



T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEŞİTLİ TROPİK VE YERLİ AĞAÇ TÜRÜ ÖZ ODUNLARININ TÜRKİYE DENİZLERİNDEKİ ODUN DELİCİ ORGANİZMALARA (*TEREDINIDAE* VE *PHOLADIDAE*) KARŞI DOĞAL DAYANIKLILIĞI VE EKSTRAKTİF MADDELER İLE KİMYASAL KORUYUCULARIN DENİZ SUYUNDA YIKANMA MİKTARININ BELİRLENMESİ

MESUT YALÇIN

AĞUSTOS 2009



T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇEŞİTLİ TROPİK VE YERLİ AĞAÇ TÜRÜ ÖZ ODUNLARININ TÜRKİYE
DENİZLERİNDEKİ ODUN DELİCİ ORGANİZMALARA (*TEREDINIDAE* VE
PHOLADIDAE) KARŞI DOĞAL DAYANIKLILIĞI VE
EKSTRAKTİF MADDELER İLE KİMYASAL KORUYUCULARIN
DENİZ SUYUNDA YIKANMA MİKTARININ BELİRLENMESİ**

MESUT YALÇIN

**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS DERECESİ İÇİN
GEREKLİ ÇALIŞMALARI YERİNE GETİREREK
ONAYA SUNULAN TEZ**

AĞUSTOS 2009

Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Onayı

Prof. Dr. Refik KARAGÜL
Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak gerekli çalışmaları yerine getirdiğini onaylarım

Doç.Dr. Mehmet AKGÜL
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak onaylanması, düşüncemize göre, amaç ve kalite olarak tamamen uygundur.

Yrd. Doç. Dr. Selim ŞEN
Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri

1. Yrd. Doç. Dr. Selim ŞEN

2. Doç.Dr. Mehmet AKGÜL

3. Yrd. Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA

ÖNSÖZ

Son yıllarda dünya genelinde ahşaba olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. İç mekânlar da, toprakla temas halinde, denizde ve toprakla teması olmayan dış mekânlarda ahşap malzemenin çok değişik kullanım alanları mevcuttur. Bu kullanım alanlarında ağaç malzemenin maruz kaldığı biyotik ve abiyotik faktörlerden oldukça fazla miktarda etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle son yıllarda, ahşap malzemenin korunmasına yönelik çok farklı çalışmalar yapılmaktadır.

“Çeşitli Tropik ve Yerli Ağaç Türü Öz Odunlarının Türkiye Denizlerindeki Oyucu Midyelere (Teredinidae ve Pholadidae) Karşı Doğal Dayanıklılığı ve Ekstraktifler ile Kimyasal Koruyucuların Deniz Suyunda Yıkanma Miktarının Belirlenmesi” isimli bu çalışma Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek Lisans tez danışmanlığımı üstlenerek tez konusunun seçiminde ve yürütülmesi sırasında, değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Selim ŞEN’e teşekkür ederim.

Çalışma kapsamında laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Salih PAK, Gökhan DAĞ, ve Mustafa BAKIRTAŞ’a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma kapsamında maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ.....	viii
SEMBOL LİSTESİ.....	x
ABSTRACT.....	xi
ÖZET	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. ODUN KORUMA ENDÜSTRİSİ VE EMPRENYE	4
2.1.1. <i>Emprenyenin tanımı</i>	4
2.1.2. Emprenye metotları.....	5
2.1.2.1 <i>Basınç Uygulanmayan Yöntemler</i>	5
2.1.2.2 <i>Basınç Uygulanan Yöntemler</i>	5
2.1.3. Emprenye Maddeleri.....	6
2.1.3.1 <i>Yağlı Emprenye Maddeleri</i>	7
2.1.3.2 <i>Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri</i>	8
2.1.3.3 <i>Suda Çözünen Emprenye Maddeleri</i>	8
2.1.4. <i>Öz odunun emprenye edilebilirliği</i>	9
2.1.5. <i>Öz Odun ve Diri Odun</i>	9
2.1.6. <i>Doğal Dayanıklı Öz Oduna Sahip Ağaç Türleri</i>	11
2.1.7. <i>Bazı Tropik Ağaçların Özellikleri ve Kullanım Alanları</i>	12
2.2. ODUN KİMYASI ÜZERİNE YAPILAN ANALİZLER.....	17
2.2.1. Ekstraktif madde analizleri	17
2.2.1.1 <i>Alkol-Benzende Çözünürlük</i>	17

2.2.1.2	% 1' lik NaOH' te Çözünürlük.....	17
2.2.1.3	Soğuk Su Çözünürlüğü.....	18
2.2.1.4	Sıcak Su Çözünürlüğü	18
2.3.	HİZMET ÖMRÜ BİTMİŞ EMPRENYELİ AĞAÇ MALZEMENİN ÇEVRESEL SORUNLARI.....	18
2.3.1.	Emprenyeli Katı Atıkların Geri Dönüşüm İşlemleri.....	19
2.3.1.1	Biyodegradasyon	20
2.3.1.2	Kimyasal yolla emprenye maddesinin geri dönüşümü.....	21
2.3.1.3	Chartherm prosesi.....	21
2.4.	DENİZ İÇERİSİNDE AĞAÇ MALZEMEDE ZARAR YAPAN ORGANİZMALAR	22
2.4.1.	Yumuşakçalar (molluscs).....	24
2.4.1.1	Teredinidae	24
2.4.1.2	Pholadidae.....	25
2.4.2.	Kabuklular (Crustaceans).....	25
2.4.2.1	Limnoriidae.....	26
2.4.2.2	Sphaeromatidae.....	26
2.4.2.3	Cheluridae.....	27
2.5.	DENİZDE EMPRENYELİ AHŞAP MALZEMENİN YIKANMASI.....	27
2.6.	EMPRENYELİ AHŞABIN DENİZDE KULLANIMI.....	28
2.7.	DENİZ ZARARLILARINA KARŞI KULLANILAN KİMYASAL KORUYUCU MADDELER.....	31
2.7.1.	Kreozot.....	31
2.7.2.	Suda Çözünen Tuzların Kullanımı.....	32
3.	MALZEME VE YÖNTEM	34
3.1.	AĞAÇ MALZEME.....	34
3.1.1.	Yerli Ağaç Türleri.....	34
3.1.2.	Tropik Ağaç Türleri	34
3.1.3.	Deney Numunelerinin Hazırlanması.....	35

3.1.4. Retensiyon ve Net Kuru Tuz Miktarlarının Bulunması.....	36
3.2. DENEY ALANLARI.....	36
3.2.1. Deney numunelerinin limanlara yerleştirilmesi.....	38
3.3. DENEY NUMUNELERİNİN MUAYENESİ.....	39
3.4. KİMYASAL ANALİZLER.....	40
3.4.1. Denizden Çıkmış Örneklerdeki Ekstraktif Madde Analizleri.....	40
3.4.2. Emprenye Edilmiş Odunda AAS ile Elementlerin Tespit Edilmesi.....	41
4. BULGULAR.....	43
4.1. AĞAÇ MALZEMEDE OLUŞAN TAHRİBATIN MAKROSKOBİK İNCELENMESİ.....	43
4.2. ODUN NUMUNELERİNDE FOULİNG VE BORİNG ORGANİZMALAR.....	55
4.2.1. Trabzon Limanı.....	58
4.2.2. Ereğli Limanı.....	59
4.2.3. Bandırma Limanı.....	59
4.2.4. Alaçatı Limanı.....	59
4.2.5. Finike Limanı.....	60
4.2.6. İskenderun Limanı.....	60
4.3. ÇÖZÜNEN EKSTRAKTİF MADDE MİKTARINA AİT BULGULAR.....	60
4.3.1. Trabzon Limanı.....	61
4.3.2. Ereğli Limanı.....	62
4.3.3. Bandırma Limanı.....	64
4.3.4. Alaçatı Limanı.....	65
4.3.5. Finike Limanı.....	67
4.3.6. İskenderun Limanı.....	68
4.4. EMPRENYELİ ODUNLARIN AAS ANALİZLERİNE AİT BULGULAR.....	69
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	72
5.1. AĞAÇ MALZEMELERDE TESPİT EDİLEN TAHRİBATA AİT SONUÇLAR.....	72
5.1.1. Ağaç türlerindeki tahribatlar.....	72
5.1.2. Deney Alanlarına Göre Tahribat Sonuçları.....	74
5.2. DENİZ ORGANİZMALAR.....	76
5.3. ÇÖZÜNEN EKSTRAKTİF MADDE MİKTARINA AİT SONUÇLAR.....	77
5.4. EMPRENYELİ ODUNLARIN AAS ANALİZLERİNE AİT SONUÇLAR.....	79

KAYNAKLAR.....	83
EKLER.....	90
ÖZGEÇMİŞ.....	99

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1:Çalışma bölgelerinin haritası ve koordinatları.....	37
Şekil 3.2: Deney düzenekleri	39
Şekil 3.3: Sıcak su banyosu.....	41
Şekil 4.1: Delici organizmaların saldırısının yoğun olduğu Trabzon limanından çıkarılan odun numunelerine ait bir fotoğraf	45
Şekil 4.2: Tahribatın en az olduğu Alaçatı limanından çıkarılmış odun numunelerinin görünümü	46
Şekil 4.3: Tropik ağaç türlerinde gözlenen odun delicisi deniz organizmaların saldırısı	46
Şekil 4.4: Deney alanlarından çıkarılan emprenyeli sarıçam odunlarından bir görünüm	47
Şekil 4.5: Deney limanlarında yerli ve tropik ağaç türü gurubuna göre tahribat puanları	49
Şekil 4.6: Trabzon limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları	49
Şekil 4.7: Ereğli limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları.....	50
Şekil 4.9: Alaçatı limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları.....	52
Şekil 4.11: İskenderun limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları.....	54
Şekil 4.12: Fouling organizmaların sistematik gruplarının baskınlık	56
Şekil 4.13: Limanlara göre fouling türlerinin baskınlıkları	56
Şekil 4.14: Limanlara göre delici organizmaların baskınlıkları.....	58
Şekil 4.15: Deney limanlarına göre CCA-C ve CCB ile emprenye edilen odun örneklerinden yıkanan Cu ve Cr miktarları (%).....	71
Şekil 4.16: CCA ve CCB emprenye maddesi içeriğinde bulunan Cu ve Cr miktarlarının limanlara göre yıkanma oranları (ppm).....	71
Şekil 5.1: Limanlara göre tahribat puanları.....	75
Şekil 5.2: Deney alanı limanlarda doğal olarak sağlam kalan ağaç türleri ve tespit edilen ekstraktif madde miktarları	77
Şekil 5.3: Deney alanlarına göre sıcak su çözünürlüğü sonucu yıkanan ortalama ekstraktif madde oranları karşılaştırması	78

Şekil 5.4: Denizden çıkarılan tropik ağaç türlerinde yıkanan ortalama ekstraktif madde oranı	79
Şekil 5.5: Limanlara göre CCA emprenye maddesi ile muamele edilen odun örneklerinden yıkanan Cu ve Cr miktarları (ppm).....	81
Şekil 5.6: Limanlara göre CCB emprenye maddesi ile muamele edilen odun örneklerinden yıkanan Cu ve Cr miktarları (ppm).....	82

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1: Yumuşakçalar ve kabuklular	23
Tablo 3.1: Çalışmanın yürütüldüğü limanlardaki deney istasyonlarının koordinatları ve deniz suyu tuzluluk oranları	37
Tablo 3.2: Deney istasyonlarındaki aylara göre yıllık ortalama deniz suyu sıcaklıkları .	38
Tablo 3.3: İskele kurtları ve diğer yumuşakçaların tahribatları için oranlama sistemi ...	40
Tablo 4.1: Deney alanlarında düzeneklerdeki odun örneklerinde oluşan tahribat derecesinin TS EN 275/2000 standardına göre puanlaması.....	44
Tablo 4.2 : Liman, ağaç türleri ve Avrupa-Afrika değişkenleri üzerine varyans analizi (ANOVA) ($p < 0.001$).....	48
Tablo 4.3: Odun düzeneklerinin uğradığı tahribatın sonucuna göre deney alanlarının karşılaştırılmasında Duncan testi sonuçları.....	54
Tablo 4.4: Limanlarda tespit edilen fouling organizmalar.....	57
Tablo 4.5: Limanlarda tespit edilen delici organizmalar	58
Tablo 4.6: Deneyde kullanılan doğal olarak sağlam kalabilen bazı yerli ve tropik ağaç türlerinin sıcak su da çözünen ekstraktif madde oranları.....	61
Tablo 4.8: Trabzon limanında doğal olarak sağlam çıkan odun türlerinin ekstraktif madde yıkanmalarına ilişkin ANOVA tablosu ve Duncan testi sonucu	62
Tablo 4.9: Ereğli limanına ait örneklerde sıcak su çözünürlükleri	63
Tablo 4.10: Ereğli limanında doğal olarak sağlam çıkan odun türlerinin ekstraktif madde yıkanmalarına ilişkin ANOVA tablosu ve Duncan testi sonucu	63
Tablo 4.11: Bandırma limanına ait örneklerde sıcak su çözünürlükleri	64
Tablo 4.12: Bandırma limanında doğal olarak sağlam çıkan odun türlerinin ekstraktif madde yıkanmalarına ilişkin ANOVA tablosu ve Duncan testi sonucu	65
Tablo 4.13: Alaçatı limanına ait örneklerde sıcak su çözünürlükleri.....	66
Tablo 4.14: Alaçatı limanında doğal olarak sağlam çıkan odun türlerinin ekstraktif madde yıkanmalarına ilişkin ANOVA tablosu ve Duncan testi sonucu	66
Tablo 4.15: Finike limanına ait örneklerde sıcak su çözünürlükleri.....	67
Tablo 4.16: Finike limanında doğal olarak sağlam çıkan odun türlerinin ekstraktif madde yıkanmalarına ilişkin ANOVA tablosu ve Duncan testi sonucu	68
Tablo 4.17: İskenderun limanına ait örneklerde sıcak su çözünürlükleri	68

Tablo 4.18: İskenderun limanında doğal olarak sağlam çıkan odun türlerinin ekstraktif madde yıkanmalarına ilişkin ANOVA tablosu ve Duncan testi sonucu	69
Tablo 4.19: Emprenyeli sarıçam odun örneklerinde sağlanan retensiyon değerleri	69
Tablo 4.20: Deney alanlarında yıkanan element miktarı ve oranları	70
Tablo 5.1:Ağaç türlerinde meydana gelen tahribatlara verilen puanlar esas alınarak yapılan duncan testi sonuçları	73
Tablo 5.2: Limanlara gören tahribat oranları	75
Tablo 5.3: Limanlara göre ağaç türlerinde sıcak su özünürlüğü ile çözünen ekstraktif madde miktarları	77

SEMBOL LİSTESİ

CCA: Bakır, krom, arsenik

CCB: Bakır, krom, bor

NaOH: Sodyum hidroksit

TAPPI: Technical Association of the Pulp and Paper Industry

EPA: Environmental Protection Agency

TCLP : Toxicity Charecteristic Leaching Procedure

RCRA: Resource Conservation and Recovery Act

EDTA : Etilendiamintetraasetik asit

ACA : Amonyaklı bakır arsenik

TS : Türk standartları enstitüsü

G : Örnek tarafından absorbe edilen empenye maddesi miktarı (gr)

C : Emprenye maddesi çözeltisinin konsantrasyonu (%)

V : Örnek hacmi (cm³)

NKTM : Absorplanan Net Kuru Tuz Miktarı

ANOVA: Analysis of Variance

ABSTRACT

MARINE BORER RESISTANCE OF SOME TROPICAL AND DOMESTIC WOOD SPECIES IN TURKISH WATERS, AND LEACHING PROPERTIES OF EXTRACTIVES AND WOOD PRESERVATIVE CHEMICALS

Mesut YALÇIN

Duzce University

Graduate School of Applied Sciences

Department of Forest Industry Engineering

Thesis advisor: Asst. Prof. Dr. Selim SEN

August 2009, 96 pages

In this study, natural durability against fouling and boring organisms (teredinidae ve pholadidae) of some tropical and domestic tree species were investigated in Turkish seas and the amount of leaching extractives and chemical preservatives was determined.

Tropical (Afrormosia, Akajou, Azobe, Bilinga, Bubinga, Douka, Dousse, Iroko, Limba, Moringu, Okume, Ovengkol, Paduk, Sapelli, Wenge) and domestic wood species (Juniper, Walnut, Mulberry, Elm, Blackpine, Chestnut, Oak, Cedar, Cypress, Acacia) were examined in this study. All specimens were prepared from the heartwood section of woods and were positioned in 6 ports in Turkish seas (Black sea, Marmora sea, Aegean sea and Mediterranean sea). The exposure time of specimens was 12 months. Natural durability of these samples were determined taking into account the sea temperature, salinity, and climate conditions. The effects of impregnation was also studied using *Pinus sylvestris* wood samples. These wood samples were impregnated with CCA, CCB, creosote and Tanalith –E.

The results on natural durability showed that domestic wood species are heavily destroyed compared to the tropical species and only exception was observed with the Olive wood. The most durable wood tropical wood species was Wenge.

When the port were compared, the samples in İskenderun port was highly damaged. On the other hand, the least damage was observed in Alaçatı port. Regarding the fouling and boring organisms, fouling (28%) and boring (42%) organisms mostly observed in Iskenderun port. *Teredo navalis* ve *Lyrodus pedicellatus* was observed in all ports.

The amount of extractives leaching differed depending on the ports and group of wood species. In addition, it was varied for wood species. The most leaching was in Trabzon and Iskenderun. On the other hand, the least leaching was in Alacati and Finike.

Examinations in CCA and CCB impregnated samples showed high amount of leaching of Cu and Cr. When CCA impregnated samples were compared, higher Cr leaching was observed compared to the Cu. Regarding the impregnated samples, the least leaching was observed in Bandirma port.

ÖZET

ÇEŞİTLİ TROPİK VE YERLİ AĞAÇ TÜRÜ ÖZ ODUNLARININ TÜRKİYE DENİZLERİNDEKİ OYUCU MİDYELERE (TEREDİNİDAE VE PHOLADİDAE) KARŞI DOĞAL DAYANIKLILIĞI VE EKSTRAKTİFLER İLE KİMYASAL KORUYUCULARIN DENİZ SUYUNDA YIKANMA MİKTARININ BELİRLENMESİ

Mesut YALÇIN

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Selim ŞEN

Ağustos 2009, 96 sayfa

Bu çalışmada, bazı tropik ve yerli ağaç türleri öz odunlarının Türkiye denizlerinde fouling ve boring organizmalara karşı doğal dayanıklılığı incelendi ve deniz suyunda ekstraktif maddelerin ve koruyucu kimyasal maddelerin yıkanma miktarları belirlendi.

Afromosia, Akajou, Azobe, Bilinga, Bubinga, Douka, Dousse, Iroko, Limba, Movingu, Okume, Ovengkol, Paduk, Sapelli, Wenge olmak üzere 15 tropik tür, yerli ağaç türlerimizden Ardıç, Ceviz, Dişbudak, Dut, Gökmar, Gürgen, Karaağaç, Karaçam, Kayın, Kestane, Kızılağaç, Kiraz, Meşe, Sarıçam, Sedir, Servi, Y.Akasya, Zeytin olmak üzere 18 tür seçilmiştir. Numuneler bütün türlerin öz odun kısmından hazırlandı ve Türkiye denizlerinde (Karadeniz, Marmara denizi, Ege denizi ve Akdeniz) 6 ayrı limana yerleştirilerek, 12 aylık bir süre bekletildi.

Deniz suyu içerisinde yıkanan element miktarlarını belirlemek için yapılan emprenye emprenye işlemi Sarıçam (*Pinus sylvestris*) kullanıldı. Sarıçam örnekleri halen odun koruma endüstrisinde kullanılan CCA, CCB ile emprenye edildi. Ayrıca krezot ve Tanalith E emprenye maddesi de kullanıldı.

Deniz denemeleri sonucunda, Zeytin hariç diğer yerli ağaç türlerinde şiddetli bir tahribatın olduğu gözlenmiştir. Tropik ağaç türlerinde daha az tahribat miktarı gözlenmiştir. Tropik ağaç türlerinden Wenge, Douka, Paduk ve Azobe bu çalışmada en dayanıklı ağaç türleri olarak ortaya çıkmıştır. Limanlar bazında bakıldığında en yoğun tahribatın İskenderun ve Trabzon limanların da, en az tahribatın ise Alaçatı limanında olduğu tespit edilmiştir. Ereğli, Bandırma ve Finike deney alanlarında orta derecede tahribat oluşmuştur.

Odun örneklerine arız olan deniz delicileri (boring) ve fouling organizmalarının baskınlık oranlarına göre değerlendirildiğinde; fouling organizmaları, %28 oranla en fazla İskenderun limanında, ikinci sırada ise Trabzon limanında (% 18)'lik oranla tespit edilmiştir. Boring organizmalar ise, % 42 ile İskenderun limanında, % 14 oranında ise Finike limanında rastlanmıştır. *Teredo navalis* ve *Lyrodus pedicellatus* organizmaları genel olarak her limanda tespit edilmiştir.

Deneye tabi tutulan tropik ve yerli ağaç türlerindeki ekstraktif madde yıkanma miktarının limanlara, tropik ve yerli ağaç türü gurubuna ve her bir ağaç türünde farklı oranlarda olduğu tespit edildi. En fazla ekstraktif madde yıkanma oranı Trabzon ve İskenderun limanında, En az yıkanma ise, Alaçatı ve Finike limanında olduğu belirlendi.

CCA ve CCB ile emprenye edilerek denizde bekletilen odun örneklerinde Cu ve Cr elementlerinde de önemli miktarlarda yıkanmalar olduğu gözlenmiştir. CCA ile emprenyeli odun örneklerinde genel olarak, Cr elementinin yıkanma miktarı Cu'a göre daha fazla olduğu tespit edildi. Emprenye maddeleri, limanlar bazında düşünüldüğünde en az yıkanma Bandırma limanında tespit edilmiştir

1. GİRİŞ

Tüm dünyada endüstri kolları sürekli olarak gelişme gösterirken çevre koruma alanında gelecek kuşaklara daha temiz ve sağlıklı yaşanacak bir dünya bırakmak için çalışmalar da devam etmektedir. Ahşap koruma endüstrisinde çevre ve su kirliliği oluşturan bazı kimyasal maddelerin tehdidi günümüzde tehlikeli boyutlara ulaşmıştır. Bu endüstri kolunda kullanılan bir kısım kimyasalların kullanımına sınırlamalar getirilmekte, bazıları yasaklanmış ve yasaklanmakta, bunun yanında daha az zararlı kimyasalların geliştirilerek odun koruma alanına kazandırılmasına çalışılmaktadır.

Deniz suyu ile temas halinde deniz inşaatları ve deniz araçlarında kullanılan ahşap malzemenin uzun süreli kullanılabilmesi için en uygun ağaç türleri ve en uygun emprenye maddelerinin seçimi büyük önem taşımaktadır.

Deniz içerisinde eski çağlardan beri geleneksel olarak kullanılan doğal dayanıklı ağaç türleri çeşitli kullanım yerlerinde uzun yıllar hizmet verirken emprenyeli ahşabın dayanma süresi bundan çok ileri gidememektedir. Çünkü deniz suyu ile temasta olan emprenyeli ağaçlardaki emprenye maddelerinin yıkanması ile birlikte ağaç malzemenin dayanım ömrü de kısalmaktadır. Emprenye maddeleri ahşap malzemede çok iyi penetre olabilmesi için vakum-basınç içeren en etkili emprenye yöntemleri kullanılarak, yüksek konsantrasyonlar da kullanılmaktadır. En yüksek retensiyon değerleri ise çam ve kayın gibi türlerde sağlanabildiğinden genellikle bu tür ağaçlar emprenye edilerek kullanılmaktadır. Ahşaba uygulanan zehirli kimyasalların su içerisinde tuzluluk, sıcaklık, gel-git, akıntı ve dalgaların etkisiyle hızla yıkanmasıyla korunmasız kalan ahşap kısa zamanda deniz içindeki odun delici organizmaların tahribatına uğramaktadır. Emprenye maddesinin bünyesinden yıkanarak uzaklaşmasıyla korunmasız kalan bu ağaç türleri zaten denizdeki odun zararlılarına karşı doğal olarak da dayanıksız olmalarından dolayı kolayca tahribata uğrayabilmektedirler.

Ahşabın bünyesinden zehirli kimyasalların deniz suyu içerisine zamanla karışmasıyla meydana gelen su kirliliği deniz içindeki doğal yaşamı da olumsuz yönde etkilemektedir. Denizlerde kullanılacak ahşap malzemelerin doğal dayanıklılığa sahip olan tropik Afrika ağaçlarından olması bu ağaç türlerinin hizmet ömrünü tamamladıktan sonra çevresel tehdit oluşturmadan yok edilebilmesidir. Emprenyeli ahşap malzemenin hizmet ömrünü tamamladıktan sonra dahi muhtemel toprak ve su ile temas halinde çevre üzerindeki tehdidi devam etmektedir. İçerdiği toksisitesi yüksek kimyasallardan dolayı yakılması ve işlenmesi çok sakıncalı emprenyeli ahşabın deniz içerisinde kullanılması beraberinde bir takım sakıncalar getirecektir.

Doğal dayanımı yüksek olan ağaç türlerinin deniz içerisinde kullanımı ile ağaç malzemelerde bulunan ekstraktif maddelerinin yıkanarak uzaklaşması da doğal dayanım süresini etkileyen bir faktördür. Ağaç malzemedeki sıcak- soğuk su içerisinde çözünebilen ekstraktif maddeler su ile temas halinde buldukları dönemde çeşitli çevresel faktörlerinin etkisiyle içeriğindeki ekstraktif maddeler yıkanarak uzaklaşmaktadır.

Ağaç malzeme tatlı sular içerisinde kullanıldığında bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı çok uzun zaman korunabilmektedir. Buna karşılık, deniz içerisinde köprü, iskele, liman tesisleri, ahşap gemi ve teknelerde yapı malzemesi olarak kullanılması durumunda tuzlu su içerisinde yaşayan ve üreme kabiliyeti çok yüksek olan bazı hayvansal zararlılar tarafından kısa zamanda ve geniş ölçüde tahrip edilebilmektedir. Deniz içerisinde ağaç malzemedeki zarar yapan hayvanlardan en önemli ve tehlikeli olanları Midye (*Lamellibranchiata*) lerin *Teredinidae* ve *Pholadidae* takımlarından olan istakoz (*Crustaceae*) familyasının bazı küçük hayvanlarıdır (Berkel, 1970).

Yapı malzemesi olarak deniz içerisinde kullanılmakta olan ağaç türleri arasında deniz zararlılarına karşı dayanma bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin yerli ağaçlarımızdan Servi (*Cupressus sempervirens*) nin oyucu midyelere karşı dayanıklı olduğu, iskele direği olarak deniz içerisinde kullanılmış bulunan malzemelerde diri odun kısmı tahrip edildiği halde öz odun kısmının 30 yılı aşkın bir zaman tahrip edilmeyip sağlam kaldığı gözlenmiştir (Berkel, 1970).

Bu çalışmada odun koruma endüstrisinde en etkili emprenye maddeleri olarak bilinen CCA (Bakır-Krom-Arsenik) ve CCB (Bakır-Krom-Bor) emprenye maddesinin deniz içindeki yıkanabilirliğinin test edilmesiyle denizlerde farklı tuzluluk oranları ve deniz suyu sıcaklıklarına göre ahşabın bünyesinden yıkanarak deniz suyuna karıştığı belirlenmiştir.

Ülkemizde bu konu ile ilgili çok sınırlı çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışma ile kıyılarımızda deniz suyu içerisinde kullanıma uygun doğal dayanıklı yerli ve tropik ağaç türlerinin tespiti, odun korumada kullanılan kimyasalların yıkanma miktarlarının belirlenmesi ve odun ekstraktiflerinin yıkanarak uzaklaşması ayrıca ülkemiz sularında yaşayan oyucu midyelerin belirlenmesine çalışılmıştır. Ayrıca ülkemizde de yaygın olarak kereste, kaplama ve parke imalatı ile birlikte deniz araçlarında da kullanılan bazı tropik Afrika ağaç türlerinin doğal olarak sağlamlıkları çalışılmıştır.

Geçmişte oldukça sık kullanılmış olan fakat son yıllarda kullanımını sınırlandırılan CCA gibi bazı emprenye maddelerinin zehirliliği yüksek kimyasal koruyuculara gerek olmadan da kullanım yerine özgü doğal dayanıklı ağaç türlerinin denizel zararlılara karşı sağlamlığının test edilmesi deniz kirliliğini önlemek açısından önem taşımaktadır. Odun koruma teknolojisinde kullanılan ve daha az çevresel zararları olan CCB (Bakır-Krom-Bor) ve zehirliliği yüksek fakat etkili koruma maddesi CCA(Bakır-Krom-Arsenik) nın deniz suyu içinde yıkanmaya karşı dirençleri atomik absorpsiyon testleri ile belirlenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. ODUN KORUMA ENDÜSTRİSİ VE EMPRENYE

2.1.1. *Emprenyenin tanımı*

Ağaç malzemenin biyolojik, fiziksel ve kimyasal faktörlere karşı dayanıklı hale getirilerek, kullanım ömrünü uzatmak amacı ile kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemlerinden geçirilmesidir.

Ağaç malzemenin korunması işlemi, çok eski tarihlerde başlayıp günümüze kadar gelişerek devam etmiştir. Arkeolojik kazılarda ve batık gemilerde yapılan incelemeler sonunda, çok eski yıllarda kullanılan ağaç malzemenin kısmen kömürleştirilerek korunması yoluna gidildiği anlaşılmıştır. Eski çağlarda Çin, Mısır, Yunan ve Roma medeniyetlerinde ağaç malzemenin korunması için bitkisel, hayvansal ve mineral yağlarla emprenye edildiği tespit edilmiştir. Mısırlılar diğer bir önlem olarak ağaç malzemeyi kuru tutarak çürümesine engel olmayı başarmışlardır. Diğer yandan Romalılar, bina inşaatı ve mühendisliği için gerekli teknik bilgilere sahip olduklarından ağaç malzemenin yapılmış kulelerin yanmaya karşı korunmasında aleminyum levhaları kullanmışlardır. Alman kimyageri Johann Glauber'in ilk araştırmaları ile 1657 yılında ağaç malzemenin yakılması suretiyle kömürleştirilmesi, üzerine katran sürülmesi ve daha sonra da odunun destilasyonu yolu ile elde edilen Pirolic asite batırılması yöntemi geliştirilmiştir. 1817 yılında İngiliz William Chapman, gemilerde kullanılan ağaç malzemenin kullanım süresini arttırmak için bugünde halen kullanılmakta olan emprenye maddelerinin bir listesini vermiştir. Daha sonraki yıllarda emprenye maddelerinin kullanımı, kreozot maddesinin elde edilmesi ile telefon, telgraf, demiryolu traversleri, gemi yapımları ve deniz tahkimatı gibi alanlarda artmıştır. 1831 yılında Fransız Jean Robert Breant kapalı bir çelik kazanda basınç altında uygulanan bir emprenye metodunun patentini almıştır. Bu metotla birlikte ağaç malzemeye emprenye işleminden önce bir vakum uygulaması ve bunu takiben basınçla birlikte emprenye maddesinin ağaç malzemeye enjekte edilmesi yoluna gidilmiştir. 1838 yılında İngiliz John Bethell basınç kullanılarak ağaç malzemeye emprenye maddesinin oldukça derin nüfus sağlayan pratik bir metod bulmuştur. Bu metod ise bir ön vakumun ardından kreozot maddesi ağaç malzemeye basınçla birlikte verilip işlemin sonunda son bir

vakum uygulaması yapılmıştır. Bu metod ile odunsu hücreler tamamen kreozot ile dolduğu için metoda, Dolu Hücre Metodu adı verilmiştir. 1938 yılında Dr. Auguste Boucherie ile besi suyunu çıkarma metodu bulmuş ve emprenye maddesi olarak bakır sülfat kullanmıştır. 1902 yılında kreozot sarfiyatını azaltmak için Wassermann tarafından ilk boş hücre metodu bulunmuştur. Tüm bu gelişmelerin ardından Max Rueping, Ruping metodu olarak bilinen yeni pratik bir metod geliştirmiştir (Bozkurt ve ark, 1993).

