duvarı daha kalındır, yoğunluğu ve çalışması daha fazladır (Berkel, 1970; Cowan, 1991; Günay, 2007).

Öz; ahşabın merkezinde bulunan, diğerlerine göre daha koyu renkteki kısımdır (Şimşek, 2007). Ahşabın öz kısmı, genç yaşlarda su iletimi ve depolama görevi üstlenen ve ileriki yaşlarda ölen paranşim dokusundan oluşmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).



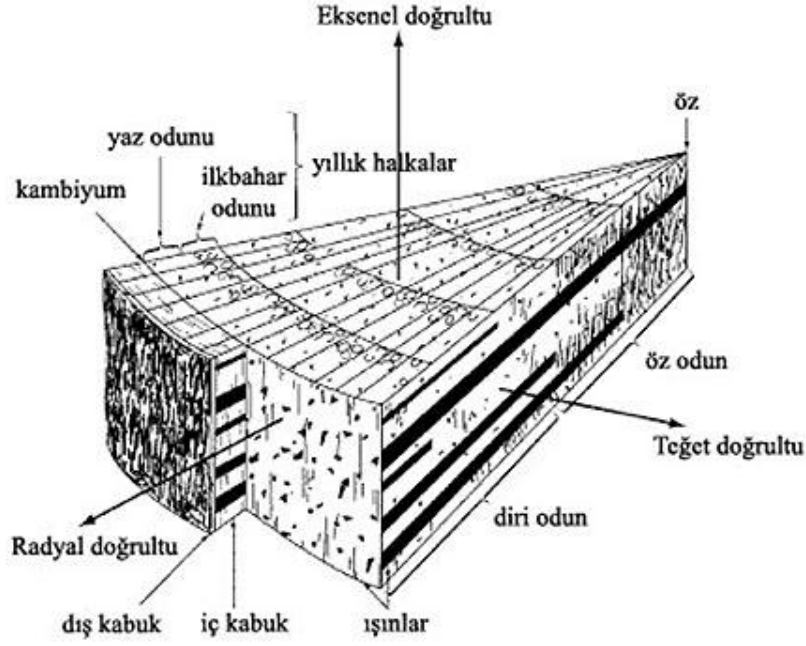
Şekil 2.2 : Yıllık halkaları gösteren ahşap kesiti (Scott, 1968).

Öz ışınlar; açık renkli, ince (nadiren 1 mm genişlikte) ve özden çevreye doğru dağılan ışınsal çizgilerdir. Organik maddelerin kabuktan itibaren radyal yönde iletimini ve dağılımını sağlamakla görevlidirler. Meşe, kayın gibi geniş yapraklı ağaçların öz ışınları geniş iken; iğne yapraklı ağaçların öz ışınları incedir ve makroskopik olarak görülememektedir (Berkel, 1970; Bozkurt ve diğ., 1993).

Yerli ağaç türlerinde az sayıda olan ve tropik ağaçlarda fazla miktarda bulunan boyuna paranşimler, çoğu kez makroskopik olarak görülebilmektedirler. Ağaç türlerine göre değişmekle birlikte, yıllık halka içerisinde tek sıra şeklinde veya küçük gruplar halinde bulunabilirler (Bozkurt ve diğ., 1993).

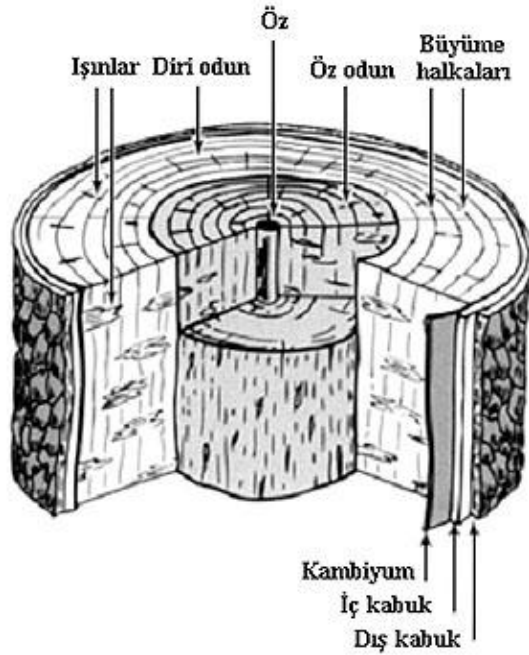
Reçine kanalları, ilkbahar ve yaz odunu arasında yer almakta ve bütün kesite yerleşmiş küçük noktalar şeklindedirler (Günay, 2007). Taze kesilmiş enine kesitlerde genellikle açık renkte olup, daha sonra koyu renkli noktacıklar haline dönüşmektedirler (Bozkurt ve diğ., 1993).

Ağaç türlerine göre değişiklik gösterebilmekle birlikte ahşap malzemede; enine, radyal ve teğet kesit olmak üzere üç farklı kesme yönü elde edilebilmektedir (Berkel, 1970; Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 : Ağacın anatomik yapısı (Url-1).

Enine kesit, ağacın gövde eksenine dik veya liflere dik yönde kesilmesiyle oluşan kesittir (Berkel, 1970; Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009). Enine kesitte; ortada özü, yıllık halkaları, özden çevreye doğru uzanan öz ışınlarını, küçük delikler ve noktacıklar halindeki trahe ile birlikte reçine kanallarını, öz odundan sonra gelen diri odun tabakasını, kambiyumu ve kabuğu görmek mümkündür (Erdin, 2009). Şekil 2.4'te bir ağacın enine kesiti görülmektedir.



Şekil 2.4 : Ağacın enine kesiti (Lyons, 2006).

Radyal kesit; ağacın gövde eksenine ve öz ışınlarına paralel yönde kesilmesiyle oluşan kesit olup, bu kesiş biçimine aynalı kesiş de denilmektedir. Geniş öz ışınları kısa mozaikler ya da uzun aynacıklar biçiminde görülürken, ince öz ışınları radyal kesitte görülememektedir (Erdin, 2009). Radyal kesitte ortada yine öz bulunmakta, yıllık halkalar birbirine paralel düz çizgiler şeklinde görülmektedir (Günay, 2007).

Teğet kesit; ağacın gövde eksenine paralel ve yıllık halkalara teğet yönde kesilmesiyle elde edilen kesittir (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009; Günay, 2007). Teğet kesitte öz ve kabuk görülememekte olup, yıllık halkalar iç içe geçmiş parabolitler şeklinde görülmektedir (Erdin, 2009; Günay, 2007).

2.2.1 Diri odun (dış odun)

Diri odun; bir ağacın enine kesitinde, kesitin dış tarafında kalan canlı kısım olup su iletme ve depolama görevi üstlenmektedir (Berkel, 1970; Bozkurt ve diğ., 1993; Panshin ve diğ., 1964). Zamanla öz oduna dönüşen diri odun; öz odundan daha açık renkli, yumuşak ve hafif olmakla birlikte organizmalara karşı daha az dayanıklıdır. Diri odunun nem miktarının ve çalışma oranının daha fazla olduğu bilinmektedir (Desch ve Dinwoodie, 1996; Günay, 2007).

Ahşabın diri odun kısmı, mikroorganizmaların gelişimini etkileyen ekstraktif maddeler içermediğinden biyolojik canlılara karşı daha duyarlı olmaktadır. Paranşim hücrelerinde bulunan depo maddeleri, böceklerin diri odunu tercih etmelerinin başlıca sebebidir (Sivrikaya, 2008).

Diri odunun permeabilitesinin yüksek olması, kimyasal koruyucuların ahşaba iyi nüfuz etmesini sağlamaktadır. Böylece; ahşap malzemeyi mantar, böcek gibi zararlılardan korumak mümkün olabilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

2.2.2 Öz odun (iç odun)

Öz odun; ağacın enine kesiti incelendiğinde özün çevresinde ve kesitin iç tarafında kalan, koyu renkli, ölü hücrelerden oluşan dairesel kısımdır (Berkel, 1970; Bozkurt ve diğ., 1993; Günay, 2007).

Ölü hücrelerinde besi suyu yerine salgı maddeleri bulunduğu için öz odunun rengi daha koyu ve ağırdır. Ahşaba zarar veren organizmalara karşı daha dayanıklı olan öz odunun nem miktarı ve çalışması daha azdır (Günay, 2007; Panshin ve diğ., 1964).

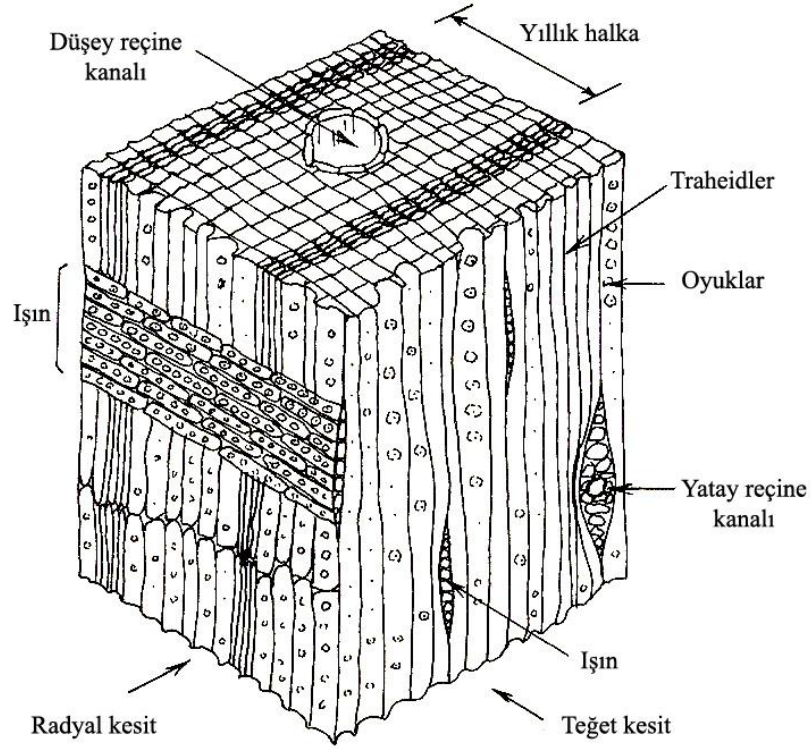
Öz odunun ağaçlarda çoğunlukla 20- 40 yaşları arasında olduğu görülmektedir. Ağaçta öz odun maddesinin fazla miktarda bulunması ahşabın mantar, böcek gibi zararlılara karşı korunmasına yardımcı olmakta ve doğal dayanıklılığını artırmaktadır (Berkel, 1970; Bozkurt ve diğ., 1993). Öz odunun diri odundan daha dayanıklı olmasını sağlayan faktörler; toksik özellik gösteren yüksek orandaki uçucu yağlar, tanenler ve fenolik maddeler içermesidir. Ayrıca; nem içeriğinin ve difüzyonun daha düşük olması, hücrelerindeki tül oluşumları ve reçine kanallarındaki tüller öz odunun diri odundan daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Ağaçta yukarıya ve öze doğru gidildikçe ekstraktif maddeler azaldığından, öz odunun dış kısmı çürüklüğe karşı daha dayanıklıdır (Sivrikaya, 2008).

2.3 Ahşabın Mikroskopik Yapısı

Ahşabın mikroskopik yapısı; hücrelerin şekli, büyüklüğü, dağılışları ve doku yapılarının incelenmesiyle tespit edilebilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993). Mikroskopik olarak incelendiğinde ahşabın; ortasında lümen boşluğu bulunan, kalın çeperli, odunlaşmış, lif şeklinde borucuklar olan hücrelerden olduğu görülmektedir (Şimşek, 2007). İğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaçların hücre yapıları birbirinden farklı olmakla birlikte, iğne yapraklılarda traheid, parانشim ve epitel hücreleri; geniş yapraklı ağaçlarda ise lifler, trahe ve parانشim, bazı türlerinde traheid de bulunabilmektedir (Günay, 2007).

2.3.1 İğne yapraklı ağaçların mikroskopik yapısı

İğne yapraklı ağaçlarda, traheidler ve parانشimler olmak üzere iki tip hücre bulunmaktadır. Traheidler bazı türlerde boyuna ve enine traheidler; parانشim hücreleri de boyuna ve öz ışınları parانشimleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Ağaçta direnci ve boyuna yöndeki su iletimini sağlamakla görevli olan boyuna traheidler; iğne yapraklı ağaçlarda % 90- 95 oranında bulunan, uzun, ince, uçları kapalı ölü hücrelerdir (Şekil 2.5). Su iletimini geniş lümenli ve ince çeperli ilkbahar odunu traheidleri gerçekleştirirken, gövdenin desteklenmesi ise dar lümenli ve kalın çeperli yaz odunu traheidleri tarafından sağlanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009). % 5- 10 oranında bulunan öz ışınları, boyuna parانشimler ve reçine kanalları da gıda maddelerinin taşınmasını ve depolanmasını sağlamaktadırlar (Bozkurt ve diğ., 1993).

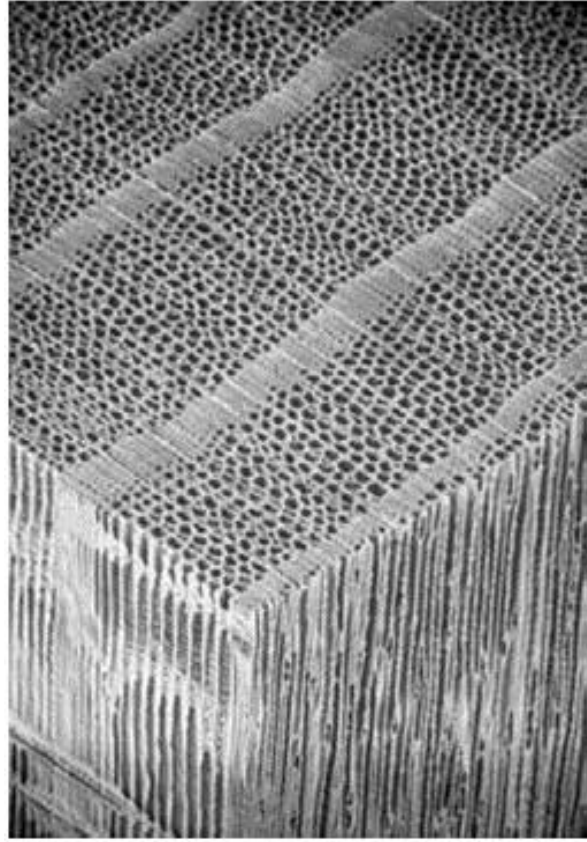


Şekil 2.5 : İğne yapraklı ağaç hücrelerinin yapısı (Scott, 1968).

İğne yapraklı ağaçlarda geçitlerin büyüklüğü, yapısı ve bir traheid üzerindeki sayıları, bu ağaçlardan elde edilen ahşap malzemelerin empenye edilebilme yeteneğini etkilemektedir. İğne yapraklılarda; geçit aspirasyonu oluşumu, margonun öz odundaki ekstraktif maddelerle tıkanması ve margodaki açıklıkların lignin gibi çözünmeyen maddelerle tıkanması sonucu sıvı akışının engellendiği görülmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009).

Hücreden hücreye sıvı akışını sağlayan ve hücre çeperinde bulunan açıklıklar olan geçitler, şekillerine göre basit ve kenarlı olarak iki türdür. Traheidlerin en önemli özelliği radyal çeperler üzerinde bulunan büyük kenarlı geçitleri olup, empenye maddelerinin ahşap içerisine absorpsiyonunda büyük önem taşımaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009). Margo olarak adlandırılan, kalınlaşmamış geçit zarının dış kısmında sıvıların bir hücreden diğerine geçebilmesi için çok küçük açıklıklar bulunmaktadır. Geçit zarının orta kısmı kalınlaşarak torus adı verilen yapıyı oluşturmakta, bu yapı çoğu kez bir ventil gibi geçit ağzını açıp kapatarak bir hücre lümeninden diğerine sıvı ve gaz geçişini sağlamaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993). İğne yapraklı ağaçlarda öz odun oluşurken; kenarlı geçitlerde ortada bulunan torus, yan tarafa kayarak geçit ağzını (porusu) kapatmaktadır. Böylece, aspirasyon hali oluşmakta ve sıvıların geçişi engellenmektedir (Berkel, 1970).

İğne yapraklı ağaçlarda tek sıralı, üst üste yerleşmiş hücrelerden oluşan ve dar şeritler halinde radyal yönde uzanan öz ışınları; organik madde iletimini ve depolanmasını sağlamaktadır. Emprenye maddelerinin ahşaba nüfuzunda; karşılaşma yeri olarak tanımlanan ve boyuna traheidler ile öz ışını paranzim hücreleri arasındaki, radyal çeperlerdeki alanda bulunan geçitler de büyük önem taşımaktadır. Boyuna paranzimler her iğne yapraklı ağaçta bulunmamakla birlikte, iğne yapraklı ağaçlarda geniş yapraklılardan çok daha az miktarda bulunmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993). İğne yapraklı ağaç hücrelerinin elektron mikroskobundaki görünüşü Şekil 2.6'daki gibidir.

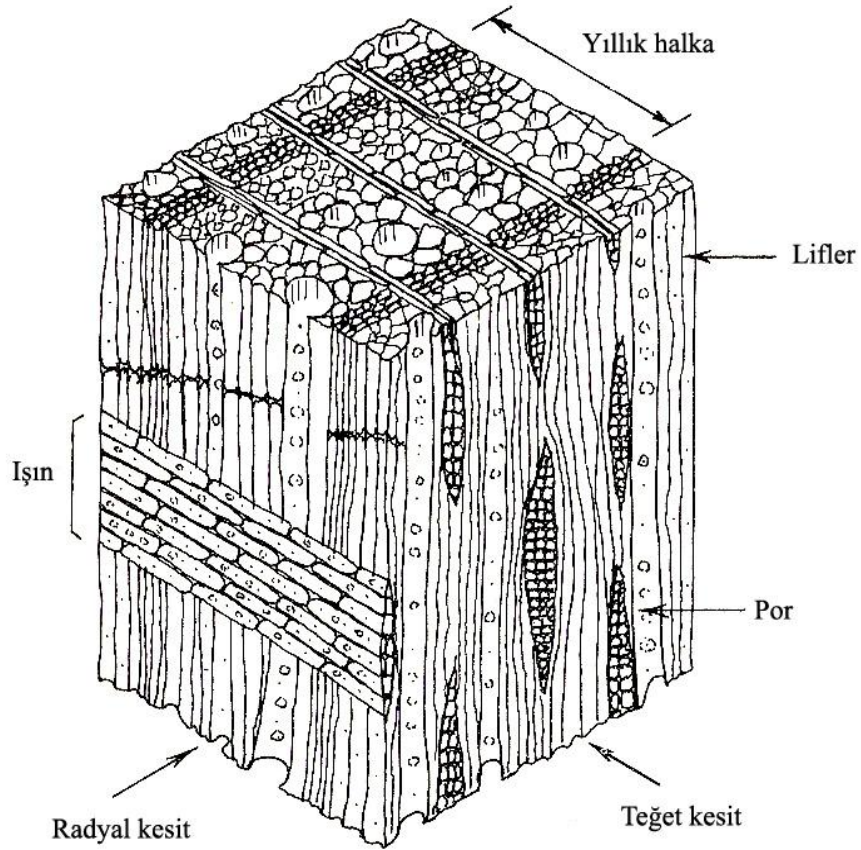


Şekil 2.6 : İğne yapraklı ağaç hücrelerinin elektron mikroskobunda görünüşü (Rowell, 2005).

2.3.2 Geniş yapraklı ağaçların mikroskopik yapısı

Geniş yapraklı ağaçlarda; traheler, traheidler, lifler ve paranzimler olmak üzere dört tip hücre bulunmaktadır. Traheler; odunlaşmış ölü hücreler olup, uç uca eklenerek su iletim borularını oluşturmaktadırlar. Geniş yapraklı ağaçlarda boyuna yöndeki su iletimi, genellikle perforasyon tablaları ile gerçekleşmekle birlikte kenarlı geçitler de kullanılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993). İğne yapraklı ağaçlardan farklı olarak kenarlı geçitlerde torus bulunmamaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009).

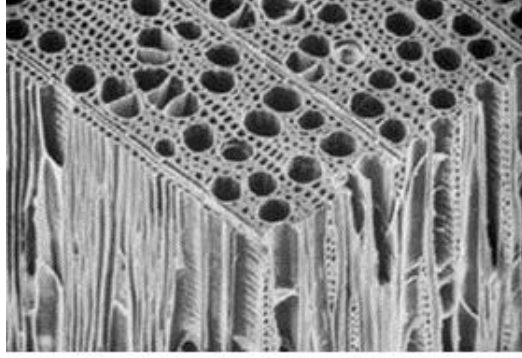
Geniş yapraklı ağaçlarda; gövde boyunca su iletimine yardımcı olan traheidler, vaskular ve vasisentrik olarak iki tipte görülmektedirler. Boyuna yönde uzanan boyuna paranşimler; küçük, çok köşeli ve prizmatik hücrelerdir. Depolama görevini üstlenen boyuna paranşim hücreleri, geniş yapraklı ağaçlarda iğne yapraklılardan çok daha fazla sayıda bulunmaktadır. Geniş yapraklı ağaçların öz ışını paranşim hücrelerinde yapı bakımından farklılıklar görülmekte, iğne yapraklı ağaçlarda bulunan öz ışını traheidleri de yapraklı ağaçlarda bulunmamaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993). Şekil 2.7’de geniş yapraklı ağaç hücrelerinin şematik yapısı görülmektedir.



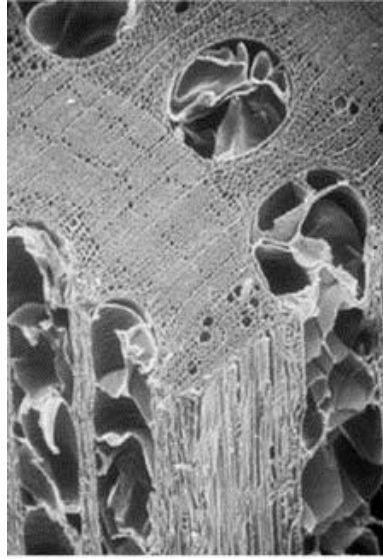
Şekil 2.7 : Geniş yapraklı ağaç hücrelerinin yapısı (Scott, 1968).

Lifler ince, uzun ve uçları kapalı hücreler olup; yıllık halka içerisinde destek görevini üstlenirler ve diğer hücreleri çevrelerler (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009). Geniş yapraklı ağaçlarda genellikle % 50- 75 oranında bulunan lifler; ahşapta yoğunluk, direnç özellikleri ve işlenebilirliğe etki etmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Geniş yapraklı ağaç hücrelerinin elektron mikroskopundaki görünüşleri Şekil 2.8’deki gibidir.



a



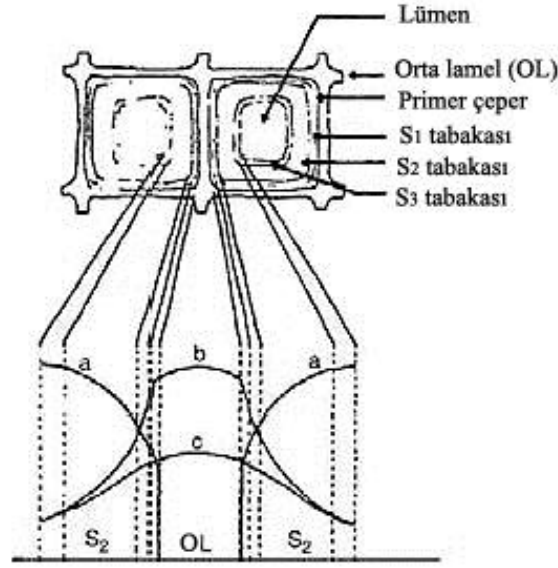
b

Şekil 2.8 : Geniş yapraklı, dağınık gözenekli (a) ve halka gözenekli (b) ağaç hücrelerinin elektron mikroskopunda görünüşü (Rowell, 2005).

2.3.3 Hücre çeperinin yapısı

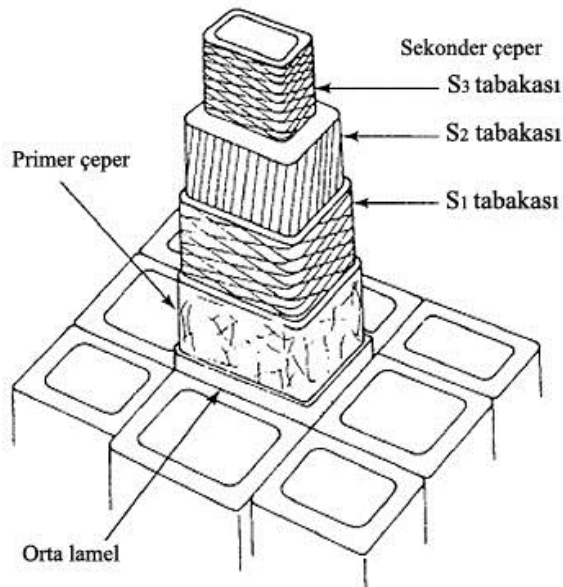
Hücre çeperinin selüloz, lignin ve hemiselülozlardan oluştuğu bilinmektedir (Şekil 2.9). Hücre çeperinin yapısı betonarmeye benzetilirse; selüloz mikrofibrilleri bu betonarmenin demiri, lignin ise betonu gibi sayılmaktadır (Erdin, 2009; Günay, 2007).

Hücre çeperi incelendiğinde çeşitli tabakalardan oluştuğu görülmektedir (Şekil 2.10). Bu tabakalarda bulunan selüloz, lignin, hemiselüloz miktarları ve mikrofibril açıları ahşabın direncinin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Hücre çeperinin en dışında; dış yüzü orta lamele dayanan ve ortalama kalınlığı 0.06- 0.09 μm olan primer çeper bulunmaktadır. Primer çeperde, selüloz mikrofibrillerinin gevşek ve düzensiz bir örgü biçiminde yerleştiği görülmektedir. Bu tabaka, hücre büyümesi aşamasında hücre çapının genişlemesini ve boyunun uzamasını kontrol etmektedir (Erdin, 2009).



Şekil 2.9 : Ahşap hücrelerinde bulunan selüloz, lignin ve hemiselüloz miktarlarını gösteren diyagram a- Selüloz, b- Lignin, c- Hemiselüloz (Rowell, 2005).

Primer çeperden sonra, S_1 , S_2 ve S_3 olmak üzere birbirinden farklı üç tabakadan oluşan sekonder çeper gelmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009; Günay, 2007). Sekonder çeper, selüloz mikrofibrillerinin primer çeper üzerine yığılmasıyla oluşan en geniş çeper tabakasıdır (Erdin, 2009). Mikrofibriller S_2 tabakasında hemen hemen hücre eksenine paralel sıralanırken, S_1 ve S_3 tabakalarında buna dik bir diziliş görülmektedir. S_3 tabakası, hücre lümenine bitişik olan tabaka olup bazı ağaç türlerinde üzerinde siğilli tabaka bulunmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009; Günay, 2007).



Şekil 2.10 : Hücre çeperinin yapısındaki tabakalanmanın şematik görünüşü (Desch ve Dinwoodie, 1996).

2.4 Ahşabın Kimyasal Yapısı

Ağaç türüne göre değişmekle birlikte hücre çeperinin kimyasal yapısı; % 40- 50 oranında selüloz, % 20- 35 oranında hemiselüloz, % 20- 30 oranında lignin ve % 0- 5 oranında ekstraktif maddelerden oluşmaktadır (Günay, 2007).

Ahşabın eğilme ve çekme direncini etkileyen madde olan selüloz; iğne yapraklı ağaçlarda % 45- 50, geniş yapraklı ağaçlarda ise % 40- 45 oranında bulunmaktadır (Erdin, 2009).

Hücre çeperinin diğer bir bileşeni olan hemiselüloz ise; selülozdan daha kısa ve dallanan glukoz molekül zincirlerinden oluşmaktadır. İğne yapraklı ağaçlarda % 20- 30, geniş yapraklı ağaçlarda ise % 25- 40 oranında bulunmaktadır (Erdin, 2009). Hücre duvarını güçlendiren ve geçit zarlarını ayarlayan hemiselüloz, ahşabın elastikiyetini etkilemektedir. Ayrıca, depo madde görevi yapar ve su emicidir (Günay, 2007).

Selüloz fibrilleri içinde yer alan lignin ise; bir fenol halkasının temel yapısına sahip olup, düşük oranda higroskopiktir (Günay, 2007). İğne yapraklı ağaçlarda % 25- 30, geniş yapraklı ağaçlarda % 20- 25 oranında bulunmakta ve ahşaba sertlik vererek basınç direncini artırmaktadır (Erdin, 2009). Rengi kahverengimsi beyazdır. Ağaçlar yüksek boylarını lignin sayesinde elde edebilmekte ve yıkılmadan ayakta durabilmektedirler (Berkel, 1970).

Selüloz, hemiselüloz ve ligninden başka; çoğunlukla hücre çeperlerinde veya lümenlerinde ya da her ikisinde, ekstraktif maddeleri de kapsayan yabancı maddeler bulunmaktadır. Bunlar, ahşabın yapısal bileşeni olmamakla birlikte organik ve inorganik esaslı maddelerdir. Diri odunda bulunan nişasta, yağ, şeker, vitaminler, reçineler; öz odunda bulunan polifenoller, ahşap reçineleri gibi maddeler ekstraktif maddelerden bazılarıdır. Ekstraktif maddeler ahşaba renk, koku, tat, gibi özellikler kazandırarak mantar ve böceklere karşı ahşabın dayanıklılığının, yoğunluğunun, sertliğinin ve basınç direncinin artmasını sağlayabilmektedirler (Cowan, 1991; Erdin, 2009; Günay, 2007). Ahşapta genellikle az miktarlarda bulunan ekstraktif maddelerin miktarı bazı türlerde % 40'ı bulabilmektedir (Göker, 1994).

Ahşapta bol miktarda kalsiyum, potasyum ve magnezyum; az miktarda fosfor, sodyum ve demir gibi inorganik esaslı bileşenler de bulunmaktadır (Cowan, 1991).

2.5 Ahşabın Bazı Fiziksel Özellikleri

Yoğunluk, nem içeriği ve permeabilite gibi fiziksel özellikler; ahşabın dayanıklılığına ve emprenye edilebilme kabiliyetine etki etmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

2.5.1 Yoğunluk

Ahşap malzemede yoğunluk; ağırlığının hacmine oranlanmasıyla bulunmaktadır. Türler gere göre değışmekle birlikte, yoğunluğu fazla olan ahşapların birçoğunun yüksek dayanıma sahip oldukları bilinmektedir. Ahşabın çürümesini engelleyen toksik özellikteki ekstraktif maddeler içeren düşük yoğunluktaki bazı türler yüksek dayanım göstermektedir (Sivrikaya, 2008).

Yoğunluk, ahşabın nem içeriğine göre tam kuru (% 0) veya hava kurusu (% 12) olarak hesaplanmaktadır. Ahşapta nem miktarı arttıkça yoğunluğun da arttığı görülmekte, boşluk hacminin değışmesiyle ahşabın emprenye edilebilme kabiliyeti değışmektedir. Boşluk hacmindeki artış, ahşap malzemenin absorbe ettiği emprenye maddesi miktarının artmasını sağlamaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Boşluk hacmi (porozite) bilindiğı takdirde, emprenye edilecek malzemenin en fazla ne kadar emprenye maddesi alabileceğı konusunda fikir elde edilebilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993). Geniş yapraklı ağaçların yoğunlukları fazla olduğundan, genellikle iğne yapraklılardan daha güç emprenye edilmektedirler (Ayar, 2008).

2.5.2 Nem içeriği- higroskopisite

Higroskopik bir malzeme olan ahşap, havadaki nemi bünyesine alabilme ve havaya nem verebilme özelliklerine sahiptir (Ayar, 2008; Bozkurt ve diğ., 1993; Desch ve Dinwoodie, 1996). Ahşaba giren ve çıkan su; sıvı veya buhar halinde olabilirken su ve diğere maddeler ahşap içinde sıvı fazda kılcallıkla, buhar fazda ise difüzyon yoluyla hareket ederler. Ahşabın içindeki su miktarı, bulunduğu ortamın atmosfer şartlarına bağılı olarak değışmektedir (Günay, 2007; Panshin ve diğ., 1964). Nem içeriği yaklaşık olarak; su ile temas halindeki bir ahşapta % 200, yeni kesilmiş iğne yapraklı ağaçta % 60- 130, piyasada kuru olarak nitelenen bir ahşapta % 15- 25 ve suni kurutma metotlarıyla kurutulmuş bir ahşapta % 12 oranında bulunmaktadır (Eriç, 2002).

Ahşapta su iki şekilde bulunmaktadır:

- 1- Hücre çeperine bağlanmış olarak bulunan tam kuru haldeki ahşap nemi (% 0) ile lif doygunluğu noktası (% 28) arasında bulunan bağlı su,
- 2- Hücre çeperi ve hücre boşlukları arasında bulunan serbest sudur (Bozkurt ve diğ., 1993; Desch ve Dinwoodie, 1996; Panshin ve diğ., 1964).

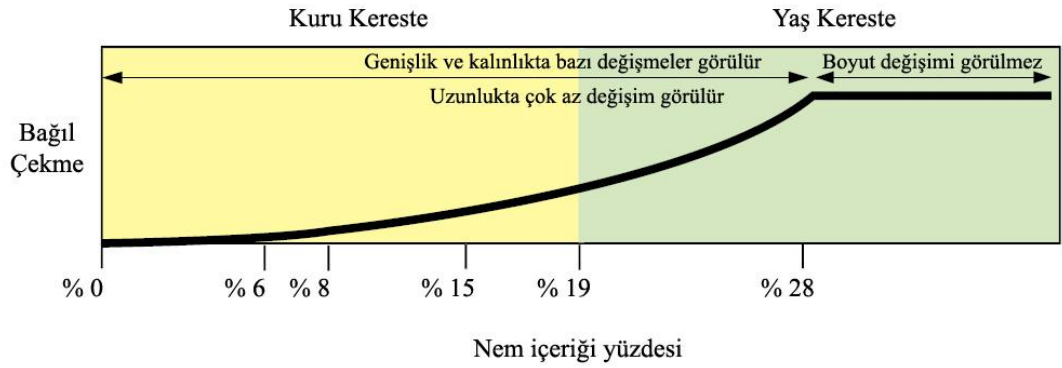
Ahşap malzemenin nem içeriği mantarlar ve böcekler için önem taşımakta olup, arız oldukları en düşük nem miktarı mantarlarda % 20 bazen % 18, böceklerde ise % 10'dur. Ayrıca, nem içeriği arttıkça ahşabın direnç ve elastik özellikleri azalmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Yüksek nem içeren ahşap, lif doygunluğu noktasına ulaşır; polar sıvı moleküllerinin hücre duvarından mikrofibriller arasındaki boşluklara girmesiyle hücre duvarı genişleyip ahşap şişer. Suyun belirli bir miktara ulaşması sonucu hücre duvarı suya doyar ve genişleme durur. Ahşap, böylece lif doygunluğu noktasına ulaşmış olur (Günay, 2007). Bu noktada hücre duvarına bağlı su miktarı, genellikle % 18- 40 arasındadır. Bozkurt ve diğ. (1993), bu değer in ağaç türlerine bağlı olarak % 22- 35 arasında değiştiğini ve ortalama % 28 olarak kabul edildiğini belirtmişlerdir.

Lif doygunluğunun altındaki nem değişikliklerinde ahşabın nem alıp vermesiyle boyutsal değişimler meydana gelmekte; hücre duvarındaki su moleküllerinin azalmasıyla ahşapta çekme veya büzülme, artmasıyla da şişme görülmektedir. Bu olay, “ahşabın çalışması” olarak bilinmektedir. Ahşapta şişme, lif doygunluğu noktasına ulaşana kadar sürmekte; bu noktadan sonra su alsa bile şişme meydana gelmemektedir (Günay, 2007; Panshin ve diğ., 1964).

% 19 veya daha az nem içeriğine sahip ahşap malzeme kuru, bu değer in üstünde nem içeriğine sahip olanlar ise yaş (ıslak) kabul edilmektedir (Şekil 2.11). Mantarlar gelişimi de, çoğunlukla ahşabın nemi lif doygunluğu noktasında (% 28) iken veya bu noktanın üzerine çıktığında görülmektedir (Url-2). Nemli hava, ahşap için % 75- 85 bağıl nemden sonra başlamakta ve % 85 bağıl nemden sonra hava da ahşap da ıslak kabul edilmektedir (Günay, 2007).

Ahşaptaki nem miktarı emprenye kalitesini etkilediğinden, emprenyeden önce ahşap uygun nem miktarına kadar kurutulmalıdır. Özellikle, yeni kesilen ağaçlar fazla nem içerdiğinden ve boşluk hacmi az olduğundan etkili bir emprenye maddesi nüfuzu sağlanamamaktadır.



Şekil 2.11 : Kerestede nem içeriğine bağlı olarak meydana gelen değişimler (Url-2).

Kullanılan emprenye maddesi türüne göre değişmekle birlikte, en iyi emprenye maddesi nüfuzunun lif doygunluğu noktası (LDN) altındaki nem değerlerinde sağlandığı belirlenmiştir. Taze haldeki malzemelerin emprenyesinde, suda çözünen tuzlarla birlikte difüzyon ya da besi suyunu çıkarma metotlarının uygulanması tavsiye edilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

2.5.3 Permeabilite

Ahşabın emprenye edilebilirlik derecesine etki eden önemli bir faktör olan permeabilite, genel anlamda sıvıların basınç altında poröz bir yüzeyden geçişlerinin hızlı veya yavaş oluşunu belirtmekte kullanılan bir terimdir. Eğer; basınç altında sıvı akışı kolaylıkla sağlanıyorsa, malzemenin permeabilitesinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Ahşap malzemenin türüne, diri odun veya öz odun oluşuna göre permeabilitede önemli farklılıklar görülmektedir (Ayar, 2008; Bozkurt ve diğ., 1993).

İğne yapraklı ağaçlarda sıvıların geçiş yolu traheidlerden traheidlere doğru kenarlı geçit çiftiyle yapılmakta; ayrıca paraşim hücrelerinden oluşan öz ışınlardaki basit geçitler sayesinde radyal yönde akış sağlanabilmektedir. Kenarlı geçitlerde geçiş, porus ve margodan olmakta ve torusun porusu her iki taraftan açıp kapamasıyla geçiş dengesi sağlanmaktadır. Yaz odunu traheidlerinde geçitler kalın çeperli olduğundan, ilkbahar odunundaki geçitler kadar kolay kapanamamaktadır. Bu nedenle, yaz odunu geçitleri ilkbahar odunundakilerden 100 kat daha geçirgen olmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Geniş yapraklı ağaçlarda ise; sıvıların ana geçiş yolu olan trahelerdeki sıvı maddenin geçit açıklıklarından öz ışınlarına, daha sonra boyuna paraşim hücrelerine ve liflere ya da diğer trahelere geçtikleri görülmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Ahşabın diri odun kısmı, öz odundan yaklaşık olarak 1000 daha geçirgen bir yapıya sahip olduğundan kolaylıkla emprenye edilebilmektedir. Ancak, iğne ve geniş yapraklı ağaçlarda diri odundan öz oduna geçiş esnasında hücreler tıkanmakta ve emprenye maddesi nüfuzu zorlaşmaktadır. Ağaçların bazılarında görülen tül oluşumu ve trahelerin tıkanması da sıvı geçişini engellemektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Ahşapların permeabiliteleri öz odunlarının nüfuz kabiliyetine göre; kolay, orta derecede güç, güç ve çok güç emprenye edilenler olarak sınıflandırılmıştır (Ayar, 2008; Bozkurt ve diğ., 1993).

Çizelge 2.1’de permeabilite sınıfları ve Çizelge 2.2’de de bu sınıflara giren bazı ağaç türleri verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Ahşapların permeabilite (geçirgenlik) sınıfları (Ayar, 2008; Bozkurt ve diğ., 1993; Sivrikaya, 2003; TS 11072, 1993).

Permeabilite Sınıfı	Ahşap Özellikleri
Kolay emprenye edilenler	Basınç altında kolaylıkla emprenye edilen ve tam nüfuz sağlanan ahşaplar
Orta derecede güç emprenye edilenler	2- 3 saat basınç altında oldukça kolay emprenye edilen ve enine yönde 6- 18 mm nüfuz sağlanan ahşaplar
Güç emprenye edilenler	4- 10 saat basınç altında güç emprenye edilen ve enine yönde 1- 6 mm nüfuz sağlanan ahşaplar
Çok güç emprenye edilenler	Basınç altında 10 saatten fazla emprenye edildiğinde 1 mm’yi aşmayan nüfuz derinliği sağlanan ahşaplar

Güç emprenye edilen ağaç türlerinin permeabilitesini artırmak için malzemeye, çoğu kez emprenyeden önce, çeşitli işlemler uygulanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993) :

- Buharlama metodu kullanılarak ağaç malzemenin kuruması esnasında geçitlerin kapanmasını önlemek mümkün olmakta ve emprenye maddelerinin nüfuzu kolaylaşmaktadır.
- Ağaç malzeme silindirler arasından geçirilerek hücre yapısında çatlamlar meydana gelmekte ve böylece emprenye maddeleri malzemeye daha iyi nüfuz etmektedir.
- İğne yapraklı ağaçların su içerisinde bekletilmesi ile traheidlerin çeperlerindeki geçitler, bakteriler tarafından tahrip edilmekte ve böylece permeabilite artmaktadır.

Çizelge 2.2 : Ağaç türlerinin emprenye edilebilirlik sınıfları (Bozkurt ve diğ.,1993).

SINIFLAR	KOLAY (1)	ORTA DERECEDE ZOR (2)	ZOR (3)	ÇOK ZOR (4)
İ Ğ N E Y A P R A K L I A Ğ A Ç L A R	Diri Odun	Pasific silver fir Avrupa göknarı Dev göknar Karayip çamı Korsika çamı Podo Radiata çamı Sarıçam Veymut çamı	Douglas göknarı Melez Sitka ladini	Boylu mazi
Öz Odun		Pasific silver fir Avrupa göknarı Hemlock Karayip çamı Korsika çamı Sarıçam Veymut çamı	Ak ladin Avrupa ladini Boylu mazi Dev göknar Douglas göknarı Melez Porsuk Sedir Servi Sitka ladini	
G E N İ Ş Y A P R A K L I A Ğ A Ç L A R	Diri Odun	Agba Akçaçağ At kestanesi Balsa Guarea Huş İhlamur Kapur Kavak Kayın Kırmızı meşe Obeche Ramin Söğüt	Afrikan cevizi Afrikan mahunu Dahoma Ekki Keruing Kurokai Mengkulang Rhodesian teak Sapele Seraya	
Öz Odun		Akçağaç At kestanesi Bonbax Cebia Gürgen Huş İhlamur Jelutong Kayın Kızılağaç Ramin Tchitola	Afara Dişbudak Dut Gurjun Hickory Karaağaç Kırmızı meşe Opepe Paduk	Agba Agathis Anisoptera Ayan Balsa Ceviz Coigue Dahoma Karakavak Kempas Keruing Mengkulang Obeche Sapele Seraya Söğüt
				Afrika cevizi Afrika mahunu Afzelia Akmeşe Amerikan mahunu Angelique Ardıç Avodire Bongossi Cedrela Ekki Framire Greenheart Guarea Iroko Ironbark Jarrah Kapur Karri Kestane Kurokai Makore Mansonia Muhuhu Okwen Pelesenk Pyinkado Rhodesian teak Teak Utile

2.6 Ahşabın Doğal Dayanıklılığı

Doğal dayanıklılık; herhangi bir ağaç türüne ait öz odunun herhangi bir koruyucu önlem alınmaksızın kullanım yerinde çürüyüncüye kadar kullanılabildiği süre olarak tanımlanmaktadır (TS 11072, 1993).

Ahşap malzemenin dayanıklılığı; kullanım yeri ile birlikte, diri odun ve öz odun oranına bağlıdır. Yüksek diri odun oranına sahip ve hızlı büyüyen ağaç türlerinde dayanıklılığın azaldığı görülmektedir. Yapısında bulunan ekstraktif maddeler sayesinde ahşabın öz odun kısmı, diri odundan daima daha dayanıklıdır (Bozkurt ve diğ., 1993; Göker, 1994). Bu ekstraktiflerin tipine ve miktarına göre öz odunun dayanıklılığının da farklı ahşap türleri arasında oldukça değiştiği görülmektedir (Illston, 1994). Genellikle, ahşapta ekstraktif madde miktarı arttıkça dayanıklılık artmakta ve öz odunun rengi koyulaşmaktadır. Ahşabın yağmur altında kaldığı durumlarda, öz odunda bulunan bazı ekstraktif maddelerin yağmur suları ile yıkanması sonucunda ahşap çürüyebilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Bazı ağaç türlerinde öz odunun iç kısmı ile dış bölgesi arasında çürüklüğe karşı dirençte büyük farklılıklar görülebilmektedir. Genellikle; öz odunun dış bölgesinde çürümeye karşı direnç en yüksek noktaya ulaşmakta, merkezdeki öze doğru ise direnç azalmaktadır (Sivrikaya, 2003).

Öz odunun diri odundan daha dayanıklı olmasına etki eden diğer faktörler; düşük nem içeriği, düşük orandaki difüzyon, hücre boşluklarının yapışkan maddeler ve reçinelerle tıkanması, hücrelerde tül oluşumu ve reçine kanallarındaki tüllerdir. Bu faktörlerden herhangi birisi, mantarların gelişimi için gerekli ortam şartlarının oluşmasına engel oluşturabilmektedir (Sivrikaya, 2003).

Yapı endüstrisinde kullanılan Greenheart, Iroko, Jarrah, Opepe, Pitch Pine, Batı Kızıl Sediri, Karri ve Avrupa meşesi gibi bazı ağaç türlerinin öz odunlarının mantar ve böcek saldırılarına karşı dayanıklı oldukları bilinmektedir (Martin, 1983).

Tüm ağaç türlerinin diri odun kısmı, dayanıksız olarak kabul edilmektedir. Öz odununda ekstraktif madde bulunmayan ağaç türleri ise, çok düşük dayanıklılığa sahiptirler. Ahşabın doğal dayanıklılığını, mantar ve böceklere karşı toksik özellik gösteren kimyasallarla maddelerle emprenye ederek artırmak mümkündür (Illston, 1994).

2.6.1 Dayanıklılık sınıfları

Ağaç türlerinin öz odunlarının doğal dayanıklılığı; çok dayanıklı, dayanıklı, orta derecede dayanıklı, az dayanıklı ve dayanıksız olmak üzere beş farklı gruba ayrılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; BS 1282, 1999; Lyons, 2006; Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2008).

2.6.1.1 Çok dayanıklı ağaçlar

Sınıflandırmaya göre çok dayanıklı ağaçlar; tel direği, travers, köprü kerestesi, deniz içi iskele direği, temel direği ve çit kazığı gibi sürekli toprak ya da su ile temasta olan yerlerde kullanılmakta olup doğal dayanımları 25 yıl veya daha fazla sürmektedir. Pelesenk ve tik (teak) gibi tropik ağaçlar bu gruba girmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2008).

2.6.1.2 Dayanıklı ağaçlar

Dayanıklı ağaçlar toprak ve su ile temas etmeyen yerlerde; çoğunlukla gemi, fıçı ve pencere doğraması yapımında kullanılmakta olup doğal dayanımları 15- 20 yıl sürmektedir. Yerli ağaçlarımızdan kestane, ak meşe, ardıç, porsuk ve sedir bu gruba girmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2008).

2.6.1.3 Orta derecede dayanıklı ağaçlar

Orta derecede dayanıklı ağaçlar; toprakla temas halinde emprenye edilmesi gereken türler olup binaların dış cephelerinde, çatı ve kirişlerde kullanılmakta ve doğal dayanımları 10- 15 yıl sürmektedir. Ceviz ve servi bu gruba girmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2008).

2.6.1.4 Az dayanıklı ağaçlar

Az dayanıklı ağaçlar; nem riskinin bulunduğu yerlerde kullanılmaları durumunda mutlaka emprenye edilmesi gereken türler olup doğal dayanımları 5- 10 yıl sürmektedir. Dut, karaağaç, kırmızı meşe, çam, göknar ve ladin bu gruba girmektedir (Sivrikaya, 2008; Bozkurt ve diğ., 1993).

2.6.1.5 Dayanıksız ağaçlar

Dayanıksız ağaçların doğal dayanım süreleri 5 yıldan daha azdır ve bunlardan elde edilen ahşap malzemelerin etkili bir emprenye işlemine tabi tutulmadan yapılarda

kullanılmaları uygun değildir. Akçaağaç, atkestanesi, dişbudak, gürgen, huş, ıhlamur, kavak, kayın, kızılğaç ve söğüt bu gruba girmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Sivrikaya, 2008).

Yerli ve tropik bazı ağaç türlerinin doğal dayanıklılık sınıfları Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3 : Ağaç türlerinin doğal dayanıklılık sınıfları (Bozkurt ve diğ., 1993).

DAYANIKLILIK SINIFI	Dayanıksız	Az dayanıklı	Orta dayanıklı	Dayanıklı	Çok dayanıklı
DAYANMA SÜRESİ	< 5 yıl	5- 10 yıl	10- 15 yıl	15- 20 yıl	25 yıl ve daha fazla
İĞNE YAPRAKLI AĞAÇLAR		Çam (Y) Göknar (Y) Hemlock Ladin (Y) Parana pine Radiata pine (T)	Agathis (T) Douglas göknarı Melez Servi (Y)	Ardıç (Y) Porsuk (Y) Sedir (Y) Boylu mazı	
GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇLAR	Akçaağaç (Y) At kestanesi (Y) Balsa (T) Bombax (T) Cedrela (T) Ceiba Dişbudak (Y) Gürgen (Y) Huş (Y) Ihlamur (Y) Ilomba (T) Kavak (Y) Kayın (Y) Kızılğaç (Y) Ramin (T) Söğüt (Y)	Abura (T) Afara (T) Avodire (T) Dut (Y) Hickory Jelutong (T) Karaağaç (Y) Kırmızı meşe Mengkulang (T) Obeche (T) Okoume (T) Sterculia (T) Tchitola (T)	Afrika mahunu (T) Anisoptera (T) Ayan (T) Ceviz (Y) Coigue (T) Dibetou (T) Keruing (T) Kosipo (T) Meranti, Dark (T) Okwen (T) Sapele (T) Seraya (T) Tiama (T)	Agba (T) Ak meşe (Y) Dahoma (T) Frmire (T) Guarea (T) İdigbo (T) Karri (T) Kempas (T) Kestane (Y) Kotibe (T) Mahun (T) Niangon (T) Utile (T)	Afrosmosia (T) Afzelia (T) Angelique (T) Azobe (T) Greenheart (T) Iroko (T) Iron bark (T) Jarrah (T) Kapur (T) Makore (T) Mansonia (T) Muhuhu (T) Opepe (T) Paduk (T) Pyinkado (T) Pelesenk (T) Rhodesian Teak (T) Teak (T)

T: Tropik ağaç türleri, Y: Yerli ağaç türleri.

2.6.2 Tehlike sınıfları

Tehlike sınıfları; ahşabın kullanım alanlarında etkilendiği biyolojik tahribatlar olup, beş sınıfa ayrılmıştır (EN 335-2, 2006; Kartal, 2009; Lyons, 2006; Thompson, 1991; TS EN 460, 1997) (Çizelge 2.4).

2.6.2.1 Tehlike sınıfı 1

Bu gruba giren ahşap malzeme, kullanım ömrünün neredeyse tamamında maksimum % 20 nem içermektedir (EN 335-2, 2006). Ahşaba zarar veren böcekler ve termitler bu ortamda yaşamlarını sürdürebilirler (Thompson, 1991).

2.6.2.2 Tehlike sınıfı 2

Bu kullanım alanındaki ahşabın nem içeriği, malzemenin tamamında veya bir kısmında ara sıra % 20'yi aşmaktadır (EN 335-2, 2006). Ortam şartları; bazı mantarlar türlerinin gelişmesi, böceklerin ve termitlerin yaşaması için uygundur (Thompson, 1991).

2.6.2.3 Tehlike sınıfı 3

Bu kullanım alanında, ahşabın nem içeriğinin çoğunlukla % 20'nin üstünde olması beklenir. Bu nedenle, malzeme çoğu kez ahşap çürütücü mantarların saldırısına meyillidir (EN 335-2, 2006; Thompson, 1991).

2.6.2.4 Tehlike sınıfı 4

Bu ortamdaki ahşabın nem içeriği, sürekli olarak % 20'yi aşmaktadır. Ahşap; çürüklük yapan mantarların saldırısına meyilli olmakla birlikte, böceklerin ve bazı bölgelerde de termitlerin istilasına uğrayabilmektedir (EN 335-2, 2006; Thompson, 1991).

2.6.2.5 Tehlike sınıfı 5

Bu kullanım alanında, su içindeki ahşabın nem içeriği sürekli olarak % 20'nin çok üstünde olmakta; malzemenin su üzerinde kalan kısmı ise böcek ve termit saldırılarına maruz kalabilmektedir. Suyun içindeki kısmı, *Limnoria* spp. ve *Teredo* spp. gibi deniz canlıları tarafından istilaya uğrayabilmektedir (EN 335-2, 2006; Thompson, 1991).

Çizelge 2.4 : Ahşap malzemenin tehlike sınıflarına göre sınıflandırılması (Anon, 1994; EN 335-1, 2006; EN 335-2, 2006; Thompson, 1991; TS EN 460, 1997).

Tehlike Sınıfı	Genel Kullanım Ortamları	Nem İçeriği	Kullanımda Isınma Durumu	Biyolojik Faktörler				Önerilen Müdahaleler
				Mantar	Böcek	Termit	Deniz Zararlısı	
1	Toprak üzerinde örtülü (kuru)	< % 20	Yok	Yok	Var	Kullanım yerinde termit söz konusu ise var	Yok	Yüzey işlemleri veya emprenye
2	Toprak üzerinde örtülü (ıslaklık riski var)	Nadiren > % 20	Bazen	Var	Var	Kullanım yerinde termit söz konusu ise var	Yok	Yüzey işlemleri veya emprenye
3	Toprak üzerinde örtüsüz	Çoğu kez > % 20	Sık sık	Var	Var	Kullanım yerinde termit söz konusu ise var	Yok	Yüzey işlemleri veya emprenye
4	Toprak veya tatlı su ile temas halinde	Sürekli > % 20	Sık sık	Var	Var	Kullanım yerinde termit söz konusu ise var	Yok	Emprenye
5	Tuzlu su içerisinde	Sürekli > % 20	Sık sık	Var	Var	Kullanım yerinde termit söz konusu ise var	Var	Emprenye

3. AHŞABIN BOZUNMASINA NEDEN OLAN FAKTÖRLER

Çeşitli abiyotik (kimyasal, termal, mekanik faktörler, açık hava etkileri) ve biyotik faktörler (bakteri, mantar, böcek, termit, deniz canlıları) ahşabın yapısında, görünüşünde ya da kimyasal bileşiminde bozunmalara sebep olmaktadır. Bu bozunmalar, basit renk değişimlerinden ahşabın tamamen kullanışsız hale gelmesine kadar ahşapta birçok değişikliğe yol açmaktadır (Tsoumis, 1991).

Sürekli biyolojik saldırı tehdidi altında olan ahşap malzemenin dış ortam şartlarından korunması için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir (Illston, 1994). Ahşap; kimyasal maddeler kullanılmadan alınacak tedbirlerle bir dereceye kadar korunabilmekte, abiyotik ve biyotik faktörlerin şiddetli ve sürekli olması durumunda ise çeşitli kimyasal maddeler ve metotlarla emprenye edilerek kullanılması gerekmektedir (Kartal ve Imamura, 2004).

3.1 Kimyasal Faktörler

Ahşap, sıcaklığın düşük olduğu ortamlarda ve koşulların şiddetli olmadığı düşük konsantrasyonlarda birçok kimyasal maddeye önemli ölçüde mukavemet göstermektedir. Kimyasallar; ahşap cinsine, niteliğine, kimyasalın konsantrasyonuna, maruz kalınan süreye ve sıcaklığa bağlı olarak ahşapta direnç kaybına yol açabilirler. Yüksek konsantrasyonlarda, artan sıcaklık ve sürede aşınma da artmaktadır (Tsoumis, 1991).

Ahşap malzemenin iyi kimyasal direnci için geçirimsizlik ve yüksek yoğunluk büyük önem taşımaktadır. Yüksek yoğunluktaki birçok geniş yapraklı ağacın son derece geçirimsiz olduğu bilinmektedir. Ancak, iğne yapraklı ağaçlar daha düşük hemiselüloz içerdiklerinden ve daha düz liflere sahip olduklarından, doğası itibariyle, kimyasal açıdan geniş yapraklı ağaçlardan daha dayanıklıdırlar (Desch ve Dinwoodie, 1996).

Geçirgen ahşaplar; mantar çürüklüğüne, kimyasal saldırılara ve metal bağlantılarla korozyon problemlerine daha meyilli olduklarından her zaman daha kısa

ömürlüdürler. Kuvvetli mineral asitlerin nüfuz etmesi ahşabı gevrekleştirir. Kuvvetli alkaliler ise, ekstraktiflerin ve hemiselülozların erimesinden dolayı şişme ya da büzülme problemlerine sebep olabilmektedirler. Ahşap, asitlere karşı oldukça dayanıklı bir malzemedir. Aşınma, çok yüksek asitlilikte ya da yüksek sıcaklıklarda meydana gelmektedir. Demir bağlantı elemanlarındaki demir tuzları da ahşapta aşınmaya, direnç kaybına ve ahşap yüzeyinde siyah lekelerin oluşmasına neden olmaktadır (Desch ve Dinwoodie, 1996).

Ahşap zayıf asitlere direnç bakımından, dökme demir ve sıradan çeliğe göre daha üstün bir malzemedir; ancak alkalilere direnç bakımından demir ve çelikten sonra gelmektedir (Illston, 1994). Ahşabın uzun süre alkali etkisine maruz kalması sonucu, ahşap aşırı miktarda zayıflamakta ve liflerinde ayrılmalar görülmektedir (Şekil 3.1). Hemiselüloz ve lignin alkali etkisiyle çözündüğünden ahşaptan geriye yumuşak, hamur şeklinde bir artık kalmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993). Ahşapta daha yıkıcı etki gösteren alkaliler; ahşabın elastiklik modülünü, eğilme ve enine basınç direncini azaltmaktadırlar (Tsoumis, 1991).



Şekil 3.1 : Ahşapta görülen kimyasal hasar (Url-3).

Genellikle, iğne yapraklı ağaç odunları geniş yapraklılardan daha dayanıklı olmaktadır (Tsoumis, 1991). Yoğun, geçirimsiz geniş yapraklı ağaç ahşapları asidik şartlarda kullanıldığında mükemmel sonuç verir; fakat renkli özütlerin yıkanma olasılığı olduğu alkali çözelti ve çözücülerinin bulunduğu yerler kontrol edilmelidir. İğne yapraklı ağaçlarda çoğunlukla renkli özüt bulunmadığından, alkali çözelti ve çözücülerıyla kullanımları daha uygundur. Ancak, bu ortamlarda aşırı miktarda reçineli malzemelerin kullanımından kaçınılmalıdır (Desch ve Dinwoodie, 1996).

Kimyasallar tarafından oluşan tahribat, çoğu kez ahşap ürütücü mantar hasarlarıyla karıştırılabilmektedir. Çoğunlukla, “ivi kusması” denilen metal bağlantıların korozyonu ile birlikte görülebilir. atı ahşaplarında yaygın olarak görülen sülfat saldırısında, ahşap yüzeyi lifli bir hal alır ve toz kristalleriyle kaplanabilir. Mantar miselyumu gibi olmasa da, dokunulduğunda veya fıralandığında ufalanabilir. Saldırı genellikle yüzeysel olmasına rağmen yaygın da olabilmektedir (Erdin, 2009; Url-3).

Normal şartlar altında uygulanan emprenye işlemlerinin, ahşabın direncine pratikte hiçbir yan etkisi bulunmamaktadır. Yanmayı geciktiriciler; fırında kurutma ile birleştiğinde eğilme direncini % 10’a kadar azaltabilmekte; ancak, elastiklik modülünü önemli derecede etkilememektedir (Tsoumis, 1991).

Direnç kaybından başka, kimyasal nedenlerden dolayı ahşabın rengi de değişebilmektedir. Havayla veya fırında kurutma sonrası çeşitli ahşapların rengi, hücre içeriklerinin oksitlenmesi sebebiyle koyulaşmaktadır. Nemin var olduğu yerlerde, çiviler veya diğer metalik bağlantı elemanlarının ahşap tanenleriyle kimyasal reaksiyonu sonucu lekeler halinde renk değişiklikleri görülebilmektedir (Tsoumis, 1991).

3.2 Termal Faktörler

Uzun süre yüksek sıcaklıklara maruz kalan ahşap malzemenin direncinde düşüş ve darbe dayanımında çok belirgin bir azalma görölmektedir (Desch ve Dinwoodie, 1996). Sıcaklığa, maruz kalınan süreye, ısınma şekline, ahşabın nem içeriğine, yoğunluğuna ve boyutlarına bağlı olarak ahşap malzemede; ayrıca ağırlık kaybı, yapısında mikroskopik farklılaşma, yumuşama, higroskopisitede azalma ve büzölme artışı da görülebilmektedir (Erdin, 2009; Tsoumis, 1991).

Geniş yapraklı ağaçlar termal aşınmaya, iğne yapraklılardan daha yatkın gibi görünmektedirler (Desch ve Dinwoodie, 1996). Hemiselülozlar 200- 260 °C’de, ahşabın en dayanıklı bileşeni olan lignin ise 280- 500 °C’de parçalanmaktadır (Tsoumis, 1991). Ortam sıcaklığı yaklaşık olarak 400 °C’ye yükseldiğinde ahşap kömürleşmektedir. Kömürleşen tabaka, izolasyon katmanı gibi davranıp iç kısımlara ısı iletimini engellediğinden, ahşabın içi sağlam kalabilmektedir. Fakat, yangında tamamen hasar görmüş ahşap için geri dönüşüm mümkün olmamaktadır (Desch ve Dinwoodie, 1996; Erdin, 2009).

Önemli derecede bir aşınma; 100 °C'nin altındaki sıcaklık değerlerinde birkaç yıl sonra, 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise birkaç ay içinde oluşabilmektedir. Termal aşınma sonucu, ahşabın rengi kahverengiye döner ve yanmış şeker kokusu duyulur. Termal olarak hasar gören ahşap, gevrek bir şekilde kolayca parçalanır (Desch ve Dinwoodie, 1996).

Ahşabın yangına karşı dayanımı; yanmayı geciktirici kimyasal işlemler ile artırılabilirken, büyük boyutlarda ahşap malzemelerin kullanımı da oldukça iyi koruma sağlayabilmektedir. Yangın bazı durumlarda birkaç milimetre kalınlığında bir yüzey tabakasını etkilediğinden, en kesitin mühendislik hesaplarıyla saptanan boyutlardan daha geniş tutulması ya da arttırılması ile daha iyi bir direnç elde edilebilmektedir (Tsoumis, 1991).

3.3 Mekanik Faktörler

Ahşapta oluşan mekanik aşınmanın en yaygın şekli, uzun süre yükler altında gerilen ahşaplarda görülmektedir. Sürekli basınç altındaki ahşabın rijitliği azalmakta ve ahşapta eğilmeler meydana gelmektedir. Uzun süreli eğilmeler, nem içeriğindeki değişimlerden etkilenmektedir. Başlangıçta yüksek nem içeriğine sahip olan ve sonradan yük altında kuruyan yüklü kirişlerde eğilme önemli derecede artmaktadır. Bu yüzden; yüksek nem içeren kirişler, nem içerikleri kullanım koşullarınıninkiyle dengelenene kadar yüklenmemelidir (Desch ve Dinwoodie, 1996).

Tekrarlanan mekanik basınçlar; özellikle, döşeme kaplaması, merdiven gibi ahşap malzemelerde ve demiryolu traverslerinde aşınmaya neden olabilmektedir. Ahşabın direnci; kullanılan ahşabın türüne, nem içeriğine, yükleme biçimine, maruz kaldığı koşullara ve yükün geldiği yüzeyin lif durumuna bağlı olarak değişmektedir. Enine yüzeyler daha yüksek direnç gösterdiğinden, yoğun kullanılan mekanların döşemelerinde bazen ahşabın enine yüzeyleri kullanılmaktadır (Tsoumis, 1991).

Ahşapta yoğunluk arttıkça, masif ahşapların aşınmaya karşı dirençlerinin arttığı görülmektedir. Ahşap malzeme içerisindeki nem miktarı arttığında ise, aşınmaya karşı koyması azalmaktadır (Berkel, 1970).

Genel olarak, aşındırıcı kuvvetin etki yönü ile liflerin gidiş yönü arasındaki açı arttıkça aşınmaya karşı koyma yükselmektedir. Yüzey işlemleri, ahşabın aşınmaya karşı korunmasında büyük öneme sahiptir (Berkel, 1970).

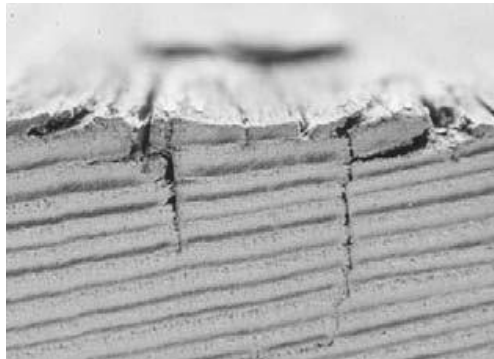
3.4 Açık Hava Etkileri

Uzun süre açık hava etkilerine maruz kalan ahşap malzeme; sıcaklık, bağıl nem, yağmur, kar, dolu, rüzgar, güneş, ışık ve hava kirliliği gibi çeşitli iklimsel faktörlerin etkisiyle bozunmaktadır (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007; Tsoumis, 1991).

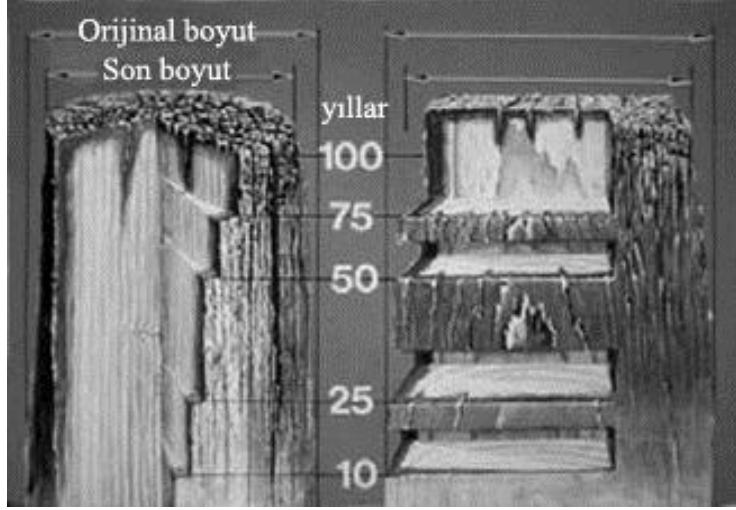
Açık hava koşulları altındaki ahşapta; büyüme halkalarının ayrılması, renk değişiklikleri ve farklılık gösteren yüzey erozyonları ile sonuçlanabilecek tekrarlanan boyutsal değişiklikler görülmektedir. İleriki aşamalarda ahşaptaki bozunma, zaten var olabilecek mantar tahribatına benzeyebilmektedir (Panshin ve diğ., 1964; Tsoumis, 1991).

Açık hava etkisi diğer bir deyişle “weathering”; ışık (UV, IR), nem (yağmur, kar, çığ), mekanik etkiler (rüzgar, kum, toz) ve sıcaklık etkisi ile ahşap malzemede oluşan renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve çatlaklar olarak ifade edilmektedir. Renk değişimi ile başlayan bu etkiler ileriki aşamalarda ahşap malzemenin fiziksel, kimyasal ve anatomik yapısında da bazı değişimlere neden olmaktadır (Feist, 1983; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Güneş ışığı ve yağmur etkisinde ıslanma ve kurumunun birbirini takip etmesi sonucu lif kaybı oluşmakta, tahrip olan yüzey yavaş yavaş aşınmaktadır (Scott, 1968; Yazıcı, 2005). Yüzeyde oluşan bozunma hücre çeperi bağlarını zayıflatmakta, hücreler içi ve hücreler arası gerilme ve çatlaklar meydana gelmektedir (Şekil 3.2). Yağmur etkisi ile bu çatlaklar gelişerek daha ileri düzeyde erozyonlar oluşmaktadır (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007). Yüzeyden emilen suyun donması ve çözülmesi de ahşapta ince çatlakların oluşmasına neden olabilmektedir (Feist, 1983). Şekil 3.3’te açık hava etkisine maruz kalan bir ahşap direkte oluşan yüzey erozyonun simülasyonu görülmektedir.



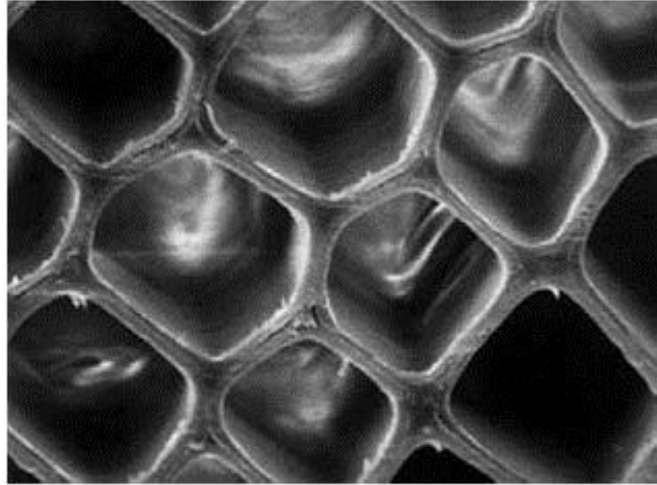
Şekil 3.2 : Bir kerestenin yüzeyinde açık hava etkisiyle oluşan çatlaklar (Rowell, 2005).



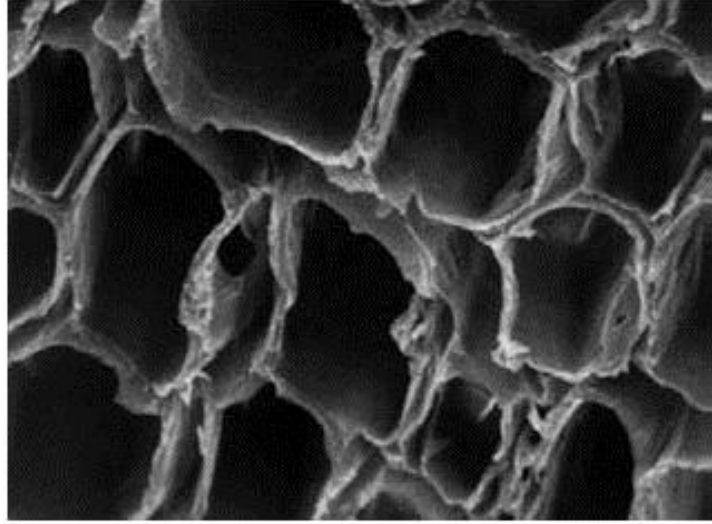
Şekil 3.3 : Açık hava etkisi ile 100 yıl aşkın bir direğin yüzeyinde görülen erozyonun simülasyonu (Rowell, 2005).

Dış ortam şartlarına maruz kalan ahşap malzeme yüzeyinde yağmur suyu tarafından meydana gelen aşınma; iğne yapraklı ağaçlarda geniş yapraklılardan daha hızlı şekilde gelişmektedir. Daha yoğun olan ağaç türlerinin, çoğunlukla daha az aşınma oranlarına sahip oldukları bilinmektedir. Daha düşük yoğunluktaki ağaçlar, özellikle meşe, olduğundan daha yüksek aşınma göstermektedir (Yazıcı, 2005).

İğne yapraklı ağaçlarda erozyon miktarı, yapılan bir çalışmaya göre 1 yüzyıl için 6.4 mm olarak saptanmıştır. Fiziksel değişimlerle birlikte mikroskopik değişiklikler de görülmekte ve anatomik yapıda oluşan etkiler tarayıcı elektron mikroskopuyla incelenebilmektedir (Şekil 3.4 ve 3.5). Genelde geçit çeperlerinin bozunduğu, geçit açıklıklarının genişlediği, geçit kenarlarında mikro çatlaklar geliştiği ve bozunmanın çoğu kez yüzeylerde 0.05- 2.5 mm’de olduğu görülmektedir (Kılıç ve Hafızoğlu, 2007).



Şekil 3.4 : Güney çamı en kesiti (x 1000) (Rowell, 2005).



Şekil 3.5 : UV ışınımına (≥ 220 nm) maruz kalmış olan güney çamının en kesiti (x 1000) (Rowell, 2005).

Rüzgar, kum ve toz gibi faktörlerin neden olduğu aşınma veya mekanik olayların da ahşabın yüzey bozulma hızına önemli etkileri olabilmektedir. Yüzey çatlaklarında biriken kum gibi küçük parçacıklar temas ettikleri ahşap liflerini şişme ve büzülme yoluyla zayıflatmakta, rüzgarla birlikte etki eden katı tanecikler ise yüzeyde zımparalama etkisi yaratmaktadır (Feist, 1983).

Açık hava koşullarında kullanılan ahşap malzemede oluşan renk değişimi, parlaklık kaybı, yüzey pürüzlülüğü, çatlak oluşumu ve ağırlık kaybı gibi etkiler; ahşaptaki selüloz, hemiselüloz ve ligninin yapısında oluşan kimyasal değişikliklerin bir sonucudur (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Ağaç malzemenin kimyasal yapısı ışığı absorplama özelliğine sahiptir. Bu özellik sayesinde ahşap güzel bir renk kazanır. Ancak; meydana gelen bazı istenmeyen fotokimyasal ve fotofiziksel olaylar sebebiyle ahşap yüzeyinde kimyasal, fiziksel, mekanik özelliklerde değişimler ve kimyasal bağlarda kopmalar görülmektedir (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Dünyaya ulaşan ultraviyole (UV) ve görünür güneş ışığı 295- 800 nm arasında olup, açık hava koşullarına etki eden ışın aralığı 295- 3000 nm'dir. Selüloz ışığı 200- 400 nm; lignin, hemiselüloz ve ekstraktifler ise 200- 280 nm aralığında absorblamaktadır. Lignin, iyi bir ışık absorbe etme özelliğine sahip olduğundan selüloza oranla daha fazla bozulmaktadır. UV ışığı ile bozulan lignin ile birlikte hidrofobik özellikteki hemiselülozlar da yağmur suları ile yıkanarak ahşaptan uzaklaşmaktadır (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

UV ışınlarına maruz kalan yüzeyin derinliği fazla olmamakta (0.05- 0.5 mm), degradasyonun (bozunmanın) derecesi ışık enerjisinin gücüne ve maruz kalma süresine bağlı olarak farklılık göstermektedir (Şekil 3.6). UV ışınlarının etkisiyle açık renkli ahşapların renginin sarı ya da kahverengine dönerek koyulaştığı, koyu renkli ahşapların renginin ise bazen açıldığı görülmektedir (Erdin, 2009; Feist, 1983). Ekstraktifler ahşapta fazla olduğundan kahverengi renklenme oluşmakta, mikroorganizmaların varlığında ise lignin parçalanma ürünleri serbest kaldığı için açık hava etkileri sonucunda ahşap hafif gümüşümsü bir renk alabilmektedir (Feist, 1983; Yazıcı, 2005).



Şekil 3.6 : UV ışınlarına maruz kalan ahşapta görülen bozulma (Url-4).

Sıcaklık, UV ışınımı ya da su kadar tehlikeli olmayabilmekte; ancak sıcaklık arttığında fotokimyasal ve oksidatif reaksiyonların hızlarında da artış görülmektedir (Feist, 1983).

Ahşabı hava koşullarının etkisinden korumak için; çoğunlukla yüzeyde film tabakası oluşturan boya, vernik, cila gibi maddeler ile ahşaba nüfuz eden koruyucular, su iticiler, örtücü boyalar ve çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır (Cowan, 1991; Feist, 1983; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007; Yazıcı, 2005).

Boyalar, güneş ışığına karşı etkili bir koruma sağlarlar; ancak zamanla çatlayıp soyulurlar. Vernik uygulamaları ise suya karşı çok duyarlı olup kolaylıkla çatlarlar ve boyalardan daha kısa ömürlüdürler. Derine nüfuz eden yağlar, su iticiler ve örtücü boyalarda bu çatlama ve soyulmalar görülmemektedir.

Ahşabın UV etkisine karşı korunmasında, suda çözünen tuzlar içeren emprenye maddeleri de kullanılabilir (Cowan, 1991; Feist, 1983; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007). Krom içeren maddelerin, ligninin bozunmasını yavaşlattığı bilinmekte ve açık hava etkisinin neden olduğu yüzey erozyonunu geciktirmek için ahşabın seyreltik krom trioksit çözeltisiyle emprenye edilmesi önerilmektedir (Erdin, 2009; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Dış ortam şartlarına maruz kalan ahşap malzemeleri tasarım, yapım ve düzenli bakım sayesinde korumak da mümkündür. Örneğin; geniş saçaklar, dış duvarları yaz güneşinden ve dolayısıyla UV ışınlarının etkisinden korumaktadır. Çatıdan ve çatı oluklarından sızan sular, ahşap yüzeyinden geçerken yüzeydeki bitirmelere zarar vererek suyun duvarlardan içeri girmesine neden olabilmektedir (Cowan, 1991).

Çizelge 3.1’de çeşitli mekanik, fiziksel, biyolojik ve kimyasal faktörler sonucu ahşapta meydana gelen değişiklikler yer almaktadır. Çizelge incelendiğinde; böceklerin ahşap yüzeyinde ve en kesitte oluşturduğu delikler sonucu, ahşabın direnç ve yük taşıma kapasitesinde azalma meydana geldiği görülmektedir. Güneş ışığı, UV radyasyonu ve ısı değişimleri sonucu ahşapta çatlaklar ve boşluklar oluşmakta; nem içeriğindeki artışla birlikte korunmamış ahşap yüzeylerinde mantar ve böcek istilaları görülmektedir. Yağmur etkisi sonucu da ahşapta yüzeye yakın yerlerde aşınma, renk değişiklikleri ve çiçeklenme oluşmakta; ahşabın yüzeyden su emilimi artmaktadır. Nemli toprak ve hava, sıçrama suyu ya da yoğuşma etkisiyle meydana gelen şişme ve büzülmeyle ilgili olarak ahşapta boyutsal değişimler görülebilmektedir. Metal bağlantı parçalarının etkisiyle ahşapta renk değişiklikleri oluşmakta ve ahşap hasar görmektedir. Ahşap koruyucuların yapıştırıcılarla ve bağlantı elemanlarıyla kimyasal reaksiyonu sonucu da ahşap yüzeyinde tahribat oluşabilmektedir.

Çizelge 3.1 : Mekanik, fiziksel, biyolojik ve kimyasal etkiler nedeniyle ahşaptaki etkileşim hareketleri (Herzog ve diğ., 2004).

