

**DENİZ ZARARLILARINA MARUZ KALMIŞ İĞNE YAPRAKLI ODUNLARIN
FİZİKSEL VE KİMYASAL YÖNDEN İNCELENMESİ**

HAKAN ÇETİN

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi

Olarak Hazırlanmıştır

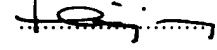
BARTIN

Haziran 2009

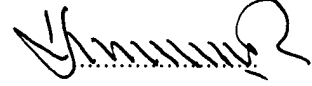
KABUL:

Hakan ÇETİN tarafından hazırlanan "DENİZ ZARARLILARINA MARUZ KALMIŞ İĞNE YAPRAKLI ODUNLARIN FİZİKSEL VE KİMYASAL YÖNDEN İNCELENMESİ" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 25/06/2009

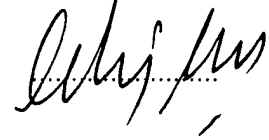
Başkan: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA (BÜ)



Üye : Prof. Dr. Harzemşah HAFIZOĞLU (BÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Selim ŞEN (DÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım. 21/07/2009



Doç. Dr. Ali Naci TANKUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Hakan ÇETİN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DENİZ ZARARLILARINA MARUZ KALMIŞ İĞNE YAPRAKLI ODUNLARIN FİZİKSEL VE KİMYASAL YÖNDEN İNCELENMESİ

Hakan ÇETİN

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA

Haziran 2009, 141 sayfa

Odun materyali geçmişten günümüze deniz ortamında, araç ve yapı malzemesi olarak kullanılan bir malzemedir.

Deniz ortamında kullanılan odunlar, odun delici zararlı organizmalar tarafından tahribata uğrayarak, kullanım süresinde azalma ve maddi hasara yol açabilmektedir. Doğal dayanımı yüksek olan türler ve odun koruyucular ile emprenye edilen türler istenmeyen tahribatlara karşı dayanım ve kullanım ömründe artış sağlayabilmektedirler.

Bu çalışmada, ülkemizde doğal yayılış gösteren ve endüstriyel açıdan öneme sahip olan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* var. *pallasiana*) ve Gökmar (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türlerinden hazırlanan odun örnekleri Batı Karadeniz'in Amasra Bölgesi'nde 7 ay ve 14 ay süreyle deniz testine maruz bırakılmıştır.

ÖZET (devam ediyor)

Bu amaçla, odun materyallerinden TS EN 275 standartlarına uygun olarak hazırlanmış olan örnekler, suda çözünen tuzlardan Tanalith-E emprenye maddesi ile emprenye edilmiştir. Tanalith-E emprenye maddesi %2,36 konsantrasyonda kullanılmıştır. Kontrol grubu ve emprenyeli gruptan oluşan ahşap paneller TS EN 275 standartlarına uygun deney düzeneği ile deney alanına yerleştirilmiştir.

Retensiyon sonuçlarına göre, Gökmar odununun en iyi emprenye edildiği, karaçam odunun ise zor emprenye edildiği ortaya çıkmıştır.

Deniz testleri sonucunda, *Teredo navalis* odun delici organizmasının teşhisi yapılmıştır. Tanalith-E ile emprenyeli 7 ve 14 aylık panellerden sarıçam ve gökmar örneklerinde sadece 4 panelde yok denecek kadar az tahribat meydana gelmiş, diğer panellerin hepsinde tam koruma sağlandığı görülmüştür. Tanalith-E ile emprenyeli 7 ve 14 aylık karaçam panellerinde ise dikkate alınacak derecede tahribat meydana gelmiştir. Tüm kontrol panelleri tam tahribata uğramıştır.

Teredo navalis'in bölgede önemli bir odun zararlısı olduğu sonucuna varılmıştır. Organizmaya ait en büyük ortalama kabuk çapı sarıçamda (4,79 mm), en uzun palet ise karaçamda (4,71) elde edilmiştir. Ortalama ağırlık kaybı en fazla gökmar da (%66,54) en az ise sarıçamda (%33,13) görülmüştür.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre, karaçamda selüloz oranı %56 dan %50 ye düşerken, holoselüloz %76 dan %71 e düşmüştür. Diğer sonuçlar ise benzerlik göstermiştir. Meydana gelen tahribat sonucu tüm örneklerde alkol çözünürlüğü düşmüş, sıcak su ve soğuk su çözünürlükleri ise artmıştır.

Anahtar Sözcükler: deniz testi, *Teredo navalis*, Tanalith-E, kimyasal analiz, iğne yapraklılar

Bilim Kodu: 502.09.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

**PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF SOFTWOODS EXPOSED TO
MARINE BORERS**

Hakan ÇETİN

**Bartın University
Graduate School of Applied Sciences
Department of Forest Industry Engineering**

Thesis advisor: Asst. Prof. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA

June 2009, 141 pages

Wooden materials have been used for shipbuilding and structural purposes in the seas since ancient times.

Wood being used in the sea water can be damaged by marine boring organisms and this can lead to decreasing the service life and economical loss. Using naturally durable species and preservative treated wood can increase the service life and they can withstand the damages caused by marine borers.

In this study, Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Crimean pine (*Pinus nigra* Arn. subsp pallasiana var. pallasiana) and fir (*Abies nordmanniana*) woods being naturally grown and economically important wood species of our country, were exposed to marine testing for 7 and 14 month periods in Amasra vicinity of Western Black Sea region.

ABSTRACT (continued)

The specimens were prepared according to TS EN 275 standard. They were treated with Tanalith-E wood preservative. The concentration of Tanalith-E was chosen as 2,36%. The specimens (both control and preservative treated) were placed in the testing site according to TS EN 275 standard.

According to retention analysis, Fir wood was treated very well but Crimean pine wood was found fairly difficult to be treated.

According to marine test results, *Teredo navalis* was identified as a marine boring organism. Tanalith-E treated fir and Scots pine specimens were found in almost perfect condition after 7 and 14 months of exposure except very minor damaged four wood panels. However, Tanalith-E treated Crimean pine wood panels were damaged quite heavily. All of the control panel specimens were destroyed.

It is concluded that *Teredo navalis* is an important marine boring organism in this region. The average largest shell diameter was found as 4,79 mm in Scots pine. And the longest pallet was found as 4,71 mm in Crimean pine. The highest average mass loss was found in fir as 66,54% and the lowest was 33,13% in Scots pine.

According to chemical analysis results, the cellulose ratio of Crimean pine decreased from 56% to 50%, and the holo-cellulose ratio decreased from 76% to 71%. The other results were found quite similar. Alcohol solubility decreased in all of the specimens as a result of the damage. However hot and cold water solubility increased.

Keywords: marine test, *Teredo navalis*, Tanalith-E, chemical analysis, softwood.

Science Code: 502.09.01

TEŞEKKÜR

“Deniz Zararlılarına Maruz Kalmış İğne Yapraklı Odunların Fiziksel ve Kimyasal Yönden İncelenmesi” isimli yüksek lisans tezimde danışmanlığımı üstlenen, konunun seçimi ve yürütülmesi sırasında, değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA’ya teşekkür etmeyi bir borę bilirim.

Kimyasal analizlerin, yapılması ve değerlendirilmesi sırasında değerli tavsiye ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. İbrahim TÜMEN’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu alıőma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 107 O 647 no’lu hızlı destek projesi olarak desteklenmiőtir. Bu destek için TÜBİTAK’a Őukranlarımı sunarım.

alıőmalar sırasındaki yardımlarından dolayı Amasra Sahil Güvenlik Komutanlığı’na teşekkür ederim.

Çalıőmalarım süresince hiçbir fedakarlıktan kaçınmayarak, maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen AİLEME teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
TABLolar DİZİNİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xix
BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 GİRİŞ.....	1
1.2 AĞAÇ MALZEMENİN DENİZ ORTAMINDA KULLANIMI.....	2
1.2.1 Deniz Zararlıları.....	3
1.2.1.1 Kabuklular (<i>Crustaceans</i>).....	4
<i>Limnoriidae</i>	4
<i>Sphaeromatidae</i>	5
1.2.1.2 Yumuşakçalar (<i>Molluscs</i>).....	6
<i>Teredinidae</i>	6
<i>Pholadidae</i>	7
1.2.2 Ağaç Malzemenin Deniz Ortamında Korunması.....	7
1.2.2.1 Toksik Bariyerler ve Yüzey Örtücü Malzemeler.....	8
1.2.2.2 Fiziksel Bariyerler.....	9
1.2.2.3 Kimyasal Maddeler.....	9

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

1.2.3 Karadeniz Suyunun Genel Özellikleri.....	10
1.3 ÇALIŞMADA KULLANILAN AĞAÇ TÜRLERİ.....	11
1.3.1 Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.).....	11
1.3.1.1 Botanik Özellikleri.....	11
1.3.1.2 Ekolojik Özellikleri.....	12
1.3.1.3 Anatomik Özellikler.....	12
Makroskobik Özellikler.....	12
Mikroskobik Özellikler.....	13
1.3.1.4 Fiziksel ve Mekanik Özellikler.....	14
1.3.1.5 İşlenme ve Kurutma Özellikleri.....	14
1.3.1.6 Dayanıklılık ve Emprenye Özellikleri.....	14
1.3.1.7 Kullanım Yerleri.....	15
1.3.2 Camıyanı Karaçamı (<i>Pinus nigra</i> Arn. subsp. <i>pallasiana</i> var. <i>pallasiana</i>).....	15
1.3.2.1 Botanik Özellikleri.....	15
1.3.2.2 Ekolojik Özellikleri.....	15
1.3.2.3 Anatomik Özellikler.....	15
Makroskobik Özellikler.....	15
Mikroskobik Özellikler.....	16
1.3.2.4 Fiziksel ve Mekanik Özellikler.....	17
1.3.2.5 İşlenme ve Kurutma Özellikleri.....	17
1.3.2.6 Dayanıklılık ve Emprenye Özellikleri.....	17
1.3.2.7 Kullanım Yerleri.....	17
1.3.3 Uludağ Göknarı (<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i>)	18
1.3.3.1 Botanik Özellikleri.....	18
1.3.3.2 Ekolojik Özellikleri.....	18
1.3.3.3 Anatomik Özellikler.....	18

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

Makroskobik Özellikler.....	18
Mikroskobik Özellikler.....	19
1.3.3.4 Fiziksel ve Mekanik Özellikler.....	19
1.3.3.5 İşlenme ve Kurutma Özellikleri.....	19
1.3.3.6 Dayanıklılık ve Emprenye Özellikleri.....	19
1.3.3.7 Kullanım Yerleri.....	19
1.4 LİTERATÜR ÖZETİ.....	20
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOT.....	27
2.1 MATERYAL.....	27
2.1.1 Ağaç Malzeme Temini.....	27
2.1.2 Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	27
2.1.3 Emprenye Maddesi.....	27
2.2 METOT.....	27
2.2.1 Örneklerin Emprenye İşlemleri.....	27
2.2.2 Retensiyon Miktarı ve Retensiyon Oranı.....	28
2.2.3 Fiziksel Özellikler.....	28
2.2.3.1 Tam Kuru Özgül Ağırlık.....	28
2.2.4 Deniz Denemeleri.....	28
2.2.5 Organizma Teşhisi.....	30
2.2.5.1 Ahşap Panellerden Toplanan Kabuk'lar (Organizma baş kısmı).....	30
2.2.5.2 Ahşap Panellerden Toplanan Palet'ler (Organizma kuyruk kısmı).....	31
2.2.6 Organizmaların Yol Açtığı Tahribat Derecesine Göre Oranlama.....	31
2.2.7 Ağırlık Kaybı Tayini.....	31
2.2.8 Kimyasal Özellikler.....	32

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

2.2.8.1 Rutubet Tayini.....	32
2.2.8.2 Alkol Çözünürlüğü.....	32
2.2.8.3 Holoselüloz Tayini.....	33
2.2.8.4 Alfa Selüloz Tayini.....	34
2.2.8.5 Lignin Tayini.....	35
2.2.8.6 Sıcak Su Çözünürlüğü.....	36
2.2.8.7 Soğuk Su Çözünürlüğü.....	37
BÖLÜM 3 BULGULAR.....	39
3.1 ÖZGÜL AĞIRLIKLARA AİT BULGULAR.....	39
3.3.1 Tam Kuru Özgül Ağırlık Değerleri.....	39
3.2 RETENSİYON MİKTARLARINA AİT BULGULAR.....	40
3.2.1 Tanalith-E ile Emprenyeli 7 Aylık Örneklerin Retensiyon Miktarları...	40
3.2.2 Tanalith-E ile Emprenyeli 14 Aylık Örneklerin Retensiyon Miktarları	41
3.3 DENİZ DENEMELERİNE AİT BULGULAR.....	41
3.3.1 Organizmalara Ait Bulgular.....	43
3.3.1.1 7 Aylık Kontrol Panellerinden Toplanan Kabuklara (Shell) Ait Bulgular (Organizma baş kısmı).....	45
3.3.1.2 7 Aylık Emprenyeli Panellerden Toplanan Kabuklara Ait Bulgular.....	45
3.3.1.3 14 Aylık Kontrol Panellerinden Toplanan Kabuklara Ait Bulgular.....	46
3.3.1.4 14 Aylık Emprenyeli Panellerden Toplanan Kabuklara Ait Bulgular.....	47
3.3.1.5 7 Aylık Kontrol Panellerinden Toplanan Paetlere Ait Bulgular (Organizma kuyruk kısmı).....	47
3.3.1.6 7 Aylık Emprenyeli Panellerden Toplanan Paetlere Ait Bulgular.....	48

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

3.3.1.7 14 Aylık Kontrol Panellerinden Toplanan Paletlere Ait Bulgular.....	49
3.3.1.8 14 Aylık Emprenyeli Panellerden Toplanan Paletlere Ait Bulgular.....	50
3.3.2 Ahşap Panellerdeki Zarar Oranlarına Ait Bulgular.....	51
3.3.2.1 7 Aylık Kontrol Panellerindeki Zarar Oranlarına Ait Bulgular..	51
3.3.2.2 7 Aylık Emprenyeli Panellerdeki Zarar Oranlarına Ait Bulgular.....	51
3.3.2.3 14 Aylık Kontrol Panellerindeki Zarar Oranlarına Ait Bulgular	52
3.3.2.4 14 Aylık Emprenyeli Panellerdeki Zarar Oranlarına Ait Bulgular.....	53
3.3.3 Ahşap Panellerdeki Ağırlık Kayıplarına Ait Bulgular.....	54
3.3.3.1 7 Aylık Kontrol Panellerindeki Ağırlık Kayıplarına Ait Bulgular.....	54
3.3.3.2 14 Aylık Kontrol Panellerindeki Ağırlık Kayıplarına Ait Bulgular.....	55
3.4 KİMYASAL ANALİZLERE AİT BULGULAR.....	56
3.4.1 Alkol Çözünürlüğüne Ait Bulgular.....	56
3.4.2 Holoselüloz Tayinine Ait Bulgular.....	57
3.4.3 Alfa Selüloz Tayinine Ait Bulgular.....	59
3.4.4 Lignin Tayinine Ait Bulgular.....	60
3.4.5 Sıcak Su Çözünürlüğüne Ait Bulgular.....	62
3.4.6 Soğuk Su Çözünürlüğüne Ait Bulgular.....	63
BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
KAYNAKLAR.....	81
EK AÇIKLAMALAR A. TEZ ÇALIŞMASINDA KULLANILAN ODUN ÖRNEKLERİ'NİN DENEY SONRASI FOTOĞRAFLARI.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	141

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
2.1	Deniz denemesi için hazırlanan düzenek.....	29
2.2	Alkol çözünürlüğü deneyi.....	33
2.3	Alfa selüloz tayini deneyi.....	35
2.4	Lignin tayini deneyi.....	36
3.1	Tam kuru özgül ağırlık ortalama değerleri.....	39
3.2	Tanalith-E ile emprenyeli odunların retensiyonlarına ait ortalama değerler.....	40
3.3	Tanalith-E ile emprenyeli odunların retensiyonlarına ait ortalama değerler.....	41
3.4	7 ay süre ile denizde bekletilmiş ahşap kontrol panelleri.....	42
3.5	7 ay süre ile denizde bekletilmiş emprenyeli ahşap paneller.....	42
3.6	Deniz testi sonrası organizma zararına uğramış panel sayıları.....	43
3.7	<i>Teredo navalis</i>	44
3.8	Palet.....	44
3.9	Kabuk.....	44
3.10	7 aylık kontrol panellerinden toplanan kabukların ortalama çap veriler.....	45
3.11	7 aylık emprenyeli panellerden toplanan kabukların ortalama çap verileri.....	46
3.12	7 aylık kontrol panellerinden toplanan paletlerin ortalama boy verileri.....	47
3.13	7 aylık emprenyeli panellerden toplanan paletlerin ortalama boy verileri.....	48
3.14	14 aylık kontrol panellerinden toplanan paletlerin ortalama boy verileri.....	49
3.15	14 aylık emprenyeli panellerden toplanan paletlerin ortalama boy verileri.....	50
3.16	7 aylık kontrol panellerine ait ortalama puan değerleri.....	51
3.17	7 aylık emprenyeli panellere ait ortalama puan değerleri.....	52
3.18	14 aylık kontrol panellerine ait ortalama puan değerleri.....	53
3.19	14 aylık emprenyeli panellere ait ortalama puan değerleri.....	54
3.20	7 aylık kontrol panellerindeki ortalama ağırlık kayıpları.....	55
3.21	14 aylık kontrol panellerindeki ortalama ağırlık kayıpları.....	55
3.22	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait alkol çözünürlüğü ortalama değerleri.....	57

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
3.23	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait holoselüloz ortalama değerleri.	58
3.24	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait alfa selüloz ortalama değerleri.	60
3.25	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait lignin ortalama değerleri.....	61
3.26	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait sıcak su çözünürlüğü ortalama değerleri.....	63
3.27	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait soğuk su çözünürlüğü ortalama değerleri.....	64
4.1	Sarıçam, Karaçam ve Gökmar türlerinin ortalama tam kuru özgül kütle değerleri.....	71
4.2	Tanalith-E ile emprenyeli Sarıçam, Karaçam ve Gökmar odunlarının ortalama retensiyon değerleri.....	72
4.3	<i>Teredo navalis</i> 'e ait kabuk ve paletlerin ortalama boyutları.....	74
4.4	Ahşap panellerdeki ortalama zarar değerleri.....	76
4.5	7 aylık sarıçam panellerindeki ortalama ağırlık kaybı.....	78
4.6	14 aylık sarıçam panellerindeki ortalama ağırlık kaybı.....	78
4.7	7 aylık karaçam panellerindeki ortalama ağırlık kaybı.....	79
4.8	14 aylık karaçam panellerindeki ortalama ağırlık kaybı.....	79
4.9	7 aylık gökmar panellerindeki ortalama ağırlık kaybı.....	80
4.10	14 aylık gökmar panellerindeki ortalama ağırlık kaybı.....	80
4.11	Sarıçam ahşap panellerine ait kimyasal analiz değerleri.....	82
4.12	Karaçam ahşap panellerine ait kimyasal analiz değerleri.....	83
4.13	Gökmar ahşap panellerine ait kimyasal analiz değerleri.....	84

TABLULAR DİZİNİ

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
1.1	Odun delici organizmalar.....	4
2.1	Amasra Bölgesi'ne ait 01.06.2007-31.08.2008 dönemi deniz suyu sıcaklık ortalamaları.....	30
2.2	Ahşap panellerdeki tahribat miktarı oran tablosu.....	31
3.1	Tam kuru özgül ağırlık değerleri	39
3.2	Tanalith-E ile emprenyeli odunların retensiyonlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar.....	40
3.3	Tanalith-E ile emprenyeli odunların retensiyonlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar.....	41
3.4	Deniz testi yapılmış ahşap panellere ait bilgiler.....	43
3.5	7 aylık kontrol panellerinden toplanan kabuklara ait toplam miktar ve çap değerleri.....	45
3.6	7 aylık emprenyeli panellerden toplanan kabuklara ait toplam miktar ve çap değerleri.....	46
3.7	7 aylık kontrol panellerinden toplanan paletlere ait toplam miktar ve boy değerleri.....	47
3.8	7 aylık emprenyeli panellerden toplanan paletlere ait toplam miktar ve boy değerleri.....	48
3.9	14 aylık kontrol panellerinden toplanan paletlere ait toplam miktar ve boy değerleri.....	49
3.10	14 aylık emprenyeli panellerden toplanan paletlere ait toplam miktar ve boy değerleri.....	50
3.11	7 aylık kontrol panellerine ait puanlama verileri.....	51
3.12	7 aylık emprenyeli panellere ait puanlama verileri.....	52
3.13	14 aylık kontrol panellerine ait puanlama verileri.....	52
3.14	14 aylık emprenyeli panellere ait puanlama verileri.....	53
3.15	7 aylık kontrol panellerindeki ağırlık kayıpları ile ilgili veriler.....	54

TABLULAR DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
3.16	14 aylık kontrol panellerindeki ağırlık kayıpları ile ilgili veriler.....	55
3.17	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait alkol çözünürlüğü değerleri....	56
3.18	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait holoselüloz değerleri.....	58
3.19	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait alfa selüloz değerleri.....	59
3.20	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait lignin değerleri.....	61
3.21	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait sıcak su çözünürlüğü değerleri.	62
3.22	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait soğuk su çözünürlüğü değerleri.....	64
4.1	Sarıçam, Karaçam ve Gökmar türlerinin ortalama tam kuru özgül kütle değerleri.....	71
4.2	Tanalith-E ile emprenyeli Sarıçam, Karaçam ve Gökmar odunlarının ortalama retensiyon değerleri.....	72
4.3	<i>Teredo navalis</i> 'e ait toplam kabuk ve palet miktarları ve ortalama boyutları....	73
4.4	Ahşap panellerdeki ortalama zarar değerleri.....	75
4.5	Ahşap panellere ait ortalama % ağırlık kayıpları.....	77
4.6	Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait kimyasal analiz sonuçları.....	81

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

N	:	Newton
Q ₀	:	tam kuru özgül ağırlık
r	:	rutubet
α	:	alfa
β	:	beta
γ	:	gama

KISALTMALAR

ACA	:	amonyak, bakır, arsenik
ASTM	:	American Society for Testing Materials
CCA	:	bakır, krom, arsenik
İYA	:	İğne yapraklı ağaçlar
PVC	:	polivinilklorid
SFPA	:	Southern Forest Products Association
St sp	:	Satandart sapma
TAPPI	:	Technical Association of Pulp and Paper Industry
TS	:	Türk Standartları
TS EN	:	Türk Standartları Enstitüsü
ZCA	:	çinko, krom, arsenik
ZCCA	:	çinko, bakır, krom, arsenik

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

Ahşap, insanların ilk çağdan beri kullandığı organik bir malzemedir. Bu malzemedен zaman içerisinde çok sayıda madde ve mamul üretilmiştir. Neredeyse bugün hiç kimsenin ahşap ve ahşap ürünlerinden soyutlanarak yaşaması mümkün değildir. Polimer kimyasının ürünü olan sentetik maddelerin geliştirilmesi ve bazı alanlarda ahşap malzemenin yerine kullanılmaya başlanmasıyla ahşabın önemini kaybettiği ve zaman içinde kullanımının azalacağı iddiaları ortaya atılmış olmasına rağmen ahşap tercih edilmeye devam etmiş, fert başına düşen ahşap tüketimi bütün dünyada sürekli artmış ve artmaya devam etmektedir. Bunun başlıca nedeni, ahşabın hiçbir malzemede birlikte bulunmayan birçok üstün özelliğe sahip olmasıdır (Özen 1996).