Türkiye’de emprenye endüstrisi, ilk olarak 1915 yılında TCDD işletmeleri tarafından demiryolu traverslerinin boş hücre metodu ile kreozot kullanılarak emprenye edilmesi amacıyla Denizli’ye kurulmuştur. 1956 yılında, PTT’nin empenyeli tel direk ihtiyacını karşılamak üzere Bolu’da suda çözünen emprenye tuzlarını kullanan bir emprenye fabrikası kurulmuştur. Daha sonraki yıllarda, özel sektör tarafından kurulan emprenye fabrikaları ile gelişme göstermiştir.(Var, 2000; Anonim, 1995).

2.1.2. Emprenye metotları

2.1.2.1 Basınç Uygulanmayan Yöntemler

Ağaç malzemeye emprenye maddesini dışarıdan bir basınç uygulaması olmadan, fırça ile sürme ve püskürtme yöntemi, daldırma yöntemi, sulama(deluging) yöntemi, batırma yöntemi ve sıcak-soğuk kazan yöntemi ile birlikte uygulanması işlemidir. Genel olarak ağaç malzeme basit bir şekilde emprenye edilmek istendiğinde bu yöntem kullanılmaktadır. Herhangi bir basınç veya vakum uygulanması olmadığından emprenye maddesinin nüfuz derinliği az olmaktadır (Bozkurt ve ark., 1993).

2.1.2.2 Basınç Uygulanan Yöntemler

Basınç uygulanarak emprenye edilen odun, mantarlara, böceklere, yangına, ve diğer faktörlere karşı daha dayanıklı olmaktadır (Darrel D. Nicholas, 1973). Emprenye işlemi, kapalı bir çelik kazan içerisinde olmak üzere emprenye maddesinin ağaç malzemeye belirli bir süre içerisinde, belirli bir basınç ya da vakum uygulanarak yapılan işlemidir. Bu sayede, emprenye maddesinin ağaç malzemedeki yeknesak bir dağılım yapması, daha derin bir şekilde nüfuz etmesi ve daha fazla miktarda emprenye

maddesinin alımı sağlanmaktadır. Basınç uygulanan emprenye metotları başlıca dolu hücre yöntemi, boş hücre yöntemi, osilasyon ve değişken basınçlı yöntemler, çözücü geri kazanma yöntemleri ve alçak basınçlı (vakum) yöntemleridir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Bu yöntemlerden dolu hücre metodu ve boş hücre metodu iki temel metot olarak uygulanmaktadır.

Dolu hücre metodu

Prensip olarak ağaç malzemenin emprenye edilebilen kısmı içerisine alabileceği kadar emprenye maddesinin yerleştirilmesidir.(Berkel, 1972). Kapalı bir çelik kazan içerisine yerleştirilen ağaç malzenin hücre boşluklarında bulunan havanın alınması için ilk olarak bir vakum uygulaması yapılır, daha sonra kazan içerisi tamamen emprenye maddesi ile doldurulur. Emprenye maddesinin daha derin bir nüfus sağlaması açısından basınç uygulanır (Darrel D. Nicholas, 1973).

Boş hücre metodu

Bu metod, bir başlangıç vakum uygulaması olmaksızın, odunun yalnızca hücre çeperini emprenye maddesi ile doldurulmakta olup hücre lümenleri boş kalmaktadır. Uygulamada basınç işlemi sona erdiğinde, son vakum uygulaması yapılarak içeride sıkışık olarak bulunan emprenye maddesi dışarıya alınır. Böylece ağaç malzemeye yeterli derinlikte emprenye maddesi nüfuzu sağlanmakla birlikte, kullanılan emprenye maddesi miktarı azaltılmaktadır (Bozkurt ve ark., 1993). Bu yöntemde, genellikle kreozot ve pentaklorfenol kullanılmaktadır (Eaton ve ark., 1993; Hon ve ark., 2001).

2.1.3. Emprenye Maddeleri

Ağaç malzemenin mantarlara, böceklere karşı korunması ve mücadelesinde kullanılan tuzlar ve yağlı maddelerle yüksek sıcaklığa ve yangına karşı korunmasında kullanılan tuzlardır (TS 344).

Emprenye maddeleri, standart ve literatürde, kullanım yerine ve içerdikleri kimyasal maddeler dikkate alındığında 4 guruba ayırabiliriz (Bozkurt ve Erdin, 1985; Bozkurt ve ark. 1993).

1. Yağlı emprenye maddeleri
2. Organik çözücülü emprenye maddeleri
3. Suda çözünen emprenye maddeleri
4. Özel amaçlı emprenye maddeleri (Yangına, ardaklanmaya ve renklenmeleri önleyici emprenye maddeleri)

Etkili bir emprenye işleminin olması için bütün emprenye maddelerinde bulunması gerekli en önemli özellikler; ağaç malzemedeki yüzey gerilimini azaltıcı etkisi olması, derine nüfuz etmesi ve ağaç liflerine tutunucu olmasıdır (Bozkurt ve ark, 1993).

Ağaç malzeme, farklı kullanım yerlerinde farklı emprenye maddeleri ile emprenye edilmelidir. Emprenye maddelerinin yıkanmaya karşı olan direnci onun açık havada ve yağmur suları etkisi altında kullanılıp kullanılmayacağını belirlemektedir. Buna karşılık gıda maddeleri yanında kullanılacak ağaç malzemenin, kokusuz koruyucularla emprenye edilmesi önem kazanmaktadır (Bozkurt ve ark, 1993).

2.1.3.1 Yağlı Emprenye Maddeleri

Kömür katranı destilasyonu ve kimyasal toksinlerin çözündürülmesi ile yağlı emprenye maddeleri elde edilir. Başlıca yağlı emprenye maddeleri; kreozot, karbolineum, maden kömürü katranı, linyit kömürü katranı ve odun katranı (Nicholas, 1973).

Özellikle odundaki rutubet değişimlerinin fazla olduğu kullanım yerleri için tavsiye edilen bu maddelerin kötü kokuları vardır. Emprenye işleminden sonra yapışma ve boyama işlemi yapılamamaktadır. Bu guruba giren maddeler özellikle, %20'den az rutubetli ağaç malzemelere emprenye edilir. Yanma tehlikesi ve korozyon etkisinden dolayı izolasyon maddeleri ile elektrik kabloları için tehlikeli olabilirler (TS 344).

Yağlı empenye maddeleri kazanda basınç veya sıcak-soğuk kazan yöntemleri uygulanarak toprakla temas eden tüm ağaç malzemelerin empenyesinde kullanılırlar (Erten, 1980).

2.1.3.2 Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri

Petrol destilasyonu ürünleri olarak elde edilen organik çözücülerde çözülmüş fungusit ve insektisit özellikteki aktif kimyasal maddelerdir. Doğal olarak suda çözünmediklerinden uzun süreli koruma sağlarlar. Emprenye işleminden sonra çözücü madde buharlaşarak ağaç malzemenin uzaklaşır ve asıl madde ağaç malzemenin bünyesinde kalarak koruyuculuk işlevini yerine getirir (Bozkurt ve ark, 1993).

Organik çözücü olarak hidrokarbonlar kullanılır. Başlıca organik çözücülü empenye maddeleri, organik cıva bileşikleri (fenil cıva oleat), klorlu hidrokarbonlar (lindan, dieldrin), pentaklorofenol (PCP) ve türevleri (sodyum, bakır, ve lauril pentaklorofenol v.b.), tributiltin oksit (organik kalay bileşikleri), metal naftenatlar (çinko ve bakır naftenat), bakır-8 kinolilat, sentetik piretroidler (permetrin, delta- metrin)'dir (Nicholas, 1973; AWPA, P8-91; Bozkurt ve ark, 1993).

Organik çözücülü empenye maddeleri ile empenye edilmiş olan ağaç malzeme renk değişimleri, korozyon etkisi, boyut değişimi, çarpılma gözlenmemektedir. Fakat empenye işleminin ardından uçucu yapıdaki çözücülerden dolayı tutuşma tehlikesi vardır. Fiyatlarının pahalı oluşuda bir diğer sakıncalı yönleridir (Richardson, 1978; Bozkurt ve ark, 1993).

2.1.3.3 Suda Çözünen Emprenye Maddeleri

Çözücü olarak, kolay elde edilebilen, zehirlilik etkisi olmayan ve ağaç malzemeye nüfuzu kolay olan su kullanılmaktadır (Koch, 1972).

Suda çözünen empenye maddeleri çok çeşitlidir. Bunlardan en önemlileri; bakır/krom/arsenik (CCA), asit/bakır/kromat (ACC), amonyaklı/bakır/arsenik (ACA), amonyaklı/bakır/çinko/arsenik (ACZA), bakır/krom/bor (CCB), kromlu/çinko/klorür

(CZC), fluor/krom/arsenik/fenol (FCAP), bor bileşikleri (bori asit, disodyum oktaborat tetrahidrat), pentaklorofenol7amonyak/solvent (PAS) gibi empenye maddeleridir (AWPA, P5-92; Bozkurt ve ark, 1993).

Bu tür empenye maddeleri, katı, macun veya konsantre halinde taşınabilmekte olup, kullanılacak yerde kolayca hazırlanabilmektedir. Genel olarak kokusuzdurlar ve yanmayı önleyici maddelerle kolayca kombine edilebilmektedirler. Uygulama sonrası su odundan uzaklaşınca asıl etkili madde olan tuzlar ağaç malzeme içerisinde fiziksel veya kimyasal olarak sabitlenmektedir. Ayrıca yüksek retensiyon değerlerinde (40 kg/m³ ve üzeri) ağaç malzemenin direnç değerlerini düşürücü etkiye sahiptirler (Bozkurt ve ark, 1993; Winandy, 1988; Winandy and Morrell, 1990).

2.1.4. Öz odunun empenye edilebilirliği

Empenye işleminde yuvarlak odunlarda direk diri odunla temas olduğundan öz odunun empenye edilebilme kabiliyeti önemini yitirmektedir. Fakat kereste tipi ağaç malzemelerin empenye edilmesinde öz odunun empenye edilebilmesi önemli olmaktadır. Ekkstrakte olabilen yağlar, waxlar ve zamkların hücre çeperindeki geçitleri tıkaması, iğne yapraklı ağaçlarda hücreden hücreye geçitlerin kapanması, ya da yapraklı ağaçlarda hücre lümenleri içerisine paranzim hücrelerin hareketi ile gözeneklerin kapanması sonucu tül oluşumundan dolayı öz odunda sıvıların geçişi güç olmaktadır (Sivrikaya, 20003).

2.1.5. Öz Odun ve Diri Odun

Bir ağaç gövdesine enine kesitten bakıldığında ortadaki koyu renkli bölge öz odun, dış tarafta kalan açık renkli kısım ise diri odun olarak isimlendirilmektedir. Rengi belirgin olsun ya da olmasın, öz odun oluşumu ağaç türlerinde farklı yaşlarda başlamaktadır (Bozkurt ve ark., 2000).

Diri odundaki canlı hücreler solunum ve özümleme gibi metabolik işlemleri gerçekleştirirken, öze doğru gidildikçe, metabolik ve enzimatik faaliyetler azalır. Canlı

hücreler ölmeye başlar ve stoplazma içerisindeki nişastalar, şekerler ve azotlu maddelerin azalması ile stoplazma kimyasal olarak değişikliğe uğrar. Bu tip oluşumların neticesinde öz odun oluşumu başlar ve ağacın hayatı boyunca devam eder (Frey-Wyssling, 1963).

Öz odun diri oduna nazaran farklı rutubet içeriğine sahiptir (USDA-FS, 1999). Canlı ağaçlarda suyun yukarı doğru hareketi diri odun bölgesinde gerçekleştiğinden dolayı, diri odun kısmı yüksek bir rutube içeriğine sahip olmaktadır. Bunun nedeni ise diri odunda permeabilite, aspirasyona uğramamış, kalınlaşmamış geçitler tarafından kolaylıkla yapılmasıdır. Diri odun kısmında sadece birkaç toksit ekstraktif madde olduğundan dolayı çürümeye karşıda oldukça hassastır (Taylor et al., 2002). Öz odunun rutubet içeriği, mantarlar tarafından meydana getirilen çürümeyi önleyecek kadar düşük değildir. Yalnızca serbest su tamamen odunda bulunmayınca mantar aktivitesi de bununla orantılı olarak sınırlı olmaktadır (USDA-FS, 1999; Sivrikaya, 2003).

Öz odun, yağlar, waxlar, polifenoller, reçineler, tanenler, zamklar, aromatik ve renklendirici maddeleri içermektedir (Koch, 1972). Ekstraktif olarak bilinen bu tür maddeler öz odunun biyolojik etmenle karşı olan direncinin yüksek olmasındaki sebeplerden birisidir.

Öz odun ile diri odun arasında oluşan farklılıklar Bowyer (1996) ve Sivrikaya (2003) tarafından belirtildiği gibi;

1. Öz odundaki sıvı nüfuzu diri oduna göre daha güç olabilir. Çeşitli ekstraktif maddelerin hücre çepriindeki geçitleri tıkaması, yapraklı ağaçlarda hücre lümenine paranzim hücrelerinin geçmesi ile tül oluşumu, iğne yapraklı ağaçlarda hücreler geçit aspirasyonu olarak adlandırılan hücreler arası geçişi sağlayan geçitlerin kapanması gibi nedenlere bağlı olarak sıvıların öz odunda nüfuzu güçleşmektedir.

2. Öz odun ile diri odun arasında renk farklılığı olabilir. Genel olarak öz odunu diri oduna nazaran daha koyu renge sahiptir. Bu fark, bazı ekstaraktif maddelerin koyu renkte olduğu zaman meydana gelir. Bazı ağaç türlerinde öz odun ile diri odun arasında

belirgin bir renk farklılığı olmayabilir. Bunun sebebi, o ağaç türünün içerdiği ekstraktif maddelerin renksizliğinden kaynaklanmaktadır.

3. Öz odunun diri oduna nazaran daha belirgin bir kokuya sahiptir. Bu özellik, öz odunun sahip olduğu aromatik ekstraktif maddelerden kaynaklanmaktadır

4. Öz odun böceklerle ve çürümeye karşı diri oduna nazaran daha dayanıklıdır. Bazı ağaçların öz odunların da bulunan ekstraktif maddeler böcek ve mantarlara karşı toksik madde özelliği taşıyabilmektedir. Bu durumda, ağaç malzemenin doğal dayanımı belirli ölçüde artmaktadır.

5. Öz odunun kuruması diri oduna göre güç olabilir. Kuruma güçlükleri genellikle penetrasyonu sınırlayan benzer faktörlere dayalı olmaktadır.

6. Öz odun diri oduna göre daha ağır olabilir. Ekstraktif maddelerin öz odunda yoğun olarak bulunması bu sonuca götüren en önemli nedendir.

2.1.6. Doğal Dayanıklı Öz Oduna Sahip Ağaç Türleri

Ağaç malzeme çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlere karşı direnci, sahip olduğu çeşitli kimyasal ve ekstraktif maddeler (reçine, tanen, v.b) ile sağlanmaktadır (Beal et al. 1974). Genel olarak bir ağaç malzemenin doğal olarak mantarlara, böceklerle, deniz zararlılarına karşı dayanıklılığı bulunduğu yerin iklimik faktörleri ile birlikte ağaç malzemenin yoğunluğu ve sahip olduğu ekstraktif maddelere bağlıdır (Bozkurt ve ark, 1993). Belirli koşullar altında termitler üzerinde yapılan çalışmada, termitlere karşı olan direnç ile odunun yoğunluğu arasında güçlü bir korelasyon bulunamamıştır. Fakat edinilen bilgiler ışığında odunun yoğunluğunun yalnız başına termitlere karşı direnci dikkate değer derecede değiştirmedığı, ağaç malzemedeki bulunan ekstraktif maddelerle birlikte daha dirençli hale geldiği görülmüştür(Peralta et al., 2004).

Ülkemizde doğal dayanıklı ağaç türlerinin yeterince bulunmaması, emprenyeli ağaç malzeme kullanımına ağırlık verilmesine neden olmuştur (Sivrikaya, 2003). Bu yüzden

doğal dayanıklı ağaç türleri, özel ambalaj malzemeleri yapımında, çok kolay bir şekilde emprenye edilemeyen büyük boyutlu deniz iskele direklerinde, estetiğin arandığı ve ağacın gerçek renginin arandığı yerlerde ve tekne yapımında özel şekil verilmesi gereken büyük boyutlu ağaç malzemelerde kullanılmaktadır (Findlay, 1985).

Ağaç malzeme içerisindeki diri ve öz odun oranları doğal dayanıklılık bakımından aynı ağaç türü içerisinde bile farklılıklar meydana getirebilmektedir. Hatta aynı tür ağaçların öz odunlarının dayanımlarında dahi farklılıklar mevcuttur. Bu farklılığı ortaya çıkaran neden ağaç malzemenin içeriğinde bulundurduğu ekstraktif maddelerdir. Bunun yanında, öz odun kendi içerisinde öz kısmından çevreye doğru gittikçe doğal dayanım artmaktadır (Hillis, 1972). Ağaç malzeme doğal dayanım gösteren yalnızca öz odun değildir. Öz odun oluşumu gerçekleşmeden önce çeşitli yaralanmalarda ve organizmaların saldırısında aktif savunma mekanizması devreye girmektedir. Fakat pasif savun mekanizması herhangi bir enfeksiyon söz konusu olmadan önce üretilmektedir. Öz odunun oluşumundan sonra paranzim hücrelerinin ölümüyle aktif savunma mekanizması devre dışı olup pasif savunma mekanizması odun tarafından oluşturulmaktadır (Taylor et al. 2002).

Ağaç malzemelerin doğal dayanıklılığı yapılan çalışmalarla sınıflandırılmıştır (Findlay, 1985; ASTM D-2017, 1994; Berkel, 1972). ASTM D-2017, 1994 standardına göre ağaç malzemeler doğal dayanıklılık bakımından, yüksek dayanıklı, dayanıklı, orta derecede dayanıklı, az dayanıklı, dayanıksız olarak sınıflandırılmış olup, sınıflandırma ağaç malzemedeki ağırlık kaybı esas alınarak yapılmıştır.

2.1.7. Bazı Tropik Ağaçların Özellikleri ve Kullanım Alanları

Dünya genelinde orman endüstri alanında kullanım alanı oldukça geniş olan tropik ağaç türleri, genel olarak, mekanik direnç değerlerinin yüksek oluşu, odunu tahrip eden organizmalara karşı dirençli oluşları ve emprenye maddesinin kullanımına uygun olmayan yerlerde doğal olarak kullanılabilmesi gibi özelliklerinden dolayı tercih edilmektedirler. Kullanımı yaygın olan bazı tropik ağaç türleri aşağıda kısaca açıklanmıştır (Chudnoff, 1980; Bozkurt ve ark., 1989).

Afrormosia (Kokrodua, Assamela)

Afrormosia, Batı Afrika'da yayılım göstermektedir. Ağaç boyu 30-45 m, özgül ağırlığı 0,57 gr/cm³'tür. Öz odun ile diri odun arasında renk farklılığı belirgindir. Diri odun kısmı beyazımsı ve belirgin olup, 2-5 cm genişliğindedir. Öz odunu ise kahverengi ile koyu kahverenginde olup termitlere ve deniz zararlılarına karşı oldukça dirençlidir. Sıcak suda çözünen ekstraktif madde miktarı % 14'tür. Öz odunu koruyucu emprenye maddelerinin nüfuzuna karşı son derece dirençli olup diri odun kolay emprenye edilebilmektedir. Çok iyi cila kabul etmesinin yanı sıra, iyi yapıştırılabilme özelliğine sahiptir. Odunu, doğrama, döşeme, mobilya, dekoratif kaplama, liman ve köprü yapımı gibi alanlarda kullanıma uygundur.

Azobe (Bongossi, Bakundu, Kaku, Esore, Aba, Endwi)

Azobe, Doğu Afrika'da yayılım göstermektedir. Ağaç boyu 40-50 m, özgül ağırlık 0,90 gr/cm³'tür. Diri odun 3-5 cm genişliğinde olup pembemsi bir renge sahiptir. Öz odun ise, koyu kırmızı ve morumsu bir renge sahiptir. Öz odunu çok dayanıklı olmasına karşın termitlere karşı daha az dayanıklıdır. Sıcak suda çözünen ekstraktif madde miktarı % 1,3-3,7'dir. Termitlere ve deniz zararlılarına karşı son derece dayanıklı olan bu ağaç türünün öz odunu oldukça güç emprenye edilmektedir. Gemi ve köprü yapımı, demiryolu traversleri, vagon, parke, laboratuvar masaları ve liman gibi kullanım yerlerinde değerlendirilmektedir.

Bilinga (Opepe, Kusia, Badi, Bilinga, Akondoc, N'Gulu-maza, Kilingi, Sibö)

Bilinga, batı ve orta Afrika'da yayılım göstermektedir. Ağaç boyu 25-40 m, özgül ağırlık 0,63 gr/cm³'tür. Beyazımsı ve sarımsı renkte olan diri odun kısmı yaklaşık 3-5 cm genişliktedir. Öz odun ise portakal veya altın sarısı renkte olup, kesimden sonra koyulaşmaktadır. Çalışanları zehirleyebilen alkaloidler mevcuttur. Alkol benzende çözünen ekstraktif madde miktarı % 5,1-5,4 arasındadır. Öz odunu oldukça dayanıklıdır. Deniz zararlılarına karşı güçlü bir dirence sahip olmasına rağmen, termitlere karşı daha hassastır. Diri odunu permeabil bir yapıya sahip olduğundan kolay emprenye edilebilmesine karşın, öz odunu orta derecede emprenye edilebilmektedir.

Genel inşaat malzemesi olarak, döşeme, binaların iç ve dış kısımlarda, mobilya endüstrisi, demiryolu traversleri, liman ve doklarda, küçük gemi yapımında kullanılabilir.

Bubinga (Essingang, Ovang, Kevazingo, Waka)

Bubinga, Batı Afrika bölgesinde yayılım göstermektedir. Ağacın boyu 20- 40 m civarında olup, özgül ağırlığı 0,65-0,78 gr/cm³ arasında olmaktadır. Diri odun, beyazımsı ve belirgin bir sahip olup, yaklaşık olarak 5-8cm genişliğindedir. Öz odunu ise, kırmızımsı kahve renginde, morumsu şeritlidir. Öz odunu oldukça iyi bir dayanıklılığa sahip olup, termitlere karşı dirençli olmasına karşın, deniz zararlılarına karşı hassastır. Emprenye edilebilirlik bakımından, öz odun güç emprenye edilirken, diri odun daha kolay emprenye edilebilmektedir. Odunu; mobilya, lambri, parke, tornacılık, vagon ve uçak yapımı ve kesme kaplama levha üretimi gibi alanlarda değerlendirilmektedir.

Douka (Makoré,Ukola,Gabon)

Douka, batı Afrika bölgesinde yayılım göstermektedir. Ağaç boyu 30-40 m arasında olup, özgül ağırlığı 0.55 gr /cm³'tür. Kırmızımsı beyaz renkte olan diri odunu, yaklaşık olarak 4-10 cm genişliğindedir. Öz odunu dikili halde ve dikimden hemen sonra pembe ile kırmızımsı kahverenginde olmasına karşın, kesimden bir müddet sonra gittikçe koyulaşmaktadır. Ekstraktif madde içeriği yaklaşık %4,5 oranında olup, yüksek miktarda silis içeriği vardır. Bu yüzden testerelerde aşırı şekilde körleşmeye sebep olmaktadır. Bunu önlemek için, Douka, kesiminde karpit uçlu testereler kullanılmaktadır. Öz odunu termitlere karşı son derece dayanıklı olup oldukça güç emprenye edilebilirken, diri odun ise böceklere karşı hassastır. Orta derecede güç emprenye edilebilmektedir. Döşeme, tornacılık, deniz kontrplak, dekoratif kaplama, marangozluk ve küçük gemi yapımında yararlanılmaktadır.

Doussie (Apa, Aligna , Mkora, Mkola, Mbambakofi , Chanfuta, Mussacossa , Beyo, Meli, Azza)

Doussie, batı ve doğu Afrikada'da yayılış göstermektedir. Ağaç boyu 30-40 m olup, özgül ağırlığı 0,67 gr/cm³'tür. Diri odunu 3-5 cm genişliğinde olup, açık sarı renktedir. Öz odunu kırmızımsı kahve rengindedir. Doussie, yüksek ekstraktif madde içeriğine sahip olup, alkol benzolde çözünen ekstraktif madde miktarı %17-27 arasındadır. Öz odunu termitlere karşı oldukça dayanıklı olup, güç emprenye edilebilmektedir. Diri odun böceklerle karşı hassas olup, orta derecede güç emprenye edilebilmektedir. Doğu Afrika sularında, teredoların odunda gelişmesi ve zarar vermesi düşük oranda olmaktadır. Odunu, dış doğrama (pencere, kapı v.b),limanlarda, mobilya, parke, kesme kaplama levhaları, su içi inşaatlarda ve gemi yapımında kullanılmaktadır.

Iroko (Semli, Odoum, Rokko,Oroko, Abang, Mandji, Mereira, Kambala, Mvule)

Iroko, batı, orta ve doğu Afrika'da yayılış göstermektedir. Ağaç boyu 45 m olup, özgül ağırlığı 0,55 gr/cm³'tür. Sarımsı beyaz ile gri renkte, 5-10 cm genişliğinde diri oduna sahiptir. Öz odunu açık kahverengindedir. %5-8 arasında ekstraktif madde ve kalsiyum karbonat kristalleri içermektedir. Öz odunu deniz zararlıları ve termitlere karşı oldukça dirençli olup emprenyesi son derece güçtür. Diri odunu ise, böcek zararlılarına karşı direnci düşüktür. Diri odunu permeabil bir yapıya sahip olduğundan dolayı emprenye edilmesi öz oduna göre daha kolaydır. Odunu, doğrama, istif, bahçe mobilyası, kaplama, demir yolu traversi, deniz çalışmaları alanlarında kullanılmaktadır.

Limba (Ofram, Fraké, Afara, Akom, Limba)

Limba, Batı ve Orta Afrika'da yayılış göstermektedir. Ağaç boyu 30-45 m olup özgül ağırlığı 0.45 gr/cm³'tür. Diri odunun genişliği yaklaşık olarak 10 cm'dir. Öz odun ile diri odunun rengi aynı olup, sarımsı kahverengindedir. Lif yapısının düzgün olmasından dolayı oldukça dekoratif bir görüntüye sahiptir. Sıcak suda çözünen ekstraktif madde miktarı yaklaşık %5-7 arasındadır. Öz odunu, biyotik ve abiyotik faktörlere karşı direnci düşüktür. Bu yüzden dış ortamlarda kullanılırken koruyucu tedbirlerin alınması gereklidir. Emprenye edilebilirlik bakımından, öz odunu son derece güç, diri odun ise

orta derecede güç emprenye edilebilmektedir. Kontrplak, mobilya, iç marangozluk, dekoratif kaplama, tornacılık gibi alanlarda değerlendirilmektedir.

Ovangkol (Ehie, Anokye, Amazoué, Amazakoue)

Ovengkol Fildişi Sahilleri, Gana ve Güney Nijerya bölgesinde yayılış gösterir. Ağaç boyu 30-45m, özgül ağırlığı 0,75-0,80 gr/cm³'tür. Diri odunu sarımsı beyaz olup yaklaşık 4 mm civarındadır. Öz odunu sarımsı kahverengi, koyu kahverengindedir. Hoş olmayan bir kokuya sahip olup, kaba tekstürlü bir ağaçtır. Yaklaşık olarak %6 oranında ekstraktif maddeye sahiptir. Öz odunu kısmen dayanıklı olup, termitler tarafından nadiren saldırılır. Öz odunu oldukça güç emprenye edilebilirken diri odun kısmen emprenye edilebilmektedir. Tornacılık, oymacılık, dekoratif kaplama, mobilya ve parke yapımında kullanılmaktadır.

Paduk (Mbé, Mbil, Ngula, Bosulu)

Batı Avrupa bölgesinde yayılım göstermektedir. Ağaç boyu yaklaşık 20-40 m, özgül ağırlığı 0,8-,1,0 m genişliğindedir. Diri odunu beyazımsı ile krem renge olup yaklaşık 4-8 cm genişliğindedir. Öz odunu ise kırmızı renktedir. İçerisinde yaklaşık %13 oranında ekstraktif madde bulunmaktadır. Öz odunu termitlere karşı son derece dayanıklıdır. Öz odunu oldukça güç emprenye edilmektedir. Diri odunu kısmen emprenye edilebilmektedir. Kullanım yeri olarak, zemin döşemelerinde, tornacılıkta, dekoratif kaplamalarda, oymacılık, lambri ve bıçak saplarının yapımında kullanılmaktadır.

Wenge (Awong, Panga panga, Mpande)

Mozambik ve Tanzania'nın güney bölgesinde yayılım gösterir. Ağaç boyu 10-20 m olup, özgül ağırlığı 0,75-0,80 gr/cm³ arasındadır. Öz odunu koyu kahverengi ve siyah olup termitlere karşı oldukça dayanıklıdır. Diri odunu 3-6 cm kadar olup sarımsak beyaz renktedir. Öz odunu son derece güç emprenye edilebilen Wenge'nin, diri odunu kısmen emprenye edilebilmektedir. İşlenme esnasında bıçakları orta derecede körleştirme etkisi vardır. Tozu mide krampına, talaşı felç belirtilerine neden olabilir. Öz

odun mantar, böcek ve termitlere karşı dayanıklıdır. Odunu mobilya, lambri, kesme kaplama, parke ve spor eşyaları yapımı gibi alanlarda değerlendirilmektedir.

Öz odundaki ekstraktif madde oranı

2.2. ODUN KİMYASI ÜZERİNE YAPILAN ANALİZLER

2.2.1. Ekstraktif madde analizleri

Ağaç malzemedeki ekstraktif madde tayinlerinde, sıcak-soğuk suda çözündürme, %1'lik NaOH'te ve alkol benzende çözündürme yöntemleri ile belirlenmektedir.