FAALİYET	ETKİLER	MUHETEMEL SONUÇLAR	MUHETEMEL ZARAR
Böcekler	Yüzeyde delikler En kesitte delikler	Odunsu liflerde azalma	Direnç ve yük taşıma kapasitesi kaybı
Güneş ışığı Uzun dalga UV radyasyonu	Fotokimyasal saldırı Yüzeye yakın odunsu liflerde fotolize bağlı bozulma (selülozun depolimerizasyonu)	Renk değişimi: sararma, esmerleşme Yüzeyden su emmede muhtemel artma Ahşabın rengini değiştiren mantar ve likenlerin istilası: renk solması, grileşme	
Güneş ışığı Uzun dalga UV radyasyonu Isı değişimi	Ahşabın nem içeriği ve sıcaklığında dalgalanmalar Nemin giderilmesine bağlı kuruma Şişme ve büzölmeye bağlı boyutsal değişiklikler, gerilimler Bileşende mekanik gerilimler	Kaplamalara zarar veren sızıntılar, çatlaklar ve boşluklar Nem içeriğinde muhtemel artış Nem içeriği de yüksekse ahşabı tahrip eden ve ahşabın rengini değiştiren mantar istilası Korunmamış ahşap yüzeylerin çatlaklarında muhtemel böcek istilası	Çürüme Ahşapta tahribat
Rüzgar	Odunsu liflerde aşınma Derz dolgu maddelerinde eskime	Sızıntılar	
Yağmur	Fotolizle ayrışma ürünlerinin ve bileşenlerinin yıkınması	Yüzeye yakın yerlerde aşınma, renk değişikliği: renk solması, çiçeklenme Mekanik zayıflama Yüzeyden su emiliminde artış	
Nemli toprak Nemli hava Sıçrama su Erime suyu/yoğuşma	Nem içeriğinde artış, gerilimler Şişme ve büzölmeye bağlı boyutsal değişiklikler	Ahşabı tahrip eden ve ahşabın rengin değiştiren mantar istilası	Çürüme Ahşapta tahribat
Metal (bağlantı parçası)	Metallerde aşırı derecede ısı iletimi Ahşabın bileşenlerinden dolayı metallerle kimyasal reaksiyon (pH değeri)	Yoğuşma ve kırağı oluşumu Ahşapta renk değişikliği (demir yanmasına yol açan reaksiyonlar)	Çürüme, ahşapta tahribat Metallerde korozyon
Kimyasallar	Ahşap koruyucuların yapıştırıcılarla ve bağlantı malzemeleriyle kimyasal reaksiyonu	Yapıştırıcılar ve kaplamalarda olumsuz etki Plastikler ve metallerde korozyon	Yüzeyde tahribat Bağlantı parçalarında tahribat

3.5 Biyolojik Faktörler

Ahşap malzeme, organik yapısı nedeniyle çeşitli canlılar için ideal bir besin kaynağı ve barınaktır. Bu canlıların büyük çoğunluğu ahşabın yapısında bulunan selüloz ve lignini ayrıştırarak, yaşamlarını devam ettirmek için gerekli olan besinleri temin etmekte ve ahşabı tüketmektedir. İstilalar sonucu ahşapta önemli hasarlar oluşmakta ve kesiti zayıflamaktadır.

Ahşabın bozulmasına neden olan biyolojik zararlılar; bakteriler, küf ve renk mantarları, çürüklük mantarları, ahşap çürütücü böcekler, termitler ve deniz canlılarıdır.

3.5.1 Bakteriler

Ortam şartlarına bağlı olarak aerobik ya da anaerobik olarak yaşayabilen ve bitkiler aleminde yer alan en küçük organizmalardır. Anaerobik bakteriler, moleküler oksijene ihtiyaç duymadıklarından uzun süre su içinde bekletilen veya ıslak toprağa gömülü ahşaplara saldırabilmektedirler (Erdin, 2009).

Bakteriler, genellikle 20- 30 °C sıcaklık aralığında ve % 80- 100 bağıl nemde gelişme gösterirler (Günay, 2007). Bakteriyel etkinlik; diri odunun geçit zarlarında delik açma veya tahribat, hücre duvarlarında aşınma ve parçanım hücre içeriklerinin tüketimiyle ifade edilmektedir. Böylelikle, ahşabın permeabilitesi artmakta (7- 10 kat) ve mukavemeti azalmaktadır. Ayrıca, bakteriler sebebiyle ahşapta renk değişiklikleri, yüzey katmanlarında yumuşama ve aşırı büzölmeler görölebilmektedir (Tsoumis, 1991).

3.5.2 Mantarlar

Mantarlar, yeşil bitkilerden farklı olarak klorofil sentezleyemezler. Bu yüzden besinlerinin organik malzemelerden elde ederler ve bunları kendi sistemlerinde emilebilir haline getirmek için çözülebilir hale ayrıştırırlar (Berkel, 1970; Lyons, 2006).

Ahşaba hasar veren mantarlar, uygun şartlarda ahşabın bileşiminde bulunan organik maddeleri parçalarlar (Addleson, 1972; Şimşek, 2007). Organik besin maddelerinin alınması ile dikili ağaçlarda ya da kesimden sonra ahşap malzemede renk değişimi veya çürüklük gibi hasarlara neden olmaktadır (Berkel, 1970).

Ahşapta mantarların gelişimi için bulunması gereken faktörler; uygun sıcaklık ve pH değeri, bir miktar oksijen, yeterli miktarda nem ve uygun besin kaynağıdır. Bu gereksinimlerin herhangi birinin bulunmaması, gelişmeyi önleyecek veya büyük ölçüde durduracaktır. Çürüklüğün kontrol altına alınması, bu koşulların birinin veya birkaçının ortadan kaldırılması ya da değiştirilmesine bağlıdır (Desch ve Dinwoodie, 1996; Panshin ve diğ., 1964).

Pratikte tüm mantarların gelişmeleri, donma noktasında (0 °C) veya altındaki sıcaklıklarda durmakta ve 5 °C'nin altında ise çok yavaşlamaktadır (Desch ve Dinwoodie, 1996). Her mantar türü, kendine göre en uygun geliştiği optimum bir sıcaklık derecesine ihtiyaç duymaktadır (Berkel, 1970) (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 : Binalarda tahribata neden olan bazı mantar türlerinin nem ve sıcaklık istekleri (Bozkurt ve diğ., 1993).

Mantar türü	Gerekli nem miktarı (%)	Sıcaklık yaşam sınırı (°C)	Optimum sıcaklık (°C)
<i>Serpula lacrymans</i>	~30	3-26	18-22
<i>Coniophora puteana</i>	50-60	3-35	22-24
<i>Poria vaillantii</i>	40 (30-50)	3-36	27
<i>Gloeophyllum sp.</i>			
<i>G. abietinum</i>	-	5-36	29.5
<i>G. trabeum</i>	50-60	5-44	35
<i>Lentinus lepideus</i>	30-40	8-38	27-29
<i>Paxillus panuoides</i>	50-70	5-29	23-26

Sporların çimlenmesi, enzimlerin salgılanması, mantar tarafından besin maddelerinin alınması ve iletilmesi, yeni maddelerin yapımı gibi tüm hayati faaliyetler için mantarların suya ihtiyaçları vardır (Berkel, 1970). Herhangi bir mantarın gelişimi için en az % 20 nem içeriği gereklidir. Ancak; genellikle ıslak çürüklük mantarları % 30 gibi biraz daha fazla neme ihtiyaç duymaktadırlar. Bu nem içeriği; binalarda hatalı yapım ve yetersiz bakımlardan kaynaklanan boru, depo veya sıhhi tesisattan sızan sulardan sağlanabilmektedir (Şekil 3.7 ve 3.8). Ayrıca, döşeme altlarında kullanılan ahşapların yetersiz havalandırılması ve duvarlardaki nemin yükselmesi de çürüklüğe katkıda bulunmaktadır (Scott, 1968).

Ahşabı tahrip eden mantarlar, önemli miktarda asit salgılamaktadırlar. Böylece, faaliyetleri için en uygun asidite derecesini kendileri hazırlayabilme kabiliyetindedirler. Mantarların ahşabı çürütmesi esnasındaki organik asitlerin bir kısmı odundan, bir kısmı ise mantardan meydana gelmektedir. Esmer çürüklük

mantarlarının asit üretimi, beyaz çürüklük mantarlarına göre daha fazladır (Berkel, 1970). Ahşapta çürüklük yapan mantarların gelişimi için optimum pH değeri 5- 6 arasında değişmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

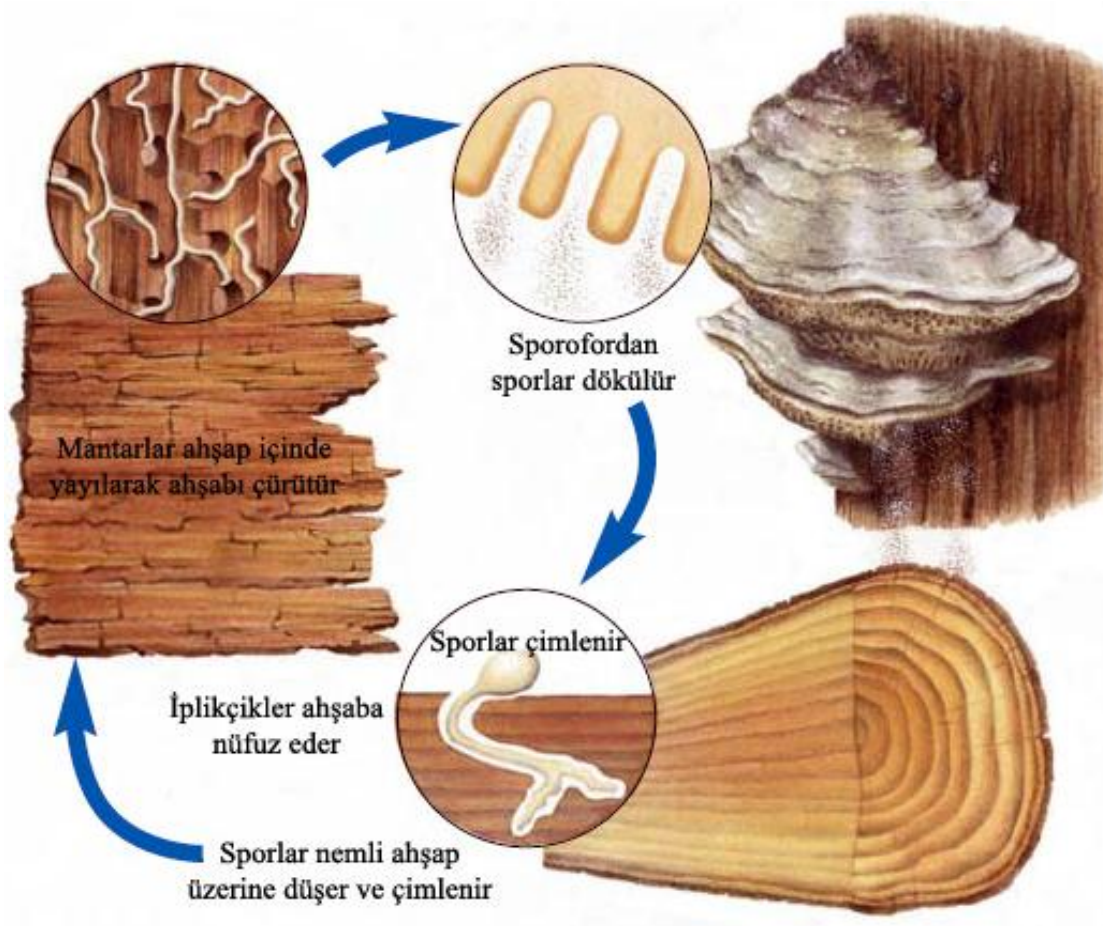


Şekil 3.7 : Ahşabın çevresinde görülen ve çürüklüğe neden olan su sızıntıları (Url-5).



Şekil 3.8 : Hatalı yapım sonucu ahşap kaplamada oluşan mantar miselyumu (Url-6).

Bütün mantarlarda benzer olmakla birlikte, yaşam döngüsü daima havada bulunan mikroskopik sporların dağılmasıyla başlar (Şekil 3.9). Uygun şartlar altında sporlar, yüzey çatlakları içinde gelişmeye başlarlar ve ince iplik veya iplikçikler üreterek ahşabın selülozundan; iplikçiklerin ahşap içinde dallanıp büyümesiyle de hücre duvarı ve özünden beslenirler. Artan kolonizasyon ile birlikte ince iplikçikler daha sonra gözle görülebilen miselyumu üretmek için birleşirler. Büyüme periyodundan sonra yüzeydeki miselyum, yaşam döngüsünü sürdürmek için binlerce spor üreten sporoforu üretir (Şekil 3.10). Sporlar çok küçüktür ve hava hareketiyle kolayca etrafa dağılabilirler (Lyons, 2006).



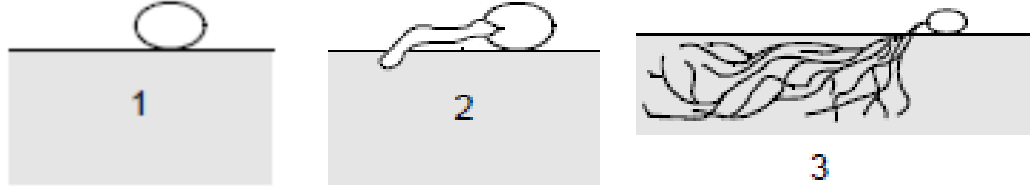
Şekil 3.9: Mantarların yaşam döngüsü (Url-7).



Şekil 3.10 : Spor üreten mantar sporoforu (Url-7).

Ahşapta çürüklük, bu mantarların iplikçiklerinin (hüflerinin) ahşaba nüfuz etmesi, kolonileşmeleri ve enzimlerini salgılamalarıyla başlamaktadır. İlk kolonileşme aşamasında oluşan hasar sınırlıdır ve gözle görülen bir kanıt olmayabilir (Şekil 3.11).

Çürüklük ilerledikçe ilk aşamada ahşabın renginde, dokusunda ve liflerinin dallanmasında bazı hafif değişiklikler meydana gelmektedir. Çürüklüğün orta aşamasında, ahşabın rengi ve dokusundaki değişiklikler belirgin olarak görülebilir; fakat ahşap yapısı bozunmadan korunmaktadır. Son aşamada ahşap yapısı tamamen tahrip edilmekte ve geriye kalan ahşap; kahverengi, biçimsiz, beyazımsı, kav gibi ya da liflere ayrılmış bir malzemeye dönüşmektedir (Köse, 2000).



Şekil 3.11 : Mantarların ahşaptaki ilk kolonizasyonları 1- Sporlar nemli ahşap üzerine düşer, 2- Sporlar çimlenir, 3- Oluşan ince iplikçikler (hüfler) enzimler salgılayarak ahşabı tüketir (Url-8).

Mantar istilası; ahşabın yapısal ve kimyasal bileşiminde değişikliklere yol açmakta ve renk değişimine neden olmaktadır. Ahşabın rengi neredeyse her zaman değişmekte; beyaz çürüklük renginin açılmasına, esmer çürüklük ise renginin koyulaşmasına neden olmaktadır (Tsoumis, 1991).

Çürüyen ahşapta görülen diğer önemli değişimler; ağırlık ve yoğunluk kayıpları, mekanik özelliklerde azalma, higroskopisitede değişiklikler, permeabilitede artış ve boyutlarda azalmayı kapsamaktadır (Köse, 2000).

Ahşapta ağırlık kayıpları; beyaz çürüklük mantarlarında % 96- 97, esmer çürüklük mantarlarında % 70 ve yumuşak çürüklük mantarlarında % 3- 60 değerlerine ulaşabilmektedir. Yoğunluk, oluşan tahribatın boyutunu belirlemek için kullanılmaktadır. Beyaz çürüklükte odun ağırlığı azalırken hacmi artmakta ve uzun süre içinde yoğunlukta azalma görülmektedir. Esmer çürüklükte ise; odun ağırlığı azalırken aynı zamanda hacmi artmakta ve yoğunlukta beyaz çürüklüğe göre daha az belirgin bir düşüş görülmektedir (Köse, 2000).

Çürüyen ahşabın higroskopisitesi değişmekte olup, ahşap suyu daha hızlı emmektedir. Ayrıca; yüksek bağıl nemde daha fazla, düşük bağıl nemde daha az nemi adsorbe etmektedir. Periyodik olarak nemlendiğinde ise nemi daha uzun süre muhafaza edebilmektedir. Çürüklüğün ilk aşamalarında bile koruyucuların ahşap kütlesine daha kolay nüfuz ettiği görülmektedir (Tsoumis, 1991).

Artan permeabilite çeşitli emprenye maddelerinin, yapıştırıcıların ve yüzey koruyucularının emilimini artırır. Emprenye maddelerinde sızma ya da yüzey koruyucularda retensiyon problemleri oluşabilmekte, bu da maliyetin artmasına neden olmaktadır (Köse, 2000).

3.5.2.1 Ahşapta çürüklük yapmayan mantarlar

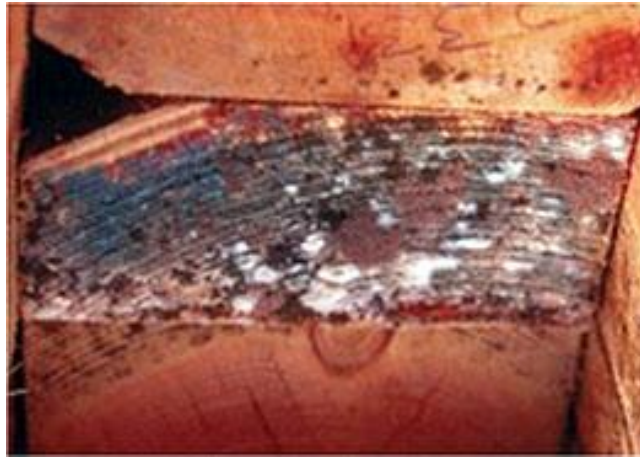
Ahşapta görülen ancak çürüklük yapmayan mantarlar; diri odunda hücre içi maddelerle beslenebilen küf ve renk mantarlarıdır (Erdin, 2009).

Küf ve renk mantarları

Küf ve renk mantarları Ascomycetes ve Fungi imperfecti sınıfına girerler ve hücre içi maddelerle beslenirler (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009).

Küf mantarları ahşaba etki etmeyerek ahşap yüzeyinde renk değişikliklerine neden olurlar (Şekil 3.12). Siyah veya yeşil renklerde oluşan küf tabakası, ahşapta çirkin bir görünüm oluşturmakla birlikte; tutkalla yapıştırma zorlukları da görülebilmektedir. Küf mantarları, ayrıca ahşapta geçirimsizliği artırmaktadırlar (Günay, 2007; Tsoumis, 1991).

Küfler renklerini, ince iplikçiklerin uçlarında salkım gibi dizili olan sporlarından almaktadırlar. Sporların çimlenmesi için % 90, çimlendikten sonra gelişmeleri için ise % 70 nem gerekmektedir. Genellikle, tesisat ve çatıdan kaynaklanan su sızıntılarının ve yoğunlaşmanın görüldüğü yerler gelişmeleri için uygun alanlardır (Günay, 2007). Ahşapta yeşil renklenmeye yol açan *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma* ile daha çok siyah renklenmeye sebep olan *Aspergillus* tipik küf mantarı türleridir (Bozkurt ve diğ., 1993).



Şekil 3.12 : Ahşapta küf oluşumu- *Penicillium* sp. *Cladosporium* sp. ve *Botrytis cinerea* (Url-6).

Ahşabın kurutulması ile küf mantarları ölmekte; oluşan yüzeysel renklenmeler ise ahşap kuruduktan sonra fırçalama, rendeleme ve planyalama ile temizlenebilmektedir. Bu mantarlar flourür içeren emprenye tuzlarına karşı dayanıklı olduğundan, mücadelede bu emprenye maddelerinin kullanılması önerilmemektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Renk mantarları, çoğunlukla iğne yapraklı ağaç odunlarına (çam, ladin vs.); nadiren de geniş yapraklı ağaç odunlarına (kavak, kayın, meşe, dişbudak, tropik türler vs.) arız olmaktadır. İstilaları yaşayan ve kesilmiş ağaçlarda, kütüklerde, ahşap ve ahşap ürünlerinde diri odunla sınırlı olmakla birlikte seyrek olarak öz odunda da görülebilirler (Tsoumis, 1991).

Renk mantarları ahşapta; genellikle mavi, kimi zaman kırmızı, sarı ya da yeşil tonlarında renk değişikliklerine neden olurlar (Erdin, 2009). İğne yapraklı ağaçlarda mavimsi siyah ve açık gri; geniş yapraklı ağaçlarda ise kahverengi renklenmeler görülmektedir. Türle göre değişmekle birlikte, renk mantarları için en uygun nem miktarı % 30- 40; sıcaklık istekleri ise 18- 20 -25 °C'ler arasında değişmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Renk mantarları, ahşap hücrelerindeki nişasta ve şeker gibi karbonhidratlarla beslenirler. Hücre duvarına etki etmedikleri için ahşabın sağlamlığını ve dayanıklılığını azaltmazlar; ancak permeabilitesini ve görünümünü değiştirirler (Şekil 3.13). Renk değişimi, küfler gibi yüzeysel olmayıp ahşabın iç kısımlarına da yayılmaktadır (Günay, 2007).



Şekil 3.13 : Renk mantarının odundaki etkisi (Url-6).

Mavi çürüklük iğne yapraklı ağaçlarda birkaç mantar tarafından oluşmakta olup, *Ceratocystis* ile *Cladosporium* en önemli türlerdir. Geniş yapraklı ağaçlarda ise *Chlorosplenium aeruginosum*'un renk değişikliğine sebep olduğu bilinmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Ahşap karakteristik rengini; yarı saydam hücrelerinde bulunan, koyu renkli ve çok sayıdaki ince iplikçiklerden (hüflerden) almaktadır (Desch ve Dinwoodie, 1996; Panshin ve diğ., 1964). Mavi çürüklük mantarı iplikçiklerinin mikroskop altındaki görünümü Şekil 3.14'teki gibidir.

Mavi çürüklük mantarları, ahşapta griden koyu veya siyahımsı maviye değişen tonlarda renk değişikliklerine neden olmaktadır. Rengi değişen alanlar; ahşap yüzeyinde ya da kereste ve kütüklerin uçlarında noktalar, çizgiler ve düzensizce şekillenmiş alanlar olarak görülebilir. Mantarın gelişimi için uygun şartların bulunması durumunda diri odunun rengi tamamen değişebilmektedir (Panshin ve diğ., 1964).



Şekil 3.14 : Mavi çürüklük iplikçiklerinin mikroskop altındaki görünümü (Url-9).

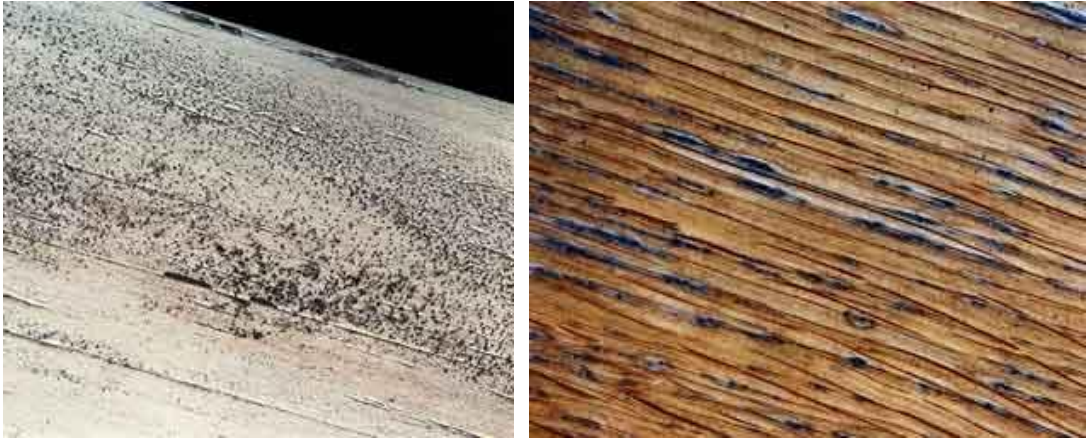
Mavi çürüklük mantarları ahşapta çürüklük yapmazlar; ancak ahşap çürütücü mantarlara karşı daha büyük hassasiyet gösterirler. Bu bakımdan mavi çürüklük, ahşabı çürütmeye eğilimli olabilmektedir. Mavi çürüklük, ahşapta önemli bir direnç kaybına neden olmamakta; ancak şok direncinde % 15- 30 civarında ya da daha fazla bir azalma görülebilmektedir (Tsoumis, 1991).

Mavi çürüklük; ağacın kesilmesinden ya da işlenmesinden birkaç saat ya da birkaç gün sonra, özellikle sıcak havalarda çok çabuk belirebilir. Uygun sıcaklık ve nemin yanında; diri odunda bulunan besin, kuvvetli ışığın bulunmayışı ve uygun pH istilaya zemin hazırlamaktadır. Kuru ahşap yeniden ıslandığında istilaya uğrayabilmektedir (Tsoumis, 1991).

Mavi çürüklüğe uğrayan ahşabın piyasa fiyatı, oluşan renk değişiminden dolayı düşmektedir. Renk değişikliği; döşeme kaplaması ve belirli mobilya türleri gibi boyanmamış ahşap ürünlerinde istenilmeyen bir etki yapar (Şekil 3.15). Ahşap rengindeki bu değişiklikler yüzeysel olmayıp, planyalama veya zımparalama ile ortadan kaldırılamaz (Tsoumis, 1991). Şekil 3.16’da mavi çürüklük mantarlarının boyalı ve doğal ahşap yüzeylerindeki etkisi görülmektedir.



Şekil 3.15 : Mavi çürüklüğe uğrayan kütüklerden üretilmiş ahşap ürünleri (Url-9, Url-10).



Şekil 3.16 : Mavi çürüklüğün boyalı ve doğal ahşap yüzeyindeki etkisi (Url-11).

Ahşabı mavi çürüklük mantarlarının etkilerinden korumak için; kesimden sonra tomruklar kısa süre içinde biçilmeli ve kereste havadar bir şekilde istiflenmeli ya da biçilinceye kadar suyun içinde depolanmalıdır. Kerestelerin depolandığı alanların temiz tutulmasına dikkat edilmelidir. Biçilen kereste yüzeyindeki testere talaşı fırçayla temizlenmeli, uygun emprenye maddeleriyle emprenye edilerek doğru bir şekilde istiflenmelidir (Berkel, 1970; Örs ve Keskin, 2001).

3.5.2.2 Ahşap dokusundaki etkilerine göre çürüklük yapan mantarlar

Çürüklük yapan mantarlar ahşap dokusundaki etkilerine göre; beyaz çürüklük, esmer çürüklük ve yumuşak çürüklük mantarları olarak üçe ayrılmaktadırlar (Berkel, 1970; Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009; Schwarze, 2007).

Beyaz çürüklük mantarları

Beyaz çürüklük mantarları Basidiomycetes sınıfına girerler. Çoğunlukla, geniş yapraklı ağaç odunlarında görülürler ve ahşapta beyaz çürüklüğe neden olurlar (Erdin, 2009). Çürüklük sonucu ahşabın lignin içeriği tahrip olmakta ve geriye beyaz lifli selüloz yapısı kalmakta olup, hem selüloz hem de ligninle beslenebilen türleri de bulunmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Tsoumis, 1991).

Beyaz çürüklük, ahşap renginin açılmasına ya da ağarmasına neden olmakta; ancak uzun bir süre genel yapıda değişiklik fark edilmemektedir (Erdin, 2009). Bazen; örneğin *Stereum guasapatum* tarafından istila edilen meşede, beyaz çürüklüğün ilk evrelerinde ahşap renginin koyulaştığı görülmektedir (Tsoumis, 1991). Beyaz çürüklüklerde; geriye kalan ahşabın dokusu yumuşak, süngerimsi, derimsi veya lifli bir yapı gösterir (Şekil 3.17). Dar, kahverengimsi siyah sınır çizgileri ve siyah çürüklük çizgileri de beyaz çürüklüklerle bağlantılıdır (Köse, 2000). Ayrıca, ahşapta esmer çürüklükte olduğu gibi enine çatlaklar ve anormal daralma da görülmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).



Şekil 3.17 : Beyaz çürüklük mantarının ahşapta yaptığı hasar (Url-12).

Esmer çürüklük mantarları

Esmer çürüklük mantarları; Basidiomycetes sınıfına giren, çoğunlukla iğne yapraklı ağaç odunlarına arız olan ve ahşapta esmer çürüklüğe neden olan bir mantar türüdür (Erdin, 2009). Esmer çürüklükte odun dokusu, kahverengi küp şeklindeki çatlaklarla gevşek bir yapı göstermektedir. Esmer çürüklüğe neden olan mantarlar, çoğunlukla karbonhidratları yani selüloz ve hemiselülozları tüketirler. Lignin önemli bir ölçüde tüketilmez; ancak kimyasal özellikleri, örneğin çözünürlüğü değişmektedir (Tsoumis, 1991). Ahşabın koyu renk almasına; selülozun tahribatı sonunda geriye kalan lignin, tanenler ve ekstraktif maddeler sebep olmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Esmer çürüklük; ahşap renginin kahverengiye dönmesine neden olmakta, kontrol edilen kütle kolayca kırılabilmekte ya da parmaklar arasında ezildiğinde toz haline dönüşebilmektedir (Şekil 3.18). Çatlaklar liflere paralel ve dik doğrultularda oluşmakta ve ahşap, odun kömürüne benzer bir görünüm almaktadır (Tsoumis, 1991). Esmer çürüklük sonucu çürümüş ahşabın, böcek istilalarına karşı daha hassas olduğu bilinmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).



Şekil 3.18 : Esmer çürüklük mantarının ahşapta yaptığı hasar (Url-12).

Yumuşak çürüklük mantarları

Savory 1954'te, makroskopik olarak yüzey yumuşaması şeklinde görülen yeni bir çürüklük tipi bulmuş ve bunu yumuşak çürüklük olarak adlandırmıştır (Köse, 2000). Yumuşak çürüklüğe yol açan mantarlar, Ascomycetes ve Fungi imperfecti sınıflarına girmektedirler (Berkel, 1970; Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009; Panshin ve diğ., 1964; Tsoumis, 1991).

Ascomycetes sınıfından *Chaetomium* ve Fungi imperfecti sınıfından *Trichoderma* türleri yumuşak çürüklük yapan mantarlar olup, en önemli tür *Chaetomium globosum*'dur (Bozkurt ve diğ., 1993).

Esmer ya da beyaz çürüklük mantarlarından daha geniş bir tahrip alanına sahip olan yumuşak çürüklük mantarları, çoğunlukla geniş yapraklı ağaçlara arız olmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Singh ve White, 1997). Yumuşak çürüklük mantarlarına çit kazığı, direkler gibi zeminle temas halindeki ve seralar gibi sıcak, nemli yerlerde kullanılan ahşaplarda rastlanmaktadır (Panshin ve diğ., 1964).

Yumuşak çürüklük mantarlarının gelişimi için en uygun ortam; %50'nin üzerindeki nem içeriği, 18- 28 °C sıcaklık ve 7- 8 arasındaki pH değerlerinde sağlanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Çürüklüğün ilk aşamaları, bir mikroskop yardımı olmadan güçlükle teşhis edilmektedir. Daha sonraki aşamalarda, yumuşak çürüklükten etkilenen yüzeyin rengi değişmektedir (Panshin ve diğ., 1964). Nemliyen bu yüzey oldukça yumuşaktır ve kazıyarak çıkarılabilmektedir. Kurduğunda ise çürüyen yüzey süngerimsi hissedilir. En sonunda, ahşapta çatlaklar gelişir ve görünümü biraz yakılmış ahşabı andırır (Panshin ve diğ., 1964; Singh ve White, 1997).

Yumuşak çürüklük mantarlarının en önemli özelliği; ahşabın hücre çeperinde selüloz mikrofibrillerine paralel olarak gelişen hüflerinin salgıladığı enzimler ile çoğunlukla hüflerin boyuna yönünde oluşan konik uçlu oyuklardır (Sivrikaya, 2003). Makroskopik olarak incelendiğinde ahşabın orijinal şeklini koruduğu görülmekte ancak; renk bozulmasıyla birlikte ahşap yüzeyinde yumuşama ve çukurlaşmalar oluşmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Yumuşak çürüklük mantarları, ahşabın yüzey tabakalarının rengini koyulaştırdıkları ve çürüklüğe uğrayan ahşabı kırılgan bir yapıya dönüştürdükleri için kimyasal etkileri bakımından esmer çürüklük mantarlarına benzemektedirler (Tsoumis, 1991). Ancak, çürüklüğün ilerlemesi esmer çürüklüğe göre çok daha yavaş gerçekleşmektedir (Berkel, 1970).

3.5.3.3 Nem ihtiyaçlarına göre çürüklük yapan mantarlar

Binalarda kullanılan ahşaplarda çürüklük yapan mantarlar nem ihtiyaçlarına göre; kuru çürüklük ve ıslak çürüklük mantarları olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Koruma ve mücadele işlemlerinin isabetli olabilmesi için, çürüklük tipinin belirlenmesi büyük önem taşımakta ve problemlerin çözülmesi için yeterli olabilmektedir (Erdin, 2009). Tüm mantarların gelişmesi için gerekli olan kritik minimum nem ihtiyacı % 20 civarındadır (Desch ve Dinwoodie, 1996).

Kuru çürüklük mantarları

Geniş ve iğne yapraklı ağaç odunlarına arız olan kuru çürüklük mantarları, çoğunlukla binalarda kullanılan ahşaplarda ya da depolanmış kerestelerde görülmektedir. Açık hava şartlarına maruz kalan ahşaplarda ise nadiren rastlanmaktadır (Panshin ve diğ., 1964). En önemli kuru çürüklük mantarı, büyük hasarlara yol açan ve % 20- 25 oranında düşük nem içeriğine sahip ahşaplarda da gelişebilen *Serpula lacrymans*'tır (Addleson, 1972; Desch ve Dinwoodie, 1996) (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 : Ahşapta tipik bir kuru çürüklük mantarı hasarı (Url-13).

▪ Hakiki ev mantarı / *Serpula lacrymans* (syn. *Merulius lacrymans*)

Çoğunlukla iğne yapraklı ağaç odunlarında görülen ve binalarda büyük hasarlara neden olan bir esmer çürüklük mantarı türüdür. Genellikle, nemli duvarlar içerisine gömülü ya da bu duvarlarla temasta olan ahşaplarda görülen bir esmer çürüklük mantarıdır. 25 °C'nin üzerindeki sıcaklıklara karşı duyarlı olup bu sıcaklıklarda kurumaktadır. Bu yüzden, iyi havalandırılan zemin katları veya çatılar gibi değişen koşulların olduğu yerlerde kullanılan ahşaplarda nadiren görülmektedir. Tuğla ve sıva üzerinde gelişebilirler; ancak bunlardan beslenemezler. Görülen sporoforlar, çürüklüğün ilk belirtilerindendir (Erdin, 2009; Url-13) (Şekil 3.20).



Şekil 3.20 : *Serpula lacrymans* sporoforları (Url-12, Url-14).

Oluşumları için önce neme ihtiyaç duyarlar; fakat daha sonra solunum ile havadan aldıkları suyu salgılayıp hava kurusu ahşabı nemlendirerek yaşamlarını sürdürebilirler (Berkel, 1970; Günay, 2007).

Mantarın ideal sıcaklık isteği 21 °C, nem isteği ise yaklaşık olarak % 30'dur (Erdin, 2009). Ancak; 3- 26 °C sıcaklık aralığında ve % 20- 80 ahşap neminde de yaşayabilirler (Berkel, 1970; Url-15).

Binalardaki ahşaba arız olan kuru çürüklük mantarı ciddi bir sorun oluşturmaktadır. İstilaya uğrayan ahşap, mantar tarafından salgılanan enzimlerle yavaş yavaş tahrip olmaktadır. Birçok ıslak çürüklük mantarı, üzerinde besin temin ettikleri ahşapla sınırlı kalır ve tuğlaya nüfuz edemez. Kuru çürüklük mantarları ise; ahşapla birlikte nemli karton, saman ve diğer bitkisel maddelerin üzerinde hatta beslenemedikleri malzemeler içinde aylarca yaşayabilirler (Url-15).

Serpula lacrymans; suyu ileten rimozorfları sayesinde ahşabın nemli yüzeylerinden, daha kuru yüzeylerine ve diğer yapı malzemelerine yayılabilme kabiliyetine sahip olduğundan nem içeriğinin azaltılması gelişmelerini durdurmada pek etkili olmamaktadır. Bu nedenle, kuru çürüklük mantarlarını yok etmek diğer mantarlardan daha zordur ve koruyucu önlemlerin alınması büyük önem taşımaktadır (Addleson, 1972; Url-15) (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 : İlerlemiş bir kuru çürüklük istilas (Url-16).

Çürüklük sonucu ahşap koyu kahverengi bir renk alır; ahşapta liflere paralel ve dik yönde derin, kübik çatlaklar gelişir. İlerlemiş çürüklüklerde ahşap; ağırlığının büyük kısmını kaybeder, zayıflar ve kırılğan bir hal alır (Şekil 3.22 ve 3.23). Parmaklar arasında ufalandığında toz haline dönüşebilir (Addleson, 1972; Erdin, 2009; Scott, 1968; Singh ve White, 1997).

Kaplamaların yüzeyindeki hafif dalgalı görünüm veya döşemelerdeki çöküntüler yoğun hasarların bir göstergesi olabilmektedir. İstilaya uğrayan ahşap, bir çakı ucuyla kontrol edildiğinde yumuşaktır ve ahşaba vurulduğunda tınlama sesi duyulmaz. Miselyum tabakası altındaki ahşap, dokunulduğunda ıslak ve yapışkan olabilir; ancak istilanın son aşamalarında kuru ve gevrek olur (Desch ve Dinwoodie, 1996).



Şekil 3.22 : Ahşapta *Serpula lacrymans* tarafından oluşan kübik çatlaklar (Url-12).



Şekil 3.23: *Serpula lacrymans* hasarı (Url-14).

Kuru ortamlarda miselyum; çoğunlukla küçük, açık sarı ya da leylak rengi lekelerle gri- beyaz bir şekil alır. Yüksek nem içeren ortamlarda ise mantarlar beyaz, kabarık şekilde gelişir; ham pamuk gibi kütleler istilaya uğramış ahşap yüzeyinde yayılır (Desch ve Dinwoodie, 1996) (Şekil 3.24). Miselyum ve sporofor üzerinde çoğu zaman su damlacıkları görülür (Şekil 3.25). Mantar adını, Latince’de gözyaşı anlamına gelen *Lacrymans*’tan almaktadır (Addleson, 1972; Scott, 1968; Url-17).



Şekil 3.24 : *Serpula lacrymans* miselyumu (Url-12).



Şekil 3.25 : *Serpula lacrymans* tarafından üretilen su damlacıkları (Url-14).

Mantarın rimozorfları gri- beyaz renklidir ve 8 mm kalınlığa ulaşabilir. Sıva ya da tuğlaya nüfuz edebilen rimozorflar kuruduklarında kırılıp parçalanırlar (Erdin, 2009; Url-15) (Şekil 3.26).

Sporoforları değişik ölçülerde olmakla birlikte, genellikle derin olmayan porlar veya kıvrımlarla etli bir tabaka şeklindedir. İlk zamanlarda gridir. Kenarlarında beyaz ve leylak rengi izler bulunmaktadır. Sonra ortası turuncuya, daha sonra da pas kırmızısı renge döner. Sporları 0.01 mm uzunluğunda olup turuncu- sarı renktedirler. Yığın halinde iken pas kırmızısı renkte görülürler (Erdin, 2009; Url-15). Sporlar; oluşan en ufak hava akımında etrafa dağılabildiklerinden, istilanın böcekler ve diğer parazitler tarafından geniş alanlara yayılması oldukça kolay olmaktadır (Addleson, 1972). Şekil 3.27’de *Serpula lacrymans* sporoforu ve dökülmüş sporları görülmektedir.



Şekil 3.26 : *Serpula lacrymans* rimozorfları (Url-12).



Şekil 3.27 : Kuru çürüklük mantarı sporoforu (solda) ve sporları (sağda) (Url-14).

Islak çürüklük mantarları

Tüm beyaz çürüklük ve esmer çürüklük mantarlarını kapsamaktadır. Binalarda kullanılan ahşaplarda nadiren görülen yumuşak çürüklük mantarları da etkileri bakımından ıslak çürüklük içerisine girmektedirler (Erdin, 2009). Islak çürüklük mantarları, genellikle % 25- 30 civarında yüksek nem içeriğine sahip ahşaplara arız olmakta ve nem içeriği düştüğünde gelişmeleri durmaktadır (Addleson, 1972). Şekil 3.28’de ıslak çürüklük mantar iplikçikleri ve mantarın ahşapta yaptığı hasar görülebilmektedir.



Şekil 3.28 : Islak çürüklük mantarı iplikçikleri (hüfleri) ve ahşapta yaptığı hasar (Url-18).

▪ Kiler mantarı / *Coniophora puteana* (syn. *Coniophora cerebella*)

Hem geniş yapraklı hem de iğne yapraklı ağaç odunlarında görülebilen ve esmer çürüklük yapan bir mantar türüdür (Berkel, 1970; Url-19). Genellikle, su sızıntısıyla veya yoğuşma sebebiyle ıslanmış olan ahşap malzemelere arız olup ahşabı çürütürler (Addleson, 1972). Nem kaynağı ortadan kaldırıldığında veya ahşap kurutulduğunda tahribatları durmaktadır (Berkel, 1970; Günay, 2007).

Grosser (1987)'e göre; bu mantarın ideal sıcaklık istekleri 22- 24 °C olup, 3- 35 °C sıcaklık aralığında yaşamaktadırlar. Şüphesiz nemli ortamları tercih ederler ve % 50- 60 ahşap neminde iyi gelişirler (Erdin, 2009).

Yeni, rutubetli yapılarda özellikle iyi kurutulmamış ve üzeri yağlı boya ya da linolyum ile örtülerek hava akımı önlenmiş ahşap döşeme ve döşeme altlıklarında büyük hasarlara neden olabilmektedirler. Mantar, hızlı bir şekilde gelişmekte ve bir yıl içerisinde ahşabı tamamen çürütebilmektedirler (Berkel, 1970).

Çürüklük sonucu ahşabın rengi koyulaşmakta, önceleri liflere paralel ve daha sonraki aşamalarda liflere dik yönde çatlaklar meydana gelmektedir (Şekil 3.29). Oluşan bu kübik çatlaklar, *Serpula lacrymans*'ın sebep olduğu çatlaklardan daha küçük olup derinlikleri genellikle daha azdır (Addleson, 1972; Erdin, 2009). Sonuçta, ahşap aşırı derecede kırılganlaşır ve parmaklar arasında ufalandığında toz haline gelebilir (Desch ve Dinwoodie, 1996).

Çürüklüğün büyük ölçüde iç kısımlarda oluşması ve az ya da çok sağlam ahşabın ince, bozulmamış bir tabakasının bu çürüklüğü saklaması mantarın diğer karakteristik özellikleridir (Addleson, 1972).



Şekil 3.29 : Ahşapta *Coniophora puteana* hasarı (Url-12, Url-19).

Miselyum sadece yüksek nemli koşullarda bulunmakla birlikte sarıdan kahverengiye kadar değişen renklerde, geçirimsiz kaplamaların üzerinde ise kirli beyaz renktedir (şekil 3.30). Nemli sıva ve tuğlaların üstünde yüzeysel olarak görülebilmektedir (Erdin, 2009; Url-19).

Rimozorfları ince, gençken sarımsı; genellikle kahverengi- siyah renklerdedir (Erdin, 2009; Url-19) (şekil 3.31). Kuru çürüklük mantarının rimozorfları gibi suyu taşıyamaz ve diğer malzemeler üzerinde gelişemezler. Bu nedenle, ahşap kurutulduğunda mantarların gelişimleri durmaktadır (Addleson, 1972).



şekil 3.30 : *Coniophora puteana* miselyumu (Url-12).



şekil 3.31 : *Coniophora puteana* rimozorfları (Url-19).

Sporoforlar; binalarda nadir olarak görülmekte olup alt katman üzerinde ince, düzgün uzanır ve küçük düzensiz yumruludur (ekil 3.32). Zeytin yeili- yeşilimsi kahverengi renklerde ve kenarları da krem rengindedir (Erdin, 2009; Url-19). Mantarın sporları sarımsı kahverengi- yeşilimsi kahverengi renklerde, yumurta biçiminde ve 9- 15 x 6- 9 µm byklgndedir (Erdin, 2009).



Şekil 3.32 : *Coniophora puteana* sporoforu (Url-12).

▪ Poria mantarları / *Amyloporia xantha*, *Fibroporia vaillantii*, *Tyromyces placenta*

Poria mantarları, genellikle iğne yapraklı ağaç odunlarında görülen ve esmer çürüklük yapan mantar türleridir. Bu grup, çoğnlukla sıcaklığın yüksek olduğu binalardaki nemli ahşap malzemelerde çürüklüğe neden olmaktadır. Özellikle *Fibroporia vaillantii*, çok büyük hasarların oluşmasına yol açabilmektedir (Url-20).

Poria türleri; özellikle sıcak ve rutubetli maden ocaklarında, tomruk ve kereste depolarında, tel direklerinde, traverslerde, rutubetli mahzenlerde ve evlerde görülmektedirler (Berkel, 1970).

Grosser (1987)'e göre, bu mantarların ahşapta ideal nem istekleri yaklaşık olarak % 40'tır (Erdin, 2009).

Çürüklük görülen ahşapta kübik çatlaklar görülmekte ve *Serpula lacrymans*'a benzemektedir. Ancak; oluşan çatlaklar, onun neden olduğu çatlaklar kadar derin değildir ve rengi daha açıktır (Erdin, 2009; Url-20). Şekil 3.33'te *Fibroporia vaillantii* istilasına uğramış bir ahşap görülmektedir.



Şekil 3.33 : Ahşapta *Fibroporia vaillantii* hasarı (Url-12).

Miselyum ve rimozorflar, beyaz buz kristali görünümünde olup hakiki ev mantarına göre daha az gelişmekte ve beyaz kalabilmektedir (Erdin, 2009). Mantarların miselyumu, beyaz veya krem renkte tabaka halinde ya da eğrelti otu şeklinde oluşmaktadır (Şekil 3.34). Demirle temas ettiğinde ise rengi kahverengi olabilmektedir. Rimozorflar, nadiren sicimden daha kalın yapıdadır. Renkleri beyazdan kreme değişen renklere sahiptir ve kuruduklarında esnek kalabilmektedirler (Erdin, 2009; Url-20) (Şekil 3.35).



Şekil 3.34 : *Fibroporia vaillantii* miselyumu (Url-12, Url-20).



Şekil 3.35 : *Fibroporia vaillantii* rimozorfları (Url-20).

Mantarların sporoforları düzensiz olup yumrulu tabakalar veya katmanlar halinde, beyaz veya krem renginden soluk sarıya kadar değişen renklerde. Spor üreten yüzeyler çok sayıda küçük porlardan oluşmaktadır ve beyaz- soluk sarı renklerde (Şekil 3.36 ve 3.37). Sadece *Tyromyces placenta*'da, bazen pembe lekeli (Erdin, 2009; Url-20). Mantarların sporları ise renksiz, elips şeklinde, yaklaşık olarak 4.5- 6 µm uzunluğunda ve 2.5- 4.5 µm genişliğindedir (Erdin, 2009).



Şekil 3.36 : *Poria placenta* sporoforu (Url-20).



Şekil 3.37 : *Amyloporia xantha* sporoforu (Url-20).

Fibroporia vaillantii'nin sporoforu diğerlerinden farklı olarak, alt katmana deri gibi bağlanmakta veya minder şeklini alabilmektedir (Şekil 3.38). Rengi ilk başlarda beyaz, daha sonra sarımsı ya da gri olabilmektedir. Sporoforları daima yumuşak olup yaşı ilerledikçe çürümeden kurumaktadır. Porları çıplak gözle görülebilir ve yaklaşık olarak 0.25- 0.5- 1.0 mm çaplarında, köşeli ve yırtık kenarlıdır. Alt katman yatay ise por tabakası yukarıya, düşey ise aşağı doğru yönelmektedir (Erdin, 2009).



Şekil 3.38 : *Fibroporia vaillantii* sporoforu (Url-12).

▪ *Phellinus contiguus* (syn. *Poria contigua*)

Hem geniş yapraklı hem de iğne yapraklı ağaç odunlarında görülebilen ve beyaz çürüklük yapan bir mantar türüdür. Dış doğramalarda yaygın olarak görülmektedir (Desch ve Dinwoodie, 1996; Url-21).

Miselyum sarımsı kahverengi renkte öbekler halinde olup, sporoforun etrafında ya da ahşaptaki çatlakların içinde bulunabilmektedir (Şekil 3.39). Mantarın rimozorfları yoktur. Sporofor ise arada sıra görülmektedir (Erdin, 2009).

Sporoforu koyu sarıdan koyu kahverengiye değişen renklerde, sert, 0.5- 1.0 mm çapındaki minik porlarla kaplı, uzamış bir yapıdadır (Şekil 3.40). Kalınlığı yaklaşık olarak 1- 2 cm olan sporoforun uzunluğu 1 m'yi bulabilmektedir. Sporları renksiz, elips şeklinde, 6- 8 µm uzunluğunda ve 3- 5 µm genişliğinde olup yağ damlacıkları görünümüne sahiptir (Erdin, 2009).



Şekil 3.39 : *Phellinus contiguus* miselyumu (Url-12).



Şekil 3.40 : *Phellinus contiguus* sporoforu (Url-12).

Bu mantarın istilasına uğrayan ahşabın rengi beyazlamakta; ahşap ip gibi, lifli bir görünüm almaktadır (Şekil 3.41). Ahşapta kübik çatlaklar oluşmamakta ve ahşap ufalanmamaktadır (Erdin, 2009; Url-21).



Şekil 3.41 : Ahşapta *Phellinus contiguus* hasarı (Url-12, Url-22).

▪ *Donkioporia expansa* (syn. *Fomes expansus*)

Geniş yapraklı ağaç odunlarında, özellikle meşede görülmekle birlikte, bitişik durumdaki iğne yapraklı ağaç odunlarına da yayılabilen bir beyaz çürüklük mantarıdır. Sürekli su sızıntısı görülen binalardaki ahşaplarda sıklıkla rastlanmaktadır (Erdin, 2009; Url-23).

Genellikle, nemli duvarlar içine gömülü olan kiriş uçlarında bulunmakta ve meşede diğer mantarlardan daha yoğun hasarlara neden olmaktadır. Verdiği hasar, kirişin

iiyle sınırlı kaldığından sporoforları görölmeden fark edilemeyebilmekte ve çoğu kez ölüm saati böceği saldırısı ile birlikte görölmektedir (Erdin, 2009; Url-23).

Mantarın ideal sıcaklık isteği 27 °C olup, gelişmesi 35 °C'yi aşınca durmakta ve 10°C'de yavaşlamaktadır. Bu mantarın istilasına uğrayan ahşap, beyazlamaya başlar ve tel gibi iplikler bırakarak pamuk tiftiği kıvamında bir yapıya dönüşür. Çürümüş ahşap kolayca kırılır; fakat ufalanmaz (Erdin, 2009).

Miselyum; sarıdan kırmızı kahverengine kadar değişen renklerde olup, çoğunlukla ahşabın dış hatlarının şeklini almakta ve sarımsı kahverengi sıvı damlaları akıtmaktadır. Mantarın rimozorfları bulunmamaktadır. Sporoforun rengi kahverengi veya devetüyü; yapısı ise ince, derimsi, tabaka veya konsol biçiminde ya da kalın, sert ve odunsudur (Erdin, 2009; Url-23) (Şekil 3.42).

Sporofor yaklaşık olarak 12 cm genişliğinde, 14- 20 cm uzunluğunda olmakla birlikte kalınlığı 2.5 cm'yi bulabilmektedir. Spor üreten yüzey, çok sayıda küçük porlardan oluşur ve tarçını kahverengi ya da açık kahverengindedir. Çoğunlukla, birkaç kat por tabakası bulunabilmektedir (Erdin, 2009).



Şekil 3.42 : *Donkioporia expansa* sporoforu (Url-23).

▪ İstiridye mantarı / *Pleurotus ostreatus*

Genellikle, yapraklarını dökmeyen ağaçlar üzerinde bulunmakla birlikte; bazen binalarda kullanılan ahşap levha ürünlerinde görölen bir beyaz ürüklük mantarıdır (Url-24).

İstilaya uğrayan ahşap ve levha ürünlerde renk açılması görölmekte; yonga levhalarda ise yongalar birbirinden ayrılma eğilimindedirler. ürüyen kısımlar, çoğunlukla dar ve koyu kahverengi çizgiler ile sınırlanmaktadır (Erdin, 2009).

Miselyum beyazımsı renkte ve yönlü keçe gibidir. Mantarın rimozorfları yoktur. Sporoforu ise gri veya açık kahverenginde olup, mantarın alt tarafı beyazımsı lamellerle kaplıdır (Şekil 3.43). Saplı veya sapsız olabilir; eğer sapı varsa da merkezde değildir (Erdin, 2009).



Şekil 3.43 : *Pleurotus ostreatus* sporoforu (Url-24).

▪ *Asterostroma spp.*

İğne yapraklı ağaç odunlarında görülen ve sık rastlanmayan bir beyaz rklk mantarıdır. Genellikle; nemin yüksek olduğu doğramalar, döşeme tahtaları ve sprgeliklerde bulunmaktadır (Erdin, 2009).

Hasar gören ahşabın rengi beyazlamakta ve ahşapta tel tel, lifsi bir görünüm oluşmaktadır. Kübik çatlaklar oluşmaz ve ahşap ufalanmaz. Mantarın miselyumu beyaz, krem veya devetüyü rengine tabakalar şeklinde olmakla birlikte her zaman bulunmayabilmektedir. Mantar, çoğunlukla uçları yıldıź biçimindeki iplikçiklerden oluştuğu için “yıldıź gövdeli mantar” denilmektedir. Mantarın sporoforları ise ince, tabaka gibi olup miselyumdan güçlükle ayırt edilebilir ve porları yoktur (Şekil 3.44 ve 3.45). Rimozorfları ince, beyaz, pürüzlü görünümlü ve hafif tüylüdür. Kuruduėunda esnek kalabilir ve bazen duvar üzerinden uzun mesafeleri geçebilmektedir (Erdin, 2009) (Şekil 3.46).



Şekil 3.44 : *Asterostroma* spp. miselyumu (solda) ve sporoforu (sağda) (Url-12).



Şekil 3.45 : Birbirinden güçlükle ayırt edilebilen *Asterostroma* spp. miselyumu ve sporoforu (Url-25).



Şekil 3.46 : *Asterostroma* spp. rimozorfları (Url-25).

▪ *Paxillus panuoides* (syn. *Tapinella panuoides*, *Paxillus acheruntius*)

İğne yapraklı ağaç odunlarında görülen ve çok nemli ortamlarda gelişen bir esmer çürüklük mantarıdır. Geniş yapraklı ağaç odunlarında nadiren görülmektedir. Mantarın gelişmesi için ahşabın ideal sıcaklığı 23- 26 °C; nemi ise % 50- 70 arasında olmalıdır (Erdin, 2009).

Miselyumun bulunduğu yerlerde ilk aşamalarda parlak sarı lekeler görülmekte, daha sonraki aşamalarda çürüyen ahşap yumuşamakta ve peynir kıvamında bir hal almaktadır. Kuruduğunda ise, derin boylamasına yarıklar ve liflere dik yönde bazı ince çatlaklar görülmektedir. Miselyum yumuşak, tüylü veya yün gibi, bazen mor lekeli mat sarı renktedir. Rimozorfları ince ve miselyumla aynı renktedir (Erdin, 2009; Url-26).

Mantarın sporoforu soluk sarı renkte, yelpaze veya huni biçimindedir ve sap bulunmamaktadır. Lamelleri parlak turuncu veya sarımsı kahverengidir ve sıkça dallanmıştır (Şekil 3.47). Kahverengi veya toprak renginde olan sporları elips şeklinde, yaklaşık olarak 4- 6 µm uzunluğunda ve 3- 4 µm genişliğindedir (Erdin, 2009).

Çizelge 3.3'te ahşaba arız olan çeşitli mantar türleri ve Çizelge 3.4'te bazı ahşap çürütücü mantarların karakteristik özellikleri görülmektedir.



Şekil 3.47 : Hasarlı ahşap üzerinde *Paxillus panuoides* miselyumu ve rimozorfları ile birlikte ayrıık görülen sporoforlar (Url-26).

Çizelge 3.3 : Ahşaba arız olan çeşitli mantar türleri (Günay, 2007’den uyarlanmıştır).

AHŞABA ARIZ OLAN MANTARLAR	MANTAR	BELİRTİLERİ	BAZI ÖRNEKLER	TAHRİBATI	
	ÇÜRÜKLÜK YAPAN MANTARLAR	Esmer çürüklük mantarları	- Esmer çürüklük yapar. - Oluşan çatlaklar lif doğrultusunda ve ona diktir. - Ahşapta anormal çekme ve çökme görülür.	<i>Serpula lacrymans</i> <i>Coniophora puteana</i> <i>Poria</i> mantarları <i>Polyporus</i> <i>Lenzites</i>	- Selülozu tüketip koyu renkli olan lignini bıraktıkları için ahşap kahverengi görünür. - Mukavemeti azaltır. - En tehlikeli türü <i>Serpula lacrymans</i>'tır.
		Beyaz çürüklük mantarları	- Ahşap renginin açılmasına neden olur. - Ahşaptaki çatlaklar beyaz renkli ve lif doğrultusundadır. - Anormal çekme ve çökme görülmez.	<i>Asterostroma</i> <i>Phellinus contiguus</i> <i>Pleurotus ostreatus</i> <i>Donkioporia expansa</i> <i>Stereum türleri</i> <i>Polystictus türleri</i> <i>Pholiata</i>	- Çoğunlukla geniş yapraklı ağaçlarda görülür ve ahşapta beyaz çürüklüğe neden olur. - Ahşapta lif doğrultusunda beyaz renkli çatlaklar oluşur.
		Yumuşak çürüklük mantarları	- Rutubetli ahşap, koyu renkli ve yumuşaktır. - Kuru haldeki malzemede ise küp şeklinde çatlaklar görülür.	<i>Imperfecti</i> <i>Ascomycete</i>	- Selülozu tüketir. - Hücre duvarlarında boşluklar yapar. - Su altında çok kalan ve toprakla temas eden ahşapta görülür. - Yüzeyde etki gösterir ve yavaş gelişir. - Yüksek sıcaklık, az oksijen ve birçok koruyuculara dayanıklıdır.
RENK DEĞİŞİKLİĞİNE NEDEN OLAN MANTARLAR	Leke mantarları	- Çürük anlaşılmaz. - Renk değişimi çürük işareti olabilir.	- Mavi leke mantarı <i>Ceratosystis</i> <i>Ophiostoma</i>	- Doğal kurutulmuş ahşapta oluşur ve renk değişikliği yapar. - Ahşabın nişasta, şeker, yağ gibi maddelerini tüketir. - Mukavemeti çok az etkiler. - Geçirimliliği artırır. - Beyaz çürüklük mantarına dönüşebilir.	
	Küf mantarları	- Renkli sporları yüzeyde çok sayıda görülür.	<i>Trichoderma</i> <i>Penicillium</i> <i>Aspergillus</i>	- Renk değişimi yapar. - Mukavemeti etkilemez. - Geçirimliliği artırır. - Yüksek sıcaklığa dayanıklıdır. - Beyaz çürüklük mantarına dönüşebilir.	

Çizelge 3.4 : En önemli ahşap çürütücü mantar türlerinin karakteristik özellikleri (Url-17).

MANTAR TÜRÜ	AHŞAP ÜZERİNDEKİ NORMAL ETKİSİ	AHŞAP YÜZEYİNDEKİ RİMOZORFLAR	AHŞAP YÜZEYİNDEKİ DİĞER GELİŞMELER	SPOROFORLAR
<i>Serpula lacrymans</i>	Ahşabın rengi koyulaşır. Çürüten ahşap büzülür ve derin, kübik çatlaklara ayrılır. Çoğunlukla sulu ortamlarda değil, nemli ortamlarda görülür. İstilanın ilk belirtilerinden olan spor tozları, açık pas rengindedir ve sonraları kırmızı kahverengine dönüşür.	Rimozorflar gridir. Bazen kurşun kalem kalınlığında olup kurduğunda kırılındır.	Nemli, karanlık ortamlarda yumuşak, beyaz yastık veya ipeksi püsküller şeklindedir. Kuru ortamlarda ise kalın, gümüşümsü gri tabaka veya deri katmanı şeklinde olup, genellikle limon sarısı ve eflatun renkli lekeler görülür.	Etli, yumuşak; fakat daha çok sert yapıda olup, gözleme ya da konsol şeklindedir. Spor üreten yüzey toprak sarısından kırmızı kahveye değişen renklerde, geniş gözenekli ya da labirent gibi çıkıntılı ve kırışiktır. Kenarları ise beyazdır.
<i>Coniophora puteana</i>	Ahşabın rengi koyulaşır. Uzunlamasına çatlaklar çoğunluktadır. Oluşan enine çatlaklar çoğu kez, kısmen sağlam ahşabın ince bir yüzey kabuğu ile örtülür. Genellikle çok nemli koşullarda; özellikle de kilerler, masif döşemeler ve çatılarda görülür.	Rimozorflar incecik, çoğu kez ipliklidir. Önceleri sarımtırak olup, daha sonraları koyu kahverengi veya neredeyse siyahtır.	Bazen çok ince, derimsi büyümeler görülür. Sarımtırak veya koyu kahverengidir (Geçirimsiz zemin kaplamalarının altında grimsi beyazdır).	Binalarda nadiren bulunur. İnce tabaka şeklindedir. Spor üreten yüzey yeşilimsi kahverengidir. Üretilen sporlar küçük yuvarlakça yumrular ya da kabarcıklar üzerindedir.
<i>Poria vaillantii</i> ve diğer Poria türleri	Çürüme <i>Serpula lacrymans</i> 'a benzer; ancak daha az yaygındır. Konutlarda Poria mantarlarının birçok türü görülür ve hepsi <i>Serpula lacrymans</i> 'tan daha fazla neme ihtiyaç duyar.	Rimozorflar beyaz veya beyazımsıdır. Seyrek olarak güçlü kıvrımlardan daha kalındır. Kurduğunda esnekliğini korur.	Beyaz veya krem renginde tabakalar ya da eğrelti otu şeklinde büyümeler görülür. Bazen, demirle temas ettiğinde kısmi kahverengi renk değişiklikleri görülebilir.	Beyaz katman veya tabaka şeklindedir. Spor üreten yüzey beyazdır ve çok sayıda küçük porlardan oluşur.
<i>Phellinus contiguus</i> (dış doğramalarda bulunur)	Ahşabın rengini açar ve sonunda tel tel, life benzer bir görünüm oluşur. Enine kübik çatlaklar yoktur.	Rimozorfları yoktur.	Bazen yüzeyde ya da boşluklarda kahverengi kümelenmiş büyümeler görülür.	Nadiren bulunur. Sert, kahverengi büyümeler çoğunlukla uzuncadır. Yüzey çok küçük porlarla kaplıdır.

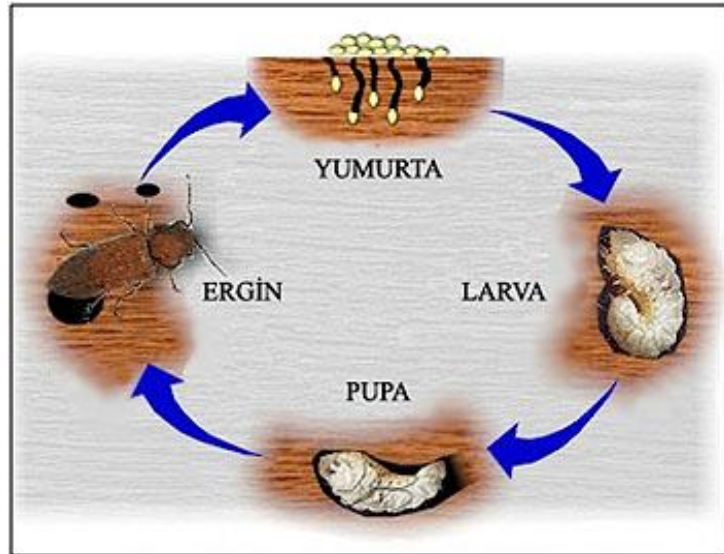
3.5.3 Ahşaba zarar veren böcekler

Ahşaba zarar veren böcekler, sadece geniş yapraklı ya da iğne yapraklı ağaçlara veya her ikisine de arız olabilmektedirler. Nadir olarak, özel bir tür ağaçta yaşayanları da bulunmaktadır. Ahşabın sadece diri ya da öz odununda veya her ikisinde de görülebirlirler. Böceklerin bir kısmı ise, mantar istilasına uğramış ve kısmen çürümüş ahşapta bulunabilmektedir. Lif doygunluğundaki nem oranı böceklerin yaşamaları için en ideal ortam olup, genellikle nemli ahşabı tercih etmektedirler (Bozkurt ve diğ., 1993; Günay, 2007). Binalarda kullanılan ahşap malzeme, böceklerin larvaları tarafından oyulan tüneller ya da erginlerin açtığı delikler ile tahrip olmaktadır (Şekil 3.48). Ahşapta oluşan hasarın boyutu; istila edilen ahşap cinsine, ortam koşullarına, böceğin türüne ve etki süresine göre değişmektedir.



Şekil 3.48 : Böceklerin ahşapta yaptığı hasara bir örnek (Url-1).

Ahşabı besin kaynağı ve barınak olarak kullanan ahşaba zarar veren böcekler; yumurta, larva, pupa ve ergin olarak dört belirgin evre geçirmektedirler (Şekil 3.49).



Şekil 3.49 : Ahşap delici böceklerin yaşam döngüsü (Url-27).

1) Yaşam döngüleri; ergin dişi böceğin ahşap yüzeyindeki çatlak, yarık veya var olan çıkış deliklerine yumurtalarını bırakmasıyla başlar (Şekil 3.50). Yumurtta birkaç hafta içinde olgunlaşır ve çatlar.



Şekil 3.50 : Ergin dişi böceğin yumurtaları (Url-28).

2) Larva veya kurtçuk evresi; böceğin ahşaba en fazla zararı verdiği, öğüntü tozlarının oluşturulduğu ve böcek türüne göre yıllarca (1- 10 yıl) sürebilen evredir. Yumurtadan çıkan genç larva veya kurtçuk ahşabı oymaya başlar ve yapısal hasara neden olur (Şekil 3.51).



Şekil 3.51 : Böceğin larvası (Url-28).

3) Olgunlaşan larva, ahşap yüzeyine yakın bir yerde pupa boşluğu oluşturur ve burada pupaya dönüşür (Şekil 3.52). Birkaç hafta içinde pupa, ergin bir böcek haline gelir.



Şekil 3.52 : Böceğin pupa hali (Url-28).

4) Pupadan yeni çıkan ergin böcek, ahşap yüzeyindeki ince kaplamayı yiyerek oluşturduğu çıkış veya uçma deliklerinden dışarı çıkar ve yaşam döngüsü tamamlanır (Şekil 3.53).

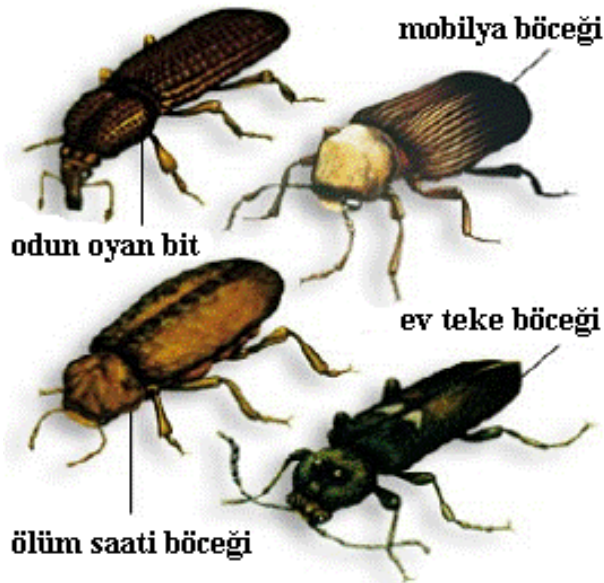


Şekil 3.53 : Ergin böcek (Url-29).

Yaşam süreleri birkaç hafta süren ergin böceklerin, yüksek bir enerji kaynağı dışında beslenme gereksinimleri yoktur. Bu süre içinde yayırlar ve çiftleşirler. Ergin dişi böceğin, yumurtalarını ahşap yüzeyinde uygun yerlere bırakmasıyla yaşam döngüleri tekrarlanarak devam eder (Erdin, 2009).

Böcekler dikili ağaçlara, tomruklara, direklere, depolarda bulunan ve binalarda kullanılan kuru veya ahşap malzemelere ciddi hasarlar verebilmektedirler. Böceklerin gelişmesinde besin maddesi, nem ve sıcaklık ihtiyaçları etkili olmakta ve böcekten böceğe çeşitlilik göstermektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Binalarda ve bina dışında kullanılan ahşap malzemelere zarar veren böcek türlerinin doğru teşhis edilmesi, uygun koruma ve müdahale işlemlerinin seçilip uygulanması bakımından büyük önem taşımaktadır (Şekil 3.54).



Şekil 3.54 : Ahşaba hasar veren bazı böcek türleri (Url-30).

3.5.3.1 Mobilya böceği / Tos vuran böcek (*Anobium punctatum*)

Anobiidae (Tos vuran böcekler/ ağaç kemirenler) familyasına ait bir böcek türü olup ülkemizde ve Avrupa'da, özellikle İngiltere'de, yaygın olarak bulunmaktadır. Binalarda yaptıkları hasarlar, döşeme tahtalarının çökmesine neden olabilecek kadar büyük ve önemlidir (Bozkurt ve diğ., 1993; Toper Kaygın ve Sade, 2004).

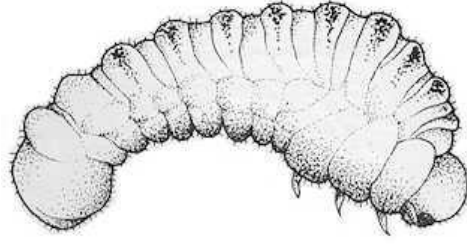
Daha çok iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaç odunlarına arız olmakla birlikte, nadiren bazı tropik yapraklı ağaç odunlarında da görülmektedir. Eski mobilyalarda ve tüm yapısal ahşaplarda, özellikle çatı arası girişi ve çevresinde, masif duvarlarla temas halindeki ahşaplarda, döşemelerde, merdiven altlarında, doğramalarda ve binada nemden etkilenen diğer alanlarda rastlanmaktadır (Erdin, 2009; Url-31; Url-32).

Anobium punctatum; ayrıca hayvan esaslı eski tutkallarla (kan, balık veya kazein) huş, kayın ve meşeden üretilen kontrplaklara da arız olmaktadır. Modern kontrplaklar ve tüm diğer levha ürünleri ergin böcekler tarafından nüfuz edilebilir olsalar da, bu ürünler mobilya böceğinden etkilenmezler (Erdin, 2009; Url-32).

Biyolojik döngü, genellikle 2 yıldır; fakat 10 yıl veya daha fazla da sürebilmektedir (Tsoumis, 1991). Ergin bir dişi böcek ortalama 20- 60, bazıları ise 80 kadar yumurta bırakabilmektedir. Böceğin yumurtaları küçük, oval veya limon şeklinde ve 0.3 mm çapında olup çıplak gözle görülebilir. Ahşaptaki çatlak ve aralıklar, planyalanmamış kereste yüzeyi, kontrplak köşeleri, pürüzlü yüzeyler ve eski uçma delikleri dişi böcek için ideal yumurtlama alanlarıdır. Yumurta evresi 4- 5 hafta kadar sürer (Scott, 1968; Url-31).

Larva veya "kurtçuk"; yaklaşık 6 mm uzunluğunda, kremi beyaz renkte ve "C" şeklinde kıvrık olup beyaz veya sarı ince tüylerle kaplıdır (Şekil 3.55). Gövdesi yumuşak ve etlidir (Toper Kaygın ve Sade, 2004; Scott, 1968; Url-31). Baş kısmında, ahşap içinde tünel kazmasını sağlayan koyu kahverengi bir çift çene bulunmaktadır. Yumurta çatladığında genç larva, yumurtanın alt kısmından ahşabın içine doğru nüfuz etmeye başlar ve 2- 5 yıl kadar tünel kazmaya devam eder (Scott, 1968).

Bu böceğin larvası; yumuşak ve beyaz çürüklük görülen ahşaplarda ve oldukça yüksek nem ile düşük azami sıcaklıkların hakim olduğu koşullarda daha hızlı şekilde gelişmektedir (Panshin ve diğ., 1964).



Şekil 3.55 : *Anobium punctatum* larvası (Url-32).

Larvaların gelişimi için ahşapta en ideal ortam 22- 23 °C sıcaklık ve % 30 nem içeriği ile sağlanmakta; bağıl nemin % 55- 60'ın ve ahşabın neminin % 10- 12'nin altına düşmesiyle de gelişimleri durmaktadır (Erdin, 2009).

Larvaların açtığı tünellerin enine kesitleri dairesel ve 1- 2 mm çapındadır. Tüneller kısa, genellikle çok sayıda, gelişigüzel konumlanmıştır ve çoğu kez liflere paralel bir yol izlerler (Erdin, 2009). Larva; oyduğu ahşapla beslenirken tüneller, ince ahşap parçaları ve dışkı peletlerinden oluşan öğüntü tozları ile gevşekçe doldurulur. Öğüntü tozu krem renginde olup elips veya limon şeklindeki peletler içermektedir (Şekil 3.56). Parmaklar arasında ufalandığında kumlu bir yapıdadır (Erdin, 2009; Scott, 1968; Url-32).



Şekil 3.56 : *Anobium punctatum* öğüntü tozu (x 10) (Url-33).

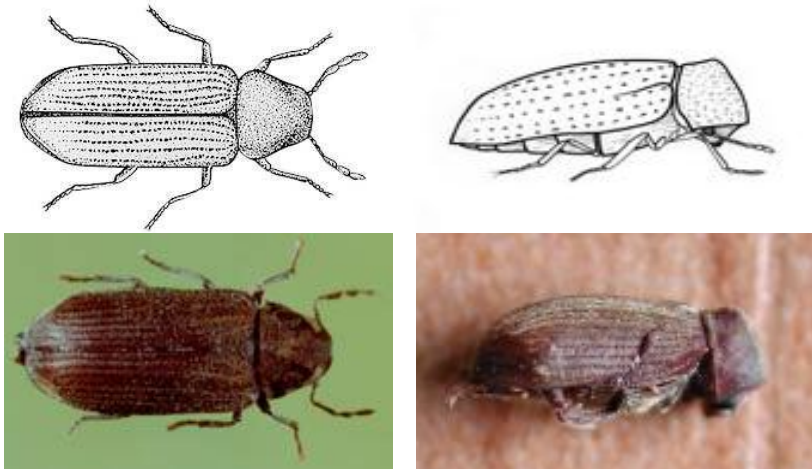
Olgunlaşan larva, ahşap yüzeyine yakın bir noktada kendinden biraz daha geniş bir oda oluşturur. Bu odada pupaya dönüşür ve 6- 8 hafta sonra da tam gelişmiş ergin böcek oluşur. Ergin böcekler pupa odasından çıkış yolunu oyup, uçma veya çıkış delikleri bırakarak dışarı çıkarlar (Scott, 1968; Url-31).

Çıkış delikleri dairesel ve 1- 2 mm çapındadır (Şekil 3.57). Çoğu kez eski, bitmiş hasarlarda parazit yaban arılarının ince iğne delikleriyle birlikte görülmektedir (Erdin, 2009; Url-32).



Şekil 3.57 : Ahşapta *Anobium punctatum* hasarı (Url-33).

Ergin böcek, 3- 5 mm uzunluğunda ve mat kırmızımsı- koyu kahverengi renktedir (Şekil 3.58). Gövdesi ince, kısa ve sarı tüylerle kaplı olup üst kanatları üzerinde küçük delik veya oyuk dizileri bulunmaktadır (Erdin, 2009; Scott, 1968; Url-31; Url-32). Böceğin ayırt edici özelliği; kafasını kaplayan ve oldukça çıkıntılı olan geniş başlık veya ön göğüs (protoraks) tür (Berkel, 1970; Scott, 1968; Toper Kaygın ve Sade, 2004).



Şekil 3.58 : Ergin *Anobium punctatum* böceğinin üst (solda) ve yan (sağda) görünüşü (Url-33, Url-30).

Erginler, mart sonu- ağustos başı arasında özellikle sıcak havalarda hasar görmüş ahşabın üzerinde ya da çevresinde bulunabilirler (Erdin, 2009) (Şekil 3.59). Nadiren de olsa yılın diğer zamanlarında ortaya çıkabilirler. Bilhassa, sıcak ve güneşli havalarda aktif olarak uçarlar. Bir yerden bir yere uçan erginler, istilayı bu yolla hasar görmemiş ahşaplara yayabilmektedirler. Ergin böcekler beslenmezler ve 3- 4 hafta kadar hayatta kalırlar. Bu süre içinde çiftleşirler ve dişi böcek uygun yerlere yumurtalarını bırakır. Böylece, yaşam döngüsü tekrarlanarak devam eder (Url-31).



Şekil 3.59 : Ahşap üzerinde görülen ergin *Anobium punctatum* böceği (Url-34).

İyileştirici müdahale olarak; genellikle organik çözücüler, emülsiyonlar ya da pastalar (macunlar) uygulanmaktadır. Ayrıca, dumanlama ya da diklorvos çubuklar da kullanılabilir. Çok eski yapısal ahşaplarda böceğin faaliyeti çoğunlukla aktif değildir ve bu gibi durumlarda emprenye işlemine gerek duyulmamaktadır (Erdin, 2009; Url-32). Larvalara sıcak hava ile müdahale edilecekse, sıcaklık ile süre iyi ayarlanmalı ve ahşap sıcaklığı 55 °C üzerinde olmalıdır (Erdin, 2009).

3.5.3.2 Kahverengi diri odun böceği (*Lyctus brunneus*)

Lyctidae familyasına ait böcekler ülkemizde “diri odun böcekleri”, İngiltere’de “powder post beetles” ve Almanya’da ise “parke böcekleri” olarak bilinmekte olup; bu familyanın ekonomik açıdan en önemli türü *Lyctus*’lardır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Geniş gözenekli ve fazla nişasta içeren geniş yapraklı ağaç odunlarının diri odununa; genellikle meşe, dişbudak, ceviz, karaağaç ve kestaneye arız olmaktadır. İğne yapraklı ağaç odunlarının ve tüm geniş yapraklı ağaç odunlarının öz odunları ile kayın ve huş ağacını da kapsayan belirli geniş yapraklı ağaç odunu türleri normalde bu böceklerle bağışıklıdır (Erdin, 2009; Scott, 1968).

Çoğunlukla mobilyalara, blok ya da lata ahşap döşemelere, doğramalara, masif ahşap ve kontrplaklara arız olmaktadır (Berkel, 1970; Erdin, 2009; Url-35). Kuru keresteye, binalarda kullanılan ahşaplara ve üretimin çeşitli aşamalarındaki birçok geniş yapraklı ağaç ürünlerine ciddi hasarlar vermektedirler. İstila bir kez başladı mı böceğin yok edilmesi, pahalı ve çoğu kez kesin bir sonuç vermeyen bir önermedir. Bu yüzden, önleyici tedbirlerin alınması çok önemlidir (Panshin ve diğ., 1964).

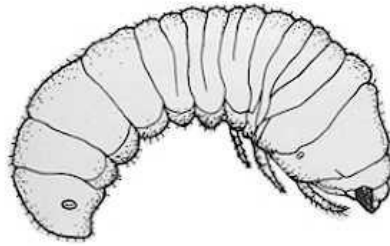
Biyolojik döngü genellikle 1- 2 yıldır; fakat daha sıcak ortamlarda 2- 3 ay kadar kısa olabilir (Tsoumis, 1991).

Dişi böcek, yumurtlama borusu denilen özel bir organa sahiptir. Sadece yeterli genişlikteki gözeneklere sığacak olan yumurtalarını bu sayede ahşabın içine oldukça derine bırakabilir (Scott, 1968; Url-35).

Kayın, huş ağacı, şimşir ve atkestanesi gibi ağaçların ahşapları, çok küçük gözeneklere sahip olduğundan *Lyctus*'lar tarafından tercih edilmezler. Dişi böcek, öncelikle larva gelişimi için ahşabın yeterli nişasta içeriğine sahip olup olmadığını kontrol eder; sonra da yumurtalarını ahşabın gözeneklerinde derin bir yere bırakır (Url-35). İstila, kısmen veya tamamen kurutulmuş ahşaplarda meydana gelmektedir (Desch ve Dinwoodie, 1996).

Böceğin yumurtaları uzun, dairesel ve beyaz olup ayrı ayrı bırakılmıştır. Her dişi böcek ortalama 25- 30, bazıları ise yaklaşık 50 kadar yumurta üretebilmektedir (Scott, 1968). 1- 2 hafta sonra yumurtadan çıkan genç larva, ahşabı oymadan önce yumurtasının içinde bulunan yumurta sarısı gibi maddeyi yemektir (Url-35).