Çok çeşitli alanlarda kullanılan odun hammaddesi yenilenebilir tek organik doğal hammaddedir. Biyolojik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşimi odunun çok farklı ürünler halinde kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Gerek ağaç malzeme halinde, gerekse yonga levha, lif levha, tabakalı ağaç malzeme vb. ürünlere dönüştürülerek değerlendirilebilen odun, yapısına dıştan fiziksel, mekaniksel, kimyasal ve biyokimyasal müdahale olanağı olan ender maddelerdendir. Özgül ağırlığının diğer yapısal maddelere (beton, çelik, vb.) oranla düşük olmasına karşılık, özgül ağırlığına oranla mekaniksel dirençleri oldukça yüksektir. Alet ve makinelerle kolay işlenir. Isı ve elektriğe karşı izolasyon maddesi olarak kullanıldığı gibi arzu edilen derecede akustik özelliklere de sahiptir (Baysal 1994). Ağaç malzeme faydalı bu özellikleri yanında kullanım yerinde arzu edilmeyen ve sakıncalı sayılabilecek böcek, mantar ve deniz zararına maruz kalma gibi bazı özelliklere de sahiptir. Bu özelliklerin, ağaç malzemenin kullanıldığı çeşitli kullanım yerlerinde göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Berkel 1972).

Ağaç malzeme, kendine has özellikleri sayesinde yüzyıllardır deniz ortamında yapı ve araç

malzemesi olarak kullanılmaktadır. Diğer yapı materyalleriyle kıyaslandığında ahşap malzemeyi üstün kılan çok sayıda avantaj mevcuttur. Bunlardan en önemlileri; yenilenebilir bir kaynak olması, ahşap koruyucu maddelerle emprenye işleminden sonra gösterdiği dayanım, yüksek direnç ve elastiklik özelliğidir (Sivrikaya 2004).

Ahşap malzeme denizde kullanılan en ekonomik ve uygun yapı malzemelerinden birisidir. Denizde kullanılan diğer yapı malzemeleriyle kıyaslandığında ahşap malzemeyi üstün kılan özellikler; her zaman bulunabilmesi, estetik oluşu, geçmişe dayanan performansı, tasarımı, kullanımı ve imalattaki esnekliği, ekonomikliği, tamir ve bakımının kolaylığı, uygun şekilde emprenye edilip inşa edildiğinde deniz ortamında gösterdiği dayanım, yüksek direnci ve elastiklik özelliğidir (SFPA 1997).

1.2 AĞAÇ MALZEMENİN DENİZ ORTAMINDA KULLANIMI

Ahşap malzeme yüzyıllardır deniz ortamında yapı malzemesi olarak kullanılmış ve bu süre boyunca, insanlar onu zararlı organizmalara karşı korumanın yollarını araştırmışlardır. Mikroorganizmalar, deniz suyu içerisinde bulunan odunun yüzey kısımlarını çürütmelerine rağmen, esas tahribatı odun delici organizmalar olan yumuşakçalar ve kabuklular yapmaktadır. Mikroorganizmaların yaptığı yüzeysel çürüklük, deniz zararlılarının odun yüzeylerine yerleşmelerini hızlandırmaktadır (Eaton 1985).

Denizde, odunun degradasyona karşı kullanım süresini artırmak için koruyucu önlemlerin alınması gerekli olmaktadır. Tropik ülkelerde, deniz inşaatları için doğal dayanıklı odun türleri geleneksel olarak kullanılmıştır. Bu keresteler tropik sularda yüzyıllarca kullanılmış ve gerektiğinde yenilenmişlerdir. Bununla birlikte, bu türlerin temini ve maliyetlerindeki artış ile denizde kullanılmak üzere daha az dayanıklı türlerin korunması gerekli olmuştur. Bu işlem, odunun kimyasal koruyucular ile emprenyesi ya da kereste yüzeylerini fiziksel ve kimyasal bariyerlerin uygulanması suretiyle gerçekleştirilmiştir (Eaton 1985).

Ağaç malzeme deniz suyu içerisinde uzun yıllardır köprü, iskele, liman tesisleri ve dalga kıran gibi büyük yapıların yapımında olduğu gibi gemi, tekne, yat ve sahil evleri gibi küçük yapıları işlerin üretiminde de kullanılmaktadır. Özellikle diğer yapı malzemelerine göre ucuz ve yenilenebilir bir kaynak olması, ağaç malzemenin deniz içerisinde kullanımını artırmıştır (Perçin 2007).

Ağaç malzeme, köprülerde, limanlarda, iskelelerde, diğer sualtı ve su üstü yapılarda yaygın olarak kullanılan bir malzemedir. Ağaç malzemeler bu bölgelerde yaygın olarak kullanılırken mantar çürümelerine ve deniz delicilerinin saldırılarına maruz kalmaktadır. Ağaç malzemenin bu şekilde bozulması özellikle, tuzlu sularda ve tuzlu su bölgelerinde yaygın olarak görülmektedir. İşte bu nedenlerden dolayı, deniz içerisinde kullanılan ağaç malzemede meydana gelen mantar çürümesi ve deniz delicilerinin verdikleri zararların oranlarını azaltmak için ağaç içerisine çeşitli kimyasallar emdirilmektedir. Koruyucu kimyasallarla işlem görmüş odun ve odun kökenli ürünler uzun yıllardan beri deniz ortamında kullanılmaktadır. Suya maruz kalan bazı ağaç türleri doğal olarak dayanıklı olsa da deniz içerisinde kullanılacakları zaman çeşitli kimyasallarla muamele edilmektedir (Dillon 2005).

1.2.1 Deniz Zararlıları

Deniz suyu içerisine bırakılan ağaç malzeme yüzeyine tutunan ve malzemenin bozulmasına neden olan birçok canlı türü vardır. Bu canlılar, ağaç malzemeyi delerek aşındırmakta ve hizmet süresini kısaltmaktadırlar. Deniz içindeki ağaç malzemeye zarar veren canlılar (denizel odun delici canlılar) yumuşakçalar (*molluscs*), kabuklular (*crustaceans*) olmak üzere ikiye ayrılır. Bunlarında kendi aralarında çeşitleri vardır. Ağaç malzeme deniz içerisinde ilk kullanımından beri bu canlılar tarafından tahrip edilmektedir. Bazı türler, ağaç malzemenin yüzeyinden delerek zarar verir, bazıları da zarar verirken bunlar gözle görülemezler. Belirli bir bölgede herhangi bir odun delici hayvanın bulunması deniz suyu sıcaklığı, tuzluluk, kirlenme ve uygun konukçu materyalin bulunması ile büyük ölçüde sınırlanmaktadır. Ayrıca, su derinliği, oksijen içeriği, bulanıklık ve asılı organik madde miktarı da bu zararlıların yayılışını etkilemektedir. Deniz suyunun çeşitli kimyasallarla kirlenmesi sonucu, deniz canlılarının yaşamları tehlikeye atılmaktadır (Perçin 2007).

Denizde odunun çürümesi, başlıca olarak odun delici yumuşakçalar ve kabuklular tarafından gerçekleştirilmektedir. Bunların teşhis metotları Turner (1971a), ve Kuhne (1971) tarafından verilmektedir. Denizdeki odun delici canlılar dört çeşittir, bunların ikisi kabuklular ve diğer ikisi de yumuşakçalardır.

Tablo 1.1 Odun delici organizmalar.

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

1.2.1.1 Kabuklular (*Crustaceans*)

Odun delici kabukluların en önemli cinsleri *Limnoria*, *Sphaeroma* ve *Chelura*'dır. *Limnoria* türleri soğuk sulardan ılık sulara kadar dünya genelinde yayılış gösterirken, *Sphaeroma*'lar ılıman tuzlu sularda yaşarlar. Bu organizmaların teşhisi dış morfolojik özelliklerine göre yapılır (Eaton 1985).

Limnoriidae

Limnorialar küçük kabuklulardan olup 1-4 mm uzunluklarındadırlar ve odunu delerek beslenirler. Bunlar omurgasızlar grubundan olup ürettikleri selülaz enzimi ile herhangi bir mikroorganizmanın yardımı olmadan odundaki selülozu degrade ederler (Ray 1959).

Limnorialar, deniz suyunun çekilmesinin en az olduğu kısımlar ile çekilmenin yarı yüksekliği

arasında tahribat yapabilirler, odun yüzeyine yakın kısımlarda meydana getirdikleri oyuklarda boyuna yönde küçük ventilasyon delikleri açarlar. *Limnorialar* tuzluluğun %2,5'in altındaki bölgelerde nadiren görülürler.

L. tripunctata Menzies, dünyada yaygın şekilde çalışılmış *limnoriid* türüdür. Kreozotu degrade eden bakterilerle simbiyoz oluşturabilir ve kreozotla empenye edilmiş iğne yapraklı ağaçlara saldırabilir (Zachary ve ark. 1983). Avustralya'da, ahşap direkler çoğunlukla yapraklı ağaçlardan yapılmaktadır. *Limnoriaların* önemli türleri *L. tripunctata*, *L. quadripunctata* Holthuis ve *L. indica* Becker ve Kampf şeklinde sıralanmaktadır (Barnacle 1983; Cookson 1987). Ayrıca *L. insulae* Menzies ve *L. unicornis* Menzies Kuzey Avustralya'da bulunmuştur.

Sphaeromatidae

Sphaeroma türleri kabuklulardan olup, *Limnoria* türlerinden daha büyük olup, 8-14 mm'ye kadar büyüebilmektedirler. Bunlar içerisinde üç önemli odun delici *S. terebrans* Bate, *S. quoyanum* Milne Edwards ve *S. triste* Heller dir. *Ptyosphaera alata* (Baker) % 0,1 in altındaki tuzlulukta oduna hafifçe saldırabilir. *Sphaeroma* türleri odun, kumtaşı, zayıf beton ve polistiren maddeleri delmek suretiyle tüneller açabilmektedirler. Oyuklar küçük ve yüzeye aynı doğrultudadır. *Sphaeroma* türleri deniz suyunu süzmek suretiyle beslenirler, odunu yalnızca korunak amaçlı delerler fakat odunla beslenmezler. Oysa *limnoriidler* beslenmek amacıyla odunda oyuk açmaktadırlar (Cragg vd. 2000).

Kimyasal koruyucu maddelerle bu türlerin saldırısını engellemek oldukça güçtür (Rotramel 1975). Bu türler suların alçalıp kabardığı gelgit zonunda görülmektedirler (Barnacle vd. 1986; Cragg ve Levy 1979). Ahşap direkler üzerinde yaptıkları tahribat sonucu kum saati şeklinde bir görünüm oluştururlar. *Sphaeroma quoyanum* Avustralya'nın güney kıyılarında görülmekte olup, genellikle çok yavaş ve sık delik açarak odunda kum saati görünümü oluştururlar. Tuzluluk oranı % 1 ile % 3,5 arasında olan denizlerde odunu tahrip edebilirler.

Sphaeroma türleri denizlerde başlıca gelgit zonlarında aktif olup, bunların saldırısı fiziksel bariyerlerle kontrol edilebilir. Bu işlemde, yüzen bariyer kazığın etrafına takılır ve içi kreozot ile doldurulur. Suyun alçalıp yükselmesi ile bu canlılar kreozot etkisiyle öldürülür (Cookson 1986).

Alternatif olarak fiziksel bariyerler (beton, plastik sargılar ve bantlar) gelgit zonunda *Sphaeroma* saldırısını kontrol altına almak için ekonomik şekilde uygulanabilir. Bu koruma sistemleri, bazı türlerde ahşap kazıkların kullanım süresini iki katına çıkarabilmektedir.

1.2.1.2 Yumuşakçalar (*Molluscs*)

Yumuşakçalar grubu, *Teredinid*'ler ve *Pholad*'lara ait türlerden oluşmaktadır. *Teredinid*'ler dünya genelinde yaygın olmalarına karşın, *Pholad*'ların yayılışı sınırlı kalmaktadır. Ilıman ve tuzlu tropik denizlerde yaşamlarını sürdürürler (Eaton 1985).

Teredinidae

Teredinid'ler veya solucanlar iki kabuklu yumuşakçalardır; bununla birlikte, kabuklar küçüktür ve hayvanın ön kısmını örter. Kabuklarını törpü gibi kullanmak suretiyle odunu delerler. Avustralya sahillerinde yaklaşık olarak 30 tür *teredinid* bulunmuştur (Turner 1971b).

Bunların bazıları *Lyrodus*, *Bankia*, *Teredo* ve *Nausitoria* şeklinde sıralanmaktadır. *Teredinid*lerin çoğunun odunu yiyerek ve aynı zamanda suyu filtre ederek beslendikleri görülmektedir. Son zamanlarda, *teredinid*'lerden azot saptanan selüloolitik bakteriler izole edilmiştir (Waterbury vd. 1983).

*Teredinid*ler deniz suyuna mikroskobik larvalar salıverirler ve gelişme safhasına bağlı olarak 1 ile 30 gün arasında aktif duruma geçerler. Sipe vd. (2000), *Teredinid*lerin denizel odun delici organizmalardan morfolojik olarak farklı bir grup oluşturduklarını ve dünya genelinde denizlerdeki ahşap yapılarda milyonlarca dolarlık zarara yol açtığını belirtmiştir.

Teredinid'ler deniz suyunun çekilmesinin en az olduğu kısımlar ile çekilmenin yarı yüksekliği arasında tahribat yaparlar, en şiddetli tahribatı deniz suyunun çekilmesinin en az olduğu kısma yakın yerlerde yaparlar. Bazı türler iki metre boya kadar büyüyebilmektedirler, en büyük boylarına açtıkları oyuklarda ulaşırlar. Dehidrasyon ve predatorlarından korunmak için paletleri ile oyuğu kapatırlar, oyuklar *Teredinid*ler tarafından salgılanan beyaz kalkerli çizgi ile ayırt edilebilir. *Teredinid*ler hızlı bir şekilde büyüyebilir ve hassas odunlarda derin şekilde tahribat yapabilirler. Tropik denizlerde hala kontrolleri çok güç olmasına karşın belirli koruyuculara karşı hassastırlar.

Teredinidlerin çoğu tuzluluk oranı yüksek olan sularda yaşarlar; bununla birlikte, düşük tuzlu suda yaşayan teredinid türlerinden *Nausitora* spp. nin saldırısını kontrol etmek güçtür. *Nausitora*, başlıca tuzluluk oranı % 0,1 ile % 1 arasında olan sularda aktif olmaktadır. (Cookson 1986).

Oduna *Teredinid*'lerin büyüme oranları, Haderlie tarafından araştırılmıştır (Haderlie 1983). Monterey (Kanada) limanında yaptığı çalışmada, *Pseudotsuga douglasi* panellerinin yüzeylerini boyuna yönde plastik filmle örterek *Bankia setacea* saldırısını X-ışını analizleri ile gözlemiştir. Plastik örtülme panellerde yoğun şekilde bir saldırı meydana gelmiş ve canlıların aylık ortalama büyüme oranı 43 mm olarak gözlenmiştir. Üç ay sonra canlılar açtıkları tünelleri genişleterek, ahşap panelleri tamamen tahrip etmişlerdir.

Pholadidae

Denizde tahribat yapan yumuşakçaların bir diğer grubu *pholad*'lar olup, bunların içerisinde en tanınmış, önemli ölçüde odun tahrip edici olan *Martesia striata* L.'dir. *M. striata* tropik ve subtropik denizlerde yüksek tuzlu sularda yaşarlar. Kabukları yumuşak vücutlarının çoğunu örter ve vücutlarında az daha büyük armut şeklinde oyuklar açmaktadırlar. Bunlarda, *Sphaeroma* türleri gibi suyu süzerek beslenmektedirler, odunla beslenmemekte, yalnızca odun içerisinde tüneller açmaktadırlar (Turner ve Johnson 1971). Bu nedenle koruyucu kimyasal maddeler ile kontrol altına alınmaları güçtür. *Martesia* türleri, deniz çekilmesinin en az olduğu yer ile düşük olduğu kısımlarda tahribat yapmaktadırlar.

Yapılan araştırmalar, deniz suyundaki sıcaklığın artmasıyla denizel odun delicilerinde sayılarında ve aktivitelerinde artış görüldüğü ortaya çıkmıştır (Turner 1971b; Ibrahim 1981). Ayrıca, denizel odun delicilerinin dağılımını etkileyen diğer bir faktör de deniz suyundaki tuzluluk oranıdır.

1.2.2 Ağaç Malzemenin Deniz Ortamında Korunması

Deniz ortamında ağaç malzemenin korunmasına yönelik önemli çalışmalar gerçekleştirilmiş olmasına karşın, bunların çoğu ılıman bölgelerde yapılmıştır. Deniz zararlıları tropik bölgelerde daha şiddetli olmasına karşın buralarda az sayıda araştırmalar yapılmıştır (Cookson 1986). Yapılan çalışmalarda, çoğunluk olarak ağaç malzemenin deniz içerisinde

kullanım ömrünü artırmak, deniz suyu içerisinde çürümesini engellemek, deniz zararlılarına karşı daha fazla dayanım göstermesini sağlamak için yapılmıştır. Aksi takdirde liman inşaatlarında kullanılan ahşap malzemenin çürümesi sonucu önemli ölçüde masraflar ortaya çıkmaktadır (Bobat 1994).

Denizdeki delicilerin, insan yapımı ahşap yapılara verdikleri zarar yaklaşık olarak yılda 20 milyon dolardır (Cookson 1986).

Hindistan'da yapılan araştırmalar sonucu, Kerala bölgesinde yapılan masraf yılda 1 milyon rupee olarak hesaplanmıştır (Cheriyen ve Cherian 1975).

Amerika'da deniz inşaatlarında kullanılan ahşapta oluşturulan zarar 500 milyon dolar olarak tespit edilmiştir (Helsing 1979). Ayrıca, göletlerde depolanan biçilmiş haldeki kütüklere deniz delicilerin yerleşmesi sonucu %90'a varan ticari değer kaybı meydana gelmektedir. Bu durum Kuzey Amerika, Avrupa ve Japonya'ya yapraklı ağaç ihraç eden tropik ülkeler için ekonomik olarak önemli bir bedeldir. Avustralya'da deniz ortamında kullanılmak amacıyla yılda 5 milyon dolar değerinde ahşap kereste satılmaktadır. Sahil şeridi uzunluğu 20 000 km olan bu ülkede yaklaşık olarak 350 000 adet ahşap deniz direği kullanılmakta ve emprenye edilmiş olan direkler en az 20–30 yıl hizmet vermektedir (Cookson 1986).