2.2.1.1 Alkol-Benzende Çözünürlük

Alkol-benzende çözünen madde miktarları, TAPPI T 204 cm-97 standardına göre, 2/1 oranında benzen alkol karışımı (33 hacim %95'lik C₂H₅OH, 67 hacim C₆H₆) ile odun örneği 4 saat ekstrakte edilerek belirlenmiştir. Örnekten çözünen kısım, tam kuru ağırlığa oranla % olarak hesaplanmıştır.

2.2.1.2 % 1' lik NaOH' te Çözünürlük

Bu yöntem sıcak seyreltik alkaliye karşı odun örneğinin dayanıklılığını belirler. % 1'lik NaOH çözünürlüğü uygulamanın nedeni, alınan bir odun örneğinde var olan mantar çürüklüğünü, ısı, ışık, oksidasyon vb. yani degradasyona uğramış selüloz miktarını belirlemektir.

0,1 mg hassaslıkta 2 g'lik üç örnek tartılarak 200 ml'lik erlen içerisine koyularak üzerine % 1'lik NaOH çözeltisinden 100 ml ilave edilmiştir. Erlenin ağzı daha küçük bir erlenle kapatılarak 1 saat süreyle su banyosuna bırakılmıştır. Erlenin su banyosuna yerleştirilmesinden sonra 10., 15. ve 25. dakikalarda üç kez karıştırılmış, bu süre sonunda erlendeki kalıntı, darası alınmış kroze üzerinden süzümüştür. Daha sonra % 10'luk 50 ml asetik asit ve sıcak su ile yıkandıktan sonra kroze ve içindekiler 105±3°C de kurutulmuş ve bir desikatörde soğutularak tartılmıştır.

2.2.1.3 Soğuk Su Çözünürlüğü

TAPPI T 207 cm-99 standardına uygun olarak $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 300 ml destile su içine konulan 2 g hava kuru örnek 48 saat süre ile zaman zaman karıştırılarak bekletilmiş; bu süre sonunda numune darası alınmış krozeden süzülerek destile su ile yıkanmıştır. Daha sonra örnekler $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ de değişmez ağırlığa gelinceye kadar tartılmıştır. Soğuk suda çözünen miktar tam kuru örneğe oranla yüzde olarak hesaplanmıştır.

2.2.1.4 Sıcak Su Çözünürlüğü

Sıcak su çözünürlüğü TAPPI T 207 cm-99 standardına göre belirlenmiştir. Bu yöntemde göre önceden rutubeti belirlenmiş 2 g hava kuru örnek 200 ml'lik bir erlenmayer'e koyularak üzerine 100 ml destile su ilave edilmiştir. Erlenmayer soğutucu altında 3 saat süreyle kaynayan su banyosunda tutulmuş, bu sürenin sonunda bir krozeden süzülerek sıcak su ile yıkanmıştır. $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ de kurutulup bir desikatörde soğutularak tartılmıştır. Sonuç tam kuru numune ağırlığına oranla % olarak hesaplanmıştır.

2.3. HİZMET ÖMRÜ BİTMİŞ EMPRENYELİ AĞAÇ MALZEMENİN ÇEVRESEL SORUNLARI

Emprenyeli ağaç malzemeler kullanım ömürlerini tamamladıktan sonra bulunduğu çevrede katı atık olarak büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Oluşan bu katı atık potansiyeli gün geçtikçe açığa çıkmakta ve canlı yaşamını tehdit etmektedir (Huang, Cooper, 2000). Bu konu üzerine yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda, katı atıkların çevreye verdikleri zararın yanı sıra ekonomik anlamda da büyük kayıplara sebep olduğu ortaya çıkmıştır. Hem çevresel, hem de ekonomik zararların önlenmesi için bazı öneriler ortaya koyulmuştur.

1990 yılında, EPA Region V, emprenye edilmiş tel direklerinin veya diğer büyük boyutlu malzemelerin çit direği olarak kullanılmasıyla bunların katı atık olarak adlandırılmayacağını deklare etmiştir. California, Oregon ve Washington eyaletleri de

aynı sonuçlara varmıştır. 1992 yılında, Washington Eyaleti'nin ekoloji departmanı bu sonuçları incemiş ve EPA ile aynı kaniya varmıştır. Bu sonuçlara göre:

Emprenye edilmiş ağaç malzeme, çit direklerinde, istinat duvarlarında, peyzaj uygulamalarında, güvertelerde, iskelelerde ve bu gibi konstrüksiyon alanlarında tekrar kullanılabilceği, ancak burada unutulmaması gereken bir hususta, tekrar kullanıma alınan bu malzemeler kullanılırken bir önceki kullanıma bağlı kalınması gerekir. Yani daha önceki kullanıma ait dökümanları içeren tüketici bilgi formu ve ürün kullanım klavuzu dikkate alınmalıdır. Ayrıca son kullanıcının katı atıkları yok etme işlemini gerçekleştirmesi Federal RCRA (Resource Conservation and Recovery Act) programına göre yapılan TCLP (Toxicity Charecteristic Leaching Procedure) testlere dayalı olarak yapılmaktadır. TCLP tarafından tanımlanmamış empreneli ağaç malzeme ürünleri atık olarak nitelendirilmemektedir.

Dünya genelinde her sene inşaat sektöründe, limanlarda, tren yollarında, ve haberleşme sektöründe oldukça büyük boyutta kullanım ömürlerini tamamlamış emprenyeli ağaç malzemeler ortaya çıkmaktadır. Bu tip kullanım ömürlerini tamamlamış ahşap malzemedeki zehirli madde olarak nitelediğimiz ağır metallerin ve odun hammaddesini değerlendirmek amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin uygulanmasıyla hem çevresel anlamda oluşan kaygıları minimuma indirmiş ve bulunduğu ülke ekonomisine fayda katkı sağlamıştır.

2.3.1. Emprenyeli Katı Atıkların Geri Dönüşüm İşlemleri

Emprenye edilmiş odun atıkları, geri dönüşüm için önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Bu atıklar için en fazla tercih edilen yok etme metotları; yakma ve toprağa gömmedir. Emprenye edilmiş atıkların yakılması işlemi basit gibi görülse de, sıcaklığın etkisiyle toksik gazların yayılması, atıkların yakılması esnasında oluşan kül içindeki ağır metallerin bulunması gibi bir çok zararlı etkiye sahiptirler. Toprağa gömerek yok etme seçeneğinde ise, emprenye maddesinin katı atıklardan zamanla toprağa geçmesi ve yer altında bulunan su kaynaklarını kirlemesi gibi zararlı etkiler söz konusu olmaktadır. Bunun yanında emprenye edilmiş odun hammaddesinin kesilmesi, işlenmesi,

yongalanması, liflendirilmesi ve bu atıkların kompozit malzeme yapımı sırasında gerek işçilere gerekse de çevreye zarar verebilmektedir (Fetron, De Groot,1996).

Yukarıda sayılan uygulamaların meydana getirdiği olumsuz etkilerden dolayı, yok etme işleminde emprenyeli ağaç malzeme içeriğinde bulunan aktif elementlerin uzaklaştırılması önem kazanmaktadır. Kimyasal ve biyolojik yöntemler sayesinde emprenye maddesi odundan uzaklaştırılabilmektedir.

2.3.1.1 Biyodegradasyon

Çevrede oluşan değişik türdeki zehirli atıkların mikrobiyal biyodegradasyon yöntemi ile yok edilmesi son yıllarda önem kazanan bir yöntem olarak gündeme gelmiştir. Biyolojik dönüşüm metodu olarak da bilinen bu metotta hidrokarbon içeren karışımların büyük bir oranda dönüşümü ve biriktirilmesinin yanında mikrobiyal katabolik çeşitliliğin degradasyonunu doğal bir yolla oluşmasını sağlamaktadır. Bu işlem de emprenye maddesi içerisinde bulunan aktif elementlerinin odundan alınması mantarlar, bakteriler ve biyoabsorbent özelliği bulunan çeşitli algler ve bitkiler kullanılmaktadır.

Odun korumada başarılı bir emprenye maddesi olan kreozot çeşitli mantar türleriyle ile muamele edildiği ağaç malzemedan izole edilmesi biodegradasyon yolu ile sağlanmıştır. (Duncal, C.G.and Deveral, F.J.,1964)

Geçmiş yıllarda kullanımına sıkça rastladığımız klorofenoller gurubuna giren PCP (Pentaklorofenol)'nin deoksifikasyonu kendisine dayanıklı olan Ascomycetes ve Fungi imperfecti ile muamele edilmesiyle içerisinde bulunduğu ağaç malzemedan izole edilmiştir.

Son yıllarda mantarlarla muamele işleminden ziyade her bir emprenye maddesi için çeşitli enzimler geliştirilip izolasyon sağlanmıştır. Pentaklorofenol çeşitli oksidatif enzimler (peroksidoz v.b) sayesinde Klor'un izole edilmesi ile polimerleştirilerek enzimatik detoksifikasyonu sağlanmaktadır. (Bumpus, Tien, Wright and Aust, 1985). En etkili enzim üreticisi olan beyaz çürüklük mantarları ürettiği enzimler sayesinde yüksek bir redoks potansiyeli açığa çıkmakta ve enzimatik yanma olayı meydana gelmektedir (Bumpus, Tien, Wright and Aust, 1985).

2.3.1.2 Kimyasal yolla emprenye maddesinin geri dönüşümü

Odun içerisinde lignine ve selüloza bağlı halde bulunan veya hücre çeperi içerisine çökmüş halde bulunan emprenye maddelerini çözmek amacıyla çeşitli organik, inorganik asitler ve bazı chelat oluşturuvcu kimyasal maddeleri kullanılmaktadır. Emprenye edilmiş odun, sözü edilen sıvılarla ekstraksiyona uğratarak odun içerisindeki fiksasyon reaksiyonlarla oluşmuş ve bunun sonucunda, suda çözünmez formdaki bileşiklerin suda çözünebilir formdaki bileşiklere çevirmiştir (Felton, De Groot,1996).

EDTA (Etilendiamintetraasetik asit) adı verilen kimyasal madde ile emprenyeli ağaç malzemenin emprenye maddesinin yıkanarak uzaklaştırılmasında etkili bir madde olduğu tespit edilmiştir (Thomas, Lawlor, Bailey, Macaskie, 1998; Abumaizar, Smith, 1999). EDTA'nın son derece stabil komplekslerle metal iyonlarını bağlama yeteneği, onun çözülmez metal bileşiklerin çözünmesi ve kirlenmiş yüzey veya topraktan uzaklaştırılmasında kolaylık sağlamaktadır (Papassiopi, Tambouris, Kontropoulos, 1999). Aynı şekilde son dönemlerde, geçmişte kullanılmış ve kullanım ömürlerini tamamlamış olan CCA emprenye maddesi ile emprenye edilmiş atıkların miktarındaki artışla beraber bunların yok edilmesine ilişkin çeşitli kimyasal maddeler kullanıma alınmıştır. Bu kimyasal maddelerden, sitrik asit, asetik asit, formik asit, oksalik asit, fumarik asit, glukonik asit, ve malik asit gibi organik asitler ile sülfürik asit, hidroklorik asit, nitrik asit gibi mineral asitlerin CCA komponentlerini odundan uzaklaştırdığı görülmüştür (Taylor, Cooper, Ung, 2001).

2.3.1.3 Chartherm prosesi

Bu proses emprenyeli ağaç malzemenin geri dönüştürülmesine ve ağaç malzeme atık ürünlerinin volarizasyonuna imkan kılmaktadır. Proses'te emprenyeli ağaç malzemenin nasıl kirlendiğine bakılmaksızın, onların yüksek kalitede ve temiz odun kömürüne dönüştürmeyi amaçlamaktadır. Uygulanan bu yöntem, çevre için güvenli ve risksiz olması, kolay bir uygulama şeklinin olması, ekonomik oluşu ve teknik açıdan güvenilir olması gibi faydalı sonuçlar vermiştir. Proses üç aşamada meydana gelmektedir;

- 1- Öğütme
- 2- Chartherizasyon (Spesifik termal muamele)
- 3- Ayrıştırma

Yongalanmış olan ağaç malzemenin bir reaktör kazanı içerisinde ısıtılması olayına ise, Chartherizasyon adı verilmektedir. Temel prensip olarak Chartherizasyon ile, ısıtma işlemi yardımıyla gaz haline geçen uçucu elementlerin hızlı bir soğutma işlemi ile yoğunlaştırularak toplanması ve bu işlem esnasında oluşan mineral elementlerin karbon miktarınca zengin kömür tipi olarak geriye kalması sağlanır. Reaktörün alt kısmından alınan odun kömürü kalıntısı ise soğutulur, sıkıştırılır ve diğer aşamada kullanılmak üzere depolanır.

2.4. DENİZ İÇERİSİNDE AĞAÇ MALZEMEDE ZARAR YAPAN ORGANİZMALAR

Yaklaşık beş asır önce uluslar arası gemilerin ticaret amacıyla denizlerde yolculuk etmesiyle yerli olamayan deniz canlıları türleri diğer ülke denizlerinde görülmeye başlanmıştır. Akdeniz'e yumuşakçalar, polychaetes and algae içerisinde bulunan 300 den fazla organizma ulaştığı tespit edilmiştir (Galil, and Zenetos, 2002). Deniz delicileri deniz suyundaki sıcaklık ve tuzluluk oranlarına göre taşındığı yerdeki yayılımı değişmektedir. Sıcaklığın artması ile odun delicilerin yayılışında ve aktivitelerinde artış olduğu gözlenmiştir. (Turner, 1971b; Ibrahim,1981).

Deniz suyu içerisinde ağaç malzemenin dayanımı tatlı sulara nazaran daha kısadır. Çünkü, deniz suyunun yüksek tuz içeriği, organizmaların yaşamaları için uygun ortam sağlamaktadır (Berkel, 1970). Mikroorganizmalar denizde ağaç malzemenin dış yüzeyine her ne kadar zarar verseler de asıl zarar, delici organizmalar tarafından olmaktadır (Eaton,1985). Yumuşakçalar ve kabuklar olarak iki guruba ayrılan odun deliciler, ağaç malzemede büyük tahribat yapmaktadır.

Odun delici organizmalar konusunda Türkiye'de çok az sayıda çalışma yapılmıştır. İlk olarak Demir (1954), bu konuda yaptığı araştırmalarında Marmara denizinin dip sularında *Teredo navalis*'e rastlamıştır. Berkel, İstanbul çevresindeki sularda, yapı

malzemesi olarak kullanılan çeşitli ahşap malzemenin bu zararlı tarafından kısa sürede tahrip edildiğini ifade etmektedir. Sekendiz, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde *Teredo navalis*'i incelemiş ve bu türün Türkiye sularındaki varlığına dikkat çekmiştir (Sivrikaya, 2003).

Denizde çok yaygın olarak görülen odun delici organizmalar, yumuşakçalar ve kabuklular olarak ikiye ayrılarak aşağıda gösterilmiştir. (Eaton, 1985).

Tablo 2.1: Yumuşakçalar ve kabuklular

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

Yumuşakçalar gurubu, Teredinidler ve Pholads (Piddocks) olarak iki kısma ayrılmaktadır. Ağaç malzemedeki deniz içerisinde zarar yapan hayvanlardan en önemli ve tehlikeli olanları Midye (*Lamellibranchiata*) lerin Teredinidae ve Pholadidae takımlarından olan Crustaceae familyasının bazı küçük hayvanlarıdır (Berkel, 1970).

2.4.1. Yumuşakçalar (molluscs)

Dünyanın en büyük topluluklarından birisi olan bu canlılar, çoğunlukla ılıman ve tuzlu tropik denizlerde yaşamlarını sürdürmekte olup tatlı su göllerinde, havuzlarda ırmaklarda bazıları ise karada yaşamaktadır. Bu gurup canlılar dünyada yaygın olan Teredinid'ler ve Pholad'lardan oluşmaktadır (Eaton,1985). Yumuşakçalar, buldukları suyun kalitesine oldukça duyarlıdır. Bazı gurupları kirli suları tercih ederken bazıları temiz suları tercih etmektedirler (Rupesh, 2000).

2.4.1.1 *Teredinidae*

İki kabuklu bir yumuşakça olan bu deniz zararlısı, kabukları törpü gibi kullanarak odunu delerler (Turner, 1971b). Delinen odundan beslenme ve barınma ihtiyaçlarını karşılarlar (Gallager ve ark. 1981). Deniz içinde oduna önemli derecede zarar yapan bu canlılar, hem ekolojik hem de ekonomik bir öneme sahiptirler (Distel, 2003 and Turner, 1966). Teredinid'ler mikroskobik larvalarını deniz suyuna bırakıp gelişme safhasına bağlı olarak 1 ile 30 gün arasında faaliyete geçerler (Sipe at al.,2000).

Teredinid'ler üzerine yapılan çalışmalarda, özellikle kıyıya vurmuş odunlar üzerinde mevsimsel farklılıklara bağlı olarak bu canlıların yoğunluklarında da farklılık olduğu gözlenmiştir. Özellikle Ocak ve Nisan gibi rutubetli aylarda yoğunluk daha fazla olduğu, Temmuz gibi kurak aylarda ise da az yoğun olduğu belirlenmiştir (Yvette, 2006).

Teredinid'lerin açtıkları oyukları, dehidrasyon ve predatorlarından korunmak için paletleri ile kapatırlar. Tür ayrımları oluşturdukları paletlere bağlıdır. Fakat çeşitli ekolojik şartlar, odunda ve suda bulunan asitlerin etkisi, diğer hayvanlar tarafından parçalanması ve zamana bağlı olarak palerlerin morfolojik yapılarında değişmeler olabilmektedir (Turner, 1966, 1971a).

2.4.1.2 Pholadidae

Yumuşakçalar diğeri bir üyesi olan Pholadidae familyası kabuk oyuklarının şekillerinden sınıflandırılması yapılır. Genç bireyler ile yetişkin bireylerin morfolojik yapı farklılıkları vardır. İlk olarak geniş ve açık bir kabuğa sahip olan bireyler daha sonra bu açıklık kireçli bir tortu ile kapatılmaktadır ve açıklık yok olmaktadır (Turner, 1971). Pholadidae'ların yaşı ve büyüme oranları bölünmüş kabukların asetat kabuklarından belirlenmektedir (Richardson 2001).

Pholadidae'ların en önemli olan türü *Martesia striata* L.'dir. Odun tahrip edici olan bu tür, tropik ve subtropik denizlerde yüksek tuzlu sularda yaşarlar. *Martesia striata* L.'lar odunu tahrip etmelerine rağmen besin maddesi odun değildir (Turner and Johnson, 1971).

Kalabalık bir topluluk olarak yaşayan Pholadidae'lar komşu bireylerin yaptığı aktiviteleri iyi bir şekilde sezinleyip takip ettiklerinden açtıkları oyuklar birbirinden bağımsız olup çakışmazlar (Evans 1968b). Odunu tahrip eden bu canlıların yaşları ile oluşturdukları oyukların çapları arasında önemli derecede bir ilişki vardır. Deliğin morfolojisi ve deliklerin dağılımı canlıların yoğunluğu ve buldukları materyalin sertliği ile ilişkilidir (Eunice ve ark. 2005).

2.4.2. Kabuklular (Crustaceans)

Çoğu deniz ve tatlı sularda, az bir miktarı ise karaların nemli bölgelerinde yaşayan canlılardır. Kabuklu dış iskeletleri, yarı ayak şekilli bacakları, iki çift antenleri ve solungaç solunumları karakteristiktir. Vücutlarının dış kısmına konumlanmış olan iskelet destekleyici ve koruyucu bir görev üstlenmektedir (Annoymous) Tuzlu ve taze sularda yaşayan kabukluların teşhis edilmesi morfolojik özelliklerine göre olmaktadır (Eaton,1985).Kabukluların en çok bilinen türleri ise Limnoria , Sphaeroma, Chelura'dır.

2.4.2.1 *Limnoriidae*

Limnoria'lar dünya genelinde en yaygın bulunan kabuklulardır. Yaklaşık olarak 10000 türü bulunan bu canlıların yarısı karada, diğer yarısı ise tuzlu denizlerde bulunmaktadır (Bruce, 2002). Doğu Pasifik'te Limnoria familyası üzerine yapılan çalışmada yaklaşık olarak 420 türe rastlanmıştır (Espinosa-Pérez and Hendrickx, 2006). Türkiye'de yapılan bir çalışmada ise, Ege denizi kıyısında bu familyadan 50'ye yakın tür belirlenmiştir (Kırım ve ark. 2005). 1-4 mm uzunluğunda olup, ürettikleri selüloz enzimleri yardımı ile odunu degrade edip besin ihtiyaçlarını temin ederler (Ray, 1959).

Limnoria'lar ağaç malzemenin yüzeye yakın kısımlarında küçük ventilasyon delikleri oluştururlar. Kreozotu degrade eden bakterilerle ortak yaşam kuran *L.tripunctata* kreozotla empenye edilmiş ağaç malzemelerde tahribat yapabilir (Zachary et al. 1983).

2.4.2.2 *Sphaeromatidae*

Sphaeromatidae'ler 8-14 mm büyüklüğüne kadar boya ulaşabilirler (Cragg ve ark. 2000). Genellikle kayalıklı deniz kıyısında ve sığ sularda bulunmaktadır (Holdich and Harrison, 1983). 1800 m kadar derinlikte bulunabilen bu canlılar, hafif tuzlu ve taze sularda yaşamlarını sürdürebilirler (Hurley and Jansen, 1977). Odunu tahrip etmeleri için, % 1 ile % 3,5 arasında ki tuzluluk oranı yeterlidir(Cragg et al. 2000).

Diğer bölgelerle karşılaştırıldığında, Avustralya kıtasında yaklaşık olarak %28'lik yüksek bir oranda bulunmaktadır (Poore, 2002). Sphaeromatidae'ler odun oyuklarında, kum veya çamur içerisinde ve bazı deniz bitkileri ile birlikte bulunurlar (Hurley and Jansen, 1977). En önemli türleri *S.terebrans*, *S.quoyanum* ve *S.triste* dir.

Sphaeromatidae odun içerisinde oyuklar açarak besin ihtiyaçlarını karşılayan bu canlılar, odunu oymak için salgıladıkları enzimlerin engellenmesi oldukça zordur. (Rotramel,1975).

2.4.2.3 *Cheluridae*

Kabuklu odun delicilerin diğer bir familyası olan *Cheluridae*, ılıman, subtropik ve tropik bölgelerde yaygındırlar (Eaton & Hale, 1993). Ağaç malzemedede *Limnoria*'ların açtığı oyukları istila etmekte ve bu canlıların dışkıları ile birlikte kendi dışkılarını tüketerek beslenmektedir. Odununda tekerlek izleri şeklinde oyuklar açan *Cheluridae*'ların (Barnard, 1955) yaptıkları tahribat, ekonomik bakımdan diğer canlılara nazaran önemli değildir (Kuhne, 1971).

2.5. DENİZDE EMPRENYELİ AHŞAP MALZEMENİN YIKANMASI

Deniz suyu ile temas halinde kullanılan emprenyeli ahşap malzemedede zamanla emprenye maddesinin yıkanması söz konusudur. Yıkanma ile birlikte ağaç malzemenin deniz zararlılarına karşı dayanımı azalmakla birlikte, zararlı emprenye maddelerinin yayılmasıyla birlikte insan ve çevreye zarar vermektedir. Bu yüzden insana ve çevreye zarar vermeyen kimyasal maddelerin kullanılmasına dikkat edilmektedir.

Emprenye maddelerinin deniz organizmalarına zararlı olup olmadığına ilişkin bazı çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar sonunda özellikle CCA emprenye maddesinin bazı denizlerde kullanımı yasaklanmıştır. Judith ve Pedrick Weis kabuklu hayvanlar üzerinde yaptıkları çalışmalar sonucu CCA ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin bakır sızması sonucu bu malzemenin deniz yaşamına karşı zararlı etkileri bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Ağaç malzemedede emprenye işlemi esnasında meydana gelen kompleks kimyasal reaksiyonlardan dolayı suda çözünen tuzlar, kullanım yerlerinde yıkanmaya karşı dayanıklılık göstermektedir. Kimyasal reaksiyonların maddelerin formülasyonu, retensiyon, proses teknikleri gibi emprenye faktörlerinin yanında sıcaklık, hava akımı, rutubet gibi emprenye sonrası faktörler, yıkanmanın engellenmesinde kimyasal reaksiyonların etkinliğini belirleyen faktörlerdir (Sivrikaya, 2003).

Emprenye maddesinin deniz suyu içerisinde yıkanabilirliği ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Fakat bu çalışmalar genel olarak, CCA emprenye maddesinin içeriğinde bulunan Cu, Cr ve As metallerinin yıkanması ile ilgili olmuştur.

İtalya, İsveç ve Avustralya sahil bölgelerinde deniz suyu etkisine maruz bırakılan, CCA ile emprenye edilmiş *Pinus sylvestris* ile dört farklı tür yapraklı ağaç keresteleri üzerinde yapılan çalışmada, 72 ay sonunda denizden alınan örneklerde element kayıpları sırasıyla, en fazla bakırda, daha sonra arsenik ve kromda meydana geldiği görülmüştür (Leightley, 1987).

Florida, Key West’de yapılan araştırmada, Southern pine direkleri CCA-C ile emprenye edilmiştir. Sekiz yıl sonra direklerin dış kısımlarında CCA bileşenlerinin yıkanmasıyla en fazla kaybın bakırda olduğu gözlenmiştir (Gjovik, 1977).

Irvine ve arkadaşlarının İngiltere’de farklı iki bölgede yaptıkları çalışmada, 36 haftalık süre içerisinde CCA ile emprenye edilmiş 51x25x5 mm boyutlarındaki küçük örneklerde önemli derecede kayıplar meydana geldiği gözlenmiştir. Uygulanan düşük konsantrasyonlarda (17,6-40 kg/m³) en fazla yıkanma arsenik (%26-49) bileşeninde meydana geldi. Bununla birlikte, yüksek retensiyonlar da (61-83 kg/m³) en fazla yıkanma krom (%45-55) bileşeninde görüldü (Irvine et al, 1972).

2.6. EMPRENYELİ AHŞABIN DENİZDE KULLANIMI

Çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olan ağaç malzeme, kullanım ve imalattaki esnekliği, ekonomikliği, her zaman bulunabilmesi, estetik oluşu, tamir ve bakımının kolaylığı, uygun şekilde emprenye edilip inşa edildiğinde deniz ortamında gösterdiği dayanım, yüksek direnci ve elastiklik özelliği gibi özelliklerinden dolayı (SFPA, 1997), asırlardan beri deniz ortamında kullanımına devam edilmektedir.

Ahşap malzemenin deniz suyu ile temas halinde kullanımına yönelik çalışmalar, genellikle ılıman bölgelerde yapılmış olup, zararlıların çok yoğun olduğu tropik bölgelerde bu tür çalışmalar az sayıda olmuştur.

Deniz suyu ile tamasta kullanılan ahşap malzemeler canlı ve cansız etkenler tarafından tahrip edilmektedir (Mouzouras et al., 1990; Johnson et al., 1992). Ahşap malzemeye zarar veren delici organizmalar (Boring) Mollusca'dan Teredinidae ve Pholadidae familyaları ile Crustacea'dan Limnoridae, Sphaeromatidae ve Cheluridae familyaları kapsamında yer alırlar. Bunlardan ilk iki familya temsilcileri daha yoğun bulunurlar ve ahşap malzemeyi derinlemesine etkilerken, diğerleri ise daha düşük yoğunlukta dırlar ve denizel ortamda bulunan ahşap malzemeye yüzeysel olarak zarar verirler (Ryabchikov, 1957; Ryabchikov et al., 1963).

Pınar (1977), 1968 yılında Türkiye limanlarındaki fouling ve boring organizmalar üzerinde ekolojik araştırmalar ve bu organizmalara karşı kullanılan antifouling ve antiboring boyaların etkinliğini araştırmıştır. Karadeniz'de Amasra limanı, İstanbul Boğazı Beykoz koyu, Çanakkale Boğazı'nda Akbaş limanı, Ege Denizinde İzmir limanı ve Akdeniz'de Mersin limanında 12 ay süreyle ahşap, metal ve cam plakalar üzerinde çalışmalar yapmıştır. Deney istasyonlarında emprenye edilmemiş halde kullandığı karaçam (*Pinus nigra*) plakalarında *Teredo navalis* ve *Limnoria tripunctata* ve *Chelura terebrans* türlerine rastlamıştır. Bu organizmaların boring aktivitesi ise İzmir hariç bütün limanlarda çok şiddetli bulunmuştur. İstasyonlar arası kıyaslamada, *Teredo navalis*'in Amasra'da *Limnoria tripunctata*'nın ise Mersin'deki aktivitesi daha şiddetli bulunmuştur.

Bobat (1994), İzmir Derince limanı, Mersin ODTÜ, DBE mendireği ve Trabzon limanında yaptığı çalışmalarında odun türü olarak Sarıçam, Göknar, Meşe ve Kayın, kimyasal maddeler olarak da kreozot ve CCB kullanmıştır. Kontrol ve emprenyeli örnekleri 12 ay süreyle bu limanlara bırakmıştır. Deneme sonunda Marmara Denizindeki örneklerin tahrip edilmediği, Akdeniz ve Karadeniz de Meşe odunu dışındaki kontrol örneklerinin tamamen tahrip edildiğini gözlemiş, Meşe kontrol örneklerinin diğerlerine göre daha dayanıklı olduğunu tespit etmiştir. Akdeniz ve Karadeniz'deki CCB ile emprenyeli Sarıçam ve Meşe odunlarında 1-2 yumuşakça

görülmüş, en iyi sonucu kreozotlu örnekler vermiştir. Akdeniz'deki kontrol örneklerinde odun delici canlılardan *Lyrodus pedicellatus*, *Teredo utriculus* ile *Bankia carinata* tespit edilmiş, Karadeniz'deki kontrol örneklerinde ise sadece *Teredo navalis*'e rastlanmıştır.

Deniz sularında yaşayan yaklaşık 130 odun delici organizma delmek suretiyle oduna konuk olmaktadır (Cookson and Scown, 1999). Deniz suyu ile temas halinde iken ağaç malzeme, mikroorganizmalar ve çeşitli deniz organizmaları tarafından tahrip edilmektedir. Kullanılan ahşap malzemenin dış yüzeyinde mikro organizmalar tarafından tahrip edilmeye çalışılsa da asıl tahribat delici mikroorganizmalar tarafından yapılmaktadır. Mikroorganizmaların yaptığı yüzeysel tahribat ise, yumuşakçalar ve kabukluların oluşturduğu odun delci mikroorganizmaların oduna daha süratli bir şekilde yerleşmelerini sağlamaktadır (Eaton, 1985).