Larva, yaklaşık olarak 4- 7 mm uzunluğunda soluk krem renkte ve kıvrıktır (Şekil 3.60). Küçük, üç çift bacağı vardır. Gövdenin arka iki ucunda açık kahverengi renkte, oval lekeler şeklinde görülen, nefes almayı sağlayan nefes gözenekleri bulunmaktadır (Erdin, 2009; Url-36). Ahşaba nüfuz etmede etkili bir şekilde kullanılan, kahverengi renkte bir çift çeneye sahiptir. Larva, diri odunda aşağı ve yukarı çeşitli yönlerde tüneller kazmaktadır.



Şekil 3.60 : *Lyctus brunneus* larvası (Url-36).

Larva gelişimine yardımcı faktör, ılık bina sıcaklığıdır. Kış aylarında da tünel kazma işlemi azalarak da olsa devam etmektedir (Scott, 1968). Ahşapta % 16 nem içeriğinde ve % 26- 27 °C'de çok iyi gelişirler. Larva dönemi, yaklaşık olarak 10- 11 ay sürmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009).

Larva, dışarıda sağlam ahşaptan ince bir tabaka bırakarak istilaya uğrayan ahşabı yavaş yavaş toz haline dönüştürebilmektedir. İstilaya uğrayan parça, daha sonra bir dokunuşta ufalanmaktadır (Url-35).

Tünellerin enine kesitleri dairesel, 1- 2 mm çapında ve düzensiz yönlenmiş olup çoğunlukla liflere paralel uzanmaktadır (Şekil 3.61). İstilanın ilk aşamaları gözden kaçırılabilir. Fakat; daha geç aşamalarda diri odun neredeyse tamamen dağılmakta, ahşabın yüzeyinde ince, sağlam bir yüzey kabuğu bırakılmaktadır (Erdin, 2009; Url-36).



Şekil 3.61 : *Lyctus brunneus*'un ahşapta açtığı tüneller (Url-1).

Larvaların açtığı tüneller; krem renginde, talk pudrası gibi oldukça ince, dokunulduğunda pürüzsüz ve belirli bir şekle sahip olmayan öğüntü tozlarıyla çok gevşek biçimde doldurulmuştur (Şekil 3.62). Öğüntü tozu ince ve gevşek olduğundan, ahşaptan yapılmış ve larva içeren herhangi bir parça çok az oynatıldığında veya hareket ettirildiğinde hemen dökülmektedir (Scott, 1968). Çıkış deliklerinin altında küçük yığınlar halinde birikebilmekte ve tünellerden dışarıya sarkabilmektedir (Erdin, 2009) (Şekil 3.63).

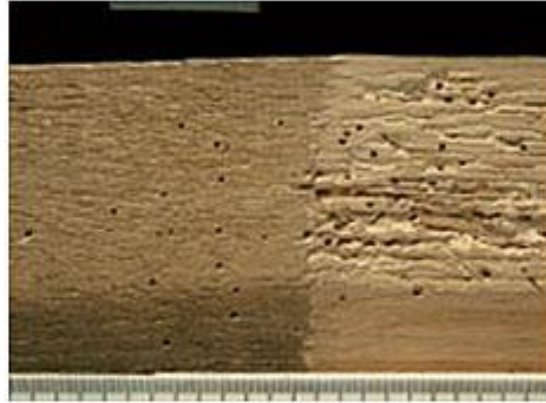


Şekil 3.62 : *Lyctus brunneus* öğüntü tozu (x 10) (Url-33).



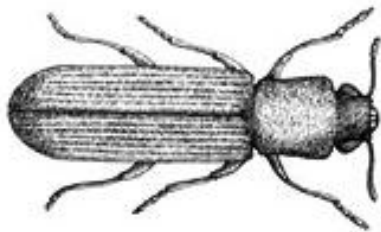
Şekil 3.63 : Çıkış deliklerinin altında biriken öğüntü tozları (Url-30).

Tamamen gelişen larva, ahşabı yüzeye doğru oyarak içinde pupaya dönüşeceği bir oda oluşturur. Pupa beyaz renkte olup, ergine dönüşmesi yaklaşık olarak 2- 4 haftayı bulmaktadır (Url-35). Çıkış veya uçuş deliklerinin enine kesitleri dairesel ve 1- 2 mm çapındadır (Erdin, 2009; Url-36). Şekil 3.64’te böcek tarafından istilaya uğrayan ahşapta açılan delikler görülmektedir.



Şekil 3.64 : Ahşapta *Lyctus brunneus* hasarı (Url-33).

Ergin böcek, 4- 7 mm uzunluğunda ve kırmızımsı kahverenginden siyaha kadar değişen renklindedir (Şekil 3.65). *Anobium punctatum*’un yuvarlak şekli ile karşılaştırıldığında, gövdesi yassılaştırmış ve uzamış olup yan kenarları neredeyse birbirine paraleldir (Erdin, 2009; Url-36).



Şekil 3.65 : Ergin *Lyctus brunneus* böceğinin üstten görünüşü (Url-33).

Erginler, mayıstan eylüle kadar olan dönemde hasar görmüş ahşabın üzerinde ya da çevresinde bulunabilirler. Isıtılan binalarda ise yıl boyunca görülebilmektedirler (Erdin, 2009; Url-36). Sürünebilen ve uçabilen ergin böcekler, yaklaşık olarak 3- 4 hafta yaşarlar. Bu süre içerisinde çiftleşirler ve yaşam döngüsü tekrarlanarak devam eder (Scott, 1968).

İyileştirici müdahale olarak; diri oduna ulaşılabilen yerlerde organik çözücüler ya da macunlar uygulanmaktadır. Önceden yapılmış yüzey işlemleri veya macun yapıştırıcılar emilimi engellediğinden, mobilyalara ya da döşemelere uygulanan emprenye işlemleri çoğunlukla etkisiz olmaktadır. Eski ahşaplar ve mobilyalarda istila büyük bir olasılıkla aktif olmayacağından emprenye işlemine gerek duyulmamaktadır. Depolanmış ahşap malzemelerin düzenli olarak kontrol edilmesi ve istilaya uğramış ahşabın fırında sterilizasyonu ile ileride oluşabilecek istilaların önüne geçilebilmektedir (Erdin, 2009; Url-36).

Böcek öldürücülerle bütün yüzeyin emprenye edilmesi saldırılara karşı etkili bir koruma sağlamaktadır. Bu gibi müdahalelerde ahşap içinde bulunan larvaları öldürmek için, büyük miktarlarda böcek öldürücü (insektisit) kullanılmalı ve kimyasalların ahşap içine derin bir şekilde nüfuzu sağlanmalıdır. Buna rağmen, tüm larvaları yok etmek için birkaç ay süren birçok uygulama gerekebilir. Böcek öldürücülerle tam koruma, tabiki kimyasalların ahşaba basınçlı metotlarla enjekte edilmesiyle mümkün olmaktadır (Panshin ve diğ., 1964).

Binalardaki ve mobilyalardaki kahverengi diri odun böceğinin yok edilmesinde çok daha kullanışlı bir metot, ahşabın çeşitli gazlarla fumigasyonudur. Kullanılan gazlar aşırı derecede zehirli olduğundan fumigasyon işlemi sertifikalı bir operatör tarafından yapılmalıdır. Çoğu zaman pratik olmasa da, dişi böceğin yumurtalarını bırakmasını önlemek için bitmiş ahşap malzemelerin tüm yüzeylerindeki delikler tıkanmalıdır (Panshin ve diğ., 1964).

3.5.3.3 Ev teke böceği (*Hylotrupes bajulus*)

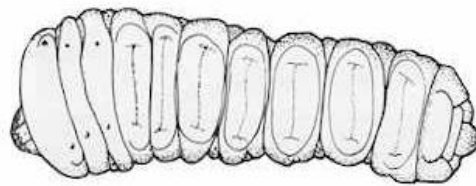
Ahşapta tahribata neden olan *Hylotrupes bajulus*, Cerambycidae (teke böcekleri) familyasının en önemli türüdür. İskandinavya, Rusya, Güney Afrika, ABD ve ülkemizde büyük hasarlara neden olmaktadırlar. Bina yaşı arttıkça ahşabın besin değeri düştüğü için, en fazla 10- 30 yıllık binalarda hasara neden oldukları bilinmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Hylotrupes bajulus genellikle, sadece diri odunu tahrip eder; fakat ciddi istilalarda öz odun da etkilenebilmektedir. Kurutulmuş veya kısmen kurutulmuş iğne yapraklı ağaç odunlarına arız olmakta, birçok iğne yapraklı ağaçların diri odunlarında özellikle de çatılarda kullanılan ahşaplarda görülmektedir. Çam, köknar ve ladin ahşapları istilaya eğilimli olmakla birlikte, hasar özellikle baca çevresindeki ahşaplarda çok ciddi olabilmektedir. Uzun süren larva dönemi, ahşapta yoğun iç tahribata neden olmaktadır (Url-37). İstilanın ilk aşamaları gözden kaçırılabilen, büyük istilalarda ise sıcak günlerde larvaların beslenme esnasında çıkardıkları kazıma sesi duyulabilmektedir (Erdin, 2009; Url-38).

Biyolojik döngü 2- 3 yıl olup, bazen 10- 12 yıl sürmektedir (Tsoumis, 1991). Uygun olmayan koşullarda 17 yıl kadar yaşayabildikleri bilinmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Dişi böcek, yumurtalarını ahşap yüzeyindeki çatlak ve yarıklara bırakmaktadır. Yumurtalar beyazımsı, ince ve puro şeklindedir (Scott, 1968). Dişi böcek ortalama 140- 200 kadar yumurta bırakmakta ve uygun koşullarda bu sayı 500'ün üzerine çıkabilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009). Yumurta evresi, normalde 2- 4 hafta sürmekte ve yumurtadan çıkan larva ahşabı oymaya başlamaktadır (Scott, 1968).

Larva; yaklaşık olarak 30 mm uzunluğunda, düz ve soluk krem renkte olup lup altında bakıldığında üç çift bacağı ve ağzının her iki yanında düşey yönde sıralanmış üç küçük siyah noktacık görülmektedir (Şekil 3.66). Larvaların iyi gelişimi için en uygun şartlar, % 26- 50 nem içeriği ve 28- 30 °C sıcaklık ile sağlanmaktadır (Erdin, 2009). Böceğin larvaları ahşap malzemedeki proteinle beslenmekte, ahşapta protein miktarı azaldığında larvaların gelişme sürelerinin uzadığı görülmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993). Larvalar, ahşap içinde 3- 10 yıl kadar yaşayabilmekte ve bu süre içinde ahşapta büyük hasarlara neden olabilmektedirler (Scott, 1968).



Şekil 3.66 : *Hylotrupes bajulus* larvası (Url-38).

Tünellerin enine kesitleri oval ve 6- 10 mm çapında olup, oldukça fazla sayıda gör÷lmektedir (Erdin, 2009). Yoğun istilalarda diri odunun neredeyse tamamının parçalanmasına neden olmakta ve ahşaptan sadece bir toz kütlesi ile ince, sağlam bir yüzey tabakası kalmaktadır (Scott, 1968; Url-37; Url-38). Şekil 3.67’de *Hylotrupes bajulus* tarafından hasara uğrayan ahşap kesiti gör÷lmektedir.



Şekil 3.67 : *Hylotrupes bajulus*’un diri odun ve yüzey kabuğunda yaptığı hasarı gösteren ahşap kesiti (Url-39).

Öğüntü tozu krem renginde olup, yaklaşık 1 mm uzunluğundaki sosis şeklinde peletlerden oluşmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009). Peletler parmaklar arasında ufalandığında kumlu yapıdadır ve içinde küçük parçalar ile odun lifleri de bulunabilir. Öğüntü tozuyla dolu tüneller, çoğunlukla ahşap yüzeyinde karakteristik olan kabarcık ve dalgalanmalara neden olmaktadır (Erdin, 2009; Url-38).

Ahşapta hasarın boyutu ve direncin azalması, içeriğindeki diri odun miktarına bağlıdır. Fazla miktarda öz odun içeren malzemede tahribat azalmaktadır (Berkel, 1970). *Hylotrupes bajulus* istilası, çok miktarda hasara neden olmadan önce nadiren ortaya çıkmaktadır. Keşfedildiğinde ise, bazı yapısal ahşapların değıştirilmesi veya güçlendirilmesi gerektiğı için deneyimli bir kişi tarafından incelenmelidir (Url-37).

Olgun larva; ahşabı yüzeye yakın oyarak, soluk krem renginde pupaya dönüşür. Pupanın ergin böceğı dönüşmesi, yaklaşık olarak 3- 4 hafta sürmektedir. Ergin böcek daha sonra ahşap yüzeyindeki yolunu oyarak çıkış veya uçma deliklerinden dışarı çıkar (Şekil 3.68). Çıkış delikleri oval, 6- 10 mm arasında değışen geniş aplardadır (Scott, 1968).



Şekil 3.68 : *Hylotrupes bajulus*'un çıkış delikleri (Url-39).

Ergin böcek, siyah veya kahverengimsi renktedir. Uzunlukları 8- 25 mm arasında değişmekte olup, dişi böcek erkek böcekten biraz daha büyüktür. Baş ve gövdeleri gri ince tüylerle kaplıdır (Şekil 3.69). Bu tüyler üst kanatlar üzerinde “V” şeklinde iki gri benek oluşturmaktadır (Berkel, 1970; Erdin, 2009). Göğüs (toraks) üzerinde, gözü andıran iki parlak nokta bulunmaktadır (Berkel, 1970; Erdin, 2009; Url-37).



Şekil 3.69: Ergin *Hylotrupes bajulus* böceğinin üstten (solda) ve önden (sağda) görünüşü (Url-39).

Erginler, temmuz ve ekim ayları arasında hasar görmüş ahşabın üzerinde ya da çevresinde bulunabilirler (Erdin, 2009). Yaklaşık olarak 3- 6 hafta yaşayan ergin böcekler; sıcak, güneşli havalarda uçarlar ve istilayı bir evden diğerine bu şekilde yayabilirler (Scott, 1968; Url-37).

İyileştirici müdahale olarak; organik çözücüler ya da macunlar kullanılmaktadır. Hasarın boyutunu belirlemek ve yapısal zayıflama belirtilerini saptamak için toz halindeki malzemeler ortadan kaldırılmalı, derinlemesine bir araştırma yapılmalıdır (Erdin, 2009; Url-38). Ağır hasarlı ahşapların tümü kaldırılmalı ve yakılmalıdır (Url-38). Çok fazla etkili olmamakla birlikte, bu böceklerle mücadelede sıcak hava metodu da kullanılmaktadır. Bu metoda göre; 100- 120 °C sıcaklığındaki hava binaya en az 60 dakika süreyle verilmekte, işlem bittikten sonra 5- 12 saat beklenmektedir. Çevreyi kirletici ve yanıcı maddelerin bulunmaması, sıcak hava metodunun olumlu yönüdür (Bozkurt ve diğ., 1993).

3.5.3.4 Ölüm saati böceği / Alacalı kemirici böcek (*Xestobium rufovillosum*)

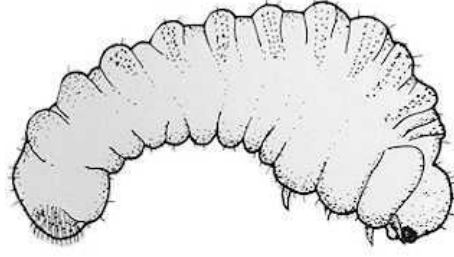
Anobiidae familyasına ait böceklerin en büyüğü olup, Avrupa'da ve ülkemizde yaygın olarak bulunmaktadır. Çoğunlukla, eski binalarda sıklıkla görülmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993). Kısmen çürümüş geniş yapraklı ağaç odunlarının diri odunu ve öz odununa arız olmakla birlikte; çoğu kez, yapısal olarak çok miktarda meşe ve karaağaç kullanılan tarihi binalarda görülmektedir. İstilaya uğramış olan geniş yapraklı ahşapla temas etmedikçe, iğne yapraklı ağaç odunları nadiren saldırıya uğramaktadır (Berkel, 1970; Erdin, 2009).

Nem içeriği % 13'ün altında olduğu zaman (bahar ve yaz döneminde) ahşap, Anobiidae familyasına ait olan bu böceklerin gelişmelerine veya yeniden istila etmelerine genellikle uygun olmamaktadır (Potter, 2010).

İstilanın hızlı gelişimini desteklemek için nem gereklidir; ancak kuru ahşapta saldırı yavaş da olsa devam edebilir. Neme eğilimli alanlarda özellikle duvar kaplamaları, döşeme kirişlerinin uçları, lentolar ve diğer yapısal ahşaplarda görülmektedir. Mantar enfeksiyonu ile birleştiğinde, geniş kesitli kirişlerin ortasında çukur açabilmektedirler (Erdin, 2009; Url-40). Ağır hasarlar, çoğu zaman sağlam bir dış görünüm altında saklı olabilmektedir (Tsoumis, 1991).

Biyolojik döngüleri uygun şartlar altında yaklaşık olarak 1 yıl sürerken, daha az elverişli koşullarda birkaç yıl daha uzayabilmektedir (Desch ve Dinwoodie, 1996). Ergin dişi böcek ortalama 40- 60, bazen 150'yi aşan miktarlarda yumurta bırakabilmektedir. Yumurtalar, ahşabın pürüzlü yüzeylerine ya da cilalı veya boyalı yüzeylerinde gelişmiş olan çatlak ve yarıklara küçük gruplar halinde bırakılır. Normalde yumurta evresi 4- 6 hafta kadar sürmektedir (Scott, 1968). Yumurtalar beyaz, oval veya limon şeklinde olup 0.4- 0.8 mm büyüklüğündedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Erdin, 2009).

Larva yaklaşık olarak 9- 10 mm uzunluğunda, kıvrık ve soluk krem rengindedir (Şekil 3.70). Üç çift bacağı vardır ve ince sarımsı tüylerle kaplıdır (Erdin, 2009). Neme, sıcaklığa ve ahşaptaki mantar enfeksiyonunun düzeyine bağlı olarak larva süreci 5- 10 yıl hatta daha fazla sürebilmektedir (Scott, 1968). Larvaların gelişimi için en ideal sıcaklık 22- 25 °C, ahşap nemi ise % 22- 25'tir (Bozkurt ve diğ., 1993). Tünellerin enine kesitleri dairesel ve 2- 3 mm çapında olup düzensiz yönlenmişlerdir; ancak genellikle liflere paralel olarak uzanırlar (Erdin, 2009). Larvaların açtığı tüneller dönemeçlidir ve öğüntü tozlarıyla gevşekçe doldurulmuştur (Scott, 1968).



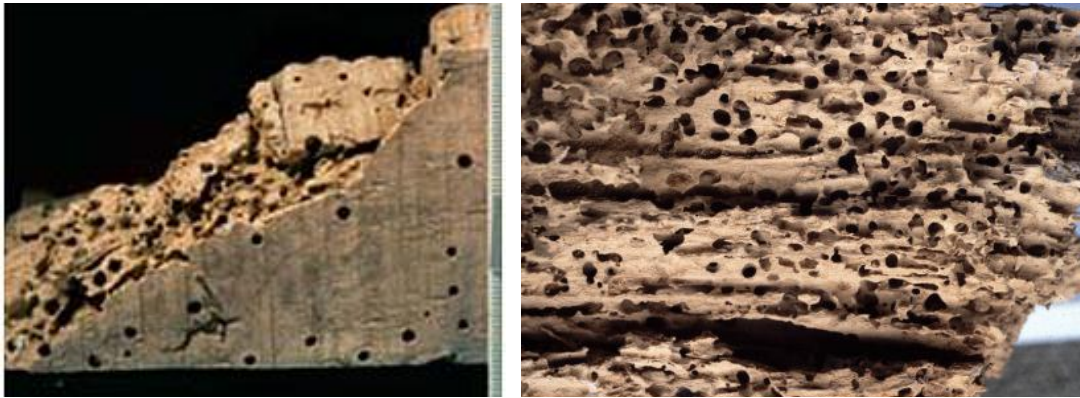
Şekil 3.70 : *Xestobium rufovillosum* larvası (Url-40).

Öğüntü tozu krem rengindedir ve disk şeklinde peletlerden oluşmaktadır (Erdin, 2009; Url-40). Büyütülüp bakıldığında pürüzsüz görünümlü; fakat parmaklar arasında ufalandığında kumlu yapıdadır (Scott, 1968) (Şekil 3.71).



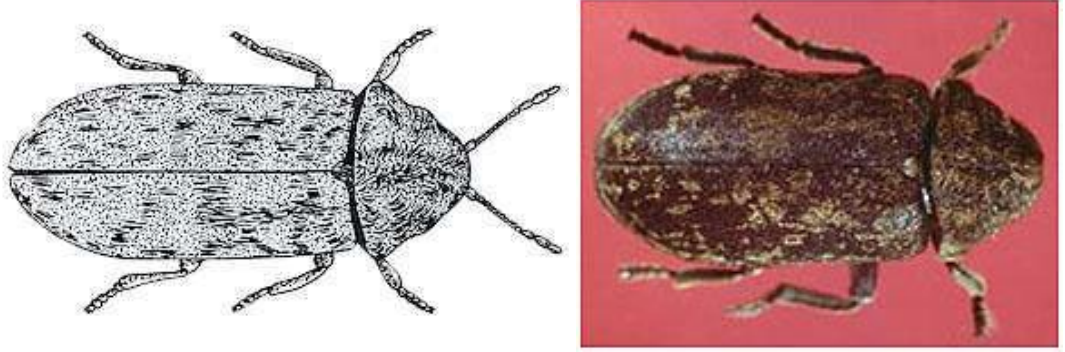
Şekil 3.71 : *Xestobium rufovillosum* öğüntü tozu (x 10) (Url-41).

Larva evresinin sonlarına doğru tamamen gelişen larva, ahşabı yüzeye doğru oyarak kendisinden daha büyük bir oda oluşturur. Bu odada önce pupaya, yaklaşık olarak 2-6 hafta sonra da ergin bir böceğe dönüşür. Ergin böcek daha sonra ahşap yüzeyindeki yolunu oyarak çıkış veya uçuş deliklerinden dışarı çıkar. Çıkış deliklerinin enine kesitleri dairesel ve yaklaşık olarak 3 mm çapındadır (Scott, 1968). Şekil 3.72’de böceğin uçuş delikleri ve ahşapta yaptığı hasar görülmektedir.



Şekil 3.72 : *Xestobium rufovillosum*’un uçuş delikleri (solda) ve ahşapta yaptığı hasar (sağda) (Url-41, Url-30).

Ergin böcek 5- 9 mm uzunluğunda, çikolata kahverengi renktedir (Şekil 3.73). Ayrıca üzerinde ince, sarı tüylü benekler bulunmaktadır (Erdin, 2009; Url-40). Erginler mart- haziran aylarında, özellikle sıcak havalarda ahşabın üstünde veya altında bulunabilirler. Ergin dişi ve erkek böcekler karşı cinsi kendilerine çekmek ve haberleşmek için başlarını ahşap yüzeyine doğru vurarak, çoğunlukla geceleri duyulabilen tıklama sesi çıkartırlar (Erdin, 2009; Lewis ve Seybold, 2010; Scott, 1968).



Şekil 3.73 : Ergin *Xestobium rufovillosum* böceğinin üstten görünüşü (Url-41).

Xestobium rufovillosum'lar kolaylıkla uçamazlar ve bu yüzden binanın bir yerinden diğer bir yerine hareketlerini çoğunlukla, ahşap veya başka bir malzeme yüzeyi üstünde sürünerek gerçekleştirirler. Ergin böcekler yaklaşık olarak 3- 5 hafta yaşarlar. Bu süre içerisinde çiftleşirler ve yaşam döngüsü tekrarlanarak devam eder (Scott, 1968).

İyileştirici müdahalede ilk olarak; nem kaynakları yok edilmeli ve ahşabın kuruması sağlanmalıdır. Meşe gibi geçirgenliği düşük ahşaplarda etkili olmadıklarından, emülsiyon halindeki koruyucuların kullanılması tavsiye edilmemektedir (Erdin, 2009). Çoğunlukla organik çözücüler ya da macunlar kullanılmakta olup, dumanlama işlemleri de uygulanmaktadır. Yoğun istilaya uğramış geniş ve permeabilitesi düşük ahşaplarda, basınçlı enjeksiyon ya da yerçekimi etkisi ile doğal akışlı besleme uygulamaları kullanılmalıdır. Tüm yapısal ahşaplar kontrol edilmeli ve yapısal zayıflık gösterenler değiştirilmeli veya desteklenmelidir. Kirişlerdeki iç boşlukların incelenmesi ve koruyucu maddelerin enjeksiyonu dikkatli bir şekilde yapılmalıdır (Erdin, 2009; Url-40). Ayrıca; döşeme altı boşluklarının havalandırılması sağlanmalı, bu gibi yerlerde nem kesiciler kullanılmalıdır (Potter, 2010). *Xestobium rufovillosum* istilası; çoğu zaman *Donkioporia expansa* mantarı ile birlikte görülmekte olup, ahşap kurutulduğunda böcek istilası azalmaktadır (Erdin, 2009).

Onarımlarda mümkün olduğunca basınçlı emprenye uygulanmış iğne yapraklı ağaç odunları tercih edilmeli; eğer estetik kaygılar varsa geniş yapraklı ağaç odunları, özellikle meşe, kullanılmalıdır. Kullanılan ahşapların iyi kurutulmuş olmasına ve diri odun içermemesine dikkat edilmelidir (Desch ve Dinwoodie, 1996).

Lyctidae ve Anobiidae familyalarını ayırt etmede kullanılan metotlar

Lyctidae ve Anobiidae familyalarına ait böceklerinin istilaları çoğu zaman birbirine benzediğinden, böceklerin istilalarını ayırt etmede tükenmez kalem testi ve öğüntü tozu testi metotları kullanılmaktadır (Lewis ve Seybold, 2010; Potter, 2010) (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 : Kahverengi diri odun böceği ve ölüm saati böceğini ayırt etmede kullanılan iki metot (Lewis ve Seybold, 2010).

Grup Adı	Tükenmez Kalem Testi	Öğüntü Tozu Testi
<i>Lyctus brunneus</i> (Lyctidae) Kahverengi diri odun böceği	Böceğin çıkış deliğine sadece kalem ucu sığmaktadır.	Talk pudrası gibidir.
<i>Xestobium rufovillosum</i> (Anobiidae) Ölüm saati böceği	Böceğin çıkış deliğine çoğunlukla kalemin tüm ucu sığmaktadır.	Kumlu yapıdadır.

Tükenmez kalem testinde; tıklama tipi, yeniden doldurulabilir bir tükenmez kalem böceğin çıkış (uçma) deliğine yerleştirilir. Deliğe sadece tükenmez kalemin ucu sığıyorsa, deliğin Lyctidae'lere; kalemin tüm ucu ve açılı yüzün bir kısmı sığıyorsa Anobiidae'lere ait olduğu anlaşılmaktadır. Lyctidae familyası böceklerinin çıkış delikleri bir toplu iğne çapında iken, Anobiidae'lerinki bunlardan biraz daha büyüktür (Lewis ve Seybold, 2010; Potter, 2010). Öğüntü tozu testinde ise; tozlar parmaklar arasında ovalanarak yapısı belirlenir. Tozlar oldukça ince ve talk pudrası gibiyse Lyctidae'lere, kumlu veya taneli yapıdaysa Anobiidae'lere aittir (Lewis ve Seybold, 2010) (Şekil 3.74).

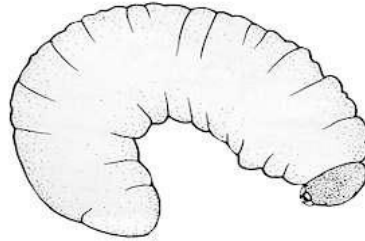


Şekil 3.74 : Lyctidae familyasından *Lyctus brunneus* (solda) ve Anobiidae familyasından *Xestobium rufovillosum* (sağda) böceklerinin öğüntü tozları (Lewis ve Seybold, 2010).

3.5.3.5 Odun oyan bitler (*Pentarthrum huttoni* ve *Euophryum confine*)

Yapısal ahşaplarda görülen bu türler tarafından oluşan hasar; her zaman nem ve çürümüş ahşapla, özellikle de ıslak çürüklük mantarlarıyla ilişkilendirilmektedir (Scott, 1968). Çürümüş ahşabı bu şartlar altında tamamen bal peteği haline dönüştürebilirler. İstila, nadiren çürümüş ahşaba bitişik olan sağlam ahşaba yayılabilmektedir (Url-42). Nemli şartlardaki çürümüş geniş ve iğne yapraklı ağaç odunlarına arız olmaktadır. Az havalandırılan zemin katları, kilerler, nemli masif döşeme ve duvarlarla temas halindeki ahşaplar istilaya elverişlidir. Hasarları, mantar çürüklüğüne göre ikincildir. Bu koşullarda kontrplaklara da arız olabilirler (Erdin, 2009).

Biyolojik döngüleri yaklaşık olarak 1 yıl kadardır. Ergin dişi böcek, yaz sonunda özel olarak kazılmış deliklere yumurtalarını tek tek bırakır. Yumurtalar parlak, beyaz, esnek ve bir ucu basıktır. İdeal şartlarda, 16 gün içinde larva yumurtadan çıkabilmektedir (Url-42). Genç larva yumurtadan çıkar çıkmaz ahşabı oymaya başlar. 6 ay ile 1 yıl arasında ahşapta derinlemesine tünel kazar ve kazdığı ahşapla beslenir. Larva, kremi beyaz renkte ve “C” şeklinde kıvrık olup buruşuktur (Url-42). Yaklaşık olarak 3- 4 mm uzunluğundadır ve bacakları yoktur (Şekil 3.75). İstilaya uğramış ahşap kurutulduğunda larvalar hemen ölürler (Erdin, 2009).



Şekil 3.75 : Odun oyan bitlerin larvası (Url-43).

Larvaların açtığı tüneller çok sayıda ve normalde liflere paralel yöndedir. Çoğu zaman ise ahşap yüzeyini yarıp geçer (Şekil 3.76). Tünellerin içi, ince ve kumlu yapıdaki öğüntü tozlarıyla gevşek olarak doldurulmuştur (Erdin, 2009; Url-43).

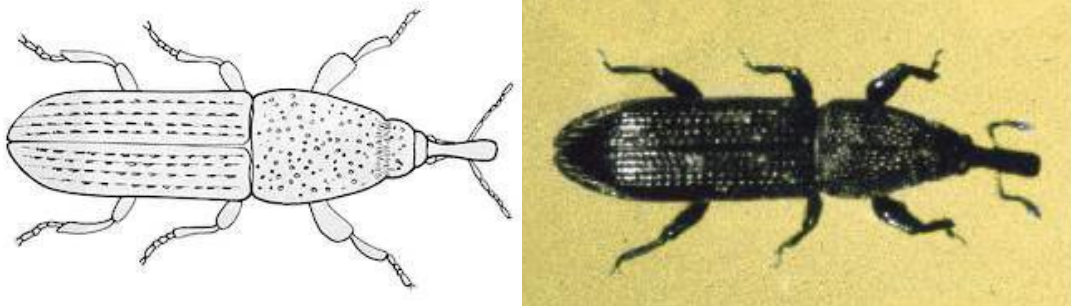
Olgunlaşan larva pupaya dönüşerek bir ergin olmaya hazırlanır. Pupa beyaz, yaklaşık olarak 4 mm uzunluğunda olup mantar iplikleriyle kaplanmış bir pupa odasında 2- 3 hafta kadar hareketsiz uzanır (Url-42). Pupa evresinden sonra genç ergin, pupa kabuğunu soyar ve ahşap yüzeyiyle 45° açı yapan kısa bir tünel kazar (Url-42). Çıkış delikleri küçük, düzensiz ve yaklaşık olarak 1 mm çapındadır (Erdin, 2010; Url-42; Url-43).



Şekil 3.76 : Odun oyan bitlerin ahşapta yaptığı hasar (Url-30).

Ergin bitler 2.5- 5.0 mm arasında değişen uzunluklarda olup, koyu kahverengi veya siyah renktedirler (Scott, 1968). Ayrıca, kısa bacakları ve üzerinde antenlerinin bulunduğu uzun hortumları vardır. Gövdeleri silindiriktir (Şekil 3.77).

Erginler 1 yıl kadar yaşarlar ve çoğunlukla ahşapla beslenirler. Ortaya çıktıktan hemen sonra yazın çiftleşirler ve yaşam döngüsü yeniden başlar. Uçmazlar; fakat tipik yalpalama yürüyüş şekilleriyle hızla yürürler. (Url-42).



Şekil 3.77 : Ergin odun oyan bitlerin üstten görünüşü (Url-43, Url-30).

İyileştirici müdahale olarak bir böcek öldürücü (insektisit) uygulamasına gerek yoktur. Nem kaynağı bulunup ortadan kaldırılmalı, sağlam ahşap kurutulmalı ve çürümüş ahşap değiştirilmelidir. Sağlam, kuru ahşabın istilaya uğraması pek mümkün olmamaktadır (Erdin, 2009; Url-43).

Çizelge 3.6'da ahşapta hasara neden olan bazı böcek türlerinin ahşaptaki etkileri, Çizelge 3.7'de ise bu böceklerin özellikleri ve yaşam döngüleri görülmektedir.

Çizelge 3.6 : Ahşapta hasara neden olan bazı böcek türlerinin ahşaptaki etkileri (Scott, 1968'den uyarlanmıştır).

BÖCEK TÜRÜ	İSTİLAYA UĞRAYAN AHŞAP		DELİK TOZU VEYA ÖĞÜNTÜ TOZU	TÜNELLER	ÇIKIŞ DELİKLERİ		İSTİLAYA VE LARVA GELİŞİMİNE NEDEN OLAN FAKTÖRLER
	Türler	Diri odun ve/veya özodun			Biçim	Çap	
<i>Anobium punctatum</i> Mobilya böceği	Geniş ve iğne yapraklı ağaçların çok miktardaki yapısal ahşabı, doğraması ve mobilyası	Diri odunu tercih eder fakat özoduna da saldırır.	Düzgün görünen; fakat ince kum gibi pütürlü hissedilen elips şeklinde peletler bulunur.	Çok yönlü ve dönemeçli	Dairesel	Yaklaşık olarak 1- 2 mm	Yüksek nem, ılık sıcaklık, diri odun, mantar çürüklüğü varlığı, düşük reçine içeriği
<i>Xestobium rufovillosum</i> Ölüm saati böceği	Hemen hemen her zaman mantar enfeksiyonlu geniş yapraklı ağaçların çoğunlukla yapısal ahşapları	Diri ve özoduna saldırır.	Toz halindeki ahşapla karışık kaba ve ince, yuvarlak, topuz şeklinde peletlerin karışımından oluşur. İri taneli kum gibi pütürlüdür.	Çok yönlü ve dönemeçli	Dairesel	Yaklaşık olarak 2- 3 mm	Yüksek nem, ılık sıcaklık, ilerlemiş mantar çürüklüğü
<i>Lyctus</i> Kahverengi diri odun böceği	Fazla nişasta içeren geniş yapraklı ağaçlar (iğne yapraklı ağaçlar genelde bağışıktır)	Larva için daima diri odun gereklidir. Böcekler öz odundan ortaya çıkabilirler.	Çok miktarda ince un veya talk pudrası gibi tozlar görülür. Belirgin özellikte bir biçime sahip değildir.	Çok yönlü	Dairesel	Yaklaşık olarak 1- 2 mm	Ilık bina sıcaklığı, meşe, karaağaç, dişbudak, maun gibi geniş gözenekli ağaçların diri odunu (genelde iğne yapraklı ağaçlar ve huş ağacı bağışıktır)
<i>Hylotrupes bajulus</i> Ev teke böceği	Genellikle iğne yapraklı ağaçların diri odununa arız olur. Geniş yapraklı ve iğne yapraklı ağaçların öz odunları genelde bağışıktır.	Her zaman larva için diri odun gereklidir. Böcekler öz odundan ortaya çıkabilirler.	İnce, tozla karışık, kaba ve ince dairesel, peynir şeklinde pelet karışımından oluşur.	Dönemeçten sonraki ilk aşamalarda çoğu kez düzgündür.	Oval	Yaklaşık olarak 6- 10 mm	Çatılarda ve zemin ahşaplarında bulunabilecek çok miktardaki iğne yapraklı ağaçların diri odunu, ılık sıcaklık

Çizelge 3.7 : Ahşapta hasara neden olan bazı böcek türlerinin özellikleri ve yaşam döngüsü (Scott, 1968'den uyarlanmıştır).

BÖCEK	BÖCEK ÖZELLİKLERİ			YAPILARDAKİ YAŞAM DÖNGÜSÜ (YUMURTADAN ERGİNE)				
	Büyüklüğü	Rengi	Yumurtaların sayısı ve rengi	Yumurta dönemi	Larva dönemi	Pupa dönemi	Ergin ömrü	TOPLAM
<i>Anobium punctatum</i> Mobilya böceği	3- 5 mm	Mat kırmızımsıdan siyahımsı kahverengiye değişen renklerde	Ortalama 20- 60 veya 80'e kadar oval ya da limon şeklinde	4- 5 hafta	2- 5 yıl veya daha fazla	6- 8 hafta	3- 4 hafta	2- 4 yıl veya daha fazla
<i>Xestobium rufovillosum</i> Ölüm saati böceği	5- 9 mm	Çikolata- kahverengi ve sarımsı ince tüylü	40- 60 veya daha fazla, beyaz, oval ya da limon şeklinde	4- 6 hafta	5- 10 yıl	2- 6 hafta	Birkaç ay ahşap içinde aktif değildir; baharda ortaya çıkar. 3- 5 hafta	Genellikle 5- 10 yıl
<i>Lyctus</i> Kahverengi diri odun böceği	4- 7 mm	Kırmızımsı kahverengi veya siyah	Ortalama 25- 30 veya 50'ye kadar beyaz, ince ve yuvarlak	2- 3 hafta	10- 11 ay veya daha fazla	2- 4 hafta	3- 4 hafta	1 yıl veya daha fazla
<i>Hylotrupes bajulus</i> Ev teke böceği	8- 25 mm	Siyah, bazen kahverengi	Ortalama 140- 200 kadar, beyaz ve elips şeklinde	2- 4 hafta	3- 10 yıl veya daha fazla	3- 4 hafta	3- 6 hafta	3- 11 yıl veya daha fazla

3.5.4 Ahşaba zarar veren deniz canlıları

Denizde yaşayan bazı yumuşakçalar (Mollusca) ve kabuklular (Crustacea) familyasına ait bazı canlılar, deniz suyu içinde bulunan ahşaplara ağır hasarlar vermektedirler (Bozkurt ve diğ., 1993; Panshin ve diğ., 1964; Sivrikaya, 2004; Tsoumis, 1991) (Çizelge 3.8).

Bu canlılar, genellikle ahşapla ve denizdeki planktonlarla beslenmektedirler. Yaptıkları hasarın boyutu; sıcaklık, suyun tuzluluk oranı ve mantarla ortak yaşama ve ahşap cinsi gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Tsoumis, 1991).

Çizelge 3.8 : Denizlerde yaygın olarak görülen ahşap delici canlılar (Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2004).

Yumuşakçalar (Molluscs)	Kabuklular (Crustaceans)
a) Teredinidler	a) Isopodlar
<i>Bactrionophorus</i>	1) <i>Limnoriidae</i>
<i>Bankia</i>	<i>Limnoria</i>
<i>Dicyathifer</i>	<i>Paralimnoria</i>
<i>Lyrodus</i>	<i>Phycolimnoria</i>
<i>Nausitoria</i>	2) <i>Sphaeromatidae</i>
<i>Neoteredo</i>	<i>Cymodoce</i>
<i>Nototeredo</i>	<i>Exosphaeroma</i>
<i>Psiloteredo</i>	<i>Sphaeroma</i>
<i>Teredo</i>	b) Amphipodlar
<i>Teredora</i>	1) <i>Cheluridae</i>
<i>Teredothyra</i>	<i>Chelura</i>
<i>Sphathoteredo</i>	
<i>Uperotus</i>	
b) Pholads (Piddocks)	
<i>Lignopholas</i>	
<i>Martesia</i>	
<i>Xylophaga</i>	

Teredo, *Bankia*, *Martesia* yumuşakçalar familyasına; *Limnoria*, *Chelura*, *Sphaeroma* kabuklular familyasına ait deniz canlılarıdır (Panshin ve diğ., 1964; Tsoumis, 1991). Yumuşakçalar ve kabuklular arasında bazı belirgin farklılıklar bulunmaktadır.

Deniz veya iskele kurtları türleri, ahşaba girerek bağlanmakta ve içine hapsolmaktadırlar. Ahşabın özüne doğru, vücutlarının uzayabildiği derinliklerde tüneller kazarlar. Bu yüzden, dışarıdan sağlam gibi görünen ahşap direklerin içi bal peteği görünümündedir. Kabuklular ise; yaşamları boyunca kendiliğinden hareket edebildiklerinden ahşaba girip çıkabilirler. Hasarları da çok fazla derin olmamakta; ancak çok sayıda olduklarından ahşabın yüzey tabakasını delik deşik etmektedirler (Şekil 3.78). İstilaya uğrayan ahşap yüzeyi, bu canlıların gelgit olaylarıyla tekrarlanan etkileri sonucu ciddi şekilde aşınmaktadır (Panshin ve diğ., 1964).



Şekil 3.78 : Deniz kurtlarının ahşapta yaptığı hasar (Url-44).

Emprenye edilmemiş kazıklar ve diğer ahşap malzemeler, bu canlıların istilasına maruz kalmaktadır (Panshin ve diğ., 1964). Yapılarında bulunan yüksek silisyum dioksit (Si O_2) içeriği ya da zehirli ekstraktifler sayesinde, bazı tropikal ağaçların bu canlılara karşı doğal dayanıma sahip oldukları bilinmektedir (Panshin ve diğ., 1964; Tsoumis, 1991). % 0.5 oranında veya daha çok silis içeren ağaç türleri, deniz zararlılarına karşı doğal dayanıklı sayılmakta; ancak silis miktarı ve dayanıklılık derecesi türlere göre değişebilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Deniz canlılarının kontrol altına alınması zor olduğundan, ahşap malzemeler deniz suyunda kullanılmadan önce yıkanmayan uygun bir koruyucu ile basınçlı emprenye metotları kullanılarak emprenye edilmelidir (Panshin ve diğ., 1964).

3.5.4.1 Yumuşakçalar (Molluscs)

Yumuşakçalar grubu; dünya geneline yaygın olan Teredinid'ler ve yayılışları sınırlı kalan Pholad'lardan oluşmaktadır. Bu canlılar, ılıman ve tuzlu tropik denizlerde yaşamaktadırlar (Çetin, 2009; Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2004).

Teredinidae

Teredo ve *Bankia*, solucana benzeyen yapıları nedeniyle deniz veya iskele kurtları olarak da bilinmektedirler. Yaşamlarının ilk zamanlarında çok küçüktürler ve serbest olarak yüzebilirler. Daha sonra bazı ahşap malzemelerin uçlarına tutunup, baş kısımlarında bulunan ve öğütücü etki yapan dişli yapı sayesinde ahşabı oymaya başlarlar. Bu süre içinde boyları ve enleri giderek artmaktadır (Panshin ve diğ., 1964). Bazı türler 2 m'ye kadar büyüebilmekte olup, en büyük boylarına açtıkları oyuklarda yaşamaktadırlar. Teredinid'lerin çoğunun ahşabı yiyerek ve aynı zamanda suyu süzerek beslendikleri bilinmektedir (Sivrikaya, 2004).

Arka kısımlarında, ahşap yüzeyini aşarak dışarı uzayabilen iki adet boru bulunmaktadır. Bu borulardan biri, besin ihtiyacını karşılamak için suyu ve mikroskopik organizmaları içine çekmektedir. Diğer boru ise, suyu ve artıkları dışarı atmak için kullanılmaktadır (Panshin ve diğ., 1964).

▪ *Teredo* spp.

Yumuşakçaların Teredinidae (deniz kurtları) familyasından olan *Teredo* spp.'lar; genellikle iskele kazıkları, tomruklara arız olan yumuşakçalar türüne ait solucan şeklindeki organizmalardır (Bozkurt ve diğ., 1993; Tsoumis, 1991).

Teredo spp.'ların ülkemizde ve Avrupa'da yaygın olarak görülen türü *Teredo navalis*'tir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Teredo spp.'lar ahşap ve denizdeki planktonlarla beslenirler. Gövdelerinin ön kısmı; ahşabı oymalarını sağlayan, diş benzeri çıkıntılar bulunan bir çift kabuk ile donatılmıştır (Tsoumis, 1991). Boyları yaklaşık olarak 30 ila 122 cm, enleri ise 2.5 cm civarındadır (Panshin ve diğ., 1964).

Enine kesitleri dairesel olan tüneller, 15 mm çapında ve yaklaşık olarak 300 mm uzunluğundadır. Tüneller çoğunlukla tek ve uçları kapalı olup, boyutları türlere ve ortam koşullarına göre değişiklik gösterebilmektedir (Erdin, 2009).

İstilaya uğramış ahşap yüzeyinde 1- 2 mm çapında ve birkaç adet küçük delik görülür. Ancak, ahşap içerisinde 2- 5 cm çapında ve çok sayıda tünel bulunabilmektedir (Şekil 3.79). Bu tünellerin içi boştur ve duvarlarında kalkerli bir astar bulunmaktadır (Tsoumis, 1991).



Şekil 3.79 : *Teredo navalis* tarafından ahşapta açılan tüneller (Url-45).

Biyolojik döngüleri, yaklaşık olarak 1 yıl sürmektedir. Ahşap malzemeler deniz suyundan çıkarıldıklarında ya da tuz içermeyen suya konulduklarında, *Teredo* spp.'lar 2- 3 hafta içinde ölmektedirler (Tsoumis, 1991).

Doğal dayanıklı ağaçlardan üretilen ahşap malzemelerin kullanılması ve uygun koruyucu önlemlerin alınması saldırı riskini azaltacaktır. Ayrıca; ahşabı çimento, metal veya plastik malzemelerle korumak da etkili olmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Tsoumis, 1991).

▪ *Bankia* spp.

Solucana benzeyen *Bankia* spp.'ların vücutlarının arka kısmında dışarıya doğru çıkıntılı iki adet boru bulunmaktadır (Şekil 3.80). Erginlerinin boyları 60 cm'ye ve çapları 20 mm'ye ulaşabilen *Bankia* spp.'lar tuzlu su içindeki ahşap yapıları, teknelere ve kütüklere arız olmaktadır (Url-46).



Şekil 3.80 : Bir *Bankia* spp. (Url-46).

Ağaç kazık veya kütüklere yerleşen larvalar, ekim- aralık ayları boyunca tüneller kazarlar ve ahşapta büyük hasarlara neden olurlar. Tünel duvarları, *Teredo* spp.'larda olduğu gibi beyaz bir kalker astarla kaplıdır (Şekil 3.81 ve 3.82).



Şekil 3.81 : *Bankia* spp.'ların açtığı delikler ve beyaz kireç astarlı tüneller (Url-46).



Şekil 3.82 : *Bankia* spp. istilasına uğramış bir ağaç kazık (Url-46).

Pholadidae

Yumuşakçaların diğer bir grubu olan Pholad'ların en önemli türü, tropik ve subtropik denizlerde yüksek tuzlu sularda yaşayan *Martesia striata*'dır (Bozkurt ve diğ., 1993; Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2004). Kabukları yumuşak vücutlarının büyük bir kısmını örtmekte ve ahşapta vücutlarından az daha büyük armut şeklinde oyuklar açmaktadırlar. Suyu süzerek beslenen *Martesia*'lar, ahşapla beslenmedikleri için bu canlıların koruyucu kimyasal maddelerle kontrol altına alınmaları güçtür. *Martesia*'lar ahşabı, deniz çekilmesinin en az olduğu yer ile düşük olduğu kısımlarda tahrip etmektedirler (Çetin, 2009; Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2004).

Xylophoga'lar ise daha soğuk ve derin sulardaki ahşaba arız olmaktadır. Açtıkları tünellerin çapı 0.5 mm kadardır ve içi kalkerli maddeyle kaplı değildir. Gövdeleri daima iki kabuk arasında bulunmakta olup, en fazla 6 cm uzunluğunda ve 2.5 cm çapındadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

3.5.4.2 Kabuklular (Crustaceans)

Kabuklular grubu; Isopod'lar ve Amphipod'lardan oluşmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2004).

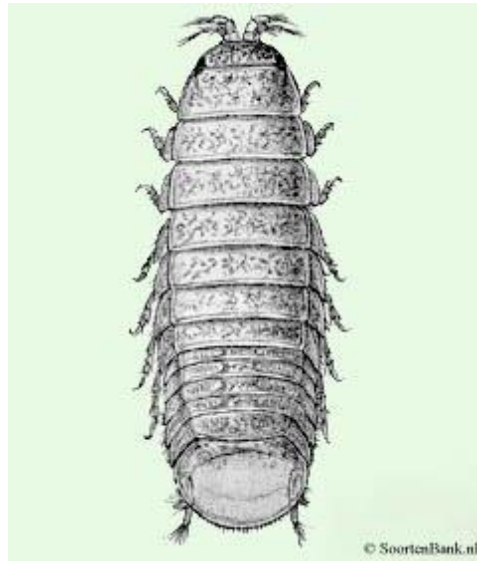
Ahşabı tahrip eden kabukluların en önemli cinsleri *Limnoria*, *Sphaeroma* ve *Chelura* olup; bu canlıların teşhisi dış morfolojik özelliklerine göre yapılmaktadır (Çetin, 2009; Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2004).

Isopoda

Bu grubun en önemli türü, soğuk sulardan ılık sulara kadar dünya genelinde yayılmış olan *Limnoria*'lardır (Bozkurt ve diğ., 1993).

▪ *Limnoriidae*

Limnoria'lar, kabuklular (Crustaceae) familyasının Isopoda grubuna giren ve tüm dünyada yaygın olarak görülen kabuklu deniz canlılarıdır (Bozkurt ve diğ., 1993). Ahşap bitlerine benzeyen bu canlıların erginleri 3- 6 mm uzunluğunda, 1 mm genişliğinde olup, 7 çift bacakları ve 4 çift ağız yapıları bulunmaktadır (Şekil 3.83). *Limnoria* spp.'lar toplu halde, denizde bulunan kazıklarla veya ahşapla beslenip ince dişleriyle hasara neden olmaktadır (Tsoumis, 1991; Url-47).



Şekil 3.83 : Ergin bir *Limnoria* spp. (Url-47).

Tahribatları en yoğun olarak, deniz suyundaki çekilmenin en az olduğu bölümlerle çekilmenin yarı yüksekliği arasında olmaktadır. Ahşap malzemede yılda 6- 12 mm derinliğinde tahribat yapmaktadırlar (Bozkurt ve diğ., 1993). Yaklaşık olarak 1 mm çapındaki tünelleri, genellikle birbirine bağlanmakta ve hasara uğrayan ahşap süngerimsi bir hal almaktadır (Tsoumis, 1991). Şekil 3.84'te *Limnoria* spp.'nin ahşapta oluşturduğu hasar görülebilmektedir.



Şekil 3.84 : *Limnoria* spp. tarafından hasara uğrayan ahşap malzemeler (Url-47).

Biyolojik döngüleri yaklaşık olarak 2- 3 hafta sürmekte olup; ahşap malzemelerin denizden alınıp tuzsuz suya ya da zemine konulması halinde *Teredo* spp.'lardan daha hızlı bir şekilde ölmektedirler. *Limnoria* spp. istilasından korunmak için, deniz içerisinde kullanılacak ahşap malzemelerin ve kazıkların emprenye edilmesi gerekmektedir (Tsoumis, 1991).

Dünyada yaygın olarak çalışılmış bir *Limnoriid* türü olan *L. tripunctata* Menzies'in, kreozotu degrade eden bakterilerle simbiyoz oluşturabildiği ve kreozotla emprenye edilmiş iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen ahşap direklere saldırabildiği bilinmektedir (Sivrikaya, 2003).

▪ *Sphaeromatidae*

Isopoda grubuna giren *Sphaeroma* spp.'lar, tropik ve az tuzlu sularda yaşarlar (Bozkurt ve diğ., 1993). Bu canlılar ahşabı sadece barınak olarak kullanmakta olup, ahşapla beslenmemektedir (Panshin ve diğ., 1964).

Sphaeroma spp.'lar, besin ihtiyaçlarını deniz suyunu süzerek karşılamakta ve 8- 14 mm'ye kadar büyüebilmektedirler. Ayrıca; odun, kumtaşı, zayıf beton ve polistiren maddeleri delerek tüneller oluşturabilmektedirler (Çetin, 2009; Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2004).

Açtıkları oyuklar küçük ve yüzeyle aynı doğrultudadır. Ahşap direklerde yaptıkları tahribat sonucu, kum saati şeklinde bir görünüm oluştururlar. Bu türlerin saldırılarını kimyasal koruyucularla engellemek çok güçtür (Çetin, 2009; Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2004).

Denizlerde çoğunlukla gelgit zonlarında aktif olan *Sphaeroma* türlerinin saldırısını fiziksel bariyerle kontrol etmek mümkündür. Ahşap kazığın etrafına takılan içi kreozot ile dolu yüzen bariyerler kullanıldığında, suyun alçalıp yükselmesiyle birlikte kreozot etkisiyle ölmektedirler. Ancak; ahşabın dayanımını artırmak için kullanılan bazı boyaların, kreozot içeren koruyucuların ve diğer zehirli maddelerin deniz çevresinde kullanılmaları insanlar ve denizde yaşayan canlılar için oldukça tehlikelidir (Sivrikaya, 2003). Ayrıca; saldırıları önlemek için beton, plastik sargılar ve bantlar gibi fiziksel bariyerler daha ekonomik olarak uygulanabilmektedir (Çetin, 2009; Sivrikaya, 2003; Sivrikaya, 2004).

Amphipodlar

Kabuklu ahşap delici canlıların en küçük grubunu *Cheluridae* temsil etmektedir. Bu canlılar; ılıman, subtropik ve tropik bölgelerde yaygındırlar ve diğer canlılara göre ekonomik açıdan daha az öneme sahiptirler (Sivrikaya, 2004).

▪ *Cheluridae*

Chelura'ların pire gibi zıplayabildikleri için kum pireleri olarak adlandırılan canlılar oldukları ve çoğunlukla *Limnoria*'ların yüzeyde açtıkları tünelleri daha da genişleterek ahşap malzemede hasara neden oldukları bilinmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Panshin ve diğ., 1964). *Chelura*'lalar ahşapta genellikle *Limnoria*'larla birlikte bulunurlar. Her iki canlı türü saldırdığında; *Limnoria*'lar ahşabın iç kısmında bulunurken, *Chelura*'lar ise dış kısmındadırlar (Sivrikaya, 2004).

3.5.5 Termitler (Isoptera)

Termitler; çoğunlukla tropikal ve subtropikal bölgelerde görülen, koloniler halinde yaşayan sosyal böceklerdir (Berkel, 1970).

Termitler; her tür ahşap cinsinin diri veya öz odununa, sağlam ya da çürük ahşaba arız olurlar. Tüm termitler, besin olarak ahşaptaki selüloz ve diğer karbonhidratları kullanırlar. Bazı türlerde selülozun sindirilebilir şekle dönüştürülmesi, bağırsaklarında yaşayan protozoa yardımı ile sağlanmaktadır (Panshin ve diğ., 1964).

Termitler ahşaba çok ciddi zararlar verebilmekte; hatta yıllık hasarları diğer tüm zararlı böceklerin ahşaba hep birlikte yaptıkları hasardan daha fazla olabilmektedir (Desch ve Dinwoodie, 1996).

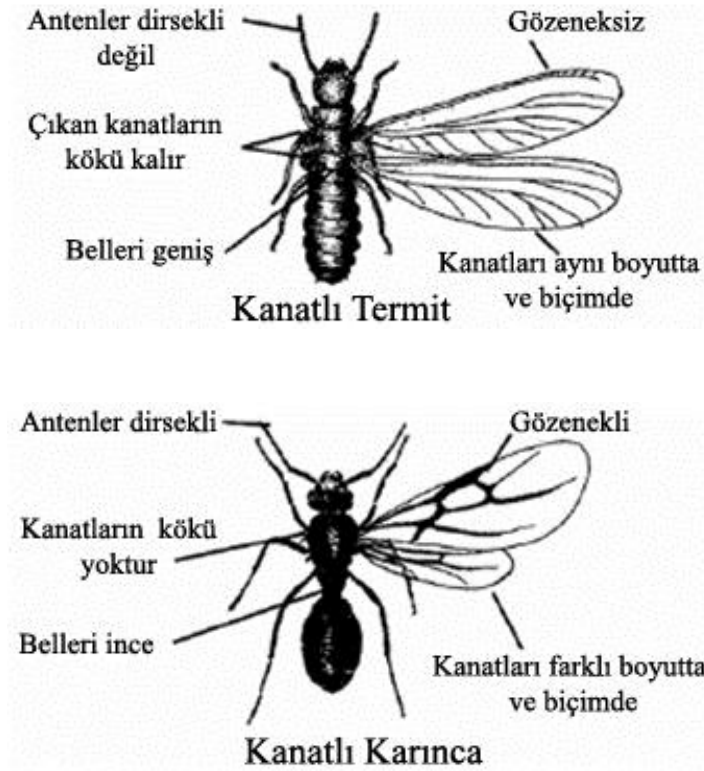
Termitler, ahşap içinde geniş çukurlar kazma eğilimindedirler (Şekil 3.85). Doğal dayanıklı ahşap türleri termitler tarafından kemirilmeye yatkındırlar. Yumuşak, dayanıksız türler ise; sadece ahşabın dış kabuğu kalacak şekilde tamamen oyulabilmektedirler (Desch ve Dinwoodie, 1996).



Şekil 3.85 : Toprak altı termitinin ahşapta yaptığı hasara bir örnek (Url-48).

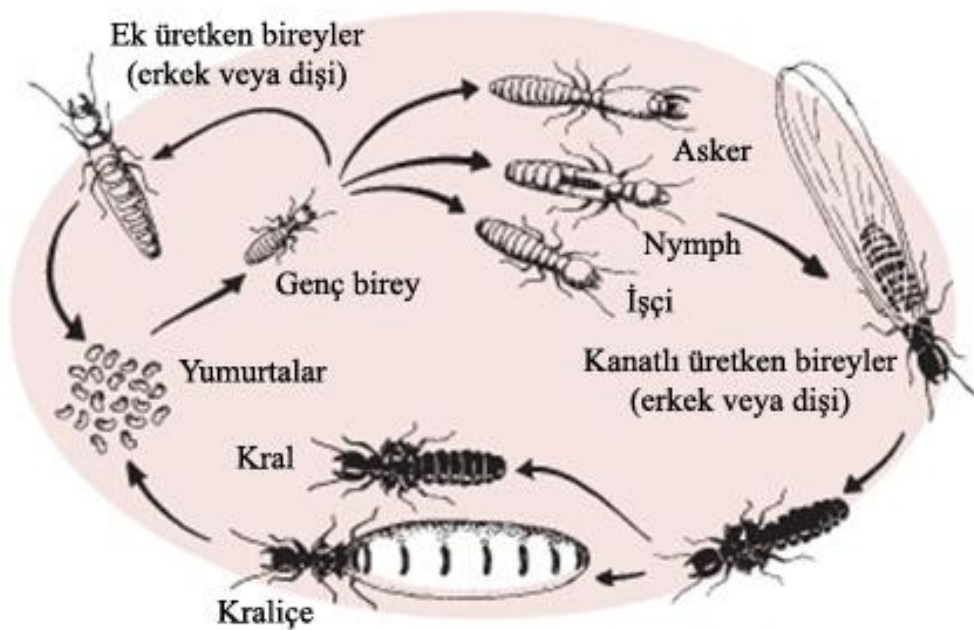
Termitlere “beyaz karıncalar” da denilmekte olup, çoğu kez karıncalarla karıştırılırlar. Ancak; termitler ve karıncalar anten, kanat ve bel yapılarına bakıldığında kolayca ayırt edilebilirler (Url-49) (Şekil 3.86).

Termitlerin antenleri düz, boncuk dizisi gibi iken; karıncalarınki dirsekli, genellikle yumruludur. Termitlerin kanatları eşit ölçülerde olup, uçtuktan kısa süre sonra dökülürler. Karıncaların ön kanatları, arkadakilerden daha büyüktür ve dökülmezler. Termitlerin belleri geniş, karıncalarınki ise incedir. Ayrıca, termitler çoğunlukla yumuşak gövdeli ve açık renkli; karıncalar ise sert gövdeli ve koyu renklidirler (Erdin, 2009; Url-50).



Şekil 3.86 : Kanatlı karıncalar ve termitler arasındaki farklılıklar (Url-50).

Termit kolonileri esas olarak üç ana kastan oluşmaktadır: Üremeyi sağlayan üyeler (kral ve kraliçe), işçiler ve askerler. Sadece kral ve kraliçe üremeyi sağlamaktadır; fakat ek üretken bireyler de kolonide hazır bulunmaktadır (Şekil 3.87 ve 3.88). Bu bireyler, kral veya kraliçe öldüğünde veya yeni bir koloni oluştuğunda yerlerine geçebilirler (Erdin, 2009; Tsoumis, 1991).



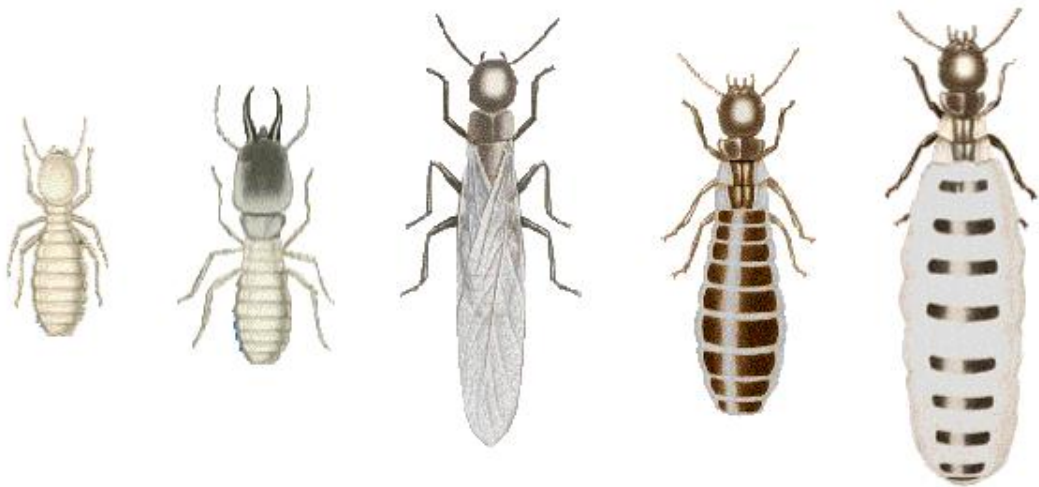
Şekil 3.87 : Termitlerin yaşam döngüsü ve kolonileri (Hu ve diğ., 2001).



Şekil 3.88 : Kanatlı bir üretken ve işçi toprak altı termitleri (Url-51).

Termit kolonilerinde bir kral ve bir kraliçe bulunmakta olup, fiziksel olarak en büyük birey görevi yumurtlamak olan kraliçedir (Şekil 3.89 ve 3.90). Bazen bir günde binlerce yumurta üretebilen kraliçe, 50 yıl yaşabilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Kral her zaman kraliçenin yanındadır. Kolonide en büyük grubu işçiler oluşturmaktadır (Url-49). İşçiler; kraliçeye hizmet etmek, yuvayı tamir etmek, yiyecek arama tünelleri inşa edip yiyecek bulmak ve toplamak, kolonideki diğer kastları ve birbirlerini beslemek için saatlerce çalışırlar (Şekil 3.91). Diğer sosyal böceklerden farklı olarak, termitlerin işçileri erkek veya dişi olabilmektedir (Url-49; Url-51). Kuru ve ıslak odun termitlerinin işçileri bulunmamakta, yiyecek arama işini kolonide bulunan tam gelişmemiş bireyler yapmaktadır. Bu bireyler daha sonra ergin termitlere ya da askerlere dönüşmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).



Şekil 3.89 : Termit kolonisinde bulunan (soldan sağa) işçi, asker, kanatlı üretken, kral ve kraliçe (Url-52).



Şekil 3.90 : Kraliçe, işçi ve askerler (Url-51).



Şekil 3.91 : İşçi termitler (Url-53).

Askerler, koloniyi yağmacılara ve yabancılara karşı korumakla görevlidirler. Yiyecek arama tüpleri veya tünelleri yabancılar tarafından istila edilmek istendiğinde hemen o bölgede toplanıp istilacılara karşı koyarlar (Url-51).

Askerler; üzerinde güçlü çeneler bulunan sert, geniş kafaya veya sıvı püskürten soğan şeklinde kafaya sahiptirler (Url-49) (Şekil 3.92). İşçiler ve askerler üreme yeteneğine sahip olmayıp, kanatları ve gözleri bulunmamaktadır. Üremeyi sağlayan üyelerin ise renkleri koyu olup, eşit boyutlarda bir çift kanata ve gözlere sahiptirler (Erdin, 2009).



Şekil 3.92 : Asker bir toprak altı termiti (Url-48).

Birçok termit türü, yaz sonu veya günde oğul verirler; ancak kuru odun ve toprak altı termitlerini baharda da görmek mümkündür. Yeni kral ve kraliçeler, ergin hayatlarının ilk dönemlerine kanatlıdırlar; fakat orijinal kolonilerinden ayrıldıktan sonra bu kanatlar dökülür. Önce, eşleşen çiftler ahşaba yakın veya ahşap içinde uygun bir yuva alanı bulurlar. Küçük bir oda inşa ederler ve içine girip girişi kapatırlar. Daha sonra dişi termit yumurtalarını buraya bırakır. Hem kraliçe hem de kral; yavruları kendi kendilerine beslenecek duruma gelene kadar, önceden sindirdikleri yiyeceklerle beslerler. İşçiler ve tam gelişmemiş bireyler (nymphs) üretildikten sonra kral ve kraliçe ahşapla beslenmeyi kesip, işçiler tarafından beslenmeye başlarlar (Url-49).

Şekil 3.93'te termit kolonisinde bulunan, gelişimini tamamlamamış bir birey (nymph) görülmektedir.



Şekil 3.93 : Kolonide bulunan gelişimini tamamlamamış bir birey (nymph) (Url-54).

Yapılardaki ahşaba verdikleri zarara göre termitler; ıslak odun termitleri, kuru odun termitleri ve toprak altı termitleri olmak üzere üç gruba ayrılabilirler (Morris, 1998; Panshin ve diğ., 1964).

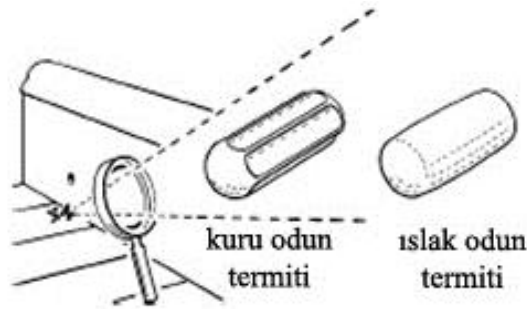
3.5.5.1 Islak odun termitleri

Islak odun termitleri, zemine gömülü ahşaplara yuva kurarlar; ancak istila edilen ahşap yüksek nem içeriyorsa zeminle temas gerekli değildir. Yüksek neme gerek duyduklarından çoğunlukla sahil kenarındaki evlerde serin, nemli alanlarda bulunurlar. Kanatlı üretkenler, özellikle temmuz- ekim ayları arasında oğul verirler; ancak onları yılın çeşitli zamanlarında da görmek mümkündür (Şekil 3.94).



Şekil 3.94 : Kanatlı üretken ıslak odun termiti (Url-54).

Islak odun termitleri, karakteristik dışkı peletleri üretirler. Peletlerin her iki ucu yuvarlak ve uzamış olup, kuru odun termitlerinin peletlerinde görülen belirgin uzunlamasına çizgiler bunlarda bulunmamaktadır (Url-49) (Şekil 3.95). Islak odun termitlerinin zararı daha çok zemine gömülü ahşaplarla sınırlı kaldığından daha az ekonomik öneme sahiptirler (Panshin ve diğ., 1964). Islak odun termitlerinin ahşapta yaptıkları hasar Şekil 3.96'daki gibidir.



Şekil 3.95 : Kuru odun ve ıslak odun termitlerinin dışkı peletleri (Url-49).



Şekil 3.96 : Islak odun termiti hasarı (Url-55).

3.5.5.2 Kuru odun termitleri

Kuru odun termitleri; yapısal ahşapların yanı sıra ölü ağaç dallarını, elektrik direklerini, kazıkları ve depo halindeki keresteleri de kapsayan kuru, çürümemiş ahşapları istila ederler (Şekil 3.97).

Az miktarda neme gereksinim duyarlar ve kuru şartlara uzun süre dayanabilirler. Tamamen zemin üzerindedirler ve yuvaları toprakla temas halinde değildir. Belirgin özellikteki dışkı peleti yığınları, varlıklarının bir göstergesidir. Dışkı peletleri uzatılmış ve uçları yuvarlak olup, altı adet düzleşmiş veya yuvarlakça bastırılmış yüzeyler altı uzunlamasına çizgi ile ayrılmaktadır (Şekil 3.98). Çok çeşitli renklerde olmakla birlikte, peletler taneli yapıdadırlar (Url-49).



Şekil 3.97 : Kuru odun termitlerinin ağaçta (solda) ve ahşap malzemede yaptığı hasar (sağda) (Url-1, Url-53).



Şekil 3.98 : Kuru odun termitlerinin dışkı peletleri (Gold ve diğ., 2005).

Binalarda en fazla hasara neden olan kuru odun termiti *Cryptotermes brevis* olup, genellikle Karayip Adaları ve tropikal Güney Amerika'da bulunmaktadır. Akdeniz ülkelerinde ve ülkemizin sahil kısımlarında, özellikle İstanbul'da, en fazla görülen kuru odun termiti türü *Kalotermes flavicollis*'tir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Kuru odun termitlerinin istilasından korunmak için ahşap malzemelerdeki çatlaklar ya da ek yerleri onarılmalı, uygun yüzey işlemleri uygulanmalı ve emprenye edilmiş ahşap malzemeler kullanılmalıdır. Termit istilasına karşı tam korunabilen doğal dayanıklı ağaç türü bulunmamakta; ancak öz odunu dayanıklı olan bazı ağaç türlerinin termitlere karşı doğal dayanıklılığa sahip olduğu bilinmektedir. Termitler tarafından hasar gören ahşap malzemeler, emprenye edilmiş yeni ahşap malzemelerle değiştirilmelidir. Termitlerle mücadelede fumigasyon (dumanlama) da etkili sonuçlar vermektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

3.5.5.3 Toprak altı termitleri

Termitler içerisinde en tehlikeli ve en fazla tahribata neden olan termit grubudur. Toprak altı termiti türlerinden *Reticulitermes flavipes* ABD’de, *Reticulitermes santonensis* ise Avrupa’da görülmektedir. Ülkemizde bulunan *Reticulitermes lucifugus* türüne İtalya, İngiltere, Yugoslavya ve Rusya’da rastlamak mümkündür (Bozkurt ve diğ., 1993).

Toprak altı termitleri nemli ortama ihtiyaç duyarlar. Nem ihtiyaçlarını karşılamak için de yuvalarını toprak içine, toprağa yakın yerlere kurarlar. Nem gereksinimlerinden dolayı, çoğu kez çürüklük bulunan ahşapta görülürler (Url-49). Yiyeceklerini yuvanın çevresinde tünel ağı kazarak ararlar. Bulduklarında diğer termitler besin kaynağının etrafında toplanırlar ve kullanılmayan tüneller kapatılır. Yiyecek arayan termitler, diğerlerini haberdar etmek için davranışlarını değiştiren bir tür kimyasal salgılar. Salgının yoğunluğu; toprak ısı, nem ve besin kaynağının kalitesine bağlı olarak değişmektedir (Url-51). Salgılar, ayrıca kolonideki kastların miktarını ayarlamak için kullanılmaktadır. Koloninin ihtiyacına göre; gelişimi tamamlanmamış bireyler (nymphs) salgı yardımıyla işçi, asker veya üretken bireylere dönüşebilmektedirler (Url-54). Şekil 3.99’da kolonideki asker ve işçi toprak altı termitleri görülmektedir.

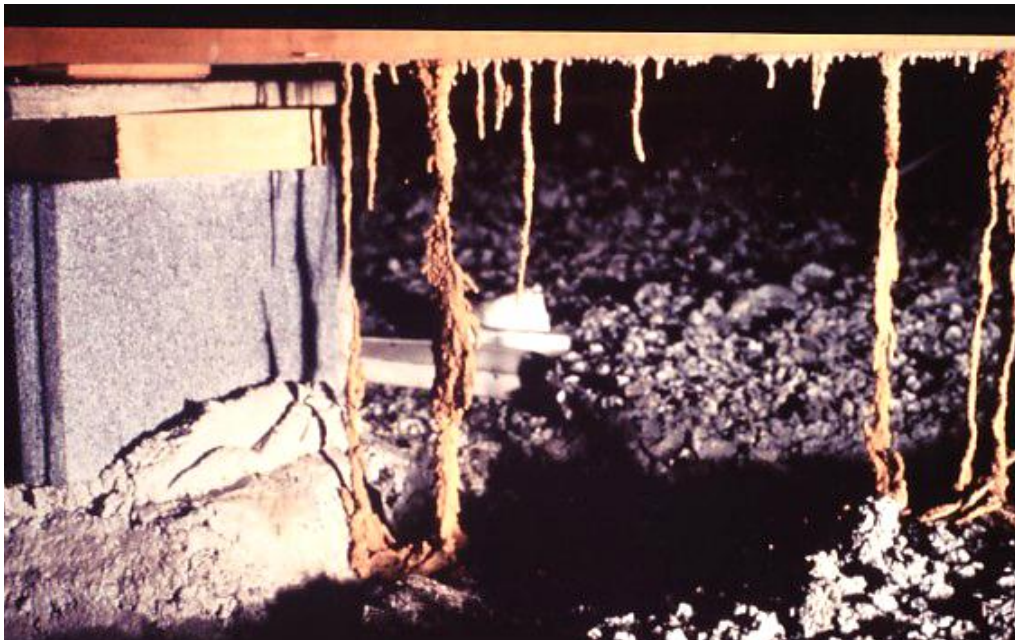


Şekil 3.99 : Asker (solda) ve işçi (sağda) toprak altı termitleri (Url-56).

Termitler; zemin üzerinde yiyecek ararken gövdelerinin nem kaybedip kurumasından ve karıncalardan korunmak için çamur ve dışkı malzemesinden oluşan, araştırma tüpleri de denilen uzun çamur tüpleri inşa ederler. İşçi termitler, toprakla zemin üzerindeki yapı veya ahşapla arasındaki bağlantıyı bu tüpler ile sağlamaktadırlar. Bu tüplerin varlığı, termit istilası olduğunun önemli bir göstergesidir. Bir besin kaynağının yeri belirlendiğinde ise; yeraltındaki tünellerden besine direkt bağlantı kuran, daha geniş ve kalıcı olan çalışma tüplerini veya yardımcı tüpleri oluştururlar (Url-51) (Şekil 3.100 ve Şekil 3.101).



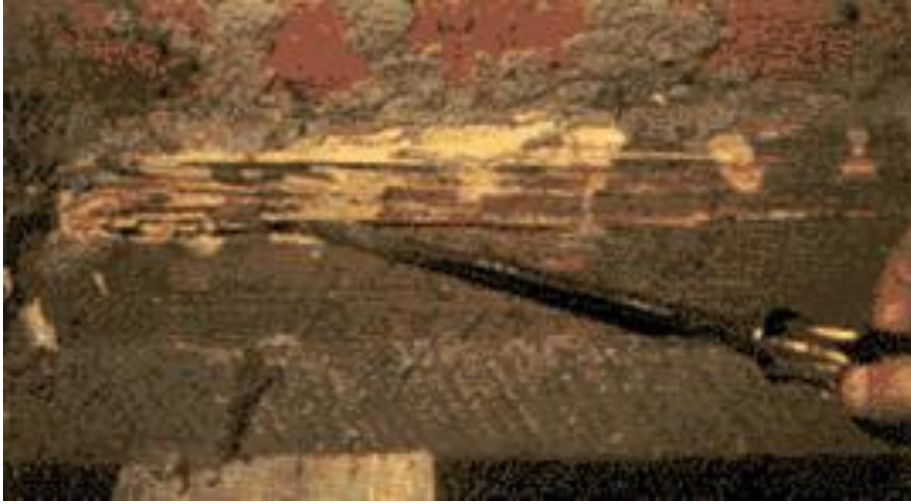
Şekil 3.100 : Toprak altı termitlerinin oluşturduğu çalışma tüpleri (Url-56, Url-51).



Şekil 3.101 : Toprak altı termitleri tarafından oluşturulan çamur tüpleri (Url-1).

Toprak altı termitleri tarafından istila edilen ahşap, genel olarak bal peteği görünümüne sahiptir. Çünkü, daha yumuşak olan ilkbahar odunu tabakasını lifler doğrultusunda tüketirler. Termit hasarı araştırılırken ahşapta oluşturdukları boşluklar, bir bıçak veya düz uçlu bir tornavida yardımıyla oyularak tespit edilebilmektedir (Url-54) (Şekil 3.102).

Tünellere bağlı olan çamur tüpleri açığa çıkarak, ahşap kolayca parçalara ayrılır. Tüneller, çamur parçacıkları ile bir miktar dışkı malzemesi içerebilmektedir (Şekil 3.103). Eğer koloni aktif ise, istilaya uğramış ahşapta beyaz termitler görülebilmektedir. Bir başka kanıt ise; zeminden ahşap elemana veya temel duvarlarına uzanan, kurşun kalem kalınlığındaki çamur tüplerinin varlığıdır. Ciddi şekilde hasar görmüş ahşaba vurulduğunda boş bir ses çıkarmaktadır. Toprak altı termitleri ahşabı diğer böcekler gibi toz kütle haline getirmezler, ahşap parçacıkları veya peletler oluşturmazlar (Url-54).



Şekil 3.102 : Tornavida yardımıyla termitlerin oluşturduğu boşlukların tespiti (Url-54).



Şekil 3.103 : Çamda görülen toprak altı termiti tahribatı (solda) ve çamur dolu tüneller (sağda) (Url-56).

Işık, oğul veren toprak altı termitleri için çekici bir etki yapar (Şekil 3.104). Eğer bina içinde ortaya çıkmışlarsa denizlik ve açık kapılara doğru uçarlar (Url-51). Kanatlı erkek ve dişilerin veya dökülmüş kanatlarının varlığı, özellikle de uçan erginlerin görülmesi binada bir termit istilası olduğunu göstermektedir (Url-54). Şekil 3.105'te pencere kenarlarındaki kanatlı termit ölümleri görülmektedir.



Şekil 3.104 : Kanatlı üretken bir toprak altı termiti (Url-54).



Şekil 3.105 : Pencere kenarlarında görülen kanatlı termit ölümleri (Url-57).

Toprak altı termitlerinin istilasından korunmada binaya girişlerinin önlenmesi büyük önem taşımaktadır. Risk bulunan yerlerde bina inşa edilecekse öncelikle alan, tüm odunsu kalıntılardan ve ağaç köklerinden arındırılmalı; termitlerin önceden bulunduğu yerlerdeki toprağın böcek öldürücülerle sterilizasyonu sağlanmalıdır. Termitlerin binaya girişini engellemek için temellerde ve temel duvarlarında bitümlü, su geçirmeyen malzemeler kullanılmalıdır. Beton çatlakları da bitümlü malzemelerle doldurulmalı ve toprakla temas halindeki ahşap malzemelere uygun koruyucu maddeler uygulanmalıdır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Çizelge 3.9'da kuru odun ve toprak altı termitleri arasındaki farklılıklar görülmektedir.

Çizelge 3.9 : Kuru odun ve toprak altı termitleri arasındaki farklılıklar
(Erdin, 2009; Url-54; Url-52).