1.2.2.1 Toksik bariyerler ve yüzey örtücü malzemeler

Gemi ve botların, denizel odun delici canlılara karşı korunması ihtiyacı uzun zaman önce anlaşılmıştır. 15 ve 16.yüzyıllara ait kayıtlarda Batı Avrupa, Hindistan ve Çin'de çeşitli materyallerin kullanıldığı görülmektedir. Mevcut kayıtlar geleneksel metotların günümüzde hala kullanıldığını göstermektedir (Barnacle 1976).

Hindistan'da mevcut materyaller kullanılarak yöresel odun koruma metotları araştırıldı. Toplam olarak 15 metodun araştırıldığı çalışmada, ahşap direkler 3 yıl boyunca Cochin limanında denize bırakıldı. Dokuz ay sonra, emprenye edilmemiş örneklerde *Teredinid*'ler, *sphaeroma*'lar ve *pholad*'ların şiddetli saldırısı görüldü (Cheriyen ve Cheriand 1975).

Yine bu ülkede balıkçı teknelerinin, denizel odun delicileri tarafından tahrip edilmesi sonucu önemli maddi kayıplar meydana geldiği, kayık yapımında kullanılan 59 ağaç türünün

tümünün denizel odun deliciler tarafından hızlı şekilde tahrip edildiği belirtilmektedir (Santhakumaran ve Jain 1981).

Balıkçı teknelerini korumak için kullanılan metotlar çok sayıda olup bir bölgeden diğer bölgeye değişmektedir. Bunlar; ham balık yağlarını, sebze yağlarını, ham makine yağı, bitkisel reçineleri, kireç- plasterleri ve hayvansal yağları içermektedir. Bu yerli metotların zamanla hiçbirinin korumada etkili olmadığı görüldü.

1.2.2.2 Fiziksel Bariyerler

Deniz suyunda odunun korunması için, kimyasal koruyucu işlemler ve toksik kaplama malzemelerinin yanında metal, beton plastik gibi fiziksel bariyerlerde başarıyla kullanılmıştır. Ayrıca, demir, çelik, kursun, çinko ve bakır gibi metaller de kullanılmıştır. Beton kasalar kırılabilme ve çatlayabilmelerine rağmen deniz direklerinin korunmasında etkili olmuşlardır. Bununla birlikte, bu metot tropik denizlerde kullanılmaktadır. Filipinler’de betonla örtülmüş ahşap direkler 15-20 yıl hizmet verebilmektedirler. Beton kılıflar A.B.D ve Avustralya’da etkili olmuş, ahşap turpentin direkleri Sidney limanında 15 yıl sonra *Sphaeroma*’lara karşı koruma sağlamıştır (Sivrikaya 2003).

Son yıllarda, ahşap kazıklar için kaplama malzemesi olarak plastiklerin kullanımı ilgi çekmiştir. Plastik kaplamalar, 1950’lerin ortalarından beri Kaliforniya’da kullanılmakta ve tam bir koruma sağlamaktadırlar. Hong Kong, Panama ve Brezilya’da *Pholad*’ların PVC ye nüfuz, ettikleri görülmesine rağmen, polivinilklorid (PVC) ve polietilen sargılar uygun şekilde kullanıldıklarında sırasıyla 25 ve 5 yıl hizmet vermektedirler (Sivrikaya 2003).

1.2.2.3 Kimyasal Maddeler

Ağaç malzeme deniz içerisine inşa edilen birçok rıhtım, deniz inşaatı ve iskele için önemli bir kaynaktır. Eskiden beri deniz içerisinde kullanılan ağaç malzemeler, deniz delicileri, mantarlar ve böcekler tarafından tahrip edilmektedir. Bu saldırıları en aza indirmek için öncelikle doğal dayanımı fazla olan ağaç seçilmelidir. Fakat bu ağaçların pahalı olması nedeni ile kullanımı az olmaktadır. Sonuç olarak doğal dayanımı az olan ağaçlar çeşitli kimyasallarla korunarak deniz içerisinde kullanım ömrü artırılabilir (Tarakanadha vd. 1993).

Deniz içinde ve deniz çevresinde kullanılan bütün keresteler uygun emprenye maddeleri ile emprenye edilmektedir. Buradaki koruyucu emprenye seçimi ağaç malzemenin deniz içinde ne amaçla (kazık, kereste, tekne, kaplama vs) ve hangi su ortamında kullanılacaksa (soğuk, sıcak, tropikal, tatlı su, tuzlu su vb.) ona uygun olarak seçilmektedir. Böylece ihtiyaçlar tam olarak karşılanabilmektedir (URL-1).

Bazı boyalar, kreozot içeren odun koruyucular ve diğer zehirli odun koruyucuların, deniz çevresinde kullanımı sakıncalar içermektedir. A.B.D.'de bu tür koruyucuların, denizel çevrelerde yapılan liman, rıhtım, iskele, gibi yapıların yapımında kullanımı hem insan hem de denizde yaşayan canlılar için tehlikeli olması nedeni ile yasaklanmıştır. Bunun yanında bu yapıların yapımında doğal dayanımı yüksek olan ağaçlar seçilirken daha az zehirli kimyasallar koruyucu olarak tercih edilmektedir (Bliven ve Pearlman 2003).

1.2.3 Karadeniz Suyunun Genel Özellikleri

Karadeniz; 40°- 46° N enlemleri ile 27°- 41° E boylamları arasında bulunan yarı kapalı bir iç denizdir. Güneybatıda Türk Boğazlar Sisteminin olanak verdiği miktarda dünya denizleriyle bağlantısı bulunur. Bu kısıtlı su değişimi, sadece yüzeyden 150 m derinliğe kadar (toplam hacmin % 15'i) oksijen içeren, daha derinde ise hidrojen sülfür bulunduran neredeyse tamamı oksijensiz bir ortamın oluşmasına yol açar. Yüzey alanı 413.488 km² ve hacmi 547.015 km³ olan Karadeniz, dünyanın en büyük anoksik basenidir. Karadeniz'in derin düz tabanı (<2000 m) toplam alanın % 60'ından fazlasını kapsar. En derin yeri yaklaşık 2300 m olup ortalama derinliği 1240 m olarak hesaplanmıştır (Ross vd. 1974).

Yarı kapalı bir deniz olan Karadeniz'in tuzluluğu, tatlı su girişinin fazla olması nedeniyle, yüzey suyu ve derinde, özellikle düşey olarak dikkate değer ölçüde değişmektedir. Tatlı su girişlerinin olduğu bölgelerde ve yüzey sularında % 1,7-1,8 değerlerinde olan tuzluluk, daha derinlerde % 2,1-2,2 değerlerine ulaşmaktadır. Siklonik bölge sularının antisiklonik bölge sularına oranla daha tuzlu olduğu belirtilmektedir (Baştürk Ö Yayınlanmamış). Karadeniz yüzey suyu sıcaklığının yıl boyunca ortalama, minimum ve maksimum değerlerinin ise 6-22 °C olduğu bilinmektedir (Grasshoff 1975).

1.3 ÇALIŞMADA KULLANILAN AĞAÇ TÜRLERİ

Doğal dayanımı az olan türler emprenye edildikleri zaman kullanım yerinde uzun ömürlü olabilmektedirler. İğne yapraklı türlerden sarıçam, karaçam ve göknar ülkemizde yaygın olarak görülen ve çeşitli kullanım alanlarında değerlendirilen türlerdir.

1.3.1 Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)

1.3.1.1 Botanik Özellikleri

Yetiştirme ortamlarına göre 20–40 metre boylarında narin gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı ya da dolgun ve düzgün gövdeli, yayvan tepeli ve kalın dallı her dem yeşil ağaçtır. Bazen fakir topraklarda ve kayalıklarda çalı halinde bodur biçimde bulunmaktadır.

Kabuk, genç bireylerde ve yaşlı ağaçların üst kesimlerinde tilki sarısı, kirli sarımsı kırmızı ya da kırmızımsı kahverengi bir renktedir. Gövdenin altlarında ve yaşlı ağaçlarda önceleri sarı olan renk koyulaşmakta ve gri kahverengi, kalın ve çatlaklı bir biçim almaktadır. Genç sürgünler önceleri yeşilimsi sarı, sonraları grimsi sarıdır ve çıplaktır.

Tomurcuklar uzun yumurta biçiminde, 6–12 mm uzunluğunda, kırmızı kahverengi ve az çok sivri uçlu olup, genellikle reçinesizdir. Kurak yetiştirme yerlerinde tomurcuğun korunması amacıyla üstleri reçine ile örtülüdür. İğne yaprakların boyları yetiştirme yerlerine göre 3-8 cm'dir. Kısa sürgünlerde ikişer adet, sert mavimsi yeşil renkte, uçları sivri batıcı ve kenarları ince dişlidir. Ortalarında hemen dikkati çekecek şekilde kıvrıktır.

Erkek çiçekler son senenin uzun sürgünlerinin diplerinde yer almakta, kükürt sarısı rengindedir. Polenlerini mayısta döker. Dişi çiçeklerde erkek çiçeklerle aynı zamanda belirir ve sürgünlerin uçlarına doğru çevrel olarak dizilmiş yan tomurcuklardan oluşmaktadır. Kozalaklar 3-6 cm uzunluğunda, dip tarafı çarpık, rengi ise boz mat ya da koyu sıradır. Göbek orta durumlu, küçük ve parlak açık kahverengidir. Tohum küçük 3–4 mm, kanat kendisinden 3-4 kat daha uzundur (Anşin 1988).

1.3.1.2 Ekolojik Özellikleri

Sarıçam kumlu toprakların ağacıdır. Derin ve gevşek toprakları sever. Işık ihtiyacı fazladır (Kayacık 1965).

Sarıçam kara iklimine ve bu iklimin gerek serin olan kuzey, gerekse sıcak olan güney sahalarına uymuş bir ağaç türüdür. Güney Rusya'da ve genellikle Anadolu'da sıcak yazlara Sibiry'a'da ve aynı zamanda Orta Anadolu'da çok soğuk kışlara dayanıklılık gösterir. Kışları ılıman olan batıdan kaçınır ve yayılışı güney sahalarında dağlara çıkar.

Sarıçam dik büyüyen türler (Ladin, Gökmar) kadar düz ve dolgun gövdeler yapmayan bir tür olarak tanınır. Fakat belirli yörelerde ve coğrafi bakımdan birbirlerine çok uzak yetişme ortamlarında (Nortland, Rodop ve Anadolu dağları) dikkat çekecek kadar düzgün gövde ve tepe şekillerine sahip Sarıçam ormanlarına rastlanır. Anadolu'nun Sarıçamları çoğunlukla kaliteli büyüme yaparlar ve düzgün, uzun ve parlak gövdeler oluştururlar (Saatçioğlu 1976).

1.3.1.3 Anatomik Özellikler

Anatomik özellikler makroskobik ve mikroskobik olmak üzere iki ana başlık halinde incelenebilir.

Makroskobik Özellikler

Diri odun genişliği yetişme muhiti şartları ve ağaç yaşı ile değişmekle birlikte ortalama 5-10 cm olup sarımsı beyaz renktedir. Özodun sınırı belirgin olup, genellikle yuvarlak, bazı ağaçlarda diri odun içerisine diller şeklinde girintiler yapar. Kırmızımsı sarı ve kırmızımsı kahverengindedir. Kesimden sonra daha koyulaşır. Yıllık halka sınırları belirgin ve hafif dalgalıdır. Yaz odunu koyu renkli olup ilkbahar odunu ile kontrast yaratır. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş ani, fakat bazen yavaştır. Yetişme muhitine bağlı olarak yıllık halkalar dar veya geniş olabilir. Yaz odunu parlak kahverengi olup radyal kesitte birbirine paralel şeritler halinde görülür, teğet kesitte geniş sarımsı şeritler oluşturur. Yaz odununun yıllık halka içindeki katılım oranı %2-73 arasında değişmektedir (Öktem 1994).

Öz ışınları zengin ve dar olup çıplak gözle görülmemektedir. Sadece yaz odununda belirgin

olabilir. Radyal kesitte enine, ince bantlar teşkil ederler. Boyuna paranzimleri yoktur (Bozkurt ve Erdin 2000). Çok sayıdaki reçine kanalları genellikle geniş olup enine kesitte yaz odununda açık, ilkbahar odununda koyu lekeler şeklinde görülür. Radyal ve teğet kesitte ise boyuna çizikler halindedir (Öktem 1994).

Odunu mat olup, parlak değildir. Taze halde iken reçine kokuludur. Dekoratif bir görünüşü vardır. Kaba lifli, orta ağırlıkta ve oldukça sert bir oduna sahiptir. Kolaylıkla düz satırlar halinde yarılr (Öktem 1994).

Mikroskopik Özellikler

Yıllık halka sınırları belirgin, yaz odunu traheidleri radyal yönde yassılaştırılmış, kalın çerperli, dar lümenlidir. Traheidlerin teğet çapı 10-50 µm, uzunluklar 1800 -4500 µm'dir. Değişik yetişme ortamlarında traheidlerin teğet çaplarının 28,5-42,8 µm, radyal çaplarının ise 14,3-35,7 µm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Traheid uzunlukları 2600-3050 µm arasında ölçülmüştür. Yaz odunu traheidleri ilkbahar odunu traheidlerinden daha uzundur (Ay 1990). Traheid uzunluklarının 1600-5700 µm arasında değiştiği de bildirilmektedir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş oldukça hızlı, ilkbahar odunu traheidlerinin radyal çerperlerinde kenarlı geçitler büyük ve tek sıralıdır (Öktem 1994). Çeşitli yetişme muhitlerinde 1 mm²'deki traheid sayısı 796-1402 adet arasında bulunmuştur. Yaz odununda birim alandaki traheid sayısı ilkbahar odunundan fazladır (Ay 1990). Öz ışınları tek sıralı, reçine kanalı bulunan öz ışınları orta kısımda 2-5 sıralıdır. Öz ışınları yüksekliği çoğunlukla 1-12 hücre, bazen 15 hücreden fazladır. Heterojen yapıdadır. Öz ışını traheidleri her iki tarafta 1-3 sıralı, bazen de öz ışını içerisinde bulunmaktadır. Bunların çerperleri kaba dişlidir. Öz ışını paranzim hücrelerinin çerperleri ince, enine ve uç çerperlerde geçitler az sayıdadır (Öktem 1994). Karşılaşma yeri geçitleri 1-2 adet ve pencere tipindedir. Ancak literatürde pinoid tipte olduğu da belirtilmektedir. Karaçamdan karşılaşma yeri geçitlerinde kenarların dişli bir yapıda olmasıyla ayrılır. Boyuna paranzim hücreleri bulunmamaktadır. Boyuna reçine kanalları çoğunlukla tek tek ve genellikle yaz odunu içerisinde bulunurlar. Reçine kanallarının ortalama olarak %37'si ilkbahar odunu, %63'ü yaz odunu içerisinde bulunurlar. Çapları 80- 120 µm civarındadır (Eliçin 1971). Çeşitli yetişme ortamları için reçine kanallarının teğet çapları 155-174 µm, radyal çapları ise 117-139 µm arasında ölçülmüştür (Ay 1990).

1.3.1.4 Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Sarıçam odununun tam kuru yoğunluk değeri 0.496 g/cm^3 ve hava kurusu yoğunluk 0.526 g/cm^3 'tür. Sarıçam odununda hava boşluğu oranı (porozite) %68.6'dır. Sarıçam odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı hacim yoğunluk değerine (0.426 g/cm^3) göre % 170,6'dır (Toker 1960).

Gümüşhane, Torul bölgesinden alınan sarıçam odununun basınç direnci, 427 kp/cm^2 , eğilme direnci, 636.79 kp/cm^2 , eğilmede elastikiyet modülü, 76.69 kp/cm^2 , dinamik eğilme direnci, 0.736 kpm/cm^2 , makaslama direnci, 46.78 kp/cm^2 olarak belirtilmiştir (Ay vd. 1998).

1.3.1.5 İşlenme ve Kurutma Özellikleri

İşlenme özellikleri yıllık halka genişliğine ve budaklılığa bağlı olarak değişmektedir. El aletleri ve makinelerle kolay işlenir. Reçine sebebiyle güçlük çıkartabilir. Optimum kesiş hızı 33 m/s 'dir. Kesilebilir, soyulabilir, tornalanabilir, iyi çivi tutar, renk verilebilir, boyanabilir, cilalanabilir (Bozkurt ve Erdin 1989).

Çok hızlı ve iyi bir şekilde kurutulabilir. Fakat mavi renk oluşumuna eğilimlidir. Bu nedenle biçmeden sonra koruyucu işlem uygulanmalıdır. Açık havada kurutmada rutubet % 25'in üzerinde iken mavi renklenme tehlikesi vardır. Kullanım yerinde stabilitesi orta derecededir (Bozkurt ve Erdin 1989).

1.3.1.6 Dayanıklılık ve Emprenye Özellikleri

Sarıçam odunu kolay kurutulur, çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi azdır. İyi işlenebilme ve yapışma özelliğine sahiptir. Yüzey işlemlerinde, reçine sızıntısı nedeniyle güçlük meydana gelir. Öz odunu oldukça dayanıklı, diri odunu mantar ve böceklere karşı hassas, odunun rutubeti % 25'ten fazla olduğu hallerde, 20–25 C sıcaklıklarda mavi renk oluşumu görülür (Kurt 2006). Öz odun orta derecede güç, diri odun kolay emprenye edilmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000).

1.3.1.7 Kullanım Yerleri

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

Binalarda iç ve dış maksatlarda, emprenye edildiğinde toprak ve su tahkimatında, maden direği, tel direği ve travers olarak, kaplama levha ile kâğıt endüstrisinde ve mobilya yapımında kullanılmaktadır (Bozkurt ve Erdin 2000).

1.3.2 Camiyanı Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* var. *pallasiana*)

1.3.2.1 Botanik Özellikleri

Çoğunlukla 30 metre ender olarak 50 metreye kadar boy 2 metreye kadar çap yapabilen birinci sınıf orman ağacıdır. Yaygın ve kalın dalları olup, özellikle yaşlı bireylerde tepe geniş ve dağınlıktır. Kabuk önceleri grimsi renkte olup, yaşlı ağaçlarda kalın ve derin çatlaklıdır. Bol reçineli büyük tomurcukların kaidesi geniş olup, ucu aniden sivrilir. İğne yapraklar koyu yeşil ve serttir, ortalama 90 mm – 160 mm – 2 mm ebatlarında olan iğne yapraklar sürgün uçlarında tomurcuğun etrafında çanak biçiminde bir boşluk oluştururlar (Gündüz 1999).

1.3.2.2 Ekolojik Özellikleri

Işık ve yarı gölge ağacıdır. Don, rüzgar ve hava kirliliğine dayanıklıdır. Tüm Anadolu'da yüksek yerlerde yaşayabilmekler beraber daha çok İç Anadolu, İç Ege ve Doğu Anadolu'da doğal olarak görülür (URL-2).

1.3.2.3 Anatomik Özellikler

Makroskobik Özellikler

Diri odun kırmızımsı ve sarımsı renktedir. Koyu renkli öz odunu vardır. Diri odun yaşlı ağaçlarda dar, genç ağaçlarda ise oldukça geniştir (Göker 1977). Yıllık halka sınırları belirli,

yaz odunu morumsu koyu - kahverengidir. Odunu sarıçama göre daha koyu renkte ve reçine bakımından daha zengindir (Berkel 1970).

Göker (1977), Dursunbey ve Elekdağ karaçamalarında, özodunu oluşumunun ağaç yaşı ile arttığını bildirmiştir. Diğer taraftan, özodunun 40-50 yaşlarından itibaren oluştuğunu ve özodun – diriodun içerisinde bulunan yıllık halka sayılarının 340 yaşında eşitlendiğini, bu yaştan sonra özodunu içerisindeki yıllık halka sayısının diri odundan fazla olduğunu belirlemiştir.

Mikroskopik Özellikler

Pinus nigra Arn. subsp. *pallasiana* var. *pallasiana* ilkbahar odunu, hücreleri kare şeklinde ve köşeleri belirgindir. Yaz odununu traheid hücreleri ise yuvarlak, oval, dikdörtgen olmak üzere değişik şekillerde olabilmektedir. Boyuna reçine kanalları çoğunlukla yaz odunu içerisinde yer almaktadır. Boyuna reçine kanallarını çevreleyen epitel hücreleri ince çeperlidir. Reçine kanalları yıllık halka içerisinde genellikle teker teker dağılmış haldedir. *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* var. *Pallasiana* traheidlerinin radyal çeperleri üzerinde bulunan kenarlı geçitleri genellikle tek sıralı, nadiren iki sıralıdır (Gündüz 1999).

Öz ışınları, öz ışını traheidi ve öz ışını paraşim hücrelerinden meydana gelmekte olup, öz ışını traheidleri öz ışını paraşim hücrelerinin alt ve üst kenarlarında 1-3 sıralı olarak yer almaktadır. Boyuna traheidler ile öz ışını paraşim hücrelerinin karşılaşma yerinde geçitler pencere tipindedir. Karşılaşma yerindeki geçitler çoğunlukla bir, nadiren üç adettir (Yılğör 1999).