Dünyanın birçok ülkesinde denizler de kullanılan ahşap ürünlerin deniz zararlıları tarafından yapılan tahribatın bedeli ağır olmuştur. Yapılan araştırmalarda, Hindistan'ın Kerela bölgesinde bu alanda yapılan masraf yılda yaklaşık 1 milyon rupee olarak hesaplanmıştır (Cherian and Cherian, 1975). Avustralya'da delici organizmaların ahşap yapılara verdikleri zarar yaklaşık olarak yılda 20 milyon dolar olarak tespit edilmiştir (Cookson, 1986). Amerika'da yapılan diğer bir çalışmada, deniz inşaatlarında kullanılan ahşapta ortaya çıkan zarar 500 milyon dolar olarak tespit edilmiştir (Helsing, 1979).

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

Son yıllarda dayanıklı olmayan kerestelerin korunması için çinko veya bakır levhalar, beton ile kaplama (Berkel, 1970) ve modern fiziksel bariyerler geliştirilmiştir. Fiziksel bariyerler içerisinde en uzun dayanımlı olanlarından birisi plastik bariyerlerdir (Steiger

& Horeczko, 1982; Eaton, 1996). Los Angeles'ta tesis masraflarını azaltmak amacıyla, ahşap direkler üzerinde ısıyla bükülebilen polietilen film kullanılmıştır (Eaton, 1985).

Ağaç malzemeyi deniz organizmalarına karşı dayanıklılığını artırmak için odunu çeşitli koruyucu kimyasal maddelerle emprenye edilir (Sivrikaya, 2003). Kullanılan kimyasal maddelerden, kreozot, karbolineum veya çinko kromat oyucu midyelere karşı dirençli değildirler (Berkel, 1970).

2.7. DENİZ ZARARLILARINA KARŞI KULLANILAN KİMYASAL KORUYUCU MADDELER

2.7.1. Kreozot

Asırlardır deniz zararlılarına karşı, ağaç malzemeyi korumak amacıyla kreozot kullanılmaktadır. Deniz içerisinde kullanılan ağaç malzemenin deniz oyucularına karşı korumak amacıyla yapılan çalışmalarda çeşitli denemeler yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalardan en yaygın olanı sıcak kreozotun basınçlı emprenye yöntemine göre ağaç malzemeye verilmesidir. Mc quire kreozotla emprenye işleminin bazı denemelerde çok kısa süreli bir koruma sağladığını belirtmiştir. Kreozotun değişken yapısı, yetersiz retensiyon oranları, odun oyucuların türü kullanım yerinde kreozotun başarısız olmasının nedeni olarak gösterilmiştir (Mc Quire, 1971).

Deniz içerisinde kullanılacak Çam ve Kayın ağaç malzemelerini kreozot kullanılarak Ruping'in basınçlı kazan metodu ile yapılan çalışmada, 3-5 yıllık gibi doğal dayanıklılığı olan bu türlerin dayanıklılığı 30 yıla çıkarılmıştır (Berkel,1970).

Cookson ve ark. tarafından yapılan çalışmada kreozot ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin 25 yıllık bir kullanım süresinin sonunda kullanılan kreozotun %70'i odun içerisinde kaldığı gözlenmiştir (Cookson ve ark., 1996). USA'deki diğer bir çalışmada, 40 yıllık bir kullanım süresi sonunda kreozotun %75 oranında yıkanmadığı gözlenmiştir. (Bramhall & Cooper, 1972).

Kreozot ile empenye edilmiş iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlar arasında farklı koruma değerleri vardır. Bu farklılık iğne yapraklı ve yapraklı ağaç türlerinin anatomik yapılarından kaynaklanmaktadır. Yoğunluğu yüksek olan yapraklı ağaçlarda, empenye maddesinin düşük retensiyon oranı ile empenye olduğundan, deniz zararlılarına karşı koruma etkisi daha düşük olmuştur (Barnacle, 1976). Fakat, empenye işleminde yapılacak değişiklikler ile retensiyon oranı arttırılabilir. Pendleton ve O'Neill tarafından yapılan çalışmadan çıkarılan sonuca göre, Douglas Göknarı ve Southern Pine direklerinin çift empenyeli yöntemle empenye edilmesiyle Hawai'de 20 yılı aşkın süre ile sağlamlılığını korumuştur (Pendleton ve O'Neill, 1986).

Kreozotun performansı yağlı empenye maddelerinde çözünmeyen diğer biyositler ile güçlendirilerek geliştirilebilir. Bu gelişme, kreozotun performansını arttırmak ve empenyede kreozot tüketimini azaltmak gibi olumlu etkiler göz önüne alınarak, lindane, endrin, azinphos-ethyl, fenthion ve chlorpyrifos gibi kimyasalları kullanarak yapılmıştır (Cookson ve ark.,1991; Johnson ve Gutzmer, 1990).

2.7.2. Suda Çözünen Tuzların Kullanımı

Dış hava koşullarına maruz kalan ve toprakla temas eden yerlerde kullanılan ağaç malzemenin empenyesi için ilk kullanılan tuzlar, ağaç malzemenin kolayca yıkanma sonucunu doğurmuştur. Bununla birlikte bu empenye maddeleri termit ve diğer bazı odun tahrip eden canlılara karşı yeterli koruyucu etki göstermemiştir. Daha sonra Heinrich Brüning tarafından yapılan çalışmayla birlikte, suda çözünen tuzlar içerisinde fazla miktarda krom ilavesi ile ağaç malzemeye empenye tuzlarının tespit edilebildiği bulunmuştur. 1933'te ise Sontii Kamesam hem koruyucu etkinliği hem de ağaç malzemeye tutunma özelliği bakımından oldukça iyi olan bakır, krom, arsenik (CCA) empenye maddesini geliştirmiştir (Bozkurt ve ark, 1993).

Suda çözünen tuzlarla empenye edilen ağaç malzemenin denizde kullanımı ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Suda çözünen tuzlardan bakır-krom- arsenik (CCA) veya amonyaklı bakır arsenik (ACA) kullanarak, Hindistan'da, Avustralya'da, Kuzey ve Orta

Amerika'da, Afrika'da, Avrupa'da ve Güney Doğu Asya'da bir çok deneme yapılmıştır (Nylider; Norman ve ark., 1974).

Deniz suyu ile temas halinde, bakır-krom- arsenik (CCA) veya amonyaklı bakır arsenik (ACA) emprenye edilmiş ağaç malzemelerin sekiz yıllık kullanım süresi içerisinde performansları arasında her hangi bir farklılık yoktur (Eaton, 1989). CCB ile emprenyeli odunlardan kısa sürede bor elementinin çoğunlukla yıkandığı gözlenmiştir (Leightley, 1987). CCA ile emprenye edilmiş odunda yapılan çalışmada, sphaeroma ve limnoria gibi odun delici sınıfına giren kabuklu organizmaların (Crustacean) emprenye maddesinden etklenmediği gözlenmiştir (Cragg ve ark., 1999). *Pinus radiata* ve *Pinus elliotti* örnekleri körfez ve durgun sularda 8-14 yıl kullanılabilirken gel-git zonunda örnekler üzerinde orta ve ağır derecede bir Sphaeroma tahribatı meydana gelmiştir (Barnacle, 1986).

Ağaç malzemeye emprenye maddesinin retensiyon miktarı da, odunun dayanım süresini etkileyen bir faktördür. Florida'da, CCA ve ACA ile emprenye edilen *Pinus southern* diri odun panelleri, 6 yıl sonra, 40 kg/m³ retensiyona sahip örneklerde hiçbir saldırı gözlenmezken, 20 kg/m³ retensiyonda az da olsa saldırı gözlenmiştir (Johnson, 1977).

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. AĞAÇ MALZEME

Türlere ait özelliklerin temsil edilmesi bakımından örnekler hazırlanırken her ağaç türünün seçimi için TS 4176 standardında belirtilen esaslar takip edilmiştir. Çalışmamızda yararlanılan yerli ve tropik ağaç türleri:

3.1.1. Yerli Ağaç Türleri

Araştırmada, Ardıç, Ceviz, Dişbudak, Dut, Gökmar, Gürgen, Karaağaç, Karaçam, Kayın, Kestane, Kızılağaç, Kiraz, Meşe, Sarıçam, Sedir, Servi, Y.Akasya ve Zeytin ağaç türlerimiz kullanıldı. Kullanılan yerli ağaçlarımız, Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden temin edilmiştir. Örnekler hazırlanırken ağacın özodunundan alınmasına dikkat edilmiştir.

3.1.2. Tropik Ağaç Türleri

Denizde ahşap zararlılarına karşı dayanıklı öz oduna sahip olan Afrika ve Uzakdoğu da yetişen ticari önemi yüksek sert ağaçlar ithal edilmekte ve kullanılmaktadır. Dünya ticaretinde önemli bir yeri olan Afrika'nın sert ağaç türleri sağlamlıkları, dekoratif ve estetik görünümleri, yapılarındaki su içinde yıkanmaya çok dirençli ekstraktif maddeleri, ayrıca işlenmelerini zorlaştırmakla birlikte doğal dayanımlarını arttıran mineral maddelere sahip olmaları ile deniz inşaat ve araçlarında tercih edilmektedirler.

Bu çalışmada tropik türlerden Azobe, Akajou, Bilinga, Bubinga, Douka, Dousse, Gombe, Iroko, Limba, Movingu, Okume, Ovengkol, Paduk, Sapelli, Wenge olmak üzere 15 tür kullanıldı. Çalışmada kullanılan bu tropik ağaç türleri Düzce ve Bolu illerinde faaliyet gösteren çeşitli Orman Ürünleri Sanayisi fabrikalarından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan tropik ağaç odunu örnekleri de öz odunu kısmından dikkatle hazırlanmıştır.

3.1.3. Deney Numunelerinin Hazırlanması

Deney numuneleri hazırlanma aşamasında, böcek, mantar gibi biyolojik faktörlere bağlı tahribata uğramış kısımlar ve dal ve budak kısımlarından temizlenmiş ve kök kısmından itibaren 1,30 m den yukarı olacak şekilde öz odunu kısımlarından hazırlanmıştır. TS EN/275 standardında belirtildiği gibi (20x7,5x2,5) cm boyutlarında olmak üzere her deney alanı için 5'er adet olmak üzere toplam 6 deney alanı için 30'ar adet örnek hazırlanmıştır. Deney numuneleri tüm ağaç türlerinin öz odun kısımlarından elde edilmiştir.

Sarıçam örneklerinin emprenye edilmesi

Sarıçam (*Pinus sylvestris*) odunu emprenye edilmek üzere hazırlanmıştır. Emprenye metodu olarak dolu hücre yöntemi (Bethell yöntemi) seçilmiştir. Emprenye maddesi olarak CCA ve CCB kullanılmış, ayrıca kreozot ve Tanalith E de çalışmaya ilave edilmiştir. CCA ve CCB emprenye maddeleri referans koruyucular olarak kullanılmıştır. Dolu hücre yönteminde TS EN 275'e göre Sarıçam odunu örnekleri, 30 dk süre ile 600 mm Hg vakum altında bırakılarak hücre boşluklarındaki hava dışarıya alınmıştır. Vakum altında iken emprenye maddesi kazana doldurulup, 7-8 kp/cm² basınç altında 60 dk bırakılmıştır. Absorplanan kuru tuz miktarı, emprenye sonrası örneklerin ağırlıklarından emprenyeden önceki ağırlıklarının farklarından bulunan absorplanan emprenye maddesi miktarından hesaplandı. Absorplanan çözelti miktarı ve net kurutuz miktarları, TS 4392, TS 4393, TS 4864 standartlarına göre hesaplanmıştır.

Suda çözünen tuzlar için %10 luk konsantrasyon kullanılırken kreozot saf olarak 90-100 °C 'de uygulanmıştır. Emprenye maddelerinin sarıçama dolu hücre metodu uygulanarak sağlanacak retensiyonları kreozot için 400 kg/m³, CCA için 38 kg/m³ olarak belirlenmiştir (Bozkurt ve ark, 1993). Deney alanlarında kullanılan diğer yerli ve tropik türler emprenye edilmeden düzenekler yerleştirilmiştir.

3.1.4. Retensiyon ve Net Kuru Tuz Miktarlarının Bulunması

CCA gibi suda çözünen tuzlar gurubuna giren emprenye maddesinin retensiyon miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

$$\text{Retensiyon} = \frac{G \times C}{V} \times 10 (\text{kg} / \text{m}^3)$$

G= Örnek tarafından absorbe edilen emprenye maddesi miktarı (gr)

C= Emprenye maddesi çözeltisinin konsantrasyonu (%)

V= Örnek hacmi (cm³)

Absorplanan Net Kuru Tuz Miktarı (NKTM) hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$\text{NKTM} = \frac{G \times C}{100} (\text{g})$$

3.2. DENEY ALANLARI

Deney alanları sayısı ve seçiminin yapılmasında farklı deniz canlılarının yanı sıra farklı deniz suyu özelliklerinin bulunduğu deney alanları seçilmesi gerekmektedir (TS EN 275). Çalışmamızda deney alanı, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz olmak üzere 4 denizimiz ve Trabzon, Ereğli, Bandırma, Alaçatı, Finike, İskenderun olmak üzere 6 farklı limanı kapsamaktadır.

Çalışmanın yürütüldüğü limanlardaki deniz suyu tuzluluk oranları ile deney istasyonlarının koordinatları Tablo 3.1’de çalışma alanının haritası ise Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1:Çalışmanın yürütüldüğü limanlardaki deney istasyonlarının koordinatları ve deniz suyu tuzluluk oranları

Şehir kodu	Test Alanı	Enlem	Boylam	Tuzluluk oranı (%)
61	Trabzon	39° 25' E	41° 06' N	1,8
67	Ereğli	31° 25' E	41° 16' N	1,9
10	Bandırma	27° 57' E	40° 21' N	2,2
35	Alaçatı	26° 23' E	38° 15' N	3,5
07	Finike	30° 09' E	36° 18' N	3,7
31	İskenderun	36° 11' E	36° 35' N	3,9



Şekil 3.1:Çalışma bölgelerinin haritası ve koordinatları

Deney istasyonlarındaki aylara göre ölçülmüş yıllık ortalama deniz suyu sıcaklıkları Tablo 3.2’ de gösterilmektedir.

Tablo 3.2:Deney istasyonlarındaki aylara göre yıllık ortalama deniz suyu sıcaklıkları

Test Bölgesi	Deney istasyonlarının ortalama sıcaklıkları (°C)												
	Oca	Şub	Mar	Nis	Ma	Haz	Te	Ag	Eyl	Eki	Kas	Ara	Ort
1 Trabzon	9,9	7,9	8,8	9,9	12,6	19,7	22,7	24,4	24,4	22,0	17,2	12,5	16,0
2 Ereğli	9,3	8,4	8,5	9,5	14,0	20,7	24,3	25,3	22,6	19,7	14,6	11,1	15,7
3 Bandırma	10,2	9,7	9,4	12,5	16,7	21,6	25,8	26,5	23,8	20,5	16,6	12,1	17,1
4 Alaçatı	11,2	11,5	12,9	15,5	19,8	23,6	27,2	27,5	25,5	21,9	18,6	14,5	19,1
5 Finike	16,8	16,1	16,7	18,6	20,4	23,5	27,5	29,3	28,0	24,9	21,9	19,5	21,9
6 İskenderun	17,9	16,3	16,2	18,4	21,3	24,8	28,0	29,5	29,7	26,7	23,4	20,9	22,8

3.2.1. Deney numunelerinin limanlara yerleştirilmesi

Deneyin deniz suyu içerisinde gerçekleştirilmesinde TS EN (275/2000) nolu standartta belirtilen yöntem takip edilmiştir. TS EN/275 standardında belirtildiği gibi (20x7,5x2,5 cm) hazırlanan deney örnekleri, deniz içerisinde uzun süre kaldıktan sonra bile rahatça tanınabilecek şekilde belirli sıralara göre etiketlenerek dizilmiştir. Dalgalı denizlerde kaybolma riskine karşı tespit edilecek yerlerin seçimindeki dalga ve gemilerin temas etme riskini göz önüne alınmıştır. Bağlama elemanlarında uzun süreli kullanmaya uygun malzeme seçilerek belirlenmiştir. Bağlama elemanı olarak gümrük halatları olarak bilinen kesilmeye ve kopmaya karşı dayanıklı dışı korozyona karşı korunaklı plastik ile kaplanmış halatlar kullanılmıştır. Numunelerin her birisinin arasında 25 mm boşluk olacak şekilde plastik meteryaller konularak dizilmiştir. Hazırlanan deney halatları TS EN 275/2000 standardında belirtildiği gibi deniz yüzeyinden 6 m aşağıda olacak şekilde sarkıtılarak sabitlenmiştir.

Deney düzenekleri denize yerleřtirilmeden önce Şekil 3.2’de gösterildiđi gibi dizilmiştir.



Şekil 3.2: Deney düzenekleri

3.3. DENEY NUMUNELERİNİN MUAYENESİ

Çalışmanın aşamaları TS EN 275/2000 standardında belirtilen esaslara göre yürütülmüştür. Deney süresinin yeterliliği ile ilgili olarak standarda göre, tropikal ve tropikal olmayan bölgelerde 1 yıl kısa bir maruz bırakma periyodunun kabul edilebilir olduğu belirtilmektedir.

Ahşap deney numuneleri üzerinde tahribat yapmış fouling ve boring organizmalarının tür tayinleri Ege Üniversitesi, Su rnleri Fakültesi’nde Deniz ve İç Su Bilimleri Anabilim Dalı laboratuvarında stereo-mikroskop altında yapılmıştır. Delici

organizmaların tür tayinlerinde Turner (1966), Schultz (1969), Parenzan (1974) ve Cachia et al. (2004)'den yararlanılmıştır. Her deney numunesi üzerindeki tahribatlar TS EN 275/2000'e göre Tablo 3.3' te belirtildiği gibi deney numunesinin durumu ve görünüşüne göre (0-Tahribatsız, 1-Çok az tahribat, 2-Orta seviyede tahribat, 3-Şiddetli tahribat 4-Tam tahribat) sınıflandırılmıştır.

Tablo 3.3: İskele kurtları ve diğer yumuşakçaların tahribatları için oranlama sistemi

Oranlama	Sınıflandırma	Deney numunesinin durumu ve görünüşü
0	Tahribatsız	Tahribat izi yok
1	Çok az tahribat	Bir veya çok az sayıda açılan tüneller, yüzey alanının % 15'inden daha fazla olması
2	Tahribat orta seviyede	Tüneller, numune yüzey alanının %25'inden fazla olamaz.
3	Şiddetli tahribat	Tüneller, numune yüzey alanının % 25'i ile % 50'si arasındadır.
4	Tam tahribat	Tüneller, numune yüzey alanının % 50'sinden daha fazla alan kaplar.

Emprenyesiz ve emprenyeli numuneler üzerinde deniz delicilerinin yaptığı tahribatlara verilen puanlar SPSS 13.0 programında istatistiksel anlamda karşılaştırılarak, odunların dayanıklılıkları belirlenmiştir.

3.4. KİMYASAL ANALİZLER

3.4.1. Denizden Çıkmış Örneklerdeki Ekstraktif Madde Analizleri

Deneme örneklerinin ekstraktif madde analizleri için, odunlar mekanik yolla yongalanıp küçük parçacıklar haline getirilip Willey değirmeninde öğütülmüştür. Öğütülmüş numuneler 40 mesh'lik elekten geçen, 60 mesh'lik elek üzerinde tutulan örnekler kimyasal analizlerde kullanılmak üzere ağzı kapalı kavanozlara konulmuştur. Önceden rutubeti belirlenmiş 2 g hava kurusu örnek 200 ml'lik bir erlenmayere konularak üzerine 100 ml destile su ilave edilmiştir. Erlenmayer soğutucu altında 3 saat süreyle kaynayan su banyosunda tutulmuş, bu sürenin sonunda bir krozeden süzülerek sıcak su ile

yıkanmıştır. $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ de kurutulup bir desikatörde soğutularak tartılmıştır. Sonuç tam kuru numune ağırlığına oranla % olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.3: Sıcak su banyosu

3.4.2. Emprenye Edilmiş Odunda AAS ile Elementlerin Tespit Edilmesi

AAS çözeltilerinin hazırlanması ve verilerin değerlendirilmesinde AWWA A11-93 standardında belirtilen esaslar takip edilmiştir. Buna göre;

Atomik absorpsiyon spektrometresi için numune hazırlanması: Willey değirmeninde öğütülen emprenyeli ağaç örnekleri elenerek 20 mesh üzerinde kalan odun tozları toplanmıştır. Tam kuru hale gelinceye etüvde kurularak desikatörlerde soğutulur. Hassas terazide 5 gr örnek tartılarak digestion tüpüne aktarılarak, üzerine % 65'lik 40 ml HNO_3 (Nitrik Asit) ilave edilir. Digestion tüpleri yaklaşık $80-90^{\circ}\text{C}$ arasında bir sıcaklıkta ısıtmaya başlanır. Nitrik asit içerisindeki partiküllerden kahverengi duman çıkışı sonlanıncaya kadar ısıtma işlemine devam edilir. Bu süre yaklaşık 90 dk devam etmektedir. Kahverengi duman çıkışı devam etmesi durumunda 5 ml'lik HNO_3 ilavesi yapılır. Kahverengi duman çıkışı tamamen durduğunda tüpler soğumaya bırakılır. Ilık hale gelince her bir numune için 20 ml 2N'lik HCl (%37) ilavesi yapılır. Tüpler yavaş bir şekilde ısıtılarak toplam hacmin 20 ml düşmesi beklenir. Tüp içerisinde toplam hacmin 20 ml düştüğünü gözlemlediğimiz anda toplam hacim 100ml gelinceye kadar destile su ilavesi yapılır. Bu karışım süzgeç kağıdından geçirilerek süzülür. Süzme işlemi 2N'lik HCl (%37) çözeltisinden toplam hacim 200 ml ye tamamlanıncaya kadar

devam edildi. Bu işlemler asit buharlarından korunmak amacıyla çeker ocak içerisinde yapılmıştır.

2N HCl Hazırlama İşlemi

İşlemdeki numune miktarına göre değişmekle birlikte, 1L'lik 1N HCl hazırlama işleminde, 85 ml konsantre HCl (% 37) 1 L saf su ile tamamlanarak hazırlanır. 1L'lik 2N HCl için ise 170 ml konsantre HCl'yi 1L'ye saf su ile tamamlanması işlemidir.

Atomik Absorpsiyonda yapılan analizlerin sonuçlarının hesaplanması

Cu, Cr elementlerini okunma işlemine başlamadan önce, 200 ml'lik numune içerisinde 10 ml alınarak saf su ile 100 ml'ye tamamlanıp (10 kat seyreltilerek) AAS ye okutuldu.

4. BULGULAR

Çalışmanın sonuçları ile ilgili bulgular,

- Ağaç malzemede oluşan tahribatın makroskobik olarak incelenmesi,
- Denizde ahşap malzemeye zarar veren denizel canlıların teşhisi ve 4 farklı denizdeki 6 deney alanına göre baskınlıklarının belirlenmesi,
- Limanlarda doğal olarak sağlam kalabilen ağaç türlerinin öz odunlarındaki ekstraktif maddelerin yıkanma derecelerinin tayini için deney öncesi ve sonrası miktarlarının belirlenmesi,
- Emprenyeli sarıçam odunlarından yıkanarak deniz suyuna karışması muhtemel CCA ve CCB içindeki bakır ve krom metal tuzlarının örneklerde kalan ve yıkanan miktarlarının atomik absorpsiyon spektrometresi ile belirlenmesi olmak üzere 4 başlık altında toplanmıştır.

4.1. AĞAÇ MALZEMEDE OLUŞAN TAHRİBATIN MAKROSKOBİK İNCELENMESİ

Deney düzenekleri limanlara 2007 Eylül ayı içerisinde yerleştirildikten sonra bir yıl geçmesi beklenmiştir. Yerleştirmeden 6 ay sonra yapılan muayenelerinde, ahşap numunelerde makroskobik olarak tahribat ve bozunmalara rastlanılmamıştır. Bu muayeneden sonra 2008 Ekim ayında örneklerin ikinci muayenesi yapılmıştır. Bu muayenede yerli ağaç türleri ve doğal olarak dayanıksız olan tropik ağaç türlerinin yoğun tahribata uğradığı görüldü. Bu bir yıllık süre empenyesiz odunların deniz ortamında delici organizmaların tahribatına maruz kalma süresi olarak standartta belirtildiği yeterli görüldü. Odun numunelerindeki denizel ahşap zararlılarının teşhisi ve tahribat derecelerinin belirlenmesi için empenyesiz askılardan 2 tanesi alındı. Bu süre içerisinde özellikle Trabzon ve İskenderun limanlarında odun örneklerinin çoğunun delici organizmalar (Teredolar) tarafından tahribata uğratarak parçalandıkları gözlemlendi.

Deney örneklerinin makroskopik muayeneleri TS EN 275 standardında belirtilen esaslar takip edilerek her ağaç türünün tahribat dereceleri puan verilerek belirlenerek Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1:Deney alanlarında düzeneklerdeki odun örneklerinde oluşan tahribat derecesinin TS EN 275/2000 standardına göre puanlaması.

Yerli türler	Trabzon	Ereğli	Bandırma	Alaçatı	Finike	İskende
1 Ardıç	4 4 4 4 1 3 3 1 1 2 2 1 1 0 0 0 1 0 1 0 4 4 4 4					
2 Ceviz	4 4 4 4 4 4 2 2 4 4 4 4 1 0 0 0 1 1 1 1 4 4 4 4					
3 Dişbudak	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 2 4 3 2 3 2 2 2 4 4 4 4					
4 Dut	4 4 4 4 4 4 3 3 4 4 4 4 1 1 1 1 1 1 1 1 4 4 4 4					
5 Göknar	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 3 4 3 4 4 4 4 4 4 4 4					
6 Gürgen	4 4 4 4 4 3 3 3 4 4 4 4 3 1 1 1 2 3 2 2 4 4 4 4					
7 Karaağaç	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 3 2 2 2 2 2 2 2 4 4 4 4					
8 Karaçam	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 3 4 2 2 3 4 3 3 4 4 4 4					
9 Kayın	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 3 4 3 3 3 4 3 3 4 4 4 4					
10 Kestane	4 4 4 4 2 4 2 2 4 3 4 3 1 0 0 0 2 1 1 1 4 4 4 4					
12 Kiraz	4 4					
13 Meşe	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 2 3 2 2 2 2 2 2 4 4 4 4					
15 Sedir	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 1 1 1 0 0 0 0 4 4 4 4					
16 Selvi	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 3 2 1 1 2 1 1 4 4 4 4					
18 Zeytin	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 3 2 1 2 3 2 2 4 4 4 4					
Tropik türler						
1 Afrormosia	4 4 4 4 1 1 2 1 3 2 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 4 4 4 4					
2 Akajou	4 4 4 4 3 4 4 3 4 4 4 4 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4					
3 Azobe	1 2 1 1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 2					
4 Bilinga	1 2 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1					
5 Bubinga	4 4 4 4 3 4 4 3 4 4 4 4 1 1 1 1 4 3 3 3 4 4 4 4					
6 Douka	1 2 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0					
7 Dousse	3 3 4 3 1 2 1 2 3 1 3 2 0 0 0 0 1 0 1 0 4 4 4 4					
8 Gombe	4 4 4 4 3 4 4 3 3 4 4 3 1 1 1 1 1 1 0 1 4 4 4 4					
9 Iroko	2 2 4 2 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 2 3 2 2					
10 Limba	4 4 4 4 3 2 4 3 4 4 4 4 0 0 0 0 0 1 1 1 4 4 4 4					
11 Movingui	4 4 4 4 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 3 3 4 4					
12 Ovengkol	4 4 4 4 0 2 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 4 4 4					
13 Paduk	1 1 1 1 0 0 0 0 4 4 4 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 0					
14 Sapelli	4 4 4 4 3 4 3 4 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 4 4 4					
15 Wenge	2 2 3 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0					

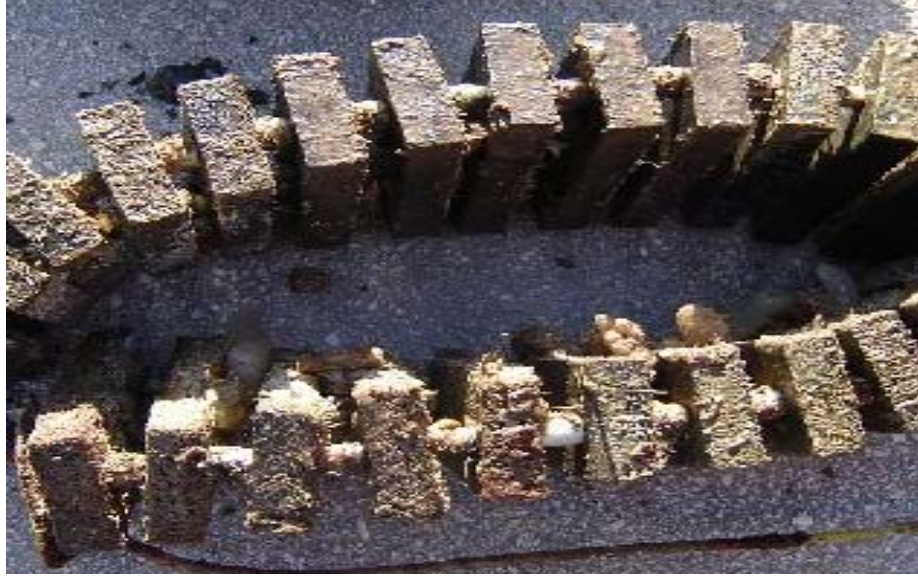
En az tahribat Alaçatı’da sonra Finike’de meydana geldiği gözlemlendi. Bandırma ve Ereğli limanlarında tahribat orta derecedeydi. Deney alanlarında oluşan tahribatları gösteren fotoğraflar ekler kısmında belirtilmiştir.

Tahribatın az olduğu limanlardan Alaçatı deney alanına ait örnekler incelendiğinde delici organizmaların tahribatı yanında çok miktarda Limnoria saldırısı da gözlemlenmiştir. Alaçatı deney alanından çıkarılan örneklere ait bir fotoğraf Şekil 4.1’de görülmektedir.