	KURU ODUN TERMİTLERİ	TOPRAK ALTI TERMİTLERİ
Besin	Selüloz (ahşap ve ahşap esaslı ürünler)	Selüloz (ahşap ve ahşap esaslı ürünler)
Nem	Dış neme ihtiyaç duymazlar. Ahşap içindeki nemin küçük miktarıyla yaşamlarını sürdürebilirler.	Dış nem kaynağına ihtiyaçları vardır. Nem ihtiyaçları toprak, su tesisatı sızıntısı ve çatı üstleri vb. yerlerden sağlanabilir.
Yaşam Ortamı	Koloniler odun içinde yaşarlar ve toprakla temasa ihtiyaçları yoktur.	Normalde toprakta yaşar ve yiyecek ararlar. Eğer uygun bir nem kaynağı bulunursa toprağın üstünde de yuva kurabilirler. Toprakta binaya uzanan koruyucu çamur tüpler oluştururlar. Çevre koşulları gerektirdiğinde koloni toprağın içine taşınabilir.
Koloni Büyüklüğü	Küçük (birkaç yüzden bine kadar termit üyesi)	Büyük (iyi kurulmuş bir koloni 7 milyondan fazla termit içerebilir). Bazı türler birkaç bin termit üyesinin oluşturduğu çok sayıdaki daha küçük kolonilere sahiptir.
Aktivite Belirtisi	Kum gibi veya gübre şeklinde peletler duvarlar, tavanlar veya ahşap üzerindeki deliklerden dışarı atılırlar. İstila, gübre belirtilerinin bulunmasından 2 yıl önce başlamış olabilir.	1) Çamur tüpleri topraktan yapıya yükselir ya da duvarlardan ve/veya kesmelerden dışarı çıkıntı yaparlar. 2) Yapı içinde yoğun olarak kanatlı ergin termitler vardır. 3) Ahşapta yarıklar (uçma aralıkları) bulunur. 4) Ahşapta karakteristik olmayan pürüzlülük (dalgalılık) görülür.
Koruyucu Önlemler	1) Yapım aşamasında emprenyeli kereste kullanılır. 2) Emprenye edilmemiş ahşap ya da ahşabın açıkta kalan enine kesitleri uygun bir termit öldürücü (termitisid) ile kaplanır. 3) Tüm çatlak ve yarıklar kalafatlanır.	1) Evde veya yapıda termit izleme veya tespit etme sistemi kurulabilir. 2) İnşaattan önce toprağa uygun bir termit öldürücü (termitisid) uygulanır. 3) İstilaya neden olan koşullar ortadan kaldırılır.
Kontrol Önlemleri	Hafif etkinliklerde: 1) Atık delikleri belirlenir. 2) Atık deliği hafifçe delinir. 3) Atık deliğine uygun böcek öldürücü (insektisit) enjekte edilir. 4) Atık delikleri kalafatla tıkanır. Ağır etkinliklerde: Çadır fumigasyonu uygulanır.	Eğitim, tespit ve neden olan koşulların ortadan kaldırılması yoluyla koruma, en etkili ve düşük maliyetli kontrol önlemleridir. Etkinlik hala sürüyorsa yapıya sıvı bir termit öldürücü (termitisid) ile müdahale edilir.
Tahribat Seviyesi	Minimal (toprak altı termitleri ile karşılaştırıldığı zaman). Etkinliğin mevcut olduğunun kanıtı 2 yıl kadar sürer.	Bazı toprak altı termitleri haftada 7.5 kg ahşabı tüketebilirler.

4. AHŞAP MALZEME KORUMA VE ONARIM METOTLARI

Ahşap koruma; her çeşit ahşap ve ahşap ürünlerinin özelliklerini bozan veya tahrip eden zararlılara karşı girişilen ve ahşabın kullanım yerindeki dayanma süresinin uzatılması ile ilgili her türlü önleyici veya kurtarıcı işlemleri kapsamaktadır (Anon, 1988; TS 343, 1977).

Doğal, organik, çevre için antioksid, geri kazanımlı, biyolojik olarak parçalanabilir bir hammadde olan ahşap malzeme; termik özelliği, direncinin yüksekliği, kolay işlenmesi, iyi boya ve cila kabul etmesi, sesi absorbe etmesi, renk çeşitliliği ve estetik özellikleri nedeniyle geniş bir kullanım alanına sahiptir (Erdin, 1995; Kartal, 2009; Yazıcı, 2005).

Ahşap malzemenin 5000'den fazla kullanım yeri bulunmakta olup, diğer yapı malzemeleri ile birlikte yardımcı malzeme olarak da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Birçok malzemeye üstünlüğü bulunan ahşap malzemenin olumsuz özellikleri de bulunmakta; bu yönlerini iyileştirmek ve biyolojik, fiziksel ve kimyasal faktörlere karşı dayanıklı hale getirerek kullanım ömrünü uzatmak için çeşitli koruma metotları uygulanabilmektedir (Kartal, 2009; Yazıcı, 2005).

Ahşap malzeme, biyolojik bir materyal olduğu için çok çeşitli organizmalar (bakteriler, mantarlar, böcekler, termitler, deniz zararlıları vb.) tarafından bozunmaya uğratılmakta; fiziksel, mekanik ve kimyasal faktörler (açık hava etkileri, güneş ışığı ve UV radyasyonu, nem, yağmur, kar ve dolu vb. iklim olayları, sıcak ve soğuk hava etkisi, rüzgar, mekanik sürtünme, asit ve bazlar vb.) de ahşap malzemenin bozunmasını hızlandırmaktadır (Kartal ve diğ., 2006; Kartal, 2009; Van der Sloot ve diğ., 1997).

Ahşap türüne göre değişmekle beraber koruma için herhangi bir önlem alınmadan kullanılan ahşap malzemenin fiziki ve ekonomik ömrü sınırlı kalmakta; özellikle mantarlar, böcekler, deniz zararlıları ve yangınla tahrip edilmekte ya da kullanım değeri azaltılmaktadır (Anon, 1988). Alınacak çeşitli önlemler yardımıyla ahşap malzemenin korunmasını ve daha uzun süre dayanmasını sağlamak mümkündür.

Ahşap malzeme koruma metotları; ahşaba zarar veren canlıların yaşamlarını sürdürmeleri için gerekli şartların ortadan kaldırılması, ahşabın belli bir kurulukta tutulması, kimyasal maddelerle emprenye edilmesi, ahşaba çeşitli yüzey işlemlerinin uygulanması ve gerekli yapısal önlemlerin alınması gibi konuları kapsamaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Hizmet ömrünü uzatmak bakımından ahşap malzemenin kimyasal maddelerle korunması, yapısal (tasarıma yönelik) önlemlerin alınması ve onarımı büyük önem taşımaktadır. Özellikle tarihi ahşap yapılarda, uygulanacak her türlü müdahalede dikkatli olunması gerekmektedir.

4.1 Kimyasal Koruma Metotları

Kimyasal koruma; ahşaba katı, sıvı ve gaz halindeki kimyasal maddelerin uygulanmasına ilişkin tüm işlemleri kapsamaktadır (TS 344, 1981). Kimyasal korumada emprenye maddeleri ve metotları önem kazanmaktadır. Emprenye maddelerinin bazılarının, ahşaba zarar veren canlılara karşı zehirli etkilerinin yanında, bazı durumlarda diğer canlıları ve çevreyi de olumsuz yönde etkileme olasılıkları bulunmaktadır (Kartal ve diğ., 2006). Bu yüzden bazılarının kullanımları sınırlandırılmakta; canlılara, insanlara ve çevreye olumsuz etkisi olmayan yeni emprenye madde ve sistemlerinin geliştirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır (Kartal ve diğ., 2006).

4.1.1 Emprenye işlemi

Emprenye; toksik özellikteki kimyasal bir maddenin mantarlar, böcekler, termitler, deniz canlıları tarafından besin maddesi olarak kullanılan hücre zarının zehirli bir hale getirilmesi ile yangına ve boyut değişmelerine karşı korumak için bu maddelerin çeşitli metotlarla ahşap malzemenin içerisine sevk edilerek ömrünün uzatılması ile ilgili tüm işlemlerdir (Anon, 1988; Doğan, 1997; Örs ve Keskin, 2001).

Ahşap malzemenin korunmasını sağlayabilmek için 2000 yıldan beri çeşitli maddeler denenmekte olup; önceleri hayvansal, bitkisel ve mineral yağlardan yararlanılmıştır. Örneğin; eski Roma ve Mısırlılar ahşap malzemenin dayanma süresini uzatmak için sedir yağı kullanmışlar, Burma'lılar ise ahşap malzemeyi petrol yağları içinde bekleterek daha uzun süre dayanmasını sağlamayı başarmışlardır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Bina içi uygulamalarda doğal dayanıklı ağaç türlerinin seçimi, yapısal (tasarıma yönelik) önlemler, yüzey kaplayıcı madde, hidrofobik madde, boya, vernik vb. madde kullanımı gibi koruma önlemleri tercih edilebilirken; bina dışında, toprak ve su temaslı uygulamalarda, ıslanma riskinin bulunduğu yerlerde ise ahşap malzemenin uygun madde ve metotlarla emprenye edilerek kullanılması önerilmektedir. Emprenye edilmiş ahşap malzeme; ekonomik, dayanıklı ve estetik bir yapı malzemesi olarak sayısız kullanım yerine sahiptir (Kartal, 2009).

Emprenye işleminin etkinliği; koruyucu maddenin zehirliliğine, ahşaptaki nüfuz derinliğine ve tutunma (retensiyon) miktarına bağlı iken ahşap malzemenin emprenye edilebilmesi ise odunun anatomik yapısına, daha önce yapılan kurutma ve delme (incising) işlemlerine bağlı olarak değişmektedir (Örs ve Keskin, 2001). Emprenye maddeleri ve metotları; ahşap malzemenin türüne, bulunduğu ortamın koşullarına ve kullanım yerine göre farklılıklar göstermektedir.

4.1.2 Emprenye maddeleri

Ahşap emprenye maddeleri; ahşaba emprenye edilerek uygulanan, ahşabın mantarlara, böceklerle (termitler ve deniz kurtları dahil) karşı korunması ve mücadelesinde kullanılan tuzlar ve yağlı maddeler ile ateş ve yüksek sıcaklığa (yangına) karşı korunmasında kullanılan tuzlar olarak tanımlanmaktadır (TS 343, 1977).

Kullanım yerine göre uygun emprenye maddesinin seçimi ve konsantrasyonu ile birlikte ahşap malzemeye uygulanacak emprenye metotlarının belirlenmesi de büyük önem taşımaktadır. Örneğin; derin emprenye maddesi nüfuzu elde etmek, genellikle kapalı bir kazan içerisindeki ağaç malzemeye basınç altında emprenye maddesi eriyiğinin nüfuzunun sağlanmasıyla mümkün olabilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Koruyucu özellikteki emprenye maddelerinin içerdiği toksik özellikteki maddelerden dolayı; emprenye edilerek korunmuş ahşap malzemenin, özellikle çürüme riski yüksek olan toprak ve su temaslı uygulamalarda kullanımı önem kazanmaktadır (Kartal, 2009).

Emprenye edilmiş ahşap malzemenin kalitesi üzerinde etkili olan önemli faktörler; emprenyeden önce hazırlama, emprenye maddesi sınıfı ve kullanılan emprenye metodudur. Bugüne kadar çok sayıda ve değişik özellikte emprenye maddesi geliştirilmiş ve halen de geliştirilmeye devam edilmekte olup, son yıllarda çevreyle

uyumlu emprenye maddeleri üzerinde çalışılmaktadır (Kartal ve diğ., 2006; Kartal, 2009). Emprenye maddelerinde aranan özellikler aşağıda sıralanmıştır (Anon, 1988; Başaran, 1965; Berkel, 1972; Charlett, 2007; Desch ve Dinwoodie, 1996; Doğan, 1997; Günay, 2007; Scott, 1968; Van der Sloot ve diğ., 1997; Tsoumis, 1991; Yazıcı, 2005) :

- Ahşabı koruyan bu maddeler sıvı halde kullanılabilirmeli, ahşaba zarar veren canlılara karşı zehirli etkisi olan kimyasal bileşikler içermelidir.
- Böcek ve mantarlara karşı geniş bir kullanım alanına sahip olmalıdır.
- Düşük konsantrasyonlarda yüksek zehirli etkiye sahip olmalıdır.
- Gıda maddeleri için zararsız olmalıdır.
- Kullanım yönünden güvenli olmalı; kullananlar, uygulayıcılar ve hayvanlar için tehlike oluşturmamalıdır.
- Etki süresi uzun olmalı, sularla yıkanmamalı ve buharlaşmayla etkisini kaybetmemelidir.
- Derine nüfuz etmeli ve yayılma kabiliyeti bulunmalıdır.
- Kalite ve nicelik bakımından kontrol edilmesi basit ve kolay olmalıdır.
- Hazırlanması kolay ve ucuz olmalıdır.
- Uygulanması kolay olmalıdır.
- Yanıcı özellikte olmamalı ve yanmayı artırmamalıdır.
- Ahşap direncini ve özelliklerini olumsuz yönde etkilememelidir.
- Çabuk kurumalı ve daha sonra işleme kabiliyeti olmalıdır.
- Metaller, cam, mermer, seramik ve plastik gibi maddelere etki yapmamalıdır. Metal parçalarda ve kullanım yerinde korozyona neden olmamalıdır.
- Yapışma ve boyanma özelliklerine olumsuz etki yapmamalıdır.
- Dışarı sızma yapmamalıdır.
- Kokusuz olmalıdır.
- İçindeki pigmentlerle rengi değişmemelidir.

Bir emprenye maddesinin tüm bu özellikleri kapsamı mümkün olmamakla birlikte, birkaç özelliği bünyesinde taşıması yeterli sayılmaktadır (Anon, 1988; Charlett, 2007; Tsoumis, 1991).

Emprenye maddeleri; yağlı, organik çözücülü ve suda çözünen emprenye maddeleri olmak üzere üç ana grupta toplanmaktadır (Anon, 1988; Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Desch ve Dinwoodie, 1996; Günay, 2007; Kartal, 2009; Scott, 1968; Van der Sloot ve diğ., 1997). Bu grupların her birinde aktif maddeler farklı olduğundan, çeşitli kullanım yerlerinde bu emprenye maddelerinin etkinlikleri de değişmektedir (Kartal, 2009).

4.1.2.1 Yağlı emprenye maddeleri

Bu gruba giren en önemli emprenye maddesi kreozottur. Maden kömürü katranının damıtılmasıyla elde edilen kreozot, yüzlerce maddenin karışımından oluşmaktadır. Çoğunlukla; yüksek çürüme riski taşıyan, su içinde ve açık hava koşulları altında bulunan ahşap malzemelerin korunmasında kullanılmaktadır (Anon, 1988; Berkel, 1972; Tsoumis, 1991).

Kreozot; ahşabı tahrip eden mantar, böcek ve deniz zararlılarına karşı oldukça zehirli bir etkiye sahip olup sular tarafından yıkanmamaktadır. Değişik boyutta ve türdeki malzemelerde yeterli miktarda koruma sağlamaktadır. Metallerde çoğunlukla korozyona neden olmayan bir emprenye maddesi olan kreozot, yüksek kaynama derecesine ve elektriksel dirence sahiptir (Anon, 1988; Anon, 1994; Berkel, 1972; Tsoumis, 1991). Ahşap malzemenin çatlamasını önlediği için, özellikle demiryolu traverslerinin emprenyesinde tercih edilen bir emprenye maddesidir (Anon, 1988; Berkel, 1972). Fırça ile sürme, püskürtme, batırma ve boş hücre metotlarını yoğunluğu düşük kreozotla uygulamak mümkündür. Boş hücre ve sıcak- soğuk emprenye metotları uygulanırken kreozot ısıtılarak viskozitesi düşürülmekte; böylece nüfuz derinliğinin artması sağlanmaktadır (Anon, 1988).

Kreozot, içerdiği uçucu maddeler nedeniyle ağır bir kokuya sahiptir ve bu yüzden kapalı yerlerde kullanılması uygun bulunmamaktadır. Kreozot ile emprenye edilmiş ahşap malzeme boyanamamakta ve daha kolay yanıcı hale gelmektedir (Anon, 1988; Berkel, 1972; Tsoumis, 1991). Ayrıca, güneş ışınları etkisiyle ahşap malzemede kreozot yağı dışarı sızabilmektedir (Anon, 1988; Anon, 1994; Berkel, 1972;

Tsoumis, 1991). İnsanlara, diğer canlılara ve çevreye olan zararlı etkilerinden dolayı kreozotun kullanımı yasaklanmıştır (Baysal, 2003).

Karbolineum, maden kömürü katranı, linyit kömürü katran yağı, odun katranı ve katran yağı, bilinen diğer yağlı emprenye maddeleridir (Anon, 1988; Berkel, 1972).

4.1.2.2 Organik çözücülü emprenye maddeleri

Organik çözücülü emprenye maddelerinin özellikleri, hacimlerinin % 95'ini oluşturabilen çözücü maddenin türüne bağlı olarak değişmektedir. Çözücüler emprenye işleminden sonra buharlaşmakta, geriye ise aktif kimyasal maddeler kalmaktadır (Anon, 1988).

Mantar ve böceklerle karşı zehirli bir etkiye sahip olan organik çözücülü emprenye maddeleri, genellikle kapı ve pencere doğramalarında kullanılmakta olup; suda çözünmedikleri için uzun süreli bir koruma sağlamaktadırlar (Anon, 1988; Berkel, 1972).

Uygun çözücülerle kullanıldıkları takdirde ahşapta renk değişikliğine, korozyona, şişme ve çarpılmaya neden olmamakta; emprenye işleminden sonra ahşap malzeme temiz kaldığından boyanabilmekte ve yapıştırılabilmektedir (Anon, 1988; BS 1282, 1999; Desch ve Dinwoodie, 1996; Scott, 1968; Tsoumis, 1991). Fakat; emprenyeli ahşap malzeme emprenyesiz malzemeye göre daha kolay tutuşabilmekte, çözücü madde buharlaştığında ise bu olumsuz etki sona ermektedir. Organik çözücülü emprenye maddelerinin çözücülerini pahalı olduğu için maliyetleri suda çözünen emprenye maddelerinden daha yüksektir (Anon, 1988; Desch ve Dinwoodie, 1996; Scott, 1968).

Organik çözücülü emprenye maddeleri; fırça ile sürme, püskürtme, daldırma, batırma ve çift vakum metotlarında kullanılmaktadırlar. Emprenye işleminin belirli aralıklarla tekrarlanması ile uzun süreli koruma sağlamak mümkündür (Anon, 1988).

Organik çözücülü emprenye maddelerinin nüfuz kabiliyetleri (penetrasyonları), genellikle oldukça iyi olmakla birlikte birçoğu hem iç hem de dış ortamda kullanıma uygundur (Desch ve Dinwoodie, 1996; Scott, 1968).

TBTO (tribütiltin oksit), PCP (pentaklorofenol), metalik naftenatlar ve bor esteri en önemli organik çözücülü emprenye maddelerindendir (Anon, 1988).

4.1.2.3 Suda çözünen emprenye maddeleri

Suda çözünen emprenye maddelerinin katı veya konsantre halde taşınması kolay ve ucuz olup, çözücü madde olarak suyun kullanılmasıyla kolaylıkla hazırlanabilmektedirler. Bu maddeler kokusuz olduklarından, taşınmaları ve kullanılmaları sırasında herhangi bir sorunla karşılaşmamaktadır. Ancak; emprenye işleminden sonra ahşap malzemelerin kurutulması gerekmektedir. Emprenyeli malzeme kuruduktan sonra yanma tehlikesi artmamakta; yağlı boya, vernik gibi maddeler ve yüzey işlemleri uygulanabilmektedir (Anon, 1988; Berkel, 1972; Scott, 1968; Tsoumis, 1991).

Kurutulmuş malzemenin emprenyesi sonucu, ahşapta çalışma kusurları oluşabilmektedir. Bazı türleri sular tarafından yıkanabildiği için birkaç tuz bir araya getirilerek yıkanmaya karşı dayanıklı emprenye maddeleri elde edilebilmektedir. Suda çözünen tuzların bazıları, metallerde korozyona neden olabilmektedir (Anon, 1988).

Suda çözünen emprenye maddeleri; maden ocaklarında ve deniz içinde kullanılacak ağaç malzemelerde, cila ve boyanın yapılmadığı bina elemanlarında (kereste, direk, döşeme vb.) ve yerinde emprenye uygulamalarında tercih edilmektedirler (Anon, 1988; Kartal ve diğ., 2006).

Suda çözünen emprenye maddeleri; bakır, krom, arsenik, çinko ve flüor gibi aktif maddelerden oluşmaktadır (Kartal ve diğ., 2006; Tsoumis, 1991). Aktif madde olarak bakır içeren CCA (bakır/krom/arsenik), ACZA (amonyaklı bakır çinko arsenik), CC (amonyaklı bakır sitrat), ACQ (alkalin bakır quat), CBA (bakır azole), CDDC (bakır dimetilditiyokarbamat) gibi suda çözünen emprenye maddeleri, malzemede iyi fikse olduklarından yıkanmaya karşı dirençlidirler (Kartal ve diğ., 2006).

CCA (bakır/krom/arsenik), bu gruba giren en önemli emprenye maddelerindendir. Toz, macun ve konsantre sıvılar olarak bulunabilen ve geniş bir kullanım alanına sahip olan CCA tuzlarının kullanımı; içeriğinde bulunan toksik özellikteki arsenik nedeniyle son yıllarda birçok ülkede kısıtlanmış veya yasaklanmış olup, insanlara ve diğer canlılara etkileri olmayan yeni emprenye maddeleri geliştirilmeye çalışılmaktadır (Kartal ve diğ., 2006; Tsoumis, 1991). Son zamanlarda bakır, bor, alkil amonyum bileşikleri, azoller ve karbametler gibi maddelerden oluşan, çevreyle

dost emprenye maddeleri önem kazanmaya başlamıştır (Kartal, 2009). Borlu emprenye maddeleri (borik asit, boraks, boratlar, disodyum oktoborat tetra hidrat vb.) mantar, böcek ve termit gibi biyolojik zararlılara karşı toksik özelliğe sahiptir; ancak insan ve hayvan sağlığına önemli zararlı etkileri bulunmamaktadır (Kartal ve Imamura, 2004; Kartal, 2009; Sivrikaya ve Saraçbaşı, 2004). Ucuz ve uygulanmaları oldukça kolay emprenye maddeleridir (Henriques ve diğ., 2010). Renksiz ve kokusuz yapıda olup, korozyona neden olmamaktadırlar. Aynı zamanda, ahşabın yanmaya karşı direncini de artırdıkları bilinmektedir (Alma ve Acemioğlu, 2002; Kartal ve Imamura, 2004; Sivrikaya ve Saraçbaşı, 2004). Dış ortamda ve rutubetli yerlerde kullanıldıklarında ahşaptan kolayca yıkanabildiklerinden; çoğunlukla su basman seviyesi üzerinde, yapılarda ve iç mekanlarda kullanılan ahşap malzemelerin emprenyesinde etkilidirler (Alma ve Acemioğlu, 2002; Baysal, 2003; Kartal ve Imamura, 2004; Sivrikaya ve Saraçbaşı, 2004). Yapılan çalışmalarda; *Lyctus*'lara karşı hassas geniş yapraklı ağaçlardan elde edilen malzemenin, düşük konsantrasyonlardaki boratlarla daldırma veya püskürtme metotları kullanılarak emprenye edilse dahi etkili oldukları görülmüştür (Alma ve Acemioğlu, 2002; Anon, 1988).

Yıldız ve diğ. (2004) çalışmalarında, çeşitli emprenye maddelerinin ahşabın mekanik özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve suda çözünen emprenye maddelerinin özellikle de CCA'nın ahşap malzemenin mekanik özelliklerini azalttığını tespit etmişlerdir. Yapılan çalışma sonunda, CCA ile emprenye edilen malzemelerin elastisite modülünde yaklaşık olarak % 10; eğilme direncinde ise % 12 oranında azalma tespit edilmiştir.

Toker (2007); borlu bileşiklerin ağaç malzemenin bazı fiziksel, mekanik ve biyolojik özelliklerine etkilerini araştırdığı çalışmasında çözelti konsantrasyonu arttıkça malzemelerde yoğunluk, retensiyon oranı ve miktarı, higroskopisite değerleri ile yanma dirençlerinde artma görülmüştür. Eğilme, direnci, elastiklik modülü ve basınç dirençlerinde ise ortalama % 20- 40 oranında azalma tespit edilmiştir. Ağaç malzemenin mekanik dirençlere maruz kalacağı yerlerde düşük konsantrasyonlu çözeltilerin, fiziksel etkilere maruz kalacağı yerlerde ise yüksek konsantrasyonlu çözeltilerin kullanılması tavsiye edilmiştir. Şimşek ve diğ. (2009) tarafından yapılan çalışma da bu sonucu desteklemektedir. Çizelge 4.1'de emprenye maddeleri ve özellikleri görülmektedir.

Çizelge 4.1 : Emprenye maddeleri ve özellikleri (Tsoumis, 1991).

	Özellikleri	Avantajları	Dezavantajları
Yağlı emprenye maddeleri	Kreozot en çok kullanılan türü olup, maden kömürünün damıtılmasından elde edilen katrandan üretilir. Demiryolu traversleri, direk ve ağaç kazıkların emprenyesinde çok etkilidirler.	Mantar, böcek ve deniz zararlılarına karşı yüksek derecede zehirlidirler ve uzun süre koruma sağlarlar. Suda çözünmez, metalleri oksitlemezler. Yüksek elektrik direncine sahiptirler.	Uygulandıkları ahşap malzeme, daha yanıcı hale gelir. Kreozot ahşaptan sızabilir. Kötü kokuludurlar. Çevreye ve insan sağlığına zararlı olduklarından kullanımları sınırlanmaktadır. Boyanması çok zor veya imkansızdır.
Organik çözücülü emprenye maddeleri	En bilinenleri Pentaklorofenol olup kristal biçimde elde edilebilir. Çeşitli çözücülerle (petrol, kreozot ve uçucu çözücüler) hazırlanabilirler. Ticari adları; Xylaman, Lindane, Rentokil , Dieldrin.	Kimyasal olarak kararlıdır. Suda çözünürlükleri düşük ve uçuculukları azdır. Böceklere karşı yüksek derecede zehirlidirler. Uygun çözücü seçimiyle malzeme boyanabilir, yapıştırılabilir ve temiz kalır. Ayrıca, su geçirimsizlik sağlar. Pentaklorofenol, metalleri oksitlemez ve yanıcı değildir.	Sağlığa zararlı oldukları için uygulamada bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. İçinde oturulan mekanlarda kullanılmamalıdır.
Suda çözünen emprenye maddeleri	Çeşitli inorganik kimyasalların tuz çözeltilerinden (bakır, krom, arsenik, flüor, civa) oluşurlar. Toz ve likid konsantre halinde bulunurlar. CCA, CCB, ACA, CCP, FCAP (FCA) kullanılan örnekleridir. Ticari adları; Cellure, Tanalith, Boliden, Chemanite, Wolmanit, Basilit.	Yanıcı değildirler. Genellikle kokusuzdurlar ve diğer türlere göre daha hesaplıdır. Suda çözünen maddelerle emprenye edilen ahşap malzeme, kurutulduktan sonra boyanabilir.	Emprenyeden sonra ahşap malzeme kurutulmalıdır. Mekanik aşınmaya karşı koruma sağlamazlar. Suyla temas halinde ve dış ortamda yıkanma tehlikesi vardır. CCA kullanımı tehlikeli ve sağlığa zararlıdır.

4.1.3 Özel amaçlarla kullanılan kimyasallar

Ahşabın tutuşmasını güçleştiren yangın geciktirici kimyasallar ve yüzey işlemlerinde kullanılan koruyucular bu grupta incelenebilir.

4.1.3.1 Yangın geciktiriciler

Yangın geciktirici kimyasal maddeler; ahşap malzemenin tutuşmasını güçleştirip, yanma başladıktan sonra ateşin yayılmasını geciktirmektedirler (Berkel, 1972; Cowan, 1991; Çakmak, 2008; Tsoumis, 1991). Ahşap malzemenin yanmaya karşı korunması; binalarda kullanılan malzemelerde sürme veya püskürtme metotlarıyla, kullanım yerine monte edilmemiş malzemelerde ise basınç metotları ile sağlanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001; Şener, 2006).

Sürme veya püskürtme metotlarıyla uygulanan koruyucular; köpük oluşturanlar ve köpük oluşturmeyenler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Köpük oluşturan koruyucular yüksek sıcaklıkta önce yumuşamakta, sonra tutuşmayan gazlar çıkartmaktadırlar. Gazlar, örtü maddesi tarafından tutularak başlangıçtaki kalınlığının 50 katı kalınlığında bir köpük tabakası oluşturmaktadır. Bu aşamada, koruyucu madde sertleşerek malzeme yüzeyinin yanması önlenmektedir. Köpük oluşturmeyen koruyucular ise; yüksek sıcaklık etkisinde ya yanmayan kimyasal maddelere dönüşmekte ya da silikatlar ve boratlar gibi yanma esnasında ergiyerek koruyucu parlak bir tabaka meydana getirmektedirler (Bozkurt ve diğ., 1993; Erol, 2007; Örs ve Keskin, 2001; Şener, 2006).

Basınç metotlarında ise, ahşap malzeme dolu hücre metoduna göre emprenye edilmektedir. Bu metotlar, genellikle suda çözünen tuzlarla uygulanmaktadır. Yanmaya karşı emprenye edilmiş ahşap malzemenin, işlem sonunda düşük bağıl nem ve sıcaklık şartlarında tekrar kurutulması gerekmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Erol, 2007; Örs ve Keskin, 2001; Şener, 2006).

Yangın geciktirici emprenye maddeleri; suda çözünen tuzlar ve köpük yapan organik bileşikler olmak üzere iki türden oluşmaktadır. Suda çözünen tuzlardan amonyum sülfat ve alüminyum sülfat; etkilerini ya alev söndürücü özellikteki karbondioksit, amonyak, sülfirik asit gazlarını ya da malzeme yüzeyini örten ve oksijen temasını kesen fosfat, borat, asetat eriyiklerini oluşturarak göstermektedirler. Köpük yapan organik bileşiklerin en önemlileri; borakslı diamonyum fosfat ve formeldehit emülsiyonu karışımları olup, malzeme yüzeyinde ısı etkisiyle köpük şeklinde kömür

kabarcıkları oluşturarak çok yüksek ısı yalıtımı sağlarlar (Bozkurt ve diğ., 1993; Erol, 2007; Örs ve Keskin, 2001; Şener, 2006). Ahşabın yanmaya karşı korunmasında ayrıca; silikat boya, vernik, pasta veya macun, kil veya alçı sıva ve yanmaz levha uygulaması gibi yüzeysel uygulamalar da kullanılabilir (Doğan, 1997).

4.1.3.2 Yüzey koruyucular

Ahşap malzemenin yüzeyinin çeşitli şekillerde işlem görmesine yüzey işlemi denilmekte ve ahşap malzemenin yüzeyine koruma, estetik ve diğer amaçlarla çeşitli yüzey işlemleri uygulanmaktadır (Kurtoğlu ve Kahveci, 1989). Boya, yüzey işlem maddeleri ve derine nüfuz eden koruyucu maddeler ahşabı uzun süreli korumakta ve dış mekanlarda uygun şartlarda dayanım sürelerini artırmaktadır (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007; Yazıcı, 2005).

Dış mekanda kullanılan ahşap malzemeyi korumak amacıyla uygulanan boyama ve vernikleme gibi yüzey işlemlerinde kullanılan maddeler; film oluşturan ve derine nüfuz eden yüzey koruyucu maddeler olmak üzere iki ana grupta incelenebilmektedir (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Film oluşturan yüzey koruyucu maddeler

Film oluşturan yüzey koruyucu maddeler ahşabın dış veya iç yüzeyini su geçirmez bir tabaka ile örterek boyut değişimini, iklimsel yıpranmayı denetlemekte; mantarların girişini ve gelişimini engellemektedirler (Günay, 2007). Açık hava koşullarının meydana getirdiği değişimleri önlemek amacıyla, genellikle yüzeyde film tabakası oluşturan boya ve vernik uygulamaları yapılmaktadır (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007). En iyi korumayı boyalar sağlarken, en az koruma ise transparan verniklerde görülmektedir (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007; Yazıcı, 2005).

Özellikle güneş ışığına karşı etkili bir koruma sağlayan boyalar, geniş bir renk seçeneğine sahiptir (Feist, 1983). Ancak, zamanla kabarıp çatlayarak dökülebilmekte; bu da mantar oluşumu için uygun şartların oluşmasına neden olabilmektedir. Boyalar; genellikle yağlı veya çözücülü sistemlerle lateks veya suda çözünen sistemlere ayrılmaktadır (Feist, 1983; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Vernikler; esas itibari ile katman oluşturan katı bağlayıcılar ile çeşitli eritici ve inceltici sıvılardan oluşmaktadırlar. Vernik gibi sıvı yüzey işlemi maddelerinin yüzeye uygulanması ya yüzeye temas etmeden (püskürtme, dökme ve batırma) veya

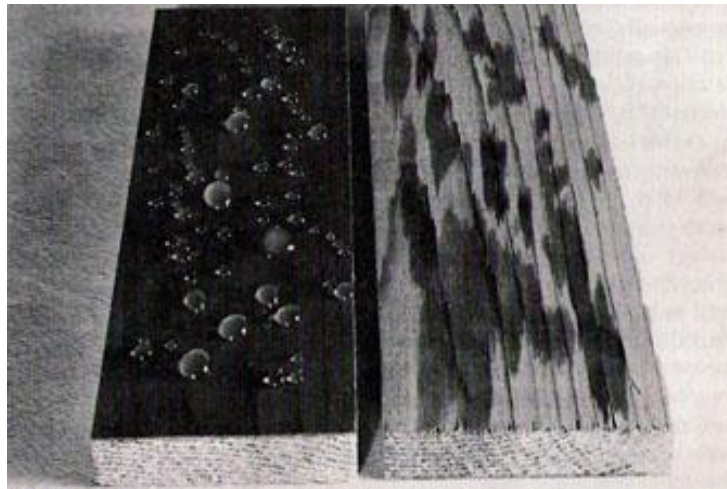
yüzeye temas ederek (fırça ve silindir makineler ile) baskı suretiyle gerçekleştirilmektedir (Kurtoglu ve Kahveci, 1989). Bu maddeler, ahşabın rutubet almasını engellemekte ve ahşabı mor ötesi ışınların yıkıcı etkisinden korumaktadırlar. Ancak, açık hava koşullarında vernikler çatlayıp kırılmakta ve etkinlikleri sona ermektedir (Yazıcı, 2005). Ahşabın en doğal görünümü; açık renkli vernikler, lakeler veya şellak ile elde edilmektedir. Lake ve şellak dış mekan kullanımları için uygun olmamakla birlikte, suya karşı oldukça duyarlıdırlar. Açık verniklerin sık sık yenilenmesi gerekmektedir (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Sabit renkli örtücü boyalar; opak maddeler olup yüksek pigment konsantrasyonlarına sahiptirler ve çok çeşitli renklerde hazırlanabilmektedirler. Bu yüzey koruyucu maddeler, aynı zamanda ahşabın doğal renk ve dokusunu tamamen örtmektedirler. Yağ veya alkid esaslı solid- color yüzey koruyucu maddeleri, yüzeyde boyalar gibi ince bir film tabakasının oluşmasını sağlamaktadır (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Derine nüfuz eden koruyucu maddeler

Çeşitli yağlar (bezir yağı, tung yağı, oiticica yağı vb.) ve modifiye yağlar ile ahşaba nüfuz eden koruyucular uzun zamandır kullanılmaktadır. Bu tip koruyucular bir film tabakası oluşturmamakta ve ahşaba nüfuz edebilmektedirler. UV ışınına ve suya dayanıksız olduklarından kullanım süreleri kısadır. Bu nedenle, dış mekanlarda sınırlı bir kullanım alanına sahiptirler (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Su iticiler; genellikle reçine, çözücü, waks ve koruyucu içeren maddelerdir. Ahşabın su alımını büyük ölçüde azalttıkları gibi zararlılara karşı da koruma sağlarlar (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007) (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 : Su iticilerle işlem görmüş (solda) ve koruyucu uygulanmamış (sağda) ahşap malzeme (Scott, 1968).

Örtücü boyalar; pigmentlerin su itici koruyucu çözeltilerine veya benzer özellikteki nüfuz eden transparan ahşap yüzey koruyucu maddelerine ilave edilmesiyle oluşan pigmentli, yarı transparan karışımlardır. UV ışını kısmen bloke olduğundan, pigmentler bu yüzey koruyucu maddelerinin dayanıklılığını önemli miktarda artırmaktadır. Hem düz hem de pürüzlü yüzeyler için uygun maddelerdir (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

4.1.4 Emprenyeden önce ahşap malzemenin hazırlanması

Emprenye işleminin etkili olması ve emprenye maddesinin derine nüfuzunu sağlamak için ahşap malzeme daha önce bazı işlemlere tabi tutulmaktadır (Anon, 1988). Ahşap malzemenin emprenyeye hazırlanması işlemleri; malzemenin nem içeriği, işlenmesi ve kabuğunun soyulup soyulmayacağı gibi konuları kapsamaktadır (Tsoumis, 1991).

Kabuk soyma, boyutlandırma, sabotaj, S. O. demirleri veya çivili bantların çıkılması, tornalama, kurutma gibi işlemlerin yanında delik açma (incising), mekanik sıkıştırma, havuzlama, yağmurlama gibi özel işlemler de uygulanmaktadır (Anon, 1988; Bozkurt ve diğ., 1993).

4.1.4.1 Kabuk soyma

Kabuk, sıvıların gövdenin iç kısımlarına geçmesine engel olduğu için birçok emprenye metodu öncesinde kabukların soyulması gerekmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Doğan, 1997; Günay, 2007).

Kabukların soyulması malzemenin belirli bir nem miktarına kadar kurutulması için gerekli olup, emprenye maddelerinin derine nüfuzunu sağlamaktadır. Ancak; besi suyunu çıkarma (Boucherie) metodunda odundaki nemin herhangi bir şekilde azalmaması ve tüm kabuk tabakasının gövdenin üzerinde bulunması gerektiğinden, bu metotta kabuklar soyulmadan bırakılmalıdır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Desch ve Dinwoodie, 1996).

Günümüzde kabuk soymada birçok metot kullanılmaktadır. Örneğin; kabuk soyma işlemi kağıt fabrikalarında yüksek basınçlı su jetlerinin kullanılması ile, kereste fabrikalarında kabuk soyma makineleri ile, özellikle tel direklerinde ekseni etrafında dönen ve üzerinde bıçaklar bulunan freze ile yapılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Doğan, 1997).

4.1.4.2 Ahşap malzemenin emprenye işlemine hazırlanması (İşlenmesi)

Kullanım yerine göre ahşap malzemedeki; boyutlandırma, delme, kesme, zımparalama gibi işlemlerin emprenyeden önce bitirilmiş ve malzemenin son şekline getirilmiş olması gerekmektedir (BS 1282, 1999; Bozkurt ve diğ., 1993; Kartal ve diğ., 2006). Bu ön işlemler; emprenye edilen ahşap malzemenin dayanıklılığını artırdığı gibi, emprenyeden sonra yapılacak işlemlerde oluşacak atık parçaların çevreye olan etkilerini azaltmaya yardımcı olmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Kartal ve diğ., 2006).

Malzemenin emprenyeden önce işlenmesi; emprenye maddesinin açılmış deliklere ve ek yerlerine derin bir şekilde nüfuz etmesini ve çürümeye karşı hassas kısımları korumayı da sağlamaktadır (Tsoumis, 1991). Aksi takdirde, emprenye sonrası malzeme üzerinde yapılacak herhangi bir işlem, emprenye edilmemiş kısımları açığa çıkararak malzemeyi böcek ve mantar gibi zararlıların saldırılarına maruz bırakacaktır. Eğer emprenye işlemlerinden sonra malzeme üzerinde kesme ve delme işlemleri yapılması gerekirse, yeni açılmış yüzeylere sıvı haldeki emprenye maddesinin fırça ile sürülmesi gerekmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Günay, 2007). Ayrıca; emprenye işleminden önce malzeme yüzeyinde çamur, kir, iç ve dış kabuk gibi kalıntılar ile boya, cila, katran gibi lekelerin bulunmamasına dikkat edilmeli, üzerinde mantar ve böcek hasarına dair belirtiler bulunmayan malzemeler tercih edilmelidir (BS 1282, 1999; Günay, 2007; TS 11072, 1993).

4.1.4.3 Ahşap malzemenin kurutulması

Kurutma; ağacın içerisinde bulunan ve kullanım amacına uygun olmayan suyun atılması işlemidir (Bozkurt ve Kantay, 1990; Doğan, 1997; Şimşek, 2007). Ahşap malzemenin nem miktarının, kullanım yeri koşullarına uygun olması son derecede önemlidir (Kurtoğlu, 1984).

Kullanım yerindeki nem miktarına uygun olmayan ahşap malzemenin, nem alması veya vermesi sonucunda boyutları değişmekte ve istenmeyen kusurlar oluşmaktadır (Göker, 1994). Ahşabı tahrip eden zararlıların istilasından korunmak için de ahşabın kurutulması büyük önem taşımaktadır.

Hücre boşluklarında bulunan serbest su, emprenye maddesinin ahşap malzeme içerisine derin bir şekilde nüfuz etmesine engel olmaktadır (Günay, 2007; Tsoumis, 1991).

Difüzyon metotları hariç, emprenye edilecek ahşap malzemenin neminin belli bir oranda tutulması gerekmektedir. Kreozot gibi yağlı emprenye maddeleriyle emprenyenin uygulanabilmesi için ahşap malzemenin neminin lif doygunluğu nem derecesinin altında, örneğin yaklaşık olarak % 26- 28 civarında olması sağlanmalıdır (Desch ve Dinwoodie, 1996; Tsoumis, 1991). Yüzeye sürme ve püskürtme, açık kazanlarda batırma ve kazanda basınç uygulanan emprenye metotları için ahşap malzemenin emprenyeden önce hava kurusu halinde bulunması istenmektedir (Berkel, 1972).

İdeal bir kurutmada; kurutulacak malzemenin kalitesinin korunması, kurutma süresinin mümkün olduğunca kısa tutulması ve kurutma giderlerinin en düşük düzeyde tutulması sağlanmalıdır (Göker, 1994; Doğan, 1997). Uygun nem içeriğine sahip malzemenin kalitesi yükselmekte, gerilmeler ortadan kalkmakta, çalışması minimuma inmekte, yapışma kabiliyeti artmakta ve yüzey işlemlerinde başarı oranı yükselmektedir (Bozkurt ve Kantay, 1990).

Kurutmanın başlıca iki metodu bulunmakta olup bunlar; açık havada doğal kurutma ve suni olarak ısıtılmış kurutma odalarında yapılan teknik (yapay) kurutma metotlarıdır (Berkel, 1972; Bozkurt ve Kantay, 1990; Handisyde, 1967; Şimşek, 2007).

Açık havada kurutma

Açık havada kurutma; uygulanan en basit kurutma metodu olup, kurutma için çok uzun zaman gerekme ve büyük kesitli bir ahşabın kurutulmasında iyi sonuçlar alınamamaktadır. Bununla birlikte doğal kurutmanın; büyük depolara ihtiyaç duyulması, iyi istiflerin yapımının masraflı olması, bütün önlemlere rağmen mantar enfeksiyonlarının oluşabilmesi gibi olumsuz yönleri bulunmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Doğan, 1997; Şimşek, 2007; Tsoumis, 1991).

Teknik (yapay) kurutma

Teknik (yapay) kurutma, her zaman doğal kurutmadan daha ekonomiktir ve kurutma kayıpları daha azdır. Teknik kurutmada; hava hareketi, bağıl nem ve sıcaklık gibi dış kurutma faktörleri kontrol altına alınabildiğinden, ahşap malzemenin istenilen rutubet derecesine kadar kurutulması sağlanabilmektedir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Doğan, 1997; Göker, 1994; Martin, 1983; Örs ve Keskin, 2001; Şimşek, 2007; Tsoumis, 1991).

Boultonize metodu

Kurutulmamış veya kısmen kurutulmuş ahşabı basınçla emprenyeye hazırlamak amacıyla, yağ içinde ısıtılması ve vakum uygulanması sonucu ahşaptaki suyun dışarıya çıkmasını sağlayan bir hazırlama işlemidir (TS 343, 1977).

Ahşap malzemenin kreozot içerisinde vakum uygulanarak ısıtılmasıyla gerçekleştirilen bu metotla kurutulan ahşap malzeme, yalnızca kreozotla emprenye edilebilmektedir. Çoğunlukla, vakumdan önce kreozot belli bir sıcaklığa gelinceye kadar ısıtmakta ve yavaş yavaş vakum uygulanmaya başlanmaktadır. Ahşap malzeme içerisindeki suyun kaynama noktası düşünceye kadar vakum uygulandığında, buharlaşmayla birlikte su buharı çıkışı olmakta ve yeterli derecede su buharı çıktığında işlem durdurulmaktadır. Özellikle, Douglas göknarı direk ve keresteleri ile az miktarda meşe direk ve kerestelerinin emprenyesinde uygulanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Buharlama

Buharlama ile kurutma, tüm ağaç türlerinde geçerli olmamakla birlikte emprenye işleminde nüfuz derinliğinin artmasını sağlayan bir metottur. Ahşap malzemenin enine kesit büyüklüğüne bağlı olarak, 1- 20 saat süreyle 105- 118 °C sıcaklıktaki buharlamadan sonra vakumlanarak ahşap malzemeden su çıkarılması işlemidir (Bozkurt ve diğ., 1993). Suda çözünen tuzlarla emprenye edilecek ahşap malzemede uygulanan; ancak kreozot ve organik çözücülü emprenye maddeleri ile işlem görecektir ahşap malzemede de kullanılabilen bir metottur. Suda çözünen tuzlar kullanılmak istenildiğinde, emprenye maddelerinde çökeltme meydana gelmesini engellemek için ahşap malzemenin buharlama sonrası soğutulması gerekmektedir. En çok çam ve Avrupa'da ladinde kullanılan bir metottur (Bozkurt ve diğ., 1993).

Buharla kurutma

Bu metot, genellikle yapraklı ağaçlardan elde edilen traverslerde ve az miktarda iğne yapraklı ağaçlarda kullanılmakta olup, ahşap malzeme yüzeyinde 138- 160 °C'de yüksek kaynama dereceli organik çözücülerinin buharlarının yoğunlaşmasıyla uygulanmaktadır. Kondensasyon meydana geldiğinde çözücü, ısı yükselmesiyle birlikte buharlaşmaktadır. Kurutma süresi ahşap malzemenin boyutlarına bağlı olarak 8- 18 saat arasında değişen bu metotla kurutulan ahşap malzeme, genellikle kreozot veya organik çözücülü koruyucularla emprenye edilmekle birlikte suda çözünen tuzlarla da emprenye edilebilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Açık havada kontrollü kurutma ve kurutma kanalları

Metot; boyuna yönde sıcak hava verilen uzun kurutma odaları içerisinde hareket eden arabalar üzerine yerleştirilen ahşap malzemenin, kanalın soğuk ucundan sıcak ucuna doğru hareket ettirilmesi şeklinde uygulanmaktadır. Malzemenin boyutlarına bağlı olarak kurutma zamanı birkaç günle iki hafta arasında değişmektedir. Özellikle, çam direklerinde nemin istenilen daha düşük derecelere indirilmesinde kullanılmaktadır. Kurutma sonrası ahşap malzemede yüzeysel ya da iç çatlaklar oluşabilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Fırında kurutma

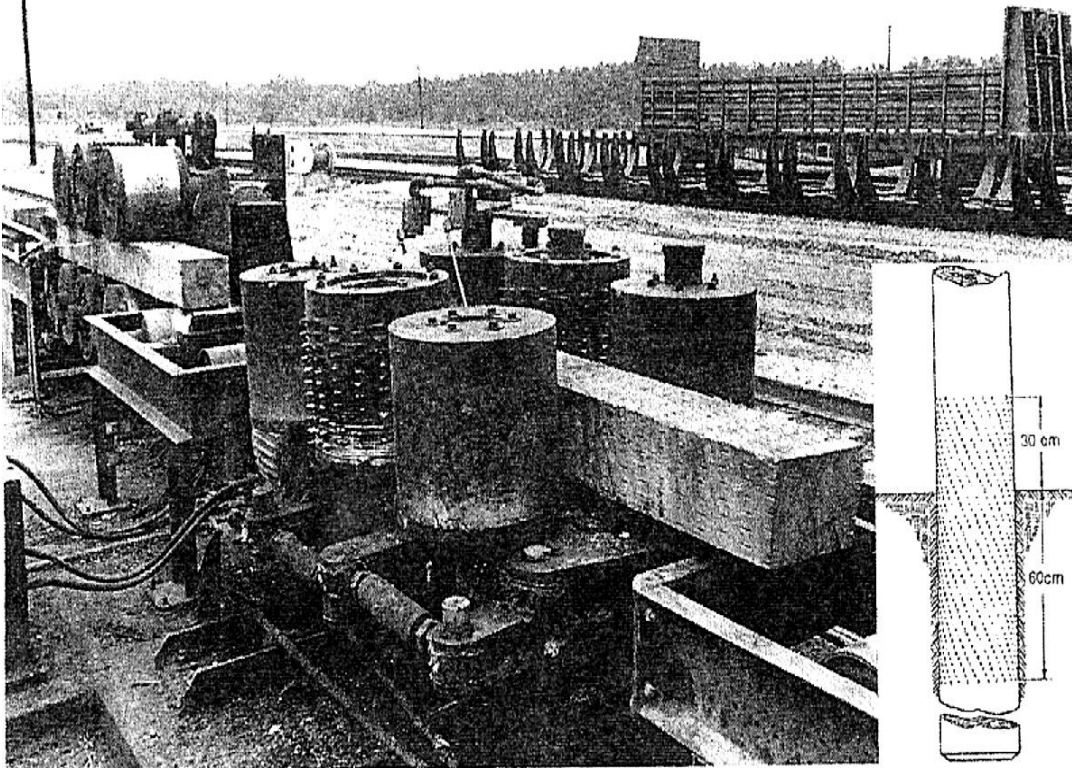
Her türlü kereste veya tel direğinin; kurutma fırınlarında havanın, malzemenin enine veya boyuna yönlerinde bir uçtan diğer uca hareket ettirilerek kurutulmasıdır. Kurutma sıcaklıkları ve süresi malzemenin boyutlarına ve ağaç türüne göre değişmekte olup, bu metotla kurutmanın açık havada kurutmaya göre bazı üstünlükleri bulunmaktadır. Ağırlıkta daha fazla azalma olmakta, kurutma süresi kısaltmakta ve iyi bir kurutma programı uygulandığında kalitenin korunması sağlanabilmektedir. Ayrıca, ahşabın bünyesine giren mantar ve diğer zararlıları yok etmek açısından da faydalı bir metottur (Bozkurt ve diğ., 1993; Doğan, 1997). Sıcaklık, ahşabın içteki kısımlarına yeterince ulaştığı takdirde ahşabın sterilizasyonu mümkün olmaktadır (Addleson, 1972).

4.1.4.4 Delme (Incising)

Kolay emprenye edilemeyen ahşapta daha derin ve homojen bir emprenye sağlanması için emprenye işleminden önce yapılan bir ön işlemdir (TS 343, 1977).

Bu metotla, malzeme üzerinde küçük yarıklar açılarak sıvı haldeki emprenye maddesinin liflere paralel ve yarıçap yönünde iyi bir şekilde nüfuz etmesi sağlanmaktadır. İşlem; silindirleri üzerinde bıçak ağzı şeklinde dişler bulunan, bir çifti yatayda diğer çifti dikeyde yarıklar açan iki çift silindirli makineler yardımıyla yapılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993) (Şekil 4.2).

Delme işlemi tel direkleri gibi yuvarlak ahşap malzemede; dönen bir kasnak üzerine spiral bir şekilde yerleştirilmiş uzun ve ucu sivri demir kısımları taşıyan bir alet yardımıyla yapılmakta olup, açılan yarıkların derinliği malzemenin kalınlığına bağlı olarak değişmektedir. Malzeme 12.5 cm'den ince ise 10 mm'lik, daha kalın ise 16 mm'lik yarıkların derinliğinin sağlanması önerilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).



Şekil 4.2 : Delme (incising) işlemi (Tsoumis, 1991).

4.1.4.5 Enine yönde dinamik basınç metodu

Ahşap malzemenin, hidrolik çelik silindirler arasından geçirilerek basınç etkisiyle malzemenin dış katmanlarında meydana gelen değişimler sonucunda emprenye maddesinin daha kolay absorbe edilmesi sağlanabilmektedir. Bu metotla ahşap malzeme kalınlığında % 15 oranında bir azalma görülmekte, hücre çeperindeki geçit zarlarının çatlamasıyla oluşan açıklıklar daha iyi bir sıvı akışı sağlamaktadırlar. Bu sayede, ahşap malzemenin daha kısa sürede kuruması mümkün olmakta ve emprenye maddesi nüfuzu artmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

4.1.4.6 Su içinde bekletme ve yağmurlama

Ahşap malzeme, su içerisinde bekletilerek veya yağmurlama yapılarak bakteriler yardımıyla geçitlerin eritilmesi sağlanmaktadır. Bu sayede, su içindeki ahşap malzemenin permeabilitesi artmakta ve fazla miktarda emprenye maddesi absorpsiyonu sağlanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Metodun uygulanmasında; bakteri bulunan göllerde ve depolarda tomrukların yüzdürülmesi veya bekletilmesi ile bir depoda bakterice zengin su ile tomruklarda yağmurlama sistemi kullanılması işlemleri yapılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

4.1.5 Emprenye metotları

Emprenye metotları, uygulanma şekilleri bakımından altı grupta toplanmaktadır:

- Basınç uygulamayan metotlar
- Basınç uygulayan metotlar
- Besi suyunu çıkarma (Boucherie) metodu
- Difüzyon metotları
- Yerinde bakım metotları
- Fumigasyon ve dumanlama

4.1.5.1 Basınç uygulamayan metotlar

Ahşap malzemenin basit bir şekilde emprenye edilmesi istenildiğinde kullanılan basınç uygulamayan metotlar; emprenye maddelerinin ahşaba basınçsız olarak uygulandığı emprenye işlemleridir (TS 343, 1977; Berkel, 1972).

Fırça ile sürme, püskürtme, deluging (sulama), daldırma, batırma ve açık kazanda sıcak- soğuk emprenye metotları bu gruba girmektedir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Desch ve Dinwoodie, 1996; Doğan, 1997).

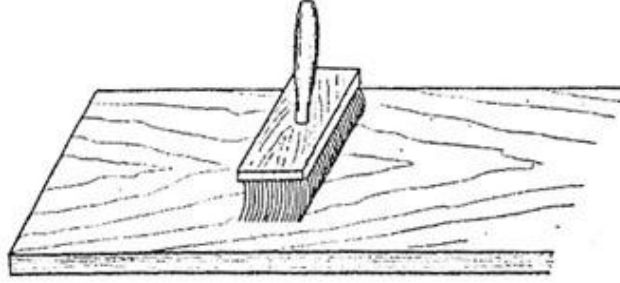
Basınç uygulamayan metotlarla emprenye edilen ahşap malzemede, çoğunlukla az miktarda emprenye maddesi absorpsiyonu ve nüfuz derinliği sağlanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Doğan, 1997; Desch ve Dinwoodie, 1996).

Fırça ile sürme ve püskürtme metotları

Bu metotlar, mantarlara karşı ahşap malzeme yüzeyinde zehirli bir tabaka oluşturmak amacıyla emprenye maddesinin fırça ile sürülmesi veya püskürtülmesi şeklinde uygulanmaktadır (Günay, 2007). Ahşap yüzeyinde ince koruyucu tabaka meydana getirilmesi esasına dayanan metotlar ile sıvının bir kısmı kapilarite bir kısmı osmozla ahşabın içine nüfuz etmekte; ancak nüfuz derinliği az olmaktadır (Başaran, 1965).

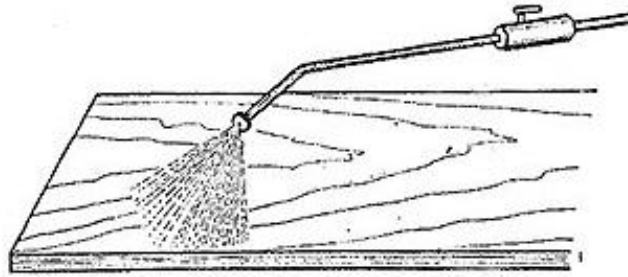
Fırça ile sürme metodu, emprenye maddesinin ahşaba fırça ile yüzeysel olarak uygulanmasıdır (Şekil 4.3). En iyi sonucu alabilmek için emprenye maddesi, temiz ve kuru ahşap malzeme yüzeyine birkaç kat olarak uygulanmalıdır. Bu metotla emprenye maddesi ahşap içine birkaç mm nüfuz etmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Göker, 1994; Günay, 2007).

Uygulamada bir önceki kat kuruduktan diğer katların sürülmesine dikkat edilmeli, etkili bir koruma sağlamak için bu işlemler periyodik olarak tekrarlanmalıdır (Bozkurt ve diğ., 1993; Desch ve Dinwoodie, 1996; Handisyde, 1967; Thompson, 1991; Tsoumis, 1991).



Şekil 4.3 : Emprenye maddesinin fırça ile ahşap yüzeyine sürülmesi (Berkel, 1972).

Püskürtme metodu, emprenye maddelerinin veya koruyucu diğer kimyasal maddelerin ahşaba genellikle bir el pompası yardımıyla püskürtülerek uygulanmasıdır (Şekil 4.4). Metot hızlı olup, etkisi fırçayla sürme metodununkiyle aynıdır. Koruyucu maddenin havada dağılımı, uygulayan kişilerin sağlığı açısından tehlikeli olabilmektedir. Ayrıca, inşaat yerlerinde ve orman içinde yapılan püskürtme işlemlerinde madde miktarında önemli ölçüde bir kayıp söz konusu olduğundan çevreye verilecek zarar da oldukça büyük olmaktadır (Kartal ve diğ., 2006; Tsoumis, 1991).



Şekil 4.4 : Emprenye maddesinin yüzeye püskürtülmesi (Berkel, 1972).

Malzeme tarafından emilen emprenye maddesi miktarı; ahşap malzeme yüzeyinin durumu, odunun anatomik yapısı ve içerdiği rutubet miktarı, emprenye maddesinin viskozitesi ve yüzey gerilimleri gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu metotlarda kullanılacak en uygun koruyucu maddeler; kreozot ve organik çözücülü emprenye maddeleridir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Doğan, 1997; Handisyde, 1967).

En iyi nüfuz; koruyucu tuzların lif doygunluğu nem derecesinde, yağlı koruyucuların ise lif doygunluğu nem derecesinin altında uygulanmasıyla elde edilmektedir (Berkel, 1972; Günay, 2007).

Fırça ile sürme ve püskürtme metotları, en basit ve en kolay uygulanabilir metotlar olmasına karşın elde edilen emprenye maddesi nüfuzunun yüzeysel olması nedeniyle tavsiye edilmemektedir. Ancak, yerinde uygulanması gereken ahşap malzemelerde kullanışlı olmakta ve birkaç yıl düzenli olarak uygulandığı takdirde ahşap malzemenin hizmet ömrü uzatılabilmektedir (Tsoumis, 1991).

Deluging (sulama) metodu

Mekanik bir işlem olup uygulanması hızlıdır. Organik çözücülü bir emprenye maddesinin içinde yüzdürülen ahşap malzeme, 1.0- 1.5 m uzunluğundaki bir tünelden dakikada 15- 60 m hızda bir konveyör sistemi ile geçirilirken yukarıdan emprenye maddesinin püskürtülmesi şeklinde uygulanmaktadır. Bir havuzda toplanan emprenye maddesi; geriye pompalanarak depolanmakta, işlemten sonra ahşap malzeme üzerinde kalan fazla emprenye maddesi fırça ile temizlenmektedir. Koruma derecesi; fırça ile sürme veya püskürtme, kısa süreli batırma metotlarınıninki kadardır (Anon, 1994; Bozkurt ve diğ., 1993; Desch ve Dinwoodie, 1996; Doğan, 1997).

Batırma metodu

Metot, ahşap malzemenin bir tank içerisindeki emprenye maddesine belli sürelerde batırılması şeklinde uygulanmaktadır. Fırça ile sürme ve püskürtme metotlarından daha iyi bir nüfuz derinliği sağlanabilmekte, batırma süresi hedeflenen nüfuz derinliğine göre kısa veya uzun süreli olarak uygulanabilmektedir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Desch ve Dinwoodie, 1996; Doğan, 1997; Thompson, 1991). Koruma derecesi; kullanılan emprenye maddesi cinsine, ahşap malzemenin özelliklerine ve batırma süresine bağlı olarak değişmektedir. Eğer; emprenye maddesi sıcaksa, kreozota batırma daha etkili olmaktadır (Tsoumis, 1991). Batırma metodunda, düşük viskoziteye sahip emprenye maddelerinin kullanımı daha uygun olmaktadır (Richardson, 1993).

Kısa süreli batırma (daldırma) metodu

Metot, ahşap malzemenin birkaç saniye ile birkaç dakika arasında emprenye maddesi içerisine daldırılması şeklinde uygulanmaktadır (Başaran, 1965; Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).

Daldırma süresi; ağaç türü, malzemenin geometrik şekli ve boyutları, emprenye maddesi ile çözücü cinsi ve kullanım yerine göre belirlenmektedir. Süre arttıkça koruma derecesi de artmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Doğan, 1997). Uygulama için, ahşap neminin lif doygunluğu derecesinin altında olması gerekmektedir. 10 dakikalık batırma süresinin ilk 15 saniyesinde emprenye maddelerinin % 50'si emilmekte; eğer koruyucu madde olarak pentaklorofenol kullanılırsa bu süre 3 dakikaya düşmektedir. Kenar koruması için 2- 8 mm, yüzey koruması için ise 1 mm nüfuz derinliği sağlanmalıdır (Günay, 2007).

Genellikle; diri odun içeren ince ahşap malzemenin emprenye maddesi içerisine kısa süre batırılması oldukça iyi bir koruma sağlamakla birlikte, daldırma süresi seçiminde emprenye maddesi özelliklerine de dikkat edilmelidir. Bu metotta; en fazla nüfuz derinliği enine kesitte görülmekte olup, enine kesit oranı yükseldikçe emprenye maddesi absorpsiyonu da artmaktadır. Bununla birlikte; malzeme yüzeyinin düzgünlüğü, absorbe edilen emprenye maddesi miktarını değiştirebilmektedir. İlk 5 dakika içerisinde planyalanmamış malzemede planyalanmıştan daha hızlı bir absorpsiyon gerçekleştiği görülmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Metot; çoğunlukla organik çözücülü emprenye maddeleri ile uygulanmakta olup çoğunlukla toprak üstü maksatlarda, karkas binalardaki ahşap malzemede, kapı ve pencere doğramalarında, dış cephe kaplamalarında ve mavi renk oluşumuna karşı korunması gereken kerestelerin emprenyesinde kullanılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Erol, 2007; Şener, 2006). Fiziksel etkilerden korunduğu sürece ahşap malzemenin ömrü 2- 4 yıl kadar uzatılabilmektedir (Berkel, 1972; Günay, 2007).

Uzun süreli batırma metodu

Uzun süreli batırma metodu; ahşabın cinsine, boyutlarına, nem miktarına ve kullanılan emprenye maddesinin türüne bağlı olarak değişen sürelerde emprenye çözeltisi içine batırılması işlemidir (TS 343, 1977).

Metot, ahşap malzemenin özel bir mekanizma sayesinde emprenye maddesi ile dolu kazan veya havuzlar içerisinde bekletilmesi şeklinde uygulanmaktadır. Bu mekanizma; ahşap malzemeyi kazanın içine batırırken, yüzeye çıkmasını engellemektedir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993). Bu metotta; batırma süresi iki günle iki hafta arasında değişmekte, nüfuz derinliği ise ahşap malzemenin türüne göre birkaç mm ile birkaç cm arasında olmaktadır (Ayar, 2008; Doğan, 1997).

Metot sayesinde 10 mm'nin üstünde bir nüfuz derinliği sağlanabilirken, bazı ağaç türlerinde tam bir nüfuzun elde edilmesi de mümkün olabilmektedir (Berkel, 1972). Emprenye maddesi, çoğunlukla 20 °C olup bazı hallerde 70- 80 °C'ye kadar ısıtılmakta; böylece viskozitesinin düşmesiyle daha derin bir nüfuz sağlanabilmektedir. Malzemenin kazana doldurulması işlemi, boş kazan içerisine el ile istif etmek veya vinç tertibatı ile bir istif kasası içerisine önceden istiflenen malzemenin kasa ile birlikte kazan içerisine yerleştirilmesi şeklinde yapılmaktadır (Şekil 4.5). Her iki durumda da; emprenye çözeltisi kazan içerisine doldurulmadan önce baskı mekanizması ile malzemenin emprenye maddesi yüzeyine çıkması önlenmelidir (Berkel, 1972).



Şekil 4.5 : Uzun süreli batırma metodunda ahşap malzemenin kazana yerleştirilmesi (Ayar, 2008).

Taze haldeki ahşap malzeme suda çözünen emprenye tuzlarıyla emprenye edilmekte; böylece çözeltideki emprenye tuzlarının difüzyon yolu ile malzeme içerisine girmesi sağlanmaktadır. Hava kurusu haldeki malzemenin emprenyesinde ise, emprenye tuzları çözeltisinin hem suyu hem de tuzları malzeme tarafından emilmektedir. Emprenye çözeltisinin konsantrasyonun taze haldeki malzemede yüksek, kurutulmuş malzemede ise düşük olmasına dikkat edilmelidir (Berkel, 1972).

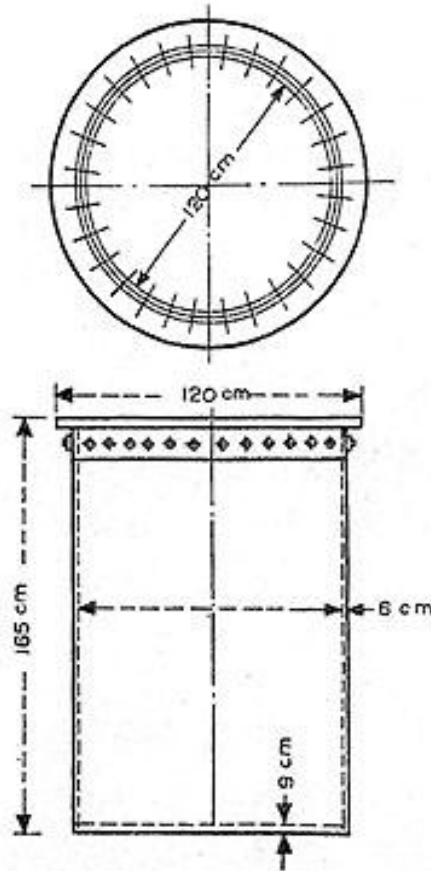
Uzun süreli batırma metodu kullanılarak emprenye edilen ahşabın, emprenyeden sonra istiflenerek kurutulması gerekmektedir. Kurutma süresi 3- 10 hafta arasında değişmekte olup, bu sürenin uzunluğu metot için önemli bir sakınca oluşturmaktadır (Berkel, 1972; Günay, 2007).

Açık kazanda sıcak ve soğuk metot

Basınç uygulamayan metotların en etkilisi olup, prensip olarak basınç metoduna benzeyen bir uygulama şekline sahiptir. Sıcaklık değişimi ile meydana gelen basınç farklarından yararlanılarak, emprenye maddesinin ahşap malzeme içerisine derin bir şekilde nüfuz etmesi sağlanmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Doğan, 1997; Göker, 1994).

Bu metotta; hava kurusu haldeki ahşap malzeme önce sıcak emprenye maddesi içine batırılmakta; böylece hacminin yaklaşık % 50'sini oluşturan hücreler içindeki hava ısınıp genişleyerek dışarı atılmaktadır. Malzeme daha sonra soğuk emprenye maddesi içerisine batırıldığında ise; soğuma nedeniyle hücrelerde küçülen hava, vakum etkisi yaparak emprenye maddesini ahşabın içine çekmekte ve derin bir nüfuz elde edilmektedir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001; Richardson, 1993; Tsoumis, 1991).

Şekil 4.6'da sıcak ve soğuk emprenye maddesi içerisine batırma metodunda kullanılan dikey bir emprenye kazanının enine ve boyuna kesiti görülmektedir.



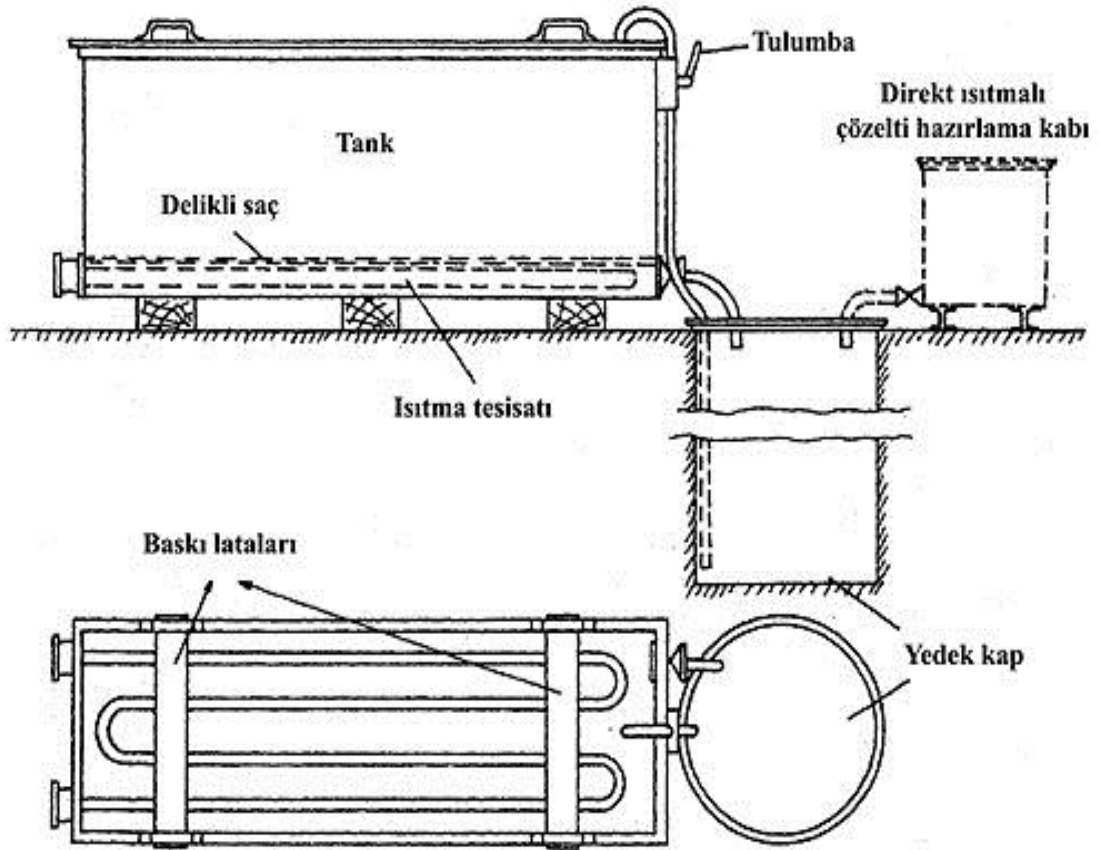
Şekil 4.6 : Sıcak ve soğuk emprenye maddesi içerisine batırma metodunda kullanılan dikey bir emprenye kazanının enine ve boyuna kesiti (Berkel, 1972).

Ahşap malzemenin devamlı şekilde emprenye maddesi içinde tutmak, basınç levhaları ile sağlanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; TS 4394, 1985) (Şekil 4.7).

Uygulama iki farklı kazan ile yapılabildiği gibi, aynı kazanda ısıtma ve soğumaya bırakma şeklinde ya da sıcak emprenye maddesi kazandan pompa ile başka yere alınıp yerine soğuk emprenye maddesi doldurularak sağlanabilmektedir (Örs ve Keskin, 2001; Richardson, 1993; TS 4394, 1985).

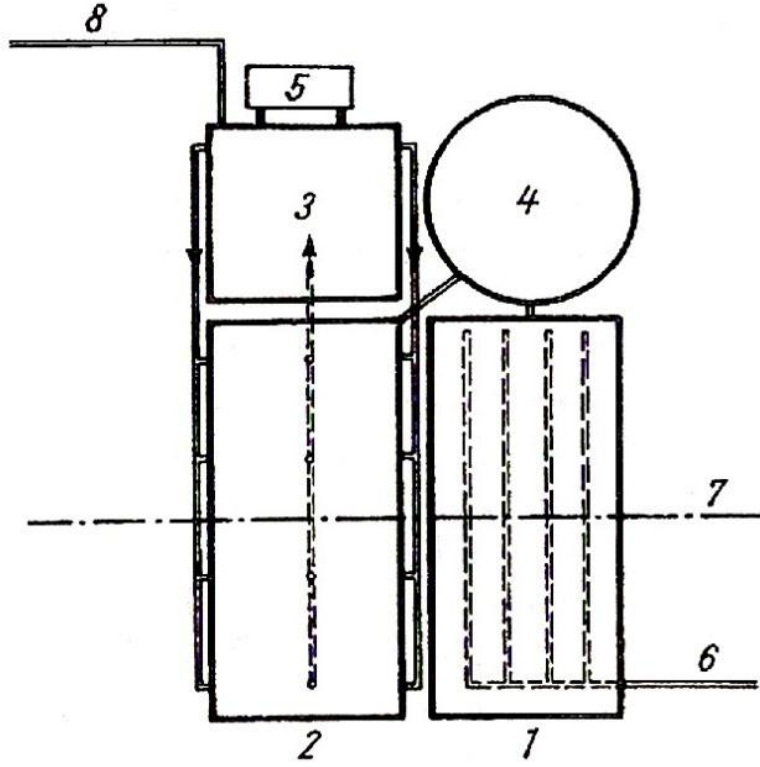
Sıcak ve soğuk olarak iki kazanın kullanılması ekonomik açıdan uygun olmamakla beraber, ahşap malzemenin bir kazandan diğerine taşınması sorunu da ortaya çıkmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Şekil 4.8’de iki farklı kazanın kullanıldığı bir emprenye tesisi şeması görülmektedir.



Şekil 4.7 : Batırma metodunda kullanılan küçük bir emprenye tesisi (TS 4394, 1985).

Bu metotla yeşil, kesilmiş, geçirgen ahşap malzemeye uygun suda çözünen bir emprenye maddesi kullanılarak koruma sağlanmaktadır. Eğer; kreozot gibi yağlı emprenye maddeleri kullanılacaksa, uygulamadan önce odunun doğal olarak kurutulması gerekmektedir (Url-58).



Şekil 4.8 : Sıcak ve soğuk emprenye maddesi içerisinde batırma metodunda iki farklı kazanın kullanıldığı bir emprenye tesisi şeması 1- Sıcak emprenye maddesi kazanı, 2- Soğuk emprenye maddesi kazanı, 3- Soğutucu, 4- Emprenye maddesi deposu, 5- Pompa, 6- Isıtma tertibatı, 7- Vinç hareket yönü, 8- Soğuk emprenye maddesi giriş- çıkışı (Tsoumis, 1991).

Bu metotta emprenye maddesi olarak çoğunlukla kreozot, nadiren suda çözünen tuzlar kullanılmaktadır. Suda çözünen tuzlar kullanıldığında sıcaklığın en fazla 80- 85 °C, soğuk çözelti sıcaklığının da 38 °C olması gerekmektedir (Örs ve Keskin, 2001). Kreozot kullanıldığında ise, sıcak emprenye maddesi 95- 115 °C'deki kreozot içerisinde 6 saat bekletildikten sonra 40 °C'deki soğuk emprenye maddesine alınmakta, bu şekilde soğuk kazanda 2 saat bekletildikten sonra diri odunun % 85'inin emprenyesi ve 2 cm nüfuz derinliği sağlanabilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Isıtıldığında çökelti oluşturan emprenye maddeleri bu metot için uygun değildir (Tsoumis, 1991). Sıcak ve soğuk emprenye maddesinde bekletme süreleri, ahşap malzemenin türüne ve boyutlarına göre değişebilmektedir (Anon, 1994; Desch ve Dinwoodie, 1996; Örs ve Keskin, 2001).

Çizelge 4.2 'de basınç uygulamayan emprenye metotların analizi görülmektedir.

Çizelge 4.2 : Basınç uygulamayan metotların analizi.

	Fırça ile sürme veya püskürtme metodu	Deluging (sulama) metodu	Batırma metodu		Açık kazanda sıcak-soğuk metot
			Kısa süreli batırma	Uzun süreli batırma	
Etki süresi	Kısa	Kısa (fırça ile sürme veya püskürtme ile aynı)	Malzeme ömrü 2- 4 yıl uzayabilir	Kısa süreli batırma metoduna göre daha iyi sonuç alınabilir	Basınç uygulamayan metotların en etkilisidir
Uygulamada kullanılan araç-gereç	Fırça veya el pompası	Konveyör sistemi	Batırma tankı	Emprenye maddesi ile dolu kazan veya havuz	Emprenye kazanı
Nüfuz derinliği	Birkaç mm	Birkaç mm	Kenar koruması 2- 8 mm Yüzey koruması 1 mm	Birkaç mm veya cm	Birkaç cm nüfuz derinliği sağlanabilir
Avantajı	Uygulama kolay	Uygulama hızlı	Birkaç saniye ile birkaç dakikada uygulanır	Malzeme cinsine göre etkili bir nüfuz derinliği sağlanabilir	Derin nüfuz sağlanabilmektedir
Dezavantajı	Koruma süresi kısa	Koruma süresi kısa	Daldırma süresi kısa ise koruma süresi de kısadır	Emprenyeden sonraki kurutma süresi uzundur (3- 10 hafta)	İki ayrı kazan kullanımı ekonomik açıdan sakıncalıdır
Kullanılan emprenye maddesi	Kreozot ve organik çözücülü emprenye maddeleri	Organik çözücülü emprenye maddeleri	Organik çözücülü emprenye maddeleri	Suda çözünen tuzlar ve konsantrasyonu düşük emprenye maddeleri	Kreozot, nadiren suda çözünen tuzlar
Kullanıldığı yerler	Yerinde uygulanması gereken ahşap malzemelerde	Biçilmiş malzemede uygulanır	Karkas binalar, dış cephe kaplamaları, doğramalar ve toprak üstü maksatlar	Taze ve kuru haldeki ahşap malzemeye uygulanabilir	Taze ve kuru haldeki ahşap malzemeye uygulanabilir

4.1.5.2 Basınç uygulayan metotlar

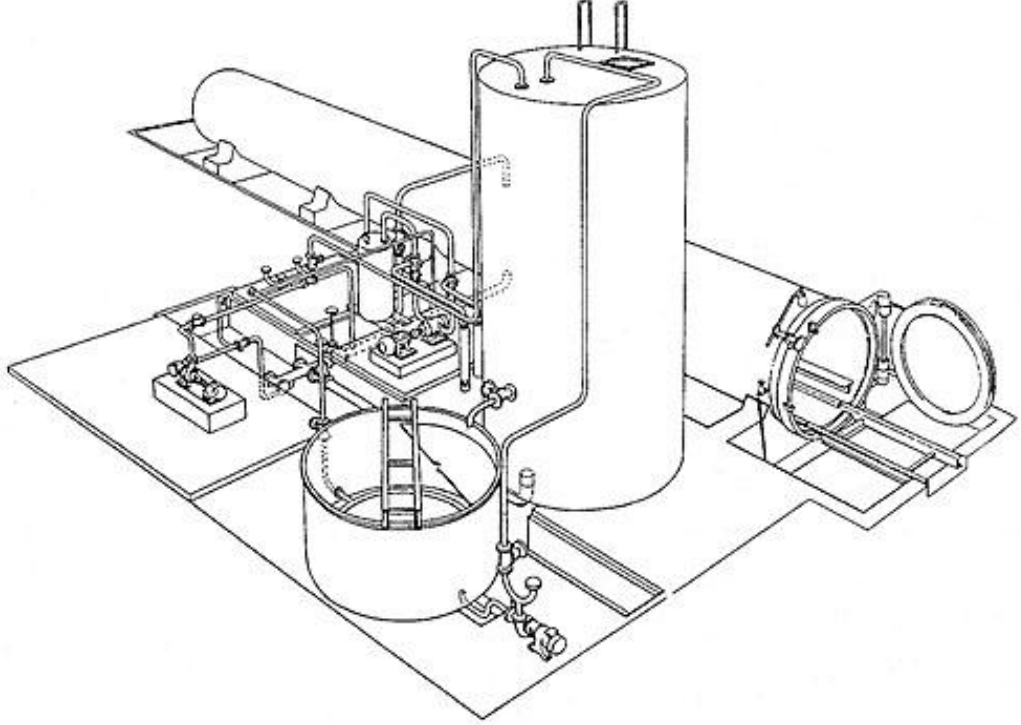
Basınç uygulayan metotlar; emprenye maddesinin ahşaba kapalı bir kap veya silindir içinde basınçla uygulandığı emprenye işlemleri olup, ahşap malzemenin emprenyesinde en etkili ve başarılı metotlardır (Anon, 1994; Bozkurt ve diğ., 1993; Doğan, 1997; Göker, 1994; Ordu, 2007; TS 343, 1977; Url-58).