Öz ışını traheidlerinin lümeneye bakan çeperleri dişlidir. Bu dişlilik sarıçamdakinden daha kabadır (Göker 1977).

Her iki varyetede de, çok sayıda enine reçine kanalı mevcuttur. Reçine kanalları genellikle iğimsi öz ışınlarının ortasında bulunmaktadır. Öz ışınları tek hücre genişliğindedir (Yılğör 1999).

1.3.2.4 Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Fiziksel ve Mekaniksel Özellikler; yıllık halka genişliği 1,57mm, Tam kuru özgül ağırlık 0,52 gr/cm³, hava kuru özgül ağırlık 0,56 gr/cm³, hacim yoğunluk değeri 0,456 gr/cm³, daralma yüzdeleri liflere paralel yönde %0,23, Radyal yönde %5,58, teğet yönde %8,19, hacmen %13,9, liflere paralel yönde basınç gerilmesi 479 kg/mm², eğilme gerilmesi 1096 kg/mm² eğilme elastiklik modülü 10000.0 kg/mm², liflere paralel yönde çekme gerilmesi 0,56 kg/mm², liflere dik yönde çekme gerilmesi 1113 kg/mm², dinamik eğilme gerilmesi 23,4 kg.m/cm², liflere paralel makaslama gerilmesi radyal yönde 67,1 kg/mm², teğet yönde 62,0 kg/mm², yarıma gerilmesi radyal yönde 8,2 kg/mm², teğet yönde 9,1 kg/mm², brinel-sertlik liflere paralel yönde 4,29 kg/mm², liflere dik yönde 2,02 kg/mm²'dir (URL-3).

1.3.2.5 İşlenme ve Kurutma Özellikleri

İşlenme özelliği iyidir. Makine ve el aletleri ile işlenebilir. Kurutulabilme özelliği orta seviyededir.

1.3.2.6 Dayanıklılık ve Emprenye Özellikleri

Karaçam odunu sert, dayanıklı, reçineli ve iyi kalitededir. Çivi ve vida tutma direnci iyidir (URL-4). Camıyanı karaçamı odunu geniş öz oduna sahip olduğundan empenye edilebilirliği zayıftır.

1.3.2.7 Kullanım Yerleri

Karaçam odunu yapısında bir değişiklik yapmadan tel - maden direği, çit kazığı, travers, temel kazık ve direkleri, iskele kazıkları, köprü ve kiriş aksamı, kaldırım parkeleri, ağaç borular, gemi taşıtları yapımında, bina inşaatı, iç dekorasyon, mobilya, kuru madde ambalaj fiçileri, tarım aletleri, karoser - vagon - spor malzemeleri ve uçak yapımında, yapısı değiştirilerek odun hamuru, yonga levha, lif levha, selüloz üretimi, odun kömürü, yakacak odun ve destilasyon'da kullanılmaktadır (Göker 1977).

1.3.3 Uludağ Göknaı (Abies nordmanniana subsp. bornmuelleriana)

1.3.3.1 Botanik Özellikleri

Çamgiller (Pinaceae) familyasından olan Uludağ göknaı; Batı göknaı olarakta bilinir. Ülkemize özgün bir gökna türüdür, doğal olarak dünyada sadece ülkemizde yetişir. Uludağ ile Kızılırmak arasındaki sahil kesiminde 1000-2000 m'ler arasında doğal olarak yetişir. Bu alanda *Fagus orientalis* ve *Pinus silvestris* ile karışık olarak veya saf halde bulunur (URL-5).

Piramidal gelişme gösterir. Tepeden, tabana kadar çok sık dallıdır. Gövde kabuğu gridir. Alt dallar yanlara doğru yatay uzanır. Yan sürgünlerin ucundaki tomurcuklar reçinelidir. İğne yaprakları 2-3,5 cm boyunda, parlak koyu yeşil, uç kısımları hafif oyukludur. Yaprakların alt yüzündeki iki adet belirgin, gümüşî renkli stoma bandı, aynı zamanda yapraklarının üst yüzeyinde de görülür. Ortalama 15-16 cm boyunda ve 5 cm çapında kırmızı-kahverengi kozalakları vardır. Dallar üzerinde dik duran kozalakların dış pulları, iç pullarından daha uzundur ve bol reçinelidir. Dış pullar sivri bir uçla sonuçlanır ve geriye doğru kıvrıktır (Bozkurt 1992).

1.3.3.2 Ekolojik Özellikleri

Genel yayılış alanı Kızılırmağın denize döküldüğü yer ile Uludağ arasında kalan Batı Karadeniz Bölgesi ile Kocaeli havzasıdır. Bu kesimdeki dağlar, Doğu Karadeniz Dağları'nda olduğu gibi sıra dağlar karakterinde olmadığından, bu gökna taksonunun yayılışı da sürekli olmayıp kesintili bir durum gösterir. Bazen saf, çoğu kez Fagetum ve Abietum zonlarında kayın ve çamlara karışır (Bozkurt ve Erdin 1989).

Toprak ve rutubet istekleri fazladır, ışık istekleri azdır, gölgeye dayanıklıdır (Bozkurt 1992).

1.3.3.3 Anatomik Özellikler

Makroskobik Özellikler

Diri odun ve öz odun renk bakımından farklı değildir. Olgun odun mevcuttur. Odunun rengi sarımsı beyaz ile gri beyazdır. Yıllık halka sınırları belirgindir. Öz ışınları çok ince olup

makroskopik olarak görülmez. Normal olarak reçine kanalları bulunmaz. Yumuşak ve hafif bir odunu vardır (Bozkurt 1992).

Ladin odununa benzerlik gösterse de reçine kanallarının mevcut olmayışı, yapısının kaba oluşu ve aynı zamanda renginin biraz donuk olması ile ayırt edilir (Berkel 1963).

Mikroskobik Özellikler

Traheid çapı 25-65 µm, uzunluğu 3400-4600 µm, öz ışınları tek sıralı ve homojen. Karşılaşma yeri geçitleri 2-4 adet ve taxodioid tipte. Kenar hücrelerinde dikdörtgen kesitli kristaller var. Yaz odununda piceoid tipte geçite rastlanabilir. Doğal reçine kanalı yoktur (Merev 1984).

1.3.3.4 Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Fiziksel özellikleri; tam kuru yoğunluk 0,4 g/cm³, Hava kuru yoğunluk 0,429g/cm³, Hacim ağırlık değeri 0,35 g/cm³, Radyal daralma % 4,3; Teğet daralma % 8,6; hacmen daralma % 13, Mekaniksel özellikleri ise Basınç direnci 37 N/mm², Eğilme direnci 73 N/mm², elastikiyet modülü 8300 N/mm², Çekme direnci 62 N/mm², Makaslama direnci 5 N/mm², Dinamik eğilme 0,26 kN/cm, Yarıлма direnci radyal 0,65 N/mm², Yarıлма direnci teğet 0,64 N/mm², Brinell sertlik liflere paralel 19,5 N/mm², Brinell sertlik liflere dik 8,6 N/mm² dir (Merev 1984; Yaltırık 1994).

1.3.3.5 İşlenme ve Kurutma Özellikleri

İşlenme özelliği iyidir. Kurutulabilme özelliği orta seviyededir (Yaltırık 1994).

1.3.3.6 Dayanıklılık ve Emprenye Özellikleri

Dayanıklılığı az olan bir türdür. Emprenye edilebilmesi güçtür (Yaltırık 1994).

1.3.3.7 Kullanım yerleri

Gök nar ağacı genellikle endüstride kaplama, kontrplak, ambalaj malzemesi, yapı malzemesi, mobilya, doğrama, lif ve yonga levha, selüloz ve kâğıt, müzik aletleri üretiminde

kullanılabilmektedir (Yaltırık 1994).

1.4 LİTERATÜR ÖZETİ

Berkel (1961), Deniz içerisinde doğal olarak kullanılacak ağaç malzemenin dayanıklı türlerinden seçilmesi, denizel odun delici hayvanların tahribatına karşı az-çok etkili olabilmektedir. Özellikle eterik yağ ya da silis içeren ağaç türleri dayanım açısından diğerlerine göre daha fazla dayanmaktadırlar. Ülkemizde deniz içi yapı malzemesi olarak yaygın kullanılan çam, meşe, kestane ve servi ağaçları bu zararlılara karşı tamamen korunamamaktadır. Fakat servi ve kestane odununun diğer türlere göre daha fazla dayandıkları belirtilmektedir. Ayrıca, sarıçam ve karaçam iskele direklerinin temiz sularda ortalama 5 yıl, zararlıların yoğun olduğu sularda 2-3 yıl, Haliç'in kirli sularında ise 8-10 yıl dayandığı gözlenmiştir.

Sekendiz (1981), Doğu Karadeniz sularına bırakılan sarıçam, ladin, meşe, kayın ve kestane ağaçları inceleme işlemine tabi tutulmuştur. Yapılan gözlemler ve deneyler sonucunda bu ağaç türlerinin bazı deniz canlılarına karşı dayanıklı olmadığı belirtilmiştir.

Berkel (1970), Ağaç malzemenin beton, metal, ve plastik maddelerle sarılması ya da demir, çinko, bakırdan yapılmış çivilerin ağaç malzemeye sık bir şekilde çakılması da koruma olarak etkili olmaktadır.

Sekendiz (1981), Küçük balıkçı teknelerinin omurga kısımlarının zehirli boyalarla boyanması ya da bu kısımlarının dayanıklı ağaç türlerinden hazırlanmış yalancı omurgalarla takviye edilmesi halen ülkemizin özellikle Karadeniz bölgesinde uygulanan basit koruma yöntemleri arasında yer almaktadır.

Milton (1995), deniz delicileri, tuzlu ve az tuzlu sularda deniz içindeki korumasız ağaç malzemeleri delerek yok eden bir tür deniz canlısıdır. Deniz delicileri en çok deniz içindeki ağaç malzemenin su içerisinde kalan kısmına zarar vermektedir. Bunların zararları sonucunda ağaç malzeme çok kısa bir sürede çürümektedir. Ağaç yüzeylerinde çok küçük tüneller ve yollar açarak ağaç malzemenin kırılmasına neden olurlar. Deniz sularında yapılan testler sonucunda CCA'nın ve kreozotun bazı tür deniz delicilerine karşı ağaç malzemeyi koruduğu kanıtlanmıştır. Bununla birlikte ağaç malzemeyi deniz delicilerinin saldırılarından

engellemenin bir diğerk yolu, plastik malzemelerle ağaç malzemenin kaplanmasıdır. Bu da uzun süreli ağaç malzemeyi denizel zararlardan korumaktadır.

Thomasson vd. (1988), deniz içindeki iskeleler, ahşap tekneler, ahşap yapılar deniz delicileri diye bilenen canlılar tarafından tahrip edilmektedir. Deniz içerisindeki korumasız ağaçlar, bu canlılar tarafından 1 ya da daha kısa bir zaman içinde tahrip edilmektedir. Ağaç malzeme kullanım esnasında, her zaman çeşitli kimyasallarla muamele edilerek kullanılmalıdır. Bunun yanında deniz delicilerine karşı doğal dayanımı yüksek olan ağaç türleri tercih edilmelidir.

Mc Quire (1971), kreozot ile emprenye edilmiş ahşap malzemenin, kullanım yerinde mümkün olabilecek başarısızlık nedenleri olarak; yetersiz retensiyon, kreozotun değişken yapısı ve odun delici organizmanın türü olduğunu ifade etmiştir.

Filipinler’de 6 yıl süren çalışmada, kreozot (192 kg/m^3) ile emprenye edilmiş Douglas göknarının başarısızlığının sebebi olarak, *Martesia* türü odun delici organizmalar gösterilmiştir. Emprenye edilmiş İ.Y.A’ların diğerk başarısız sebepleri Karaib’lerde rapor edilmiştir (Barnacle 1976).

Papua Yeni Gine’de, kreozotun 320 kg/m^3 den daha düşük retensiyonları deniz delicilerine karşı uygun bulunmamıştır (Tamblyn 1971).

Progress Report (2000), Emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzemenin deniz suyuna karşı dayanımını belirlemek için yapılan bu çalışmada çeşitli ağaç malzemeler değişik denizel çevrelere bırakılmış ve deneysel işlemlere maruz bırakılmıştır. Louisiana’daki su içerisindeki örneklerin yaklaşık %90’nı zararlı böcekler tarafından tahrip edilmiş ve ortalama kullanım süresi 27 ay olarak tespit edilmiştir. Mississippi’deki emprenyesiz kontrol örnekleri ise 16-25 ay içerisinde kullanılamaz hale gelmiştir. Douglas göknarı numuneleri ise Mississippi’de ortalama olarak 4 yıl emprenyesiz dayanabilmektedir. Farklı oranlarda çinko arsenik ile muamele edilmiş numuneler ise Zone kanalında 15,5 yıl, Mississippi’de ise 51,5 yıl dayanabilmektedir.

Johnson ve Gutzmer (1984), Kreozotla işlem görmüş ağaç malzemeler, deniz içerisine beklemeye bırakılmıştır. Yapılan gözlemlerde ve çalışmalarda ağaç malzemenin deniz içinde 13-14 yıl bozulmadan dayanabildiği ve bunun tersine, işlem görmemiş ağaç malzeme ise 6-18

ay içerisinde çürümekte ve deniz zararlıları tarafından tahrip edilmekte olduğu belirtilmiştir.

Ibach, yapılan çalışmada bakır ve arseniğin çeşitli bileşenleri ile emprenye edilen ağaç malzeme deniz içerisindeki zararlılara karşı dayanım sağlarken, özellikle çift emprenye edilmiş numuneler deniz zararlılarının tümüne karşı daha etkin bir koruma sağladığı belirtilmiştir.

Sivrikaya (2003), deniz içinde uzun süre kullanılacak ağaç malzemelerin mutlaka emprenye edilerek ağaç malzemenin korunması gerekmektedir. Deniz içinde kullanılan ağaç malzemenin korunmasında bu güne kadar diğer emprenye maddeleri koruma yapmasına nazaran kreozot bu konuda güvenilirliğini kanıtlamış bir emprenye maddesidir. CCA tuzları ile emprenye edilmiş ağaç malzeme de, deniz içinde korumasız olarak kullanılan ağaç malzemeye göre daha iyi dayanım göstermektedir. Kreozotla yeterli derecede emprenye edilmiş ağaç malzeme en az 15-20 yıl, CCA tuzları ile yeterli derecede emprenye edilmiş ağaç malzeme ise 10-15 yıl çürümeden dayanabilmektedir. Ağaç malzemenin korunması olanağı yoksa denizde kullanmak için doğal dayanımı fazla olan ağaç türleri mümkünse öz ve öze yakın diri odun kısımları kullanılmalıdır. Daha önce yapılan çalışmalarda Tanalith-C (CCA) ile emprenye edilmiş sarıçam öz ve diri odununda denizde uzun süre bekletildiğinde ahşap yüzeyinde herhangi bir çürükle karşılaşılmasıdır.

Johnson ve Gutzmer (1990), kreozot, suda çözünen tuzlar ve modifiye polimerler gibi farklı kimyasal maddeler ile emprenye edilmiş ahşap malzemeler deniz içerisinde çürümeden 19 yıl kalabilmişlerdir. Emprenyesiz ahşaplar ise 6-18 ay içinde çürümüşlerdir.

Vind and Noonan (1964), deniz içerisinde kullanılan keresteleri korumak için çeşitli kimyasallarla bir sistem geliştirilmiştir. Deney numuneleri test kimyasalları ile muamele edilerek sıcak deniz suyuna maruz bırakılmıştır. Bakır ve birçok bakır bileşiğinden oluşan bileşimin deney numunelerini deniz suyu içerisinde uzun süre koruduğu belirlenmiştir. Fakat bazı kimyasallar (cıva bileşimleri, organik boyalar, organik böcek kovucular, gümüş tuzları) ağaç malzemeyi korumada uzun süre başarılı olamadığı vurgulanmıştır.

A.B.D.'de kreozot ile emprenye edilmiş iğne yapraklı ağaçların kısa sürede *L. tripunctata* tarafından tahrip edildiği Amerika'da kayıtlara geçmiştir. Yapılan çalışmalarda, kreozot ve kreozot-kömür katranı ile emprenye edilen *Pinus southern* in deniz delicilerine karşı etkili

olmadığı görülmüştür. Düşük retensiyonlarda (128–256 kg/m³) kreozot ve kömür katranı kreozotu ile iğne yapraklı ağaçların emprenyesi sonucu iki yıl içerisinde *Limnoria tripunctata* saldırısı meydana gelmiştir. Daha ileri testlerde, kreozot ve kreozot-kömür katranı (480kg/m³) ile emprenye edilmiş iğne yapraklı ağaçlar 12 yıl sonra *Limnoria*'ların şiddetli saldırısına uğramıştır (Eaton 1985).

Pinus sylvestris örnekleri kreozot, CCA ve sentetik pretroidler ile emprenye edildikten sonra, Avustralya ve Papua Yeni Gine'de üç tropikal bölgede 59 ay, Singapur'da dört bölgede 44 ay süreyle, denizel delicilerin etkili olduğu yerlere maruz bırakıldı. Emprenye edilmemiş örnekler 2 yıl içerisinde tahrip edildi. Tüm bölgelerde kreozot içeren koruyucularla emprenyeli örneklerde *Teredinid* ve *Limnorid* saldırısı görülmezken, *Pholad* ve *Sphaeromatid* zararı hafif ile orta şiddet arasında oldu (Eaton ve Cragg 1995).

K-55 kreozotu ile çift emprenye işlemi yapılan *P.radiata* örnekleri Sidney'de *L. tripunctata* saldırısına karşı iyi bir performans göstermemiştir. Bununla birlikte, HTC ile çift emprenye edilen örnekler 12 yıl sonra hala sağlam durmaktadır. Çift emprenyeli *P.radiata* direkleri (38kg/m³ CCA ya ilave 240kg/m³ HTC) 14 yıl aradan sonra Bowen'de hala hizmet vermektedir. Çift emprenyeli Douglas göknarı ve Southern yellow pine direkleri 22 yıl sonra Hawaii'de hala sağlam olarak durmaktadır (Pendleton ve O'Neill 1986).

Southwell ve Bultman (1971), yaptıkları araştırmada, farklı doğal dayanımlara sahip 14 tropikal ağaç türünü, deniz delicilerine karşı kreozot ile basınçlı emprenye yapmışlardır. Odun yoğunluğu ve lif yapısına bağlı olarak, retensiyonlar 32-736 kg/m³ arasında gerçekleştirildi. Emprenye edilen odun bloklarını, denizel delicilerin aktif olduğu Karaiplerde 4 yıl bekletmeleri sonucu, *Limnoria tripunctata* ve *Martesia striata* türlerini kapsayan *teredinid*, *limnorid* ve *pholad*'ların 21 türü teşhis edildi. Sonuçlar, kreozot ile emprenye edilmiş tropik ağaçlarda 160 kg/m³ ün altındaki retensiyonlarda gerekli korunmanın sağlanmadığını göstermiştir. Kreozot yumuşakçalara karşı etkili olurken, *limnorid* 'lere karşı etkili olamamaktadır. Southwell ve Bultmann, deniz inşaatlarında kullanılmak amacıyla doğal dayanıklılığı olan diğer türler üzerinde de araştırmalar yapılması gerektiğini ifade etmiştir. Apitong (*Dipterocarpus cornutus*) türünün kreozot ile emprenye edilmiş örnekleri Malezya'da deniz zararlılarının aktif olduğu bölgede 10–15 yıl hizmet verebilmektedir.

Suda çözünen tuzlar kullanılarak Avustralya'da, Hindistan'da, Güney Doğu Asya'da ve

Avrupa'da çeşitli denemeler yapılmıştır. Bu denemelerde genellikle bakır-krom-arsenik (CCA) veya amonyaklı bakır arsenik (ACA) kullanılmıştır. İsveç'te 1940'dan beri yapılan denemelerde çinko-krom-arsenik (ZCA) ve çinko-bakır-krom-arsenik (ZCCA) kullanılmıştır (Nylinder-Norman vd. 1974).

Avustralya'da en az 3,2 kg/m³ bakır elementi içeren CCA ile iğne yapraklı ağaçların emprenye edilmesi, kullanım yerlerinde iyi sonuçlar vermiş ve buralarda aktif bir *Sphaeroma* saldırısı görülmemiştir. Yine aynı oranda bakır içeren Boliden K33 (27 kg/m³) ile emprenye edilmiş *P.radiata* örneklerinde, Sidney'de gelgit zonu altında 26 yıl aradan sonra zayıf bir tahribat görülmüştür. 27 kg/m³ Tanalith C (Cu: 2.4 kg/m³) ile emprenyeli benzer örnekler, *Limnoria* ve *Teredinidler* tarafından orta ile ağır derecede bir tahribata uğratıldı (Tamblyn vd. 1978).