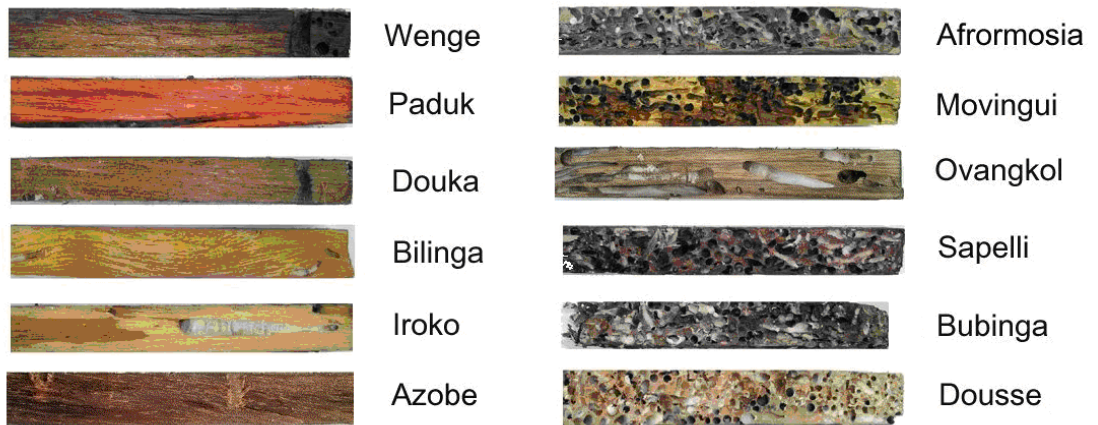
Şekil 4.1: Delici organizmaların saldırısının yoğun olduğu Trabzon limanından çıkarılan odun numunelerine ait bir fotoğraf

Öz odunu doğal olarak dayanıklı olan tropik ağaç türlerinin yanı sıra diğer dayanıklı türler olarak ardıç, ceviz, dut, karaçam, kestane türleri de 1.nci yıl sonunda Alaçatı deney alanında çok az tahribata uğrayan türlerdi. Trabzon, İskenderun, Ereğli ve Bandırma deney alanlarında ise Teredoların tahribatı baskın durumdaydı. Alaçatı ve Finike limanlarında *Limnoria* zararlılarının tahribatıyla odunda küçük delikçikler oluşmuş, fakat *limnoria* tahribatı teredolarda olduğu gibi odunu parçalama derecesine getirmemişlerdi. Alaçatı deney alanındaki *Limnoria* saldırıları daha çok yerli ağaç türlerinde görülmüş, doğal olarak özodunu sert olan tropik türlerde *limnoria* tahribatına rastlanmamıştır. Alaçatı limanından alınan odun numunelerine ait bir fotoğraf Şekil 4.2’de görülmektedir.



Şekil 4.2: Tahribatın en az olduğu Alaçatı limanından çıkarılmış odun numunelerinin görünümü

Odun numunelerindeki tahribatlar incelendiğinde genellikle doğal olarak dayanıklı olan tropik Afrika ağaçlarından Wenge, Paduk, Douka, Bilinga, Azobe türlerinin sağlam olarak kaldıkları ya da Iroko ve Ovangkol gibi türler daha az bir oranda tahribata uğradıkları görülmüştür. Diğer yabancı ağaç türlerinden Afrormosia, Movingui, Ovangkol, Sapelli, Bubinga ve Dousse türlerinde saptanan tahribatın yerli ağaç türü odunlarımız gibi fazla olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3: Tropik ağaç türlerinde gözlenen odun delicisi deniz organizmaların saldırısı

Emprenyeli örneklerde yapılan makroskopik muayenelerde tahribata rastlanmadığı Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Deney alanlarındaki emprenyeli örneklerden alınan

numuneler üzerinde elementlerin (Bakır, krom) yıkanma miktarının atomik absorpsiyon cihazı ile belirleme çalışmaları DÜ Orman Endüstri Mühendisliği, Odun Koruma Anabilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deney alanlarından bir adet düzenek deniz organizmalarının teşhisinin yapılması amacıyla Ege Üniversitesi, Su ürünleri Fakültesi laboratuvarına getirilmiştir.



Şekil 4.4: Deney alanlarından çıkarılan empenyeli sarıçam odunlarından bir görünüm

Deniz organizmalarına karşı doğal dayanıklılık derecelerinin karşılaştırılmasında SPSS 13.0 istatistik programı kullanılarak varyans analizi ve Duncan testleri yapılmıştır. Bu analizlerde yerli ve tropik ağaçlardaki tahribatlar, empenye maddesi ve ekstraktif madde yıkanma oranları, 6 farklı deney alanları için ayrı ayrı yapılmış, ANOVA tablosunda (Tablo 4.2) gösterilmiştir.

Tablo 4.2 :Liman, ağaç türleri ve Avrupa-Afrika değişkenleri üzerine varyans analizi (ANOVA) (p<0.001)

Varyans Kaynağı	Toplamların	Ortalamaların	F	Önem
	Karesi	Karesi	değeri	Derecesi
Deney alanları (limanlar)	494,878	98,976	438,089	0,000
Yerli-tropik (gruplar)	435,556	435,556	1927,869	0,000
Ağaç türleri	527,922	18,854	83,454	0,000
Liman * ağaç türleri	502,344	3,588	15,882	0,000
Ağaç türü * yerli-tropik	214,069	15,291	67,680	0,000
Liman * yerli* tropik	23,028	4,606	20,385	0,000
Liman * yerli -tropik * ağaç türü	219,097	3,130	13,854	0,000

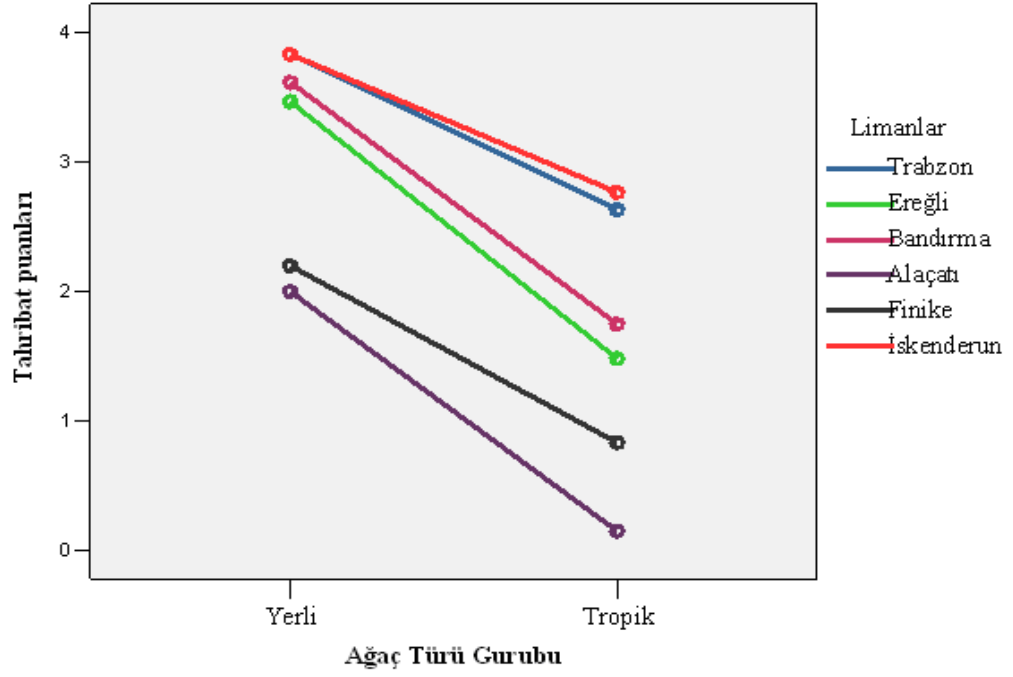
Yukarıdaki ANOVA tablosunda deney alanlarının birbirleriyle karşılaştırması, yerli ve tropik karşılaştırması, ayrıca tüm ağaç türlerinin kendi arasında karşılaştırmalarında farklılıkların istatistiksel anlamda önemli olduğu görülmektedir. İkili karşılaştırmalara bakıldığında ağaç türü tahribatlarının deney alanlarına göre farklılık gösterdiği önemli bulunmuştur. Ağaç türleri karşılaştırıldığında yerli ve tropik ayrımının önemli olduğu, limanlara göre de yerli ve tropik ağaçların tahribatının farklılığının istatistiksel anlamda önemli olduğu görülmektedir.

Deney alanlarında yerli ve tropik türlerin tahribatına göre yapılan puanlama sonuçları aşağıda Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

Yerli ve tropik ağaç türlerinin her bir deney limanında uğradıkları tahribat grafiklerde ayrıca gösterilmiştir. İstatistiksel tablolar yapılırken yerli tropik ağaç türleri aşağıdaki gibi alfabetik sıralamaya göre numaralandırılmıştır.

1: Ardiç, 2: Ceviz, 3: Dişbudak, 4: Gök nar, 5:Gürgen, 6:Karaağaç, 7: Karaçam, 8: Kayın, 9: Kestane, 10: Kızılağaç, 11: Kiraz, 12: Meşe, 13: Sedir, 14: Selvi, 15: Zeytin 16: Afrormosia, 17: Akajou, 18: Azobe, 19: Bilinga, 20: Bubinga, 21: Douka, 22: Dousse, 23: Gombe, 24: Iroko, 25: Limba, 26: Movingui, 27: Ovengkol, 28: Paduk, 29: Sapelli, 30: Wenge

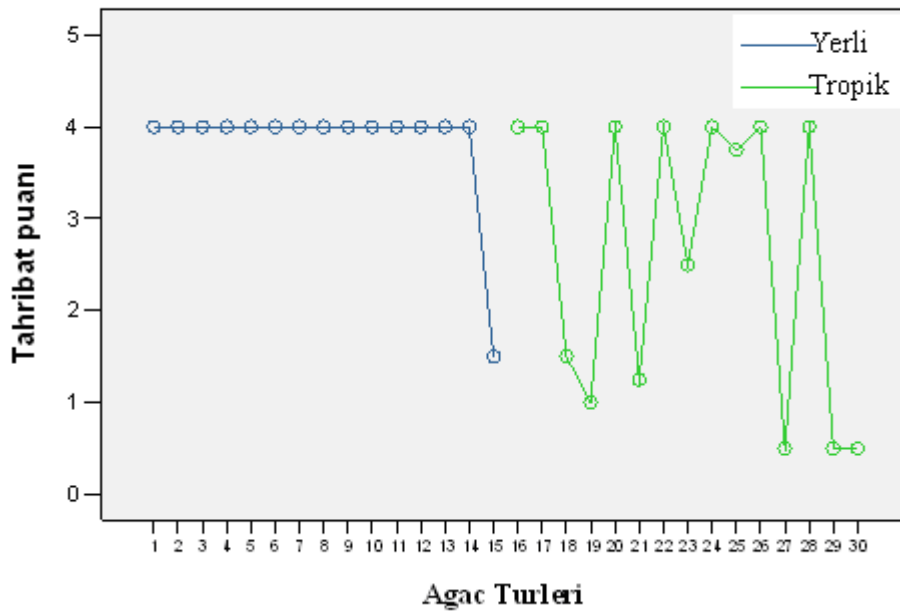
Limanlarda yerli ve tropik ağaç türü gurubuna göre tahribat puanları



Şekil 4.5: Deneç imanlarında yerli ve tropik ağaç türü gurubuna göre tahribat puanları

Trabzon Limanı: Tüm yerli ağaç türleri tahrip olurken en az tahribat Zeytin odununda görüldü. Tropik ağaçlardan ise Wenge, Douka, Azobe ve Paduk sağlam kalan türlerdi. Trabzon limanındaki tahribat derecesi Şekil 4.6’da gösterilmiştir.

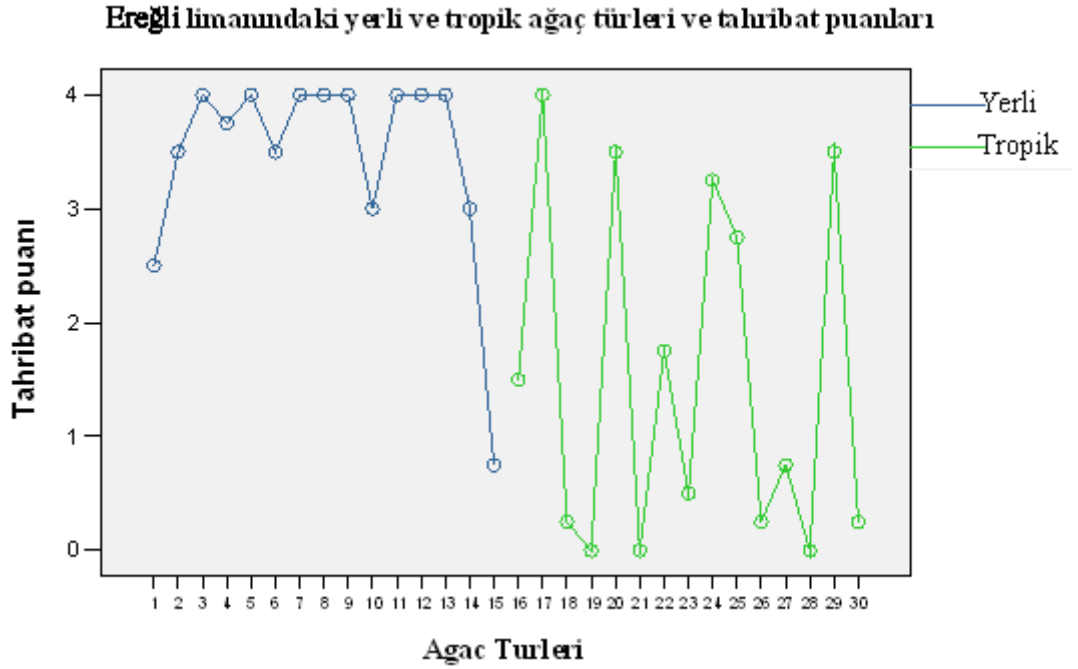
Trabzon limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları



Şekil 4.6: Trabzon limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları

Bu limanda tahribat, İskenderun limanında olduğu gibi yüksek çıkmış olup, yerli ağaç türlerinden Zeytin diğer türlere göre daha dayanıklı olduğu gözlenmiştir.

Ereğli Limanı: Ereğli limanı'nda denize bırakılan çeşitli ağaç türlerine ait plakaların incelenmesi sonucu, ardıç ve selvi plaklarında orta derecede bir tahribat oluşmasına karşın, diğer yerli ağaç türlerinde yoğun tahribat saptanmıştır. Tropik ağaçlardan ise Akajou, Anzem, Iroko ve Sapelli türlerinde yoğun; Afrormosia, Limba, Movingui ve Ovengkol türlerinde orta derecede bir tahribat tespit edilmiştir.

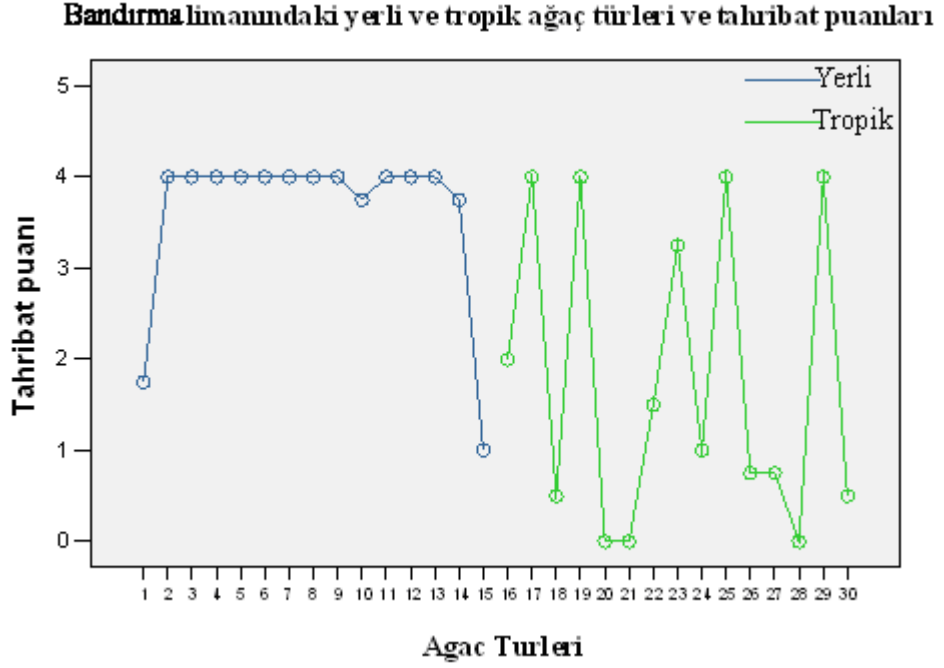


Şekil 4.7: Ereğli limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları

Ereğli limanında yerli ağaç türlerinden en dayanıklı ağaç türü diğer limanlarda olduğu gibi Zeytin ağacı olmuştur. Tropik ağaç türlerinden ise, Azobe, Bilinga, Douka, Gombe ve Paduk en dayanıklı ağaç olduğu görülmüştür.

Bandırma limanı: Yerli ağaç türlerinden Ardıç ve Zeytin ağaç türlerindeki tahribat miktarı diğer yerli türlere göre daha az olduğu, tropik ağaç türlerinden ise en dayanıklı türlerin Wenge, Douka, Azobe ve Paduk olduğu gözlenmiştir. Afrormosia, Bilinga,

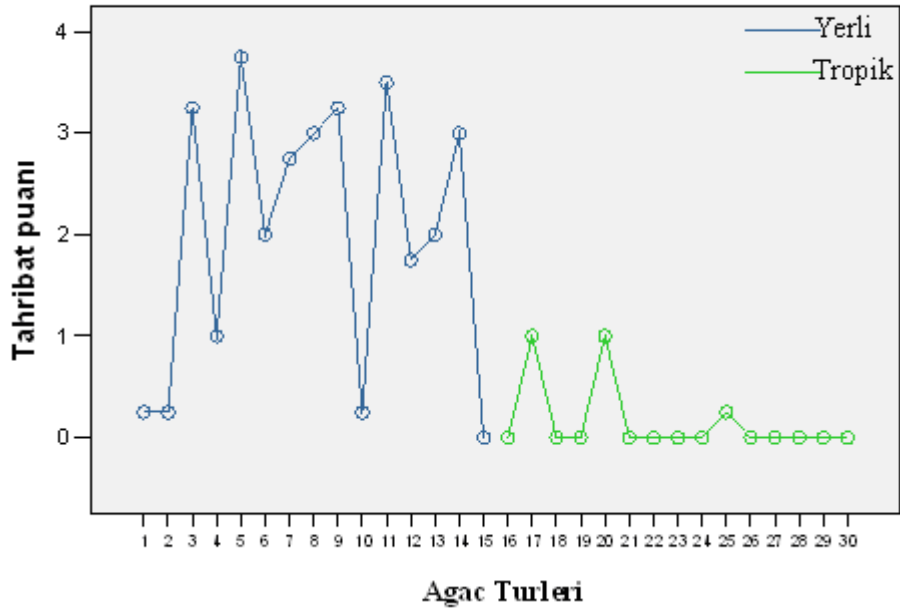
Limba ve Sapelli ise yerli ağaç türlerine benzer şekilde yoğun tahribata maruz kaldığı, Iroko, Movingui, Ovengkol; yerli ağaçlardan Meşe ve Ardıç da orta derecede tahribat tespit edilmiştir. Diğer tropik türler ve yerli türlerin yoğun şekilde tahribata uğradığı gözlenmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Bandırma limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları

Alaçatı Limanı: Diğer limanlarla karşılaştırıldığında Alaçatı limanı yerli ve tropik ağaç türleri bakımından delici organizmaların saldırılarının en az olduğu liman olarak tespit edilmiştir. Tropik ağaçlardan Wenge, Douka, Azobe, Paduk, Bilinga, Iroko, Afrormosia, Iroko, Movingui, Ovengkol, Sapelli bu bölgede tespit edilen delici organizmalarca tahrip edilmemiştir. Yerli ağaçlardan Ardıç, Ceviz, Kestane ve Zeytin tahribata uğramazken, Karaağaç, Kayın, Sedir, Selvi, Yalancı Akasya, Bubinga ve Akajou, Limba türlerinin orta derecede tahrip edildiği, diğer yerli türlerin daha yoğun bir tahribata uğradığı saptanmıştır.

Alaçatı limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları

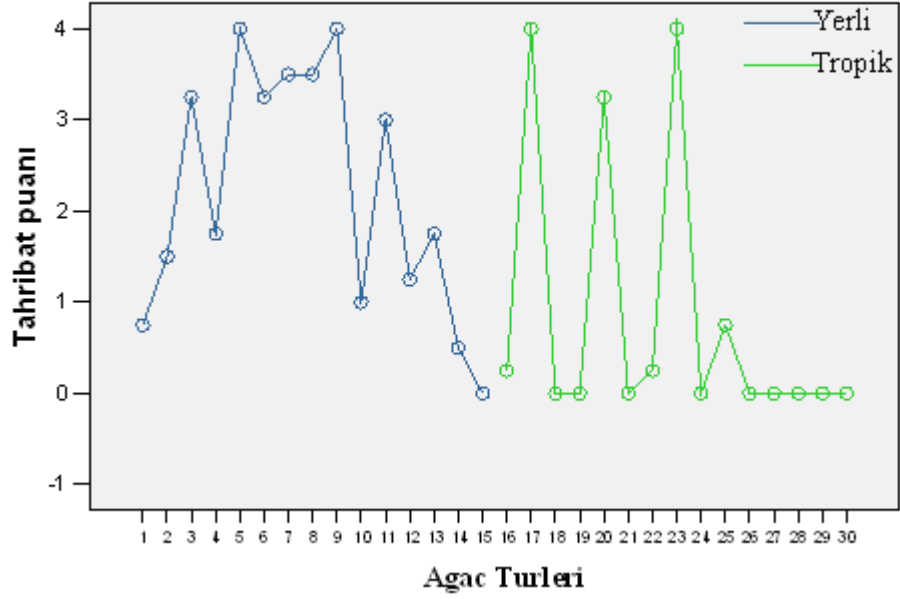


Şekil 4.9: Alaçatı limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları

Alaçatı limanında genel olarak tropik ağaç türleri yerli ağaç türlerine göre daha az bir tahribata uğradığı Şekil 4.9’da gözlenmektedir.

Finike Limanı: Finike limanında, Alaçatı limanında olduğu gibi yerli ağaç türleri bakımında tahribat oranı en düşük liman olmuştur. Finike Limanında tropik ağaç türlerinden Wenge, Douka, Azobe, Paduk, Iroko, Afrormosia, Movingui, Ovengkol de bir tahribata rastlanmamıştır. Dousse, Limba ve Sapelli türlerinde orta derecede tahribat tespit edilmiştir. Yerli ağaç türlerinden Ceviz, Dut, Kestane, Meşe, Sedir diğer yerli ağaç türlerine göre doğal olarak daha fazla dayanıklılık göstermiştir. Tropik ağaç türlerinden, Akajou, Bubinga ve Gombe daha az dayanıklı ağaç türleri oldukları Şekil 4.10’da görülmektedir.

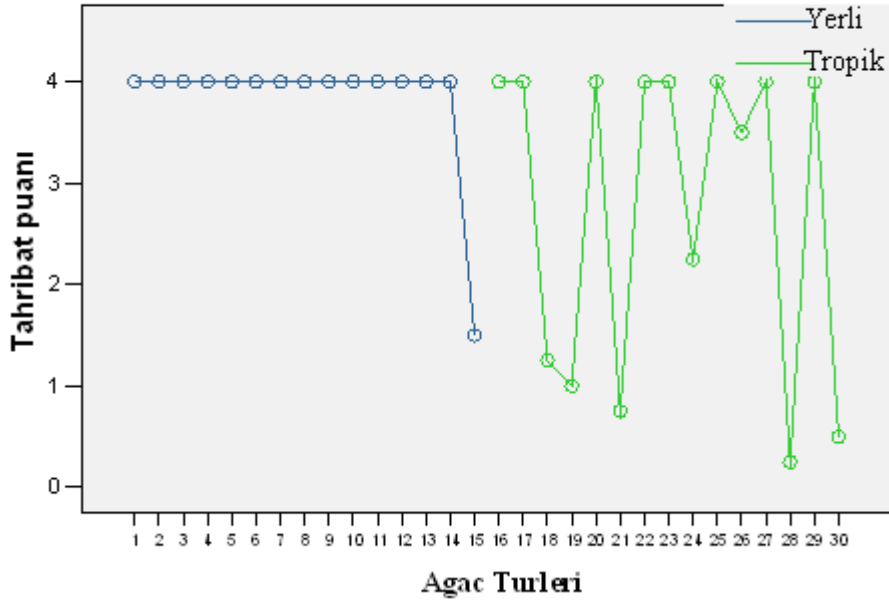
Finike limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları



Şekil 4.10: Finike limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları

İskenderun limanı: Örnekler üzerinde yapılan makroskobik inceleme sonucunda, yerli ağaç türleri yoğun bir tahribata uğrayarak parçalandıkları gözlenmiş olup, Tropik ağaç türlerinde ise Trabzon limanına benzer bir şekilde yoğun bir tahribat gözlenmiştir. Tropik türlerden Wenge ve Paduk türlerinde delici organizmalara rastlanmamış, Bilinga, Douka ve Iroko gibi diğer tropik ağaç türlerinde ve Zeytinde orta derecede tahribat gözlenirken, diğer yerli ve tropik türlerde yoğun tahribat belirlenmiştir.

İskenderun limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları



Şekil 4.11: İskenderun limanındaki yerli ve tropik ağaç türleri ve tahribat puanları

Deney alanı olarak kullanılan limanlarda yapılan tahribata göre en az tahribattan en fazla tahribata doğru sıralandığı Tablo 4.3'deki Duncan testi sonucuna göre deney alanları 5 farklı grupta toplanmıştır.

Tablo 4.3: Odun düzeneklerinin uğradığı tahribatın sonucuna göre deney alanlarının karşılaştırılmasında Duncan testi sonuçları

Limanlar	Örnek Sayısı	Gruplar				
		1	2	3	4	5
Alaçatı	132	1,08				
Finike	132		1,52			
Ereğli	132			2,48		
Bandırma	132				2,68	
Trabzon	132					3,23
İskenderun	132					3,30
Önem		1,000	1,000	1,000	1,000	0,278

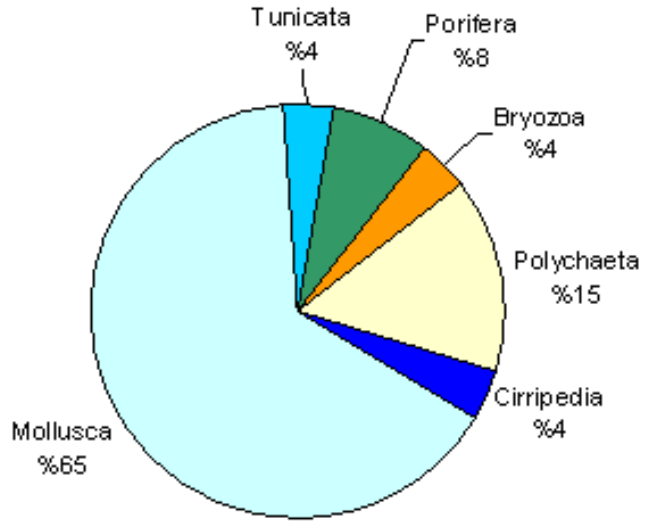
Bu teste göre 6 farklı test alanı 5 farklı grupta ifade edilmiştir. Tahribatın limanlara göre dağılımı azdan çoğa doğru sırayla Ege denizinde Alaçatı limanı, Akdeniz'de Finike

limanı, Karadeniz’de Ereğli limanı, Marmara denizinde Bandırma limanı, Karadeniz’de Trabzon limanı ve Akdeniz’de İskenderun limanı olarak sıralanmaktadır. Bu sıralama aynı zamanda ahşap zararlısı denizel canlılarının baskınlıklarının limanlara göre azdan çoğa doğru sıralanışını göstermektedir.

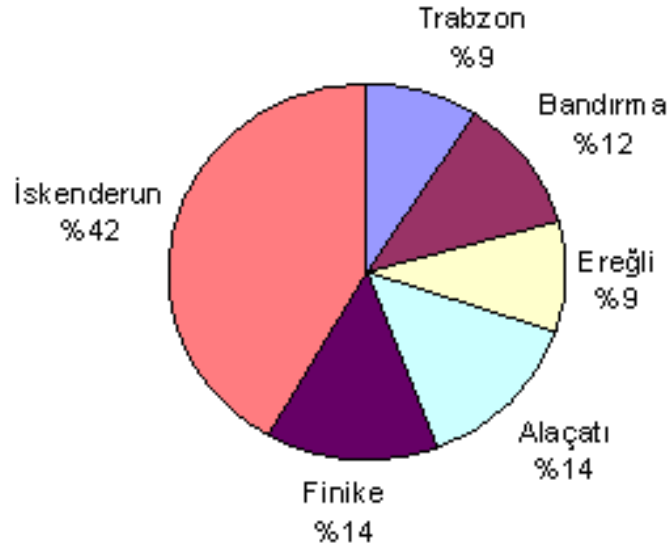
4.2. ODUN NUMUNELERİNDE FOULİNG VE BORİNG ORGANİZMALAR

Deney alanlarının bulunduğu kıyılarda deniz suyu içinde bırakılan ahşap odun numunelerinde zarar yapan ahşap zararlısı deniz organizmalarının tespiti Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi’ne getirilerek fouling ve boring deniz organizmaları konusunda uzman kişiler tarafından yapılmıştır. Ahşap numuneler üzerinde tutunmuş olarak yaşayan (fouling) organizmalardan Porifera, Bryozoa, Polychaeta, Cirripedia, Mollusca ve Tunicata gruplarına ait toplam tespit edilen 26 tür Tablo 4,4’de belirtilmiştir. Bu deneyde saptanan fouling organizmalar sistematik olarak değerlendirildiğinde, Mollusca’nın toplam 17 tür ile en baskın grup olduğu görülmektedir. Bu grubu, Polychaeta (4 tür) ve Porifera (2 tür) izlemektedir. Bryozoa, Cirripedia ve Tunicata grupları ise sadece 1’er tür ile temsil edilmektedir (Şekil 4.12).