Ahşap malzeme emprenye edilirken basınç ve vakumdan, bazılarında ise sadece basınçtan yararlanılmaktadır (Berkel, 1972). Bu metotları uygulayan tesislerde ahşap malzeme çelik bir kazan içerisine yerleştirilmekte, yüksek ve alçak basınç uygulamaları ile malzemenin içerisine gerektiği kadar emprenye maddesi sevki sağlanmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Ordu, 2007; Richardson, 1993). Emprenye işleminde, içine ahşap malzemenin yerleştirildiği çelik bir kazan ile istenildiği kadar vakum ve basınç uygulanabilen özel bir tesis kullanılmaktadır (Şekil 4.9).

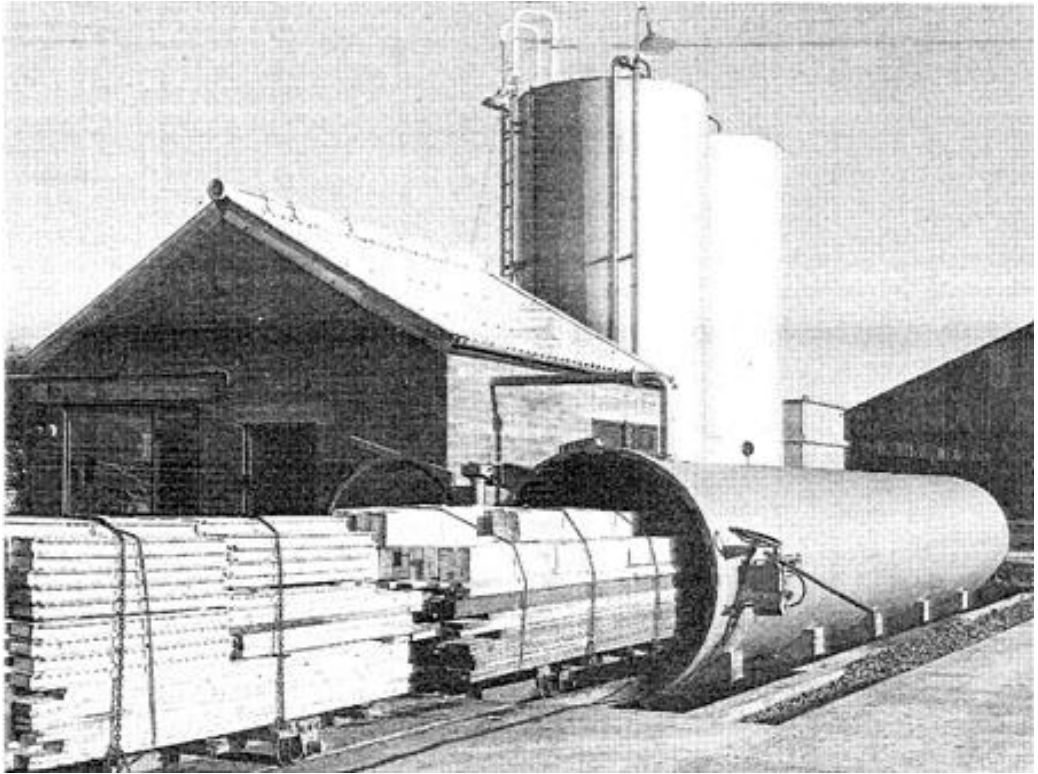


Şekil 4.9 : Basınçlı emprenye metodunda kullanılan silindirik emprenye kazanı ve tesisi (Url-59, Url-60).

Basınç uygulamayan metotlarda basit araçlar ve ucuz tesislerden yararlanılırken; kazanda basınç uygulanan metotlarda pahalı ve komplike emprenye tesisleri kullanılmaktadır (Berkel, 1972) (Şekil 4.10 ve Şekil 4.11).



Şekil 4.10 : Basınç metoduyla çalışan bir emprenye tesisi şeması (Richardson, 1993).



Şekil 4.11 : Basınç metoduyla çalışan bir emprenye tesisi (Richardson, 1993).

Kapalı kazan içerisinde emprenye işlemi şartlarının iyi bir şekilde uygulanabilmesi ve kontrol edilebilmesi, bu metotların etkili ve elverişli olmasını sağlamaktadır. Bu uygulama ile emprenye maddesinin malzeme içerisine daha derin ve tam bir şekilde nüfuz etmesi mümkün olmaktadır. En uygun metot; genellikle ahşap malzemenin özelliklerine, kullanım yerine ve gerekli emprenye maddesi türüne göre belirlenmektedir (Berkel, 1972; Url-58). Şekil 4.12’de ahşap malzemenin çelik kazan içine yerleştirilmesi görülmektedir.



Şekil 4.12 : Ahşap malzemenin çelik kazan içine yerleştirilmesi (Url-61).

Basınç uygulayan emprenye metotlarının faydaları şunlardır (Berkel, 1972; Desch ve Dinwoodie, 1996; Ordu, 2007; Url-62) :

- Yeterli miktarda emprenye maddesinin ahşap malzeme içerisine kısa zamanda daha derin ve tam bir şekilde nüfuzunun sağlanmasıyla daha etkili bir koruma elde edilmektedir.
- Ahşap malzemenin kullanım amacına göre emprenye maddesi miktarı ve metodu belirlenebildiğinden, uygulama şeklinin daha iyi kontrol edilebilmesi mümkün olmaktadır.
- Emprenyeden önce ahşap malzemeye aynı silindirik kazan içerisinde kurutma, buharlama gibi bazı ön işlemlerin uygulanması emprenye kalitesini artırmaktadır.
- Büyük hacimde ve her boyuttaki ahşap malzeme emprenye edilebilmektedir.

- Bir defada fazla miktarda malzeme emprenye edilebildiğinden iş verimi de oldukça yüksek olmaktadır.

Basınç uygulayan emprenye metotlarının sakıncaları ise şunlardır (Berkel, 1972; Ordu, 2007):

- Emprenye ilk tesis ve işletme masrafları yüksektir.
- Emprenye tesislerinin sabit tesis biçiminde olması durumunda geniş arazilere gereksinim duyulmaktadır.
- Emprenye malzemelerinin taşınma giderleri yüksek olup, bu sorun son zamanlarda taşınır tesisler yapılarak giderilmeye başlanmıştır.

Ayar (2008), basınç ve bekletme faktörlerinin, bazı emprenye maddelerinin ağaç malzeme nüfuzu ile malzemenin fiziksel ve mekaniksel özelliklerinde meydana getirdiği değişimleri araştırmıştır. Yapılan deneyler sonunda; basınç uygulayan metotların, daldırma metotlarına göre malzemenin direnç özelliklerinde azalma meydana getirdiği görülmüştür. Mekanik etkilere maruz kalma olasılığı düşük ahşap malzemelerin daldırma metotlarıyla; fiziksel etkilere daha çok maruz kalacak ortamlarda ise basınç metotlarıyla emprenye edilen ahşap malzemelerin kullanılabileceği belirtilmiştir.

Basınç uygulayan metotlar içinde en çok kullanılanlar; dolu ve boş hücre metotları olup bunlar kadar geniş kullanım alanı olmayan osilasyon, değişken basınçlı metotlar ile çok yüksek basınçlı metotlar da bulunmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Dolu hücre metotları

Dolu hücre metotları; vakum- basınç- vakum işlemlerinden oluşan, ilk vakumla ahşaptaki havanın alınmasından sonra emprenye maddesinin basınçla ahşaba verildiği ve son vakumla da yüzeysel kurumanın sağlandığı işlemlerdir (TS 343, 1977).

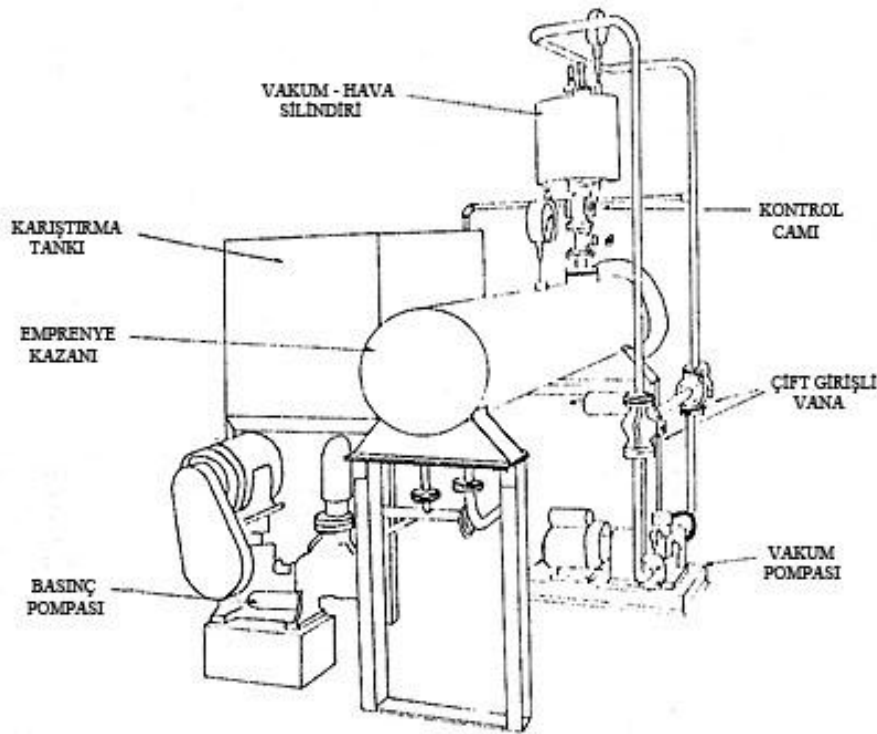
Dolu hücre metodunda amaç; ahşap malzemenin içerisine mümkün olduğunca en yüksek miktarda emprenye maddesinin absorbe ettirilmesini sağlamaktır (Anon, 1994; Berkel, 1972; Erol, 2007; Ordu, 2007; Url-62).

Dolu hücre metodunu boş hücre metodundan ayıran en önemli faktör, emprenye işleminin başlangıcında vakum uygulanmasıdır (Berkel, 1972). Emprenye kazanının içerisine doldurulan ahşap malzemeye önce vakum uygulanarak hücre boşluklarında

ve çeperlerinde bulunan hava bir ön vakum (alçak basınç) ile dışarıya alınmaktadır. Emprenye maddesinin silindire sevk edilmesinden sonra basınç uygulamak suretiyle, ahşap malzemenin tüm boşluklarına nüfuz etmesi sağlanmaktadır (Richardson, 1993; Url-62).

Emprenye maddesi absorpsiyonu yüksek olduğu için bu metotlarla işlem görmüş malzemeler, deniz iskele direkleri gibi çürüme riskinin yüksek olduğu yerlerde kullanılmaktadır (Örs ve Keskin, 2001).

Breant Metodu; 1831 yılında Fransız Breant tarafından bulunan, ilk vakum ve basınç uygulayan emprenye metodudur. Dolu hücre metotlarından en fazla kullanılanlar, Bethell ve Burnett metotlarıdır. Başlangıçta kreozot uygulanan bu metotlarda zamanla tuzlar da kullanılmaya başlanmıştır (Berkel, 1972; Url-62). Şekil 4.13'te tuzlarla emprenye işleminin yapıldığı bir tesisin şeması görülmektedir.



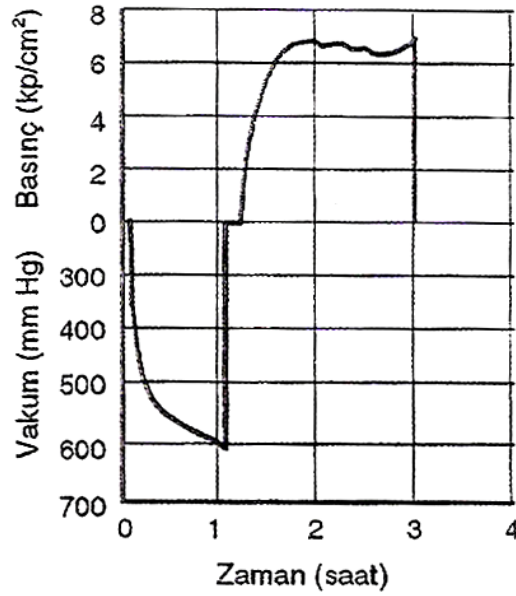
Şekil 4.13 : Tuzlarla emprenye işleminde kullanılan tesis şeması (Bozkurt ve diğ., 1993).

Bethell metodu

İlk defa 1836 yılında maden kömüründen elde edilen kreozotun emprenye endüstrisinde kullanılması fikriyle yola çıkılarak geliştirilen metodun patentini, 1838 yılında İngiliz J. Bethell almıştır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Freeman ve diğ., 2003).

Bethell metodu; genellikle suda çözünen tuzların kullanıldığı bir metot olup, deniz içinde kullanılacak iskele direkleri gibi yüksek emprenye maddesi absorpsiyonu gereken durumlarda kreozotla da uygulanabilmektedir. Emprenye maddesi olarak kreozot kullanılacaksa, ahşabın lif doygunluğu nem derecesinin altındaki nem derecelerine kadar kurutulması gerekmektedir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).

Ahşap malzemenin dolu hücre metodu ile Bethell metoduna göre emprenye edilmesine dair uygulama grafiği Şekil 4.14'te görülmektedir.



Şekil 4.14 : Basınçlı emprenye sisteminde Bethell dolu hücre metoduna göre uygulama grafiği (Örs ve Keskin, 2001).

Emprenye maddesi olarak kreozotun kullanıldığı J. Bethell metodunda, ahşap malzeme emprenye kazanına yerleştirildikten sonra aşağıdaki işlemler uygulanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Doğan, 1997; Örs ve Keskin, 2001) :

- En az 30 dakika 600 mm Hg vakum uygulanır.
- Vakum sürdürülürken kazan 82- 99 °C'lik kreozot ile doldurulur.
- 8- 14 kp/cm² basınç uygulanır.
- Çam traversler için 2- 3 saat, direkler için 3- 5 saat sonra basınç kaldırılır.
- Ahşap malzemedan kreozot sızmasını azaltmak için 400 mm Hg vakum uygulanır ve 5 dakika beklenir.
- Vakum kaldırılır.

Şekil 4.15'te dolu hücre metoduna göre işlem yapılan bir emprenye kazanı görülmektedir.



Şekil 4.15 : Dolu hücre metoduna göre emprenye yapan bir basınç silindiri
1- Ahşap malzemenin kazana doldurulması, 2- Emprenyeli malzemenin çıkarılması (Url-62).

Dolu hücre metodunda kreozot kullanıldığında, malzemede sızma görülmekte ve emprenye maddesi tüketimi çok yüksek miktarda olmaktadır. Fazla kreozot tüketimini engellemek için günümüzde bu metot, çoğunlukla suda çözünen tuzlar ile uygulanmaktadır (Berkel, 1972; Url-62).

Burnett metodu

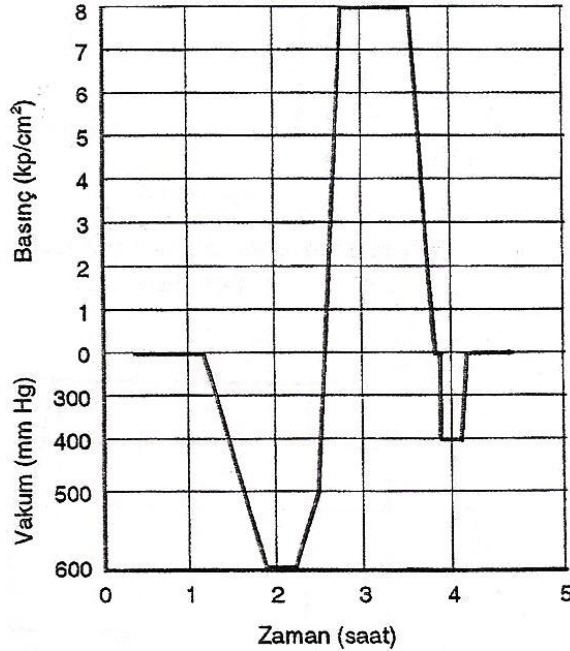
W. Burnett tarafından 1938 yılında bulunan metot, Çinko klorür ($Zn Cl_2$) kullanılarak aşağıdaki şekilde uygulanmaktadır (Berkel, 1972; Örs ve Keskin, 2001) :

- 600 mm Hg vakum uygulanır. Vakum süresi çamda 30 dakika; kayın, meşe ve melezde 60 dakika, ladinde 120 dakikadır.
- Kazan Çinko klorür ($Zn Cl_2$) ile doldurulur.
- 7- 8 kp/cm² basınç uygulanır. Basınç süresi çamda 60 dakika, kayın, meşe ve melezde 120 dakika; ladinde 240 dakikadır.
- Emprenye maddesi kazandan geri alınır.
- 5 dakika süre ile 400 mm Hg vakum uygulanır.
- Vakum kaldırılır.

Kapalı yerlerde Çinko klorür tuzunun mantarlara ve böceklerle karşı koruyucu etkisi iyi olmakta; ancak yağmur ve toprak suları tarafından kolay yıkandığından açıkta

kullanılan telefon, telgraf direkleri, çit direkleri ve traversler gibi ahşap malzemelerde kullanılması sakıncalı bulunmaktadır (Berkel, 1972).

Ahşap malzemenin dolu hücre metodu ile Burnett metoduna göre emprenye edilmesine dair şema Şekil 4.16’da görülmektedir.



Şekil 4.16 : Basınçlı emprenye sisteminde Burnett dolu hücre metoduna göre uygulama grafiği (Örs ve Keskin, 2001).

Boş hücre metotları

Boş hücre metotları; emprenye maddesinin basınçla uygulanmasından önce, ahşap içindeki havanın atmosferik veya daha yüksek basınçta olmasını sağlayan basınç-vakum uygulamalarıdır (TS 343, 1977).

Bu metotlara göre, yeterli koruma sağlayacak şekilde hücre boşluklarını dolduran emprenye maddesi dışarı atılarak lümenler boşaltılmakta; böylece sadece hücre çeperlerinin emprenyesi sağlanmaktadır. Emprenye maddesi olarak, genellikle kreozot ve ağır yağlarda çözünen pentaklorofenol kullanılmaktadır (Anon, 1988; Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001; Richardson, 1993).

Dolu hücre metotlarında fazla emprenye maddesi harcandığından, daha ekonomik metot arayışları sonucunda boş hücre metotları geliştirilmiştir. Boş hücre metotlarının en önemlileri Rüping ve Lowry metotlarıdır. 1902 yılında birçok kullanım alanına sahip ahşap malzemenin emprenyesinde faydalanan kreozotun daha ekonomik kullanımı amacıyla ilk boş hücre metodu Max Rüping tarafından

bulunmuş ve metodun patentini C. Wassermann almıştır. Dört yıl sonra da C. B. Lowry daha az ekipmana ihtiyaç gösteren başka bir boş hücre metodunun çalışmalarını yapmış ve sonuçlandırmıştır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).

Hem Rüping hem de Lowry metotlarının uygulama şekilleri, ön vakum işlemi dışında dolu hücre metoduna benzemekte olup; metotlarda emprenye maddesi sevkinden önce ve sevki sırasında vakum uygulanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Ordu, 2007; Tsoumis, 1991). Basınç sona erdiğinde ise, ahşap malzeme içinde sıkışık durumda bulunan hava yardımıyla fazla miktarda emprenye maddesi dışarıya çıkmaktadır. Böylece, hücreler hemen hemen boş kalmakta; fakat hücre çeperlerinin tamamen emprenye edilmesi sağlanmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Freeman ve diğ., 2003; Ordu, 2007).

Ekonomik emprenyenin sağlandığı boş hücre metotları; çoğunlukla demir yolu traversleri, tel direkleri, çit direkleri, kereste ve çeşitli ahşap konstrüksiyon malzemesinin emprenyesinde kullanılmaktadır (Berkel, 1972).

Şekil 4.17’de boş hücre metoduna göre emprenye yapılan bir tesiste kullanılan emprenye kazanı görülmektedir.

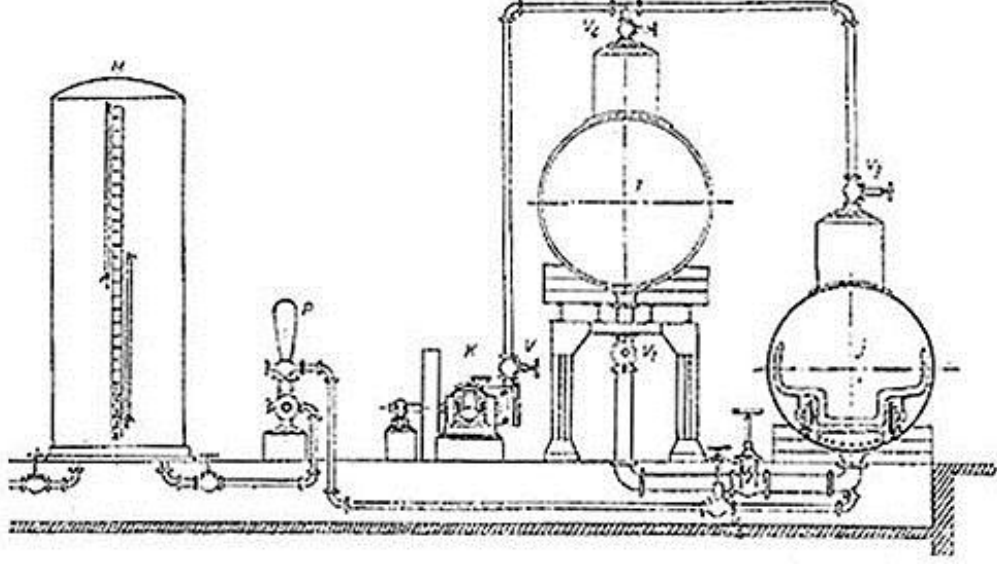


Şekil 4.17 : Boş hücre metoduna göre emprenye yapılan bir tesiste kullanılan emprenye kazanı (Url-62).

Rüping metodu

Rüping metodu; ahşap içindeki havanın önce ön basınçla, sonra da basınçlı emprenye maddesi ile sıkıştırıldığı bir boş hücre metodu olarak tanımlanmaktadır (TS 343, 1977).

Alman mühendis Max Rüping tarafından 1902 yılında bulunan metot, ekonomik emprenye metodu olarak da bilinmekte ve kreozotla emprenyede en fazla tercih edilen bir metot olarak yıllardır kullanılmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993). Şekil 4.18’de Rüping metodunda kullanılan bir emprenye tesisi şeması görülmektedir.



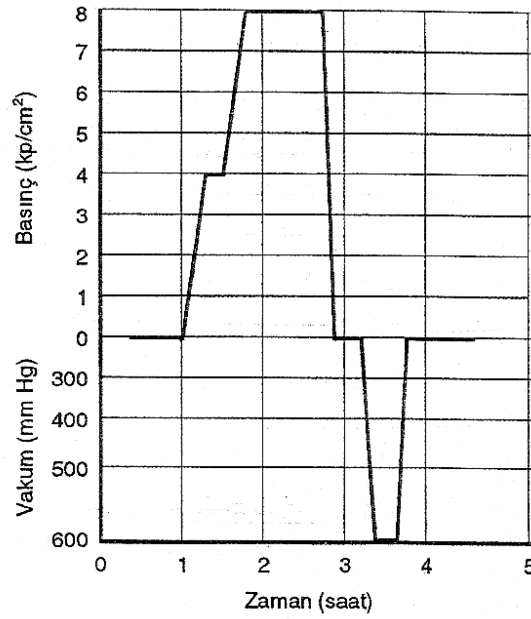
Şekil 4.18 : Rüping metodunda kullanılan bir emprenye tesisi şeması (Berkel, 1972).

Rüping metodunda, hücre boşluklarının (lümenlerin) kreozotla dolmasına gerek olmadığı, sadece hücre çerperlerinin alacağı kreozotun yeterli olabileceği fikri üzerinde durulmuştur (Bakır, 2008). Böylece, Bethell metodundan daha ekonomik miktarda kreozot kullanılmış olmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Rüping metodunun uygulama şekli aşağıda verildiği gibidir (Bozkurt ve diğ., 1993; Doğan, 1997; Örs ve Keskin, 2001; Tsoumis, 1991) :

- Basınç 1,5- 4 kp/cm²’ye yükseltip 5 dakika uygulanır.
- Kazana kaynama sıcaklığı ≥ 105 °C olan kreozot gönderilir.
- Basınç 7- 8 kp/cm²’ye çıkarılıp çamda 60 dakika, melezde 90 dakika, meşede 180 dakika uygulanır.
- Emprenye maddesi kazandan alınır.
- 600 mm Hg vakum uygulanır ve 10 dakika sürdürülür.

Ahşap malzemenin Rüping boş hücre metoduna göre emprenye edilmesine dair şema Şekil 4.19’da görülmektedir.

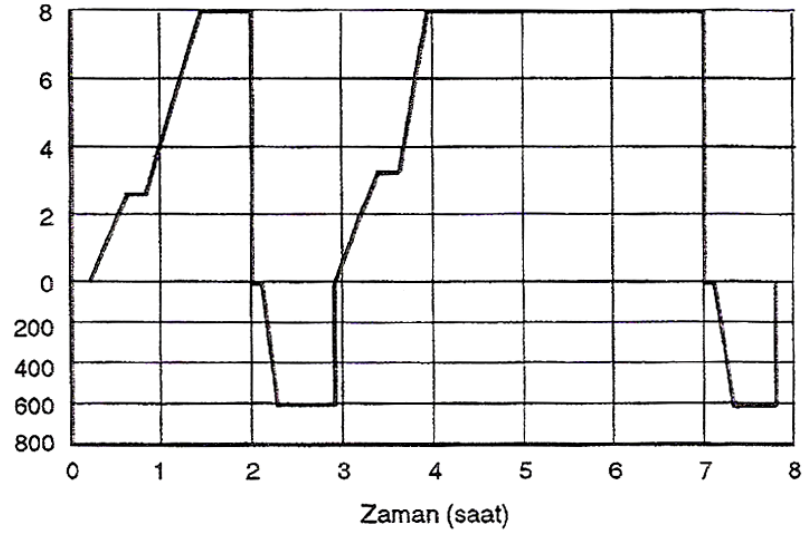


Şekil 4.19 : Rüping boş hücre metodu uygulama grafiği (Örs ve Keskin, 2001).

Schulz ve H. Broese Van Groenou tarafından 1966 yılında geliştirilmiş olan Çift Rüping metodunda ise, traverslerin işlemden önce 100 °C'deki kreozot içerisinde bekletilmesi önerilmektedir. Ülkemizde demiryolu traverslerinin emprenyesinde Rüping metodu, Çift Rüping metodu adı ile iki kez uygulanmaktadır. Çift Rüping metodu aşağıdaki gibi uygulanmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001) :

- 1,5- 4 kp/cm² basınç uygulanarak 15 dakika sürdürülür.
- Kaynama sıcaklığı ≥ 105 °C olan kreozot gönderilir.
- Basınç 7- 8 kp/cm²'ye yükseltip 60 dakika sürdürülür.
- Basınç kaldırılır ve kreozot kazandan geri alınır.
- 600 mm Hg vakum uygulanarak 30 dakika sürdürülür.
- Atmosfer basıncı uygulanır.
- 1,5- 4 kp/cm² basınç uygulanarak 15 dakika sürdürülür.
- Kaynama sıcaklığı ≥ 105 °C olan kreozot gönderilir.
- Basınç 7- 8 kp/cm²'ye yükseltip 3 saat sürdürülür.
- Kreozot kazandan geri alınır.
- 600 mm Hg vakum uygulanarak 30 dakika sürdürülür.

Şekil 4.20’de ahşap malzemenin boş hücre metodu ile Çift Rüping metoduna göre emprenye edilmesine dair şema görülmektedir.



Şekil 4.20 : Çift Rüping boş hücre metodu uygulama grafiği (Örs ve Keskin, 2001).

Lowry metodu

Lowry metodu, ahşap içindeki havanın basınç altında sevk edilen emprenye maddesiyle sıkıştırıldığı bir boş hücre metodudur (TS 343, 1977).

1906 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nde C. B. Lowry tarafından bulunan metodun Rüping metodundan farkı, emprenye işleminin başlangıcında bir ön yüksek hava basıncı uygulanmamasıdır. Bu metotta kreozot, kazan içerisine normal atmosfer basıncında gönderilmektedir. Basınç safhası sonunda, Rüping metoduna göre daha az emprenye maddesi dışarı atılmakta ve geri kazanılan emprenye maddesi miktarı Bethell metodundan oldukça fazla olmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).

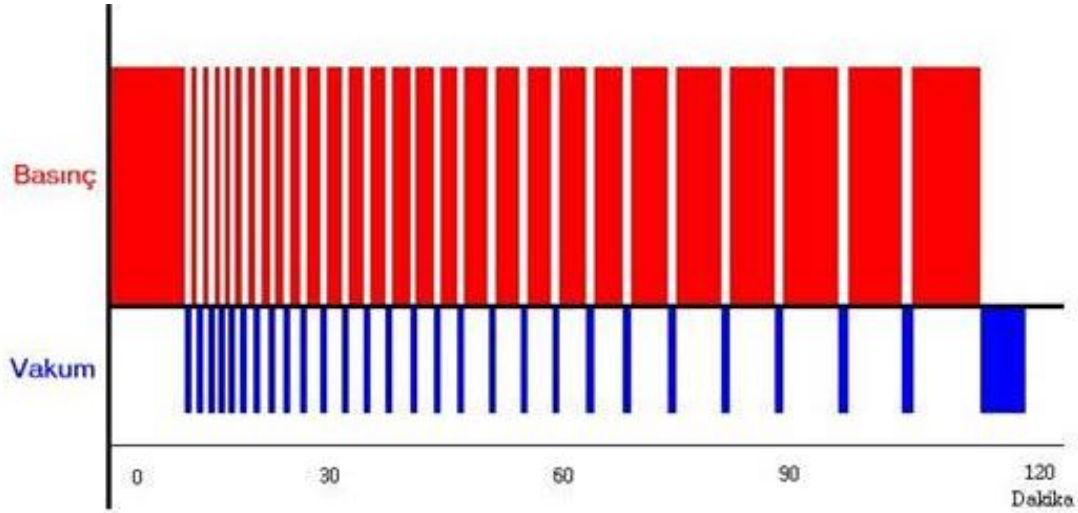
Osilasyon ve değişken basınç metotları

Osilasyon ve değişken basınç metotları, güç ve çok güç emprenye edilen ağaç türlerinin emprenye edilebilmesi için geliştirilmiştir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Osilasyon metodu

İsveç’te, 1946 yılında Sten Henriksson osilasyon basınç metodunu geliştirmiş; her aşamasında vakum ve basınç arasında belirlenmiş bir ilişki bulunan yüzlerce tekrardan oluşan bir uygulama şekli ortaya çıkmıştır (Bozkurt ve diğ., 1993; Richardson, 1993) (Şekil 4.21).

Metodun amacı; çok kısa aralıklarla basınç ve vakum periyotları uygulanarak güç emprenye edilen ağaç türlerinde nüfuz derinliğini artırmaktır.



Şekil 4.21 : Salımlı empenye uygulama grafiği (Url-62).

Çok güç empenye edilen ahşap malzeme için kullanılan osilasyon basınç metodunda taze halde veya kurutulmuş ahşap malzeme, suda çözünen CCA (bakır/krom/arsenik) tuzları ile birkaç kez yüksek basınç ve vakum uygulanarak empenye edilmektedir. Vakum işlemlerinin etkisiyle ahşap malzemeden hava emilirken besi suyu da çıkarılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001). En yüksek basınç 8 kp/cm², en düşük vakum 720 mm Hg olarak uygulanmaktadır. Basınç periyodu süresince empenye maddesi, ahşap malzeme içerisine gönderilmektedir. Empenye işlemi süresi 2 saat sürmekte olup, büyük boyutlu ve taze haldeki malzemede 22 saat; basınç- vakum periyotları sayısı 400 kadar olabilmektedir. Metodun etkin bir şekilde uygulanabilmesi için hücrelerde hava bulunması gerekmekte, hücrelerdeki havayı sıkıştırmak için empenye işlemine ön basınç uygulanarak başlanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Vakum ve basınç arasındaki hızlı değişimler sebebiyle empenye tesisi, diğer basınç metodlarındakinden daha kompleks ekipmanlardan oluşmaktadır. Metot, 1951 yılından beri Almanya ve İsviçre’de özellikle ladin ve göknar gibi güç empenye edilen tel direklerinin empenyesinde kullanılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Değişken basınç metodu

Metot; osilasyon basınç metoduna benzemekle birlikte değişken basınç metodunda vakum uygulanmamakta, sadece 8 kp/cm² basınç atmosfer basıncına düşürülmektedir. Böylece, osilasyon metodundan daha az ekipmana ihtiyaç duyulmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001).

Osilasyon ve değişken basınç metotları, taze haldeki ahşap malzemenin emprenye edilebilmesi bakımından klasik metotlara göre daha yararlıdır. Ahşap malzemenin kurutulması gibi fazladan bir işlem yapılmadığından fabrikada daha az depo alanına ihtiyaç duyulmakta, bu da işçilik ve taşıma masraflarını azaltmaktadır. Böylece, hızlı bir emprenye işlem akışı ve zaman tasarrufu sağlanabilmektedir. Bu metotlar sayesinde, kurduğunda güç emprenye edilen ağaaların taze halde emprenye edilmesi mümkün olmakta ve kalın kerestenin açık havada kurutulması için yapılacak masraflar azalmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Çok yüksek basınçlı metot

Bir dolu hücre metodu olup, endüstriyel bakımdan uygulanması güçtür. Tesisler, klasik metotlarla güç emprenye edilen okalıptüs türlerinde nüfuz derinliğini ve absorpsiyon miktarını artırmak amacıyla ilk defa 1960 yılında Avustralya’da kurulmuştur. Ahşap malzemeye uzun süre dayanıklılık sağlayacak metotlara ihtiyaç duyulması ve okalıptüsten yapılan traverslerde öz odunun kolay emprenye edilememesi gibi nedenlerden dolayı çok yüksek basınçlı metotlar geliştirilmiştir. Bu metotta, uygulanan basınç 70 kp/cm² ye kadar çıkabilmekte ve emprenye maddesi olarak CCA tuzları kullanılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Çözücü (solvent) geri kazanma metotları

Çözücü geri kazanma metodu; yağ çözücü tipindeki emprenye maddelerinin kullanılması halinde, fazla kullanılan çözücü yağın ahşaptan geri kazanılması için gerekli olan işlemler olarak tanımlanmaktadır (TS 343, 1977).

Amerika Birleşik Devletleri’nde Cellon veya Drilon olarak bilinen bu metotta, emprenye maddesi ahşap malzemeye bir organik çözücü yardımıyla taşınmaktadır. Emprenyeden sonra koruyucu madde, ahşap malzeme içinde kalmakta; çözücü madde ise geri kazanılarak ekonomik açıdan kazanç sağlanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Richardson, 1993).

Amerika Birleşik Devletleri’nde, 1950’lerde Dr. Manie Hudson tarafından bakır naftenat veya petrolde çözünmüş pentaklorofenol ile emprenye edilmiş ahşap malzemeden çözücünün geri kazanılması şeklinde uygulanmış; 1955- 1965 yılları arasında Koppers firması tarafından yeni bir çözücü ile metot geliştirilmiştir. Çözücü, normal sıcaklık ve basınçta gaz halinde olup basınç uygulandığında gazdan sıvı hale dönüşerek pentaklorofenolün bu sıvı içinde çözünebilmesi sağlanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993). İşlem sonunda gaz hale dönüşen çözücünün hava ile

kariştığında ateş alma özelliğinin olması metodun en önemli problemi olup, yanmayı ve patlamayı önlemek için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Tsoumis, 1991). Bu tehlikeyi ortadan kaldırmak amacıyla son zamanlarda, organik bir solvent olan metilen klorür (CH_2Cl_2) kullanılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) metodu

Metot, dolu hücre metoduna benzemekte; ancak bazı farklılıklar bulunmaktadır. İşlemde boş hücre metodu da kullanılabilir. Emprenye  z ltisi olarak % 2-4'l k pentaklorofenol içeren polietilen glikol ile bütan gazı kullanılmakta, gaz haline dönüşen  z lti basınç altında depolanmaktadır. Metodun uygulama şekli aşağıda verildiği gibidir (Bozkurt ve diğ., 1993; Richardson, 1993) :

-  nce 500 mm Hg'lik bir alçak basınç uygulanarak silindir azot gazı ile doldurulmakta; böylece kazandaki oksijen miktarının LPG gazı verildiğinde patlayıcı seviyenin altına düşürülmesi sağlanmaktadır.
- Kazan temizlendikten sonra 600 mm Hg vakum uygulanmaktadır. Bu aşama, boş hücre metodunda uygulanmamaktadır.
- Emprenye  z ltisi, basınçlı depolama tankından emprenye kazanına verilmektedir.  z ltinin sıvı halde bulunması için kazanda 1.8- 2.8 kp/cm² lik basınç bulunması gerekmektedir.
- Basınç 7- 10 kp/cm²'ye yükseltilirken, kazandaki buhar boruları yardımıyla  z lti sıcaklığının 20- 30  C'ye çıkması sağlanmaktadır.
- Basınç işlemi sonunda emprenye  z ltisi, depolama tankına geri alınarak ahşap malzemede kalan üzücü madde kazan basıncının düşürülmesi ile buharlaştırılmaktadır. Bu sayede, kazandaki gaz 600 mm Hg'lik son vakumla geri kazanılmaktadır. 1- 3 saatlik işlemin ardından elde edilen gaz halindeki madde soğutulurak ayrı bir kazanda yoğunlaştırılmakta ve basınç altındaki depolama kazanına geri alınmaktadır.
- Vakum işlemi bittikten sonra emprenye kazanına tekrar azot gazı verilerek, kazan kapağının güvenle açılması sağlanmaktadır.

Bu metotta kullanılan  z c n n viskozitesi düşük olduğundan, kısa süre içerisinde etkili bir emprenye işlemi ile ahşap kuru olarak alınabilmekte; özellikle g  

emprenye edilen iğne yapraklı ağaçlarda daha derin ve etkili nüfuz sağlanabilmektedir. Ayrıca; daha az uçucu çözeltilerin kullanılmasıyla yüzeylerde oluşan kristalleşme (bloom), pentaklorofenol uygulamasında görülmemektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Ancak; metodun uygulanması için yüksek sermaye ve çalışma masraflarına ihtiyaç duyulmakta, yanıcı bir madde olan LPG çözücüsü ile çalışıldığı için çok dikkatli olunması gerekmektedir. Metot, özel maksatlarla kullanılan ahşap malzemede ve diğer metotlarla kolay emprenye edilemeyen malzemelerde tercih edilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Metilen klorür metotları

İki emprenye metodunda metilen klorür kullanılmıştır. İlk metot, 1971 yılında J. Dunn ve H. Liddell tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu metotta; çözelti içine batırılan ahşap malzeme kazana yerleştirilerek 7 kp/cm² basınca ulaşıncaya kadar ilave çözelti kazana pompalanmakta, 30 dakika beklendikten sonra da çözelti boşaltılmaktadır. Ahşap malzemede kalan çözücünün uzaklaştırılması için 120 °C buharlama yapılarak yaklaşık 12 saat sonra tüm çözücünün geri kazanılması mümkün olmaktadır. Tel direklerinin emprenyesinde kullanılan bir metottur (Bozkurt ve diğ., 1993).

İkinci metot ise; İngiltere’de geliştirilmiş ve 1974 yılında Ian Stalker tarafından bulunmuş olup kontrplak, yonga levha ve doğramaların fabrika üretimi sırasında emprenye edilmesinde kullanılmaktadır. Metodun uygulama şekli aşağıda verildiği gibidir (Bozkurt ve diğ., 1993) :

- Metilen klorürdeki % 0.5’lik tribültin oksit (TBTO) çözelti içine batırılan ahşap malzeme kazana yerleştirilir.
- Kazana emprenye maddesi verilirken basınç 2.5 kp/cm²’ye yükseltilerek 5 dakika beklenir.
- Isıtılmış hava sirkülasyonu sayesinde çözücü madde, 2 saat içinde % 90 oranında geri kazanılarak yoğunlaştırılmaktadır.

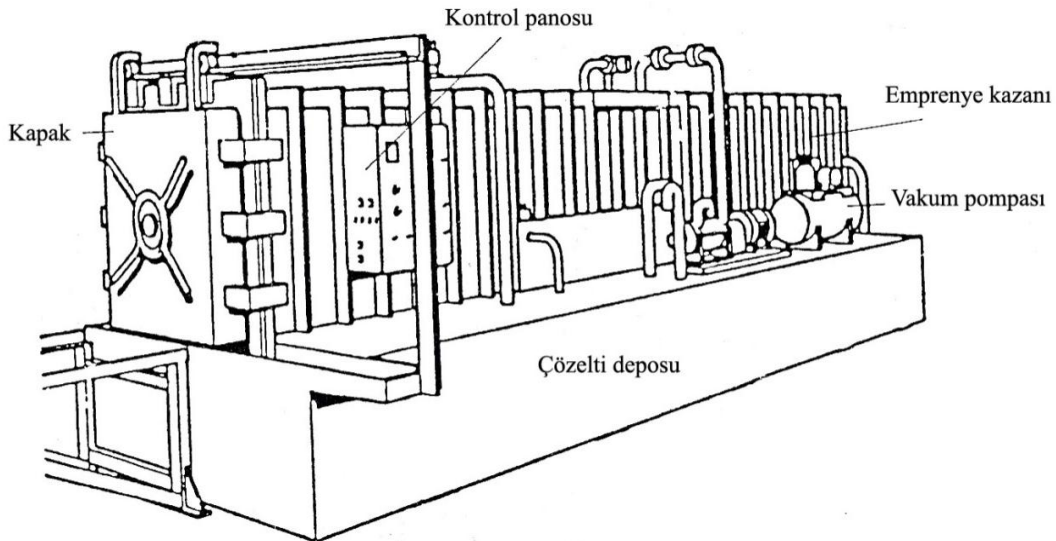
Bu metotla emprenye edilmiş doğramalar kazandan çıkarıldıktan hemen sonra boyanabilmekte, bu malzemelere tutkallama ve cam takma gibi işlemler uygulanabilmektedir. Ancak, kullanılan tesis ve çalışma masrafları klasik fabrikalardan daha yüksek olmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Alçak basınç (vakum) metotları

Düşük basınç uygulanarak emprenye maddelerinin ahşap malzeme içerisine girmesini sağlayan ve malzemenin çürüme riskini azaltan birçok metot bulunmaktadır. Bunlar içinde en önemlisi, ilk defa 1940'larda Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılan ve 1960'lı yıllarda endüstriyel bakımdan başarılı olmaya başlayan çift vakum metodudur (Bozkurt ve diğ., 1993).

Çift vakum metodu

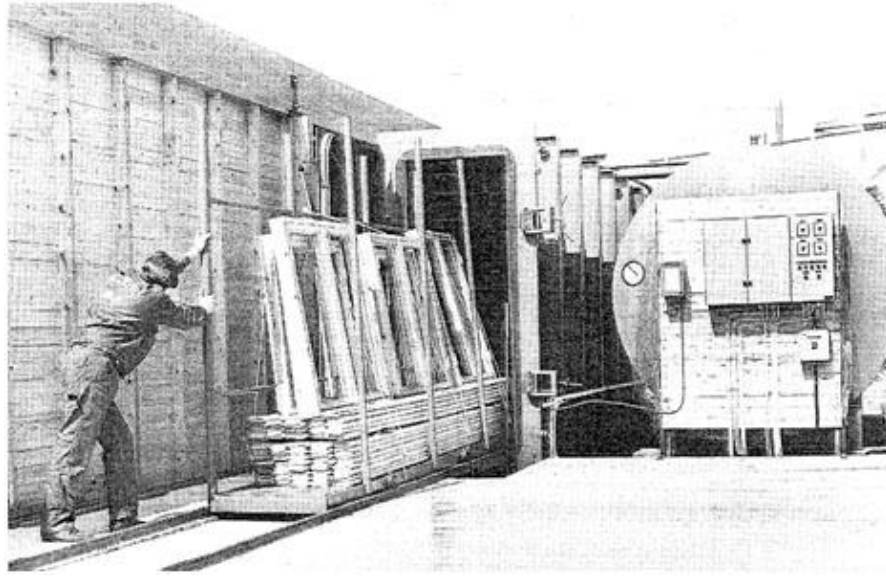
Çift vakum metodunda kullanılan basınç düşük olduğundan, absorpsiyon miktarı ve nüfuz derinliği dolu hücre metotlarından daha az olmaktadır. Çift vakum emprenye kazanları, dikdörtgen enine kesitli doğrama kerestesinin fazla miktarda yerleştirilebilmesi için kare kesitlidir (Bozkurt ve diğ., 1993) (Şekil 4.22).



Şekil 4.22 : Çift vakum (Vac- Vac) emprenye tesis şeması (Bozkurt ve diğ., 1993).

Çift vakum metodu; özel donanım gerektirmekte ve vakum- basınç- vakum işlem sırasıyla, organik çözelti emprenye maddelerinin emdirilmesi sağlanmaktadır (Günay, 2007). Doğrama endüstrisinde ve özellikle su basman seviyesi üzerindeki kerestelerin organik çözücülü ve düşük viskozitedeki emprenye maddeleri ile emprenyesinde kullanılan bir metottur (Richardson, 1993; Örs ve Keskin, 2001; Url-58).

Aktif madde olarak; tribütiltin oksit veya tribütiltin neftenat ile lindan veya permethrin gibi bir insektisit karışımı kullanılmakta olup, çözücüsü genellikle White Spirit'tir (Örs ve Keskin, 2001). Şekil 4.23'te çift vakum metodunun uygulandığı bir tesis görülmektedir.



Şekil 4.23 : Doğrama kerestelerinin çift vakum metoduyla emprenye edildiği bir tesis (Richardson, 1993).

Metodun uygulama şekli aşağıda verildiği gibidir (Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001; Tsoumis, 1991) :

- Ahşap malzeme kazana yerleştirildikten sonra, ağaç türüne göre değişen bir ön vakum uygulanarak hücre çeperindeki havanın çıkarılması sağlanır.
- Vakum altında, kazana emprenye maddesi doldurulur.
- Vakum durdurularak ağaç cinsine göre değişen sürede atmosfer basıncı ile ya da 2 kp/cm² basınç altında yeterli miktarda çözelti absorpsiyonu sağlanır.
- Atmosfer basıncı altında çözelti kazandan dışarı alınır.
- 20 dakika süreyle 500 mm Hg'lik son vakum uygulaması ile fazla çözelti ahşap malzemeden çıkarılarak yüzeylerin kuruması sağlanmaktadır.

Doğrama elemanları, montaja hazır olarak üretildikten sonra yapılan ilaçlamadan sonra kesme veya yontma gibi işlemlerin yapılmaması önerilmekte; ancak gerekli durumlarda bu bölgelere fırça ile iki kat koruyucu sürülmesi yeterli olmaktadır (Günay, 2007).

Metodun en önemli avantajı; hızlı bir işlem sonucu ahşap malzemede kuru yüzeyler elde edildiğinden 1- 2 gün sonra yapıştırma, boya ve cam takma gibi işlemlerin yapılabilmesine imkan vermesidir (Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001; Şener, 2006; Thompson, 1991). Çizelge 4.3'te basınç uygulayan emprenye metotlarının analizi görülmektedir.

Çizelge 4.3 : Basınç uygulayan metotların analizi.

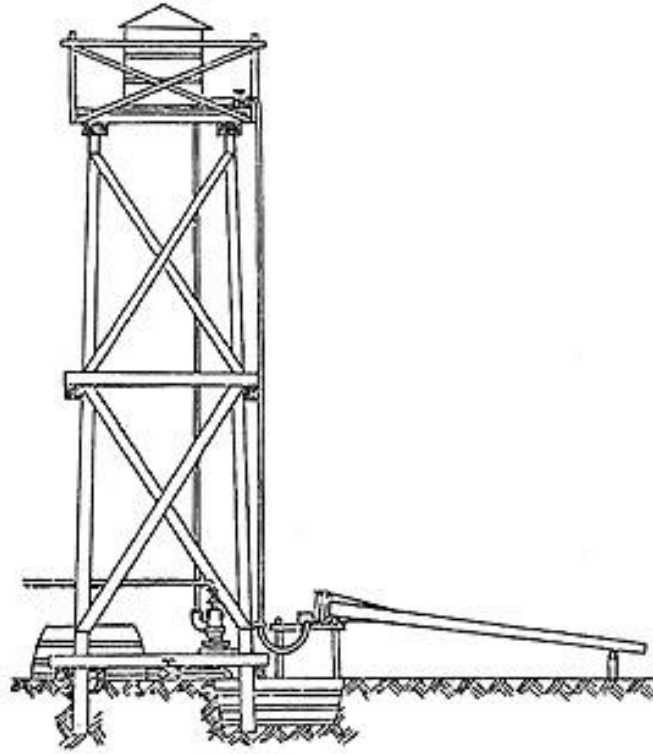
	Dolu hücre metodu	Boş hücre metodu	Osilasyon ve değişken basınç metotları	Çok yüksek basınçlı metot	Çözücü geri kazanma metodu	Alçak basınç metodu
Uygulamada kullanılan tesis	Basınçlı emprenye kazanı ve tesisi	Basınçlı emprenye kazanı ve tesisi	Basınçlı emprenye kazanı ve tesisi (komplike tesis)	Basınçlı emprenye tesisi	Basınçlı emprenye kazanı ve tesisi (komplike tesis)	Çift vakum metodu uygulaması özel donanım gerektirir
Nüfuz derinliği	Emprenye maddesi absorpsiyonu yüksek	Emprenye maddesi absorpsiyonu yüksek	Taze haldeki ahşap malzemenin emprenyesinde klasik metotlara göre daha yararlıdır	Etkili bir nüfuz derinliği sağlar	Güç emprenye edilen ağaç türlerinde etkin bir emprenye sağlanmış olur	Absorpsiyon miktarı ve nüfuz derinliği dolu hücre metotlarından daha azdır
Avantajı	Malzeme içerisine en yüksek miktarda emprenye maddesi sevki sağlar	Dolu hücre metotlarına göre daha ekonomiktir	Güç emprenye edilen ağaç türlerinde etkin bir emprenye sağlanır	Ahşap malzemeye uzun süre dayanıklılık sağlar	Çözücünün viskozitesi düşük olduğunda kısa sürede etkili emprenye ile ahşap malzeme kuru olarak alınabilir	Hızlı bir emprenye ile kuru yüzeyler elde edilir
Dezavantajı	Kullanılan emprenye maddesi miktarı fazladır ve Zn Cl ₂ kullanımı açıkta kullanılan malzeme için sakıncalıdır		Osilasyon metodunda kullanılan tesisteki ekipman diğer basınç metotlarından daha komplekstir	Endüstriyel bakımdan uygulanması güçtür	LPG kullanıldığında yanma ve patlama riski vardır. Ayrıca sermaye ve çalışma masrafları yüksektir.	İki ayrı kazan kullanımı ekonomik açıdan sakıncalıdır
Kullanılan emprenye maddesi	Kreozot veya suda çözünen tuzlar (Zn Cl ₂)	Çoğunlukla kreozot ve ağır yağda çözünen pentaklorofenol	Suda çözünen CCA tuzları	CCA tuzları	Petrol gazı, LPG ve metilen klorür	White Spirit, organik çözücülü ve düşük viskoziteli emprenye maddeleri
Kullanıldığı yerler	Çürüme riski yüksek yerler, deniz yapıları ve iskele direkleri	Demiryolu traversleri, tel- çit direkleri ve kerestelerin emprenyesinde	Güç ve çok güç emprenye edilen ağaç türlerinin emprenyesinde	Klasik metotlarla güç emprenye edilen okaliptüs türlerinde kullanılır	Taze ve kuru haldeki ahşap malzemede uygulanabilir	Taze ve kuru haldeki ahşap malzemede uygulanabilir

4.1.5.3 Besi suyunu çıkarma (Boucherie) metodu

Boucherie metodu olarak da bilinen bu metot; Fransız Dr. Auguste Boucherie tarafından 1838 yılında bulunmuş olup, yeni kesilmiş taze haldeki kabuğu soyulmamış ağaç gövdelerinde besi suyunun emprenye maddesi ile yer değiştirmesi esasına dayanmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Desch ve Dinwoodie, 1996; Doğan, 1997; Url-58).

Metot, çoğunlukla kesimden sonra en geç iki hafta içinde kabuğu soyulmamış direklerle uygulanmaktadır. Bu metoda göre; taze haldeki kabukları soyulmamış tel direkleri hafif eğimli olarak 30 cm aralıklarla kalın uçları yukarıda, ince uçları aşağıda olacak şekilde destekler üzerine yerleştirilmekte ve kalın uçlarına takılan kapsüller bir boru yardımıyla 10 m yüksekliğindeki 1500 litre hacmindeki emprenye deposuna bağlanmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001; Richardson, 1993; Şener, 2006). Böylece; borulardan inen emprenye maddesi, yaklaşık olarak 1.5 kp/cm^2 'ye ulaşan basınçla birlikte kapsüller yardımıyla direklerin enine kesitinden içine girerek besi suyunu itmekte ve onun yerini almaktadır (Berkel, 1972; Tsoumis, 1991).

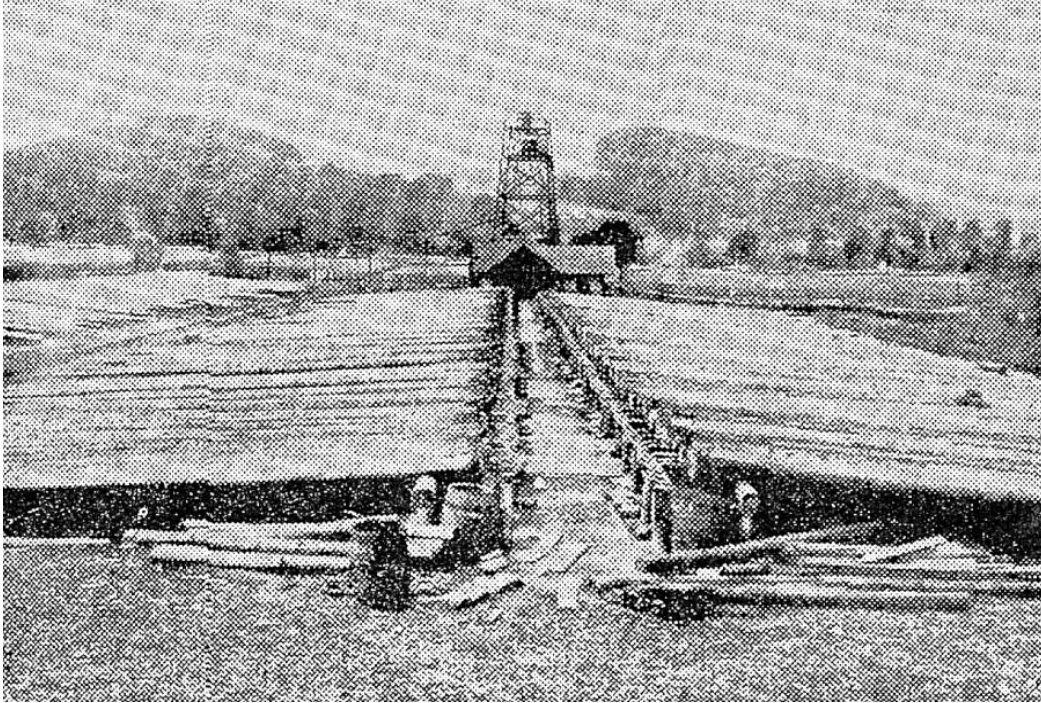
Şekil 4.24'te Boucherie metodu ile emprenye yapılan bir tesis şeması görülmektedir.



Şekil 4.24 : Boucherie metodu emprenye tesisi (Berkel, 1972).

Metotta kullanılan bakır sülfat, kolay yıkandığı ve demire etki ettiği için son zamanlarda kimyasal reaksiyonlarla suda çözünmez hale gelen modern suda çözünen tuzlar tercih edilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993). Emprenye maddesi olarak, bakır/krom/bor esaslı Wollmann tuzları kullanılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001).

Ağaç türüne göre değişmek üzere, 8- 14 gün içinde emprenye maddesi ince uçtan akmaya başladığında diri odun emprenye edilmiş sayılmaktadır. İşlem sonunda direkler 5- 8 gün kabuklu halde istif edilerek bırakılmaktadır. Daha sonra kabukları soyularak yaklaşık olarak 4 hafta kuruması beklenmektedir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001; Tsoumis, 1991) (Şekil 4.25).



Şekil 4.25 : Boucherie metodu emprenye tesisinin arazide üzerinde görünüşü (Berkel, 1972).

Boucherie metodunun tesisatı basit ve ucuzdur. Ancak, ahşap malzemenin reçineli kısımları emprenye edilememekte ve işlem uzun sürmektedir (Berkel, 1972). Boucherie metodundaki süreyi kısaltmak amacıyla, Gewecke basınç ve emme metodu ile basınçlı kapsül (Prescap) metotları geliştirilmiştir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Gewecke basınç ve emme metodu

Klasik Boucherie metodundaki süreyi kısaltmak için Dr. Gewecke tarafından geliştirilen metotta, emprenye süresini 20- 30 saate kadar düşürmek mümkün olmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993; Desch ve Dinwoodie, 1996; Richardson, 1993).

Kabuğu soyulan direkler vagonetlere yerleştirilerek, ince uçlarına emme kapsülleri bağlanmaktadır. Vagonetler klasik bir emprenye kazanına yerleştirilmekte, daha sonra her bir emme kapsülü borularla ana boruya ve bu ana boru da kazanın arka çıkışına bağlanmaktadır. Kazan kapatılıp emprenye çözeltisi (CCA, Boliden K 33 gibi) 8- 10 kp/cm²'lik basınçla direklere verilirken, aynı anda besi suyu ince uçlardan emilmektedir. Ana emme borusundan emprenye maddesinin çıkmasıyla işlem sonlandırılmakta ve solüsyon basınç tankına tekrar gönderilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993; Desch ve Dinwoodie, 1996; Richardson, 1993).

Metot çoğunlukla, ladin gibi kuruduktan sonra güç emprenye edilen direklerin emprenyesinde kullanılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Basınçlı kapsül metodu (Prescap metodu)

Taze tel direklerinin emprenyesinde kullanılan ve Boucherie metoduna benzeyen bu metotta, gövdenin kalın ucundan 10 mm kalınlığında bir tekerlek çıkarıldıktan sonra basınç kapsülleri bağlanmakta ve 14 kp/cm²'lik basınç uygulanmaktadır. Bu yüksek basınçla direk içerisindeki akış hızının artması sağlanmakta; böylece Boucherie metodunda 15 günde emprenye edilebilen 7.5 m boyundaki direklerin bu metot yardımıyla 1 günde emprenye edilmesi mümkün olmaktadır. Bu süreyi daha da azaltmak için, birkaç dakikalık basınçtan sonra basınç kapsülü tel direktten çıkarılarak 0.60- 10.00 mm kalınlıkta bir tekerlek daha kesilmekte ve kapsül tekrar takıldığında akış hızının daha da artması sağlanmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

4.1.5.4 Difüzyon metotları

Difüzyon metotları, genel olarak suda çözünen emprenye maddelerinin pasta veya derişik bir çözelti halinde taze ahşap yüzeyine uygulanması işlemlerini kapsamaktadır (TS 343, 1977). Birbiri ile temas halinde bulunan çeşitli maddelerin molekülleri birbiri içerisine karışıp yayılabilmekte ve bu olay difüzyon olarak tanımlanmaktadır. Aralarında konsantrasyon farkı olan iki sıvı arasında da difüzyon olayı meydana gelmektedir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993). Yoğunluğu yüksek olan sıvı içindeki maddelerin, yoğunluğu düşük olan sıvıya karışması ilkesine dayanılarak geliştirilen bir metottur (Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001).

Birbirleri ile karşılıklı difüzyon durumunda bulunan iki sıvı arasında geçirgen bir zar bulunması durumunda, her iki sıvı arasında bir basınç farkı oluşmaktadır. Difüzyon yolu ile emprenyede; ahşap malzemenin yüzeyine uygulanan emprenye çözeltisi ile

odun içerisindeki besi suyu arasında konsantrasyon farkı arttıkça, emilen emprenye maddesi miktarı da artmaktadır. Bununla birlikte, kullanılan emprenye tuzlarının molekül ağırlığı azaldıkça ve ısı derecesi yükseldikçe difüzyon olayının hızlandığı görülmektedir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).

Difüzyon metodunda; taze haldeki malzemeler (ağaçlar), yüksek konsantrasyondaki emprenye maddesi içerisine batırılmakta veya konsantre (bulamaç) haldeki suda çok kolay çözünen emprenye maddeleri, yüzeylerine sürülmekte ve emprenye maddesi hücrelerdeki su içinde çözünerek yüzeylerden içeriye doğru yavaş yavaş yayılmaktadır. Bu metotta; emprenye maddesi olarak önceleri fluorürler kullanılırken, son zamanlarda boratların daha çok kullanıldıkları görülmektedir. (Bozkurt ve diğ., 1993).

Difüzyon metotları, fabrikalarda tomrukların biçilmesinden sonra daldırma ya da buharlama ve soğuk emprenye metotları kullanılarak uygulanabilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Daldırma metodu

Tomrukların biçilmesinden sonra kerestenin 7 gün içerisinde açık kazanlarda 5 dakika süre ile emprenye maddesine daldırılması veya zincirli transportörler yardımıyla emprenye maddesi bulunan tankların içinden geçirilmesi şeklinde olabileceği gibi el ile tek tek emprenye maddesine daldırılması şeklinde de uygulanabilmektedir. Emprenye maddesi çözeltisi konsantrasyonunun % 25- 40, sıcaklığının ise 30- 60 °C olması gerekmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Buharlama ve soğuk emprenye metodu

Sıcak ve soğuk açık kazanda emprenye metodunun değişik bir şekli olan buharlama ve soğuk emprenye metodunda ahşap, soğuk emprenye maddesi çözeltisine batırılmadan önce buharla ısıtılmaktadır (TS 343, 1977).

Metot, büyük çaptaki kerestelerin emprenyesinde tomruklar biçildikten sonra 1 ay içinde uygulanmaktadır. İstiflenmiş kereste 80 °C’de buharlanarak yoğunlaşan buharlaşma suyu akıtılmakta ve emprenye odasına % 2’lik soğuk emprenye eriyiği gönderilmektedir. Buharlama işlemi 7 saat, tüm işlem ise 24 saat sürmektedir. Ahşap malzeme, işlem bittikten sonra kurumanın yavaşlatılması amacıyla sık bir şekilde katranlı muşambalar altında bekletilmekte ve difüzyon olayı gerçekleşmektedir. 25 mm kalınlığındaki kereste için 1 ay, 75 mm kalınlığındaki için ise 3 ay süreye ihtiyaç

olmaktadır. Daha sonra ahşap malzeme tekrar istiflenerek normal bir şekilde kuruması sağlanmaktadır (Başaran, 1965; Bozkurt ve diğ., 1993; Richardson, 1993).

Metot sayesinde, ladin gibi güç emprenye edilen ağaç türlerinde yeterli nüfuz sağlanabilmektedir. Fakat; kullanılan emprenye maddelerinin odunda fiske olmamaları ve ıslak şartlarda yıkanabilir olmaları, metodun sınırlı alanlarda kullanılabilmesine neden olmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993). Metot, tek tuz ile uygulandığı takdirde basit difüzyon metodu adını almaktadır (Örs ve Keskin, 2001).

Çift difüzyon metodu

Çift difüzyon metodu, ahşabın iki kez arka arkaya ve değişik tuz çözeltilerine batırılıp çıkarılması işlemidir (TS 343, 1977).

1961’de R. H. Baechler tarafından geliştirilen metot, daha çok çit direklerinin emprenyesinde kullanılmaktadır. Metotta; yeni kesilmiş taze haldeki ahşap malzeme, önce emprenye tuzlarından oluşan bir çözelti içerisine ve sonra ikinci bir çözeltiye batırılmaktadır. Böylece; difüzyon yolu ile giren iki değişik tuz çözeltisinin birleşmesi ve birbirini etkilemesi sonucu odun içerisinde sular tarafından yıkanmaya karşı yüksek bir direnç gösteren, aynı zamanda mantar ve böcekler için zehirli bir bileşim meydana gelmektedir (Berkel, 1972).

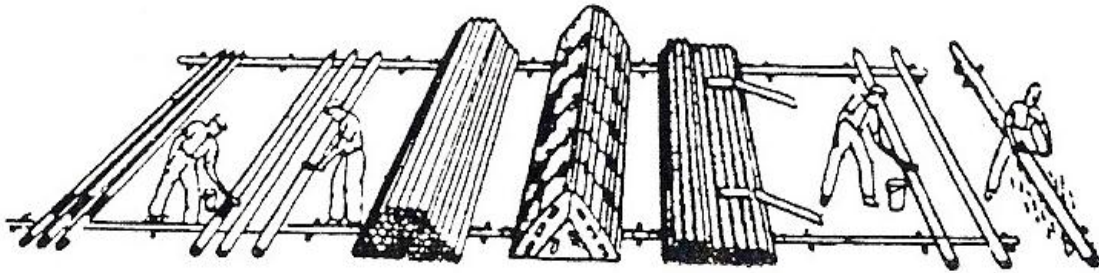
Çit direkleri önce % 4’lük sodyum fluorür (Na F) çözeltisinde 3 gün, sonra % 9’luk bakır sülfat (Cu SO₄) çözeltisinde de 3 gün bekletilerek emprenye edilmektedir. Bu tuzlardan başka, son yıllarda Wollmann tuzları (Cu, Cr, B) ve kreozot da kullanılmaktadır (Anon, 1988; Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001; Şener, 2006).

Arazide kullanılmadan önce direkler sık bir şekilde istif edilerek 4 hafta kurumaya bırakılmakta; böylece emprenyeden sonra çözeltilerin odun içerisinde daha iyi bir şekilde yayılması sağlanmaktadır (Berkel, 1972). Bu metotta, emprenye işlemi uzun sürmekte ve daha az kontrol edilebilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

Osmoz metodu

Almanya’da, 1931 yılında C. Schmittutz tarafından bulunan ve difüzyon esasına dayanan osmoz metodu; kabukları yeni soyulan taze haldeki tel veya çit direklerinin yüzeylerine bulamaç halindeki emprenye maddesinin fırça ile sürülüp sıkıca istiflenerek su geçirmez bir örtü ile sarılması şeklinde uygulanmaktadır (Berkel, 1972; Örs ve Keskin, 2001; Richardson, 1993).

Emprenye maddesi sürülen tel direkler, bir altlık üzerine üçgen şeklinde istiflenerek difüzyonun gerçekleşmesi için yaklaşık olarak 1 ay bekletilmektedir. İstifler; en alt sıradaki direk sayısı 8- 9, en fazla 10 adet ve her istifteki direk sayısı 36- 45, en fazla 55 adet olacak şekilde düzenlenmektedir. Fazla nüfuz derinliği sağlamak amacıyla, kalın çaptaki ahşap malzemede bekleme süresi 90 güne kadar çıkarılabilmektedir. Daha sonra, malzeme üzerine sarılan örtü kaldırılıp 8 gün beklenilmekte ve kullanımdan önce direklerin açık havada kuruması sağlanmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Örs ve Keskin, 2001). Şekil 4.26'da osmoz metodunun uygulanma şekli görülmektedir.



Şekil 4.26 : Osmoz metodu uygulama şekli (Bozkurt ve diğ., 1993).

Yüzeyde kurumuş olan emprenye bulamacı artıkları tel fırça ile kazınıp temizlenmekte, direklerin sivri uç ve kalın ucu ile toprak yüzeyine yakın kısımlarına katran sürülmektedir (Berkel, 1972).

4.1.5.5 Yerinde bakım metotları

Ahşap malzemenin sürekli veya bir süre su ya da neme maruz kalan kısımları, tehlikeli yani çürüme riski yüksek kısımlardır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).

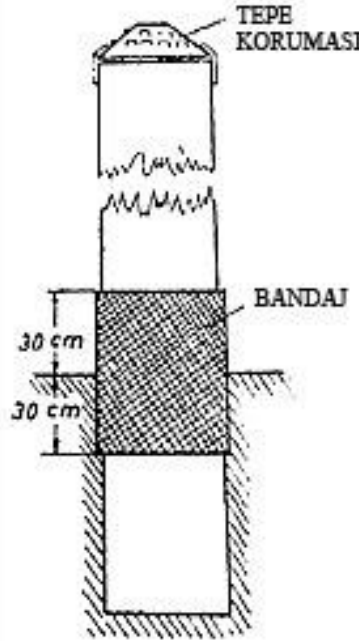
Açık hava etkisi altında kullanılan ahşap malzemelerin tehlikeli kısımları, diğer kısımlarına göre daha fazla tahribata uğramakta veya emprenye maddelerinin koruyucu etkileri herhangi bir sebeple daha kısa zamanda kaybolmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Göker, 1994).

Tehlikeli kısımların korunması amacıyla; bu kısımların etrafına veya içerisine konsantre halde emprenye tuzları uygulanarak tuzların zaman içerisinde difüzyon yolu ile malzemeye nüfuz etmesi sağlanmakta olup, difüzyon için yeterli miktarda neme ihtiyaç duyulmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).

Bandaj metodu

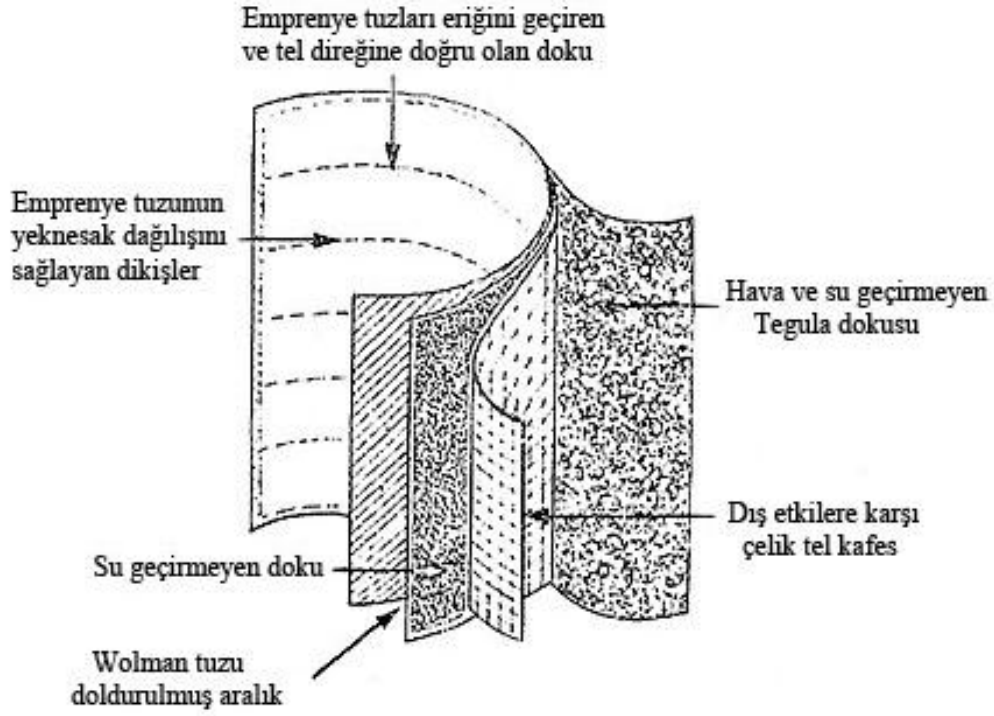
Bandaj, koruma amacıyla ilk defa 1927'de Almanya'da kullanılmış ve 1928 yılında da emprenye metodu olarak uygulanmaya başlanmıştır (Berkel, 1972).

Difüzyon metotlarından olup, ahşap malzemede mantarlar tarafından kolay çürütülen tehlikeli kısımların korunmasında ve çoğunlukla tel direklerinin dikili halde iken dayanma sürelerinin uzatılması amacıyla kullanılmaktadır. Tel direklerinde, toprak seviyesinin 30- 40 cm altındaki ve 20- 30 cm üzerindeki kısımlar çürüme bölgeleridir. Metotta, toprak seviyesinden 50- 60 cm derinlikte bir çukur açılıp, direkte bulunan çürüklüklerin ve toprağın temizlenmesinden sonra bulamaç halindeki emprenye maddesi direğe sürülmektedir. Bu işlemden sonra, 50- 60 cm genişlikte ve direk çapına bağlı olarak değişen uzunluktaki hazır bandajlar bu kısma sarıldıktan sonra çıkarılan toprak doldurulup ayakla basılarak sıkıştırılmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993) (Şekil 4.27).



Şekil 4.27 : Bir tel direğinde bandaj ve tepe koruması (Berkel, 1972).

Hazır bandajların iç kısmında bulamaç şeklinde emprenye maddesi, dış kısmında ise su geçirmeyen bitümlü bir örtü tabakası bulunmaktadır (Şekil 4.28). İç yüzeyden ağaç direğin nemi ile ıslanan bulamaç halindeki emprenye maddesi, difüzyon yolu ile odun içerisine yayılmakta ve dıştaki sıcaklığa ve soğuğa dayanıklı bitümlü maddeler emprenye maddesinin yıkanmasını önlemektedir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).



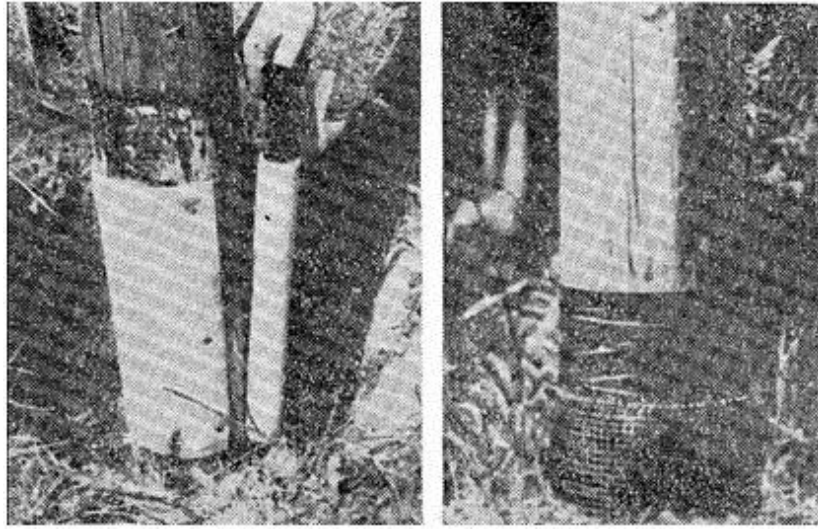
Şekil 4.28 : Hazır bir bandajın şematik görünüşü (Berkel, 1972).

Emprenye maddesi olarak, çoğunlukla sodyum fluorür içeren UA tuzları kullanılmaktadır. Ülkemizde ticari adları Pol- Nu Type ve Wolmanit- TS olan bandajlar ahşap malzemeye takviye amacıyla uygulanmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993). Şekil 4.29’da Wolmanit- TS bandajı uygulaması görülmektedir.

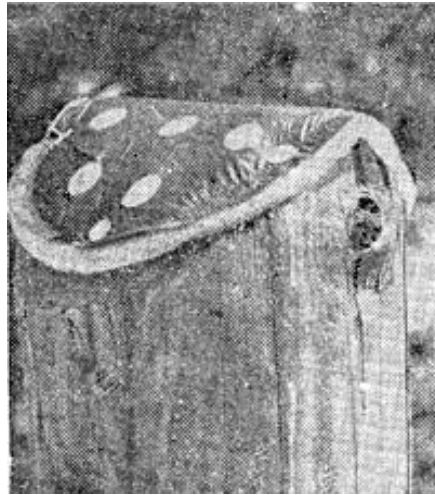


Şekil 4.29 : Hava etkilerine dayanıklı Wolmanit- TS bandajının uygulanması (Richardson, 1993).

Tel direklerinde; direğin ince ucu da tehlikeli kısımlardan olup, mantarlar tarafından kolaylıkla tahrip edilebildiğinden bu kısımlarda da bandajlar kullanılabilmektedir. Tepe koruması için hazırlanan bandajların alt kısımları direğin enine kesitine kendiliğinden yapışmakta ve böylece çivi ile tespit edilmesine gerek duyulmamaktadır (Şekil 4.30, Şekil 4.31). Bandajın üst kısmındaki plastik tabakada bulunan deliklerden yağmur ve kar suları geçerek emprenye bulamacına ulaşmakta ve yavaş yavaş çözünen emprenye maddesinin direk içerisine nüfuzu sağlanmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).



Şekil 4.30 : Kendiliğinden yapışan bandaj örneği (Berkel, 1972).



Şekil 4.31 : Suni maddeden yapılmış ve kendiliğinden yapışan bir tepe koruyucu (Berkel, 1972).

Bandaj metoduyla derin bir emprenye sağlamak mümkün olduğundan iyi sonuçlar alınmaktadır. Bandajlar 5- 6 yılda bir yenilendiğinde tel direklerin çok uzun süre dayanması sağlanabilmektedir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).

Kobra metodu

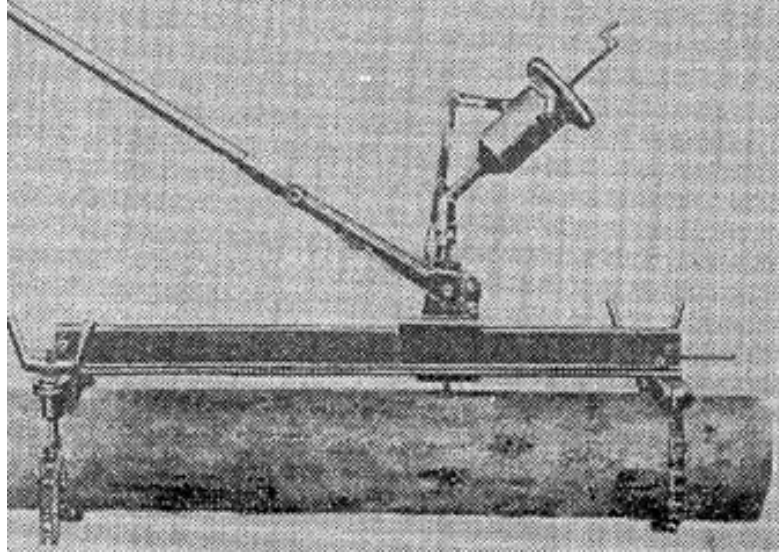
Kobra metodu, 1920 yılında Burghart tarafından önerilmiş ve 1921’de Almanya’da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Genellikle, toprak hattında başlangıç çürüklüğü görülen dikili direklerde kullanılan bir takviye emprenye metodu olup; telefon, telgraf ve elektrik direklerinde çürüme tehlikesinin fazla olduğu 1.0- 1.10 m’lik kısımlarında uygulanmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993; Richardson, 1993) (Şekil 4.32).



Şekil 4.32 : Kobra metodunun dikili direklerde uygulama şekli (Bozkurt ve diğ., 1993).