Edwin ve Gopalakrishna (2004), deniz içinde kullanılacak kauçuk ağacının, deniz zararlıları tarafından tahribatı incelenmiştir. Bu çalışmada bakır kreozotu, arsenik kreozotu, bakır-krom-arsenik ve kreozotlar seçilerek onların deniz içerisinde bulunan ağaç malzemenin çürümelerini engellemeleri karşılaştırılmıştır. Emprenye edilmiş örnekler, Cochin limanda test alanına bırakılmıştır. Bu sırada deniz içindeki örneklerin deniz zararlıları tarafından tahrip edilmeleri hem görsel olarak hem de mekanik dayanıklılık testleri sonucunda belirlenmiştir. Bu çalışmalar sonunda emprenye edilmeyen örnekler 6 ay içinde çürümeye başlarken emprenyeli örneklerin çürümeleri uzun süre engellenmiştir.

Weiss ve Weis (1996), Sahil şeritlerinin geliştirilmesi sırasında, direk ve kazık gibi birçok odun kökenli malzeme deniz içinde kullanılmaktadır. Ağaç malzemeler bu bölgelerde kullanımı esnasında birçok deniz canlıları tarafından tahrip edilmektedir. Bu nedenle bunlara karşı koruyucular geliştirilmektedir. A.B.D.'de yapılan çalışmaların çoğunda deniz içerisinde kullanılan ahşap malzemenin korunmasında CCA tercih edilmiştir. CCA, ağaca basınç yöntemi ile nüfuz ettirilmiş ve deney alanına bırakılmıştır. Çalışmalar sonucunda CCA'nın deniz içinde kullanılan ağaç malzemeyi uzun süre koruduğu gözlemlenmiştir.

Arntzen ve Winandy (1994), Ağacın çürümmesine ve zarar görmesine etki eden etmenlerin başında sıcaklık ve nem gelmektedir. Çürüme, bir yapıda istenmeyen bir durumdur. Çünkü dayanıklılık özelliklerini hızla düşürmektedir. Çeşitli koruyucu kimyasalların kullanılması ağaç malzemenin çürümelerini ve bozulmasını engellemektedir. Böcekler, bazı ağaç zararlıları,

mantarlar ve denizel zararlılar ağaç malzemenin mekaniksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Tüm bu zararların oluşumu, mekanik bariyerler, doğal dayanıklı malzemeler, çeşitli kimyasal maddeler kullanarak engellenebilmektedir.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOT

2.1 MATERYAL

2.1.1 Ağaç Malzeme Temini

Bu çalışmada kullanılan ağaçlardan Sarıçam, Kastamonu ilinden; Karaçam, Zonguldak ilinden; Gökmar, Bartın ilinden temin edilmiştir. Materyal seçiminde ağacın budaksız olmasına, böcek ve mantar zararlarına uğramamış olmasına özen gösterilmiştir.

2.1.2 Deney Örneklerinin Hazırlanması

Çalışma için temin edilen tomruklar özel bir atölyede şerit testere ile biçildikten sonra TS EN 275 standardına göre 2,5x7,5x20 cm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır. Örneklerin geniş yüzeyleri teğet yönde olacak şekilde ayarlanmıştır. Sarıçam ve Gökmar diri odunlarından örnek alınmıştır. Karaçam'dan ise çok dar bir diri oduna sahip olduğu için öz odundan örnek hazırlanmıştır.

2.1.3 Emprenye Maddesi

Çalışmada Tanalith-E emprenye maddesi kullanılmıştır. Örnekler özel bir tesiste emprenye edilmiştir ve emprenye maddesi tüm deneylerde % 2,36 konsantrasyonda kullanılmıştır.

2.2 METOT

2.2.1 Örneklerin Emprenye İşlemleri

Tez çalışmasında uygulanan emprenye işlemleri özel bir emprenye tesisinde Dolu Hücre

(Bethell) Yöntemi'ne göre gerçekleştirilmiştir. Hava kurusu haldeki odun örnekleri, emprenye kazanı içerisine yerleştirildikten sonra 30 dk. süreyle 600 mm Hg düzeyine eşdeğer ön vakum işlemine tabii tutulmuştur. Bu işlem sonunda çözelti hazırlama kazanındaki emprenye maddesi vakum etkisiyle odun örneklerinin bulunduğu emprenye kazanına sevk edilmiştir. Emprenye kazanı tamamen kimyasal madde ile dolduktan sonra vakum kapatılarak basınç işlemine başlanmıştır ve 8-14 bar 60 dk. süreyle basınç işlemi uygulanmıştır. Bu süre sonunda emprenye işlemine son verilmiş, emprenye maddesi emprenye kazanından geri alınmıştır.

2.2.2 Retensiyon Miktarı ve Retensiyon Oranı

Suda çözünen tuzlar grubundan olan Tanalith-E emprenye maddesi için retensiyon miktarı Formül 2.1 ile hesaplanmıştır (ASTM D 1758-96; Bozkurt vd. 1993).

$$\text{Retensiyon} = G \times C \times 10 / V \quad (\text{kg/m}^3) \quad (2.1)$$

G : örnek tarafından absorbe edilen emprenye maddesi çözelti miktarı (g)

C : emprenye maddesi çözeltisinin konsantrasyonu (%)

V : örnek hacmi (cm³)

2.2.3 Fiziksel Özellikler

2.2.3.1 Tam Kuru Özgül Ağırlık

Tam kuru özgül ağırlığın belirlenmesi için 20x20x30 mm boyutlarında örnekler kullanılmıştır. Tam kuru özgül ağırlık (Q₀) tayini için, örnekler etüvde 103±2 °C sıcaklık derecesinde ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Tam kuru hale gelen örnekler, fırından çıkarılarak içerisinde CaCl₂ bulunan desikatörde soğutulduktan sonra 0,001 g duyarlıklı elektronik terazide tartılmışlardır. Örneklerin boyutları dijital kumpasla ölçülerek hacimleri hesaplandıktan sonra, tam kuru özgül ağırlıkları Formül 2.2 ile hesaplanmıştır.

$$Q_0 = M_0 / V_0 \quad (\text{g/cm}^3) \quad (2.2)$$

2.2.4 Deniz Denemeleri

Deniz denemelerinde TS EN 275 standardına göre 25x75x200 mm boyutlarında, her ağaç türü ve kimyasal madde için 8'er adet örnek kullanılmıştır. Deniz ortamına bırakılacak olan emprenyeli ve kontrol örnekleri için deney düzenekleri hazırlanmıştır. Bu düzeneklerin hazırlanmasında; standart boyutlardaki deney örneklerinin geniş yüzeylerine gelecek şekilde tam ortalarından matkap ile 1 cm çapında delikler açılmıştır. Açılan bu deliklerden deniz ortamında çürümeye ve kopmaya karşı dayanıklı ipler geçirilmiş ve Şekil 2.1'deki gibi bir düzenek oluşturulmuştur. Ahşap örneklerin birbirlerinin üzerine oturmaması için örnekler arasında 1'er adet düğüm atılmıştır. Oluşturulan düzeneğin deniz ortamında batmasını sağlamak için, düzeneğin uç kısmına 7 kg ağırlığında beton bağlanmıştır.

Deneme alanı olarak Amasra Askeri iskelesi kullanılmıştır. Düzenek standartlara uygun olarak, yüzeyden 6 m aşağıda olacak şekilde ve orta seviyedeki bir yüksekliğin içerisine bırakılmıştır. Amasra Bölgesi'ne ait 01.06.2007-31.08.2008 dönemi deniz suyu sıcaklık ortalamaları aylara göre Tablo 2.1'de verilmektedir.



Şekil 2.1 Deniz denemesi için hazırlanan düzenek

Tablo 2.1 Amasra Bölgesi'ne ait 01.06.2007-31.08.2008 dönemi deniz suyu sıcaklık ortalamaları

Aylar	Deniz Suyu Sıcaklığı (°C)
Haziran 2007	18,9
Temmuz 2007	22,5
Ağustos 2007	24,7
Eylül 2007	23,0
Ekim 2007	18,8
Kasım 2007	14,4
Aralık 2007	10,8
Ocak 2008	7,5
Şubat 2008	6,8
Mart 2008	9,2
Nisan 2008	11,4
Mayıs 2008	15,5
Haziran 2008	19,7
Temmuz 2008	21,3
Ağustos 2008	23,2
Ortalama	16,5

2.2.5 Organizma Teşhisi

Tahribata uğramış örneklerden elde edilen organizmaların teşhisi stereo mikroskop ile yapılmıştır. Teredinidae familyasına ait deniz zararlılarının teşhisi canlı organizmaların kuyruk kısımlarında bulunan palet'in şekli ve yapısına göre yapılmaktadır. Bu amaçla ahşap panellerin iç kısımlarından metal pens ile hassas şekilde çıkarılan paletler petri kaplarında %99'luk etil alkol içerisinde muhafaza edilmiş daha sonra mikroskop altında Turner (1971a) tarafından belirtilen sistematik yöntemle göre teşhis edilmiştir.

2.2.5.1 Ahşap Panellerden Toplanan Kabuk'lar (Organizma baş kısmı)

Sarıçam, karaçam ve göknar panelleri içerisinde toplanan kabuklar önce %99'luk etil alkol bulunan cam şişeler içerisinde muhafaza edilmiştir. Daha sonra her bir panelde bulunan

kabuklar sayı olarak kaydedilmiş, dijital kumpas ile çapları ölçülerek ortalama değerler hesaplanmıştır.

2.2.5.2 Ahşap Panellerden Toplanan Palet'ler (Organizma kuyruk kısmı)

Sarıçam, karaçam ve göknar panelleri içerisinde toplanan paletler önce %99'luk etil alkol bulunan cam şişeler içerisinde muhafaza edilmiştir. Daha sonra her bir panelde bulunan paletler sayı olarak kaydedilmiş, dijital kumpas ile boyları ölçülerek ortalama değerler hesaplanmıştır.

2.2.6 Organizmaların Yol Açtığı Tahribat Derecesine Göre Oranlama

Bu değerlendirme şekli deniz zararlılarının ahşap paneller içinde açtığı tünellerin oranının tüm ahşap yüzeye oranı dikkate alınarak TS EN 275'e göre yapılmaktadır. Tablo 2.2'de yapılan değerlendirmenin ayrıntıları verilmiştir.

Tablo 2.2 Ahşap panellerdeki tahribat miktarı oran tablosu.

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 olmaz
2	Tahribat orta seviyede	Tüneller, numune yüzey alanının %25'inden fazla olmaz
3	Şiddetli tahribat	Tüneller, numune yüzey alanının %25'i ile %50'si arasındadır
4	Tam tahribat	Tüneller, yüzey alanının %'50 sinden fazla yer kaplar

2.2.7 Ağırlık Kaybı Tayini

Ahşap panellerin deniz testine bırakılmadan önce hava kurusu haldeki ağırlıkları hassas terazide tartılarak kaydedilmiştir. Deniz testi sonrası örnekler kırılarak içlerindeki biyolojik

inceleme yapılmış ve organizmaların oluşturduğu beyaz kalkerli tabakalar kazınarak tamamen temizlenmiştir. Daha sonra örnekler hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuş ve ağırlıkları belirlenmiştir. Ağırlık farkları hesap edilerek ağırlık kaybı gr ve % olarak tespit edilmiştir.

2.2.8 Kimyasal Özellikler

Araştırmada kullanılan ağaç türlerinde rutubet, alkol, holoselüloz, -selüloz, lignin, sıcak su ve soğuk su çözünürlüğü deneyleri yapılmıştır.

2.2.8.1 Rutubet Tayini

Yapılan çalışmalar esnasında kullanılan materyallerin rutubet tayinleri deneye başlamadan önce yapılmıştır. Rutubet tayinlerinde, hücre çeperi ana bileşenleri ve çözünürlük deneylerinde kullanılan 60 mesh'lik örnekler kullanılmıştır.

Rutubet tayinleri TS 2471'e göre yapılmıştır. Buna göre 5g örnek hassas terazide tartımı yapılarak ilk ağırlık belirlenmiş ve 103 ± 2 °C sıcaklıktaki etüve konan örnek tam kuru ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan örnekler desikatörde soğutulmuş ve hassas terazide tartılarak tam kuru ağırlıkları (M_o) belirlenmiştir. Örneklerin içerdikleri % rutubet miktarları Formül 2.3'ten faydalanılarak hesaplanmıştır (Ay 1994).

$$r = (M_r - M_o / M_o) \times 100 \quad (2.3)$$

r : Örneğin rutubeti (%)

M_r : Örneğin rutubetli haldeki ağırlığı (g)

M_o : Örneğin tam kuru haldeki ağırlığı (g)

2.2.8.2 Alkol Çözünürlüğü

Alkol çözünürlüğü, TAPPI T204 om-97 standardına uygun olarak yaklaşık 2 g hava kurusu örnek soxhlet cihazında bir kısım alkol (350 ml etanol) ile 6 saat süre ile ekstraksiyona tabi tutularak gerçekleştirilmiştir. Süre sonunda odun örnekleri etüv içerisinde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Bu işlemden sonra örnekler desikatöre alınarak soğutulup

tartılmıştır. Bu şekilde odun içerisindeki yağ, tanen ve diğer benzeri bileşenlerin miktarları belirlenmiştir. Örnekten ekstrakte edilen kısım Formül 2.4 ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Alkol } \text{çözünürlüğü} = [(K - L) / K] \times 100 \quad (2.4)$$

K : Ekstraksiyon öncesi tam kuru örnek ağırlığı

L : Ekstraksiyon sonrası tam kuru örnek ağırlığı



Şekil 2.2 Alkol çözünürlüğü deneyi.

2.2.8.3 Holoselüloz Tayini

Holoselüloz oranının belirlenmesinde Wise ve arkadaşları (1945) tarafından geliştirilen klorit yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemin tercih edilmesinin nedeni, klorlama ve ClO_2 yöntemine oranla ligninle birlikte daha az oranda karbonhidrat uzaklaştırılmasıdır. Klorit yönteminin uygulanması ile % 2-4 oranında lignin karbonhidrat bünyesinde kalmaktadır. Karbonhidrat kaybı olmadan ligninin tamamını uzaklaştırma mümkün olamayacağı için mevcut yöntemler arasında holoselülozu tam olarak belirleyebilen bir yöntem bulunmamaktadır (Browning 1967).

Bu çalışma sırasında holoselüloz miktarı belirlenecek alkol ekstraksiyonuna uğratılmış 2,5 g hava kurusu örnek, 80 ml saf su, 0,75 g sodyum klorit (NaClO_2) ve 5 damla (0,25 ml) buzlu asetik asitle ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) birlikte 250 ml'lik erlenmayere konulup bir saat süre ile 78-80 °C'deki su banyosunda tutulmuştur. Örnek konulan erlenmayerin ağzı ters çevrilmiş daha küçük bir erlenmayerle kapatılmış ve reaksiyon süresince arada bir erlen karıştırılmıştır. Her bir saat sonunda yeniden 0,75 g sodyum klorit ve 5 damla (0,25 ml) buzlu asetik asit ilave edilmiş olup bu işlem üç kez tekrarlanmıştır. Daha sonra erlendeki süspansiyon bir buz banyosunda hemen soğutulmuş ve bir cam krozeden süzülmüştür. Kalıntı önce asetonla, daha sonra soğuk destile su ile tekrar tekrar yıkanmış, 103 ± 2 C°'de kurutularak, tartılmıştır. Holoselüloz miktarı Formül 2.5 ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Holoselüloz} = (A/B) \times 100 \quad (2.5)$$

A : Deney sonrası tam kuru örnek ağırlığı

B : Tam kuru örnek ağırlığı

2.2.8.4 Alfa Selüloz Tayini

Bu çalışmada % 17,5'lik NaOH (20 °C) muamelesine dayanan alkali yöntemi kullanılmıştır. % 17,5'lik NaOH'te çözünmeyen kısım - selüloz, çözünen kısmın nötralleştirilmesinde çökelen kısım β - selüloz ve çökelmeyen kısım da γ - selüloz olarak bilinmektedir.

% 17,5'lik NaOH yönteminde 2 g holoselüloz örneği alınarak 250 ml'lik beher içerisine koyulmuştur. Daha sonra üzerine % 17,5'lik NaOH çözeltisinden 10 ml ilave edilmiş ve beher 20 °C'ye ayarlanmış bir su banyosuna yerleştirilmiştir. Cam bagetle karıştırılarak örneklerin hepsinin NaOH ile ıslatılması sağlanmıştır. İlk % 17,5'lik NaOH ilavesinden 5 dakika sonra 5 ml daha NaOH çözeltisi ilave edilmiş ve örnek iyice karıştırılmıştır. Bu işlem 5'er dakika ara ile 3 kez tekrarlanmıştır. Karışım 20 C°'de 30 dakika bekletildikten sonra üzerine 33 mL destile su ilave edilerek alkali konsantrasyonu % 8,3'e indirilmiş ve 1 saat bekletilmiştir. Süre sonunda örnek orta geçirgenlikteki darası alınmış bir krozeden süzülerek önce 20 °C'deki % 8,3'lük 100 ml NaOH ile ve ardından da 20 °C'deki destile su ile iyice yıkanmıştır. Daha sonra oda sıcaklığındaki % 10'luk 15 ml asetik asit krozeye dökülerek 3 dakika bekletilmiştir. Süre bitiminde örnek 20 C°'deki destile su ile asitten arınana kadar yıkanmıştır. Son olarak örnek 250 ml destile su ile vakum açılıp kapatılmak suretiyle yıkanmıştır. İşlemlerin ardından

örnek 103 ± 2 C°'de kurutularak tartılmış ve α - selüloz Formül 2.6'dan yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \alpha - \text{Selüloz} = \frac{[(A / B) \times 100] \times \% \text{Holoselüloz}}{100} \quad (2.6)$$

A : Deney sonrası tam kuru örnek ağırlığı

B : Tam kuru örnek ağırlığı



Şekil 2.3 Alfa selüloz tayini deneyi.

2.2.8.5 Lignin Tayini

Lignin tayini için önce numunelerde ligninle beraber çözünmeden kalan bazı ekstraktiflerin uzaklaştırılması gerekmektedir. Bunun için örneklere standart alkol ekstraksiyonu uygulanmıştır. Lignin miktarının belirlenmesinde TAPPI T211 standart metodu

uygulanmıştır. Lignin tayini için önceden alkol ekstraksiyonuna uğratılmış hava kurusu örneklerden 1g alınarak bir behere aktarılmıştır. Üzerine 15 ml % 72'lik sülfürik asit (H₂SO₄) dökülerek 12–15 °C sıcaklıkta 2 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda beher içerisindeki karışım 1 lt'lik erlenmayere aktarılmıştır. Asit konsantrasyonu % 3 olacak şekilde erlendeki sıvı miktarı destile su ile seyreltilmiştir. Daha sonra bu karışım bir soğutucu altında 4 saat süre ile kaynatılmıştır. Bu işlemden sonra kalıntı krozeden süzülerek sıcak saf su ile yıkanmıştır. Elde edilen kalıntı 103±2 °C'deki etüv içerisinde kurutulmuştur. Daha sonra etüvden alınıp desikatörde soğutularak tartılmış ve Formül 2.7 ile lignin miktarı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Lignin} = (A/B) \times 100 \quad (2.7)$$

A : Deney sonrası tam kuru örnek ağırlığı

B : Tam kuru örnek ağırlığı



Şekil 2.4 Lignin tayini deneyi.