Fouling Organzmalar: Fouling organizmaların limanlara göre dağılımına bakıldığında, İskenderun Limanının 18 tür ile en fazla tür içeren liman olduğu görülmektedir. Bu türlerden 14’ü Mollusca grubuna ait olup, İskenderun Limanı’nı sırasıyla, Alaçatı ve Finike Limanları 6’şar tür, Bandırma Limanı 5 tür, Trabzon ve Ereğli Limanları da 4’er tür ile izlemektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.12: Fouling organizmaların sistematik gruplarının baskınlık

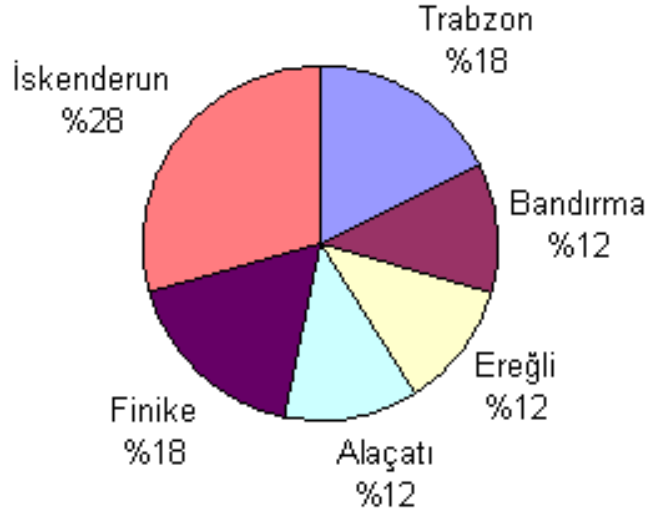


Şekil 4.13: Limanlara göre fouling türlerinin baskınlıkları

Tablo 4.4: Limanlarda tespit edilen fouling organizmalar

	Tra	Ban	Ere	Alaç	Fin	İsk
Porifera						
<i>Sycon raphanus</i> Schmidt, 1862				*		
Porifera (sp.)		*		*	*	*
Bryozoa						
Bryozoa (sp.)	*	*	*	*	*	*
Polychaeta						
<i>Filograna</i> sp.			*			
<i>Pomatoceros triqueter</i> (Linnaeus, 1767)				*		
<i>Spiobranthus tetrocerus</i> (Schmarda, 1861)						*
Serpulidae (sp.)	*	*			*	
Cirripedia						
<i>Balanus amphitrite</i> Darwin, 1854	*	*	*		*	*
Mollusca						
<i>Vermetus triquetrus</i> Bivona Ant., 1832						*
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	*				*	*
<i>Brachidontes pharaonis</i> (Fischer, 1870)						*
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819		*	*			
<i>Septifer forskali</i> Dunker, 1855						*
<i>Pinctada radiata</i> (Leach, 1814)						*
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)						*
<i>Spondylus gaederopus</i> Linne, 1758						*
<i>Spondylus</i> cf. <i>spinosus</i> Schreibers, 1793						*
<i>Spondylus</i> sp.						*
<i>Anomia ephium</i> Linne, 1758				*		*
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758						*
<i>Ostrea stentina</i> (Payraudeau, 1826)					*	*
<i>Ostrea</i> sp.						*
<i>Chama gryphoides</i> Linne, 1758						*
<i>Chama pacifica</i> Broderip 1834						*
<i>Petricola lithophaga</i> (Philippson, 1788)						*
Tunicata						
Tunicata (sp.)				*		*

Boring Organizmalar: Bu araştırma kapsamında, limanlara bırakılan ahşap plakları delerek içlerine yerleşen organizmalardan (boring), Mollusca ve Crustacea gruplarına ait toplam 5 tür tespit edilmiştir. Örneğin limanlarda deney alanında saptanan sadece üç tür boring organizma olan *Teredo navalis*, *Lyrodus pedicellatus* ve *Nototeredo norvegia* nın neden olduğu tahribatlar diğer tüm fouling canlıların tahribatı ile kıyaslanamayacak derecede şiddetli olarak gözlenmiştir.



Şekil 4.14: Limanlara göre delici organizmaların baskınlıkları

Deney alanlarında odun numunelerinde tespit edilen boring organizmalar Tablo 4.5 de gösterilmiştir. Gözlemler her deney alanı için ayrıca belirtilmiştir.

Tablo 4.5: Limanlarda tespit edilen delici organizmalar

	Tra	Ban	Ere	Alaç	Fin	İsk
Crustacea						
<i>Limnoria tripunctata</i> Menzies, 1951					*	*
Mollusca						
<i>Teredo navalis</i> Linné, 1758	*	*	*	*	*	*
<i>Lyrodus pedicellatus</i> Quatrefages, 1849	*	*	*	*	*	*
<i>Nototeredo norvegica</i> (Spengler, 1792)	*					*
<i>Bankia carinata</i> (Gray J.E., 1827)						*

4.2.1. Trabzon Limanı

Trabzon limanından çıkarılan odun numunelerinde çok şiddetli boring tahribatına rastlandı. Bu numunelerde deniz delicileri tarafından açılan delikler o kadar fazla sayıdaydı ki örnekler elle tutulduğunda bal peteği kadar kolayca kırılacak kadar yumuşak ve dirençsiz hale gelmişlerdi. Trabzon Limanı'ndaki delici organizmaların baskınlık oranı % 18 olarak bulunup bu organizmalar; *Teredo navalis*; *Lyrodus pedicellatus*, *Nototeredo norvegica* olarak tespit edilirken, Fouling organizmaların

baskınlık oranı % 9 olup, Bryozoa (sp.), Serpulidae (sp.), *Mytilaster lineatus*, *Balanus amphitrite* türlerine tespit edilmiştir. Trabzon limanındaki deney örneklerinde oluşan tahribatın tamamı boring canlılar tarafından oluşturulmuştur.

4.2.2. Ereğli Limanı

Bu limanda tespit edilen delici organizmaların baskınlık oranı % 12 olarak belirlendi. Trabzon limanında olduğu gibi *Teredo navalis* ve *Lyrodus pedicellatus* delici organizmaları tespit edildi.. Fouling organizmalardan ise, Bryozoa (sp.), *Filograna* sp., *Balanus amphitrite*, *Mytilus galloprovincialis* tespit edilmiş olup % 9'luk baskınlık oranı bulunmuştur. Yerli ağaç türlerinde tropik ağaç türlerine göre daha şiddetli tahribatlar meydana getirmişlerdi.

4.2.3. Bandırma Limanı

Bu limandaki odunlarda saptanan delici organizmalar, Mollusca sınıfından *Teredo navalis* ve *Lyrodus pedicellatus* tespit edilip baskınlık oranı %12 olarak belirlenmiştir. Fouling organizmalar ise, Porifera (sp.), Bryozoa (sp.), Serpulidae (sp.), *Mytilus galloprovincialis* türleridir. Fouling organizmaların baskınlık oranı ise, % 12 olarak belirlenmiştir. Bandırma limanında deniz suyu kirliliğinin çok fazla olmasına rağmen delici organizmaların faaliyetinde bir azalma meydana gelmemiştir. Bu limanda limnoria türlerine rastlanmadı.

4.2.4. Alaçatı Limanı

Alaçatı Limanına yerleştirilen ağaç türleri üzerinde diğer limanlarda olduğu gibi delici organizmaların aşırı tahribatı gözlenmedi. Bu limanda tahribata neden olan delici türler *Teredo navalis* ve *Lyrodus pedicellatus*'dur. Bu delici organizmaların baskınlık oranı %12 olarak bulunurken, fouling organizmaların baskınlık oranı %14 olarak bulunmuştur. Fouling organizmalardan, Tunicata (sp.), *Anomia epiphium*, *Pomatoceros triqueter*, Bryozoa (sp.), *Sycon raphanus* tespit edilmiştir.

4.2.5. Finike Limanı

Finike Limanı'nda saptanan delici organizma türleri Mollusca grubundan *Teredo navalis* ve *Lyrodus pedicellatus*, Crustacea grubundan ise, *Limnoria tripunctata* dır. Delici organizmaların baskınlık oranı ise, %18 olarak bulunmuştur. Fouling organizmalardan, Porifera (sp.), Bryozoa (sp.), Serpulidae (sp.), *Balanus amphitrite*, *Mytilaster lineatus*, *Ostreola stentina* tespit edildi. Bu limandaki fouling organizmalara ait baskınlık oranı % 14 olarak tespit edilmiştir.

4.2.6. İskenderun Limanı

Bu limandaki saptanan delici organizma türleri Crustacea grubundan *Limnoria tripunctata*, Mollusca gurubundan *Teredo navalis*, *Lyrodus pedicellatus*, *Nototeredo norvagica*, *Bankia carinata*, Crustacea gurubundan *Limnoria tripunctata* olduğu belirlenmiştir. Bu limana ait delici organizmaların baskınlık oranı %28 iken Fouling organizmaların baskınlık oranı %42 olarak bulunmuştur. Fouling organizmalardan, Porifera (sp.), Bryozoa (sp.), *Spiobranchnus tetrocerus*, *Balanus amphitrite*, *Vermetus triquetrus*, *Mytilaster lineatus*, *Brachidontes pharaonis*, *Septifer forskali*, *Pinctada radiata*, *Mimachlamys varia*, *Spondylus gaederopus*, *Spondylus cf.*, *Spondylus sp.*, *Anomia epiphium*, Tunicata (sp.), *Ostreola stentina*, *Ostrea sp.*, *Chama gryphoides*, *Chama pacifica*, *Petricola lithophaga*, *Ostrea edulis* türleri tespit edilmiştir.

4.3. ÇÖZÜNEN EKSTRAKTİF MADDE MİKTARINA AİT BULGULAR

Ağaç malzemenin doğal dayanma süresini etkileyen ekstraktif maddeler suda çözünebilmektedirler. Odun numunelerinin deniz suyu içinde bekledikten sonra ekstraktif madde miktarında oluşabilecek muhtemel azalmaları tespit etmek amacıyla sıcak su çözünürlükleri uygulanmıştır. Deneyde kullanılan birçok ağaç türü deney sonunda tamamen zarar görüp parçalandığı için sadece karşılaştırma yapılabilecek sağlam olarak kalan ağaç türlerine bu deney uygulanmıştır.

Ağaç türü numunelerinin deney öncesi sıcak su çözünürlükleri % olarak Tablo 4.6 da verilmiştir.

Tablo 4.6:Deneyde kullanılan doğal olarak sağlam kalabilen bazı yerli ve tropik ağaç türlerinin sıcak su da çözünen ekstraktif madde oranları

Ağaç Türü	Sıcak Su Çözünürlüğü (%)
Wenge	8,44
Douka	4,92
Azobe	4,59
Paduk	4,33
Ovenkol	6,81
Bilinga	4,91
Movingui	3,56
İroko	6,47
Dousse	8,59
Afrormosia	5,48
Limba	6,03
Sapelli	3,75
Zeytin	19,78
Ardıç	4,44
Servi	4,03
Sedir	6,66

Deney limanlarından sağlam olarak alınan odun numunelerine yapılan sıcak su çözünürlükleri ile yıkanan ekstraktif madde miktarları belirlenmeye çalışılmıştır.

4.3.1. Trabzon Limanı

Trabzon limanından çıkarılan odun örnekleri delici ahşap zararlıları Teredolar tarafından aşırı tahribata uğradıklarından bu deney alanından sağlam olarak çıkarılabilen sadece Wenge, Douka, Azobe ve Paduk türlerine ekstraktif madde tayini yapılabilmektedir. Tahrip olan odun örneklerinin içerisindeki sayısız deliklerde oyuncu midyelerin bıraktığı kalsiyum tabakası bulunmakta, ayrıca deliklerin içerisinde su kirliliğinden kaynaklanan kirletici maddeler bulunmaktaydı. Tablo 4.7 bu limandan

sağlam olarak çıkarılan odun numunelerinin deney öncesi ve deney sonrası ekstraktif madde miktarlarını göstermektedir.

Tablo 4.7: Trabzon limanına ait örneklerde sıcak su çözünürlükleri

Ağaç Türü	Deney öncesi sıcak su çöz (%)	Deney sonrası sıcak su çöz (%)	Toplam yıkanan ekstraktif madde oranı (%)
Wenge	8,44	3,79	55,09
Douka	4,92	4,49	8,73
Azobe	4,59	1,5	67,32
Paduk	4,33	3,91	9,69

Tablo 4.8 de odunlarda tespit edilen ekstraktif madde yıkanmasına ait ANOVA tablosu ve Duncan testi verilmiştir.

Tablo 4.8: Trabzon limanında doğal olarak sağlam çıkan odun türlerinin ekstraktif madde yıkanmalarına ilişkin ANOVA tablosu ve Duncan testi sonucu

	Kareler toplamı	Serb. Değeri	Kareler ortalaması	F	Önem derecesi
Guruplar arası	8336,18	3	2778,72	2778,72	0,000
Guruplar içi	8,00	8	1,000		
Toplam	8344,18	11			

Duncan

Ağaç Türleri	n	Guruplar		
		1	2	3
Douka	3	8,73		
Paduk	3	9,69		
Wenge	3		55,09	
Azobe	3			67,32
Önem		0,273	1,000	1,000

Güven aralığı:0,95

4.3.2. Ereğli Limanı

Ereğli limanından alınan numunelere yapılan sıcak su analizi sonucunda elde edilen veriler tabloda verilmiştir. Bu limanda da yerli ağaç türlerinin içerisinde delici organizmaların açtığı çok sayıdaki tünellerde kalsiyum birikintileri ve kirletici maddelerden dolayı ekstraktif madde tayini yapılamamıştır. Tropik ağaç türlerinden yalnızca yedi ağaç türüne analiz yapılmıştır. Deniz suyunda en yüksek ekstraktif madde

yıkınması % 66,88 ile Azobe’de, en düşük ise % 5,31 ile Paduk’ta tespit edilmiştir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9: Ereğli limanına ait örneklerde sıcak su çözünürlükleri

Ağaç Türü	Deney öncesi sıcak su çöz (%)	Deney sonrası sıcak su çöz (%)	Toplam yıkanan ekstraktif madde oranı (%)
Wenge	8,44	4,63	45,14
Douka	4,92	4,44	9,76
Azobe	4,59	1,52	66,88
Paduk	4,33	4,10	5,31
Ovengkol	6,81	3,75	44,93
Bilinga	4,91	4,38	10,79
İroko	6,47	4,15	35,86
Zeytin	19,78	10,23	48,28

Tablo 4.10 da odunlarda tespit edilen ekstraktif madde yıkanmasına ait ANOVA tablosu ve Duncan testi verilmiştir.

Tablo 4.10: Ereğli limanında doğal olarak sağlam çıkan odun türlerinin ekstraktif madde yıkanmalarına ilişkin ANOVA tablosu ve Duncan testi sonucu

	Kareler toplamı	Serb. Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem derecesi
Guruplar arası	10434,7	7	1490,6	1490,6	0,000
Guruplar içi	16,0	16	1,000		
Toplam	10450,7	23			

Duncan

Ağaç Türleri	N	Gruplar					
		1	2	3	4	5	6
Paduk	3	5,31					
Douka	3		9,76				
Bilinga	3		10,79				
İroko	3			35,86			
Ovengkol	3				44,93		
Wenge	3				45,14		
Zeytin	3					48,28	
Azobe	3						66,88
Önem		1,000	0,225	1,000	0,800	1,000	1,000

Güven aralığı = 0,95

İstatistiki olarak ağaç türleri arasındaki ekstraktif madde yıkanma oranları önemli bulunmuştur. Ekstraktif madde yıkanma oranları Duncan testinde 6 farklı grupta yer almıştır.

4.3.3. Bandırma Limanı

Bandırma limanından çıkarılan deney numuneleri arasında doğal olarak dayanıklı olan tropik ağaç türlerinden wenge, douka, azobe, paduk, ovengkol, bilinga, movingui, iroko; yerli ağaç türlerinden yalnızca zeytin odununda ekstraktif madde tayini yapılmıştır. Ağaç türü odunlarının sıcak suda çözünen ekstraktif madde miktarlarına ilişkin sonuçlar Tablo 4.11’de gösterilmiştir. En yüksek çözünme oranı % 65,37 ile yerli ağaç türlerinden Zeytin de, en düşük çözünürlük oranı ise % 5,20 ile Movingui’de bulunmuştur.

Tablo 4.11: Bandırma limanına ait örneklerde sıcak su çözünürlükleri

Ağaç Türü	Deney öncesi sıcak su çöz (%)	Deney sonrası sıcak su çöz (%)	Toplam yıkanan ekstraktif madde oranı (%)
Wenge	8,44	7,1	15,88
Douka	4,92	4,6	6,50
Azobe	4,59	2,6	43,36
Paduk	4,33	3,96	8,43
Ovenkol	6,81	4,92	27,68
Bilinga	4,91	4,15	15,48
Movingui	3,56	3,37	5,20
İroko	6,47	5,52	14,61
Zeytin	19,78	6,85	65,37

Tablo 4.12 de odunlarda tespit edilen ekstraktif madde yıkanmasına ait ANOVA tablosu ve Duncan testi verilmiştir.

İstatistiki olarak ağaç türleri arasındaki ekstraktif madde yıkanma oranları önemli bulunmuştur. Ekstraktif madde yıkanma oranları Duncan testinde 6 farklı grupta yer almıştır.

Tablo 4.12: Bandırma limanında doğal olarak sağlam çıkan odun türlerinin ekstraktif madde yıkanmalarına ilişkin ANOVA tablosu ve Duncan testi sonucu

	Kareler toplamı	Serb. derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem derecesi
Guruplar arası	9625,2	8	1203,1	1203,1	0,000
Guruplar içi	18,00	18	1,000		
Toplam	9643,2	26			

Duncan

Ağac Türleri	N	Gruplar					
		1	2	3	4	5	6
Movingui	3	5,20					
Douka	3	6,50					
Paduk	3		8,43				
Iroko	3			14,61			
Bilinga	3			15,48			
Wenge	3			15,88			
Ovengkol	3				27,68		
Azobe	3					43,36	
Zeytin	3						65,37
Önem		0,129	1,000	0,157	1,000	1,000	1,000

Güven aralığı = 0,95

Bandırma limanında en çok Zeytin ve Azobe türlerinin yıkanarak ekstraktif madde kaybettiği tespit edilmiştir. Iroko, Bilinga ve Wenge türleri yaklaşık %15 ekstraktif madde yıkanması ile aynı grupta yer almışlardır. En az ekstraktif madde kaybeden türler ise Movingui, Douka ve Paduk olmuştur.

4.3.4. Alaçatı Limanı

Alaçatı limanından alınan numunelere yapılan sıcak su analizi sonucunda elde edilen veriler tabloda verilmiştir. Bu limanda tropik ağaç türlerinin çoğu için analiz yapılabilmesine rağmen yerli ağaç türlerinden sadece Zeytin odununa ait numunelerde ekstraktif madde tayini yapılmıştır. Her bir ağaç tütünün sıcak suda çözünen ekstraktif madde oranları farklı bulunmuş olup, en yüksek çözünme oranı % 40,69 ile Afrormosia'da, en düşük çözünürlük oranı ise % 1,33 ile Limba'da bulunmuştur(Tablo 4.13).

Tablo 4.13: Alaçatı limanına ait örneklerde sıcak su çözünürlükleri

Ağaç Türü	Deney öncesi sıcak su çöz (%)	Deney sonrası sıcak su çöz (%)	Toplam yıkanan ekstraktif madde oranı (%)
Wenge	8,44	6,40	24,17
Douka	4,92	4,65	5,49
Azobe	4,59	4,45	3,05
Paduk	4,33	4,25	1,85
Ovenkol	6,81	5,75	15,57
Bilinga	4,91	4,58	6,72
İroko	6,47	6,30	2,63
Dousse	8,59	8,45	1,63
Afromosia	5,48	3,25	40,69
Limba	6,03	5,95	1,33
Sapelli	3,75	3,05	18,67
Zeytin	19,78	16,50	16,58

İstatistiki olarak ağaç türleri arasındaki ekstraktif madde yıkanma oranları önemli bulunmuş, Duncan testinde 6 farklı grupta yer almıştır.

Tablo 4.14 de odunlarda tespit edilen ekstraktif madde yıkanmasına ait ANOVA tablosu ve Duncan testi verilmiştir.

Tablo 4.14: Alaçatı limanında doğal olarak sağlam çıkan odun türlerinin ekstraktif madde yıkanmalarına ilişkin ANOVA tablosu ve Duncan testi sonucu

	Kareler toplamı	Serb. derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem derecesi
Guruplar arası	4828,1	11	438,9	438,9	0,000
Guruplar içi	24,0	24	1,000		
Toplam	4852,1	35			

Duncan

Ağaç Türleri	N	Gruplar					
		1	2	3	4	5	6
Limba	3	1,33					
Dousse	3	1,63					
Paduk	3	1,85					
Iroko	3	2,63					
Azobe	3	3,05					
Douka	3		5,49				
Bilinga	3		6,72				
Ovengkol	3			15,57			
Zeytin	3			16,58			
Sapelli	3				18,67		
Wenge	3					24,17	
Afromosia	3						40,69
Önem		0,069	0,145	0,228	1,000	1,000	1,000

Güven aralığı = 0,95

4.3.5. Finike Limanı

Finike limanından alınan numunelere yapılan sıcak su analizi sonucunda elde edilen veriler tabloda verilmiştir. Bu limanda yerli ağaç türlerinde tahribat oranı fazla olduğundan ekstraktif madde tayini yapılamamış olup, tropik ağaç türlerinin çoğunda analiz yapılabilmektedir. Her bir ağaç türünün sıcak suda çözünen ekstraktif madde oranları farklı bulunmuş olup, en yüksek çözünme oranı % 35,73 ile Azobe’de en düşük çözünürlük oranı ise % 2,16 ile Limba’da bulunmuştur (Tablo 4.15).

Tablo 4.15: Finike limanına ait örneklerde sıcak su çözünürlükleri

Ağaç Türü	Deney öncesi sıcak su çöz (%)	Deney sonrası sıcak su çöz (%)	Toplam yıkanan ekstraktif madde oranı (%)
Wenge	8,44	6,70	20,62
Douka	4,92	4,35	11,59
Azobe	4,59	2,95	35,73
Paduk	4,33	4,19	3,23
Ovenkol	6,81	5,55	18,50
Bilinga	4,91	4,73	3,66
Movingui	3,56	3,45	3,09
İroko	6,47	6,25	3,40
Dousse	8,59	8,30	3,38
Limba	6,03	5,90	2,16
Sapelli	3,75	3,30	12,00
Zeytin	19,78	16,20	18,10

Ağaç türleri arasındaki ekstraktif madde yıkanma oranları istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Ekstraktif madde yıkanma oranları Duncan testinde 5 farklı grupta yer almıştır. Finike limanında odun örneklerinden Limba, Movingui, Paduk, Dousse, İroko ve Bilinga en düşük ekstraktif madde yıkanma oranı göstererek aynı grupta yer almışlardır. Douka ile Sapelli ve Zeytin ile Ovengkol benzer yıkanma oranları göstererek aynı grupta yer almışlardır. En fazla yıkanma oranı Azobe’de tespit edilmiştir.

Tablo 4.16 da odunlarda tespit edilen ekstraktif madde yıkanmasına ait ANOVA tablosu ve Duncan testi verilmiştir.

Tablo 4.16: Finike limanında doğal olarak sağlam çıkan odun türlerinin ekstraktif madde yıkanmalarına ilişkin ANOVA tablosu ve Duncan testi sonucu

	Kareler toplamı	Serb. derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem derecesi
Guruplar arası	3545,7	11	322,3	322,3	0,000
Guruplar içi	24,00	24	1,000		
Toplam	3569,7	35			

Duncan

Ağaç Türleri	Gruplar					
	N	1	2	3	4	5
Limba	3	2,16				
Movingui	3	3,09				
Paduk	3	3,23				
Dousse	3	3,38				
Iroko	3	3,40				
Bilinga	3	3,66				
Douka	3		11,59			
Sapelli	3		12,00			
Zeytin	3			18,10		
Ovengkol	3			18,50		
Wenge	3				20,62	
Azobe	3					35,73
Önem		0,117	0,620	0,629	1,000	1,000

Güven aralığı = 0,95

4.3.6. İskenderun Limanı

İskenderun limanından sağlam olarak çıkan ağaç türleri için yapılan Duncan testi sonucuna göre türler 3 grupta toplanmıştır. Douka ve Paduk % 6,91 ve %7,83 ekstraktif madde yıkanma oranı ile aynı grupta yer almışlardır. Bu limanda en fazla yıkanma oranı Trabzon limanında olduğu gibi Azobe türünde tespit edilmiştir. Wenge ise %54,38 yıkanma oranı gözlenmiştir (Tablo 4.17).

Tablo 4.17: İskenderun limanına ait örneklerde sıcak su çözünürlükleri

Ağaç Türü	Deney öncesi sıcak su çöz (%)	Deney sonrası sıcak su çöz (%)	Toplam yıkanan ekstraktif madde oranı (%)
Wenge	8,44	3,85	54,38
Douka	4,92	4,58	6,91
Azobe	4,59	1,67	63,61
Paduk	4,33	3,99	7,85

Tablo 4.18 da odunlarda tespit edilen ekstraktif madde yıkanmasına ait ANOVA tablosu ve Duncan testi verilmiştir.

Tablo 4.18: İskenderun limanında doğal olarak sağlam çıkan odun türlerinin ekstraktif madde yıkanmalarına ilişkin ANOVA tablosu ve Duncan testi sonucu

	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Önem derecesi
Guruplar arası	8121,4	3	2707,1	2707,1	0,000
Guruplar içi	8,000	8	1,000		
Toplam	8129,4	11			

Duncan

Ağac Türleri	Guruplar			
	N	1	2	3
Douka	3	6,91		
Paduk	3	7,85		
Wenge	3		54,38	
Azobe	3			63,61
Önem		0,283	1,000	1,000

Güven aralığı = 0,95

4.4. EMPRENYELİ ODUNLARIN AAS ANALİZLERİNE AİT BULGULAR

Sarıçam numunelerinde emprenye maddesi retensiyon miktarları aşağıdaki Tablo 4.19 da gösterilmiştir. Tablo 4.19’da yer alan retensiyon değerleri suda çözünen CCA ve CCB tuzlarının %10 luk konsantrasyon değerlerine göre elde edilmiştir.

Tablo 4.19: Emprenyeli sarıçam odun örneklerinde sağlanan retensiyon değerleri

Emprenye Maddesi	Retensiyon	
	Kg/m3	%
CCA	504	126
CCB	728	124
Kreozot	581	121
Tanalith E	674	127

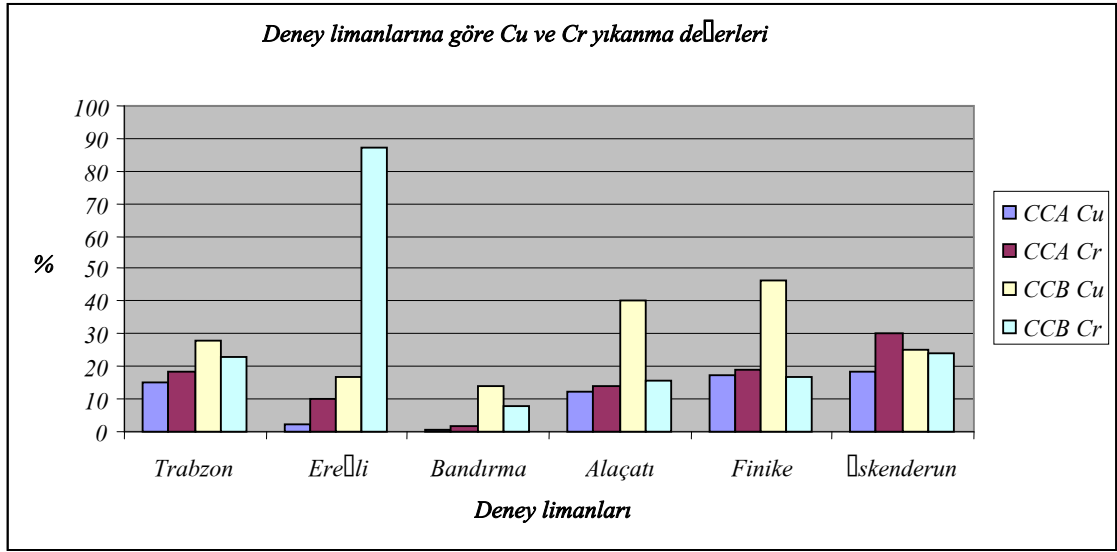
CCA (Bakır, Krom, Arsenik) ve CCB(Bakır, Krom, Bor) ile emprenye edilerek denizde 1 yıl süre ile bekletilen odun örneklerinde Cu ve Cr elementlerinde meydana gelen yıkanma miktarları Tablo 4.20’de gösterilmiştir.

Tablo 4.20: Deney alanlarında yıkanan element miktarı ve oranları

Deney Limanları	Miktar	CCA		CCB	
		Cu	Cr	Cu	Cr
Trabzon	Yıkanma miktarı (ppm)	18,168	69,895	62,65	89,475
	Yıkanan miktar (%)	14,89	18,4	28,03	23,09
Ereğli	Yıkanma miktarı (ppm)	3	39,87	40,79	216,21
	Yıkanan miktar (%)	2,19	9,8	16,8	87,4
Bandırma	Yıkanma miktarı (ppm)	0,557	6,86	34,77	32,775
	Yıkanan miktar (%)	0,4	1,5	13,9	7,6
Alaçatı	Yıkanma miktarı (ppm)	15,178	55,72	81,67	62,7
	Yıkanan miktar (%)	12,14	14,1	40,3	15,6
Finike	Yıkanma miktarı (ppm)	20,913	71,897	90,15	66,55
	Yıkanan miktar (%)	17,53	19	46,5	16,8
İskenderun	Yıkanma miktarı (ppm)	21,6	104,76	57,49	90,175
	Yıkanan miktar (%)	18,21	30,4	25,4	24,2

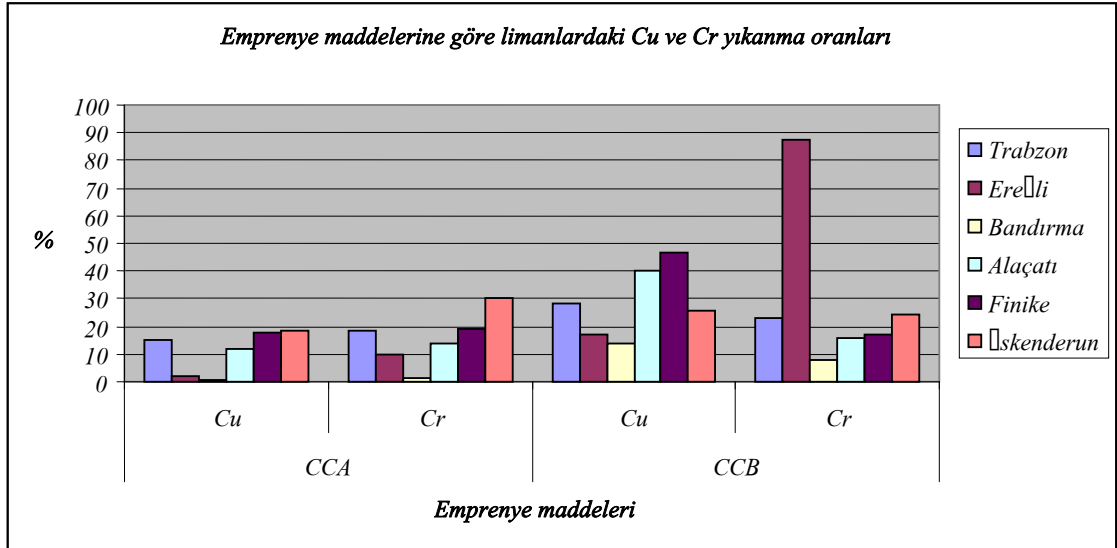
Genel olarak her bir limanda yıkanan element miktarı yüzdesi farklı olduğu görülmektedir. Her bir liman ayrı ayrı düşünüldüğünde CCB’li örneklerdeki Cu ve Cr yıkanma miktarlarının CCA daki Cu ve Cr’ a göre daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4.15).

Ayrıca, genel olarak tüm limanlar göz önüne alındığında CCA emprenye maddesi içeriğinde bulunan Cu miktarı en az yıkanan element olarak ortaya çıktığı Şekil 4.15’te gözlenmektedir. CCB emprenye maddesi ile muamele görmüş odun örneklerinde ise, Bandırma limanında bırakılan emprenyeli odun örneklerinden yıkanan Cu ve Cr miktarları diğer limanlara göre en düşük oranda olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15: Deney limanlarına göre CCA-C ve CCB ile emprenye edilen odun örneklerinden yıkanan Cu ve Cr miktarları (%)

Ereğli limanı hariç diğer limanlarda Cu elementi yıkanma miktarı, Cr elementi yıkanma miktarına nazaran daha yüksek olarak saptanmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16: CCA ve CCB emprenye maddesi içeriğinde bulunan Cu ve Cr miktarlarının limanlara göre yıkanma oranları (ppm)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları odun örneklerinde oluşan tahribatın makroskobik olarak incelenmesi, denizel ahşap zararlılarının teşhisi, odunlardan yıkanan ekstraktif madde miktarlarının belirlenmesi ve emprenyeli odunlardan yıkanarak deniz suyuna geçen ağır metallerin tespit edilmesi olmak üzere 4 farklı bakımdan değerlendirilmiştir.