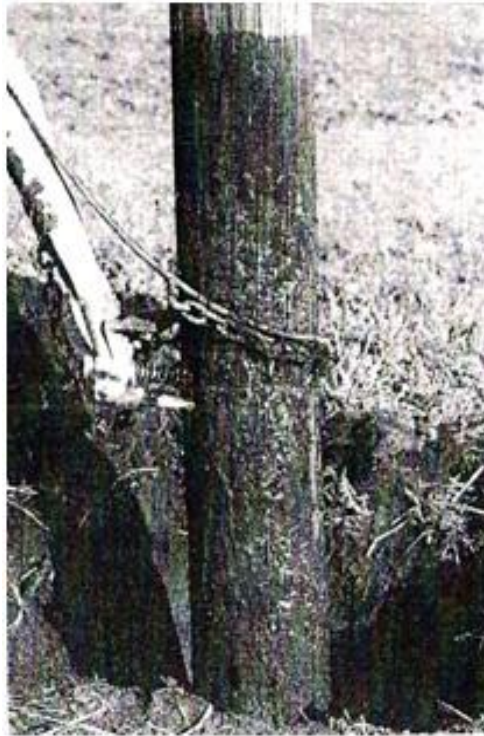
Kobra metodunda, kızak tertibatından oluşan özel bir alet kullanılmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993). Bu kızak üzerinde hareket eden ve üzerinde manivela kolu, ufak bir emprenye maddesi deposu ile odun içerisine yarık şeklinde delik açan bir iğne bulunmaktadır (Şekil 4.33). Alet, zincir ile direğe bağlanmakta; manivela kolunun aşağıya doğru hareket ettirilmesi ile alt tarafta bulunan içerisi boydan boya oyuk ve uç tarafı yassı olan bir iğne, lifleri yanlara doğru itip ayırarak odun içerisine girmektedir (Berkel, 1972).

Bu metoda kobra metodu denilmesinin nedeni, deliklerin açılmasında kullanılan iğnenin kobra yılanının diline benzemesidir. Liflere paralel yönde ve 40- 80 mm derinlikte açılan delik şeklindeki yarıklara; kolun tekrar yukarıya kalkması ile aletin üzerindeki kaptan yassı, içi boş dişe gelen yaklaşık 3- 5 cm³ emprenye bulamacının akıtılması sağlanmaktadır (Berkel, 1972).



Şekil 4.33 : Kobra metodunda kullanılan alet (Berkel, 1972).

Direğin toprak üzerinde kalan 20 cm ve toprak altında kalan 40 cm’lik çürüme riski taşıyan kısımlarına boyuna yönde 10 cm, enine yönde 5 cm aralıklarla açılan deliklere enjeksiyon yapılmaktadır. Deliklerin sayısı direklerin çapına bağlı olarak değişmekte olup, yaklaşık olarak 80- 100 adettir (Bozkurt ve diğ., 1993) (Şekil 4.34).



Şekil 4.34 : Kobra metodunda çukur açma ve emprenye işlemi uygulama şekli (Bozkurt ve diğ., 1993).

İğnenin girmesi ile yalnızca lifler birbirinden uzaklaştığından, iğnenin çıkması ve emprenye bulamacının oyuk içerisine akıtılmasından sonra elastiklik sebebiyle lifler

tekrar birleşmekte ve emprenye bulamacı içeride kalmaktadır. Odun içerisinde yeterli derecede su bulunduğu takdirde, emprenye maddesi difüzyon yolu ile yavaş yavaş direk içerisine yayılmakta ve tehlikeli kısımlarda düzenli bir emprenye sağlanabilmektedir (Berkel, 1972). Şekil 4.35'te kobra metodunun tel direği dikiminden önce uygulama şekli görülmektedir.



Şekil 4.35 : Kobra metodunun tel direği dikiminden önce uygulama şekli (Bozkurt ve diğ., 1993).

Bakım yapılan kısımdan enjekte işlemi sonucu sızan macun, yayılarak üzerine katran sürülmekte; işlemden sonra çevresi tekrar toprakla doldurulmaktadır. Çevrede yaşayan hayvanlardan korumak amacıyla, işlem gören bu kısım plastik bir örtü ile sarılabilmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993).

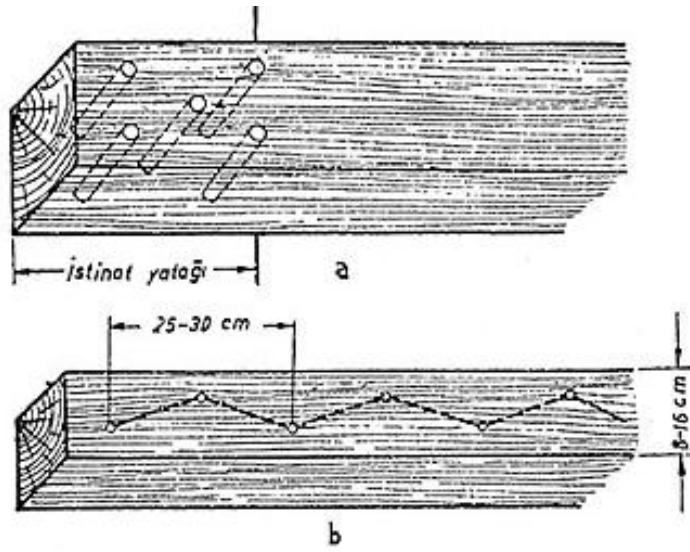
Bu metot; genellikle sodyum fluorür, dinitrofenol, anhidrid pentoksit ve katkı maddeleri içeren bulamaç halindeki emprenye maddeleri ile uygulanmaktadır. Ülkemizde kobra metodu uygulamasında; sodyum fluorür, dinitrofenol ve sodyum dikromat içeren kuru tuz halindeki Wolmanit B- karışımı su ile karıştırılıp bulamaç haline getirilerek kullanılmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Kobra metodu; daha önce emprenye edilerek kullanılmış eski direklerde takviye amacıyla kullanılmakta ve yeni kesilmiş ağaç direklerin kullanım sürelerinin 15- 20 yıl daha uzamasını sağlamaktadır. Vakum- basınç metotları ile emprenye edilen direkler dikildikten 10 sene sonra kobra metodu uygulanmaya başlamakta ve her 4- 5 yılda bir tekrarlanması önerilmektedir (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993). Metot pahalı olup uygulanması uzun sürmektedir.

Oyma delik metodu

Oyma delik metodu, yapılarda, köprülerde ve su içinde kullanılan ahşap malzemede çürüme riskinin yüksek olduğu yerlerde ve özellikle enine kesitle son bulan, dışarıya doğru çıkıntılı kiriş başları veya yuvarlak ağaç direklerin korunmasında kullanılan bir metottur (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).

Oyma delik metodunda, ahşap malzemede belirli aralıklarla liflere dik veya meyilli yönde burgu ile 15- 25 mm çapında ve ahşap malzeme derinliğinin yaklaşık 3/4'ü uzunluğunda delikler açılmaktadır (Şekil 4.36). Açılan bu deliklerin bir ucu kapalı olup; içerisine toz, sıvı ve bulamaç halinde emprenye tuzları veya bu tuzların sıkıştırılması ile elde edilen çubuk halindeki emprenye maddeleri doldurulmaktadır. Bu işlemden sonra ağzları, emprenye edilmiş bir kavela veya mantar bir tıkaç ile kapatılmaktadır. Sıkıştırılmış emprenye tuzları çubukları, genellikle 10- 12 mm çapında ve 80- 100 mm uzunluğunda olmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).



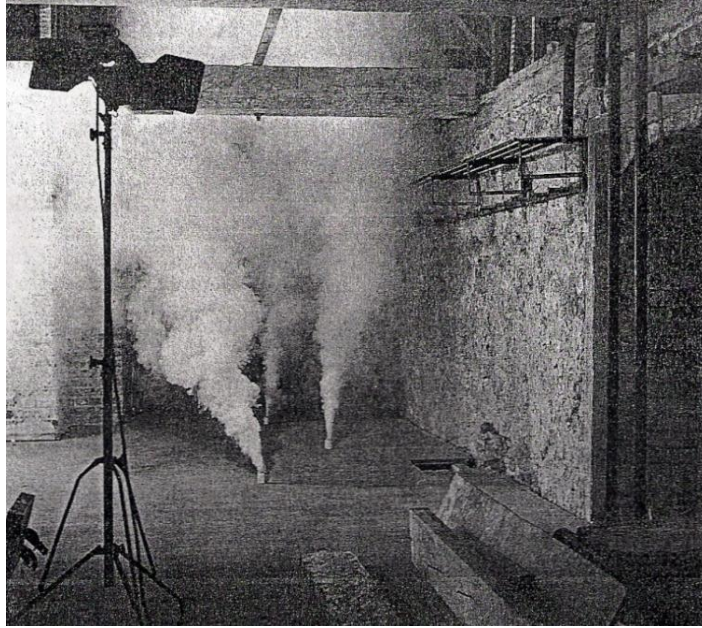
Şekil 4.36 : Oyma delik metodunda deliklerin açılmasına ait örnekler a- Taşıyıcı kiriş başı, b- İstinat kirişi (Berkel, 1972).

Delikler içerisindeki emprenye maddesinin odun içerisine yayılması, malzemenin nemi ve yağmur suları yardımıyla daha çok difüzyon yoluyla ve kısmen kapiler yoldan gerçekleşmektedir. Emprenye maddesi; kuru tuz halinde veya sıkıştırılmış çubuk halinde kullanıldığı takdirde, ahşap malzeme içerisindeki rutubetin % 20'den fazla olması gerekmektedir. Emprenye tuzlarının malzeme içerisinde yayılması, çoğunlukla liflere paralel yönde gerçekleşmekte olup liflere dik yönde yayılma çok azdır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).

Elips şeklini andıran yayılmanın uzunluğu; liflere paralel yönde yaklaşık olarak 30-40 cm, liflere dik yönde 4 cm'dir (Berkel, 1972). İyi bir difüzyon ve yeterli bir korumanın sağlanabilmesi için deliklerin uygun aralıklarla ve yeterli sayıda açılması gerekmektedir. Deliklerin sık açılması halinde ve ince çaplı malzemede oluşabilecek direnç azaltıcı etki her zaman göz önünde bulundurulmalıdır. Oyma delik metodu, emprenye edilmiş eski traverslerin dayanmasının arttırılması amacıyla takviye olarak kullanıldığı gibi; eski tel direklerin ve çit direklerinin toprak yüzeyine yakın tehlikeli kısımlarında, ahşaptan yapılmış soğutma kulelerinin taşıyıcı kısımlarında da uygulanmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt ve diğ., 1993).

4.1.5.6 Fumigasyon ve dumanlama

Dumanlama, ahşabın yüzeyinde çökelti oluşturan işlemlerdir. Geniş çatı alanları gibi büyük hacimlerdeki ahşaplara uygulanabilmektedir (Şekil 4.37). Sıvı ve macun şeklindeki koruyuculardan daha hızlı ve kolay uygulanmalarına rağmen, dumanlama işlemleri ile uzun süreli koruma sağlanamamaktadır (BS 1282, 1999).



Şekil 4.37 : Çatı alanında dumanlama işleminin uygulanması (Ashurst ve Ashurst, 1990).

Ahşap malzemenin zararlılara karşı korunmasında kullanılan metotlardan birisi de fumigasyondur. Fumigasyon, öldürücü etkiye sahip gaz halindeki kimyasal maddeler olan fumigantlar kullanılarak yapılan arındırma işlemidir (Selçuk, 2004). Fumigantlar geniş hacimlerdeki ahşapları ilaçlamak için kullanılabilen; ancak kalıcı bir koruma sağlamamaktadırlar (BS 1282, 1999).

Fumigasyon, aktif böcek istilalarının yok edilmesinde kullanılan en etkili metottur (Desch ve Dinwoodie, 1996). Fumigasyon; normal sıcaklıkta (20- 25 °C) uygulanmakta olup, bu sıcaklığın altında veya üstündeki davranışlarına göre fumigantlar; alçak ve yüksek kaynama noktasına sahip fumigantlar olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Alçak kaynama noktasına sahip metil bromür ve hidrojen siyonür gibi fumigantlar, normal şartlarda daima buhar halinde bulunduklarından silindir veya kutular içerisinde basınç altında tutulmaktadırlar. Bu basınç kalktığında ise fumigant hemen buharlaşmaktadır. Yüksek kaynama noktasına sahip fumigantlar ise, normal şartlarda katı veya sıvı halde bulunmaktadır. Bu tür fumigantların buharlaşmaları zayıf, nüfuzları yavaş ve az olmakla birlikte uygulama esnasında operatörler için daha az tehlike oluşturmaktadırlar (Selçuk, 2004).

Naftalin, paradiklorobenzen, Lindane ve kükürt ise; kristal halde bulunan diğer kimyasal maddelerdir. Eskiden yanıcılar ilavesi ile fumigant olarak fazla miktarda kullanılmış olan Lindane ve kükürt zayıf etkilidir (Selçuk, 2004).

Fumigantlar, difüzyon nedeniyle uygulandıkları alandaki çatlak ve girintilere güç giren veya hiç girmeyen böcek öldürücülerin yerine kullanılmaktadırlar. Sıcaklık; fumigantların difüzyon kabiliyetlerine etki eden en önemli faktör olmakta birlikte, sıcak ortamlarda soğuk ortamlara göre daha hızlı dağılmaktadırlar (Selçuk, 2004). Restorasyon çalışmalarında yapı tamamen çadır içine alınıp gaz uygulaması yapılabileceği gibi, sökülebilen malzemeler bir yerde depolanarak ve hava almayacak biçimde örtülerek de fumigasyon işlemi gerçekleştirilebilmektedir (Şekil 4.38). Fumigasyon işlemi, çok dikkat isteyen bir işlem olduğundan uzman kişilerce yapılması gerekmektedir (Selçuk, 2004). Çizelge 4.4'te ahşap malzemenin korunmasında kullanılan kimyasal metotların analizi yer almaktadır.



Şekil 4.38 : Fumigasyon işlemine hazırlanan bir yapı (Url-53).

Çizelge 4.4 : Ahşap malzemenin korunmasında kullanılan kimyasal metotların analizi.

	Basınç Uygulamayan Metotlar	Basınç Uygulayan Metotlar	Besi Suyunu Çıkarma (Boucherie) Metodu	Difüzyon Metodu	Yerinde Bakım Metotları	Dumanlama ve Fumigasyon
Avantajları	Elle veya basit araç-gereçlerle uygulanabilir. En ekonomik ve kolay metotlardır.	Kapalı kazanda emprenye işlemi şartları en iyi şekilde uygulanır ve kontrol edilebilir. Emprenyede en etkili ve başarılı metotlardır.	Metot basit ve ekonomiktir. Emprenye deposu, kapsüller ve borulardan oluşan basit bir tesis kullanılır.	Ladin gibi güç emprenye edilen ağaç türlerinde yeterli nüfuz sağlanır.	Açık hava etkisindeki ve çürüme riski bulunan malzemelere yerinde uygulanabilir.	Sıvı ve macun şeklindeki koruyuculardan daha hızlı ve kolay uygulanırlar. Geniş hacimlerdeki ahşaplara (çatı vs.) uygulanırlar. Aktif böcek istilalarında etkilidirler.
Dezavantajları	Etki süresi kısa olmakla birlikte bazı işlemler periyodik tekrar gerektirir. Absorbsiyon ve nüfuz derinliği genellikle az olmaktadır.	Pahalı ve komplike emprenye tesisleri kullanılır. İlk tesis ve işletme masrafları ile malzeme taşıma giderleri yüksektir.	Metodun uygulanması uzun süre gerektirir.	Emprenye işleminden sonra malzemenin kurumaya bırakılması uygulama süresini uzatır. Kullanılan emprenye maddeleri malzemede fıkse olmamakta, ıslak şartlarda yıkanabilmektedir.	Kobra metodunun uygulanması zaman alıcı ve pahalı olmakla birlikte periyodik tekrar gerekir.	Dumanlama ve fumigasyon işlemleri ile uzun süreli koruma sağlanamaz.

4.2 Yapısal Koruma ve Onarım Metotları

Ahşabın yapısal olarak korunması; ahşap malzemenin özelliklerinin değişmesine ve bozulmasına neden olan tüm faktörlerden korumak için alınacak önlemler ile bozulduktan sonraki mücadele ve tedavi işlemlerini kapsamaktadır (Günay, 2007; Kurtoğlu, 1984).

Bu önlemler arasında; kullanım yerine uygun ağaç türlerinin seçilmesi, ağacın zamanında kesilmesi, amaca uygun depolanması, kurutulması ve taşınması, ahşabın çalışma yönü dikkate alınarak yerleştirilmesi, yapıda doğru tasarlanıp detaylandırılması, tahribata neden olan faktörlerin ortadan kaldırılması ve ortam şartlarının iyileştirilmesi gibi konular bulunmaktadır (Günay, 2007).

Alınan yapısal önlemler ile hava koşullarının zararlı etkilerinin önlenemediği, ahşap malzemenin toprakla temasta bulunduğu kısımlarda ve su içinde kullanıldığı durumlarda ahşabın kullanım ömrü kimyasal koruma metotlarının kullanılmasıyla uzatılabilmektedir (Herzog ve diğ., 2004; Kurtoğlu, 1984).

4.2.1 Kullanım yerine uygun ahşabın seçilmesi

Kullanım amacına veya yerine uygun ahşap türlerinin seçilmesi ve doğal dayanıklı ağaç türlerinin kullanılması büyük önem taşımaktadır (Herzog ve diğ., 2004; Kurtoğlu, 1984). Yüksek dirençli ve büyük boyutlu ahşap malzemelerin kullanımı uygun olmakla birlikte, ahşabın diri odun yerine öz odununun fazla olduğu bölümlerinin kullanılması dayanıklılığı artırmaktadır (Günay, 2007).

Ahşabın; atmosfer koşulları, mekanik aşınma gibi etkilere karşı daha dayanıklı olması için kullanım yerine uygun şekilde biçilmiş olması gerekmektedir (Doğan, 1997). Yapı detayları, ahşabın çalışma yönleri bilinerek uygulanmalı; birbirine yapıştırılacak parçalar eşit kalınlıkta seçilmeli; diri odun diri odunla birleştirilmeli ve yıl halkaları ters yönle getirilmelidir (Günay, 2007).

Ahşap malzemenin taşınması ve depolanması sırasında mantarlar ve böcekler nedeniyle malzemede çeşitli renk değişimleri ve hasarlar oluşabilmektedir. Bu nedenle; kesimden sonra ahşabın en hızlı şekilde taşınması, kereste haline getirilmesi, kullanım yeri koşullarına uygun olarak kurutulması, amaca uygun depolanması, kısa zamanda işlenmesi, yapım sırasında ve sonrasında rutubete karşı korunması gerekmektedir (Günay, 2007; Kurtoğlu, 1984).

4.2.2 Ahşabın kuru tutulması

Ahşap malzemede zararlıların gelişimi için uygun koşullar; yeterli besin maddesi, rutubet, oksijen ve sıcaklığın sağlanmasıyla mümkün olabildiğinden, malzemenin korunmasını sağlamak için bu faktörleri sınırlayıcı uygun yapı ve konstrüksiyon önlemlerinin alınması gerekmektedir. Bu önlemlerden biri, ahşap malzemeden rutubeti uzak tutmak ve yoğunlaşmasını önlemektir (Günay, 2007; Kurtoğlu, 1984).

Ahşap malzemenin kuru tutulması; ahşaba zarar veren bakteri, mantar ve böceklerin gelişmesine uygun ortam şartlarının oluşmasının önlenmesi bakımından önemlidir. Bu nedenle; dış ortamlarda % 12- 15, yapı içerisinde ise % 8- 10 nem derecesine sahip ahşapların kullanılması uygun olmaktadır (Günay, 2007).

Kullanım yeri koşullarına uygun rutubet derecesine sahip ahşabın kullanılması ve sabit rutubette tutulması, ahşabın çalışmasını da önlemektedir. Malzemenin rutubet miktarındaki büyük değişimler sonucu oluşan şekil değişiklikleri ve çatlaklar; ahşap malzemenin kullanımını zorlaştırmakta, görünüş özelliklerini bozmakta ve yüzey işlemlerinin koruyucu etkisini azaltmaktadır (Günay, 2007; Kurtoğlu, 1984). Bunun için; ağaç kesilip kabukları soyulduktan sonra tomruklar halinde istiflenerek doğal ya da yapay kurutma metotları kullanılarak kurutulmakta, böylece kullanılacağı yerin rutubetine uygun kurulukta ahşap elde edilebilmektedir (Günay, 2007; Kurtoğlu, 1984).

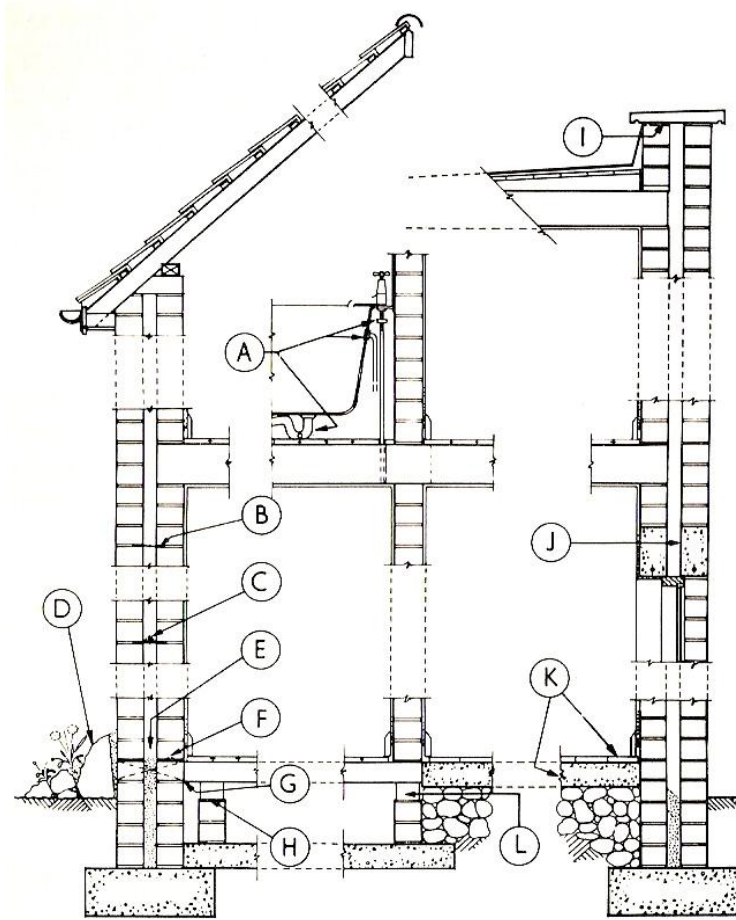
DIN 1052'ye göre verilen kullanım yerlerine göre rutubet içeriği değerleri esas alınabilmektedir (Herzog ve diğ., 2004) :

- Her yanı kapalı ısıtılan yapılarda % 9 ± 3
- Her yanı kapalı ısıtılmayan yapılarda % 12 ± 3
- Her yanı kapalı çatılı yapılarda % 15 ± 3
- Her yanı açık hava şartlarına maruz kalan yapılarda % 18 ± 3

Bu değerlerin sağlanamadığı ve rutubetin % 20'yi aştığı durumlarda, yapı iyi bir havalandırma yoluyla ya da ısıtılarak bu rutubet değerinin düşürülmesi gerekmektedir (Herzog ve diğ., 2004). Böylece; ahşaba arız olan mantar, böcek ve termit gibi ahşap zararlıları için uygun ortam şartlarının oluşmasını engellemek mümkün olacaktır.

4.2.3 Doğru tasarım ve alınacak önlemler

Ahşap yapıların dayanıklılığını etkileyen başlıca tehlikelerden biri, fazla suyun varlığıdır. Bu yüzden, var olan veya daha sonra oluşabilecek nem problemleri için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir (Davis, 1986). Açık hava etkisindeki ahşap elemanların doğru tasarım, uygulama ve bakımla kuru tutulması sağlanmalı; yapı içine suyun sızması ve su buharının içeride yoğunlaşarak rutubet miktarını yükseltmesi engellenmelidir (Günay, 2007; Kurtoğlu, 1984). Şekil 4.39’da yapılarda suyun girdiği ve nemin yüksek olduğu bölgeler görülmektedir.



Şekil 4.39 : Yapılarda suyun girdiği ve nemin yüksek olduğu bölgeler (Scott, 1968).

Detaylandırma açısından ahşabın korunması, kütüklerde veya kare kesitli kütüklerde kontrolsüz ayrılmaların önlenmesi için rahatlatıcı yivler kesilerek başlamaktadır. Çatlak ve yarıklar, daima böcek ya da suyun giriş noktalarıdır. Yapıştırılmış lamine ahşap veya ahşap esaslı ürünler, bölünmeye daha az eğilimli olduklarından daha düşük risk altındadırlar. Ahşapta oluşan büzülme ve şişme etkilerinin bir hasara yol açmasını önlemek için; özellikle hava şartlarına maruz kalan bileşenlerde, küçük malzeme en kesitleri ve küçük yüzeyler tercih edilmektedir (Herzog ve diğ., 2004).

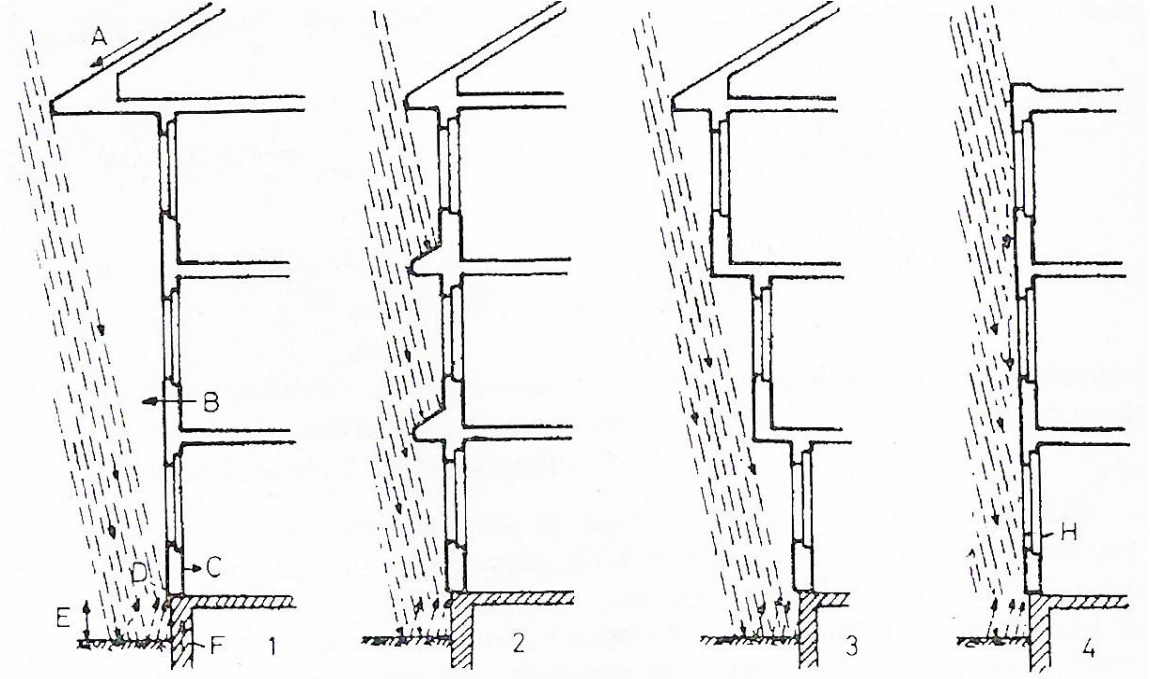
Yapıları etkileyen diğ er bir su kaynağı da nemli topraktır. Ahşap malzeme toprak neminden korunmazsa su; döşeme veya duvar yapısında yoğunlaşarak hasara sebep olabilmektedir. Toprakla zemin arasındaki havalandırma sorunları ortadan kaldırılmalıdır. Özellikle temas yüzeyinin nemli olduğı durumlarda, zemin bir buhar kesici malzeme ile kaplanarak bu bölgedeki nem azaltılabilmektedir. Ancak, zeminin tamamen kaplandığı bazı durumlarda ise ortam kurumaya başlayarak döşeme tahtalarında çatlaklar oluşabilmektedir. En iyi çözüm, başlangıçta yüzeyin yaklaşık olarak yarısını kaplayarak nemin yeterince azal ıp azalmadığını gözlemlemektir. Temelde iyi bir drenaj sisteminin sağlanması da suyun yapıya girişini engelleyen metotlardan biridir (Davis, 1986).

Yeterli havalandırma sağlanılmadığı takdirde nemli hava; soğuk pencere, duvar veya mekan içindeki soğuk yüzeylerde yoğunlaşmaya neden olmaktadır. Yoğuşma suyu; zemin suyu ve sızma su gibi saf olduğundan, küf ve mantar türlerinin gelişmesi için idealdir. Yoğuşma kontrolü, iyi bir havalandırma ve doğru detaylandırma ile sağlanabilmektedir (Davis, 1986; Günay, 2007).

Isıtılan mekanlarda ortam rutubetinin azaltılması için mekanların ısıtılması, yoğuşmanın önlenmesine yardımcı olmaktadır (Günay, 2007). Bodrum ve çatı arası gibi ısıtılmayan mekanlarda ise yoğuşma riski, yeterli düzeyde havalandırma ile azaltılabilmektedir (Davis, 1986; Günay, 2007).

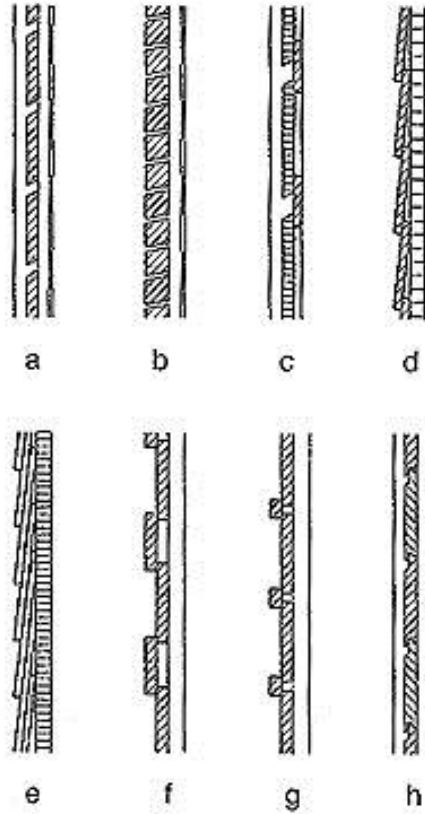
Yapılarda; yağmura maruz kalan dış yüzey kaplama elemanlarında, pencere yüzeylerinde ve benzer detaylarda suyun birikmemesi için gerekli önlemler alınmalı ve drenaj sistemi oluşturulmalıdır (Davis, 1986). Yağmur suları, rüzgarın da etkisiyle duvarlara çarparak yapı içerisine girmekte ve yerçekimi etkisiyle aşağılara sızabilmektedir. Gözenekli tuğla kullanımı, hatalı derzler, sıvalardaki ince çatlaklar ve saçakların yetersiz olması sonucu yağmur suyunun yapıya girmesi kaçınılmaz olmaktadır (Şekil 4.40). Bunu önlemek için; derz ve sıva çatlakları onarılmalı, saçaklar cepheyi korumak için geniş tasarlanmalıdır (Günay, 2007).

Dış etkilere maruz kalan kısımlarda herhangi bir koruyucu kaplama kullanılarak, suyun malzeme tarafından emilimi önlenebilmektedir (Şekil 4.41 ve Şekil 4.42). Su ve rutubet ayrıca, dış cephede boyaların kabarıp dökülmesine neden olmaktadır. Nem miktarını azaltmak için duvarlarda ve tavanlarda buhar kesici malzemeler de kullanılabilmektedir (Davis, 1986).

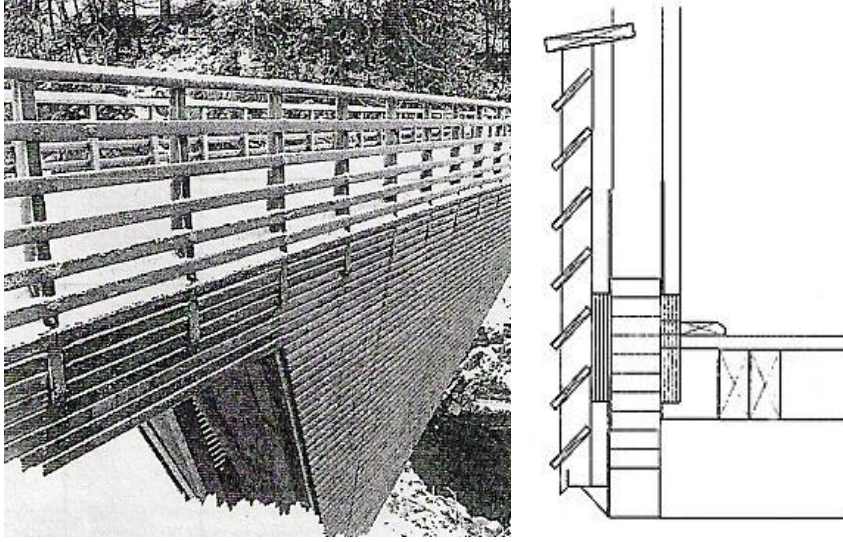


Şekil 4.40 : Bina cephesinde yapısal ahşap koruma önlemlerinin karşılaştırılması

A: 4'e göre yapısal koruma önlemleri alınmış (1,2,3) iyi su akıntısı,
 B- C: Yanlış yapım tekniği ile bina içinde yoğunlaşan su nedeniyle rutubetin zararı, D: Yukarıya doğru yükselen rutubete karşı koruma,
 H: Sıçrayan yağmur suyu (Kurtoğlu, 1984).

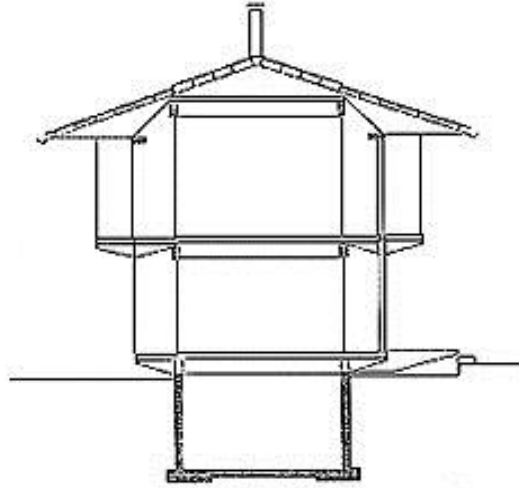


Şekil 4.41 : Yapıda kullanılan ahşap kaplama kesitleri a- e : düşey kesitler, f- g : yatay kesitler, h : düşey veya yatay kesitler (Herzog ve diğ., 2004).



Şekil 4.42 : Ahşap lamelle kaplı bir köprü ve kesiti (Herzog ve diğ., 2004).

Ahşap malzemenin yağmura karşı en iyi şekilde korunması ise; çıkıntılı bir çatı çözümü, kusursuz bir çatı drenajı ve yeterli bir temel yüksekliği ile sağlanabilmektedir (Günay, 2007; Kurtoğlu, 1984). Hava etkilerine maruz kalan ahşap bileşenler, suyun mümkün olduğunca çabuk akıp gitmesini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır (Şekil 4.43). Buna örnek olarak, yeterli eğime sahip bir ahşap çatı kaplaması verilebilir (Herzog ve diğ., 2004).



Şekil 4.43 : Yapıda tasarlanan çıkma ve saçaklar (Herzog ve diğ., 2004).

Çatılar, yağmur sularının yapı içine sızabileceği en önemli alanlardır. Ayrıca; baca, parapet, pencere, gizli oluk ve dere gibi kısımlarda yapılan yanlış detaylandırma ve uygulamalar sonucu da yağmur suyu yapıya girebilmektedir. Bu nedenle, toplanan yağmur sularının iyi bir drenaj sistemiyle yapıdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan yağmur oluğu ve iniş boruları belirli aralıklarla kontrol edilmeli,

hasarlı kısımlar varsa onarılmalıdır. Özellikle, çinkoyla kaplı gizli oluk ve dereler çeşitli nedenlerle incelişip delinebilmektedir (Günay, 2007). Oluk ve boruların arasındaki hazneler kontrol edilmeli ve tıkanmaları önlenmelidir. Baca ve parapet etekleri uygun yalıtım malzemeleri veya maddeleriyle kaplanmalıdır (Günay, 2007; Singh ve White, 1997). Ahşap pencereler ve denizlikler de belirli aralıklarla kontrol edilmeli, çerçevelerdeki kırılmış veya dökülmüş macun ve boyalar yenilenmelidir (Günay, 2007).

Tesisat kaçaklarını önlemek amacıyla; banyolardaki su tesisatı bağlantıları ve kaloriferin radyatörü ile boru bağlantıları da kontrol edilmeli, gerekli onarımlar yapılmalıdır (Günay, 2007).

4.2.4 Ahşapta çürüklük teşhisi

Bir araştırma; bina strüktürünü ve kusurlarını, bunların çürüklüğe yol açan çeşitli organizmaların gelişebileceği ekolojik yaşam alanlarını oluşturmak için nasıl bir etkileşim içinde olduklarını anlamak esasına dayanmaktadır (Singh ve White, 1997; Singh, 1999).

Ahşap malzemede çürüklüğün teşhisinde, deneyimle birlikte ilk görsel araştırmalar sonucu belirlenen bölgelerde detaylı bir araştırmaya ihtiyaç duyulabilmektedir. Özel araştırmalarda tahribatsız araştırma tekniklerinin kullanılması, belirsizliklerin ortadan kalkmasına yardımcı olmaktadır. Kullanılan aletler ve test ekipmanları bu aşamada büyük fayda sağlamakta olup; elde edilen bilgiler, konusunda uzman kişilerce dikkatle yorumlanmalıdır (Singh ve White, 1997; Singh, 1999).

4.2.4.1 Görsel muayene

Yapılarda mevcut sorunların belirlenmesinde kullanılan metotlardan biri görsel muayenedir. Yapısal sorunların en belirgin göstergesi; eğimli döşemeler, duvarlarda çatlaklar, bel veren çatılar ya da pencereler ve kapı çerçevelerindeki düzensizlikler gibi deformasyonlardır. Bu deformasyonlara; temel göçmesi, mesnet noktalarındaki ahşabın kırılması, ahşap kirişlerin sünme nedeniyle çok fazla eğilmesi ya da bağlantı parçalarındaki bozulmalar neden olabilmektedir (Davis, 1986).

Su lekeleri zararsız olabilmekte; ancak bir sızıntı uzun bir süre devam ettiği takdirde muhtemelen çürüklük de gelişmektedir. Ahşap yüzeyinde görülen mantar sporoforları, ciddi nem sorunlarının bir göstergesidir. Sızıntının olduğu bölgeler,

sporoforların da gelişmesine neden olan şartlara sahip olabilmektedir. Sıhhi tesisatın ve borularının çevresi, çatı köşeleri ve kesişen çatılar ile bacaların veya hava bacalarının çevresi yapıda sızıntıların görüldüğü muhtemel yerlerdir (Davis, 1986).

Çürüklüğün arandığı diğer yerler; nemli döşeme altı boşluklarındaki döşeme girişlemeleri ve çatı örtüsü altı kaplamasının üstleri ya da havalandırmanın zayıf olduğu çatı aralarındaki çerçevelerdir (Davis, 1986).

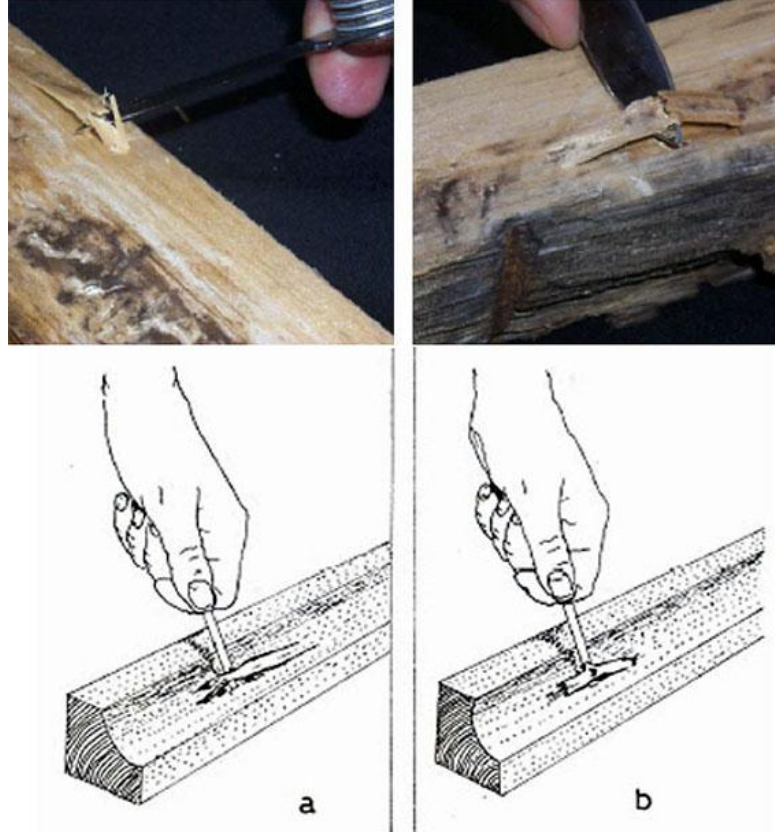
Çürüklüğün görsel muayenesinin yanı sıra, hasarın boyutunu belirlemek için ek araştırma metotlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bazı sporoforlar, sadece bir çürüklük başlangıcının sonucu olabilmektedir. Ahşaba geniş ölçüde hasar vermemiş olabilirler; ancak hasara neden olan koşulların bulunduğunu göstermektedirler. İlerlemiş aşamalarda, ahşap yüzeyinde görülen bölgesel çökme veya çukurlar birer çürüklük işaretidir. Ahşabın renginde koyulaşma ve yüzey cilasının kaybolması ya da ahşaptaki koyu çizgiler, çürüklüğün daha erken aşamalarında görülen belirtilerdir (Davis, 1986).

4.2.4.2 Çürüklük tespiti

Dış çürüklüklerin belirlenmesinde kullanılan en yaygın metot, ahşaptan parça koparma testidir (pick test). Metotta, herhangi bir sivri uçlu alet yardımıyla ahşaptan ince bir parça kaldırılmaktadır. Sağlam ahşapta parçalara ayrılan bir kırılma; çürüklük bulunan ahşapta ise kırıntılı bir kırılma görülmektedir (Davis, 1986) (Şekil 4.44).

Ahşabın sertliğini incelemek için de, bir bıçak ağzı veya başka bir keskin alet kullanılabilir. Yoğun çürüklükler ahşabın yumuşamasına neden olduğundan, alet ahşabın içine derin bir şekilde bastırılabilir (Anthony, 2007; Davis, 1986).

Ahşaba vurulduğunda çıkan ses, iç çürüklüğün belirlenmesinde kullanılmakla birlikte uzman bir kişi tarafından yapılması gerekmektedir. Ahşaba bir çekiçe basitçe vurulur. Tiz bir çınlama sesi sağlam ahşabın; boş bir ses ya da zayıf bir pat sesi çürük ahşabın göstergesidir. Bu test sadece sorunları işaret ettiğinden, çürüklük varlığının ve boyutunun belirlenmesi için şüpheli alanlarda başka testlerin yapılması gerekmektedir (Davis, 1986).



Şekil 4.44 : Ahşapta çürüklük kontrolü (pick test) a- Sağlam, b- Çürük (Url-63; Bozkurt ve diğ., 1993).

4.2.4.3 Özel araştırma teknikleri

Tahribatsız araştırma teknikleri; çürüklük konusunda eğitilmiş köpekler (rothounds), fiber optik boroskop araştırması, ultrasonik (yüksek frekanslı ses) testler ve televizyon kameralarının kullanımını kapsamaktadır (Singh ve White, 1997; Singh, 1999).

Eğitilmiş köpekler (Rothounds)

Uzman araştırma köpekleri, özellikle kuru çürüklük mantarlarının tespitinde kullanılmaktadırlar (Lyons, 2006; Singh ve White, 1997; Singh, 1999). Bu amaçla eğitilen üç köpek cinsi; Springer Spaniel melezi, Border Collie melezi ve Labrador'dur (Singh, 1999). Bu köpekler, çıplak gözle görülmeden önce bile aktif kuru çürüklüğün yerini tespit edebilmekte; ancak sönmüş kuru çürük istilalarının yerini gösterememektedirler (Şekil 4.45). Yeni gelişen kuru çürüklüklerde ahşabın içinde, ahşapla başka bir yüzey arasında kalan veya gözenekli duvar içinde gelişen çürüklükleri belirleyebilmektedirler. Bu tür belirtiler, yapının nem içeriği ölçümlerinin karşılaştırılmasıyla veya bir numune alınarak teyit edilmektedir (Singh ve White, 1997).



Şekil 4.45 : Kuru çürük mantarlarının araştırma köpeği kullanılarak tespiti (Url-64).

Fiber optik inceleme

Fiber optik inceleme, geniş alandaki çürüklüğü ve su nüfuzunun sonuçlarını ortaya çıkarabilmektedir. Bu metot, gelişen ufak bir mantar istilasını tespit edememekte; fakat istilanın nereden başladığını gösterebilmektedir. Böylece; hatalar belirlenip düzeltilebilmektedir. İnceleme deliklerinin konumlandırılması odanın içindeki risk noktalarına bağlı olmakla birlikte; genellikle balkon döşemelerine, düz çatılara, sıva çatlaklarına ve su nüfuzundan kaynaklanan diğer hataların bulunduğu noktalara bitişik yerlere açılmaktadırlar. İnceleme; döşenmiş ve yapıştırılmış döşeme elemanları ve bezemeli ya da özel duvar kaplamalı alanlarla da sınırlandırılabilir. Açılan delikler numaralandırılarak daha sonraki kullanımlar için kapatılmaktadır (Singh ve White, 1997).

Ultrasonik metot

Ultrasonik metot, yoğunluk farklılıklarını test etmek için malzemenin içinden veya arasından yüksek frekanslı ses üretimi esasına dayanmaktadır. Bu teknik; geniş çaptaki ahşaplarda bulunan boşlukları, çürüklükleri ve yapısal zayıflığın bulunduğu alanları belirlemek için kullanılmıştır. Ancak, ahşapla iyi bir temas sağlanması ve dedektörün ters yüzde bulunması gerektiğinden birçok durumda uygulanması mümkün olmamaktadır. Kullanılan aygıt çok özeldir ve sonuçları yorumlamak için fazla miktarda deneyim ve yetenek gerekmektedir (Demaus, 1996; Singh ve White, 1997). Tamamen tahribatsızdır ve iz bırakmaz. Çok kırılğan taş ya da boyalı ahşap yüzeylerde kullanılabilir (Demaus, 1996). Taşınabilir dedektörler oldukça pahalıdır. Ahşaptaki boşlukları tespit etmek için başka bir metot, ahşabı delen

resistograf kullanımıdır. Dirençteki ani değişiklikler ile boşluklar veya kısmen çürümüş ahşap tespit edilebilmektedir (Singh ve White, 1997).

Televizyon kameraları

Gizli oyuk ve boşlukları uzaktan incelemeye olanak sağlayan çok ufak televizyon kameraları mevcuttur. Kullanıcıya daha sonraki bir tarihte göstermek ve yapılan bir incelemeyi kaydetmek için optik boroskop ile birlikte kullanılabilir. Oldukça ekonomik olmakla birlikte, kullanım için kiralanabilmektedirler (Singh ve White, 1997).

Diğer teknikler; gizli kabloları belirlemede kullanılan radyo frekanslı algılama sistemi, kagirde saklı metalleri bulmada kullanılan manyetometri, kagir kütle içinde bulunan ahşabı belirlemek için kullanılan kızılötesi termografi ve gizlenmiş kiriş ve diğer strüktürdeki hataları tespit etmek için kullanılan radyografidir (Singh ve White, 1997; Orbaşlı, 2008).

Nem ölçümü

Ahşaptaki nem içeriği, ahşap yüzeyindeki su miktarını ölçen bir standart direnç tipi nem çubuğu kullanılarak belirlenebilmektedir (Anthony, 2007; Singh ve White, 1997; Singh, 1999). Ortam nemine ve sıcaklığına bağlı olarak, ahşaptaki nem içeriğinde dalgalanmalar görülebilmektedir. Örneğin; bir merteğin yüzeyindeki nem miktarı yazın % 16 iken, kışın % 20'nin üzerine çıkabilmektedir. Ahşabın özü oldukça kuru kalmakta ve yüzey altı nem içeriğinin ölçülmesinde yalıtılmış elektrotlu bir ölçüm ucu önerilmektedir (Singh, 1999).

Sıvalı duvarlarda ve tahta kaplamalarda ise; daha fazla araştırma yapılması gereken yerleri tespit etmek için bir yüzey kapasitansmetresi kullanılabilir (Singh, 1999). Daha ileriki araştırmalarda şantiyedeki mutlak nem ölçümleri, bir karbür tipi basınç ölçer yardımıyla yapılabilir (Singh ve White, 1997; Singh, 1999). Kesin ve güvenilir sonuçlar ise laboratuvar testleri ile elde edilmektedir (Singh ve White, 1997). Yüzeydeki ve duvarın içindeki nem okuma konturları, çürüklüğe yol açan nem kaynağını ve türünü belirlemeye yardımcı olmaktadır (Demaus, 1996; Singh, 1999).

4.2.4.4 Detaylı araştırma

Ön araştırmalardan çıkan bulguları, daha detaylı çalışmalar takip etmektedir. Amaç; binadaki tüm dikkate değer çürütücü organizmaların büyüklüğünü ve yayılımını,

bütün ahşap çürüklüğüne yatkın mikroortamların dağılımını, bunlara neden olan bina kusurlarını belirlemektir. Özellikle, nemin dağılımı ve yapı içerisindeki hareketi önemlidir. Aktif çürüklük organizmaları, henüz dikkate değer bir ahşap hasarına neden olmamış olabilir. Ya da tam tersine, yıllardır ölü olan organizmaların sebep olduğu önemli çürüklükler de görülebilir. Belirtilmesi gereken kilit unsurlar; çürüklüğe yol açan organizmaların türü ve yaşama kabiliyeti, malzemelerin nem içeriği, ortam bağıl nemi ve havalandırmadır. Ahşap türleri ve önceki kimyasal müdahaleler de önem taşımaktadır (Singh ve White, 1997).

Kullanılan diğer teknikler; mikroskopla inceleme, mantar ve böceklerin laboratuvar kültürü, kızgın telli anemometre ve elektronik ortam nemi ölçümlerini içermektedir. Feromon, böcek kapanı, kızılötesi termografi, kısa dalga radar, otomatik hava istasyonları, ahşap çürütücü böceklerin ultrasonik tespiti ve uzman data kaydedici kullanılarak tüm binayı izleme gibi daha ilginç teknikler de bazen kullanışlı olabilmektedir (Singh ve White, 1997). Ahşapta çürüklük tespitinde kullanılan metotlardan bazıları Çizelge 4.5'te görülmektedir.

Çizelge 4.5 : Çürüklük tespitinde kullanılan ön algılama metotları (Singh, 1999).

Algılama metotları	Türler	Örnekler
İnsan algıları	Görsel	Ahşapta çarpılma veya kübik çatlaklar, sporoforlar
	İşitsel	Hafifçe vurulduğunda duyulan boş ses
	Koklama	Küf/ mantar kokusu
	Dokunma	Dokunulduğunda veya yoklandığında süngerimsi, kolay ufalanır
	Tatma	Ekşi
İnsan dışı algılar	Araştırma köpekleri	Özel eğitilmiş köpeklerin kuru çürüklük istilalarının yerini belirlemesi
Yapay algılama	Nem ölçer	Islak bölgeleri saptamak için gerekli
	El aynası ve fener	Biçimsiz boşlukları incelemeye yardımcı olmak için
	Ultrasonik metot	Geniş kırılganlığın sağlamlığını belirlemeye yardımcı olabilir
	Endoskop	Ulaşılamayan alanları incelemeye yardımcı olmak için
	Genetik	Çürüklük örneklerinin DNA analizleri

4.2.5 Ahşapta çürüklük belirtileri ve zararlılar için müdahale işlemleri

Ahşap hasarlarını önlemenin en iyi yolu, mümkün olduğunca problemli bölgeleri tespit etmektir. Hasarlara karşı ve hasarlı bölgelerin iyileştirilmesinde uygulanacak tüm koruyucu işlemler, biyolojik zararlılar hakkında temel bir bilgi birikimine dayanarak uygulanmalıdır. Aksi halde, uygulanacak tüm işlemler gereksiz harcamalara ve yanlış müdahaleler sonucu yapıda geri dönülemez hasarlara yol açabilmektedir (Mattsson, 2000).

Ahşapta çürüklüğün tespiti ve çürüklüğe neden olan zararlılara karşı uygun müdahale işlemlerinin belirlenmesi; istilaları durdurmak, gelecek istilaları önlemek ve ahşabın hizmet ömrünü uzatmak açısından büyük önem taşımaktadır.

4.2.5.1 Ahşapta çürüklük yapan mantarlar

Mantar çürüklüğüne uğrayan ahşapta mantar oluşumu ile birlikte aşağıdaki belirtiler görülebilmektedir (Davis, 1986; Erdin, 2009; Günay, 2007) :

- Ağır bir mantar ve çürük kokusu duyulması,
- Ahşap yüzeyinde, normalden daha açık ya da daha koyu renk değişikliklerinin görülmesi,
- Ahşap yüzeyinin dalgalı ve nemli olması,
- Boyalı yüzeylerde fark edilmeyen birbirine dik çatlakların görülmesi,
- Ahşaba çekiçe vurulduğunda boş bir ses duyulması ve sivri uçlu bir alet batırıldığında ise aletin kolaylıkla girip çıkması,
- İnce ve pas gibi kırmızı olan sporların toz halinde dökülmesi,
- Mantarın miselyumunun ve sporoforunun görülmesi,
- Liflerin kolayca kırılmasıdır.

Eğer; yumuşama, dirençte kayıp ya da dokuda dağılma varsa, ahşap keskin bir aletle kaldırıldığında ahşaptan kopan parçacıklar çok kısa olarak kırılmaktadırlar.

Kuru çürüklük mantarları

Kuru çürüklük mantarlarıyla mücadelede iyileştirici müdahalelerin güvenli bir şekilde uygulanabilmesi için aşağıdaki önlemler alınmalıdır (Ashurst ve Ashurst,

1990; Desch ve Dinwoodie, 1996; Erdin, 2009; Schmidt, 2007; Scott, 1968; Singh ve White, 1997; Url-8; Url-17) :

- Öncelikle mantarın yayıldığı tüm alanlar ve hasarın boyutu tespit edilmelidir. Yapısal ahşaplar etkilenmişse, onarımın gerekli olup olmadığına karar verilmelidir.
- İlk olarak nemin kaynağı belirlenip ortadan kaldırılmalı, gereken önlemler alınmalıdır. Suyun yapıya girişi engellenmeli ve nem yalıtımı uygulanmalıdır.
- Bina hızla kurutulmalıdır. Isıtma ve havalandırmanın iyileştirilmesi, kurumayı hızlandırmakta ve kuru çürüklüğün daha fazla gelişmesine engel olmaktadır.
- Havalandırmanın zayıf olduğu veya mümkün olmadığı yerlerde havalandırma boşlukları açılmalıdır.
- Havalandırmanın mümkün olmadığı yerlerde, tuğla duvar gibi nemli elemanlarla ahşap arasında nem iletmeyen bariyerler veya kirli taşıyıcısı kullanılarak fiziksel bariyerler oluşturulmalı ve nemin ahşaba geçmesi önlenmelidir.
- Mantarın miselyumu ve sporoforu tamamen yok edilmelidir. Kötü şekilde çürümüş ahşap çıkartılmalı ve güvenli bir şekilde imha edilmelidir. Sporların dağılmasını minimuma indiren her türlü tedbir alınmalı, sporoforlara mantar önleyici çözeltiler tatbik edilmelidir.
- Ahşapta mantar etkisinin ya da çürüklük izlerinin görüldüğü en son noktanın 100 cm uzağındaki kısımlar, sağlam gibi görünse de kesilip uzaklaştırılmalıdır. Mantar enfeksiyonu belirtileri taşıyan duvar parçaları ve sıvalar da kazınıp çıkarılmalıdır.
- Yapıdan uzaklaştıran ve tarihi ya da mimari bir öneme sahip olmayan ahşaplar ile sıva, duvar parçası gibi malzemeler toplanarak yakılmalıdır.
- Çıkarılan çürüklüğe uğramış ahşap malzemelerin yerine yenileri, emprenye edilerek konulmalıdır. Basınçlı metotlarla veya çift vakum kullanılarak emprenye edilmiş ahşaplar tercih edilebilir.
- Çürüklük riski altında bulunan sağlam ahşaplara, yerinde koruma işlemleri uygulanmalıdır. İşlemden önce ahşap yüzeyindeki boya veya vernikler kaldırılmalıdır. Bozulmanın görüldüğü kısmın çevresindeki sağlam ahşap malzemeye en az iki kat fırça veya püskürtme ile koruyucu madde uygulanmalıdır. Her fırça veya püskürtme katı, bir önceki kat kuruduktan sonra uygulanmalıdır.

- Kuru çürüklük mantarlarının istilasına uğramış ahşaplar her zaman risk taşıdığından, yerlerinde bırakılmadan önce bir uzmana danışılmalıdır.
- Şiddetli istilalarda, tuğla ve beton yüzeylerinin sterilizasyonu da gerekebilmektedir (Şekil 4.46).
- Mantar hasarının görüldüğü ve özellikle büyük kiriş uçları çevresindeki duvarlar; yatayda 35- 40 cm, düşeyde 25 cm aralıklarla 20- 30 cm çapında delikler açılarak oyma delik metoduna göre emprenye edilmelidir.
- Binalarda sağlam, iyi kurutulmuş ve önceden emprenye edilmiş ahşap malzemeler kullanılmalıdır.
- Onarımlardan sonra, nem ve mantar oluşumuna neden olan hatalı yapılardan kaçınmak için düzenli kontroller yapılmalıdır.



Şekil 4.46 : Kuru çürüklük mantarına karşı duvarlarda koruyucu işlem uygulanması (Url-65).

Su bazlı mantar öldürücülerle yapılan geniş çaptaki duvar sulamalarında, çözünen tuzların kuruması esnasında alçı kısımlarda parçalanmalara neden olan çiçeklenme problemleri görülebilmektedir (Desch ve Dinwoodie, 1996; Scott, 1968).

Bütün duvarın sulanması işleminde; standart suda çözünen mantar öldürücüler (fungisitler), tamamen delinen duvara basınçla enjekte edilmektedir. Duvara giren fazla su, çoğu kez kuru çürüklükten daha fazla hasara neden olmaktadır. Tam doygunluk elde edilemediği gibi, gereksiz miktarda mantar öldürücü kimyasal kullanılmaktadır (Url-66).

Boya ya da sıva halinde yüzeye tatbik edilen çinko oksiklorür uygulamalarında çiçeklenme riski bulunmamaktadır (Scott, 1968).

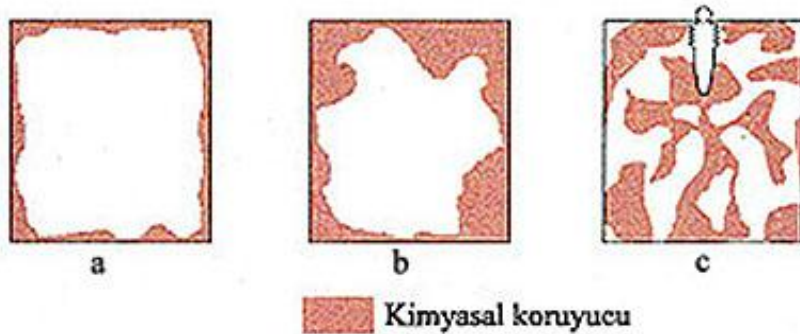
Bu sorunlar sonucu; sulama işlemleri daha az yaygın hale gelmekte ve genellikle, gömülü ahşabın etrafında sterilize edilmiş bir şerit sağlamak için duvarlarda bölgesel alanlarla sınırlandırılmaktadır (Desch ve Dinwoodie, 1996) (Şekil 4.47). Bu uygulama, çürüklük görülen alanın çevresinin delinerek duvar sterilleştiricinin basınçla duvar içine verilmesini içermektedir. İşlem, sterilleştiricinin serbest yüzeye püskürtülmesi veya fırça ile sürülmesiyle tamamlanmaktadır (Url-66).



Şekil 4.47 : Duvarlarda sıhhi şerit (cordon sanitaire) uygulaması (Url-66).

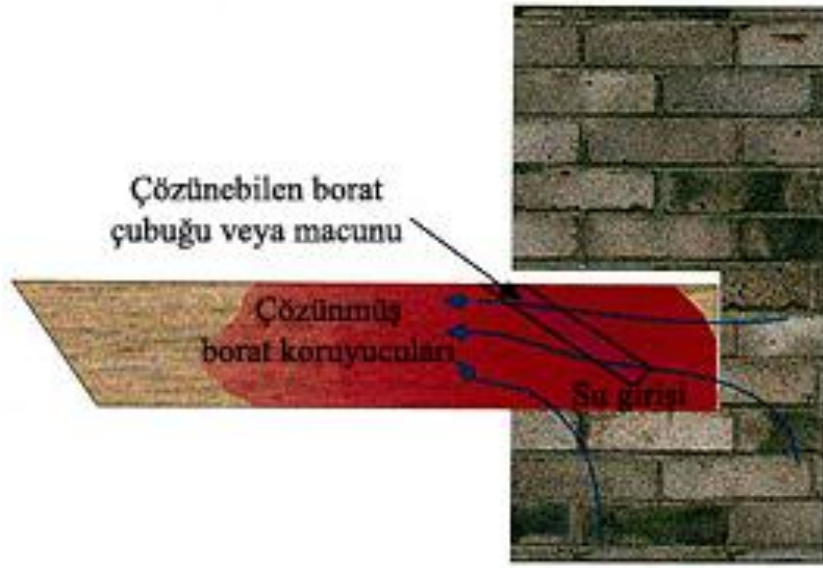
Yerinde kimyasal koruma işlemlerinde yüzeye uygulanan sıvı mantar öldürücülerden başka; geleneksel mantar öldürücü macunlar, ahşap içine enjekte edilen sıvılar, borat çubuklar ve bor/glikol koruyucular da kullanılabilmektedir (Url-8, Url-66).

Geleneksel mantar öldürücü macunlar, yağ/su emülsiyonlarından oluşan koyu mayonez kıvamındaki maddelerdir. Yüksek yağ içeriği, kimyasalın taşınmasını sağlamakta ve yüzey emilimine bağlı olarak ahşapta dağılmaktadır. Sıvı enjeksiyonlarında ise; organik çözücülerle taşınan mantar öldürücüler, özel plastik supaplar yardımıyla ahşap içine sevk edilmektedir. Sıvı, basınç altında enjekte edilmekte ve ahşap içinde iyi bir dağılma elde edilebilmektedir (Url-8, Url-66) (Şekil 4.48).



Şekil 4.48 : Ahşaba yerinde uygulanan kimyasal koruyucuların penetrasyonları
a- Yüzeysel püskürtme, b- Macun işlemi, c- Sıvı enjeksiyonu (Url-66).

Bor bileşiklerinin birleşmesiyle elde edilen borat çubuklar, cama benzeyen çubuklar şeklinde temin edilmektedir. Ahşaba açılan deliklere yerleştirilen çubuklar suda çözünebilir olduklarından, ahşap ıslanmaya başladığında çubuklar yavaşça çözünmekte ve koruyucular difüzyon yoluyla nemli ahşapta yayılmaktadır. Çubuklar ahşaba gömülü oldukları için bulundukları alanlara tamamen dağılmaktadırlar (Şekil 4.49). Henüz çürüklük görülmeyen, ancak çürüme riskinin bulunduğu pencere doğramaları ve duvara gömülü kiriş uçları gibi alanlarda kullanılabilmektedirler (Url-8, Url-66).



Şekil 4.49 : Duvara gömülü ahşap elemanda borat çubuğu uygulaması (Url-66).

Bor/glikol koruyucular ise; bir glikolde çözünen bir inorganik borlu emprenye maddesinden, çoğunlukla monopropilen veya monoetilen glikolde çözünen sodyum oktoborattan oluşmaktadır. Bor maddesinin bir kısmı sıvıdır ve genellikle yüzeye uygulanmaktadır. Bir kısmı ise macun şeklinde olup, yüzeye uygulanabilmekte ya da tercihe göre ahşapta veya duvarda açılan deliklere bir derz dolgu tabancasıyla enjekte edilebilmektedir. Borat çubukları gibi bor/glikol koruyucular da suda çözünbilmekte ve nemli ahşapta yüzeyden bile kolaylıkla çözünbilmektedirler. Borat çubuklardan farklı olarak, difüzyon önemli derecede daha hızlı ve etkili olmaktadır (Şekil 4.50). Çünkü; koruyucu madde su ile karışabilen sıvı/macun formülasyonları ile sağlanmakta, boratın içinde çözündüğü glikol higroskopik olduğundan mevcut nem ile birlikte hızlı bir şekilde karışmaktadır. Ahşabın nem içeriği % 20'nin oldukça altındayken bile difüzyon sağlanmaktadır. Böylece, çürüme riskinin bulunduğu ahşaplarda etkili bir nüfuz ve koruma sağlanabilmektedir (Url-8, Url-66).



Şekil 4.50 : Borat çubuğu ile bor/glikol macunu uygulamalarının 3 hafta sonunda nemli ahşaptaki nüfuzları (Url-66).

Islak çürüklük mantarları

Islak çürüklük mantarlarıyla mücadelede aşağıdaki önlemler alınmalıdır (Erdin, 2009; Scott, 1968; Singh ve White, 1997; Url-17) :

- Mantarın yayıldığı tüm alanlar ve hasarın boyutu tespit edilmelidir. Yapısal ahşaplar etkilenmişse, onarımın gerekli olup olmadığına karar verilmelidir.
- İlk olarak nemin kaynağı belirlenip ortadan kaldırılmalı, gereken önlemler alınmalıdır. Suyun yapıya girişi engellenmeli ve nem yalıtımı uygulanmalıdır.
- Bina hızla kurutulmalıdır. Isıtma ve havalandırmanın iyileştirilmesi, kurumayı hızlandırmakta ve kuru çürüklüğün daha fazla gelişmesine engel olmaktadır.
- Çürümüş ahşabın tamamı çıkartılmalı ve güvenli bir şekilde imha edilmelidir.
- Çıkarılan çürüklüğe uğramış ahşap malzemelerin yerine yenileri, emprenye edilerek konulmalıdır.
- Çürüklük riski altında bulunan sağlam ahşaplara, değiştirilmeden yerinde koruma işlemleri uygulanmalıdır. İşlemden önce, ahşap yüzeyindeki boya veya vernikler kaldırılmalıdır. Bozulmanın görüldüğü kısmın çevresindeki sağlam ahşap malzemeye, en az iki kat fırça veya püskürtme ile koruyucu madde uygulanmalıdır. Her fırça veya püskürtme katı, bir önceki kat kuruduktan sonra uygulanmalıdır.

- Nemli duvarlarla ahşap arasında, nem iletmeyen bariyerler veya giriş taşıyıcısı kullanılarak fiziksel bariyerler oluşturulmalı ve nemin ahşaba geçmesi önlenmelidir.

Kuru çürüklük mantarları dışındaki mantar türleriyle mücadelede; çürüklük görülen kısımdan daha fazla ahşabın kesilip atılmasına ve duvarın ya da betonun sterilizasyonuna gerek duyulmamaktadır. Diğer müdahale işlemleri aynen uygulanabilmektedir (Scott, 1968).

4.2.5.2 Ahşaba zarar veren böcekler

Ahşabın böcekler tarafından istila edildiğini gösteren bazı belirtiler gözlenmektedir (Erdin, 2009; Günay, 2007; Jackman, 2006) :

- Ahşap yüzeyinde ergin böcek tarafından açılan çıkış veya uçma deliklerinin varlığı,
- Ahşapta larvaların görülmesi ya da larvalar tarafından açılan tünellerin bulunması,
- Larvanın tünel açarken oluşturduğu, çoğu zaman ince ahşap tozlar ve dışkı peletleri ile karışık olan öğüntü tozlarının bulunması ve deliklerden dökülerek küçük yığınlar oluşturması,
- Böcek için çekici bir etki oluşturan pencere gibi aydınlık yerlerde, ergin ahşap delici böceklerin ya da ölü böcek kalıntılarının görülmesi,
- İstila nedeniyle ahşabın renginin değişmesi ya da larvanın açtığı tünellerin etkisiyle ahşap yüzeyinde oluşan kabarıklikların veya dalgalanmaların varlığı,
- Ahşaba çekiçle vurulduğunda boş bir sesin duyulması,
- Larvanın beslenirken çıkardığı ve çoğunlukla geceleri, sessizlikte duyulabilen gıcırta ya da tıklama sesleridir.

Ahşaba zarar veren böceklerle müdahale prensipleri tüm böcek türlerinde aynı olup, mücadelede aşağıdaki yol izlenmektedir (Ashurst ve Ashurst, 1990; Erdin, 2009; Oxley, 2003; Potter, 2010; Url-67; Url-68) :

- Hasar görmüş veya istilaya uğramış ahşabın yeri belirlenmelidir.
- Ahşaba zarar veren böceğin türü teşhis edilmelidir.
- Böcek istilasının aktif olup olmadığı belirlenmelidir. Taze çıkış veya uçma delikleri, böceklerin yaşadığının ve ahşap içinde bulunduğunun kesin kanıtıdır.

Bazı istilalar, koruyucu bir müdahale yapılmasına gerek kalmadan kendiliğinden sönebildiği için istilanın aktif olup olmadığının belirlenmesi önemlidir. Böylece, gereksiz kimyasal kullanımının da önüne geçilebilmektedir.

Eski, terk edilmiş deliklerin aksine; yeni delikler yıpranmış ve aşınmış bir görünüme sahip olmayacaktır. Yakın zamanda açılan deliklerden çıkan öğüntü tozu, çıkış deliklerinin altında yığınlar halinde birikebilir. Eğer, bu yığınların üstü ince bir toz ya da döküntü tabakası ile kaplanmışsa hasar eskidir. Yeni biriken tozları, eski larva tünellerinden titreşimlerle dökülmüş öğüntü tozlarından ayırt etmek için dikkatli bir inceleme yapılmalıdır. Aktif istilalarda çıkış deliklerinden dökülen öğüntü tozları, taze kesilmiş ağaçtan dökülen tozlarla aynı renkte olup parlak beyazdır. Sarı-kahverengi öğüntü tozları ise istilanın aktif olmadığının bir göstergesidir.

İstilanın aktif olup olmadığını belirlemek için ayrıca; herhangi bir var olan çıkış deliğini işaretlemek ya da kalafatlamak, tüm tozu süpürmek veya vakumla temizlemek, ahşabı yeni toz ve delikler için bir sonraki tarihte yeniden kontrol etmek gerekmektedir.

- Saldırı tipini ve kapsamını belirlemek için ahşabın tamamı ortaya çıkarılmalıdır. Böcekli zeminlerin sıva ve tahta kaplamayla kaplı olması durumunda, kaplamalar ve süpürgelikler 0.5 m kaldırılmalıdır.
- Yapısal olarak hasar görmüş olan ahşapların ne kadarının onarılması veya değiştirilmesi gerektiği belirlenmelidir.
- Hastalıklı ahşap kesilip, sağlam ve koruyucu uygulanmış ahşap ile değiştirilmelidir.
- Geride kalan ahşaba uygulanacak olan böcek öldürücünün (insektisit) türü ve uygulama şekli belirlenmelidir.
- Yapısal ahşapların ve doğramaların tozlu veya kirli yüzeyleri tümüyle temizlenmeli ve ulaşılabilen bütün yüzeylere onaylanmış bir böcek öldürücü uygulanmalıdır. Kısmen emici olmayan ya da sadece bir yüzeyine ulaşılabilen ahşaplarda ise müdahale, böcek öldürücünün uçma deliklerine enjeksiyonunu da kapsamalıdır.
- Zeminde kullanılacak ahşabın her iki tarafına, değiştirilmeden önce fırça veya spreyle koruyucu uygulanmalıdır.

4.2.5.3 Termitler

Ahşabın termitler tarafından istila edildiğini gösteren belirtiler şunlardır (Miller, 2010; Url-54) :

- Tavan, duvar ya da ahşaptaki deliklerden dökülen kuru odun termitlerinin ürettiği belirgin dışkı peletlerinin varlığı,
- Toprak altı termitlerinin oluşturduğu ve zeminden ahşap elemana ya da temel duvarına uzanan çamur, araştırma veya çalışma tüplerinin varlığı,
- İstilaya uğramış ahşaba vurulduğunda boş bir sesin duyulması,
- Ahşapta görülen boşluklar ve yüzey pürüzlülüğü,
- Sivri uçlu bir alet batırıldığında aletin ahşabın içine kolayca girmesi,
- Termitler için çekici bir etki oluşturan kapı, pencere gibi aydınlık yerlerde kanatlı ergin termitlerin ya da dökülmüş kanatlarının görülmesidir.

Eğer; bulunan veya şüphelenilen bir termit aktivitesi varsa ve bir böcek öldürücü müdahalesi gerekliyse, yapıda istilanın görüldüğü yeri ve müdahale metodunu gösteren plan taslağı oluşturmak önemlidir (Url-54).

Yapı tasarımı ile termit istilasını engellemeye katkıda bulunulabilmektedir. Termit istilalarından korunmak için alınacak önlemler şöyle sıralanabilir (Lewis, 2001; Ogg ve diğ., 2006; Url-54; Url-69) :

- Yapının etrafında bulunan ve termitleri çekebilecek olan ağaç kökleri, depolanmış keresteler, emprenye edilmemiş çit kazıkları ve gömülü hurda ahşaplar aranmalı ve ortadan kaldırılmalıdır.
- Ahşaplar, binanın altındaki toprağın en az 31 cm üzerinde tutulmalıdır. Alt yapıda kullanılan ahşapların toprakla direkt temasını engelleyecek önlemler alınmalıdır. Yapım sırasında beton plakanın döküleceği tüm alana ve toprağa bir termit öldürücü (termitisid) uygulanarak, binadaki ahşapların korunması sağlanabilmektedir.
- Termit istilasını çeken veya kolaylaştıran diğer yapısal kusurlar (çatı ve tesisat sızıntıları vs.) belirlenip düzeltilmelidir.
- Çatı arası ve temel gibi alanlar, iyi havalandırılmalı ve kuru tutulmalıdır. Çatı arası havalandırma deliklerinde ince gözlü kafesler kullanılmalıdır.

- Budak deliği ve çatlaklar gibi açıklıklar da, kanatlı kuru odun termitlerinin girişini önlemek amacıyla yalıtılmalıdır.
- Binaya bitişik elektrik ve servis kutuları kontrol edilmelidir.
- Veranda ve diğer yapısal ya da temeldeki ahşaplarda termitlere ait izlerin bulunup bulunmadığı araştırılmalıdır.
- Kum ve paslanmaz çelik kafes gibi termitlerin yapıya girişini engelleyen fiziksel bariyerler kullanılmalıdır.

Yeni araştırmalar, toprak altı termitlerinin kontrolünde temel kum bariyerlerinin etkinliğini ispatlamaktadır. Tane büyüklüğü 10- 16 arasında değişen kum, binanın temelindeki ve bazen döşeme altı boşluğundaki toprakla değiştirilmektedir. Toprak altı termitleri, tünellerini kum içinde oluşturmamaları için temeldeki ahşapları istila edememektedirler. Toprak altı termitlerine fiziksel bir bariyer oluşturmak için paslanmaz çelik kafeslerin kullanımı da uygun olabilmektedir (Lewis, 2001).

Termitlerle mücadelede şu işlemler uygulanabilmektedir (Gold ve diğ., 2005; Hu ve diğ., 2001; Lewis, 2001; Url-54) :

- İstilalar sınırlandığında, hasara uğrayan ahşap kolayca çıkarılıp değiştirilebilir. Daha büyük istilalarda kimyasal işlemler gerekli olabilmektedir.
- Eğer istilaya uğrayan ahşabın tamamı tespit edilebildiyse, çıkarılıp sağlam ahşapla değiştirilebilir.
- Yeni ahşapta böcek bulunmadığından emin olunmalıdır. Mümkünse, fırında kurutulmuş ya da emprenyeli ahşap veya selüloz olmayan yapı malzemeleri kullanılmalıdır.
- Hasarlı ahşap delinerek içine böcek öldürücü enjekte edilebilir. Böcek öldürücüler termit tünellerine girerek koloniyi öldürmektedir. Yapıdaki tüm kolonilerin yerini belirlemek ve müdahale etmek oldukça zor olmakla birlikte, gözden kaçırılan istilalar yapı içinde yayılabilmektedir.
- Boratlarla yapılan yüzey işlemleri ileriki istilaların önlenmesine yardımcı olmakta; ancak yapısal ahşabın içinde önceden bulunan kuru odun termitlerini öldürmemektedir. Sıvı ya da gaz borat çözeltileri, tüm kuru odun termitlerinin

tünelleri belirlenip delinir ve işlem uygulanırsa kontrol sağlamaktadırlar. Boratların kurutulmuş, kuru ahşapta yetersiz penetrasyon sağlaması bu metodu sınırlamaktadır.

- Kuru odun termitlerinin istilalarında; fumigasyon ve ısıtma, dondurma, mikrodalga ve elektrik kullanılarak yapılan işlemler kullanılabilir. İstilaları önlemek için alınacak tedbirler ayrıca; kimyasallar, bariyerler, basınçla emprenye edilmiş ahşap ve dayanıklı ahşap kullanımını kapsamaktadır.

- Kuru odun termitlerinin yapısal istilalarında en etkili işlem, çadır fumigasyonudur. Bunun için yapı örtülerle kaplanarak yalıtılmakta ve toksik bir gaz salınmaktadır. Gaz, istilaya uğrayan ahşaba nüfuz ederek termitleri öldürmektedir. Tüm işlem, bölgesel koşullara ve kullanılan fumigantın türüne bağlı olarak birkaç gün sürebilmektedir. Ancak, çadır fumigasyonu yeniden termit istilaları için kalıcı bir koruma sağlayamamaktadır.

- Toprak altı termitleriyle mücadelede; yapının çevresindeki döşeme, hendek kazılarak ya da yatayda veya düşey olarak delinerek yeterli miktardaki sıvı kimyasal madde (termitisid) ile doldurulmaktadır (Şekil 4.51). Sıvı kimyasallar, termitlerin yapı çevresindeki giriş noktalarına ve istila ettikleri alanlara uygulanmaktadır.



Şekil 4.51 : Termitlerin girebileceği noktalarda yapılan delik açma işlemleri (Hu ve diğ., 2001).

- Müdahale öncesi ve sonrasında kullanılabilen sıvı kimyasalların, kovucu olan ve kovucu olmayan türleri bulunmaktadır. Kovucu kimyasalların çoğu bir koku yaymakta olup, uygulandıkları bölgelere termitler yaklaşmamaktadır. Kovucu olmayan kimyasallar ise, termitlerin direkt temas yoluyla ölmelerini sağlamaktadır. Kimyasala temas eden termitler, yuvalarına döndüklerinde diğer bireylere de bulaşmakta; bu sayede yapı çevresindeki istilalar ortadan kaldırılabilir.

- Bununla birlikte, yapının çevresine yerleştirilen gözetleme istasyonları sayesinde termit aktiviteleri tespit edilebilmekte ve belirlenen noktalara yerleştirilen tuzak yemleri ile toprak altı termit kolonilerini kontrol altına almak mümkün olabilmektedir (Şekil 4.52). İstila kontrol altına alındıktan sonra da gözetlemelere her ay devam edilmelidir.



Şekil 4.52 : Termit istilalarında kullanılan tuzak yemi sistemi (Url-54, Url-70).

4.2.6 Ahşap malzemenin onarılması

Ahşap yapılar korunmadıkları sürece, sahip oldukları tarihi değeri kaybetme tehlikesiyle karşı karşıyadır. Yapıları korumak, kullanımlarını iyileştirmek ve tarihi değerlerini muhafaza etmelerini sağlamak için onarım ve restorasyon gerekebilir. Onarım metodunun seçimini etkileyen birçok konservasyon idealleri bulunmakta olup şunları kapsamaktadırlar (Wheeler ve Hutchinson, 1998) :

- Onarımda kullanılan metotların ve malzemelerin orijinalliği, aslına uygunluğu
- Geri dönülebilirlik (tersinirlik)
- Minimum müdahale

Ahşap yapıların onarımında kullanılan bir metodun seçimi, birçok konudan etkilenmektedir (Broughton ve Hutchinson, 2001; Wheeler ve Hutchinson, 1998) :

- Yapı içindeki onarım yeri,
- Onarımın bina bünyesinin içinde mi yoksa dışında mı olduğu,

- Elemanın hesaplanan yapısal gerekliliklere göre onarılması veya iyileştirilmesi,
- Onarımın yangın dayanım gerekliliği,
- Onarım alanına giriş,
- Bitmiş onarımın görünüşteki estetik değeri,
- Bina bünyesine onarımın gerektirdiği müdahale miktarı,
- Onarımın maliyeti

Tam değiştirme haricinde, ahşap yapıların onarımında üç genel metot mevcuttur (Wheeler ve Hutchinson, 1998) :

- Geleneksel veya yerel onarımlar; eski fakat hala popülerliğini sürdüren metotlar,
- Mekanik metotlar; sağlamlaştırıcı elemanların cıvata ile tutturulması,
- Reçine metotları; en modern metotlardır.