2.2.8.6 Sıcak Su Çözünürlüğü

Sıcak suda çözünürlük deneyi için TAPPI T207 om-99 standart yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde göre daha önceden rutubeti belirlenmiş yaklaşık 2 g hava kurusu örnek 200 ml'lik

erlenmayere konularak üzerine 100 ml destile su ilave edilmiştir. Erlenmayer geri dönüşümlü bir soğutucu altında 100 °C’de 3 saat süre ile kaynatılmıştır. Bundan sonra örnekler 103±2 °C’de tam kuru ağırlığı belirlenmiş krozeden süzölmüştür. Krozedeki kalıntılar sıcak su ile yıkanarak 103±2 °C’deki etöv içerisinde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Numuneler kurutulduktan sonra desikatöre alınarak soğutulup tartılmıştır. Çözünen madde miktarı Formöl 2.8 ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Sıcak su çözünürlüğü} = [(K - L) / K] \times 100 \quad (2.8)$$

K : Ekstraksiyon öncesi tam kuru örnek ağırlığı

L : Ekstraksiyon sonrası tam kuru örnek ağırlığı

2.2.8.7 Soğuk Su Çözünürlüğü

TAPPI T207 om-99 standardına uygun olarak yaklaşık 2 g hava kurusu örnek 500 ml’lik erlenmayere yerleştirilmiş ve 300 ml destile su ilave edilmiştir. Bu karışım 23±2 °C’de 48 saat süre ile zaman zaman karıştırmak suretiyle bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda örnek darası alınmış krozeden süzölmüş ve 103±2 °C’de etöv içerisinde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Daha sonra kurutulan örnek desikatöre alınarak soğutulup tartılmıştır. Soğuk suda çözünen miktar Formöl 2.9 ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Soğuk su çözünürlüğü} = [(K - L) / K] \times 100 \quad (2.9)$$

K : Ekstraksiyon öncesi tam kuru örnek ağırlığı

L : Ekstraksiyon sonrası tam kuru örnek ağırlığı

BÖLÜM 3

BULGULAR

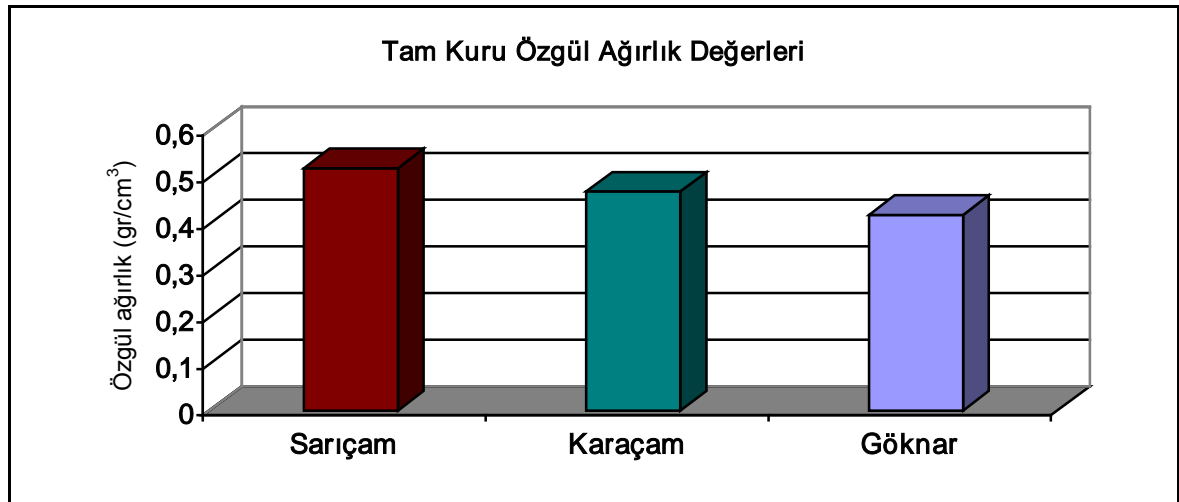
3.1 ÖZGÜL AĞIRLIKLARA AİT BULGULAR

3.1.1 Tam Kuru Özgül Ağırlık Değerleri

Odunların tam kuru özgül ağırlık ($r = \%0$) değerlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Tablo 3.1’de, ortalama değerler ise Şekil 3.1’de verilmektedir.

Tablo 3.1 Tam kuru özgül ağırlık değerleri.

Ağaç Türü	n = örnek sayısı	Ortalama (g/cm^3)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	10	0,52	0,46	0,56	0,03
Karaçam	10	0,47	0,43	0,51	0,03
Gök nar	10	0,42	0,40	0,45	0,02



Şekil 3.1 Tam kuru özgül ağırlık ortalama değerleri.

3.2 RETENSİYON MİKTARLARINA AİT BULGULAR

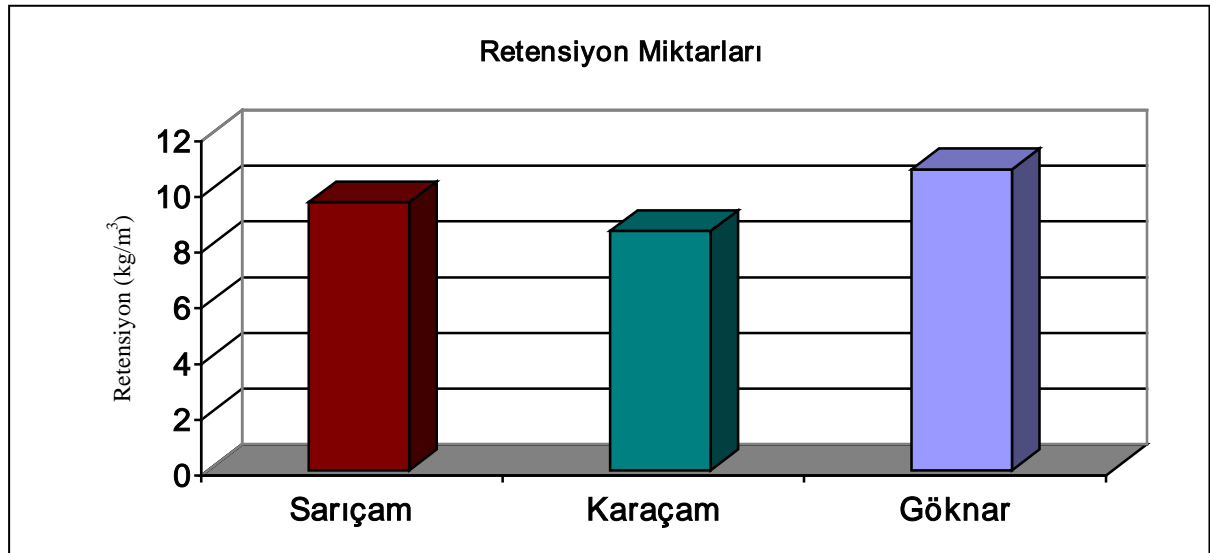
Suda çözünen tuzlardan Tanalith-E ile emprenye işlemi yapılan örneklerde retensiyon miktarları hesaplanmıştır.

3.2.1 Tanalith-E ile Emprenyeli 7 Aylık Örneklerin Retensiyon Miktarları

Tanalith-E ile Emprenyeli odunların retensiyon değerlerine ilişkin istatistiki sonuçlar Tablo 3.2’de, ortalama değerler ise Şekil 3.2’de verilmektedir.

Tablo 3.2 Tanalith-E ile emprenyeli odunların retensiyonlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar.

Ağaç Türü (n=8)	Ortalama (kg/m ³)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	9,62	8,50	10,76	0,69
Karaçam	8,59	7,57	10,45	0,91
Gök nar	10,81	8,57	12,57	1,15



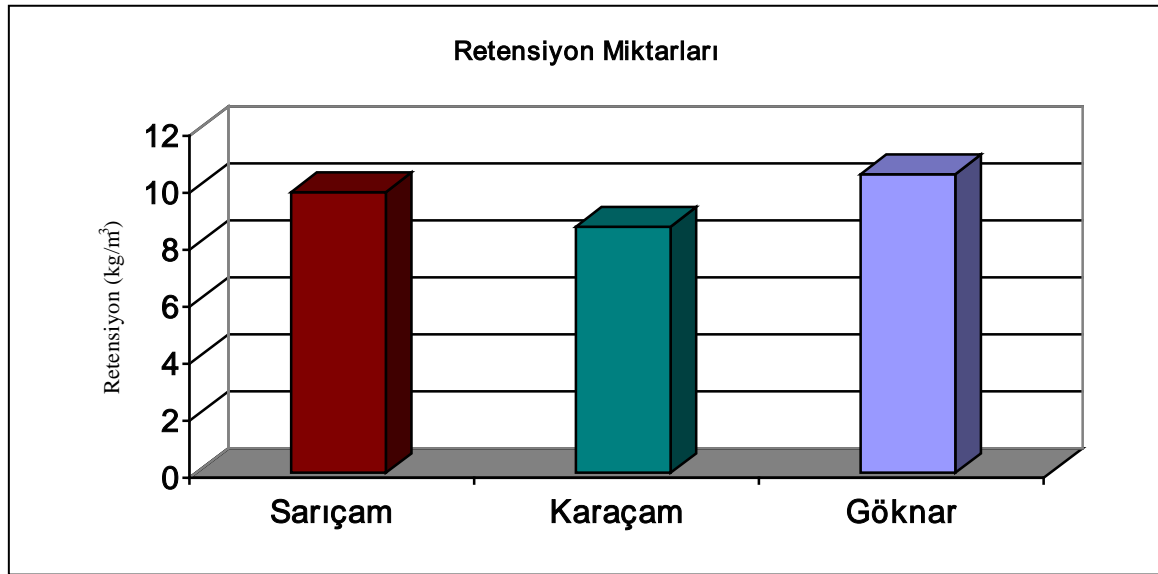
Şekil 3.2 Tanalith-E ile emprenyeli odunların retensiyonlarına ait ortalama değerler.

3.2.2 Tanalith-E ile Emprenyeli 14 Aylık Örneklerin Retensiyon Miktarları

Tanalith-E ile Emprenyeli odunların retensiyon değerlerine ilişkin istatistiki sonuçlar Tablo 3.3'te, ortalama değerler ise Şekil 3.3'te verilmektedir.

Tablo 3.3 Tanalith-E ile emprenyeli odunların retensiyonlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar.

Ağaç Türü (n=8)	Ortalama (kg/m ³)	Minimum	Maksimum	St. Sp.
Sarıçam	9,85	9,14	10,72	0,59
Karaçam	8,64	7,83	9,53	0,72
Göknar	10,49	8,90	11,78	0,85



Şekil 3.3 Tanalith-E ile emprenyeli odunların retensiyonlarına ait ortalama değerler.

3.3 DENİZ DENEMELERİNE AİT BULGULAR

Batı Karadeniz Bölgesi'nde (Amasra) gerçekleştirilen deniz denemelerinde, ahşap kontrol örneklerinin tamamında, emprenye edilmiş örneklerin ise bir kısmında *Teredo navalis* odun delici zararlısına rastlanmıştır. Organizma teşhisi ve zararına ilişkin biyolojik araştırmalar Bartın Üniversitesi Orman Fakültesinde Odun Koruma ve Uygulama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te 7 ay boyunca denizde bekletilmiş örnekler görülmektedir. İçleri açılmış örneklerin tümü ekler kısmında verilmiştir.



Şekil 3.4 7 ay süre ile denizde bekletilmiş ahşap kontrol panelleri.



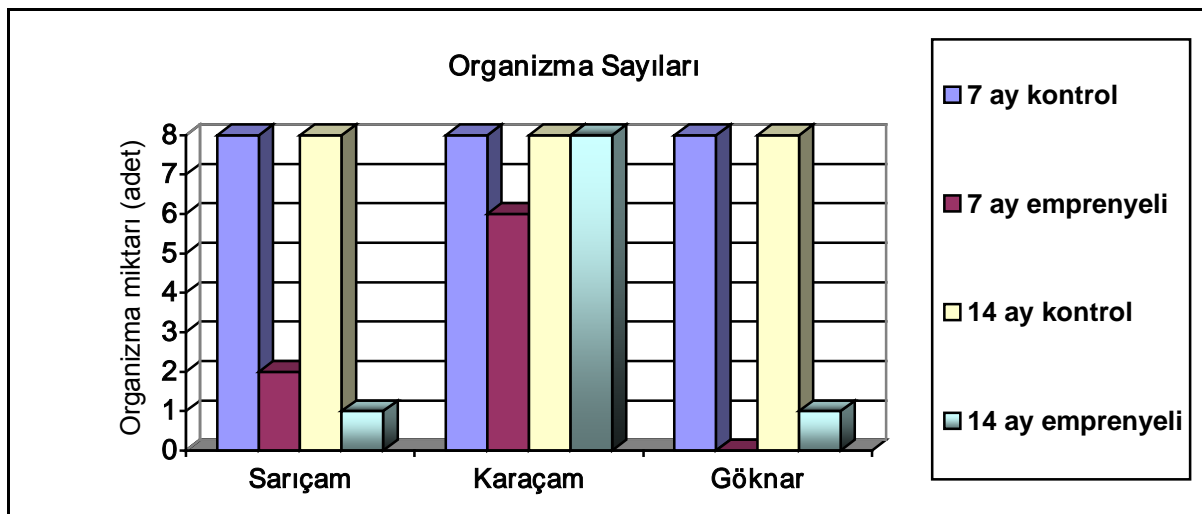
Şekil 3.5 7 ay süre ile denizde bekletilmiş emprenyeli ahşap paneller.

3.3.1 Organizmalara Ait Bulgular

Gerçekleştirilen deniz denemelerinde sadece *Teredo navalis* odun delici zararlısına rastlanmıştır. Tablo 3.4'te ve Şekil 3.6'da ahşap deniz panellerine ilişkin bilgiler verilmektedir.

Tablo 3.4 Deniz testi yapılmış ahşap panellere ait bilgiler.

Örnek (n=8)		Organizma saldırısı görülen panel sayısı	Organizma türü
Sarıçam 7 ay	Kontrol	8	<i>Teredo navalis</i>
	Emprenyeli	2	<i>Teredo navalis</i>
Karaçam 7 ay	Kontrol	8	<i>Teredo navalis</i>
	Emprenyeli	6	<i>Teredo navalis</i>
Gökknar 7 ay	Kontrol	8	<i>Teredo navalis</i>
	Emprenyeli	---	-----
Sarıçam 14 ay	Kontrol	8	<i>Teredo navalis</i>
	Emprenyeli	1	<i>Teredo navalis</i>
Karaçam 14 ay	Kontrol	8	<i>Teredo navalis</i>
	Emprenyeli	8	<i>Teredo navalis</i>
Gökknar 14 ay	Kontrol	8	<i>Teredo navalis</i>
	Emprenyeli	1	<i>Teredo navalis</i>



Şekil 3.6 Deniz testi sonrası organizma zararına uğramış panel sayıları.

Aşağıda Şekil 3.7’de *Teredo navalis* odun delici zararlısı, Şekil 3.8’de zararlıya ait palet ve Şekil 3.9’da zararlıya ait kabuk (shell) görülmektedir.



Şekil 3.7 *Teredo navalis*



Şekil 3.8 Palet



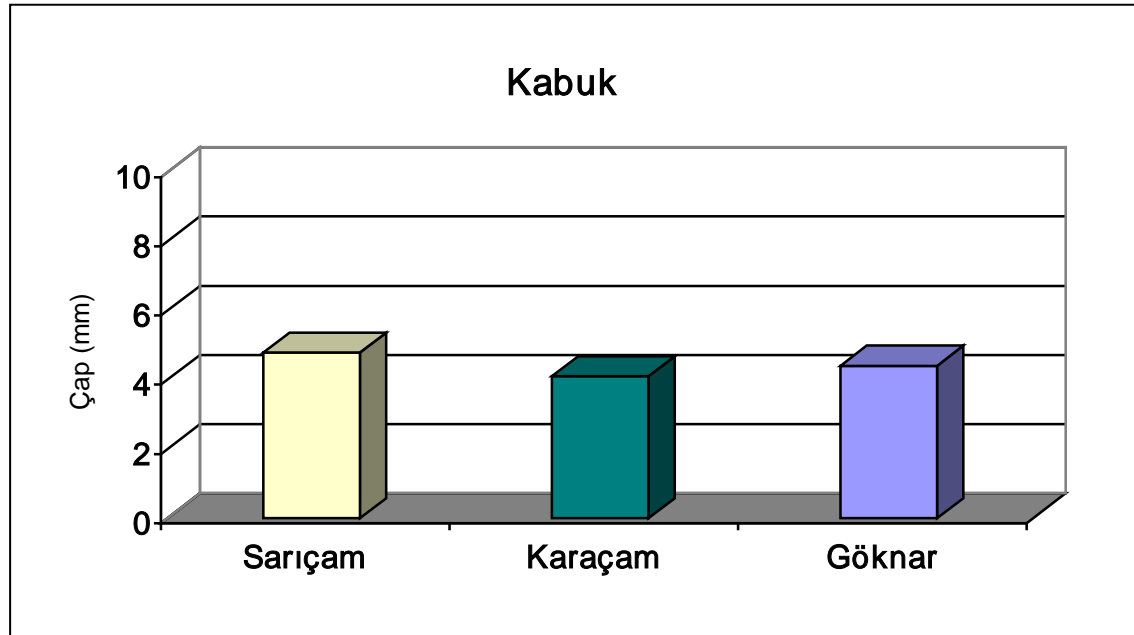
Şekil 3.9 Kabuk

3.3.1.1 7 Aylık Kontrol Panellerinden Toplanan Kabuklara (shell) Ait Bulgular (organizma baş kısmı)

Deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gök nar kontrol panellerinden toplanan kabuklara ait veriler Tablo 3.5'te, grafik olarak ise Şekil 3.10'da verilmektedir.

Tablo 3.5 7 aylık kontrol panellerinden toplanan kabuklara ait toplam miktar ve çap değerleri.

Örnek (n=8)	Toplam miktar (adet)	Ortalama çap (mm)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	37	4,79	3,19	6,57	0,97
Karaçam	17	4,10	2,59	5,98	0,83
Gök nar	38	4,41	2,50	6,40	1,08



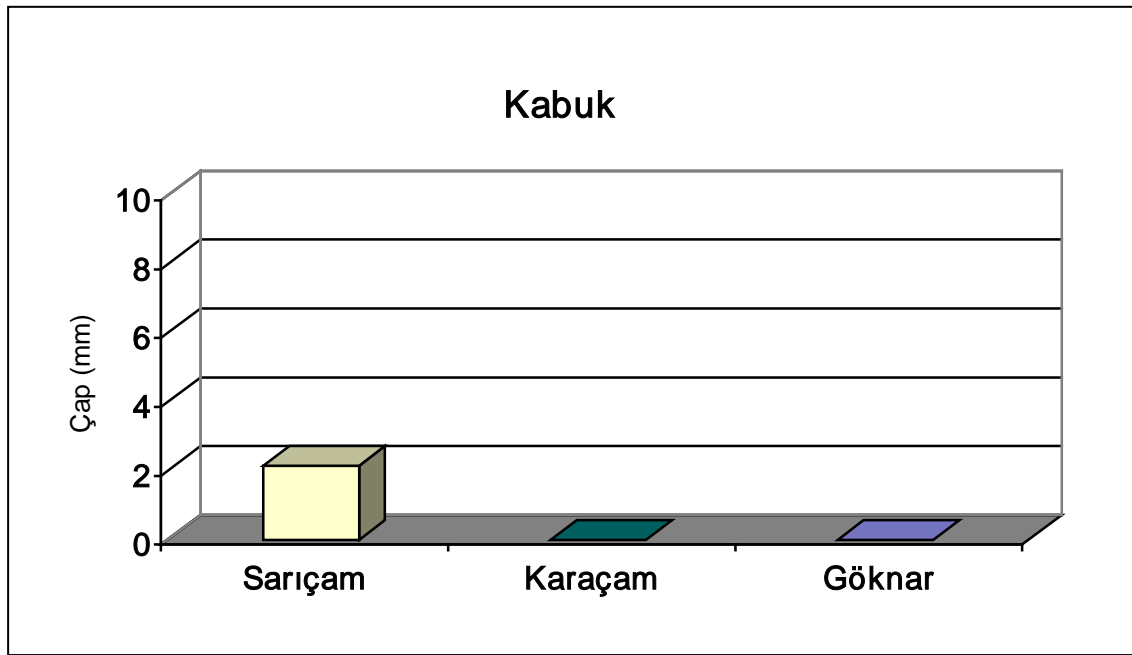
Şekil 3.10 7 aylık kontrol panellerinden toplanan kabukların ortalama çap verileri.

3.3.1.2 7 Aylık Emprenyeli Panellerden Toplanan Kabuklara Ait Bulgular

Deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gök nar emprenyeli panellerinden toplanan kabuklara ait veriler Tablo 3.6'da, grafik olarak ise Şekil 3.11'de verilmektedir.

Tablo 3.6 7 aylık emprenyeli panellerden toplanan kabuklara ait toplam miktar ve çap değerleri.

Örnek (n=8)	Toplam miktar (adet)	Ortalama ap (mm)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	1	2,15	2,15	2,15	0
Karaçam	-	-	-	-	-
Gök nar	-	-	-	-	-



Şekil 3.11 7 aylık emprenyeli panellerden toplanan kabukların ortalama çap verileri.

3.3.1.3 14 Aylık Kontrol Panellerinden Toplanan Kabuklara Ait Bulgular

Deniz testi sonrası 14 aylık kontrol panellerinde kabuk bulunamamıştır. Organizmaların gövde ve kabuk kısımları yok olmuştur.

3.3.1.4 14 Aylık Emprenyeli Panellerden Toplanan Kabuklara Ait Bulgular

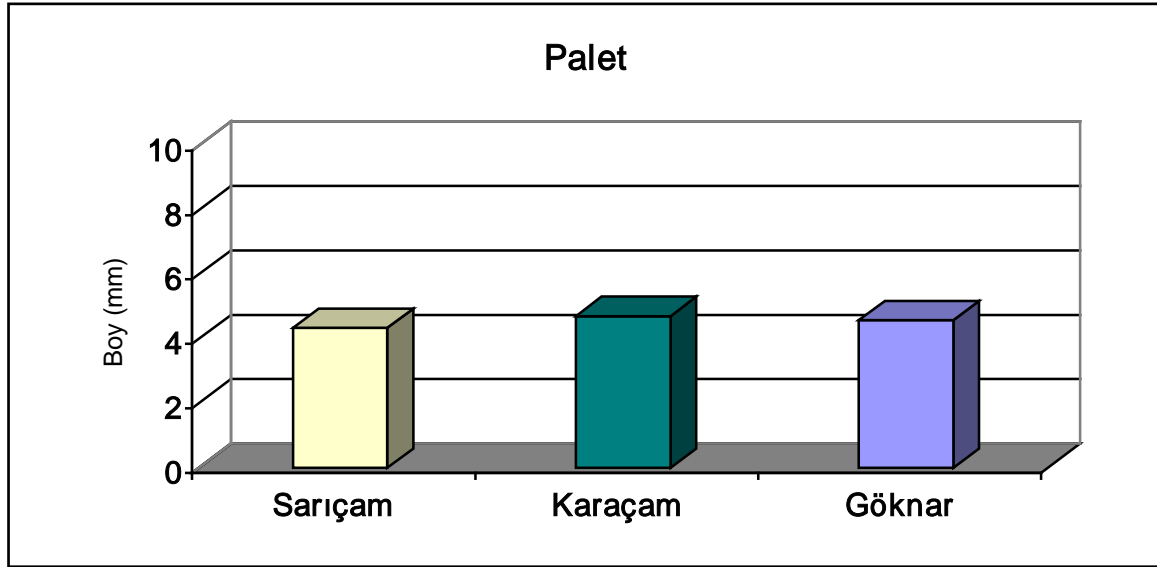
Deniz testi sonrası 14 aylık emprenyeli panellerde kabuk bulunamamıştır. Organizmaların gövde ve kabuk kısımları yok olmuştur.