5.1. AĞAÇ MALZEMELERDE TESPİT EDİLEN TAHRİBATA AİT SONUÇLAR

5.1.1. Ağaç türlerindeki tahribatlar

Deney limanlarındaki düzeneklerde yer alan ağaç türlerinde gözlenen tahribat dereceleri TS EN 275/2000 standardında belirtilen değerlendirmeler dikkate alındığında, genel olarak doğal dayanıklılığı yüksek tropik ağaç türlerinin deniz organizmalarına karşı dayanıklılığı yerli ağaçlara göre oldukça yüksek çıkmıştır. Berkel, 1970 deniz ortamında doğal dayanıklılığa sahip olan türler olarak belirttiği servi ve kestane türlerinden bu çalışmada hazırlanan 20x7,5x2,5 cm boyutlarındaki örnekler doğal olarak yeterli dayanıklılığı gösterememişlerdir. Yerli ağaç türleri ve doğal dayanıklılığı düşük olan tropik türler denizden çıkarıldığında delici organizmaların tahribatı sonucu el ile tutulduğunda kolayca kırılacak kadar direncini kaybetmiştir.

Odun numunelerine ait tahribat puanları esas alınarak yapılan Duncan testine göre Tablo 5.1'de 33 ağaç türü 9 farklı grupta sıralanmıştır. Birbirine yakın doğal dayanıklılık gösteren türler aynı harfle ifade edilerek aynı gruba yerleştirilmişlerdir.

Tablo 5.1:Ağaç türlerinde meydana gelen tahribatlara verilen puanlar esas alınarak yapılan duncan testi sonuçları

Gurup lar	Ağaç Türü	Tahribat Durumu	Homojen Guruplar
1	Wenge (<i>Millettia laurentii</i>)	0,29	a
	Douka (<i>Tieghemella heckelii</i>)	0,33	a
2	Azobe (<i>Lophira alata</i>)	0,58	b
	Paduk (<i>Pterocarpus soyauxii</i>)	0,71	b
	Zeytin (<i>Olea europaea</i>)	0,79	b
3	Ovankol (<i>Guibourtia ehie</i>)	1,00	c
	Bilinga (<i>Nauclea diderichii</i>)	1,00	c
4	Movingui (<i>Distemonanthus benthamianus</i>)	1,42	d
	Iroko (<i>Chlorophora excelsa</i>)	1,75	d
5	Dousse (<i>Afzelia bipindensis</i>)	1,92	e
	Afromosia (<i>Pericopsis elata</i>)	1,96	e
	Sapelli (<i>Entandropagma cylindricum</i>)	2,00	e
6	Ardıç (<i>Juniperus foetidissima</i>)	2,21	f
	Gombe (<i>Didelotia africana</i>)	2,38	f
	Limba (<i>Terminalia superba</i>)	2,58	g
	Bubinga (<i>Guibourtia tessmannii</i>)	2,63	g
7	Kestane (<i>Castanea sativa</i>)	2,67	g
	Ceviz (<i>Juglans nigra</i>)	2,88	g
	Black locust (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	2,94	g
	Selvi (<i>Cupressus sempervirens</i>)	3,04	g
	Dut (<i>Morus alba</i>)	3,08	g
	Meşe (<i>Quercus petraea</i>)	3,17	g
	8	Sedir (<i>Cedrus libani</i>)	3,29
Gürgen (<i>Carpinus betulus</i>)		3,46	h
Akajou (<i>Khaya anthotheca</i>)		3,50	h
9	Karaağaç (<i>Ulmus minor</i>)	3,71	i
	Karaçam (<i>Pinus nigra</i>)	3,75	i
	Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i>)	3,75	i
	Dişbudak (<i>Fraxinus excelsior</i>)	3,75	i
	Kiraz (<i>Prunus avium</i>)	3,75	i
	Kayın (<i>Fagus orientalis</i>)	3,88	i
	Kızılağaç (<i>Alnus glutinosa</i>)	3,92	i
	Gökmar (<i>Abies nordmanniana</i>)	3,96	i

Aynı grupta yer alan türler aynı harf ile gösterilmiştir.

Duncan testi sonucuna göre oluşturulan Tablo 5.1’de aynı zamanda ağaç türlerinin deniz içerisindeki zararlılara karşı doğal dayanıklılıklarının fazla olandan aza doğru sıralanışıdır.

Duncan testi ile ağaç türlerinin doğal dayanıklılığı homojen guruplara ayrılarak toplam 9 gurup oluşturulmuştur. Wenge (*Millettia laurentii*) ve Douka (*Tieghemella heckelii*) en dayanıklı ağaç türleri olarak ortaya çıkarak 1. grupta yer almışlardır. Bunu takiben Azobe (*Lophira alata*), Paduk (*Pterocarpus soyauxii*) ve yerli ağaç türlerinden Zeytin (*Olea europaea*) 2. grupta yer almıştır.

Bu dayanıklı ilk 5 tür limanlarda saldırılara uğramayan türlerdi. Ovangkol ile Bilinga çok az tahribat ile 3. grupta, Movingui ve Iroko 4. grupta, Dousse, Afrormosia ve Sapelli 5. grupta yer almışlardır. Yerli türlerimizden Ardıç Gombe ile birlikte 6. grupta yer almıştır. Denizel canlılara karşı orta derecede dayanıklılığa sahip olan türler olarak Limba, Bubinga, Kestane, Ceviz, yalancı akasya, Servi, Dut ve Meşe 2,58-3,17 arasındaki tahribat puanları ile 7. grupta yer almışlardır. Sedir, Gürgen, Akajou 8. grupta; en fazla tahribata uğrayan türler olarak da Karaağaç, Karaçam, Sarıçam, Dişbudak, Kiraz, Kayın, Kızılağaç, Gökmar 9. grupta yer almışlardır. Bunlar arasında tropik ağaçlar yer almamıştır.

Tropik ağaç türlerinin yerli ağaç türlerine göre doğal dayanımının yüksek olmasının sebepleri arasında sadece içeriklerindeki ekstraktif madde miktarları değil aynı zamanda diğer faktörler de etkili olmaktadır. Örneğin, odunun yoğunluğu, tekstürü, diğer mekaniksel özellikleri doğal sağlamlığı birlikte oluşturmaktadır (Bozkurt ve ark, 2000).

5.1.2. Deney Alanlarına Göre Tahribat Sonuçları

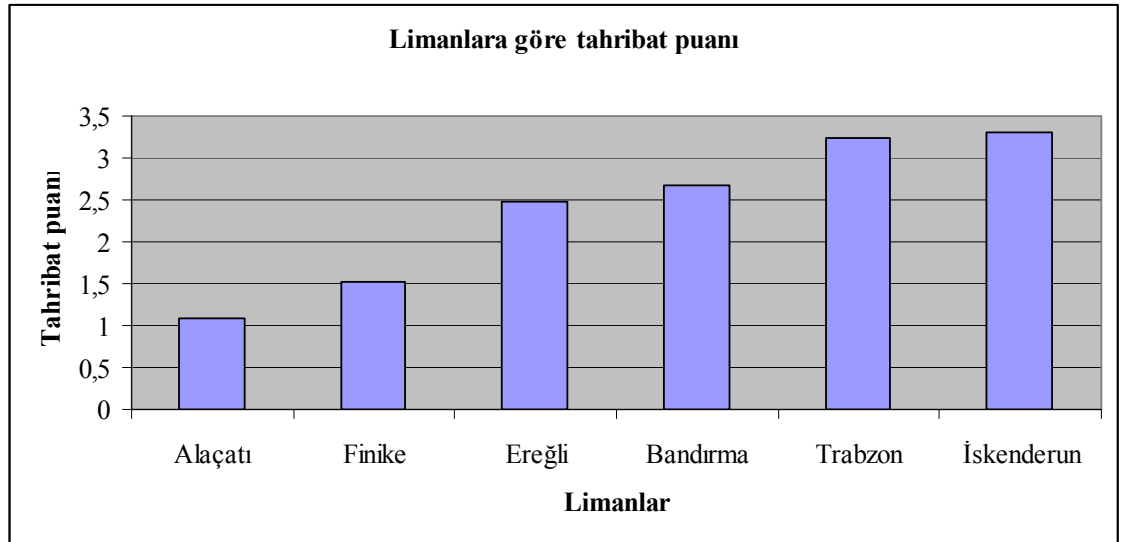
Ağaç türlerinin deney alanlarındaki doğal dayanıklılık farkları istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (Tablo 5.2). İstatistik sonuçlarına göre, hem tropik ağaç türlerinin hem de yerli ağaç türlerinin deney alanı değişmesi durumunda doğal dayanım

sürelerinde dikkate değer bir değişme olduğu görülmüştür. Deney alanları ile tahribat oranlarını belirten grafik aşağıda Şekil 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.2: Limanlara göre tahribat oranları

Limaneler	Örnek Sayısı	Tahribat puanları
Alaçatı	132	1,08
Finike	132	1,52
Ereğli	132	2,48
Bandırma	132	2,68
Trabzon	132	3,23
İskenderun	132	3,30
Önem		1,000

Limanlara göre tahribat oranlarını belirleyen puanlama sisteminde en az tahribattan en fazla tahribata doğru sıralandığında Alaçatı, Finike, Ereğli, İskenderun, Trabzon, Bandırma olarak ortaya çıkmıştır. Fakat Karadeniz’de bulunan Trabzon limanı ile Akdeniz’deki İskenderun limanı arasında tahribat oranı bakımından istatistiksel anlamda fark görülmemiştir. Fakat diğer limanlarda anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır.



Şekil 5.1: Limanlara göre tahribat puanları

5.2. DENİZ ORGANİZMALARI

Türkiye'nin dört denizinde yer alan 6 limanda (Trabzon, Ereğli, Bandırma, Alaçatı, Finike ve İskenderun) 12 ay süreyle denize bırakılan çeşitli ağaç türlerine zarar veren organizmaları saptamak amacıyla yapılan bu çalışmada, toplam 5 delici organizma türü tespit edilmiştir. İskenderun limanında bu araştırmada saptanan delici organizmaların tümüne (5 tür) rastlanmış olmasına karşın, Trabzon ve Finike limanlarında 3'er, Bandırma, Ereğli ve Alaçatı Limanlarında ise 2'şer tür tespit edilmiştir.

Bu türlerden, Mollusca kapsamında yer alan *Teredo navalis* ve *Lyrodus pedicellatus*'a her limanda rastlanmıştır. Yine aynı gruptan olan türlerden *Nototeredo norvegica*'a Trabzon ve İskenderun Limanlarında, *Bankia carinata*'ya ise sadece İskenderun Limanı'nda rastlanmıştır. Bunun yanında, tespit edilen türlerden Crustacea grubuna ait tek tür olan *Limnoria tripunctata* ise sadece Finike ve İskenderun Limanlarında saptanmıştır.

Bu çalışma kapsamında 5 delici tür saptanmış olsa da, denizlerimizde delici tür sayısının bununla sınırlı olduğunu söylemek güçtür. Yapılacak daha ayrıntılı ve kısa zamanlı inceleme ile gerek bu saptanan gruplara ait, gerekse diğer gruplara ait başka canlılarında varlığı saptanabilir.

5.3. ÇÖZÜNEN EKSTRAKTİF MADDE MİKTARINA AİT SONUÇLAR

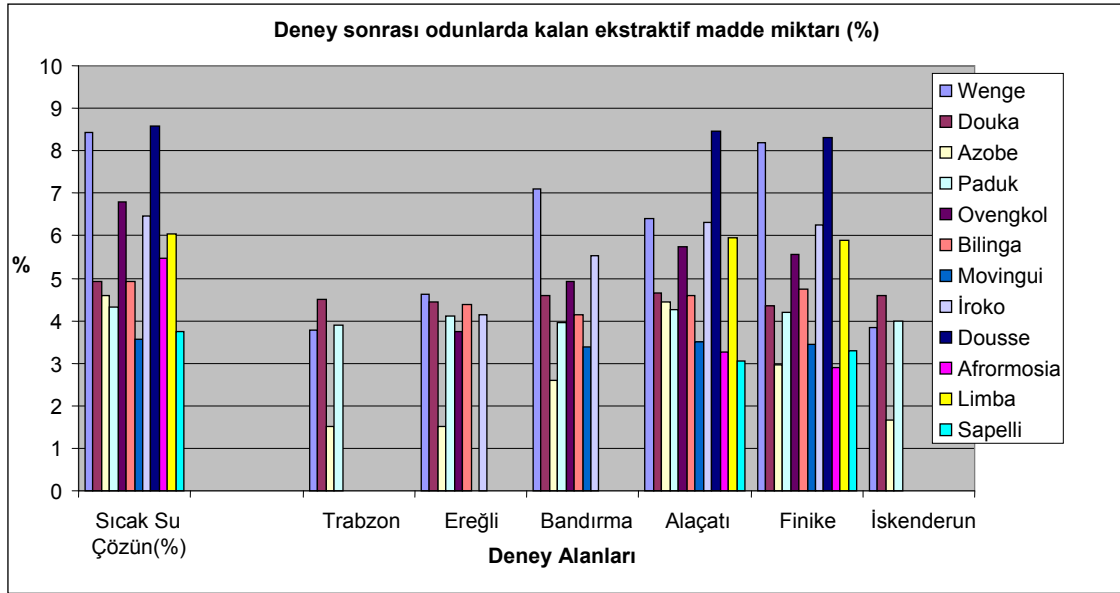
Deniz suyu içerisinde çözünen ekstraktif madde miktarlarının limanlara göre değerlendirmesi aşağıdaki Tablo 5.3'te ve Şekil 5.2'de grafik olarak gösterilmiştir.

Wenge'de % 2,84-55,09, Douka 5,49-11,59, Azobe

Tablo 5.3: Limanlara göre ağaç türlerinde sıcak su özünürlüğü ile çözünen ekstraktif madde miktarları

	Başlangıç		Trabzon		Ereğli		Bandırma		Alaçatı		Finike		İskenderun	
	K	%	K	%	K	%	K	%	K	%	K	%	K	%
Wenge	8,44	3,79	55,09	4,63	45,14	7,1	15,88	6,40	24,17	8,20	2,84	3,85	54,38	
Douka	4,92	4,49	8,73	4,44	9,76	4,6	6,50	4,65	5,49	4,35	11,59	4,58	6,91	
Azobe	4,59	1,5	67,32	1,52	66,88	2,6	43,36	4,45	3,05	2,95	35,73	1,67	63,61	
Paduk	4,33	3,91	9,69	4,10	5,31	3,96	8,43	4,25	1,85	4,19	3,23	3,99	7,85	
Ovenkol	6,81			3,75	44,93	4,92	27,68	5,75	15,57	5,55	18,50			
Bilinga	4,91			4,38	10,79	4,15	15,48	4,58	6,72	4,73	3,66			
Movingui	3,56					3,37	5,20			3,45	3,09			
İroko	6,47			4,15	35,86	5,52	14,61	6,30	2,63	6,25	3,40			
Dousse	8,59							8,45	1,63	8,30	3,38			
Afromosia								3,25	40,69					
Sapelli	3,75							3,05	18,67	3,30	12,00			
Limba	6,03							5,95	1,33	5,90	2,16			

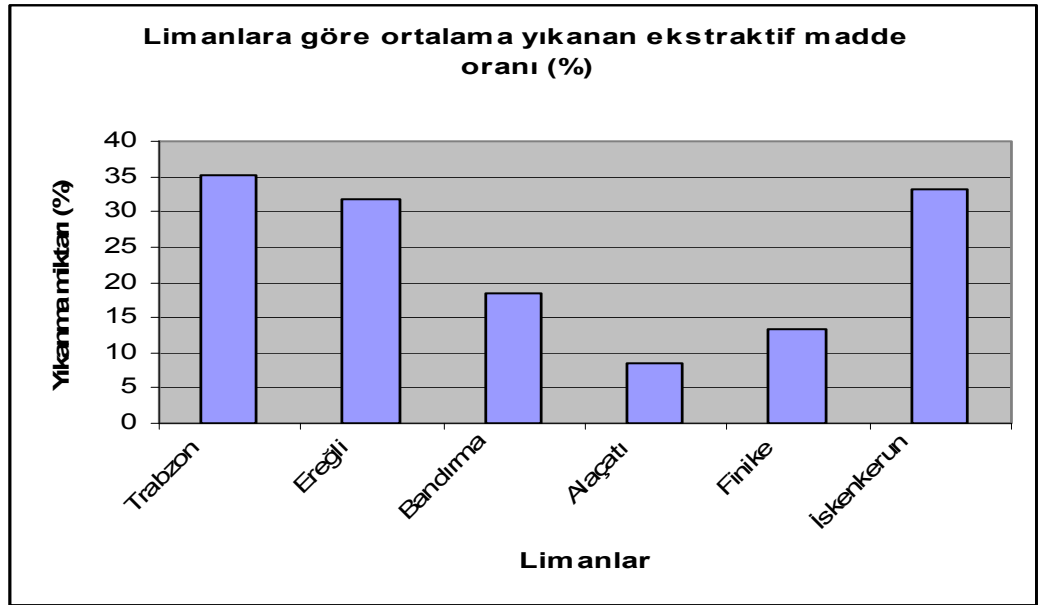
K: Denizden çıkarılan örneklerde kalan ekstraktif madde miktarı (gr)



Şekil 5.2: Deney alanı limanlarda doğal olarak sağlam kalan ağaç türleri ve tespit edilen ekstraktif madde miktarları

Alaçatı ve Finike limanlarında odun örneklerinden ekstraktif maddelerin daha az yıkanarak suya karıştığı söylenebilir. Trabzon ve İskenderun limanlarında ekstraktif madde yıkanma oranı diğer limanlara göre fazla olduğu ortaya çıkmıştır.

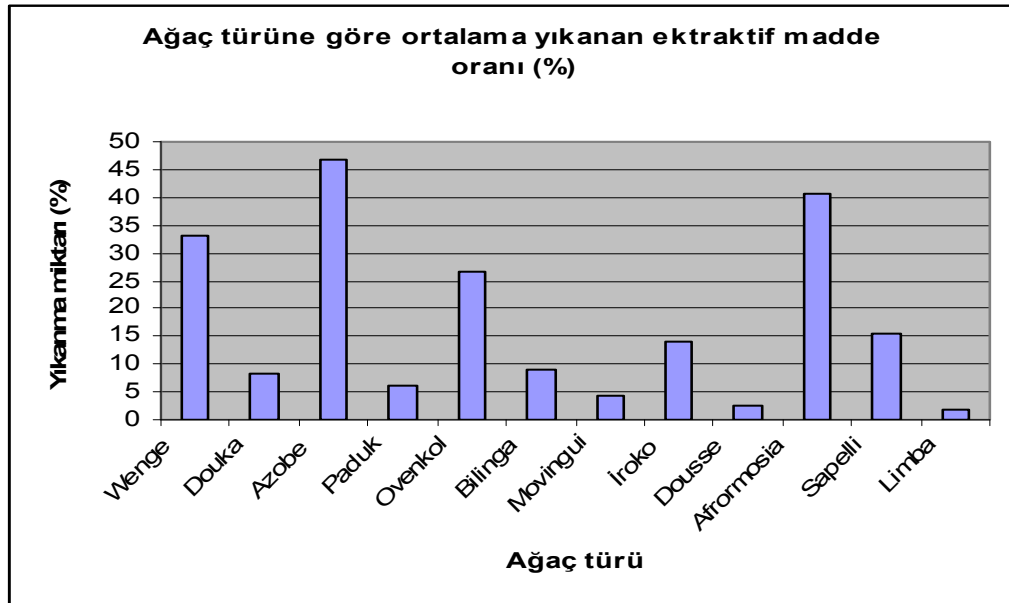
Doğal dayanıklılığa sahip tropik ağaç türleri denizden çıkartıldıktan sonraki limanlara göre sıcak su çözünürlüğü sonuçları Şekil 5.3'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3: Deney alanlarına göre sıcak su çözünürlüğü sonucu yıkanan ortalama ekstraktif madde oranları karşılaştırması

Doğal dayanıklılığa sahip tropik ağaç türleri denizden çıkartıldıktan sonraki sıcak su çözünürlüğü sonuçları Şekil 5.3'te gösterilmiştir. Wenge'de % 32,9, Douka %8,16, Azobe %46,65 ve Paduk % 6,06 oranlarında ekstraktif madde kaybetmelerine rağmen, denizel zararlıların tahribatlarına uğramamıştır. Bu sonuç, doğal olarak dayanıklı ağaç türlerinin deniz ortamında yuvarlak olarak kullanılmasında uzun bir süre tahrip olmadan kullanılabilceğini kanıtlamaktadır. Zaten tropik ülkelerde, doğal olarak dayanıklı bazı türler empenye edilmeden deniz ortamında çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Şekil 5.4).

Ekstraktif maddelerin büyük oranlarda yıkanmasına rağmen, deniz ortamında sağlam kalan bu türler (Wenge, Douka, Azobe, Paduk, bilinga) doğal dayanıklılıklarını sadece suda yıkanan ekstraktif maddelerden değil aynı zamanda diğer içerdiği kristallerde sağlandığı ortaya çıkmıştır. Bozkurt ve Erdin, 2000 tropik ağaçlarda kristal yapıdaki kalsiyum karbonat, kalsiyum fosfat, silis asidi, kalsiyum oksalat kristallerine çok sık rastlanmakta olduğunu ve ayrıca bazı türlerde kauçuk bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Berkel, 1970 silis veya apatit maddeleri buldukları ağaç türü odunları içerisinde adeta mekanik bir koruyucu vazifesi gördüğünü belirtmiştir.



Şekil 5.4: Denizden çıkarılan tropik ağaç türlerinde yıkanan ortalama ekstraktif madde oranı

5.4. EMPRENYELİ ODUNLARIN AAS ANALİZLERİNE AİT SONUÇLAR

Bu çalışmada, CCA ve CCB emprenye maddeleri ile emprenye edilen sarıçam örneklerinin deniz suyu içerisinde bir yıllık bir süre sonunda bünyesinden yıkanıp deniz suyuna karışan Cu ve Cr miktarları belirlenmiştir. 6 farklı limanda yapılan bu çalışma ile birlikte yıkanan element miktarları da birbirinden farklı olduğu ortaya çıkmıştır.

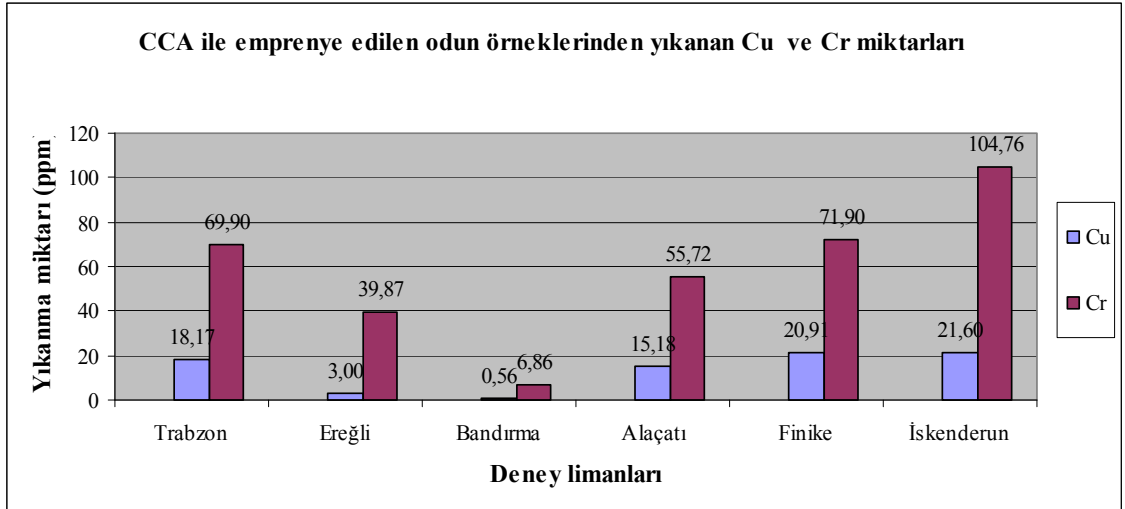
Suda çözünen tuzlar, emprenye işleminde meydana gelen kompleks kimyasal reaksiyonlardan dolayı, kullanım yerinde yıkanmaya karşı dayanıklılık göstermektedir. Yıkanmanın engellenmesinde bu reaksiyonların etkinliği; kimyasal maddelerin formülasyonu, retensiyon, proses teknikleri gibi emprenye faktörlerinin yanında, sıcaklık, rutubet, hava akımı, ortamın Ph'sı ve tuzluluk gibi emprenye sonrası faktörlere de bağlıdır (Cooper, 1994; Lee, 1993; Sivrikaya, 2003).

Yapılan bu çalışmada, CCA ve CCB deki Cu ve Cr elementlerinin yıkanma oranlarının farklı olmasında, emprenye maddesi türünün önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda yıkanan element miktarları, limanlara göre de değişim göstermektedir. Bu değişime deniz suyunun, sıcaklığı, tuzluluğu, Ph'sı, dalgalılık oranı ve kirliliği gibi faktörlerinde etki ettiği anlaşılmıştır. Cooper, 1990 yaptığı çalışmasında, deniz suyunun özelliklerinin emprenye maddesinin ve içeriğindeki elementlerin yıkanması üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir.

Limanlara göre yıkanan Cu ve Cr miktarları

CCA-C ile emprenye edilen odun örneklerinden yıkanan element miktarı, genel olarak limanlara göre farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. CCA-C maddesi ile muamele görmüş odunda bütün limanlarda yıkanan Cr miktarı Cu miktarına göre daha yüksek çıkmıştır.

Hegarty and Curan tarafından yapılan bir çalışmada CCA-C emprenye maddesi ile muamele görmüş Çam ve Kayın diri odun örnekleri 1 yıl süre ile İrlanda kıyılarında denize maruz bırakılmıştır. Bir yıl sonunda, küçük bloklarda CCA bileşenlerinde %50 azalma meydana gelirken, bakır oranındaki kayıpların krom ve arsenikten daha düşük olduğu gözlenmiştir (Hegarty and Curan, 1986).

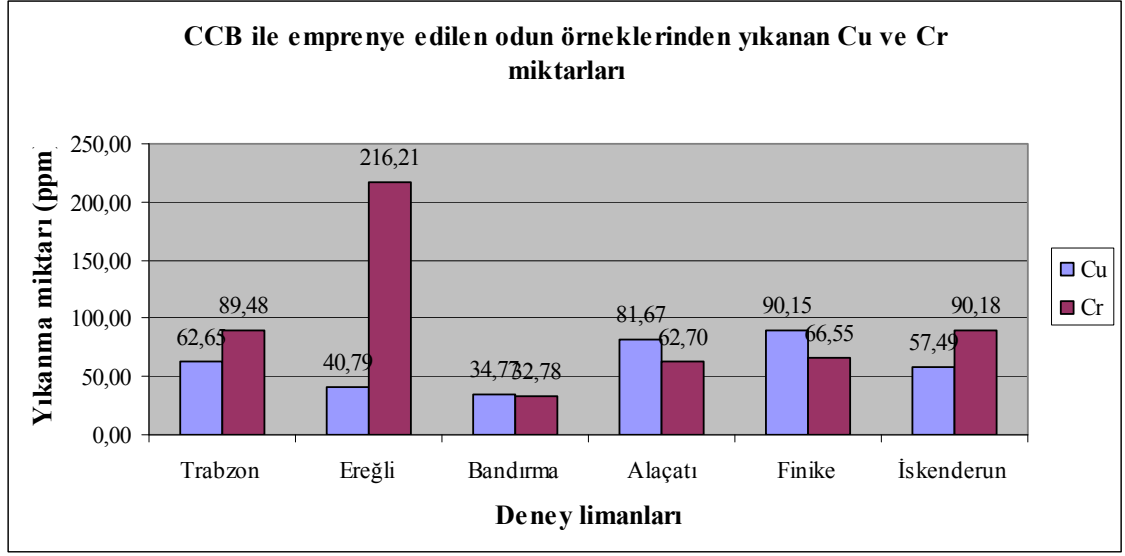


Şekil 5.5: Limanlara göre CCA emprenye maddesi ile muamele edilen odun örneklerinden yıkanan Cu ve Cr miktarları (ppm)

İngiltere’de iki farklı bölgede, deniz suyu içerisinde bırakılan CCA ile emprenyeli 5×25×51 mm boyutlarındaki küçük örnekler. 36 hafta sonunda, CCA bileşenlerinde önemli oranda kayıplar meydana geldiği gözlenmiştir. Özellikle yüksek retensiyonda (61-83 kg/m³) en fazla yıkanma krom (%45-55) bileşeninde görülmüştür (Irvine et al.,1972).

Sivrikaya’nın yaptığı çalışmada sonucunda, sarıçam öz ve diri odununda Cr yıkanması Cu ile kıyaslandığında oldukça yüksek çıktığı belirlenmiştir (Sivrikaya, 2003).

CCA ile emprenyeli odun örneklerinde meydana gelen Cu ve Cr yıkanma oranı Şekil 5.5’te gösterilmiştir. Genel olarak, CCA- C emprenye maddesi ile emprenye edilen odun örneklerinden yıkanan Cu ve Cr miktarı, CCB bileşenlerine göre daha fazla olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, Cu ve Cr miktarlarında ki değişim limanlara göre farklı çıktığı görülmüştür(Şekil 5.6).



Şekil 5.6: Limanlara göre CCB emprenye maddesi ile muamele edilen odun örneklerinden yıkanan Cu ve Cr miktarları (ppm)

CCA-C ve CCB emprenye maddesi ile muamele edilen odun örneklerinden alınan sonuçlar incelendiğinde, Bandırma limanında meydana gelen elementel düzeydeki yıkanma miktarı her iki grup emprenye maddesinde de en az olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada ortaya çıkan sonuçlara göre, bir yıllık deniz suyuna maruz bırakılan emprenyeli odun örneklerinden elementlerin yıkanma miktarları değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. CCA emprenye maddesi ile emprenye edilen odun örneklerinden yıkanan Cu miktarı %, 14,89-18,21, Cr ise % 1,5-30 arasında yıkandığı tespit edilmiştir. CCB emprenye maddesi bileşenlerinden ise, Cu % 16,8-46,5 ve Cr % 7,6- 87,4 oranları arasında yıkandığı tespit edilmiştir.