Bazı itibarlı konservasyon mimarları, her durumda geleneksel metotları önermektedirler. Geleneksel metotlarda, geniş boyutlarda meşe kullanımı uzman kişilerce yapılmakta ve bu da metodun maliyetini artırmaktadır. Malzeme ve metodun tam orijinallliği, aynı cins ve kalitede taze ahşabın özel aletlerle işlenerek kullanımını gerektirmektedir (Wheeler ve Hutchinson, 1998).

Konservasyon mimarları için geri dönülebilir onarımlar zor bir ideal olmakla birlikte; en geri dönülebilir onarım, ekstra bir sağlamlaştırma elemanının yapıya sabitlenerek eklenmesi şeklinde elde edilmektedir. Bazı sebeplerden dolayı, bu metot her zaman uygun olmamaktadır ve bu yüzden tamamen geri dönülebilir onarımlar elde etmek imkansızdır (Wheeler ve Hutchinson, 1998).

Reçine metotları ile onarımın en az geri dönülebilir olduğu düşünülebilir; ancak gerçekten iyi planlandığında bu metotlar en az oranda tarihi malzeme kaybı gerektirmektedir. Binanın tarihi yapısına en az müdahaleyi gerektiren reçine onarımları gibi benzer metotlar, tavsiyelere uymasına rağmen, daha büyük tarihi malzeme kayıplarına neden olan geleneksel metotları öneren konservasyon kuruluşları tarafından tercih edilmemektedir (Wheeler ve Hutchinson, 1998).

Her metodun bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Ahşap onarımında kullanılan metotların avantajları ve dezavantajları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 : Ahşabın onarım opsiyonları (Wheeler ve Hutchinson, 1998).

	Ahşabın Değiştirilmesi	Alternatif Destek Sistemleri	Geleneksel, El Sanatı veya Yerel	Mekanik Metotlar	Yapıştırıcı Metotları
Avantajlar	Basit Ahşabın küçük parçalarında düşük maliyet	Düşük oranda yapısal ve bünyesel bozulma Malzemeler kolay bulunabilir. Çeşitli yükleme durumlarına uygun kolay tasarım Reçinenin uygulandığı alan, yüksek nemden olumsuz etkilenmez.	Ahşabın ahşapla değiştirilmesi Onarım spesifik bir periyodun örneği olarak yapılır. Tarihi değerin korunması Orijinallik	Mevcut yasal önerilerle hesaplanabilir. Fonksiyonun kolayca görüldüğü dürüst bir onarım sağlanır. Geri dönülebilirdir (tersinirdir).	Düşük oranda yapısal ve bünyesel koruma Çok dayanıklı malzeme kullanılabilir. Yerinde onarım mümkün
Kısıtlamalar (Dezavantajlar)	Tarihi bünyeyi bozucu Tarihi yapıda bozulma Tarihi değere sahip ahşabın kaybı Değişikliklerden etkilenen strüktürü parçalara ayırmanın gerekmesi Geniş ölçülerdeki kirişlerin (özellikle meşe) bulunmasının zor olması Günümüzdeki geniş meşe kirişlerin düşük kalitede olması	Geri dönülebilir olarak sınıflandırılmıştır. Görsel açıdan çekici olmayabilir. Yapısal davranışta yanıltıcı fikirler verebilir.	Tasarım hesaplamaları uygulanamaz. Yapısal performans kısıtlıdır. El sanatında uzmanlık işi gerektirir. Orijinal malzemenin büyük ölçüde kaybı söz konusudur. Onarım açıkça ayırt edilmediği takdirde, gelecek kuşakları yapının yaşı konusunda yanıltabilir. Değiştirilen ahşaplar genellikle yüksek nem içeriğine sahiptir; deformasyon ve yarılmalar oluşabilir.	Görsel açıdan çekici olmayabilir. Bünyesel kayıp azaltılamayabilir. Ek yük getirir.	Malzemelerin uyumluluğu konusunda endişeler vardır. 30 yıldan daha fazla kanıtlanmış uzun dönem performansı yoktur. Onaylanmış tasarım hesaplamaları yoktur. Eğitimli ve deneyimli, uzman bilgisi gereklidir. Geri dönülebilir (tersinir) değildir. Ek yerlerinde bölgesel katılaşmaya neden olabilir. Malzeme maliyeti yüksek olabilir. Yüksek atmosferik nem içeriği söz konusu olduğunda performansta şüphe vardır.

Ahşap taşıyıcı sistem elemanlarının onarımı

Ahşap taşıyıcı sistem elemanlarının onarımı, değişik şekillerde olabilmekte ve karmaşık tasarım metotları gerektirebilmektedir. Başlıca onarım metotları; etkin kesit alanının artırılması, çatlakların onarımı ve bozulmuş bölümlerin yenisiyle değiştirilmesi işlemleridir (Davis, 1986).

Uygulamalarda; yapım detaylarındaki değişiklikler, koruyucuların uygulanma şekilleri ve özel ahşap elemanların emprenye edilmiş ahşap malzemelerle değiştirilmesi oldukça önemlidir (Davis, 1986).

Yapısal bir dayanıksızlığı gidermek için, sadece bir güçlendirme planı tasarlamak yeterli olmamaktadır. Tasarıda, yapının genel durumu ve nem sorunları ve/veya biyolojik bozunma nedeniyle ne derecede yapısal sorunlar olduğu dikkate alınmalıdır (Beckmann, 1995).

Yükü paylaşmak zorunda olan yeni ve eski ahşaplarda, sadece son çevre şartlarındaki göreceli sağlamlığa önem verilmemeli; aynı zamanda iki ahşabın montajından sonraki bağıl nem hareketlerine de dikkat edilmelidir. Ayrıca, onarım bileşenleri ve ahşap arasında ve/veya ahşaba herhangi bir müdahalede olası etkileşim de göz önünde bulundurulmalıdır. Taze meşedeki tanen asidi, karbon çeliğe etki edebilmekte; benzer şekilde metal tuzlar baz alınarak bazı mantar önleyici işlemler çeliği aşındırabilmektedir. Kurşun veya bakır yeni metal çatılarda, mantar önleyici veya yangın geciktirici ile işlem görmüş yeni ahşap kaplamanın üzerine direkt serildiği zaman yoğunlaşma ya da küçük bir sızıntı varlığında kimyasal etkileşim ihtimali dikkate alınmalı; üreticinin teminatları her zaman eleştirilmeden kabul edilmemelidir (Beckmann, 1995).

Kısmi yenileme veya onarım gerektiğinde eskiyle birleşen yeni ahşap kullanımında ideal olan, onarılacak malzemenin yaşıyla benzer özellikteki uygun ikinci el malzeme kullanımıdır. Seçilen ahşabın, sağlam ve tamamen çürüksüz olmasına dikkat edilmelidir. Eğer, doğru ikinci el ahşap kullanılamıyorsa veya eski ile yeni arasında ayrılma varsa ortaya konulan yeni ahşap özenle seçilmelidir. Öncelikle, orijinal tür değiştirilmemeli; örneğin, meşe meşeyle ve çam çamla değiştirilmelidir. İkinci olarak, kalitesi orijinale yakın olmalı ve son olarak da, nem içeriği yaklaşık olarak % 15 ile sınırlandırılmalıdır. Eski ahşapla çok yakın birleşmelerde kullanılacak yeni ahşapların kalitelerinin, liflerinin ve nem içeriklerinin birbirine uyumuna daha fazla özen gösterilmelidir (Ashurst ve Ashurst, 1990).

Elemanın kesit alanı; elemanın yanlarına veya muhtemel gerilim yüzeylerine malzeme ekleyerek artırılabilir. Bu malzeme daha çok ahşap olmakla birlikte, metal plaka da kullanılabilir. Her iki parçanın yapısal açıdan tek bir eleman olarak çalışmasını sağlamak için bu tür onarımlarda en önemli faktör, eklenen malzemenin orijinal elemana bağlantısının iyi bir şekilde sağlanmasıdır. Bu tür onarımlarda çoğunlukla kullanılan tespit malzemeleri; bulonlar, çiviler, vidalar olmakla beraber yapıştırıcılar da kullanılabilir (Davis, 1986).

Bozulan parçalar kesilip, yerine aynı tür yeni ahşap kullanılarak eklemeler yapılabilir. Eklemeler, birleştirme elemanının tamamen yenilenmesi ya da çürüyen kısmın kesilip atılarak boy ekleme yoluyla yeni ahşap malzemenin eklenmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Eklemelerde, yenilenecek ahşap elemanın çalışma yönü (çekme, basınç veya eğilme) dikkate alınarak ekleme yapılması ve parçaların birbirine çok iyi alıştırmaları gerekmektedir (Günay, 2007).

Ahşabın liflerine paralel çatlakların zayıflatıcı etkisi; bulundukları yere, uzunluklarına ve elemanın aksına paralel olup olmamaları gibi etkenlere bağlıdır. Basınç altında gerilmiş elemanın sonunda bulunan liflere paralel çatlaklar, bağlantı parçalarından etkilenmedikleri sürece elemanı zayıflatmazlar. Liflerin; elemanın aksına paralel olmadığı yerlerde ise çatlaklar, bilhassa tehlike arz etmektedir. Çatlakların altına ve üstüne metal plakaların birbirlerine bulonlanarak bağlanması ya da eleman boyunca destek plakalarla bağlantı oluşturulması en yaygın kullanılan metotlardır. Elemanın yeterince ince olduğu bazı durumlarda, bulon dizisi çatlak boyunca konumlandırılabilir (Davis, 1986).

4.2.6.1 Çerçeve veya çatı makası elemanlarının onarımı

Onarımın asıl amacı; çerçeve elemanlarının ve bunları çerçeveye bağlayan birleşim yerlerinin yapısal mukavemetini eski haline getirmektir. Özellikle; ortaçağa ait binalardaki ahşap malzemedeki dikkate değer çürüklük veya hasarlar görülmeyle birlikte, hala kullanım amacına uygun yeterli dayanımı sağlaması mümkün olabilmektedir. Ahşap malzeme, dayanabileceği şekilde korunduğunda onarıma gerek kalmamaktadır. Örneğin, bir kiriş yarlardan bozunabilir veya ayrılabilir; fakat tasarlanan yüklere yeterli mukavemeti sağlayabilmektedir. Onarımda, başlı başına elemanların çerçevedeki işlevleri ve dayanması gereken gerilmeler göz önüne alınmalıdır (Ashurst ve Ashurst, 1990).

Ortaçağa ait binalarda, özellikle yaş ahşaptan yapılmış olanlar çok korkutucu biçimde dönebilmekte ve bağlantılar sağlam olduğu sürece yapıya zararı olmamaktadır. Dikkatlice krikoyla kaldırma, çerçeveyi orijinal durumuna göre yenilemede yardımcı olmaktadır. Böylece, tüm çerçeveyi sabit veya eğilmez yapıdan kurtarmak mümkün olmaktadır. Yapım alanı uygunsa, çerçevenin kesilip çıkarılması ve yeniden yapılması daha ekonomik olabilmektedir. Eğer dönme, bozulma nedeniyle oluşmuşsa öncelikle bu sorun düzeltilmelidir (Ashurst ve Ashurst, 1990).

4.2.6.2 Basınç elemanlarının onarımı

Basınç elemanlarının onarımı, bozulan kısmın kesilip yeni ahşap malzeme ilavesi ile mümkün olmaktadır. Kesimler, normal lif yönünde ve eklenen parçaya uygun yönde yapılmalıdır. Birleşim yerinin yük taşıyabilmesi bakımından, eklentinin tam uyumu ve bağlantısı önemlidir. Dişli bir geçme kullanıldığında bu daha kolay olmaktadır. Birleşim yerleri su geçirmez ve buharlaşmaz tutkalla doldurulmalıdır. Eklmeleri sabitlemek için pimler de kullanılabilir (Ashurst ve Ashurst, 1990).

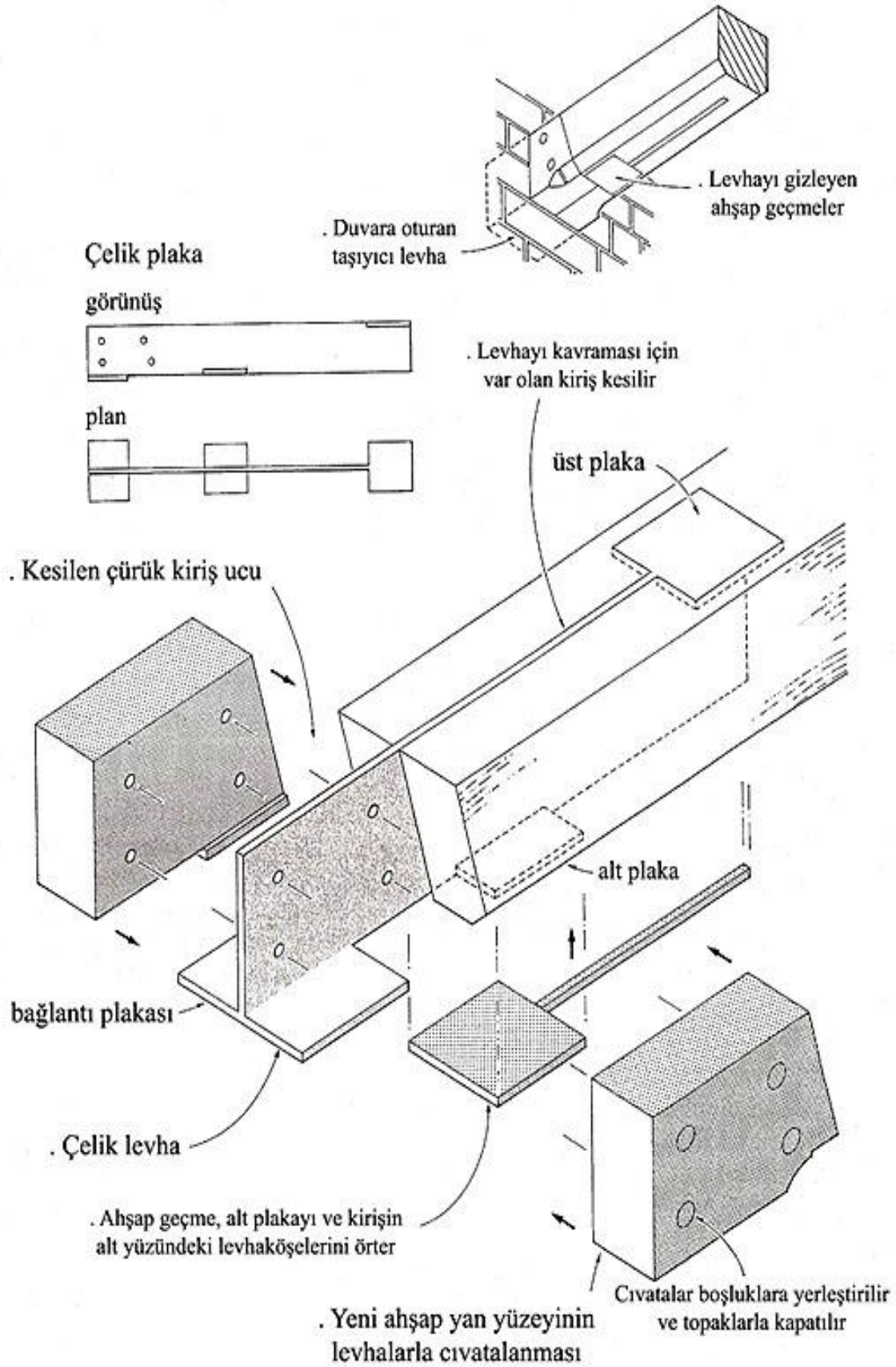
4.2.6.3 Çekme (gerilme) elemanlarının onarımı

Çekme elemanlarının onarımı değişik bir yaklaşımı gerektirmekle birlikte ölçüt, kesit alanının yeterliliği olmalıdır. Ahşap, lif yapısının sürekliliğine bağlı çok büyük çekme direncine sahip bir malzemedir. Lifler boyunca görülen geniş bir yarık veya çatlak, ahşabın çekme direncini bariz bir şekilde azaltmayacaktır. Eğer, bağlantı elemanı gerilme altında değilse ahşabın bütünüyle onarımında en yeterli bağlantı; hasarlı bölümün tamamen kesilip, yerine her bir uca lamba ve zıvanayla bağlanan yeni bir kesitin eklenmesiyle sağlanabilmektedir (Ashurst ve Ashurst, 1990).

4.2.6.4 Kirişlerin onarımı

Kiriş ve mertek gibi eğilme gerilmesine maruz kalan elemanlar, buna dayanacak şekilde onarılmalıdır. En çok hasar, uçlarda meydana gelmekte olup yeni bölümün eskiye geçirilmesi onarımı etkileyebilmektedir. Eğer, onarım merkezinde yapılacaksa kamalı ekleme veya kaplama işlemi daha uygun olup, gerekli derinliği sağlamak için ek yerleri dikey olmaktadır. Sabitleme işlemi, tutkalla iyice doldurulmuş pimlerle yapılabilir (Ashurst ve Ashurst, 1990).

Ahşabın ahşapla onarımı ideal olup, açıktaki ahşap kirişlerde çelik levha kullanımı en yaygın metotlardan birisidir (Ashurst ve Ashurst, 1990) (Şekil 4.53).



Şekil 4.53 : Paslanmaz çelik levhalar kullanılarak yapılan kiriş ucu onarımları (Ashurst ve Ashurst, 1990).

4.2.6.5 Ahşabın değiştirilmesi ve ek yerlerinin onarımı

Elemanlarla ek yerleri arasında oluşan bozukluklar, çerçeve için tehlikelidir. Bu noktalar, bilhassa mantar ve böcek saldırılarına karşı hassastır. Tasarlanış amaçlarına uygun işlevleri yerine getirebilmeleri için onarılmaları gerekmekte; bu da genellikle yenilemeyi beraberinde getirmektedir (Ashurst ve Ashurst, 1990).

Eğer ahşap; yenilemeyi gerektirecek kadar fazla çürümüş veya hasar görmüşse, orijinal bağlantının basit bir kopyası yapılmalı ve aynı şekilde tutturulmalıdır. Ancak, bağlantı elemanın bir parçasında sorun varsa o kısım onarılabilir. Örneğin; zıvana dili kesilip ahşabın sağlam olan ucunda lamba yapılabilir ve takma zıvana ile eklenerek her iki uçtan tutturulabilir (Ashurst ve Ashurst, 1990).

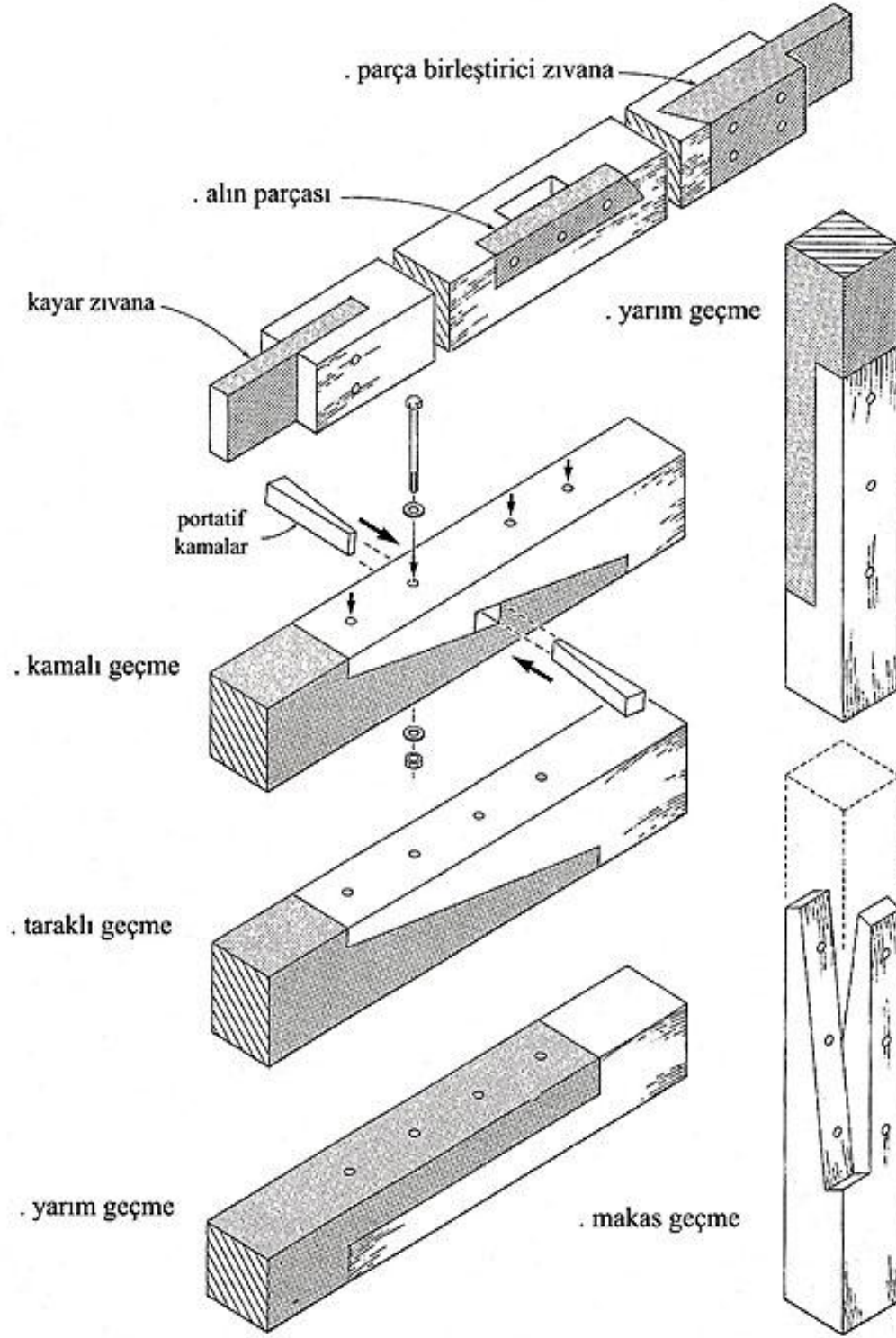
Gereksiz boşlukları engellemek için takma zıvana tutkalla doldurulabilir; ancak gerçek bağlantı, ahşap çerçevenin doğasında var olan yapısal hareketlere izin vermelidir. Yine, çatı tabanı ile kiriş arasındaki kırlangıçkuyruğu geçmelerin onarımında aynı şekilde temel yenileme ilkeleri uygulanabilmektedir. Kırlangıçkuyruğu tespit parçaları, orijinal direncine ve amacına göre oluşturularak yenilenmektedir. Su geçirmez ve buharlaşmaz tutkal her zaman kullanılabilir (Ashurst ve Ashurst, 1990).

Bir eleman kötü bir şekilde çürüdüğünde ya da geçmişte tesisatçı veya elektrikçiler tarafından açılan çentiklerle belirgin şekilde zayıfladığında, hasarlı elemanın tercihen aynı türden yeni elemanla değiştirilmesiyle yapının önceki sağlamlığı ve fonksiyonu iyileştirilebilmektedir (Beckmann, 1995).

Eğer; uzun bir elemanın sadece bir parçası etkilenmişse, yalnızca bu parça kesilip değiştirilebilmektedir. Bu durumda, eklemelerde her zaman eski ve yenin birarada örtüşmesi gerekmektedir (Beckmann, 1995).

Mantar istilasından kaynaklanan hasarlarda; çoğu kez herhangi bir görünür istilanın çok ötesine kadar kesip atmak, yeniden istiladan korunmak için uygun görülebilmektedir. Bu tip onarım, yapının orijinal tasarımını ve davranışını iyileştirmekte; ancak orijinal ahşabın birazını kaybetmeyi gerektirmektedir (Beckmann, 1995).

Şekil 4.54'te ahşap onarımlarında kullanılan tipik bağlantı türleri görülmektedir.



Şekil 4.54 : Marangozluk onarımlarında kullanılan tipik bağlantılar (Ashurst ve Ashurst, 1990).

Tüm elemanların değiştirildiği durumlarda iki temel sorun bulunmaktadır. Bunlardan biri, işlem sırasında elemanın yükünü hafifletmek; diğeri ise elemanın bir çerçeve veya çatı makası olduğu durumlarda yapının geriye kalan kısmından ayırmak ve yenilenen kısmı bağlamak olacaktır (Beckmann, 1995).

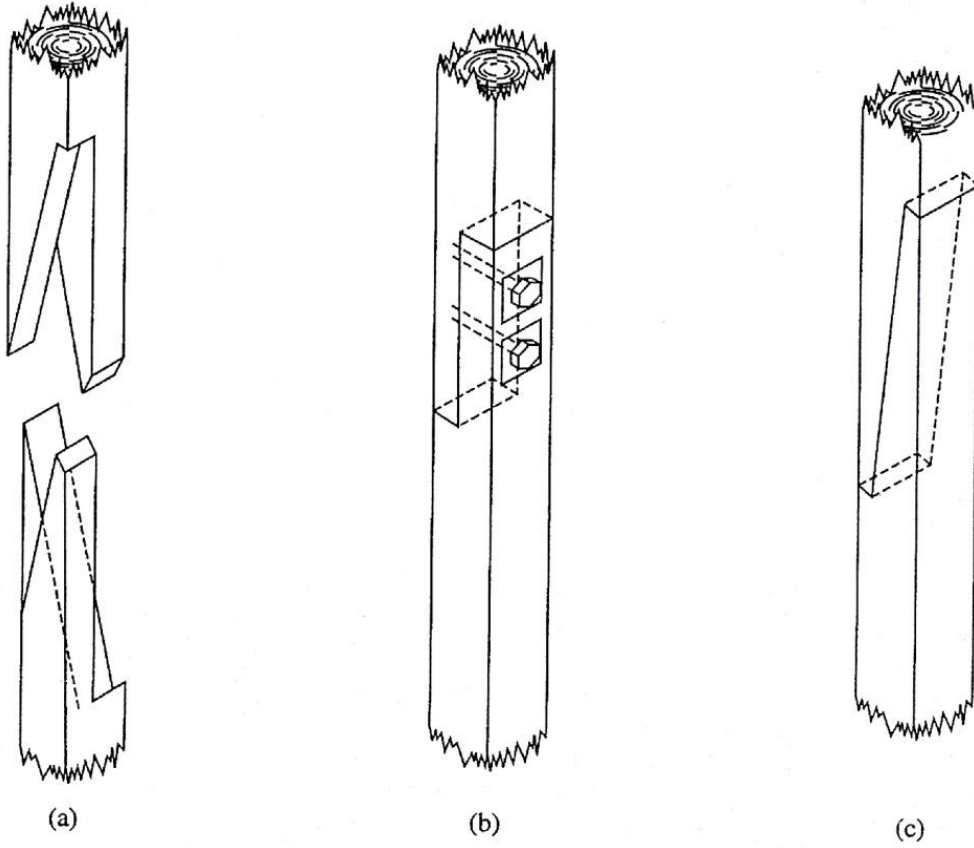
Elemanın sadece bir parçası değiştirilmek istenildiğinde ise başka bir sorun, elemanın yükünün bağlantılar aracılığıyla değiştirilen parçanın uçlarına nasıl aktarılacağıdır (Beckmann, 1995).

İlk bakışta basınç kuvvetlerinin iletilmesi kolay görünse de, gerçekte çok da kolay değildir. Eğer; iki ahşap yüzeyinin ucu birbirine zıt yönde baskılanmış ise; birbirine sürülen iki fırçanın kılları gibi, daha sert lifli olan daha yumuşak kısımlar içine geçme eğilimindedir. Direkt uç yükler bu yüzden esas ahşabın tüm kuvvetini harekete geçirmeyebilmekte, buna rağmen çoğu durumda muhtemelen yeterli olmaktadır (Beckmann, 1995).

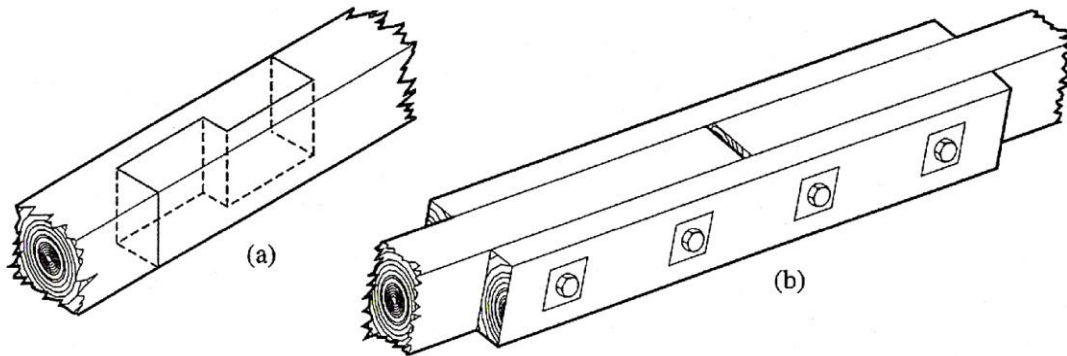
Ayrıca; bir basınç elemanının kuvveti sadece direkt basınç kuvveti ile değil, aynı zamanda rijitliği yani burkulmaya direnci ile sınırlanmaktadır. Değiştirilen parçanın uçlarının basitçe birleştirilmesi, neredeyse bu noktalara mafsallarla bağlanmasıyla eşdeğer olmakla birlikte rijitliği sağlamak için en iyi çözüm değildir (Beckmann, 1995).

Sorun, 13. yüzyılda makas geçmeli ek yeri kullanılarak çözülmüştür. Mükemmel bir buluş olup, zahmetli bir işçilik gerektirir ve bütün bunlara rağmen yarılmaya neden olmaya eğilimlidir (Şekil 4.55 a). Pratikte basit bir makas geçme veya yarım geçme, basınç elemanına yeni boyda bir ahşap ekleme sorunda her zaman tercih edilebilir bir çözümdür (Şekil 4.55 b). Ek yerlerinin uçlarını kendiliğinden kilitlenebilecek bir şekilde biçimlendirmek mümkün olabilmekte ve böylece teoride cıvataların kullanılmasından kaçınılmaktadır (Şekil 4.55 c). Ancak, pratikte ek yerlerinin taraklı uçlarının kama etkisinden dolayı yarılmaya önüne geçmek zordur. Ek yerlerinin enine kesen uçlarının her ikisindeki hareketi eş zamanlı gerçekleştirmenin zorluğunun üstesinden, eğer gerekliyse, yüzeyleri sentetik bir reçine macunuyla montajdan önce yağlamakla gelinebilmektedir (Beckmann, 1995).

Orta germe kuvvetine maruz kalan ahşap elemanlar için tablalı eğik bağlantı, cıvatalar kullanılmadan yeni boyda bir ahşabın eklenmesine imkan tanıyabilmektedir (Şekil 4.56 a). Ancak; genellikle ahşaptan ya da çelikten bağlantı levhası kullanılarak oluşturulan cıvatalı bir bağlama levhası, germe kuvvetinin önemli olduğu ya da görünüşün kabul edilebildiği yerlerde tercih edilebilmektedir (Şekil 4.56 b). Önemli ölçüde eğilmeye maruz kalan kirişler ve diğer elemanlar için daha uzun bir bağlama levhası modeli, genellikle eğilme düzlemindeki bağlantı levhaları ile birlikte uygulanabilecektir (Beckmann, 1995).



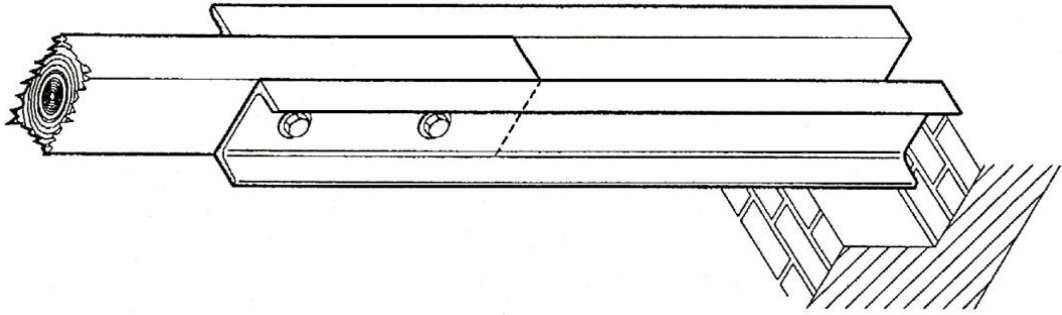
Şekil 4.55 : Yenisiyle değiştirilen basınç ahşapları için bağlantı tipleri (a) makas bağlantı; (b) basit, cıvatalı bağlantı; (c) kendinden kilitlenen bağlantı (Beckmann, 1995).



Şekil 4.56 : Yenisiyle değiştirilen çekme ya da eğilme ahşapları için bağlantı tipleri (a) tablalı geçme bağlantı (b) cıvatalı bağlama levhası (Beckmann, 1995).

Duvar- döşeme bağlantıları, duvardaki ek yerlerine yassı çelik çubukların yerleştirilmesi ve döşeme kirişlerine vidalanması şeklinde yapılabilmektedir. Döşemelerin yatay olarak desteklenmesi ise; çapraz yassı çelik çubukların döşeme kirişlerine cıvatalanması veya vidalanmasıyla ya da kontrplak tabakalarının döşeme kirişlerine vidalanmasıyla gerçekleştirilebilmektedir (Beckmann, 1995).

Kagir duvar içine yerleştirilen bir döşeme kirişi ucunun kuru çürüklüğe maruz kaldığı ve duvardaki kiriş taşıyıcısının şartlarının değiştirilmesinin zor olduğu durumlarda; istilanın yeniden tekrarlanmasını önlemek için, bağlantı levhaları ve yeni boydaki ahşap var olan sağlam kiriş parçasının ıslak duvardan yalıtılmasını sağlayacak bir çift çelik profil ile değiştirilebilmektedir (Şekil 4.57). Aslında bu, ahşabın metal aletlerle değiştirilmesi ve güçlendirilmesi olarak her iki kategoriye girebilecek bir durumdur (Beckmann, 1995).



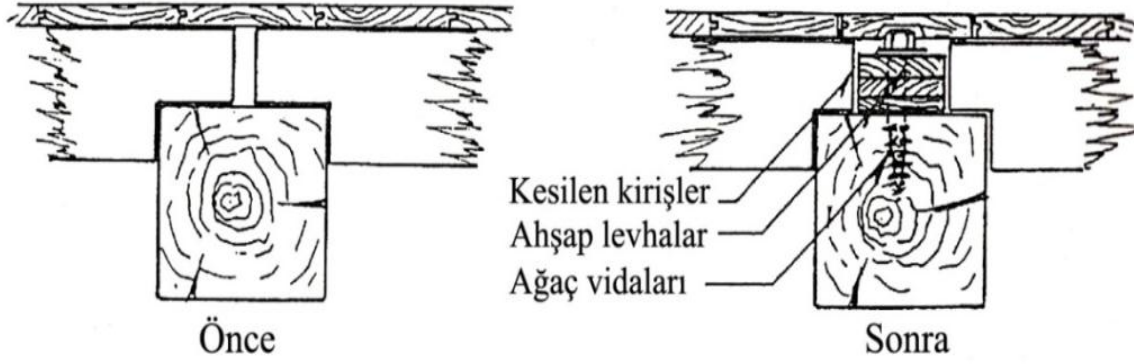
Şekil 4.57 : Duvardaki mantar sporlarının ahşaba yeniden bulaşmasını önlemek için çürük kiriş ucunun çelik u profiller ile yenilenmesi (Beckmann, 1995).

Bazen var olan döşeme kirişleri veya kirişler, genel olarak sağlam iken yapının tasarlanan yeni bir kullanımı için yeterli derecede sağlam veya sert olmayabilmektedir. Bu eksikliği gidermek, yeni ek ahşap bileşenlerle kompozit davranış oluşturmakla mümkün olabilmektedir (Beckmann, 1995).

Döşeme kirişlerinde, döşeme tahtaları kaldırılıp döşeme kirişlerinin üstlerine, basınç tablası olarak davranan kontrplak tabakaları yerleştirilebilmektedir. Kontrplak, yatay koparma kuvvetlerini iletebilen merkeze yakın vidalarla döşeme kirişlerine sabitlenmelidir (Beckmann, 1995).

Döşeme kirişleri bir kirişin üzeri boyunca çentiklendiğinde derinliğini artırmak, döşeme kirişi uçları arasında (eğer gerekliyse, odayı güçlendirmek ve bırakılan kiriş üzerindeki döşeme kirişlerinin yeterli taşımalarını sağlamak için kesilip kısaltılabilir) levhaları tutkallamak ve tepesinden vidalamak ile mümkün olabilmektedir (Şekil 4.58) (Beckmann, 1995).

Sağlamlaştırma işlemi katmanlaşma (laminasyon) ile uygulandığında farklı nem hareketlerinden dolayı sonraki ilave bükülmelerden kaçınmak için, yeni malzemenin nem içeriği var olan ahşaptan daha az veya eşit derecede olmalıdır (Beckmann, 1995).



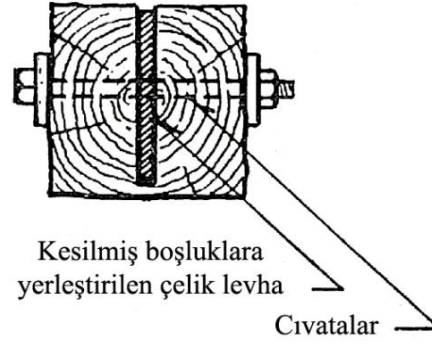
Şekil 4.58 : Döşeme kirişinin üst levha kaplama ile güçlendirilmesi (Beckmann, 1995).

17. yüzyıldan itibaren yeni ahşap makaslar için uygulanan, bağlantılardaki germe kuvvetine dayanmak için metal kuşaklarla karşılamak gibi teknikler var olan yapıları sağlamlaştırmak ve/veya onarmak için kullanılmıştır (Beckmann, 1995).

18. ve 19. yüzyıllarda demir teknolojisi, var olan yapıların diğer yollarla sağlamlaştırılmasında kullanılmaya başlanmıştır. Bunun bir örneği kirişlemedir. Sağlamlaştırılan kirişin görülemediği yerlerde, kirişin maruz kaldığı yükü hafiflettikten sonra diğer tarafa bir çelik levha cıvatalamak çoğunlukla mümkündür (Beckmann, 1995).

Mevcut çentik desteklerine müdahale etmeden, çentiklerdeki kirişlerden desteklenen tali kirişler, levhaların yeterli derinlikte uygulanmasına izin vermek için çok fazla alçaldığı zaman dıştan kirişlemede başka bir engel oluşmaktadır. Bu gibi durumlarda kirişi ortadan testere ile keserek ikiye ayırmak mümkün olup, daha sonra kesilen yere çelik levha eklenmekte ve cıvatalanmaktadır. Eğer; kiriş yapıdan geçici olarak çıkartılıp işlem atölyede yapılırsa, bu süreci istenilen şekilde yürütmek daha kolay olacaktır (Beckmann, 1995).

Kirişin alt yüzü görünüyorsa veya geçici çıkarma uygulanamıyorsa oldukça uygun teknik, kirişin ortasında çok sayıda düşey testere kesikleriyle orijinal ahşabın tabanında birkaç cm kalacak şekilde derin bir düşey boşluk yaratmaktır. Çelik bir tabaka, boşluklara sıkı bir şekilde oturacak kalınlıkta ve boşluğa yerleşen kirişin üzeriyle bir hizada olacak derinlikte yerleştirilmekte ve cıvatalanmaktadır (Şekil 4.59). Tabaka, desteklerin üzerinden güçlendirmeyi sağlamak için kirişin tüm boyuna uzanabilmekte ya da sadece eğilme sağlamlaştırılması gerekiyorsa kirişin uçlarını kesiksiz bırakarak kısa tutulabilmektedir (Beckmann, 1995).



Şekil 4.59 : Kesilmiş boşluklara yerleştirilen çelik levha ile güçlendirilen kirişin enine kesiti (Beckmann, 1995).

Bu metot, kirişteki civata deliklerinin çelik tabakadaki deliklerle sıralanmasını ve civataların sıkı yerleştirilmesini sağlamak için dikkatli düzenlemeyi gerektirmektedir. Bu sorunun üstesinden gelmenin bir yolu; önce ahşap kirişi delmek, delinmemiş tabakayı eklemek, ahşap kirişteki delikleri tabaka üzerindeki delik merkezlerini işaretlemek için kılavuz olarak kullanmak, tabakayı kaldırmak ve yerinde değil şantiyede tamamlamaktır. Çeliği yerinde tamamen delmek, kompozit hareketin sonuç bozukluğu ile birlikte ahşaptaki delikleri genişletebilmektedir. Ahşaptaki deliklerin fazla geniş olmasından kaçınmanın mümkün olmadığı durumlarda, delikleri sentetik bir reçine bileşiği (dolgu epoksi daha uygun olacaktır) ile doldurmak etkileri azaltabilmektedir (Beckmann, 1995).

Benzer bir uygulama; çelik tabakaları civatalamak yerine, tabakanın ahşaba epoksi yapıştırıcısıyla bağlanması şeklinde yapılabilmektedir. Bu, civata deliklerinin hizalanması zorluğunun üstesinden gelmekte ve çelikle ahşap arasındaki tüm ara yüzeyin sürekli yapışma gücü tam kompozit hareketi garanti etmelidir. Ancak, şantiye şartlarında uygulandığı zaman tek ve aynı yapıştırıcının hem ahşabı hem de çeliği mükemmel bir şekilde birleştireceği kesin değildir (Beckmann, 1995).

Bu öneri hakkında tam anlamıyla yanıtlanamayan diğer soru, ahşabın reçine ve/veya çelik ile ilgili nem hareketlerinin etkisinin ne olacağıdır. Eğer; işlem orta derecede ısıtılmış ve önceki kullanımı boyunca kuru ve işlem sırasında hava etkilerine açılmamış, daha sonra kirişi çevreleyen havanın sonraki nem değişimleri oldukça küçük olan bir yapıda uygulandıysa ahşabın nem içeriği bu yüzden fazla değişmeyecek ve çok az nem hareketleri oluşacaktır (Beckmann, 1995).

Eğer; yapı yarı terk edilmiş, kırık pencereli ve sızan bir çatıya sahipse sonra işe başlanıldığında ahşabın nem içeriği yüksek olacaktır. Yapı, hava şartlarına dayanıklı

hale getirildikten sonra ve yeni kullanım sürecinde ısıtılmaya başlanıldığında önemli ölçüde bir kuruma büzülmesi oluşacaktır. Cıvatalı çelik levhalarda, ahşap çeliğe zıt yönde kayabilmekte ve böylece sadece önemsiz bir sürtünme engeline karşı büzülmemektedir. Eğer tabaka yapıştırılırsa, ara yüzeydeki çekmeye karşı engel ancak pratik olarak tamamlanacak ve bağıl hareket ara yüzeye bitişik ahşabın hücre yapısının bozulmasıyla düzenlenecektir (Beckmann, 1995).

4.2.6.6 Bozulan parçaların reçine ile sağlamlaştırılması

Reçine bağlayıcı metotlar 1970’li yıllarda gelişmeye başlamış olup; kolon ve kiriş uçlarının restorasyonunda, çatlakların onarımında ve kirişlerin iyileştirilmesinde kullanılmaktadır (Broughton ve Hutchinson, 2001) (Çizelge 4.7).

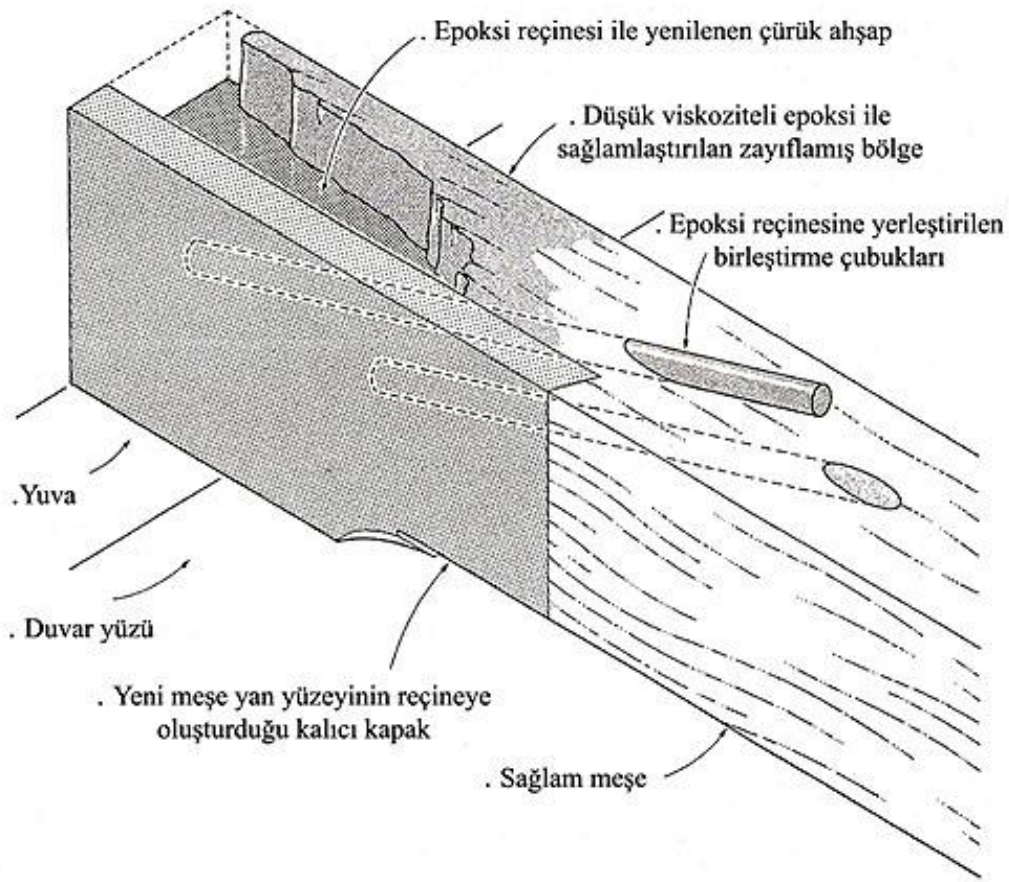
Ahşap malzemenin sağlamlaştırılmasında akrilik reçineler ve epoksi reçineleri kullanılmaktadır. Akrilik reçineler, ahşaptaki küçük bölgesel hasarların sağlamlaştırılmasında veya küçük boşlukların doldurulmasında tercih edilen bir maddedir (Erdin, 2009).

Reçine metotları ile onarımın en büyük avantajı, binanın tarihi yapısına çok az zarar vererek ya da hiç vermeyerek yerinde onarım imkanı sağlamasıdır (Wheeler ve Hutchinson, 1998). Onarımlarda kullanılan epoksi reçineleri; akıcı özellikteki şerbetler veya dolgular, takviyelerin yapıştırılmasında ve çatlaklarda kullanılan yapıştırıcılar ile küçük parça, çatlak ve boşluklarda kullanılan harçlar olmak üzere üç fiziksel formdan oluşmaktadır (Broughton ve Hutchinson, 2001).

Çürümeden ve diğer bozulmalardan kaynaklanan hasarlardan dolayı ahşap malzemede oluşan boşlukları doldurmak için kullanılan epoksi bileşiklerinin ahşap onarımında öncelikle tercih edilmelerinin sebebi; dayanıklı olmaları ve çabuk kuruma özelliğine sahip olmalarıdır. Ayrıca, ahşabın içine enjekte edilebilirler. Estetiğin ön planda olduğu durumlarda, oyuklar sızdırmaz jel ile doldurulup zımparalanarak düzgün bir yüzey oluşturulabilir. Eğer; boşluk çürümeden dolayı oluşmuşsa, mümkün olduğunca çürüyen kısım çıkartılmalı ve epoksi uygulamasından önce koruyucu uygulanmalıdır. Oyukların geniş olduğu durumlarda, oyukların içine takviye olarak çelik veya fiberglas malzemeler yerleştirilmektedir (Şekil 4.60). Epoksi formülasyonları çeşitli özelliklerde elde edilebilirler. Bu onarımların eğilme ve kesme kuvveti dirençleri, epoksi türüne ve uygulama şekline göre değişebilmektedir (Davis, 1986).

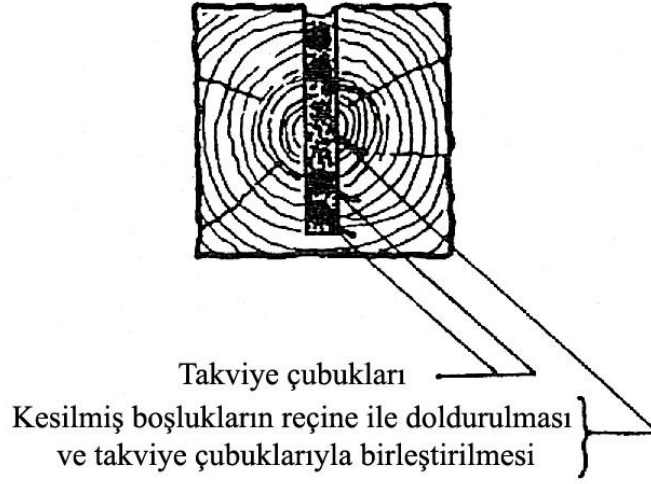
Çizelge 4.7 : Reçineyle onarım durumunda ahşapta kullanılan beş tekniğin özeti (Broughton ve Hutchinson, 2001).

Onarımlar				Değiştirmeler
Kiriş ucu onarımı	Kafes mertek ve taban onarımları	Kolon onarımları	Çatlak onarımları	Kirişlerin iyileştirilmesi
Çürüklük kesilip atılır ve epoksi harç yenileme malzemesi olarak genellikle donatı ile birlikte dökülür.	Çürüklük kesilip atılır ve epoksi harç yenileme malzemesi olarak genellikle donatı ile birlikte dökülür.	Çürüklük kesilip atılır ve epoksi harç yenileme malzemesi olarak çelik çubuklarla güçlendirilir.		Çelik plaka yerleştirilip yapıştırılır ve yerine cıvatalanır.
Çürüklük kesilip atılır ve epoksi harç dökülür; kalıp yerinde bırakılır.	Çürüklük kesilip atılır ve epoksi harç dökülür; kalıp yerinde bırakılır.		Dikiş çatlağı için bir dizi donatı çubuğu yerinde yapıştırılır.	Çelik plaka yerine cıvatasız yapıştırılır.
Emprenyeli, iğne yapraklı ağaçtan bir yedek eklemeye, donatı ile birlikte yapıştırılır.	Kafes mertek tabanı veya ucunu değiştirmek için emprenyeli, iğne yapraklı ağaçtan bir eklemeye yapıştırılır.		Çatlak, yavaş sertleşen reçine ve küçük ahşap parçaları ile doldurulur; sonra orijinale göre kesilip şekillendirilir.	Yerine yapıştırılan çelik donatılarla güçlendirilir.



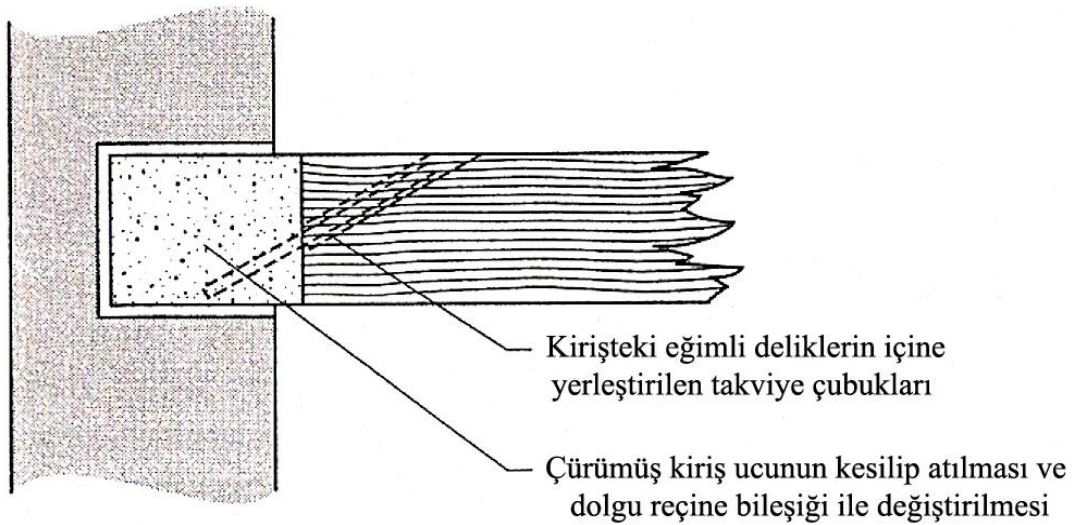
Şekil 4.60 : Epoksi reçinesi ve macunu ile cam takviyeli plastik birleştirme çubukları kullanılarak kiriş uçlarının onarılması (Ashurst ve Ashurst, 1990).

Kirişlerin onarımında çok sayıdaki sağlamlaştırma çubukları boşluklara yerleştirilip, boşlukları tamamen dolduran ve çubukları ahşaba bağlayan bir epoksi reçinesiyle sabitleştirilmektedir. Bu durumda, tekrarlanan derin testere kesiklerine çok az ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 4.61). Bir kere kirişin üstünden açılıp etkilenen ahşap, sağlam kısma kadar oyularak çıkartılmakta; boşluğun altına donatı yerleştirilmeden önce ve sonra reçine bileşiği ile doldurulmaktadır (Beckmann, 1995).



Şekil 4.61 : Reçineli takviye çubukları ile güçlendirilen kirişin enine kesiti (Beckmann, 1995).

Ilıman fakat nemli iklimlerde, bir dış kagir duvara inşa edilen bir kirişin ucu çürüdüğünde şu işlem bir yere kadar başarılı olmaktadır: Kiriş desteklenip çürüyen kısım kesilir. Fiber glas donatılı reçine (veya paslanmaz çelikli), çıkarılan çürümüş kiriş ucunun bulunduğu boşluğun içine çubukların uzatılmasına olanak sağlamak için sağlam ahşapla açılı olarak delinen deliklere yerleştirilir. Çubuklar ahşaba uygun bir reçine yapıştırıcısı ile yapıştırılır ve kesilen kiriş ucu, takviye çubuklarının etrafına bir reçine harcı olarak yeniden dökülür (Şekil 4.62). Test sonuçları, takviye çubuklarının reçineye, reçinenin ahşaba yapıştırıcı birleştirme yeterliliğini göstermeye uygundur. Uygulanan yük testleri de, bu uygulamanın yük taşıma kapasitesini tamamen eski haline getirdiğini göstermektedir (Beckmann, 1995).



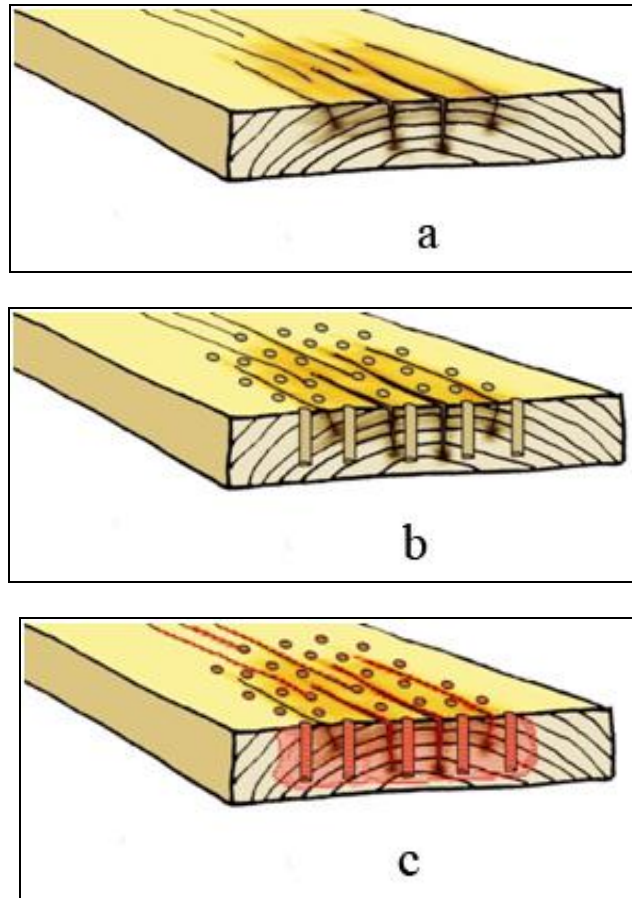
Şekil 4.62 : Çürümüş kiriş ucunun reçine dökümü ile değiştirilmesi (Beckmann, 1995).

Ahşabın epoksi ile onarımında kullanılan iki yaygın metot; çürüklüğün sağlamlaştırılması ve çürüklüğün çıkarılmasıdır (Url-71).

Çürüklüğün sağlamlaştırılması metodu

Çürümüş ahşap, çevresindeki sağlam ahşaptan daha yumuşak, zayıf ve gözenekli yapıdadır. Gözenekli çürümüş ahşap malzeme, sıvı bir sağlamlaştırıcı ile doyurulmakta ve daha sonra sağlamlaştırıcı madde ahşap içerisinde sertleşmektedir. Çürümüş ahşabın tamamının ve etrafındaki sağlam ahşabın sağlamlaştırıcı ile doyurulmuş olmasına dikkat edilmelidir. Metodun uygulanış şekli aşağıdaki gibidir (Erdin, 2009; Url-71) :

- Yumuşak ve gözenekli çürümüş ahşap tespit edilir (Şekil 4.63 a).
- Çürüklüğün bulunduğu alanda açılan deliklere koruyucu madde konulup kurutulur (Şekil 4.63 b).
- Çürümüş alan, epoksi sağlamlaştırıcı ile doyurulur; delikler ve boşluklar epoksi dolgu macunu ile doldurularak işlem tamamlanır (Şekil 4.63 c).

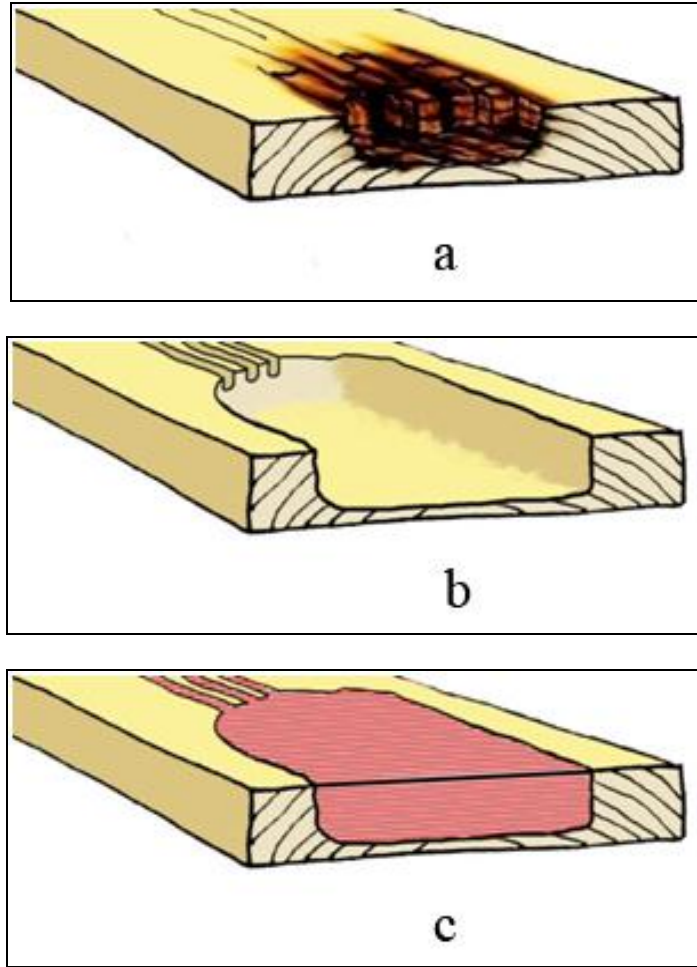


Şekil 4.63 : Ahşapta çürüklüğün sağlamlaştırılması metodunun uygulanışı
a- Çürümüş ahşap malzeme, b- Ahşapta açılan delikler,
c- Çürümüş alanın ve boşlukların doldurulması (Url-71).

Çürüklüğün çıkarılması metodu

Bu metotta çürüyen kısım tamamen çıkarılıp atılmaktadır. Ortaya çıkan sağlam ahşap yüzeyi bir epoksi astar ile astarlanmakta, daha sonra bir epoksi macun kullanılarak boşluk doldurulmaktadır. Sağlam ahşapta ortaya çıkan yeni yüzey, çürümüş ve sağlam ahşap ara yüzeylerinin sağlamlaştırılmasında daha tutarlı olduğundan daha etkili sonuçlar alınabilmektedir. Metodun uygulanış şekli aşağıdaki gibidir (Erdin, 2009; Url-71) :

- Yumuşak ve gözenekli çürümüş ahşap tespit edilir (Şekil 4.64 a).
- Ahşabın çürüyen kısmı çıkarılıp atılır; geriye kalan kısma koruyucu madde uygulanır ve kurutulur (Şekil 4.64 b).
- Sağlam ahşap yüzeyi epoksi astar ile astarlanıp, boşluklar epoksi dolgu macunu ile doldurularak işlem tamamlanır (Şekil 4.64 c).



Şekil 4.64 : Ahşapta çürüklüğün çıkarılması metodunun uygulanışı a- Çürümüş ahşap malzeme, b- Çürüklüğü temizlenmiş ahşap malzeme, c- Epoksi işlemleri uygulanmış ahşap malzeme (Url-71).

4.2.7 Ahşaptan boyanın sökülmesi (Ashurst, 1994)

Dış ortamda kullanılan ahşap malzemelerin boyanmasının başlıca amacı, neme karşı geçici bir fiziksel koruma oluşturmaktır. Aşınma sürecinin genelinde, boya katmanlarının kademeli olarak bozulduğu görülmektedir. Bozulma derecesine bağlı olarak, boyanın seçmeli veya bütün olarak kaldırılması gerekebilmektedir. Boyanın ömrü; çoğunlukla alt katmanın sağlamlığına bağlı olmakla birlikte, böyle bir sağlam yüzey sağlamak amacıyla boyanın tamamen sökülmesi her zaman gerekmeyebilmektedir.

İç ortamda kullanılan ahşap yüzeylerde boya, daha çok dekoratif amaçlı kullanılmaktadır. İç ortam boyası, iç dekorasyonun kaç kez değiştiğini yansıtacak şekilde çok kalın olabilmektedir. Sökülmesini gerektirecek muhtemel nedenler; detayları gizleyen aşırı kalınlığı ve kötü yüzey hazırlığı ya da kullanılan boya tipleri arasındaki uyumsuzlıktan kaynaklanan katlar arası zayıf yapışma kabiliyetidir.

Ahşap yüzeylerden boyanın sökülmesi işlemi, genellikle çok zor ve vakit alan bir süreçtir. Doğal sağlık ve güvenlik tehlikeleri ve çok ilişkili (çeşitli) koruma çalışmalarını da kapsayan boya sökme işlemi, uzmanlar tarafından özel malzemeler ve ekipmanlar yardımıyla yapılmaktadır. İşleme başlamadan önce boyanan yüzeylerin gerçekten ahşap olduğunun ve boyanın altındaki ahşap kısmın değiştirilmesini gerektirecek ölçüde bozulup bozulmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Eğer; malzeme değişikliği gerekiyorsa, bu işlem için arkeolojik onay alınmalıdır.

4.2.7.1 Boya sökölme derecesi

Aşağıda belirtilen durumlarda boyanın sökülmesine gerek yoktur:

- Boyalı yüzeylere yapışan çevresel kirlenme veya yüzey kiri, is, kirlilik, örümcek ağı ve böcek kozası gibi sonraki boya tabakasının uygun yapışmasına engel olabilecek organik maddeler; su ve deterjan karışımının yumuşak bir fırça ile boya yüzeyine uygulanmasıyla ve temiz suyla tamamen durulanabilir.
- Güneş ışığından yoksun ve nemli bölgelerde küf çok iyi gelişmektedir. Mantar büyümeleri, boya üzerindeki besinlerden ve yüzeyine yapışan kirlere beslenmektedir. Küf; yüzeyden amonyaksız deterjan, çamaşır suyu ve sudan oluşan

Eğer mümkünse; göze çarpmayan bir yerde süslemelerin bütünü, binanın boya geçmişini göstermek amacıyla fiziksel bir kayıt olarak bırakılmalıdır.

Boyanın bütün olarak kaldırılmasının gerekli olduğu durumlar aşağıdaki gibidir:

- Kaplamasız ahşabın soyulması, ahşabın içine aşırı miktarda nem girişiyle meydana gelmektedir. İlk aşama, nemin yerini bulmak ve nem kaynaklarını ortadan kaldırmaktır. Ahşap tamamen kurumaya bırakılmalı, zarar gören boya elle kazıma ve mekanik kumlamayla kaldırılmalıdır.
- Çatlama veya perçemsi çatlama, yüzey çatlamasının ileri evreleridir. Nemin işlemesi sonucu oluşurlar ve boyanın ahşap boyunca çatlamasıyla sonuçlanabilirler. Çatlama sonunda, yatay ve düşey çizgilerin oluşturduğu ve bir sürüngen derisine benzeyen bir desen almaktadır. Bu durumda, sadece çatlamadan etkilenen katmanların kaldırılması gereklidir.

4.2.7.2 Boya sökme metotları

Boyanın ahşaptan sökülmesinde aşağıdaki sorunlar göz önünde bulundurulmalıdır:

- İşi üstlenen bireylerin sağlık ve güvenliği,
- Tarihi ahşabın devamlı korunması veya dekorasyonu,
- Tarihi boya katmanlarının sırasının tutulması.

Mekanik metotlar

Çatlama, tabakalar arası soyulma, kabarma veya buruşmadan etkilenen boya alanları; çoğu kez elle kazıma ve elle ya da mekanik zımparalama ile düzeltilebilmektedir. Etkilenen katmanın kaldırılması işlemlerinde; macun bıçakları ve boya raspaları, alttaki ahşabın oyulmasından kaçınmak için dikkatle kullanılmalıdır. Sonuç yüzey; ahşapla desteklenmiş kağıtlarla zımparalanarak, kauçuk kalıp veya sünger kullanılarak düzeltilebilir. Bütün zımparalamalar, ahşap lifleri boyunca yapılmalıdır.

Kazınan geniş düz alanlar, mekanik olarak zımparalanabilmektedir. Orbital zımpara makineleri, kazınan alanlarda ve sınırlı sayıda boya katmanlarında etkili olmaktadır. Kemer zımparalara göre daha kontrol edilebilir olmakta ve ahşaba ya da boyaya daha az zarar vermektedirler. Ahşap üzerinde görülebilir dairesel çukurluklar veya parçacıklar bırakabileceği için, zımpara diskler ve tel fırçalar gibi döner matkap parçalarının kullanımından kaçınılmalıdır. Orta ya da yüksek basınçlı su kullanımından da, ahşap liflerine çok miktarda su girebileceği için uzak durulmalıdır.

Yaş ve kuru zımpara temizliği boyanın sökülmesinde etkili olurken, çoğu kez alttaki ahşap yüzeyleri çizmektedir. İşlemler bahar kerestesinin yumuşak lifleri ile yaz kerestesinin yoğun lifleri arasında fark gözetmemekte; çoğunlukla çizgili, çukurlu, oyuklu bir yüzeyle sonuçlanmaktadır. Dış ortam ahşap işlerinde boyanın sökülmesi bağlamında en fazla zararı, aşındırıcı temizleme metotları vermektedir.

Termal metotlar

Termal metotlar, boyanın tamamının yüzeyden sökülmesinin gerektiği durumlarda kullanılmaktadır. Yakın zamana kadar, boyayı yumuşatıp ve kabartarak boyanın yüzeyden sıyrılmasını sağlamak için şaloma ve kızgın hava körüğü kullanılmaktaydı. Günümüzde ise, açık alev kullanımı yangın tehlikesi oluşturduğu için pek mümkün olmamaktadır.

Propan veya bütan şaloma alevleri, boyayı kabartıp gevşeterek sıyrılmasını kolaylaştırmaktadır. Ahşabı yakmaya ve tutuşturmaya meyilli olmakla birlikte; kullanan kişilerde yanmalara, göz ve deri yaralanmalarına sebep olabilmektedir. Yüksek sıcaklıktaki alevler, kurşun bazlı boyaları buharlaştırarak solunabilir zehirli duman oluşturmaktadır.

Boyalı ahşaba karşı yöneltilecek kullanılan kızgın hava körükleri (kurutma tabancaları), boyayı yumuşatmak ve kaldırmak için sıcak hava akımları üretmektedir. 190 °C sıcaklıklara kadar hava üretenler tercih edilmektedir. Hava körüklerinin 350 °C ve 500 °C’lerde kullanımlarında çok daha fazla özen gerekmektedir. Ağır boya yığılmalarında ve detaylı işlerde boya sökmede en kullanışlı olanlar tabancalardır. Gerektiği kadar boyanın sökümünü sağlamak ve dekoratif alanlarda kömürleşmeden önceki sınırı yakalayabilmek için önemli ölçüde beceri gerekmektedir.

Termal metotlarda yangına, kurşun dumanına, göz yaralanmalarına ve yanmalara karşı gereken önlemler alınmalıdır.

Kimyasal metotlar

Solvent bazlı ve alkali bazlı soyucular ahşap yapılarda tamamlayıcı bir rol oynamaktadırlar. Karışık, dekoratif özellikli alanlarda, çatlaklarda ve kızgın hava körüğünün kullanımının mümkün olmadığı yerlerde boya artıklarının yumuşatılmasında etkilidirler.

Solvent bazlı soyucuların gelişimine kadar boyaların kimyasal olarak sökülmesinde, yalnız alkali bazlı soyucular kullanılmaktaydı. Kostik banyolara bırakılan ahşap

malzeme, hem alkali soyucudan hem de sudan olumsuz olarak etkilenmekteydi. Sınırlı uygulamalarda bile, alkali soyucuların ahşabı tükettiği ve liflerini kaldırdığı görüldüğünden kullanımlarından kaçınılmaktadır.

Solvent bazlı çözücülerin formülleri değişebilme eğilimindedir. Genellikle metilen klorid, izopropanol, toluen, ksilol ve metanol gibi organik çözücülerle; metil selüloz ve buharlaşabilen çözücülerin buharlaşmasını geciktiren parafin mumu gibi çeşitli katkı maddelerinden oluşmaktadırlar.

Tescilli boya sökücü paketler, sınırlı miktarda su kullanımı sağlamaları sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Solvent veya alkali bazlı olabilen yapışkan macunlar, kalın tabakalar halinde uygulanmakta ve yaklaşık 24 saatlik bir bekleme süresi için kaplanmaktadır. Genellikle, kaplama örtüsü kaldırıldığında yumuşayan boya da yüzeyden kalkmaktadır. Bu ürünlerle, sınırlı sıyırma ve yumuşatılmış boyanın büyük bölümünün toplanıp uzaklaştırılması mümkün olabilmektedir.

Bütün kimyasal boya sökücüler, sağlık ve güvenlik şartları altında tehlikeli sayılmaktadırlar. Bu yüzden, kullanımlarından kaynaklanan zararlar göz ardı edilmemelidir. Organik kimyasallardan çıkan buharlar, solundukları takdirde çok zehirli olabilmekte ve cilde temas ettiğinde yine aynı oranda zarar verebilmektedir. Aynı zamanda, birçok solvent bazlı soyucular yanıcı özelliklere sahiptirler. Bu nedenle; zehirli buharların solunması, yangın, göz ve cilt temasına bağlı kimyasal zehirlenmelere karşı gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

4.2.8 Geleneksel yapıların onarım öncesi inceleme kuralları (Oxley, 2003)

Binaların araştırma ve onarımı için değerlendirme uzmanlarına yol gösterebilecek sürdürülebilir bir yaklaşımla uygulama kuralları aşağıdaki gibi bazı hususlara dayandırılabilir:

- a. Mevcut kaynaklara saygı göstermek
- b. Uygulamadan önce binayı anlamak:
 - Geleneksel ve modern binaları tanımlamak ve aralarındaki farkları belirlemek
 - Binanın usulen (resmen) korunup korunmadığını belirlemek
 - Her binanın ve bünyesinin özel önem ve değerini sadece bu değil gelecek kuşaklara da, korunup korunmadığına bakmaksızın tanımlamak

- Binanın amaçlanan performansına göre değişiklikleri değerlendirmek
 - Bina şartlarında, amaçlanan performansta herhangi bir değişiklik yapılmış mı ya da yapılacak mı bunun etkilerini belirlemek
 - Bir binanın amaçlanan performansını değiştirmeden mümkün olduğunca kaçınmak
- c. Binanın herhangi bir değiştirme veya onarım ihtiyacı için yazılı bir gerekçe bulundurmak
- d. Her ayrı bina için uygun onarım çözümleri düzenlemek, standart çözümlere güvenmekten kaçınmak
- e. Kendi tavsiyelerinde bir mali kazanç olanlara güvenmekten kaçınmak
- f. Binaya ve bünyesine saygılı ve koruma amaçlı bir yaklaşım uygulamak
- Mümkün olduğunca;
- Mevcut bünyenin korunmasını en üst düzeyde tutmak
 - Müdahaleyi en az düzeyde tutmak
 - Herhangi bir müdahale veya onarımın geri dönülebilirliğini (tersinirliğini) en üst düzeyde sağlamak
- g. Yeni malzemelerin binanın performansı ile uyumlu ve çevresel etkisinin de en az düzeyde olduğunun kanıtlanmış olmasını sağlamak
- h. Uygun ve rutin bakımı desteklemek ve buna teşvik etmek
- i. Var olan kaynakların iyi düzenlenmesini desteklemek ve buna teşvik etmek:
- Kullanımdaki enerjiyi azaltma
 - Dış kirliliği ve çevresel zararları en az düzeyde tutma
 - Şekillendirilmiş enerji kaynaklarının tüketimini azaltma
 - İç kirliliği ve sağlığa zararı en az düzeyde tutma
- j. Müşteriyi sürdürülebilir bir araştırmanın yararları ve ihtiyacı hakkında bilgilendirmek
- Bu ve buna benzer bir yol benimseyen davranış kuralı, bütüncül bir yaklaşımın gerçekleştirilmesini sağlayacaktır.

4.2.9 Tarihi ahşap iskeletli yapıların incelenmesi (Oxley, 2003)

Britanya'daki eski ve en ilginç binaların bazıları ahşap iskeletlidir. Yaşamını sürdüren ahşap iskelet binaların sayısı, bu binaların birçoğunun aktif günlük kullanımlarının devam etmesi hem esnek hem de uyumlu olduklarını anlatmaktadır.

Ahşap iskeletli bu binaların çoğunluğu listelenmiştir ve bu yüzden kanuna uygun korunmaktadır. Bazı tarihi ahşap iskelet binalar 13 ve 14. yüzyılın başından bu yana varlıklarını sürdürmektedirler ve değişen derecelerde değiştirme, onarım ve bozunmayla karşı karşıya kalmış olacaktırlar. Tarihi ahşap iskeletli binaların yaşam süresi, genellikle son derece özgün ve kompleks yapılar oldukları anlamına gelmektedir.

Ahşap iskeletli binalar, özellikle geçirimsiz malzemelerin uygulandığı yerlerde bozunmaya karşı hassastırlar. Geçirimsiz malzemelerin girişinin bir sonucu olarak ahşap iskelet binaların yapısal bütünlüğünün tehlikeye atıldığı bilinmektedir.

Ne yazık ki, durumları incelenirken tarihi ahşap iskelet binaların önemi, karışıklığı ve hassaslığı her zaman anlaşılamamakta veya göz önünde bulundurulmamaktadır. Bu da gereksiz, zarar verici ve geri dönülemez müdahalelerle sonuçlanan uygun olmayan tavsiyelere yol açabilmektedir.

Tarihi ahşap iskeletli binalar özeldirler; yaşına ve tarihi değerine yakışan bir tutumla incelenmelidirler. Bu makale; ahşap iskeletli bir bina için bir rapor sunarken göz önüne alınması gereken temel faktörleri özetlemektedir.

4.2.9.1 Ahşap iskeletin analizi

Ahşap çerçevenin değerlendirilmesi

Ahşap iskeletli bir binanın temel yapısal bileşeni, iskeleti; ahşap çerçevedir. Bu nedenle; inceleme zorunlu olup bilirkişinin binanın yapısal performansını anlaması, ahşaplar ve ek yerleri arasındaki ara bağlantılara bağlıdır.

Bu, çoğunlukla gözden kaçırılmakta veya önemsiz görülmektedir; bilirkişi ve diğer uzmanlar tarafından ahşap çerçevenin performansını veya durumunu değerlendirmeyen raporlarla karşılaşmak olağandışı değildir. Bazı durumlarda ahşap çerçeve; binanın temel yapısal bileşeni olarak değil de çatının, duvarların ve döşemelerin parçası olarak kontrol edilmekte ve raporlanmaktadır.

Bir binanın temel yapısal bileşeninin performansını ve durumunu değerlendirmeyen bir araştırma çok yanıltıcıdır ve bazı durumlarda hatalı olacaktır. Bu yüzden, ahşap iskeletli bir binanın durumunu anlamayı başarmak için çerçeve ve ek yerlerinin ayrı ayrı kontrol edilip raporlanması gerektiği söylenebilir.

Bir ahşap çerçevenin değerlendirilmesi şunları kapsamaktadır:

- Çerçeve tipinin tanımlanması (kutu kesitli çerçeve, geçmeli vb.)
 - Öncül ahşapların ve bağlantıların yapısal detaylarının kaydedilmesi
 - Ahşap çerçeveye yapılan herhangi bir değişikliğin kaydedilmesi
 - Çerçevenin yapısal performansının değişip değişmediğini belirlemek.
- Sorulabilecek sorular şunları kapsamaktadır:

- Çerçeve halen amaçlandığı gibi mi davranıyor?
- Ahşaplar kaybedilmiş veya değiştirilmişler mi?
- Kagir duvarlar ahşap çerçevenin yapısal davranışının yerini almış mı? Bina şimdi kompozit bir yapı mıdır? (örneğin, ahşap iskeletli ve kagir yapının bir kombinasyonu)
- Kagir duvarlar yapısal bir performans sergileyebiliyor mu? En çok karşılaşılan problem; tek dış katman tuğla dolgu panellerinin nerede yapısal bir fonksiyon üstleneceği ve taban kirişinin nerede bozulmuş olduğudur. Birçok durumda dolgu paneller, strüktürel yük taşıyıcı rol sergileyememektedir.
- Bağlantıların (ek yerlerinin) hala amaçlandıkları fonksiyonları yerine getirip getiremediğinin belirlenmesi
- Ahşap çerçeveyi üç boyutlu bir yapı olarak, iç ve dış ahşaplar arasındaki ilişkiyi değerlendirmek
- Bozunma görülen yerlerin teşhis edilmesi
- Geçmiş onarımların ve başarılı olup olmadıklarının tespiti
- Risk altındaki veya aktif bozunmanın görüldüğü yerlerin tespiti

Ahşabın cinsinin ve biçme şeklinin belirlenmesi

Bir binanın yapımında veya onarımında kullanılan ahşabın yaşı, cinsi ve kalitesi bozunmaya karşı hassasiyetini ve kimyasal işlemlere direncini etkilemektedir. Ahşap

cinsi, ayrıca ahşap çerçevenin performans özelliklerini ve ahşaba etki eden bozunma türlerini belirleyebilir.

Ahşap türlerini bir görsel incelemeyle belirlemek zor ve bazen de imkansız olmasına rağmen her deneme, geniş veya iğne yapraklı ağaç ahşabının diri odunu mu veya öz odunu mu olduğunu değerlendirmek için yapılmalıdır. Ayrıca, ahşabın binada kullanım için nasıl biçilmiş olduğunu tespit etmek de önemlidir. Örneğin; ahşap kutu çerçeve veya ikiye bölünmüş mü?