3.3.1.5 7 Aylık Kontrol Panellerinden Toplanan Paletlere Ait Bulgular (organizma kuyruk kısmı)

Deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gök nar kontrol panellerinden toplanan paletlere ait veriler Tablo 3.7’de, grafik olarak ise Şekil 3.12’de verilmektedir.

Tablo 3.7 7 aylık kontrol panellerinden toplanan paletlere ait toplam miktar ve boy değerleri.

Örnek (n=8)	Toplam miktar (adet)	Ortalama boy (mm)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	94	4,35	1,32	7,59	1,44
Karaçam	121	4,71	2,15	7,60	1,05
Gök nar	117	4,58	2,29	7,46	1,17



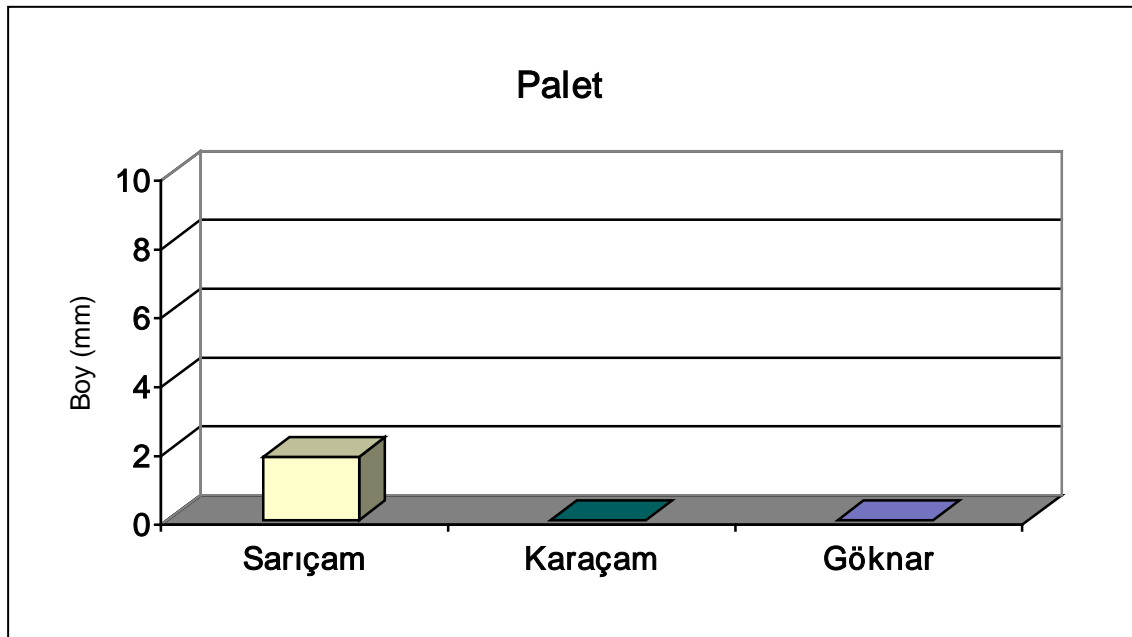
Şekil 3.12 7 aylık kontrol panellerinden toplanan paletlerin ortalama boy verileri.

3.3.1.6 7 Aylık Emprenyeli Panellerden Toplanan Paletlere Ait Bulgular

Deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gök nar emprenyeli panellerinden toplanan paletlere ait veriler Tablo 3.8’de, grafik olarak ise Şekil 3.13’te verilmektedir.

Tablo 3.8 7 aylık emprenyeli panellerden toplanan paletlere ait toplam miktar ve boy değerleri.

Örnek (n=8)	Toplam miktar (adet)	Ortalama boy (mm)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	2	1,83	1,83	1,83	0
Karaçam	-	-	-	-	-
Gökmar	-	-	-	-	-



Şekil 3.13 7 aylık emprenyeli panellerden toplanan paletlerin ortalama boy verileri.

7 aylık emprenyeli gökmar panellerinde zarara rastlanmamıştır. 7 aylık emprenyeli karaçam panellerinde ise zarara rastlanmasına rağmen palet bulunamamıştır.

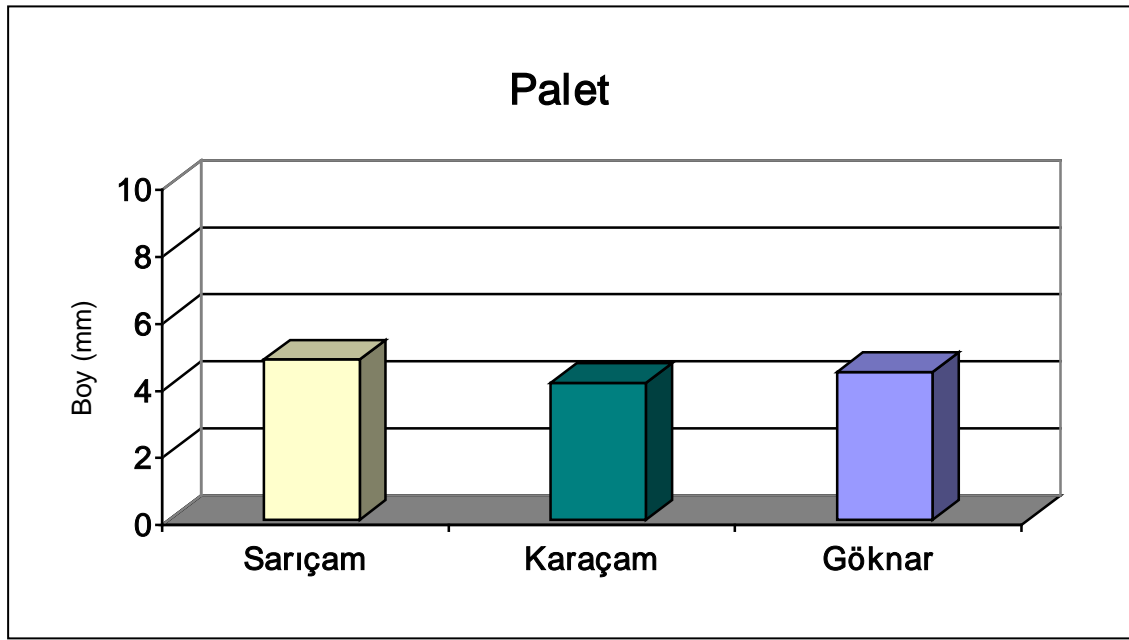
3.3.1.7 14 Aylık Kontrol Panellerinden Toplanan Paletlere Ait Bulgular

Deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gökmar kontrol panellerinden toplanan paletlere ait veriler Tablo 3.9’da, grafik olarak ise Şekil 3.14’te verilmektedir.

14 aylık kontrol panellerinden gökmar türüne ait 1 adet panel kayıptır. Veriler değerlendirilirken gökmar türü 7 adet panel üzerinden değerlendirilmiştir.

Tablo 3.9 14 aylık kontrol panellerinden toplanan paletlere ait toplam miktar ve boy değerleri.

Örnek (n=8)	Toplam miktar (adet)	Ortalama boy (mm)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	195	4,63	2,28	7,82	1,17
Karaçam	178	4,51	2,10	7,44	0,89
Gök nar	156	4,26	2,28	6,44	0,97



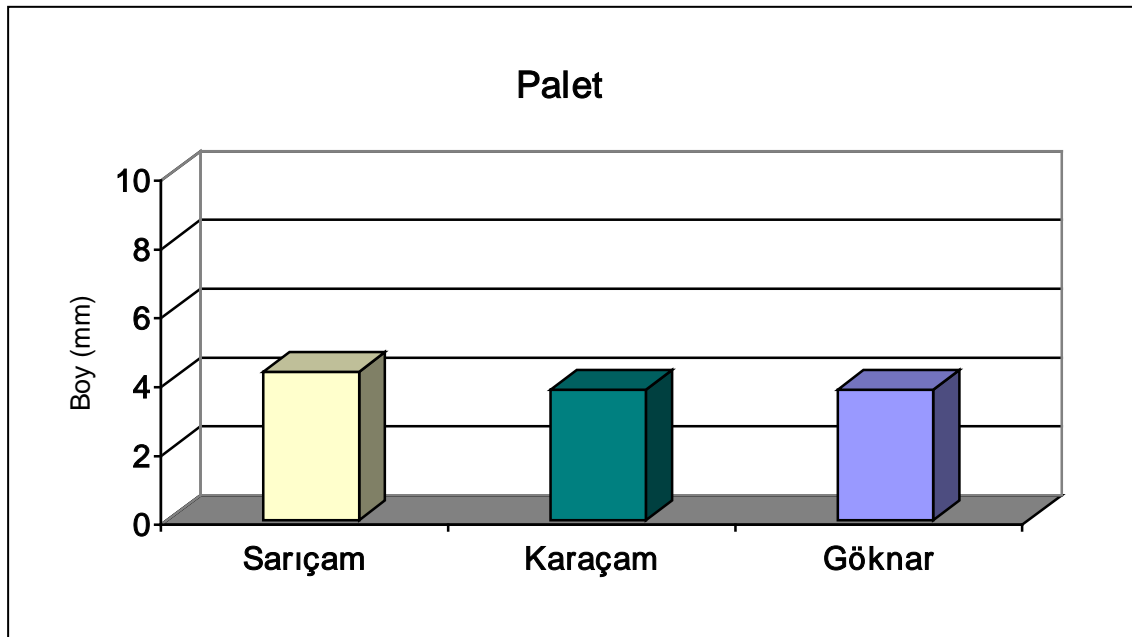
Şekil3.14 14 aylık kontrol panellerinden toplanan paletlerin ortalama boy verileri.

3.3.1.8 14 Aylık Emprenyeli Panellerden Toplanan Paletlere Ait Bulgular

Deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gök nar emprenyeli panellerinden toplanan kabuklara ait veriler Tablo 3.10'da, grafik olarak ise Şekil 3.15'te verilmektedir.

Tablo 3.10 14 aylık emprenyeli panellerden toplanan paletlere ait toplam miktar ve boy değerleri.

Örnek (n=8)	Toplam miktar (adet)	Ortalama boy (mm)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	2	4,31	4,31	4,31	0
Karaçam	8	3,78	3,22	4,42	0,46
Gökmar	2	3,78	3,78	3,78	0



Şekil 3.15 14 aylık emprenyeli panellerden toplanan paletlerin ortalama boy verileri.

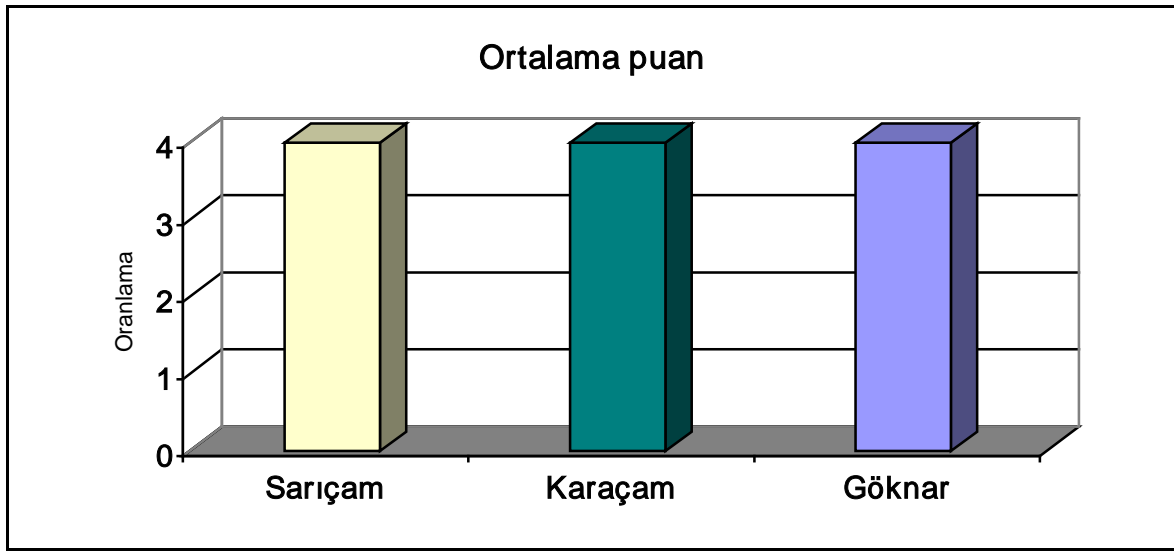
3.3.2 Ahşap Panellerdeki Zarar Oranlarına Ait Bulgular

3.3.2.1 7 Aylık Kontrol Panellerindeki Zarar Oranlarına Ait Bulgular

Deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gökmar kontrol panellerinin zarar miktarlarına ait oransal veriler Tablo 3.11’de, grafik olarak ise Şekil 3.16’da verilmektedir.

Tablo 3.11 7 aylık kontrol panellerine ait tahribat dereceleri.

Örnek (n=8)	Ortalama puan	Minimum	Maksimum	St. Sp.
Sarıçam	4	4	4	0
Karaçam	4	4	4	0
Gök nar	4	4	4	0



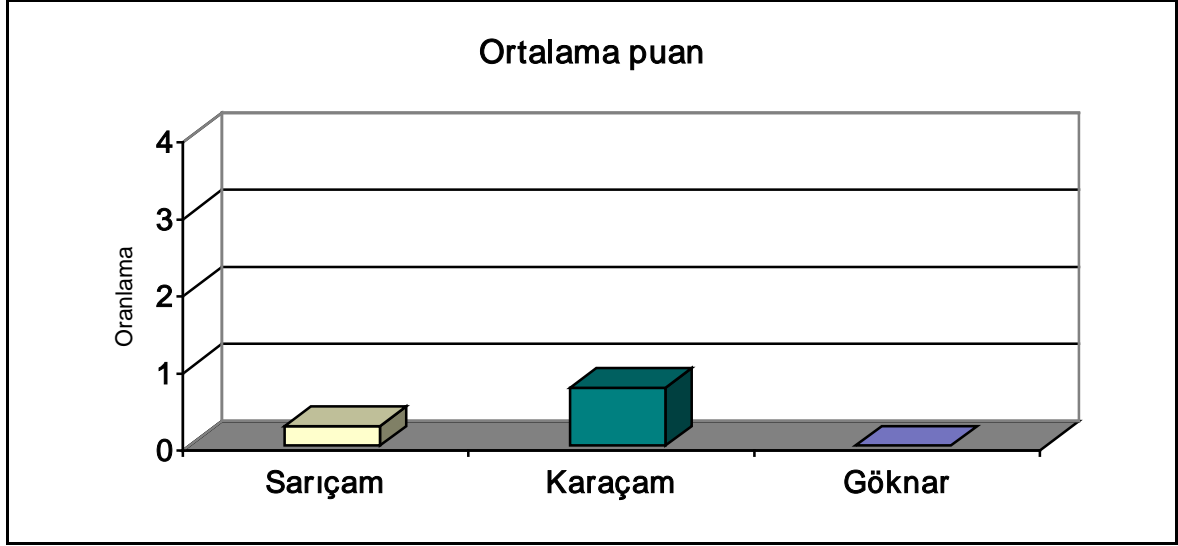
Şekil 3.16 7 aylık kontrol panellerine ait ortalama tahribat puanı değerleri.

3.3.2.2 7 Aylık Emprenyeli Panellerdeki Zarar Oranlarına Ait Bulgular

Deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gök nar emprenyeli panellerinin zarar miktarlarına ait oransal veriler Tablo 3.12’de, grafik olarak ise Şekil 3.17’de verilmektedir.

Tablo 3.12 7 aylık emprenyeli panellere ait tahribat dereceleri.

Örnek (n=8)	Ortalama puan	Minimum	Maksimum	St. Sp.
Sarıçam	0,25	0	1	0,46
Karaçam	0,75	0	1	0,46
Gök nar	0	0	0	0



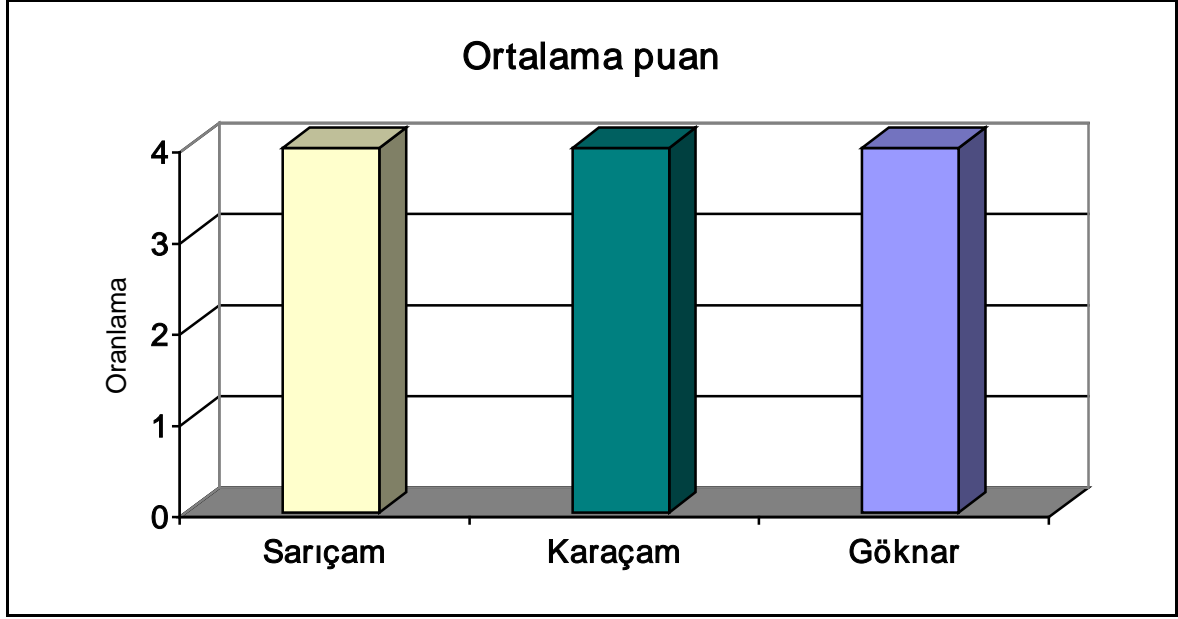
Şekil 3.17 7 aylık empenyeli panellere ait ortalama tahribat puanı değerleri.

3.3.2.3 14 Aylık Kontrol Panellerindeki Zarar Oranlarına Ait Bulgular

Deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gök nar kontrol panellerinin zarar miktarlarına ait oransal veriler Tablo 3.13'te, grafik olarak ise Şekil 3.18'de verilmektedir.

Tablo 3.13 14 aylık kontrol panellerine ait tahribat dereceleri.

Örnek (n=8)	Ortalama puan	Minimum	Maksimum	St. Sp.
Sarıçam	4	4	4	0
Karaçam	4	4	4	0
Gök nar	4	4	4	0



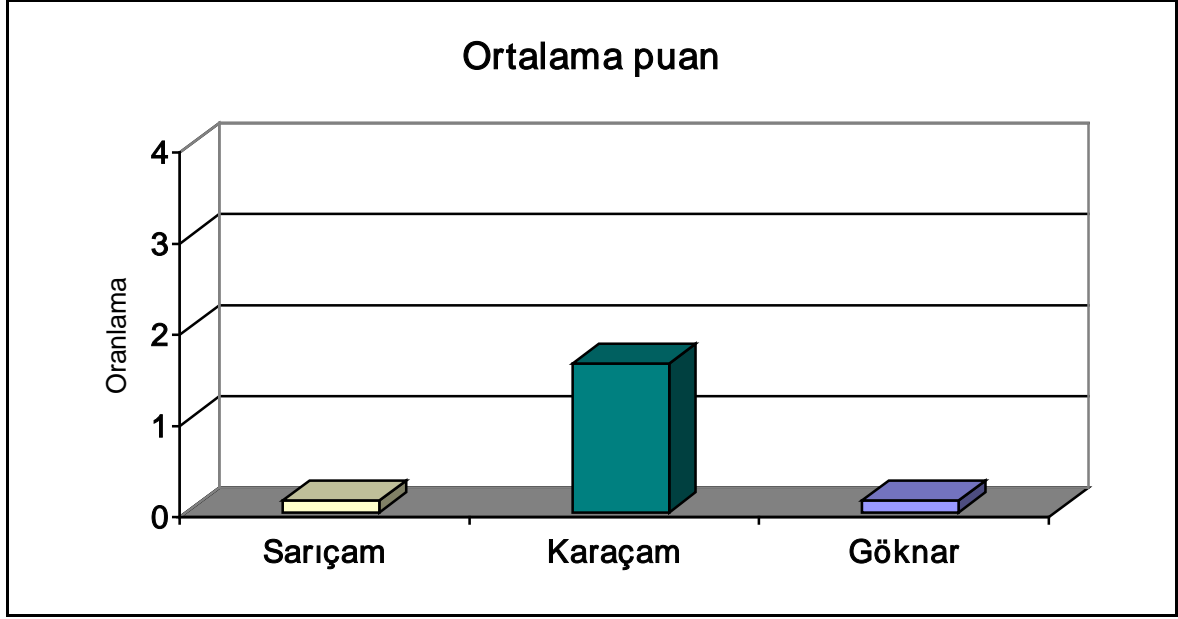
Şekil 3.18 14 aylık kontrol panellerine ait ortalama tahribat puanı değerleri.