Deniz ortamında kullanılacak emprenyeli ağaç malzemelerin Cu ve Cr gibi ağır metallerin yıkanarak deniz suyuna karışması olasıdır. Bu kimyasalların yerine, odun koruma sektöründe çevresel tehdit oluşturmayan yeni nesil emprenye maddelerinin kullanılması daha uygun olacaktır. Ayrıca doğal dayanıklılığa sahip tropik ağaç türlerinin deniz içerisinde belirli bir süre kullanılması mümkün görülmektedir.

KAYNAKLAR

ANNOYMOUS, 1963, Water quality criteria, *California State Water Quality Control Board*, Sacramento, Calif.

ANONYMOUS, 1969, Manipulations de Chimi papetiere, E.H.F., Grenoble, France.

ANNOYMOUS, 1981, TS 344, Ahşap Koruma Genel Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

ANNOYMOUS, 1999, USDA-FS Forest Products Laboratory, *Wood handbook-Wood as an engineering material*. Tech. Rep. No. FPL GTR-113, usda Forest Serv. Forest Product Laboratory, Madison WI. pp.466.

ANNOYMOUS, 2007, RCRA (Resource Conservation and Recovery Act), TCLP (Toxicity Charecteristic Leaching Procedure) Ohio, USA.

AWPA, 1993, *Standard for Oil-Borne Preservatives*, AWPA/P8-91.

AWPA, 1992, *Standard for Oil-Borne Preservatives*, AWPA/P5-92.

ASTM D-2017, 1994, *Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Woods*.

BARNACLE, J., 1976, Wood and its preservation in the sea – a resume, Proc. *4th Int. Congress Marine Corrosion and Fouling*; 57-66.

BARNACLE, J.E., COOKSON, L.J., MC EVOY, C.N., 1986, An appraisal of the vertical distribution of attack of untreated and treated wood by warm water sphaeromatids at some tropical sites-a discussion paper, *International Research Group on Wood Preservation*, Doc. No. IRG/WP/4124, IRG Secreteriat, Stockholm, pp.1-24.

BARNARD 1955, Essays in the Natural Sciences in Honor of Captain Allan Hancock, *Univ. So. Calif*, Los Angeles: pp. 87–98.

BEAL, R.H. BEAL, R.L. CARTER AND SOUTHWELL, C.R., 1974, Survival and feeding of subterranean termites on tropical woods, *Forest Products Journal*, pp. 44–48.

BERKEL, A., 1970, *Ağaç Malzeme Teknolojisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi İÜ.; Yayın No:1448, OF Yayın No:147, İstanbul, 592.

BERKEL, A., 1972, *Ağaç Malzeme Teknolojisi II. Cilt*, Ağaç malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İÜ Yayın No: 1745, Fak Yayın No. 183, İstanbul.

BOBAT, A., 1994, *The uses and natural durability of Impregnated Wood Material in Mine Tunnel and Marine*, Ph. D. Thesis, Black Sea Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Industrial Engineering, Trabzon-Turkey.

BOZKURT, Y. VE ERDİN, N., 1985, Ağaç malzemenin Korunması ve Önemi, *Ahşap Malzemenin Korunması Semineri*, Ankara, MPM Yayınları: 338.

BOZKURT, Y., GÖKER Y. VE ERDİN N., 1993, *Emprenye Tekniği*, İ.Ü. Yayın No: 3779, Orman Fakültesi yayın no: 425, İstanbul.

BOZKURT, A.Y., GÖKER, Y. VE ERDİN, N., 2000, *Odun Anatomisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Rektörlüğü Yayın No: 4262, O.F. Yayın No: 466, İstanbul, ISBN 975-404-592-5.

BOZKURT, Y. VE ERDİN, N., 1989, *Ticarette Önemli Yabancı Ağaçlar*, İÜ Orman Fakültesi, İÜ Yayın No:3572, İstanbul, FBE Yayın No:4.

BRAMHALL, G. B. AND COOPER, P. A., 1972, Quality comparisons of current marine piling with 25- and 40-year service pilings, *Proc Amer Wood-Preservers' Assoc* 68: 194-202.

BRUCE, N.L., 2002, *Tridentella rosemariae sp. nov. (Isopoda, Tridentellidae)* from northern New Zealand waters, *Crustaceana*, 75(2) : 159-170.

BUMPUS, J.A., TIEN, M., WRIGHT, D. AND AUST, S.D., 1985, Oxidation of persistent environmental pollutants by a white-rot fungus, *Science*, 228. 1434.

CHUDNOFF, M., 1980, *Tropical Timbers of The World*, Forest Products Laboratory Forest Service U.S. Department of Agriculture, April.

COOKSON, L.J., 1991, Australasian species of Limnoriidae (*Crustacea: Isopoda*) *Mem Mus Victoria*, 52: 137-262.

COOKSON, L.J., 1996, An aquaria test of the natural resistance against marine borers of some commercial timbers available in Australia, *International Research Group on Wood Preservation*, Document No. IRG/WP/96-10145.

COOPER. P.A. 1990. Leaching of CCA from treated wood. *Prock. Can. Wood Preservative. Assoc.* 11: 144-169.

CRAGG, S.M., PITMAN, A.J. AND HENDERSON, S.M., 1999, Developments in the understanding of the biology of marine wood boring crustaceans and in methods of controlling them, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 43: 197-205.

CRAGG, S.M., THIEL, M. AND GOLDSTIEN, S., 2000, Evidence for feeding mechanisms in the wood boring isopod *sphaeroma* derived from microscopic

examination of gut contents and faecal pellets from animals from the field and fed artificial diets, IRG/WP00-, 31th, Annual Meeting, Kona Surf, USA., pp.1-12.

DAVİD, N., HON, S. AND SHİRAİSHİ, N., 2001, *Wood and Cellulosic Chemistry*, Second edition, published by Marcel Dekker, ISBN 0-8247-0024-4, USA.

DEMİR, M., 1954, The Invertebrate Marine Animals of Bosphorus and Island Seashores, Istanbul University, Science Faculty, *Hydrobiology Research Institute Publication*, No:3, Istanbul.

DİSTEL, D.L., 2003, The biology of marine wood boring bivalves and their bacterial endosymbionts, p. 253-271.

GOODELL, D.D., NİCHOLAS, AND SCHULTZ, T.P., Wood deterioration and preservation, vol. 845. *American Chemical Society Press*, Washington, D.C.

DUNCAL, C.G. AND DEVERAL, F.J., 1964, Degration of wood preservatives by fungi, *Appl. Microbiol.* 12, 57-62.

EATON, R.A., 1985, *Preservation of Marine Timbers*, (In: W.P.K. Findlay, Preservation of Timber in the Tropics).

EATON, R.A., 1989, An international collaborative marine trial to investigate the effect of timber substrate on the efficacy of CCA and CCB wood preservatives, *Mater. Organ.*, 24: 51-79.

EATON, R.A. AND HALE, M.D.C., 1993, *Wood Decay, Pest and and Protection*, First Edition, Published by Chapman and Hall, ISBN 0-412-53120-8.

EATON, R.A., 1996, A collaborative test to determine the efficacy of polyurethane coatings on wood samples exposed in the marine environment, *International Research Group on Wood Preservation*, Document No. IRG/WP/96- 10170.

EPA, 1990, Enviromental Protection Agency Regin V.

ERTEN, P., 1980, Ağaç Tel Direk ve Çit Kazıklarının Pratik Yöntemlerle Emprenye Edilme Olanakları, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Muhtelif Yayınlar Serisi No: 36, Ankara.

ESPİNOSA-PÉREZ, MA. DEL.C., AND HENDRİCKX, M.E., 2006, A comparative analysis of biodiversity and distribution of shallow-water marine isopods (*Crustacea : Isopoda*) from polar and emperate waters in the East Pacific, *Belg. J. Zool.*, 136 (2) : 219-247.

EUNİCE, H. P., RİCHARDSON, C. A., THOMPSON, R. C. AND HAWKİN, S. J., 2005, Burrow morphology, biometry, age and growth of piddocks (*Mollusca: Bivalvia: Pholadidae*) on the south coast of England, *Marine Biology*,147: 943–953.

- EVANS, J.W., 1968, The effect of rock hardness and other factors on the shape of the burrow of the rock boring clam *Penitella penita*, *Palaeogeogr Palaeoclim Palaeoecol*, 4:271–278.
- FELTON, C.C. AND DE GROOT, R.C., 2007, The Recycling Potential of Preservative Treated Wood, *Forest Products Journal*, 46(7/8): 37-46.
- FINDLAY, W.P.K., 1985, *Preservation of Timber*, In *The Tropics*, Martinus Nijhoof/DR W. Junk Publishers, ISBN 90-247-3112-7 Dordrecht, Netherlands.
- FREY-WYSSLING, A., 1963, Cytology of aging ray cells. In *The Formation of Wood in Forest Trees*, ed. M.H. Zimmermann, New York: Academic Pres, p. 457.
- GALLAGER, S.M., TURNER, R.D. AND BERG, C.J. 1981, Physiological aspects of wood consumption, growth, and reproduction in the shipworm *Lyrodus pedicellatus* Quatrefages, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 52:63–77.
- HAYGREEN, J.G. AND BOWYER, J.L., 1996, *Forest Product and Wood Science*, Third edition, Iowa State University Press/ Ames ISBN 0-8138-2256-4.
- HEGARTY, B.M., CURRAN, P.M.T., 1986, Biodeterioration and microdistribution of copper-chrome arsenic (CCA) in wood submerged in Irish coastal waters. *Institute of Wood Science*. 10(76): 245-253
- HILLIS, W.E., 1972, Formation and properties of some wood extractives, *Phytochemistry*, 11:1207-1218.
- HOLDICH, D.M. AND HARRISON, K., 1983, Sphaeromatid Isopods (*Crustacea*) from brackish waters in Queensland, Australia, *Zoologica Scripta*, 12 (2): 127-140.
- HUANG, C. AND COOPER, P.A., 2000, Cement-bonded particleboards using CCA-treated wood removed from service, *Forest Products Journal*, 50: 49-56.
- HURLEY, D.E. AND JANSEN, K.P., 1977, The marine fauna of New Zealand: Family Sphaeromatidae (*Crustacea Isopoda: Flabellifera*), *New Zealand Oceanographic Institute Memoir*, 63. 27-72.
- IBRAHİM, J.V., 1981, Season of settlement of a number of shipworms (*Mollusca : Bivalvia*) in six Australian harbours, *Australian Journal, Marine Fresh w. Res.* 32, pp. 591-604.
- JOHNSON, B.R., 1977, Performance of single-and dual-treated panels in a semi-tropical harbour, *Proceedings American Wood Preservers' Association*, 73: 174-177.
- JOHNSON, B.R. AND GUTZMER, D.I., 1990, Comparison of preservative treatments in marine exposure of small wood panel, *Research Note FPL-RN-0258*, USDA Forest Products Laboratory, Madison.

- KIRIM, F., KOCATAS, A., KATAGAN, T., SEZGİN, M. AND TUNCER, M., 2005, Contribution to the Knowledge of the Free-Living Isopods of the Aegean Sea Coast of Turkey, *Turk. J. Zool.*, TÜBİTAK, 30 361-372.
- KOCH, P., 1972, Utilization of the Southern Pines, Vol. 2, Processing U.S. Department of Agriculture, Forest Service, *Agriculture Handbook*, No.420
- KUHNE, H., 1971, The Identification of wood-boring crustaceans (with reference to their morphology, systematics and distribution), In: E. B. G. Jones & S. K. Eltringham (eds), *Marine Borers, Fungi and Fouling Organisms of Wood*. OECD, Paris.
- LEIGHTLEY, L.E., 1987, Chemical analysis of IRG/COIPM international marine test samples, *International Research Group on Wood Preservation*, Document No. IRG/WP/4114.
- MCQUIRE, A.J., 1971, Preservation of timber in the sea, In: E.B.G. Jones and S.K. Eltringham (eds), *Proc. O.E.C.D. Workshop: Marine borers, fungi and fouling organisms of wood*, ed. 339-346.
- MOUZOURAS, R., JONES, A.M., JONES, E.B.G. AND RULE, M.M., 1990, Non-destructive evaluation of hull and stored timbers from the tudor ship Mary Rose. *Studies in Conservation* 35, pp. 173–188.
- NICHOLAS, D.D., 1973, Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments, Volume II, *Preservatives and Preservative systems*, Syracuse University Pres., New York.
- Nylider- Norman, E., Henningson, B., Gunnarsson, L. and Hellstrom, O., Marine wood borer test on west coast of Sweden, *Svenska Traskyddsinstitutet*, Nr. 111.
- PENDLETON, D.E. AND O'NEILL, T.B., 1986, *Inspection of experimental marine piling at Pearl Harbour*, Hawaii, U.S. Naval Civil Eng. Lab., Port Hueneme, California, Technical Note N-1757, pp. 1-20.
- PERALTA, R.C.G., PERALTA, B., MENEZES, A.G., CARVALHO, AND AGUIAR-MENEZES, E., 2004, Wood consumption rates of forest species by subterranean termites (Isoptera) under field conditions, *Sociedade de Investigações Florestais*, 28 , pp. 283–289.
- PINAR, E., 1997, *Fouling and Boring Organisms of Turkey Harbours, The effects of Antifouling Antiboring Paints on these organism*, DKK Hydrograph Publication, DH-1049/DEBSS, Second publication, Cubuklu-Istanbul.
- POORE, G.C.B., 2002, Crustacea: Malacostraca: Syncarida, Percarida: Isopoda, Tanaidacea, Mictacea, Thermosbaenacea, Spelaeogriffacea. In: *Zoological Catalogue of Australia*, edited by W. W. K. & Beesley P. L. eds In Houston, Melbourne:CSIRO Publishing Australia,; p. 1-434.

- RAY, D.L., 1959, Nutritional physiology of *Limnoria*. In: *Marine Boring and Fouling Organisms* (Ed.) D.L.Ray, Seattle, Univ, Washington Press, pp. 46-60.
- RICHARDSON, B.A., 1978, *Wood Preservation*, The Construction Pres, Lancaster, England.
- ROTRAMEL, G., 1975, Filter-feeding by the marine boring isopod, *Sphaeroma quoyanum* H. Milne Edwards, 1840.
- RICHARDSON, C.A., 2001, Molluscs as archives of environmental change, *Oceanogr Mar. Biol. Annu. Rev.* 39:103–164.
- RUPESH, N.R., 2000, Survey of aquatic insects and molluscs of Pune, *Journal of Ecological Society*, volume 13/14.
- RYABCHIKOV, P.I., SOLDATOVA, I.N., YESAKOVA, S.E. AND PETUKHOVA, T.A., 1963, The Beginning of Colonization of the Sea Azov by Several Species of Marine Borers of the Family Teredinidae., Trudy Inst., Okena., Eng: Slessers Trans. 221 Usnoo Washington D.C., 1964-1965. Scheer, B.T., 1945. The Developmant of Marine Fouling Communities., *Biol. Bull.*, 89. 103-121.
- SİPE, A.R., WILBUR, A.E. AND CART, S.C., 2000, Bacterial symbiont transmission in the wood-boring shipworm *Bankia setacea* (Bivalvia:Teredinidae), *Applied-and-Environmental-Microbiology*, 66:4, 1685-1691.
- SİVRİKAYA, H., 2003, *Diri ve Öz Odunun Emprenye Edilebilirliği ve Dayanım Özellikleri*, Doktora Tezi, Z.K.Ü. Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı, Zonguldak, 187s.
- STEİGER, F. AND HORECZKO, G., 1982, The protection of timber piling from marine borer attack by the application of plastic barriers, *Int J Wood Pres*, 2: 127-130.
- TAYLOR, A., COOPER, P.A. AND UNG, Y.T., 2000, Effects of deck washes and brighteners on the leaching of CCA components, *Forest Products Journal*, 51: 69-72.
- TAYLOR, A.M., GARTNER, B.L. AND MORRELL, J.J., 2002, Heartwood formation and natural durability—A review. *Wood and Fiber Science*, 34 (4), pp. 587-611.
- THOMAS, R.A.P., LAWLOR, K., BAILEY, M. AND MACASKIE, L.E., 1998, Biodegradation metal-EDTA complexes by an enriched microbial population, *Applied and Enviromental Microbiology*, 64:1319-22.
- TURNER, R.D., 1966, A survey and illustrated catalogue of the Teredinidae (Mollusca: Bivalvia). *The Museum of Comparative Zoology*, Harvard University, Cambridge, Mass.
- TURNER, R.D. AND JOHNSON, A.C., 1971, Biology of Marine wood-boring molluscs, In: *Marine Borers, Fungi and Fouling Organisms of Wood* (Ed.) E.B.G. Jones & S.K. Eltringham. Proc. OECD Workshop, Paris, pp. 259- 301.

TURNER, R.D., 1971a, Identification of marine wood-boring molluscs. *Proc. O.E.C.D. workshop: Marine borers*.

WINANDY, J.E., 1988, Effect of Waterborne Preservative Treatments on the Mechanical Properties of Wood, *Forest Products Research Society*, p.p.1.

WINANDY, J.E. AND MORRELL, J.J., 1990, Protection of Wood Designs in Adverse Environments, Proceedings of 1st Materials Engineering Congress, America Society of Civil Engineers, New York, Vol 1, pp:303-313.

YVETTE, A., LUYTEN JANELLE R. THOMPSON; WENDY MORRILL; MARTIN F. POLZ; AND DANIEL L. DISTEL., 2006, Extensive Variation in Intracellular Symbiont Community Composition among Members of a Single Population of the Wood-Boring Bivalve *Lyrodus pedicellatus* (Bivalvia:Teredinidae). *Applied and Environmental Microbiology*, jan. 2006, p. 412–417.

ZACHARY, A., PARRISH, K.K. AND BULTMAN, J.D., 1983, Possible role of marine bacteria in providing the creosote resistance of *Limnoria tripunctata*. *Marine Biology*, 75, pp.1-8.

EKLER



Şekil 1: Çeşitli malzemeler kullanılarak Ereğli limanı için hazırlanmış deney düzenekleri



Şekil 2: Laboratuvar ölçekli emprenye kazanı



Şekil 3: Willey Değirmeni



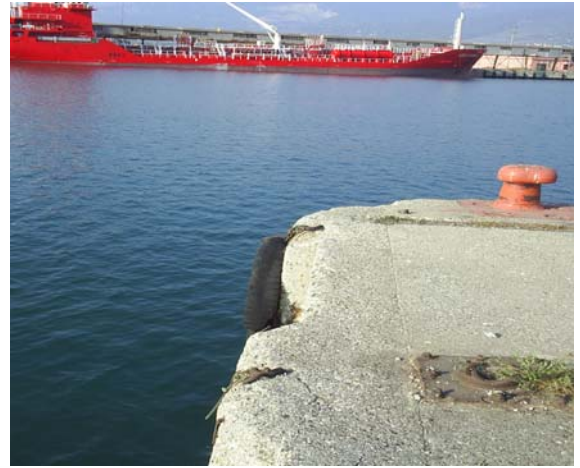
a) Ereğli Limanı (Platform)



b) Alaçatı Limanı



c) Bandırma Limanı



d) İskenderun Limanı



e) Finike Liman İskelesi

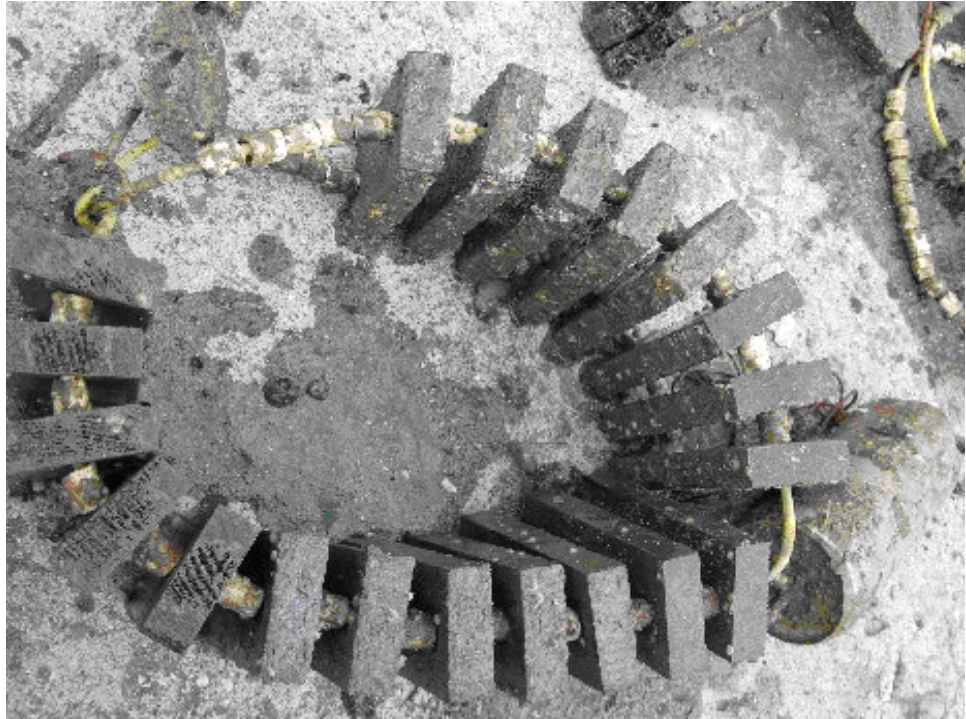


f) Trabzon Liman İskelesi

Şekil 4: Limanlarda düzeneklerin bağlandığı yerler



Şekil 5: Atomik absorpsiyon spectrometresi



Şekil 6: Bir yıl sonunda Trabzon deney alanındaki örneklere ait bir fotoğraf



Şekil 7: Bir yıl sonunda Ereğli deney alanındaki örneklere ait bir fotoğraf



Şekil 8: Bir yıl sonunda Bandırma deney alanındaki örneklere ait bir fotoğraf



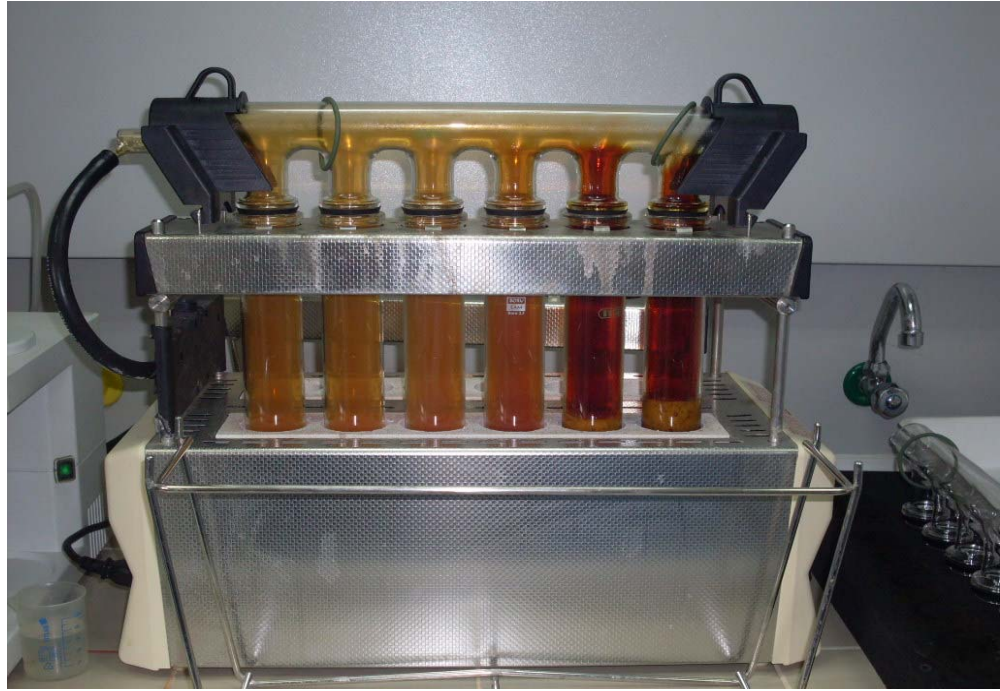
Şekil 9: Bir yıl sonunda Alaçatı deney alanındaki örneklere ait bir fotoğraf



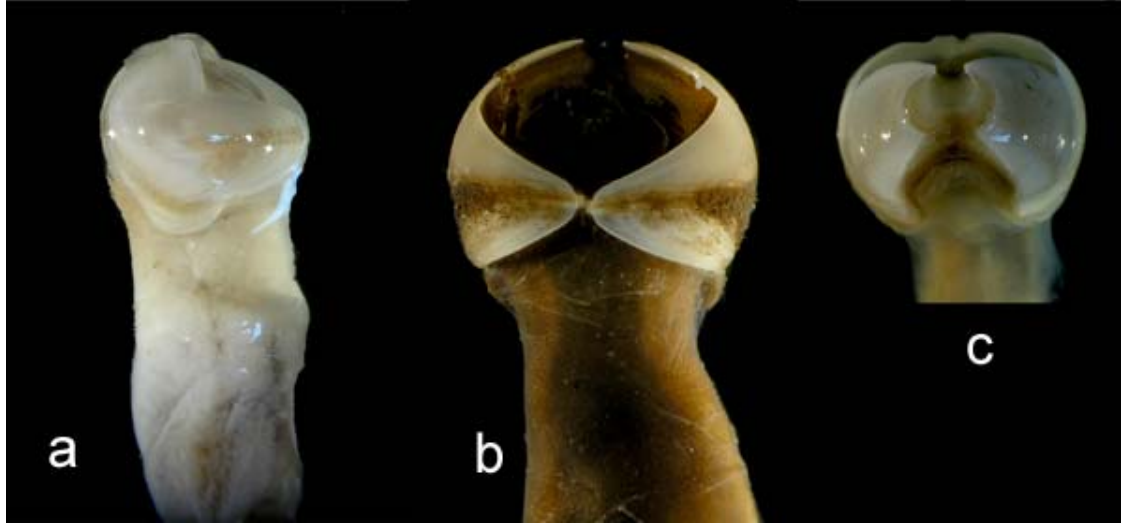
Şekil 10: Bir yıl sonunda Finike deney alanındaki örneklere ait bir fotoğraf



Şekil 11: Bir yıl sonunda İskenderun deney alanındaki örneklere ait bir fotoğraf



Şekil 12: Emprenyeli numunelerin digestion tüplerinde çözündürme işlemi



Şekil 13: a.) *Teredo navalis* b.) *Lyrodus pedicellatus* c.) *Nototeredo norvegica*

Tablo 1: Analizi yapılan bir kısım ağaç türlerinin ekstraktif madde % miktarları

ÖRNEK ADI	Rut. Örn.	Tkr. Örn.	Dara	Dara+Mo	Mo	Çöz.ext	% Çöz	% ext	%kuruluk
Wenge	2,15	1,98	32,43	34,24	1,81	0,17	8,55		0,92
	2,11	1,95	32,61	34,39	1,78	0,16	8,34	8,44	0,92
Douka	2,17	1,98	32,60	34,48	1,88	0,10	4,95		0,91
	2,17	1,98	59,81	61,69	1,88	0,10	4,90	4,92	0,91
Ovenkol	2,13	1,96	32,30	34,12	1,83	0,13	6,68		0,92
	2,12	1,95	31,39	33,21	1,82	0,14	6,94	6,81	0,92
Movingui	2,11	1,95	31,18	33,06	1,88	0,07	3,60		0,92
	2,12	1,95	34,48	36,36	1,88	0,07	3,53	3,56	0,92
İroko	2,20	2,06	34,43	36,35	1,92	0,13	6,52		0,94
	2,20	2,06	31,40	33,33	1,93	0,13	6,41	6,47	0,94
Dousse	2,12	1,97	32,66	34,46	1,80	0,17	8,70		0,93
	2,15	1,99	32,30	34,12	1,82	0,17	8,49	8,59	0,93
Afromosia	2,15	1,99	32,43	34,31	1,88	0,11	5,59		0,92
	2,13	1,97	59,81	61,67	1,86	0,11	5,37	5,48	0,92
Sapelli	2,22	2,02	59,81	61,75	1,94	0,07	3,61		0,91
	2,12	1,93	34,48	36,33	1,85	0,07	3,89	3,75	0,91
Juniper	2,11	1,93	32,67	34,51	1,85	0,09	4,41		0,91
	2,16	1,97	34,43	36,31	1,89	0,09	4,48	4,44	0,91
Cypress	2,13	1,90	34,42	36,24	1,82	0,08	4,37		0,89
	2,12	1,88	31,39	33,21	1,81	0,07	3,69	4,03	0,89
Cedar	2,13	1,93	34,47	36,28	1,80	0,13	6,65		0,91
	2,14	1,94	31,18	32,99	1,81	0,13	6,67	6,66	0,91

Tablo 2: Tüm limanlardaki ahşap numunelerde tespit edilmiş deniz organizmaları .

		Trabzon			Ereğli		Bandırma		Alaçatı		Finike			İskenderun				
European Spp.		Teredo navalis	Lyrodus pedicellatus	Nototeredo norvagica	Teredo navalis	Lyrodus pedicellatus	Teredo navalis	Lyrodus pedicellatus	Teredo navalis	Lyrodus pedicellatus	Limnoria tripunctata	Teredo navalis	Lyrodus pedicellatus	Limnoria tripunctata	Teredo navalis	Lyrodus pedicellatus	Nototeredo norvagica	Bankia carinata
1	Ardıç	+			+		+					+			+			
2	Ceviz		+			+		+					+	3				
3	Dişbudak	+			+		+		+			+		3				
4	Dut		+			+							+	3				
5	Gökmar	+			+		+		+	218*	+				+			
6	Gürgeç	+			+		+		+		+		2		+			
7	Karaağaç	+			+		+		+				15		+			+
8	Karaçam	+			+		+			321	+							
9	Kayın	+				+	+		+	120	+		1					
10	Kestane		+		+		+					+						
11	Kiraz	+			+		+		+	45	+		3					
12	Meşe		+			+	+		+	5	+		6	+				
13	Sedir	+			+		+		+			+						
14	Selvi	+			+		+		+	253	+							
15	Zeytin	+			+		+		+		+							
16	Ardıç	+			+		+		+				16	+				
17	Ceviz		+			+	+		+	19	+		7					
18	Dişbudak	+				+	+		+									
Tropical Spp.																		
1	Afrormosia	+			+		+					+						
2	Akajou	+			+		+	+		5	+			+		+		
3	Azobe			+			+							+		+		
4	Bilinga			+			+											
5	Bubinga	+			+	+	+	+		12	+		15					
6	Douka		+				+						1					
7	Dousse			+	+		+	+				+	5	+				
8	Gombe	+				+	+	+		7	+		7	+				
9	Iroko		+			+	+		+									+
10	Limba	+			+		+	+		11	+			+				
11	Movingui	+			+		+						5					
12	Ovengkol	+			+		+											
13	Paduk			+									1					
14	Sapelli	+			+		+			8	+		1					+
15	Wenge			+		+	+											

ÖZGEÇMİŞ

Mesut YALÇIN 1985 yılında Erzurum ili Şenkaya ilçesinde doğdu. İlk öğrenimini Gezenek Köyü'nde, Orta öğrenimini Bozüyük'te ve Lise öğrenimini Oltu'da tamamladı. 2006 yılında KTÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2007 yılında KTÜ Yabancı Diller Bölümünde bir yıl İngilizce hazırlık okudu. 2008 yılında Düzce Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Aynı yıl Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı ve halen devam etmektedir.