Bütün ahşapların diri odunu ahşap çürütücü mantarlar saldırılarına karşı çok az dayanıklılığa sahipken, ahşabın öz odununun kimyasal koruyucularla muamelesine karşı doğal dayanıklılığı ve direnci her değişik türde farklılık göstermektedir. Örneğin; ahşap çerçeveli binalarda en çok görülen ahşaplar meşe ve karaağaçtır. Bina Araştırma Kurumu (BRE), karaağacın öz odununu muameleye dayanıksız ve orta derecede dayanıklı olarak sınıflandırırken; meşenin öz odununu doğal dayanıklı ahşap olarak ve kimyasal koruyucularla muameleye fazlasıyla dayanıklı olarak sınıflandırmaktadır.

Binanın performansının değerlendirilmesi

Eski binaların geleneksel olarak nasıl yapıldığını ve geleneksel nefes alma performansında nasıl değişikliklerin sağlık durumlarına zararlı bir etkiye sahip olabileceğini değerlendirmek oldukça önemlidir.

Geçirimsiz malzemelerin kullanımı (modern boyalar, çimento sıvalar, pervazlar ve ek yerlerindeki parça onarımları vs.) nemin kolayca nereden buharlaşabileceği alanları azaltmakta ve bünye içinde ve ahşaba dayalı nemin tutulmasını artırmaktadır.

Uzun süre nemliliğe maruz kalan çatı ve özellikle ahşaplarda ortam, aktif mantar çürüklüğü ve ahşap delici böcek istilalarına neden olabilmektedir. Bu yüzden; ahşap bir binanın onarım veya bakımında geçirimsiz malzemelerin nerelerde kullanıldığı, çürüklük olma ihtimalinin yüksek olduğunun değerlendirilmesi gereklidir.

Kaplamalar ve dolgu paneller

Ahşap iskeletli binaların kaplama ve dış bitirmeleri, binanın geleneksel performansında rol oynayan ayrılmaz bir parçası olarak çok önemlidir.

Aşağıdaki sorulara cevap vererek binanın geleneksel performansını, ahşap iskeletin durumu ve bozunma olasılıklarını değerlendirebiliriz.

- Bina orijinal olarak nasıl bulunmaktaydı? (Ahşap iskelet sıva veya kireç badanayla mı korunuyordu?)
- Ne gibi değişiklikler yapılmış? (Asla amaçlanmadığı gibi ahşap iskelet şimdi korunmasız mı?) (Tarihi kaplama veya bitirmeler kaldırılmış veya gizlenmiş mi?)
- Binanın onarım ve korunmasında hangi tip malzemeler kullanılmış? (Geleneksel gözenekli ve uyumlu malzemeler mi ya da modern, sıkı ve geçirimsiz malzemeler mi?)

Bozunmanın değerlendirilmesi

Zemin seviyesine yakın taban plakası, geçirimsiz malzemelerle temas eden ahşaplar ve sızan çatı kaplamaları veya yağmursuyu birikintileri altındaki ahşaplar gibi en fazla tehlikede olan ahşapların kontrolü, ahşap iskeletli bir binanın araştırılmasında en önemli kısımlardır.

Ahşap iskeletli bir binanın bozunma risklerini değerlendirmek ve kimyasal koruyucularla gereksiz işlemlerden kaçınmak için, bilirkişinin bozunma faktörlerini teşhis edebileceği bir inceleme gereklidir (mantar çürüklüğü ve ahşap delici böcek istilasası). Örneğin;

- Islak çürüklük ve ahşap delici böcekler gibi en yaygın bozunma mekanizmaları;
- Çürüklüğün aktif olup olmadığı ve;
- Müdahale gereken bir tür olup olmadığı belirlenmelidir. Örneğin; kahverengi diri odun böceği sadece diri oduna, ahşap kesildikten sonra oldukça kısa bir zamanda saldırır. Dört asırlık bir binada bu saldırılar etkisiz olacaktır ve müdahale gerekmeyecektir.

Ahşap çerçevede bozunma oranının değerlendirilmesi

Maruz kalınan bozunma oranlarının bir değerlendirilmesi, ne gibi önerilerin yapılması gerektiğini belirlemede yardımcı olacaktır. Örneğin; çerçeve binanın yapısal bütünlüğünü tehlikeye sokacak kadar artan oranlarda bozunmaya maruz kalmışsa, bozunmanın nedeninin bir an önce ortadan kaldırılması ve çerçeveye onarım uygulanması gerekmektedir.

Eğer, bozunma oranı kabul edilebilir bir seviyedeysen ve yapısal bir konu söz konusu değilse daha hassas bir yaklaşım kullanılabilir.

4.2.9.2 Araştırmanın yürütülmesi

Binaların birçoğunun ahşap çerçevesinin fiziksel denetimi; taşın, sıvaların, bindirme kaplamaların, sıvaların, iç döşemeler ve tavanların yanı sıra bina içeriğinin varlığıyla ciddi olarak sınırlanmaktadır. Birçok durumda, kesin yapısal detaylar veya bütün ahşap çerçevenin durumunu belirlemek zordur.

Ahşap iskeletli binaların fiziksel araştırması, eğer bir ölçüm incelemesi mümkünse, fazlasıyla desteklenmiştir. Bu gibi bilgilerin ulaşılabilirliği, bilirkişinin binayı anlamasını, bozulmaları ve eksik ahşapları belirlemesini kolaylaştırmaktadır. Ancak; bu nitelikteki detaylı bilgiler normalde elde edilemeyecektir ve bilirkişinin mümkün olduğu kadar bilgiyi şantiyede karşılaştırması (harmanlaması) gerekmektedir. Bu genellikle, ahşap çerçevenin kabataslak çizilip notlandırılmasıyla en iyi şekilde gerçekleştirilmektedir.

Ahşapların sayısının ve karmaşıklığının göz korkutmasından sakınmak için, ahşap çerçeve ve binanın birleşik elemanlarının yazılabilir ve gerçekleştirilebilir görevlere ayrılması gerekmektedir. Bu da; ancak ilk önce temel (esas) ahşapların incelenmesiyle, çapraz çerçevelerden başlayarak azar azar ahşap iskeletin resmi yapılarak ikincil ahşaplar (dikme, korkuluk ve çatı merteği) incelenebilir. Bu incelemeyle, hangi ahşapların mevcut olduğu tespit edilip çerçevenin durumunun genel bir izlenimini oluşturmak mümkün olmaktadır.

Ahşap çerçevenin fiziksel incelenmesinin şunları kapsaması gerekmektedir:

- Yüzey çürüklüğünün boyutunun bir değerlendirilmesinin yapılabilmesi için ahşabın dayanıklılığı, kör tornavida gibi bir aletle test edilerek dikkatli sondaj yapılabilir.
- Yüzey altında, çürüklüğün varlığı hakkında bir fikir elde etmek için ahşap tornavidanın sapıyla veya ahşaba zarar vermeyecek bir aletle derinlik kontrolü yapılabilir.
- Bağlantı yerlerinde zıvanaların mevcut olup olmadığını test etmek için demir testeresi ağzı kullanılır.

Bu metotların hiçbirisi bilimsel veya kesin değildir. Ancak, ahşapların durumları hakkında genel bir görünüm elde etmede önemli bir yere sahiptir.

4.2.9.3 Ayrıntılı incelemeler

İncelemedeki kısıtlamalar; binanın parçalarının, yapısal detayların ve durumunun doğru bir şekilde belirlenebilmesi için birçok durumda daha ayrıntılı bir incelemeyi gerektirmektedir. Gereksiz işlerden kaçınmak için daha ayrıntılı incelemelerin, işte kendi önerilerini izleyerek mali bir kazanca sahip birisi tarafından gerçekleştirilmemesi gereklidir.

Ayrıntılı araştırma, dış kaplama (sıva, yalı baskısı kaplama vs.) yüzeylerinin kaldırılması gibi dikkatli ve sınırlı açmayı içerebilir. Açıkçası, bu durumda bina sahibinin izni gereklidir ve bir satın alım öncesi araştırmaya her zaman izin verilmeyebilir.

Alternatif olarak; mikro delme (micro-drilling), ultrason tarama ve ısıya duyarlı fotoğrafı gibi tahribatsız teknikler kullanılabilir. Bu sistemler bazı kısıtlamalara sahip olup; uygulayıcının bilgi birikimi, becerisi ve yorumuna bağlıdır.

Herhangi bir ileriki araştırmada fiziksel açma işine veya tahribatsız sistemlere dayalı olup olmadığı; bağımsız tavsiyeye, bilgi birikimine ve ahşap iskeletli binaları anlamaya, bozunmanın nedenlerine ve bozunma mekanizmalarının kendilerine bağlıdır.

4.2.9.4 Onarımsal işler

Onarımsal işler iyi niyetli olmasına rağmen, hem ahşap çerçevede ve bünyesinde hem de binanın bitirmelerinde geniş ölçüde ve geri dönülemez zararlara yol açabilmektedir. Bazı onarımlardan kaynaklanan zararın büyüklüğü, binanın asırlar sonra yavaş bozunmasından daha fazla olabilmektedir.

Saz ve çamur, toprak ve kireç sıvası ve duvar resimleri gibi hassas tarihi bünyede fiziksel onarımın gerekli olduğu yerlerin hepsi risk altındadır. Maalesef, birçok tarihi bina onarım programı süresince tarihi bitirmelerini kaybetmektedir. Bu yüzden, bu bitirmelerin tespit edilmesi konusuna büyük önem verilmesi gereklidir ve ne pahasına olursa olsun çerçevenin geri sıyırılmasından kaçınılmalıdır.

İşe yarar onarım seçeneği türlerinin avantaj ve dezavantajlarıyla birlikte anlaşılması mümkün olup, ahşap iskeletli bir binaya herhangi bir onarım belirlemeden veya önermeden önce gereklidir. İşe yarayan temel onarım seçenekleri; geleneksel ahşap işçilik onarımları, metal kuşakların (çubukların) kullanımı ve reçine onarımlarıdır.

Bir onarım seçeneğinin belirlenmesinde göz önüne alınması gereken bazı faktörler şunları kapsamaktadır:

- Yapısal performans
- Var olan bünyenin ve geçirimli onarımların uyumu
- Uygunluk; örneğin nem kaynaklı bozunma riskinin bulunduğu yerlerde geçirimsiz reçinelerin girişi ve metallerde meşeden kaynaklanan tanik asit riskleri
- Tarihi bünye için gerekli müdahalenin düzeyi
- Pratiklik
- Maliyet
- Başarının kanıtlanmış geçmişi
- Yorum; bu dürüst bir onarım mı?
- Geri dönülebilirlik
- Estetiklik

4.2.9.5 Rapor

İncelemeden elde edilen harmanlanmış bilgilerin müşteriye rapor edilmesi gerekmektedir. Rapor, ahşap iskeletin performansını ve önemini vurgulamalıdır.

Rapor, ahşap iskeletin durumu hakkında olumlu tavsiyelerde bulunmalı; raporda hataların sebepleri ve nerelerde daha fazla inceleme yapılması gerektiği belirlenmelidir. Raporun, yapının ve tespit edilmiş sorunların müşteriye anlatılmasında yardımcı olacak taslaklar ve fotoğraflarla desteklenmesi faydalı olacaktır.

4.2.9.6 Özet

Tarihi ahşap binalar yığma yapılardan farklıdır. Bu binaları inceleyip raporlayanlar, ahşap iskelet binaların özel karakteristiklerini yansıtan bir yaklaşım benimsemelidirler. Bu da, aşağıda gösterilen şekilde mümkün olabilir:

- Bu binaların özel mimari ve tarihi önemini yansıtan koruma amaçlı bir yaklaşım benimsenmiş olması

- Bina koruma felsefesi ve bilgisini uygulamaya koyma yeteneği, dolayısıyla tarihi bünyeye tamamen saygı duyulmasının sağlanması ve yapılan herhangi bir tavsiyeden binanın veya bünyesinin olumsuz olarak etkilenmemesi
- Koruma mevzuatları ve bunların tavsiyelerinin anlaşılması
- Her binayı, özgün yapısını yansıtacak manada ele almak
- Ahşap iskeletli binaların geleneksel olarak nasıl inşa edildiklerini, onarıldıklarını ve korunduklarını anlamak
- Ahşap iskelet temel yapısal bileşendir ve bu binanın incelenip raporlandığı gibi yansıtılır.
- Kullanılan ahşabın yaşı, cinsi ve kalitesi
- Geleneksel performansın önemi
- Geleneksel performanstaki herhangi bir zarar verici değişikliğin sonuçları
- Binanın maruz kaldığı muhtemel bozuklukların türünü ve yapısını tanıma kabiliyeti
- Uygun ve iyi onarım için kullanılabilir metotlar

Yukarıda özetlenene benzer bir yaklaşımı benimsemek; tarihi ahşap iskeletli binaların iyi düşünülmüş ve bilgilendirilmiş tavsiyeler alma ihtimalini artırarak bu özel yapıların ve bünyelerinin, hem ahşap iskeletin hem de tarihi bitirmelerin, ömrünü uzatmaya katkı sağlayacaktır.

4.2.10 Ahşap iskeletin değerlendirilmesinde kullanılabilecek bit metot örneği (Oxley, 2003)

Ele alınan metot, ipotek ekspertiz şartnamesi olarak geliştirilmiş bir metottur. Çalışmada, ahşap bir iskeletin değerlendirilmesinde rol alacak kişinin uzman olması, yapının niteliğini öncelikle araştırması ve aşağıda sıralanan özelliklerden birine sahip olup olmadığını belirlemesi gerektiği belirtilmektedir:

- Mimari veya tarihi önemi olması ya da böyle kaydedilmiş olması;
- Koruma alanında; veya
- Olağandışı yapı olması.

Binaların mimari ve tarihi yarar bakımından, koruma alanında veya olağandışı yapı işleri için aşağıdaki öneriler verilmektedir:

a. İpotekli kredi için ipotek olarak kullanıldığında herhangi bir binanın içinden geçtiği süreç kolaylıkla uygun olmayan işlerin üstlenilmesine yol açabilmektedir. Yanlış kararların alınmasına neden olacak birçok uygun durum vardır:

- Öncelikle, bilirkişi tarafından bir hata fark edilmelidir.
- Hatanın sebebi, eksper tarafından doğru veya yanlış olarak teşhis edilebilir.
- İyileştirici müdahaleler, eksper tarafından doğru veya yanlış olarak belirlenebilir.
- Borç para veren kurum, eksperin tavsiyelerini bir ipotek teklifini etkilediği durumlarda doğru veya yanlış olarak yorumlayabilir.
- Bina sahibi, danışmanı veya müteahhit bu koşulları doğru veya yanlış olarak yorumlayabilir.
- Sonunda üstlenilen iş, doğru dürüst uygulanabilir ya da uygulanmayabilir.

b. Oldukça standart bir bina tipi için birkaç problemin var olacağı muhtemel görülmektedir. Fakat, standart olmayan bir bina için bir şeylerin ters gitmesine sebep olacak birçok durum vardır. Uygun olmayan tavsiye ve/veya borç veren tarafından dayatılan görevleri yapmaya meraklı olan borçluların, genellikle onların eksperlerinin tavsiyeleriyle, bağımsız uzman tavsiyesi olmadan davranmanın bir sonucu olarak binanın mimari veya tarihi önemine kasıtsız olarak zarar verilebilir.

c. Çoğu tarihi binanın konstrüksiyon şeklinin karmaşıklığı ve/veya orijinalliği göz önünde tutulursa, genellikle eksperin yetki kapsamı dışındaki geniş inceleme olmaksızın hataların üstesinden gelen uygun çalışma hakkında spesifik olmak mümkün değildir. Standart müdahalelerin çoğu, oldukça modern binalardaki hataların üstesinden gelmek için kullanılmakta; tarihi binalara uygulandıklarında fiziksel ve/veya tarihi ve/veya mimari öneminin bir yapısı olarak binanın sağlamlığına önemli zarara neden olabilmektedir.

Genel problemler şunları kapsamaktadır:

- Nem artışı için işlem
- Nüfuz edici nem için işlem
- Yeniden dolgu veya yeniden sıvama

- Yapısal hareket
- Ahşap tedavi
- Pencereleler

Aşağıdaki e- j paragrafları, mimari veya tarihi önemi olanları kapsayarak eski binalardaki genel problemler ve çözümleri hakkında kayıt ihtiyacını karşılamaktadır.

d. Yukarıda belirtilen durum göz önüne alınarak, eksperin genellikle ipotek kontrol raporunu sağlamak için araştırması gereken tavsiyeler sınırlandırılmaktadır.

e. Nem artışı

- Eski binalar, genellikle dolgu duvarlardan inşa edilmiştir ve bunlar makul bir şekilde kuru koşulları sağlamak için nemi buharlaşma yoluyla kaybetme yeteneklerine güvenmektedirler. Binalarda; yoğun veya geçirimsiz malzemelerle kaplamak gibi değişiklikler veya drenaj ya da yükseltilmiş zemin seviyeleri gibi çevredeki değişiklikler nemin artmasına sebep olabilmektedir.

- Nem artışına maruz kalan dolgu duvarlar için standart işlemler, kimyasal enjeksiyon ve içten koyu sıva hazırlanmasını kapsamaktadır. Bunlar, sonuç olarak kaymanın meydana gelebileceği yerlerde kerpiç ve kil yığını duvarlarda ciddi problemlere neden olabilmektedir. Taşta kimyasal enjeksiyon ile delme çok zor olabilmekte ve ciddi parçalanmalara neden olabilmektedir. Moloz taşın kalın duvarlarında veya moloz dolgulu duvarlarda enjekte edilmiş nem yalıtımı, çoğunlukla derzlendirme (grouting) garanti edilmedikçe faydasızdır. Kireçtaşı blok veya yumuşak tuğla gibi yumuşak taşlardan inşa edilen binalar ekli bir nem geçirmez tabakanın altında korunmasız tuğla duvar; bu bölgedeki nem konsantrasyonundan, tuz birikimi ve don etkisinden dolayı ciddi bozunmalara maruz kalabilir. Ahşap iskelet binalarda aynı zamanda, herhangi bir ekli nem geçirmez tabaka seviyesinin altında ahşabın hapsedilmemiş olmasının sağlanmasına özel önem verilmesi gerekmektedir.

- Belirtildiği gibi, geçirimsiz sıvalar dolgu duvarlardan nemin buharlaşmasını engellemektedir ve bu yüzden duvar malzemesinin kendisinde artan oranda nemliliğe yol açmaktadır. Duvara giren nem; emme ve buharlaşma arasında bir denge kurulana kadar yükselmeye çalışacaktır. Duvarın bünyesindeki malzemelerin, içindeki

ahşapların ve temas halinde bulunanların daha fazla bozunması muhtemeldir ve duvar da etkilenmeye başlamış olabilir.

- İç sıvanın soyulduğu yerlerde nem yalıtımı ile ilgili işler tarihi veya artistik açıdan önemli duvar boyaları veya boyalı dekorasyona zarar vermiş ya da bunları yok etmiş olabilir. Bu gibi dekorasyonlar, duvarlar ve diğer yüzeylerde yaygındır.

f. Nemin nüfuzu

- Yukarıda belirtildiği gibi, dolu duvarlar nemi buharlaşma yoluyla kaybedebileceği gözenekli malzemelerden yapılmıştır. Sıklıkla bu işlem; geçirimsiz sıvaların, alçıların ve harçların veya su geçirmeyen boyaların ve diğer kaplamaların kullanılmasıyla engellenmektedir. Bu da; nemin duvar içinde hapsedilmesine, bina bünyesinde artan bozunmaya ve yaşam koşullarında bozulmaya neden olabilmektedir.
- Nem nüfuzuna standart çözümler; geçirimsiz sıvalar, su geçirmeyen kaplamalar ve silikon uygulamalarını kapsamaktadır. Bunların hepsi tarihi bir binada kullanıldığında sorunu şiddetlendirebilmektedir.

g. Dolgu ve sıvama

- Tarihi binalarda dolgu ve sıvama, biraz gevrek veya yumuşak olduğu için genellikle kınanmaktadır. Yukarıda bahsedildiği gibi; bir harcın veya sıvanın yumuşaklığı avantajlı olabilirken, yoğun (çimento bakımından zengin) karışımlar sorunlara neden olabilir. Koruma işleri için kireç esaslı karışımlar (çoğu kez çimento eklenmeden) çoğunlukla kullanılmakta olup, kalan harç ve bağlantı tiplerini birbirine uydurmaya özen gösterilmelidir.

h. Yapısal hareketler

- Tarihi binalardaki yapısal deformasyonlar, çoğu kez modern yapılardan daha fazla komplekstir ve yanlış yorumlama oldukça kolaydır. Parçalanma çoğunlukla, standart çözümün askıya alındığı farklılaştırılmış yapılanmalara dayandırılmaktadır. Deformasyon ve parçalanmanın diğer yaygın nedenleri; kontrolsüz çatı baskısı, ahşap kuşakların, kirişlerin ve diğer yerleşik ahşapların bozunmasını kapsamaktadır. Eski bir binadaki deformasyonun nedeni geçmişte tedavi edilmiş olabilir (fakat bu belli olmayabilir) ya da varlığının ilk zamanlarında yerleşme meydana gelmiş ve şimdi durmuş olabilir.

- Kompleks bir binadaki hareketleri doğru anlamak, ancak uzunca bir zaman izlemeyle mümkün olabilmektedir. Tarihi bir binanın askıya alınması, sorunu çözmekten çok daha fazla sorunlara neden olabilmekte ve son çare olarak görülmektedir. Bazı durumlarda, daha az yapısal deformasyonla yaşamak daha iyi olabilmektedir.

- Yapısal hareketlerle ilgili olarak büyük yapısal onarımlara başlamadan önce, tarihi yapıların onarımında deneyimi olan kalifiye bir profesyonel uzmanın önerileri şarttır.

i. Ahşap tedavi

- Böcek saldırısı ve mantar çürüklüğüne karşı ahşaplara müdahale, çoğunlukla bir tedbir ölçütü olarak önerilmektedir. Tedavi şirketleri sıklıkla, işlem sıvılarının nüfuz edebilmesi için boya ve diğer kaplamaların ahşaptan sıyrılmış olmasını gerekli bulmaktadırlar. Eğer kum püskürtmeye başvurulursa, ahşaplar çok pürüklü görünüşle sonuçlanabilmektedir. Ayrıca, ahşaptaki boyalı dekorasyonun yok olma tehlikesi bulunmaktadır.

- Aktif istila bulunmadıkça, güncel endişe ile zehirli kimyasalların ahşap tedavisinde kullanılmasını önermek mantıksızdır. Şüpheli durumlarda, bir istilanın hala aktif olup olmadığını belirlemek için ahşabı kontrol etmek gerekli olabilir.

- Genelde önemli ölçüde bozunmuş ahşabın onarımı, genellikle çok daha fazla bina bünyesi kaybı ile sonuçlandığı için şantiyede sökülerek üstlenilmelidir.

j. Pencere

- Tarihi bir binanın karakterine ve doluluğuna büyük ölçüde katkı sağladığından, gereksiz pencere değişikliklerinden kaçınmak gereklidir. Ahşap pencereler daima onarıma uygundur. Alüminyum, pvc ve standart modern ahşap pencereler veya doğrama bölümlerinden estetik nedenlerden dolayı kaçınılmalıdır. Bu gibi işlerde, listelenmiş bina izni gerebilmektedir.

- Eski camın yeri doldurulamaz ve pencere onarımlarında çok dikkatli olmak gerekmektedir.

- Eski kurşun kaplı vitraylar onarılmaya uygundur ve yeniden kurşunla kaplanabilir. Bir kez daha bütünlük ve görünüş sebepleriyle metal çerçeveli kurşunlu vitraylar, modern cam kopyalarından ve kurşuna yapışan tiplerinin tümünden kaçınılmalıdır.

4.2.11 Emprenyeli ahşapta güvenlik önlemleri

Emprenye metotlarında kullanılan tüm emprenye maddeleri, kendi kullanım talimatlarında belirtilen önlemler alınarak ahşaba uygulanmalıdırlar (TS 11072, 1993). Ahşap hala ıslaksa ya da çözücü içeriyorsa; emprenye işlemlerinden sonra ahşap malzemenin boşaltılması veya taşınması sırasında koruyucu eldivenler, maskeler, ayakkabılar ve geçirimsiz giysiler giyilmelidir (Anon, 1994; BS 1282, 1999) (Çizelge 4.8) Kreozot ve organik çözücülü emprenye maddeleriyle emprenye edilen ahşap malzemeler havadar yerlerde istiflenmelidir. CCA ve CCB tipi maddelerle emprenyeden sonra ahşap malzemeler emprenye maddesinin damlaması kesilinceye kadar bekletilmelidir (TS 11072, 1993). CCA, bor ve organik çözücülü emprenye maddeleriyle işlem görmüş ahşaplar kuruduktan sonra taşınırken özel önlemlerin alınmasına gerek duyulmazken, yemekten önce ellerin iyice yıkanması önerilmektedir. Özellikle, organik çözücülü ve yağlı emprenye maddeleriyle işlem görmüş ahşap malzemelerin gıda maddelerine yakın yerlerde kullanılmaları durumunda gıda maddeleriyle teması ve kötü koku vermelerini önlemek için gerekli önlemler alınmalıdır (BS 1282, 1999).

Hizmet ömrünü tamamlamış emprenyeli ahşap malzeme atıklarının yok edilmesi, geri dönüşümü ve tekrar kullanımı sırasında çevresel açıdan birçok problemle karşılaşmaktadır. Kreozot, CCA ve PCP gibi insan ve diğer canlıların sağlığını tehdit ettikleri ve ekolojik dengeyi bozdukları tespit edilen maddelerin kullanımı birçok ülkede yasaklanmıştır (Baysal, 2003; Şen ve diğ., 2002).

Yapım, işlenme ve zımparalama sonucu oluşan emprenyeli artık ahşapların güvenli bir şekilde yok edilmesine büyük özen gösterilmelidir (BS 1282, 1999). Emprenyeli atık ahşapların tekrar kullanımı ve geri dönüşümü sağlanmalı; bu mümkün değilse gerekli çevresel önlemler alınarak atıklar gömülmeli ya da yakılarak yok edilmelidir (Kartal ve diğ., 2006). Ancak; yakma işlemleri sırasında oluşan kül içerisindeki ağır metaller ve zehirli gazlar yayılabilmekte, toprağa gömülerek yok edildiğinde ise ağır metaller yıkanma ya da topraktaki nem aracılığıyla malzemeden uzaklaşıp toprağa ve yeraltı sularına karışabilmektedir. Yok etme işlemlerinin bu olumsuz etkilerinden dolayı ahşap malzemede bulunan ağır metallerin geri alınması önem kazanmakta; bunun için kimyasal, biyolojik veya her ikisinin kombinasyonundan oluşan metotlar kullanılarak emprenye maddesi ahşaptan uzaklaştırılabilmektedir (Şen ve Yalçın, 2009).

Çizelge 4.8 : Ahşap emprenye metotlarında riskler ve risklere karşı alınacak önlemler (Anon, 1994).

Metot veya İşlem	Ana Riskler	Teknik Kontrol	Risklere Karşı Alınacak Önlemler	
			Koruyucu Giysi	Teknoloji Değişimi
Püskürtme	Çevredeki malzemelerin, suyun veya toprağın yüksek oranda kirlenmesi	Elle püskürtmeden kaçınılmalı Kesik uçlara uygulanırken: kesim, batırma veya basınçlı işlemlerden önce düzenlenmeli	Koruyucu maske ve elbise giyilmeli	Fırça ile sürme veya daldırma denenmeli
Fırça ile sürme	Çevredeki malzemelerin damlama yoluyla kirlenmesi Cildin maruz kalma riski Solventlerin solunmasına maruz kalma	Dikkatlice fırçalanmalı Damlalar toplanmalı Kesik uçlara uygulanırken: Kesim, batırma veya basınçlı işlemlerden önce düzenlenmeli Yüksek hacimler için havalandırma sistemi kurulmalı	Koruyucu elbise ve eldivenler giyilmeli Koruyucu maske takılmalı	Teknik olarak uygun yerlerde, eğer yüksek hacimlerde işlem yapılacaksa batırma veya basınçlı işlemler denenmeli Daha yüksek hacimlerde işlem yapılacaksa kapalı sistem düzenlenmeli
Sulama, Batırma (daldırma), Sıcak ve soğuk açık tank metotları	Dökülme suretiyle kirlenme Yeni işlem görmüş ahşaptan damlama suretiyle toprağın veya suyun kirlenmesi Özellikle su bazlı olmayan emprenye maddeleri kullanıldığında solventlerin veya etken maddelerin yüksek oranda solunması Emprenye kazanında yüksek hacimlerde döküntü üretimi	Sabit ve toprak setle çevrili tesisler sınırlandırılmalı, döküntüler toplanmalı ve tekrar değerlendirilmeli Damlalar toplanmalı ve yeniden değerlendirilmeli. Yağmura karşı koruma sağlanmalı: damlama yüzeyinin ve depolama alanının üzeri kapatılmalı Havalandırma sistemi kurulmalı. Hava konsantrasyonu kontrol edilmeli İşlemden önce testere tozu ahşaptan temizlenmeli	El ile uygulanmamalı Koruyucu maske takılmalı	Kapalı (basınçlı) sistem kullanımı denenmeli Solventleri absorbe etmek ve/veya yeniden değerlendirmek için kapalı sistem düzenlenmeli
Basınçlı metotlar	Silindir kapağı açıldığında veya sızdırdığında hava deliklerinin yanında buhar veya aerosolün solunması Sızıntılar veya personelin hataları sonucu dökülme Yeni işlem görmüş ahşaptan ya da işlem vagonlarından damlama suretiyle toprak veya suyun kirlenmesi Su bazlı olmayan emprenye maddeleri kullanıldığında solventlerin yüksek oranda solunması Su bazlı olmayan emprenye maddeleri kullanıldığında çok yüklü atık su üretimi Yüksek hacimlerde tortu üretimi	Buhar emme teknolojisi kurulmalı Setleme yapılmalı Uygun eğitim verilmeli Çatı ve depolama alanında oluşan damlalar toplanmalı ve tekrar değerlendirilmeli Çalışma riskleri kontrol edilmeli Daha iyi havalandırma sistemi kurulmalı: emme ve tekrar değerlendirme sistemi Solventlerin veya etken maddeler için tekrar değerlendirme sistemi kurulmalı	Koruyucu maske ve elbiseler giyilmeli Yağmura karşı koruma sağlanmalı Koruma maskesi takılmalı	

4.3 Genel Değerlendirme

Ahşapta çürüklüğün belirlenmesi ve müdahale sürecinin; ön teşhis (problemin belirlenmesi), inceleme çalışmaları (problemin değerlendirilmesi), teşhis ve yerinde müdahale, onarımlar, düzenli bakım ve kontrol aşamalarından oluştuğu sonucuna varılmıştır.

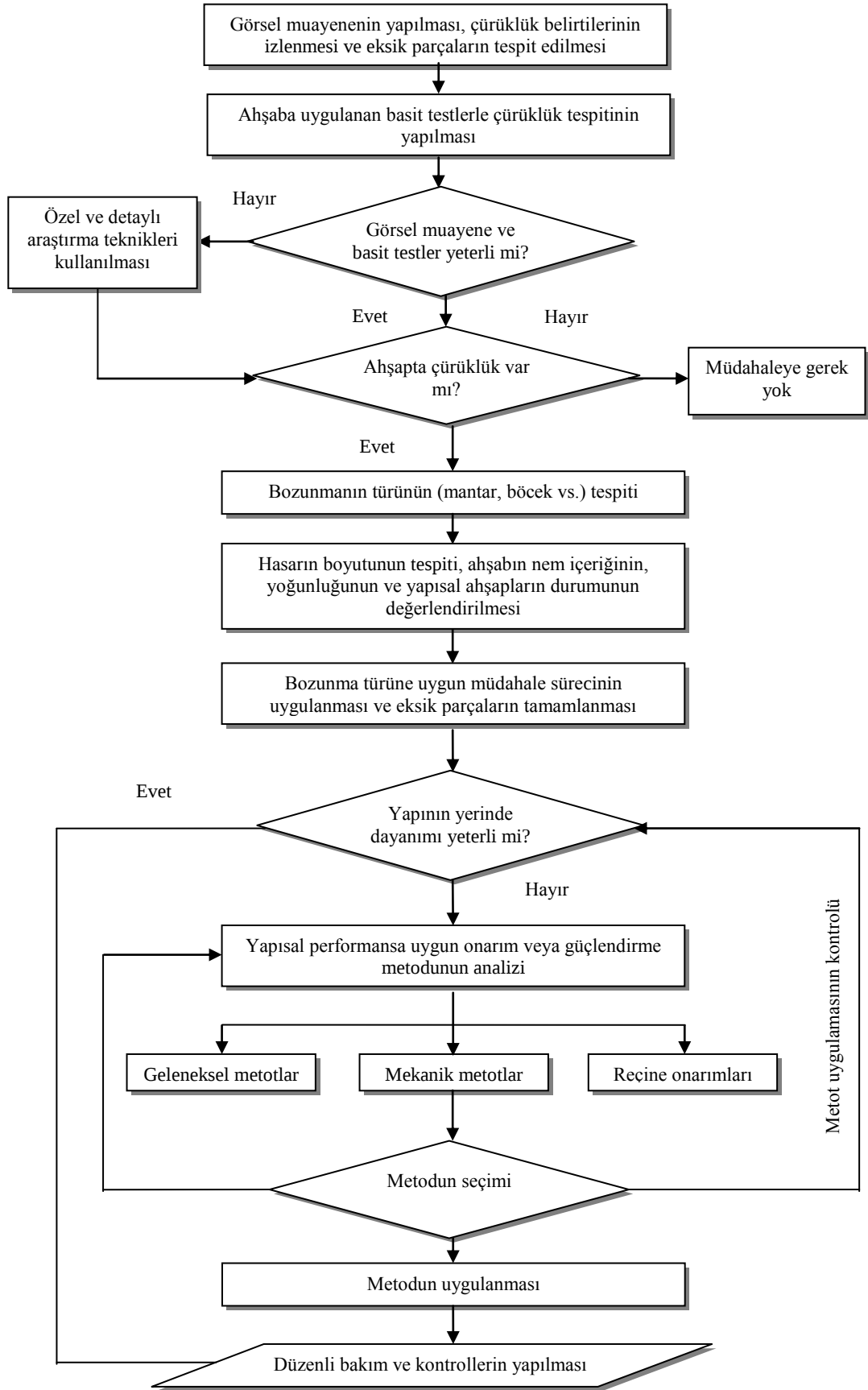
Ahşapta koruma ve onarım süreçleri ile çürüklük yapan mantar ve böceklerle mücadele süreçleri için ayrı ayrı akış çizelgeleri çıkarılmıştır (Şekil 4.65, Şekil 4.66, Şekil 4.67). Aşağıda bu aşamalar kısaca özetlenerek tanımlanmaktadır.

Ön teşhiste; konusunda uzman bir kişi tarafından yapılan görsel muayenede, binadaki çürüklük belirtileri izlenmektedir. Binanın planları, yapılan eklemeler ve değişiklikler, yapısal elemanların boyutları ve deformasyonlar incelenir. İnceleme sonucu elde edilen bilgiler planlarda işaretlenip, eksik parçalar tespit edilerek çürüklüğün ve hasarın görüldüğü bölgeler belirlenir. Çürüklük belirtilerinin görüldüğü ahşaplara uygulanan basit testler yardımıyla çürüklük tespiti yapılır. Bu teknikler yetersizse, özel araştırma tekniklerinin kullanılmasına karar verilir.

İnceleme çalışmalarında; ahşabın nem içeriği ve yoğunluğu tespit edilir. Yanlış müdahalelerden ve gereksiz uygulamalardan kaçınmak için bozunmanın türü (mantar, böcek, termit) ve aktif olup olmadığı değerlendirilmelidir. Gerekli görüldüğünde mikroskopik analiz gibi detaylı araştırma teknikleri uygulanabilir. Elde edilen bilgiler ışığında hasarın boyutu tespit edilir. Yapısal ahşapların etkilenip etkilenmediği, yapının mevcut yükleri ve ileriki yük durumu değerlendirilerek yapının yerinde dayanımı belirlenir.

Teşhis ve yerinde müdahale aşamasında; ön teşhis ve inceleme çalışmalarında elde edilen tüm sonuçlar yorumlanarak değerlendirilmekte ve müdahale şekline karar verilmektedir. İlk olarak, nem kaynakları belirlenip yok edilmelidir. Daha sonra ahşabın kurutulması sağlanmalıdır. Havalandırmanın zayıf olduğu yerlerde; ısıtma ve havalandırma iyileştirilmelidir. Nemli elemanlarla ahşabın ilişkisi kesilmeli veya nem yalıtımı uygulanmalıdır.

Ahşaptaki çürüklük mantar kaynaklıysa; sporoforlar ve miselyum güvenli bir şekilde yok edilmeli, çürüyen ahşap çıkartılmalıdır. Özellikle, kuru çürüklük istilalarında sporların etrafa dağılmasını önleyecek tedbirlerin alınması gerekmektedir.



Şekil 4.65 : Ahşap koruma ve onarım süreci.

Kuru çürüklüklerde, ahşapta çürüklük belirtisinin 100 cm uzağındaki kısımlar da kesilip yok edilmelidir. Kuru çürüklükte; ayrıca tuğla ve beton gibi yüzeylerin sterilizasyonu gerekebilmektedir. Kuru çürüklük mantarları dışındaki mantar türleriyle mücadelede; çürüklük görülen kısımdan daha fazla ahşabın kesilip atılmasına ve duvarın ya da betonun sterilizasyonuna gerek duyulmamakta, diğer müdahale işlemleri aynen uygulanabilmektedir.

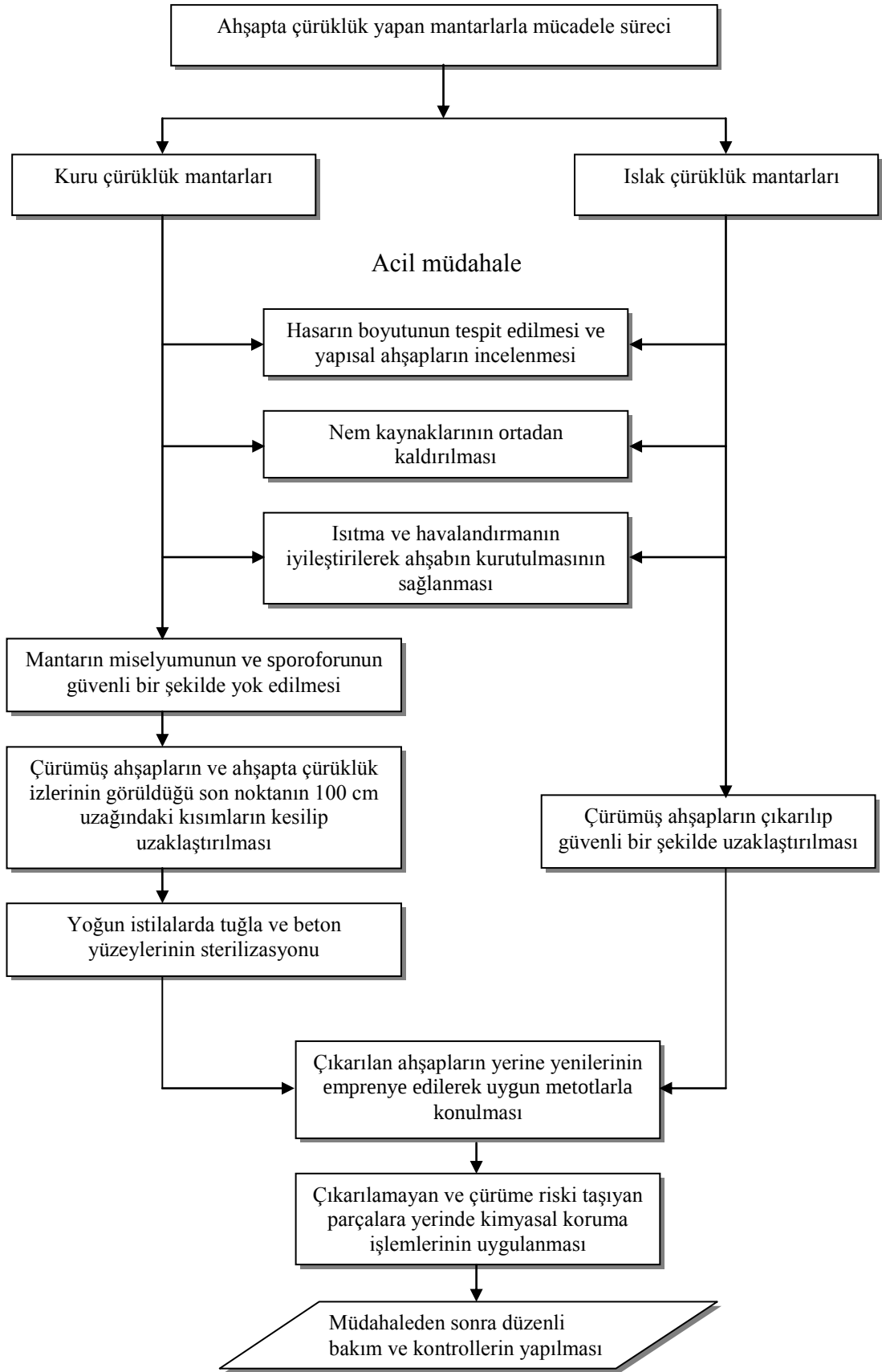
Böcek kaynaklı çürüklüklerde de çürüylen kısımlar çıkarılıp uzaklaştırılarak yakılmalıdır. Bu parçalar yakılmadan önce, mimari veya tarihi bir değer taşımadıklarından emin olunmalıdır.

Onarımlarda kullanılan metotlar; ahşabın tamamen değiştirilmesi, geleneksel, mekanik ve reçine onarımlarını kapsamaktadır. Yapısal ahşaplar etkilenmişse; hasarın boyutuna göre maliyet, estetik özellikler ve geri dönülebilirlik kriterleri göz önünde bulundurularak yapısal performansa uygun müdahale şekli seçilip uygulanmalıdır.

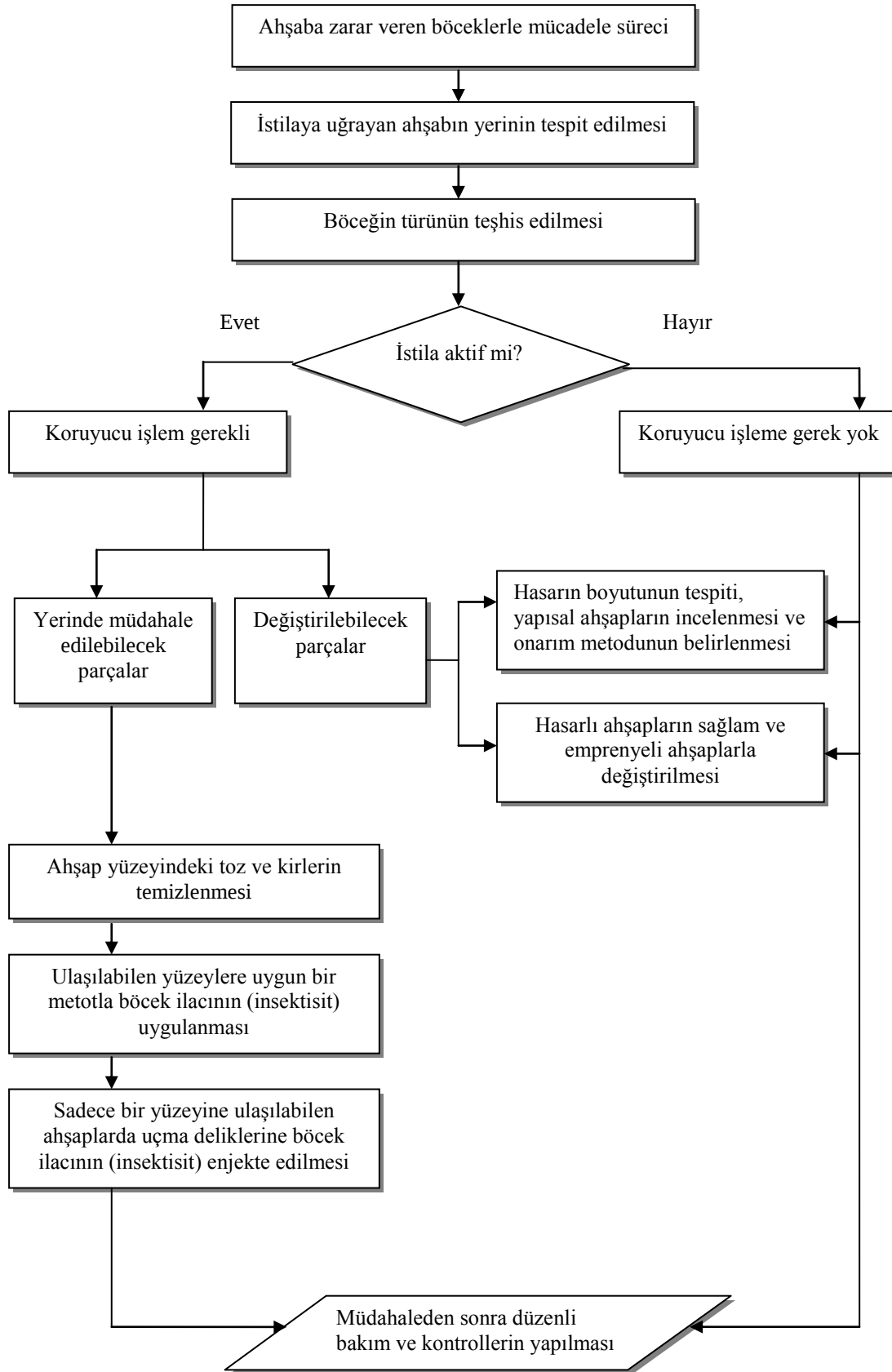
Çürüklüklerde çıkarılan veya kesilen hasarlı parçaların yerine; kusursuz, iyi kurutulmuş, basınçlı veya çift vakumla emprenyeye edilmiş ahşaplar kullanılmalıdır. Yeni eklenecek ahşap; eskisiyle aynı türde ve kalitede, aynı nem içeriğine sahip olmalı ve çalışma yönüne uygun bir şekilde yerleştirilmelidir. Çürüme riski taşıyan çıkarılamayan parçalara, yerinde fırça ile sürme veya püskürtme metotlarıyla en az iki kat emprenyeye maddesi uygulanmalı ya da enjeksiyon yapılmalıdır.

Müdahalelerden sonra ahşap yapılarda düzenli bakım ve kontrollerin yapılmasıyla, oluşabilecek herhangi bir sorunun büyümeden basit müdahalelerle ortadan kaldırılması mümkündür. Bu nedenle; düzenli bakım ve kontroller, tarihi ahşap yapıların korunarak gelecek kuşaklara aktarılmasında önemli bir yere sahiptir.

Kimyasal maddelerin çevreye olan zararlı etkilerini azaltmak için; hizmetteki emprenyeli ahşap malzemelerin hizmet ömrünü uzatmak, alınan yapısal önlemlerle açık hava etkilerine ve neme karşı korumak, çürüme riskinin az olduğu yerlerde kreozot, CCA ve PCP gibi emprenyeye maddelerinin yerine daha az toksik özellikte emprenyeye maddeleri kullanmak ya da kullanılacak emprenyeye maddesi miktarını azaltmak faydalı olacaktır.



Şekil 4.66 : Ahşapta çürüklük yapan mantarlarla mücadele süreci.



Şekil 4.67 : Ahşaba zarar veren böceklerle mücadele süreci.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ahşap malzeme, çeşitli faktörlerin etkisiyle zamanla aşınmakta veya bozunmaya uğramaktadır. Koruma ve onarımda kullanılan çeşitli kimyasal ve yapısal metotlarla ahşabın ve ahşap yapıların hizmet ömrünü uzatmak mümkündür.

Uzun bir hizmet ömrü için; ahşap malzemenin doğal dayanıklılık ve kullanım yerindeki tehlike sınıfına uygun olarak seçilmesi büyük önem taşımaktadır. Genel olarak, iğne yapraklı ağaç odunlarının geniş yapraklılardan daha dayanıklı oldukları bilinmektedir. Ahşabın dayanıklılığı, aynı zamanda diri odun- öz odun oranına bağlıdır. Öz odunun fazla miktarda bulunması, ahşabın zararlı canlılara karşı korunmasına ve doğal dayanıklılığın artmasına yardımcı olmaktadır.

Ahşaba arız olan zararlıların istilalarından korunmak için; ağaç kesildikten sonra kısa sürede taşınıp biçilmeli, keresteler havadar yerlerde depolanmalı ve kullanım yeri koşullarına uygun olarak kurutulup iyi bir şekilde muhafaza edilmelidir. Yapılarda kullanılacak ahşapların iyi kurutulmuş olmasına, yapım sırasında ve sonrasında ahşaptaki nemin % 20'nin altında kalmasını sağlayacak önlemlerin alınmasına özen gösterilmelidir. Suyun yapıya girişi engellenmeli, ahşabın nemli elemanlarla ilişkisi kesilmeli, gerekli yerlerde nem yalıtımı uygulanmalı ve iyi bir havalandırma sağlanmalıdır.

Dış hava etkilerine maruz kalan ahşap malzemelerin korunması için gerekli yapısal önlemler alınmalıdır. Bunun mümkün olmadığı yerlerde ise, ahşap malzemenin emprenye edilerek kullanılması gerekmektedir. Ahşap malzemenin kimyasal olarak korunmasında kullanılan birçok emprenye metodu mevcuttur.

Emprenye metotlarının seçiminde;

- Ahşabın doğal dayanıklılığı,
- Ahşabın nem içeriği ve boyutu,
- Emprenye edilebilirlik kabiliyeti,
- Ahşabın kullanılacağı yerin tehlike sınıfı,

- Kullanılacak emprenye maddesinin türü, miktarı ve çevresel etkileri,
- Emprenye işleminin ahşabın mekanik özelliklerine olan etkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Emprenye maddesi türü, retensiyonu, kullanılan metot, emprenye sonrası kurutma sıcaklığı, ahşabın kalitesi ve emprenye öncesi uygulanan delme (incising) gibi işlemler ahşabın mekanik özelliklerine etki etmektedir. Bu nedenle; emprenye işlemlerinden önce emprenyenin ahşap malzeme üzerindeki etkisi değerlendirilmelidir.

Ahşap malzemenin bozunmasına neden olan faktörlerin ortadan kaldırılması; ancak bu faktörlerin doğru tespit edilmesiyle mümkün olmaktadır. Ahşapta çürüklüğün belirlenmesi ve müdahale süreci; ön teşhis (problemin belirlenmesi), inceleme çalışmaları (problemin değerlendirilmesi), teşhis ve yerinde müdahale, onarımlar, düzenli bakım ve kontrol aşamalarından oluşmaktadır.

Bozunmanın türü (mantar, böcek, termit vs.), aktif olup olmadığı, ahşabın nemi ve yoğunluğu belirlenmeli; hasarın boyutu ve yapısal ahşapların durumu değerlendirilerek belirlenen müdahale süreci uygulanmalıdır.

Mantar kaynaklı çürüklüklerde; çürüklük belirtileri ve çürüyen ahşaplar güvenli bir şekilde yok edilmelidir. Nem kaynakları ortadan kaldırılmalı, havalandırma ve ısıtma iyileştirilerek ahşabın kurutulması sağlanmalıdır. Ahşabın nemli yüzeylerle teması kesilmeli ve yeniden istilaya uğramaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

Böcek ve termit kaynaklı çürüklüklerde, hasarlı ahşaplar kesilip sağlam ahşaplarla değiştirilmelidir. İstilanın aktivitesi düzenli olarak izlenmeli, gerekli durumlarda ahşaptaki deliklere böcek öldürücü enjekte edilmelidir.

Ahşap onarımlarında; çıkarılan veya kesilen hasarlı parçaların yerine kusursuz, iyi kurutulmuş, basınçlı veya çift vakumla emprenye edilmiş ahşaplar kullanılmalıdır. Yeni eklenecek ahşap; eskisiyle aynı türde ve kalitede, aynı nem içeriğine sahip olmalı ve çalışma yönüne uygun bir şekilde yerleştirilmelidir.

Yeniden üretilecek olan ahşap parçalar; eskisi ile aynı türde ve yaklaşık olarak % 12-15 nem içeriğine sahip olmalı, orijinal detaylara uygun olarak hazırlanmalıdır. Daha sonra, kullanım yerine uygun metotla emprenye edilip yerine yerleştirilmelidir.

Çürüme riski taşıyan; ancak çıkarılamayan veya sökülemeyen parçalara ise yerinde fırça ile sürme veya püskürtme metotlarıyla en az iki kat emprenye maddesi uygulanmalı ya da enjeksiyon yapılmalıdır.

Müdahaleler, yapının özgünlüğünü ve bütünlüğünü korumayı amaçlamalıdır. Tarihi bir yapıya uygulanacak her türlü müdahalede dikkatli olunmalı; müdahalelerden önce yapının biçimi ve yapısal durumu ayrıntılı bir şekilde incelenmelidir. Uygulanacak metotlar, kullanılacak malzemeler ve kimyasallar özenle seçilmelidir. Onarımlarda; yapıya zarar verecek gereksiz uygulamalardan kaçınılmalı, en az müdahale ile yapıda en iyi korumayı sağlayacak metotlar seçilip uygulanmalıdır.

Müdahalelerden sonra ahşap yapılarda yapılan düzenli bakım ve kontroller sayesinde, oluşabilecek çeşitli hasarlar önlenebilmektedir. Böylece; yapılarda kullanılan ahşapların, dolayısıyla kültürel değerlerimiz olan tarihi ahşap yapıların korunarak ömrünün uzatılması ve gelecek kuşaklara aktarılması mümkün olacaktır.

Bu çalışma sonunda çıkarılan koruma ve onarım süreçleri ile ahşapta çürüklük yapan mantar ve böceklerle mücadele süreçlerine ait akış çizelgelerinin, ahşap yapıların korunması ve onarımı konularında araştırma yapanlara yardımcı olacağı umulmaktadır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda ahşabın korunmasında kullanılan fiziksel koruma metotları, onarımında kullanılan metotlar ve teknikler ayrıntılı bir şekilde incelenebilir; detaylar geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Addleson, L.**, 1972. *Materials for Building*, Volume: 3, Iliffe Books, London.
- Alma, M. H., Acemioğlu, B.**, 2002. Borlu Bileşiklerin Ahşap Malzeme Korumadaki Yeri ve Önemi, 1. Uluslararası Bor Sempozyumu, 3- 4 Ekim 2002, Kütahya.
- Anonim**, 1988. *Ahşap Malzemenin Korunması*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın No: 338, Ankara.
- Anonim**, 1994. *Environmental Aspects of Industrial Wood Preservation: A Technical Guide*, United Nations Environment Programme (UNEP), Industry and Environment Programme Activity Centre, Paris.
- Anthony, R. W.**, 2007. Basics of Wood Inspection: Considerations for Historic Preservation. <<http://www.apti.org/publications/PP-archive/03-Anthony.pdf>>, alındığı tarih 18.04.2011
- Ashurst, J. S., Ashurst N.**, 1990. *Practical Building Conservation*, English Heritage Technical Handbook Volume: 5 , Gower Technical Press.
- Ashurst, N.**, 1994. *Cleaning Historic Buildings*, Volume: 1, Substrates, Soiling and Investigations, Donhead Publishing, London.
- Ayar, S.**, 2008. Basınç ve Bekletme Süresinin Emprenye Maddelerinin Ağaç Malzemeye Nüfuzuna Etkisinin Belirlenmesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.
- Bakır, K.**, 2008. Türkiye Emprenye Endüstrisi, Mevcut Durum, Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Başaran, M.**, 1965. *Emprenye Maddelerinin Memleketimizde İmal İmkanları*, İmar ve İskan Bakanlığı Yayınları Yayın No: 5- 58.
- Baysal, E.**, 2003. Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Yanma Özellikleri, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **19** (1- 2), 59- 69.
- Beckmann, P.**, 1995. *Structural Aspects of Building Conservation*, Mc Graw-Hill International Series in Civil Engineering, London.
- Berkel, A.**, 1970. *Ağaç Malzeme Teknolojisi*, 1. Cilt, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1448, İstanbul.
- Berkel, A.**, 1972. *Ağaç Malzeme Teknolojisi: Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği*, 2. Cilt, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1745, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N.**, 1993. *Emprenye Tekniği*, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın no: 3779, İstanbul.

- Bozkurt, Y., Kantay, R.,** 1990. Ağaç Malzemenin Kurutulması, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, Cilt: 40, Sayı: 2.
- Broughton, J. G., Hutchinson, A. R.,** 2001. Adhesive Systems for Structural Connections in Timber, *International Journal of Adhesion & Adhesives*, **21** (2001), 177- 186.
- BS 1282,** 1999. Wood Preservatives- Guidance on Choice, Use and Application, *British Standard*, London.
- Charlett, A. J.,** 2007. *Fundamental Building Technology*, Taylor & Francis, London.
- Cowan, H. J.,** 1991. *Handbook of Architectural Technology*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Çakmak, E.,** 2008. Bazı Kimyasallarla Emprenye Edilmiş Yonga Levhaların Yanma Direncinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çetin, H.,** 2009. Deniz Zararlılarına Maruz Kalmış İğne Yapraklı Odunların Fiziksel ve Kimyasal Yönden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Davis, G.,** 1986. *Building Performance: Function, Preservation and Rehabilitation*, PA: ASTM Special Publication 901, Philadelphia.
- Demaus, R.,** 1996. Non-Destructive Investigations. <<http://www.buildingconservation.com/articles/nondestr/nondestr.htm>>, alındığı tarih 28.12.2010
- Desch, H. E., Dinwoodie, J. M.,** 1996. *Timber: Structure, Properties, Conversion and Use*, 7th Edition, MacMillan, New York.
- DIN 1052,** 2008. Design of Timber Structures- General Rules and Rules for Buildings, Deutsches Institut für Normung e.V.
- Doğan, D.,** 1997. Ahşap Yapı Malzemesinin Dış Atmosfer Koşullarındaki Davranışı Sonucu Meydana Gelen Sorunlar ve Koruma Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- EN 335- 1,** 2006. Durability of Wood and Wood Based Products- Definition of Use Classes- Part 1: General, *European Standard*.
- EN 335- 2,** 2006. Durability of Wood and Wood Based Products- Definition of Use Classes- Part 2: Application to Solid Wood, *European Standard*.
- Erdin, N.,** 1995. Malzeme Seçiminde Ekolojik Kriterler, *Yapı Dergisi*, Sayı: 164, 95-97.
- Erdin, N.,** 2009. *Ahşap Konservasyonu*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın no: 4840, ISBN: 978-975-404-842-1, İstanbul.
- Eriç, M.,** 2002. *Yapı Fiziği ve Malzemesi*, Literatür Yayınları, İkinci Basım, ISBN: 975- 8431-72-2, İstanbul.
- Erol, S. S.,** 2007. Yangın Geciktirici Astar Boyanın (Nanosön) Ahşap Malzemelerin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

- Feist, W. C.**, 1983. Weathering and Protection of Wood, American Wood Preservers' Association.
<<http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf1983/feist83a.pdf>>, alındığı tarih 20.10.2010
- Freeman, M. H., Shupe, T. F., Vlosky, R., P., Barnes, H. M.**, 2003. Past, Present and Future of The Wood Preservation Industry, *Forest Products Journal*, Volume: 53, No: 10, October 2003.
<<http://fwrc.msstate.edu/pubs/preservation.pdf>>, alındığı tarih 26.10.2009
- Gold, R. E., Glenn, G. J., Howell, Jr. H. N., Brown, E.**, 2005. Drywood Termites, House and Landscape Pests, Texas AgriLife Extension Service, E-366, 12/05.
<http://urbanentomology.tamu.edu/publications/pdf/viewpdf_6.pdf>, alındığı tarih 09.12.2010
- Grosser, D.**, 1987. Pflanzliche und Tierische Bau- und Werkholz- Schädlinge, 2. Unveränderte Auflage, DRW- Verlag, Germany.
- Göker, M. R.**, 1994. Dış Cephe Kaplamalarında Ağaç Malzemenin Kullanım Olanakları Üzerine İncelemeler, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Günay, R.**, 2007. *Geleneksel Ahşap Yapılar Sorunları ve Çözüm Yolları*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Güngör, H. İ.**, 1969. *Ahşap Yapı Bilgisi*, Cilt: 1, İkinci Baskı, İstanbul Teknik Üniversitesi Teknik Okulu Yayınları, Sayı: 72, İstanbul.
- Handisyde, C. C.**, 1967. *Building Materials Science and Practice*, The Architectural Press, London.
- Henriques, D. F., Nunes, L., Brito, J.**, 2010. Development of a Penetration Test for Timber Impregnation Products for Use In Old Buildings, *Construction and Building Materials*, Volume: 24, Issue: 7, July 2010, 1095- 1100.
- Herzog, T., Natterer, J., Schweitzer, R., Volz, M., Winter, W.**, 2004. *Timber Construction Manual*, Birkhäuser, Basel.
- Hu, X. P., Appel, A. G., Oi, F. M., Shelton, T. G.**, 2001. IPM Tactics for Subterranean Termite Control, Alabama Cooperative Extension System, July 2001, ANR- 1022.
<<http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-1022/ANR-1022.pdf>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Illston, J. M.**, 1994. *Construction Materials: Their Nature and Behaviour*, E&FN Spon, London.
- Jackman, J. A.**, 2006. Structure- Infesting Wood- Boring Beetles, House and Landscape Pests, Texas AgriLife Extension Service, E- 394, 03/06.
<http://urbanentomology.tamu.edu/publications/pdf/viewpdf_50.pdf>, alındığı tarih 09.12.2010
- Kartal, S., Engür, O., Köse, C.**, 2006. Emprenye Maddeleri ve Emprenye Edilmiş Ağaç Malzeme İle İlgili Çevre Problemleri, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, Cilt: 56, Sayı: 1.

- Kartal, S. N.,** 2009. Neden Emprenye?, *Mimarlıkta Malzeme Dergisi*, Sayı: 12, 79-84.
- Kartal, S. N., Imamura, Y.,** 2004. Borlu Bileşiklerin Emprenye Maddesi Olarak Ağaç Malzeme ve Kompozitlerde Kullanımı, 2. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23- 25 Eylül 2004, Eskişehir.
- Kılıç, A., Hafızoğlu, H.,** 2007. Açık Hava Koşullarının Ağaç Malzemenin Kimyasal Yapısında Meydana Getirdiği Değişimler ve Alınacak Önlemler, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085, 175- 183.
- Köse, C.,** 2000. Esmer Çürüklük Mantarlarının (Basidiomycetes) Odunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kurtoğlu, A.,** 1984. Ağaç Malzemenin Kimyasal Olmayan Yolla Korunması Olanakları, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, Cilt: 34, Sayı: 4.
- Kurtoğlu, A., Kahveci, M.,** 1989. Yüzey İşlemi Uygulama Teknikleri, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, Cilt: 39, Sayı: 4.
- Lewis, V. R., Seybold, S. J.,** 2010. Wood- Boring Beetles in Homes, Pest Notes Publication: 7418, University of California, Statewide Integrated Pest Management Program, Agriculture and Natural Resources, June 2010. <<http://www.ipm.ucdavis.edu/PDF/PESTNOTES/pnwoodboringbeetles.pdf>>, alındığı tarih 16.12.2010
- Lewis, V. R.,** 2001. Termites, Pest Notes Publication: 7415, University of California, Statewide Integrated Pest Management Program, Agriculture and Natural Resources, May 2001. <<http://www.ipm.ucdavis.edu/PDF/PESTNOTES/pntermites.pdf>>, alındığı tarih 16.12.2010
- Lyons, A.,** 2006. *Materials for Architects and Builders*, Third Edition, Butterworth-Heinemann, ISBN: 978-0-7506-6940-5
- Martin, D.,** 1983. *Specification 84: Building Methods and Products; Technical Information, Specification Clauses, Products and Services*, Architectural Press, London.
- Mattsson, J.,** 2000. Inspection and Evaluation of Decay in Log Structures, *Wood Structures: A Global Forum on The Treatment, Conservation and Repair of Cultural Heritage*, ASTM STP 1351, Kelley, S. J., Loferski, J. R., Salenikovich, A. J and Stern, E. G., Eds., American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- Miller, D. M.,** 2010. Subterranean Termite Biology and Behavior, Virginia Cooperative Extension, Publication 444- 502. <<http://www.pubs.ext.vt.edu/444/444-502/444-502.pdf>>, alındığı tarih 12.12.2010
- Morris, P. I.,** 1998. Understanding Biodeterioration of Wood in Structures, Forintek Canada Corp. <<http://www.cwc.ca/NR/rdonlyres/6C5722B2-85D7-4EF3-A074-1047F73B3B76/0/biodeterioration.pdf>>, alındığı tarih 20.10.2010

- Ogg, C. L., Ogg, B. P., Kamble, S. T., Ferraro, D.,** 2006. Subterranean Termites, A Handbook for Homeowners, University of Nebraska- Lincoln Extension, May 2006. <<http://lancaster.unl.edu/pest/termites/Termite%20Manualhome10.pdf>>, alındığı tarih 15.12.2010
- Orbaşlı, A.,** 2008. *Architectural Conservation: Principles and Practice*, Blackwell Publishing, ISBN: 9780632040254, Malden, MA.
- Ordu, M.,** 2007. Açık Hava Koşullarının Ahşap Malzemenin Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Oxley, R.,** 2003. *Survey and Repair of Traditional Buildings: A Sustainable Approach*, Donhead Publishing, ISBN: 1873394500.
- Örs, Y., Keskin, H.,** 2001. *Ağaç Malzeme Bilgisi*, İstanbul.
- Panshin, A. J., de Zeeuw, C., Brown, H. P.,** 1964. *Textbook of Wood Technology*, Volume: 1, McGraw- Hill, New York.
- Potter, M. F.,** 2010. Powderpost Beetles, Department of Entomology, University of Kentucky College of Agriculture, Cooperative Extension Service. <<http://www.ca.uky.edu/entomology/entfacts/entfactpdf/ef616.pdf>>, alındığı tarih 12.12.2010
- Richardson, B. A.,** 1993. *Wood Preservation*, E & FN SPON An Imprint Of Chapman&Hall, 100 p, London, England.
- Rowell, R. M.,** 2005. *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*, CRC Press, ISBN:0-8493-1588-3. <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2005/fpl_2005_williams001.pdf>, alındığı tarih 20.10.2010
- Schmidt, O.,** 2007. Indoor Wood- Decay Basidiomycetes: Damage, Causal Fungi, Physiology, Identification and Characterization, Prevention and Control, Mycol Progress (2007), 6: 261- 279. <<http://www.springerlink.com/content/02371t78362nq08j/fulltext.pdf>> alındığı tarih 18.04.2011
- Schwarze, F. W. M. R,** 2007. Wood Decay Under The Microscope, *Fungal Biology Reviews*, Volume: 21, Issue: 4, November 2007, pp. 133- 170.
- Scott, G. A.,** 1968. *Deterioration and Preservation of Timber in Building*, Longmans, London.
- Selçuk, H.,** 2004, *Müzelerde Böcek ve Küf Kontrolü*, Ege Basım.
- Singh, J., White, N.,** 1997. Timber Decay In Buildings: Pathology and Control, *Journal of Performance of Constructed Facilities*, Volume: 11, No: 1, February 1997, pp. 3- 12.
- Singh, J.,** 1999. Review: Dry Rot and Other Wood- Destroying Fungi: Their Occurrence, Biology, Pathology and Control, *Indoor Built Environment*, 1999; Volume: 8, No: 1, 3- 20. <<http://ibe.sagepub.com/content/8/1/3.full.pdf+html>>, alındığı tarih 20.03.2011
- Sivrikaya, H.,** 2003. Diri Odun ve Öz Odunun Emprenye Edilebilirliği ve Dayanım Özellikleri, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

- Sivrikaya, H.**, 2004. Odunu Tahrip Eden Başlıca Deniz Zararlıları, *Z.K.Ü. Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 6, 136- 141. <<http://edergi.bartın.edu.tr/1302-0056/2002-03-04/2004/Cilt6/Sayi6/136-141.pdf>>, alındığı tarih 20.03.2011
- Sivrikaya, H.**, 2008. Odunda Doğal Dayanımı Etkileyen Faktörler, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 10, Sayı: 13, 66- 70.
- Sivrikaya, H., Saraçbaşı, A.**, 2004. Bor Madeninin Ahşap Koruma Endüstrisinde Değerlendirilmesi, 2. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23- 25 Eylül 2004, Eskişehir.
- Şen, S., Yalçın, M.**, 2009. Hizmet Ömrünü Tamamlamış Emprenyeli Ağaç Malzemenin Çevresel Tehditleri ve Geri Dönüşüm Prosesleri, *D.Ü. Ormancılık Dergisi*, 1306- 2182. <http://www.lab.duzce.edu.tr/oemodunkoruma/sci/oemodunkoruma02.03.2010_10.20.29sci.pdf>, alındığı tarih 16.04.2011
- Şen, S., Hafızoğlu, H., Dığrak, M.**, 2002. Bazı Bitkisel Ekstraktların Fungisit Olarak Odun Koruyucu Etkilerinin Araştırılması, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt: 5, Sayı: 1, 99- 110. <<http://fmd.ksu.edu.tr/sayi/51/51.indeks.pdf>>, alındığı tarih 19.01.2010
- Şener, N.**, 2006. Mobilyada Kullanılan Ahşap Malzeme, Yüzey, Üst Yüzey İşlemler ve Koruma, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şimşek, O.**, 2007. *Yapı Malzemesi II*, Ankara.
- Şimşek, H., Baysal, E., Toker, H., Göktaş, O., Çolak, M., Yılmaz, F., Peker, H.**, 2009. IV. Uluslararası Bor Sempozyumu, 15- 17 Ekim 2009, Eskişehir.
- Thompson, R.**, 1991. *The Chemistry of Wood Preservation*, The Royal Society of Chemistry, Special Publication No: 98, ISBN: 0-85186-476-7, Cambridge.
- Toker, H.**, 2007. Borlu Bileşiklerin Ağaç Malzemenin Bazı Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Toper Kaygın, A., Sade, E.**, 2004. Türkiye’de Bulunan Anobiidae (Tosvuran Böcekler) Familyasına Bağlı Türler ve Bunlardan Bazı Önemli Türlerin Tanıtımı, *Z.K.Ü. Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 6, 142- 152.
- TS 343**, 1977. Ahşap Koruma- Terimler ve Tanımlar, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 344**, 1981. Ahşap Koruma Genel Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 4394**, 1985. Ahşap Koruma Genel Kuralları- Çit Kazık ve Direklerinin Kreozot ve Tuzlarla Emprenyesi, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 11072**, 1993. Ahşap Koruma- Yer Üstü Yapılarda Kullanılan Ahşabın Emprenyesi, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

- TS EN 460**, 1997. Ahşap ve Ahşap Esaslı Malzemenin Dayanıklılığı- Masif Ahşabın Doğal Dayanıklılığı- Tehlike Sınıfları İçerisinde Kullanılacak Ahşap İçin Dayanıklılık Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Tsoumis, G.**, 1991. *Science and Technology of Wood, Structure, Properties, Utilization*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Url-1**<<http://www.ce.berkeley.edu/~paulmont/CE60New/wood.pdf>>, alındığı tarih 04.02.2011
- Url-2**<http://web.archive.org/web/20060508062947/www.durable-wood.com/pdfs/moisture_eng1oct02.pdf>, alındığı tarih 20.10.2010
- Url-3**<<http://www.iscapreservation.co.uk/chemical-attack.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-4**<<http://www.rotdoctor.com/house/Houtdoor.html>>, alındığı tarih 08.12.2010
- Url-5**<<http://www.buellinspections.com/inspection-pictures>>, alındığı tarih 14.12.2010
- Url-6**<http://www.cwc.ca/NR/rdonlyres/308B00DF-A061-43EA-8017-312735E7232F/0/discolor_eng1oct02.pdf>, alındığı tarih 20.10.2010
- Url-7**<<http://www.petercox.com/brochures/DryRot&WetRotControl.pdf>>, alındığı tarih 04.02.2011
- Url-8**<http://www.safeguardeurope.com/pdf_datasheets/dry_rot_book.pdf>, alındığı tarih 04.02.2011
- Url-9**<<http://www.cwc.ca/DesignWithWood/Durability/FAQ/Discolouration?Language=EN>>, alındığı tarih 20.10.2010
- Url-10**<<http://web.archive.org/web/20060508062913/www.durable-wood.com/pdfs/bluestain.pdf>>, alındığı tarih 20.10.2010
- Url-11**<<http://www.iscapreservation.co.uk/bluestain.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-12**<http://www.buildingpreservation.com/index.php?option=com_content&view=article&id=31%3Aknow-your-rots&catid=4%3Atimber-infestation&Itemid=28>, alındığı tarih 14.12.2010
- Url-13**<<http://www.iscapreservation.co.uk/dryrot.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-14**<<http://www.timberwise.co.uk/our-services/timber-preservation/wet-and-dry-rot/>>, alındığı tarih 28.12.2010
- Url-15**<http://www.rentokil.co.uk/files/file_293621.pdf>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-16**<http://www.centralconservation.co.uk/dry_rot.html>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-17**<http://www.wood-protection.org/newpubs/files/T1Decayinbuildings10_05.pdf>, alındığı tarih 28.12.2010
- Url-18**<<http://www.timberwise.co.uk/our-services/timber-preservation/wet-rot/>>, alındığı tarih 28.12.2010
- Url-19**<<http://www.iscapreservation.co.uk/coniophora.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010

- Url-20**<<http://www.iscapreservation.co.uk/poria.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-21**<<http://www.iscapreservation.co.uk/phellinus.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-22**<<http://www.bwtse.co.uk>>, alındığı tarih 14.12.2010
- Url-23**<<http://www.iscapreservation.co.uk/donkioporia.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-24**<<http://www.iscapreservation.co.uk/pleurotus.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-25**<<http://www.iscapreservation.co.uk/asterostroma.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-26**<<http://www.iscapreservation.co.uk/paxillus.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-27**<<http://www.woodwormtreatments.co.uk/insect-lifecycle.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-28**<<http://www.wisepropertycare.com/common-property-problems-solutions/woodworm-treatment/woodworm-lifecycle/>>, alındığı tarih 28.12.2010
- Url-29**<<http://www.wisepropertycare.com/common-property-problems-solutions/woodworm-treatment/woodworm-tips/>>, alındığı tarih 28.12.2010
- Url-30**<<http://www.timberwise.co.uk/wp-content/uploads/2010/06/Woodworm-free-download.pdf>>, alındığı tarih 28.12.2010
- Url-31**<http://www.rentokil.co.uk/files/file_293628.pdf>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-32**<<http://www.woodwormtreatments.co.uk/common-furniture-beetle.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-33**<<http://www.iscapreservation.co.uk/woodworm.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-34**<<http://www.timberwise.co.uk/our-services/timber-preservation/woodworm-treatment/>>, alındığı tarih 28.12.2010
- Url-35**<http://www.rentokil.co.uk/files/file_293624.pdf>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-36**<<http://www.woodwormtreatments.co.uk/powderpost-beetle.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-37**<http://www.rentokil.co.uk/files/file_293623.pdf>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-38**<<http://www.woodwormtreatments.co.uk/house-longhorn-beetle.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-39**<<http://www.iscapreservation.co.uk/longhorn.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-40**<<http://www.woodwormtreatments.co.uk/deathwatch-beetle.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-41**<<http://www.iscapreservation.co.uk/deathwatch.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-42**<http://www.rentokil.co.uk/files/file_293625.pdf>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-43**<<http://www.woodwormtreatments.co.uk/wood-boring-weevil.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010

- Url-44**<<http://www.iscapreservation.co.uk/marine.htm>>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-45**<http://www.forestry.ubc.ca/fetch21/FRST308/lab8/teredo_navalis/toredoes.html>, alındığı tarih 08.02.2010
- Url-46**<http://www.forestry.ubc.ca/fetch21/FRST308/lab8/bankia_setacea/shipworm.html>, alındığı tarih 08.02.2010
- Url-47**<http://www.forestry.ubc.ca/fetch21/FRST308/lab8/limnoria_lignorum/gribbles.html>, alındığı tarih 08.02.2010
- Url-48**<http://www.lsuagcenter.com/en/environment/insects/Termites/formosan_termites/Report+Formosan+Subterranean+Termites.htm>, alındığı tarih 11.12.2010
- Url-49**<<http://www.ipm.ucdavis.edu/PDF/PESTNOTES/pntermite.pdf>>, alındığı tarih 16.12.2010
- Url-50**<<http://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/CAD214A3-9B1E-4C02-8116-D357D2FB0D79/23254/pub2841termiteid.pdf>>, alındığı tarih 11.12.2010
- Url-51**<<http://pubs.ext.vt.edu/444/444-502/444-502.html>>, alındığı tarih 12.12.2010
- Url-52**<<http://www.pestproducts.com/termites.htm>>, alındığı tarih 14.12.2010
- Url-53**<<http://www.termites101.org/visual-library>>, alındığı tarih 16.12.2010
- Url-54**<<http://www.tlch2o.com/courses/TermiteControl.pdf>>, alındığı tarih 11.12.2010
- Url-55**<<http://www.termites101.org/termite-basics/termite-species>>, alındığı tarih 15.12.2010
- Url-56**<<http://entomology.unl.edu/images/subtermites/>>, alındığı tarih 15.12.2010
- Url-57**<<http://lancaster.unl.edu/pest/termite.shtml>>, alındığı tarih 15.12.2010
- Url-58**<<http://www.sawpa.org.za/understanding.html>>, alındığı tarih 09.10.2009
- Url-59**<<http://www.emprenyeci.com/empcesit.htm>>, alındığı tarih 21.11.2009
- Url-60**<<http://www.emprenye-basinclikaplar.com/presistem-emprenye-tesisi.html>>, alındığı tarih 21.11.2009
- Url-61**<http://www.wood-protection.org/restricted/Preserving_confidence_in_timber.pdf>, alındığı tarih 28.12.2010
- Url-62**<<http://www.emprenye-basinclikaplar.com/basincli-emprenye-sistemleri.html>>, alındığı tarih 21.11.2009
- Url-63**<http://www.cwc.caNRrdonlyres087F31DC-ACED-4FB9-BC00-CAD9421927EE0pick_test_photo.JPG>, alındığı tarih 20.10.2010
- Url-64**<http://www.handr.co.uk/literature/rothounds_leaflet.pdf>, alındığı tarih 21.03.2011
- Url-65**<http://www.buildingpreservation.com/index.php?option=com_content&view=article&id=24%3Adry-rot-with-an-attitude&catid=4%3Atimber-infestation&Itemid=28>, alındığı tarih 14.12.2010

- Url-66**<http://www.buildingpreservation.com/index.php?option=com_content&view=article&id=58%3Adry-rot-and-its-control-&catid=4%3Atimber-infestation&Itemid=28>, alındığı tarih 14.12.2010
- Url-67**<http://www.rentokil.co.uk/files/file_293622.pdf>, alındığı tarih 21.12.2010
- Url-68**<<http://www.usinspect.com/resources-for-you/house-facts/common-household-pests/wood-destroying-insects-and-organisms/powder-po>>, alındığı tarih 14.12.2010
- Url-69**<http://www.cwc.ca/NR/rdonlyres/4247AED8-ACC8-40D3-983B-F038F653EDE4/0/termite_eng3oct02.pdf>, alındığı tarih 20.10.2010
- Url-70**<<http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-1252/>>, alındığı tarih 21.12.2010.
- Url-71**<<http://www.historichomeworks.com/hhw/library/OHJEpoxy2004/OHJEpoxy2004.htm>>, alındığı tarih 15.12.2010
- Van der Sloot, H. A., Heasman, L., Quevauviller, Ph.,** 1997. *Harmonization of Leaching/Extraction Tests*, Volume: 70, ISBN: 978-0-444-82808-8, pp. 209- 226, Elsevier.
- Wheeler, A. S., Hutchinson, A. R.,** 1998. Resin Repairs to Timber Structures, *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 18 (1998), 1- 13.
- Yazıcı, H.,** 2005. Açık Hava Koşullarının Odun Dayanımına Etkisi, *Z.K.Ü. Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 8, 72- 79.
- Yıldız, U. C., Temiz, A., Gezer, E. D., Yıldız, S.,** 2004. Effects of The Wood Preservatives on Mechanical Properties of Yellow Pine (*Pinus sylvestris* L.) Wood, *Building and Environment*, **39** (2004), 1071-1075.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Selvi Burcu GÜLER

Doğum Yeri ve Tarihi: Perşembe, 1982

Lisans Üniversite: Trakya Üniversitesi, 2005