3.3.2.4 14 Aylık Emprenyeli Panellerdeki Zarar Oranlarına Ait Bulgular

Deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gökmar emprenyeli panellerinin zarar miktarlarına ait oransal veriler Tablo 3.14’te, grafik olarak ise Şekil 3.19’da verilmektedir.

Tablo 3.14 14 aylık emprenyeli panellere ait tahribat dereceleri.

Örnek (n=8)	Ortalama puan	Minimum	Maksimum	St. Sp.
Sarıçam	0,13	0	1	0,35
Karaçam	1,63	1	3	0,74
Gökmar	0,13	0	1	0,35



Şekil 3.19 14 aylık emprenyeli panellere ait ortalama tahribat puanı değerleri.

3.3.3 Ahşap Panellerdeki Ağırlık Kayıplarına Ait Bulgular

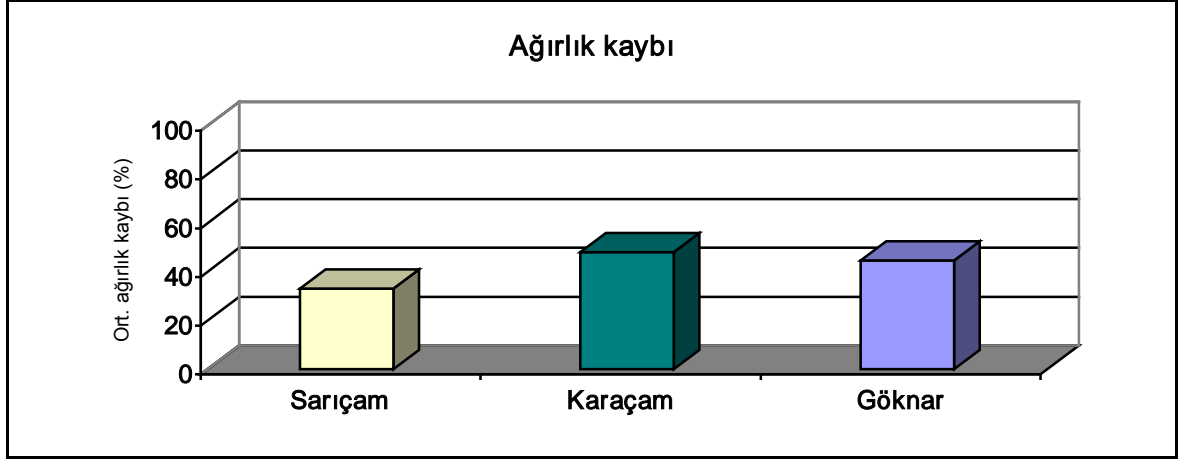
Deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gökmar kontrol panellerinde ağırlık kayıpları meydana gelmiştir.

3.3.3.1 7 Aylık Kontrol Panellerindeki Ağırlık Kayıplarına Ait Bulgular

7 aylık deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gökmar kontrol panellerinde meydana gelen ağırlık kaybı verileri Tablo 3.15'te, ortalama veriler ise Şekil 3.20'de görülmektedir.

Tablo 3.15 7 aylık kontrol panellerindeki ağırlık kayıpları ile ilgili veriler.

Örnek (n=8)	Hava kuruşu ort. ağırlık (g)	Test sonrası ort. ağırlık (g)	Ortalama ağırlık kaybı (%)
Sarıçam	217,86	146,52	33,13
Karaçam	182,49	94,71	48,21
Gökmar	177,80	98,81	44,80



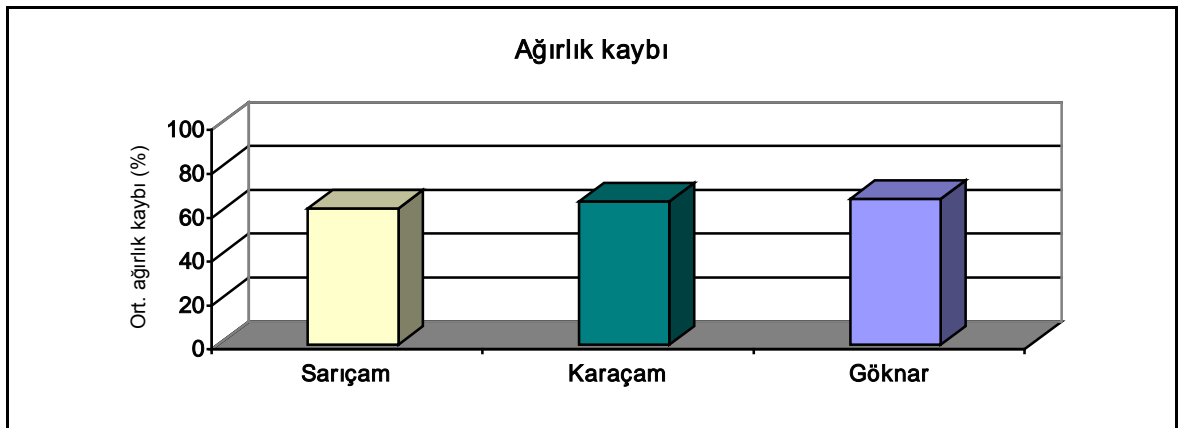
Şekil 3.20 7 aylık kontrol panellerindeki ortalama ağırlık kayıpları.

3.3.3.2 14 Aylık Kontrol Panellerindeki Ağırlık Kayıplarına Ait Bulgular

14 aylık deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gökmar kontrol panellerinde meydana gelen ağırlık kaybı verileri Tablo 3.16'da, ortalama veriler ise Şekil 3.21'de görülmektedir.

Tablo 3.16 14 aylık kontrol panellerindeki ağırlık kayıpları ile ilgili veriler.

Örnek (n=8)	Hava kuru ort. ağırlık (g)	Test sonrası ort. ağırlık (g)	Ortalama ağırlık kaybı (%)
Sarıçam	200,41	73,55	62,07
Karaçam	188,72	65,34	65,37
Gökmar	179,47	60,60	66,54



Şekil 3.21 14 aylık kontrol panellerindeki ortalama ağırlık kayıpları.

3.4 KİMYASAL ANALİZLERE AİT BULGULAR

Deniz testi sonrası Sarıçam, Karaçam ve Gökmar kontrol panellerinde odunun ana bileşenleri ve çözünürlük miktarlarına ait farklılıklar gözlenmiştir. Kimyasal analizler ve sonuçlarına ilişkin araştırmalar Bartın Üniversitesi Orman Fakültesinde Orman Ürünleri Kimyası Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

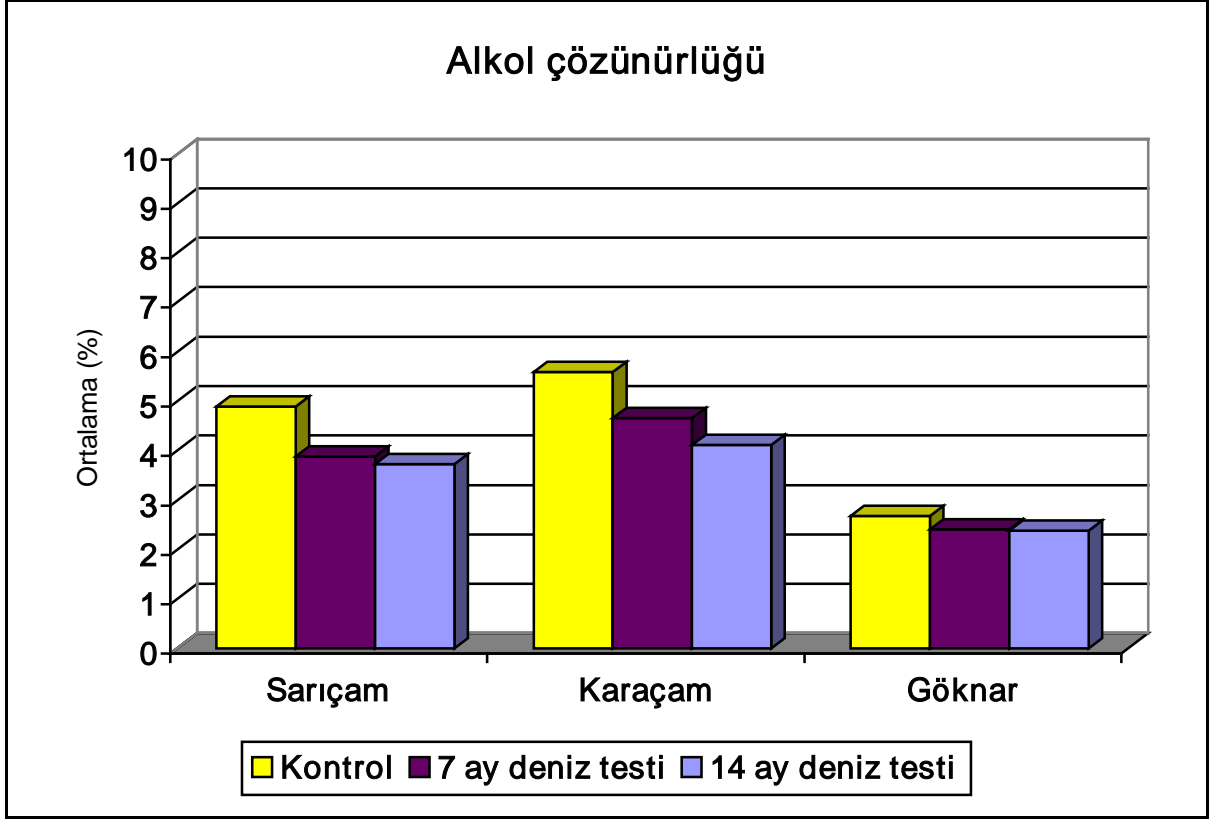
3.4.1 Alkol Çözünürlüğüne Ait Bulgular

Deniz testi öncesi kontrol örneklerine ve 7 ay ile 14 ay deniz testi yapılmış kontrol örneklerine alkol çözünürlüğü deneyi yapılmıştır.

Deniz testi öncesi ve sonrasında Sarıçam, Karaçam ve Gökmar örneklerine ait alkol çözünürlüğü değerleri Tablo 3.17’de, ortalama değerler ise Şekil 3.22’de görülmektedir.

Tablo 3.17 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait alkol çözünürlüğü değerleri.

Türler (n=3)		Ortalama (%)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	Kontrol	4,90	4,83	5,00	0,09
	7 ay deniz testi	3,89	3,66	4,02	0,18
	14 ay deniz testi	3,73	3,35	3,99	0,33
Karaçam	Kontrol	5,59	5,49	5,66	0,08
	7 ay deniz testi	4,67	4,36	4,96	0,30
	14 ay deniz testi	4,12	3,86	4,31	0,23
Gökmar	Kontrol	2,68	2,52	2,81	0,14
	7 ay deniz testi	2,41	2,05	2,66	0,31
	14 ay deniz testi	2,39	2,27	2,50	0,11



Şekil 3.22 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait alkol çözünlüğü ortalama değerleri.

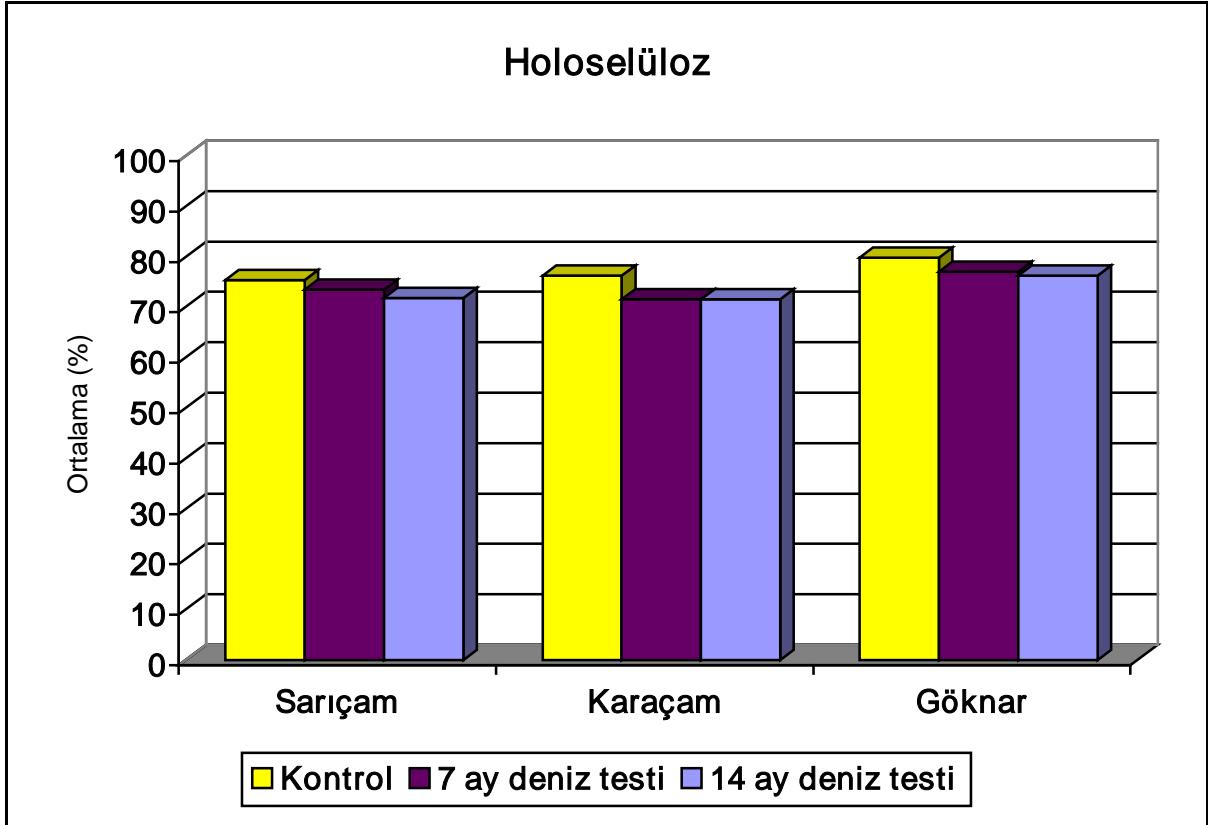
3.4.2 Holoselüloz Tayinine Ait Bulgular

Deniz testi öncesi kontrol örneklerine ve 7 ay ile 14 ay deniz testi yapılmış kontrol örneklerine holoselüloz tayini yapılmıştır.

Deniz testi öncesi ve sonrasında Sarıçam, Karaçam ve Gökmar örneklerine ait holoselüloz değerleri Tablo 3.18'de, ortalama değerler ise Şekil 3.23'te görülmektedir.

Tablo 3.18 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait holoselüloz değerleri.

Türler (n=3)		Ortalama (%)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	Kontrol	75,35	74,19	76,84	1,35
	7 ay deniz testi	73,54	72,69	74,03	0,74
	14 ay deniz testi	71,82	71,26	72,61	0,70
Karaçam	Kontrol	76,27	75,37	77,21	0,92
	7 ay deniz testi	71,58	70,64	72,20	0,82
	14 ay deniz testi	71,58	69,26	73,24	2,07
Gök nar	Kontrol	79,86	79,15	80,50	0,67
	7 ay deniz testi	77,01	76,90	77,20	0,16
	14 ay deniz testi	76,30	76,06	76,67	0,32



Şekil 3.23 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait holoselüloz ortalama değerleri.

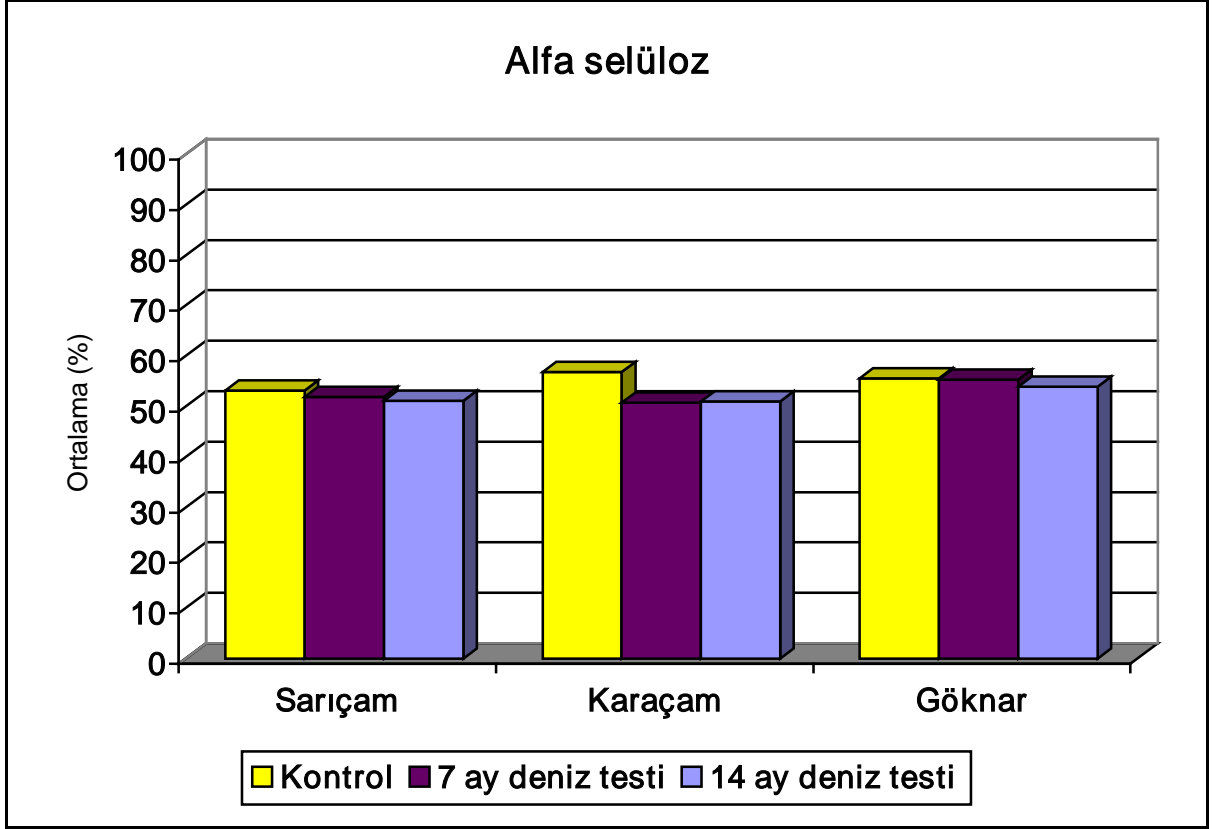
3.4.3 Alfa Selüloz Tayinine Ait Bulgular

Deniz testi öncesi kontrol örneklerine ve 7 ay ile 14 ay deniz testi yapılmış kontrol örneklerine α -selüloz tayini yapılmıştır.

Deniz testi öncesi ve sonrasında Sarıçam, Karaçam ve Gökmar örneklerine ait α -selüloz değerleri Tablo 3.19’da, ortalama değerler ise Şekil 3.24’te görülmektedir.

Tablo 3.19 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait alfa selüloz değerleri.

Türler (n=3)		Ortalama (%)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	Kontrol	53,14	52,13	53,82	0,89
	7 ay deniz testi	51,86	51,41	52,30	0,37
	14 ay deniz testi	51,18	50,85	51,42	0,29
Karaçam	Kontrol	56,87	55,31	58,98	1,89
	7 ay deniz testi	50,82	50,16	51,36	0,60
	14 ay deniz testi	50,96	49,45	51,94	1,32
Gökmar	Kontrol	55,61	54,75	56,53	0,89
	7 ay deniz testi	55,30	54,72	55,70	0,51
	14 ay deniz testi	53,94	53,18	54,82	0,82



Şekil 3.24 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait alfa selüloz ortalama değerleri.

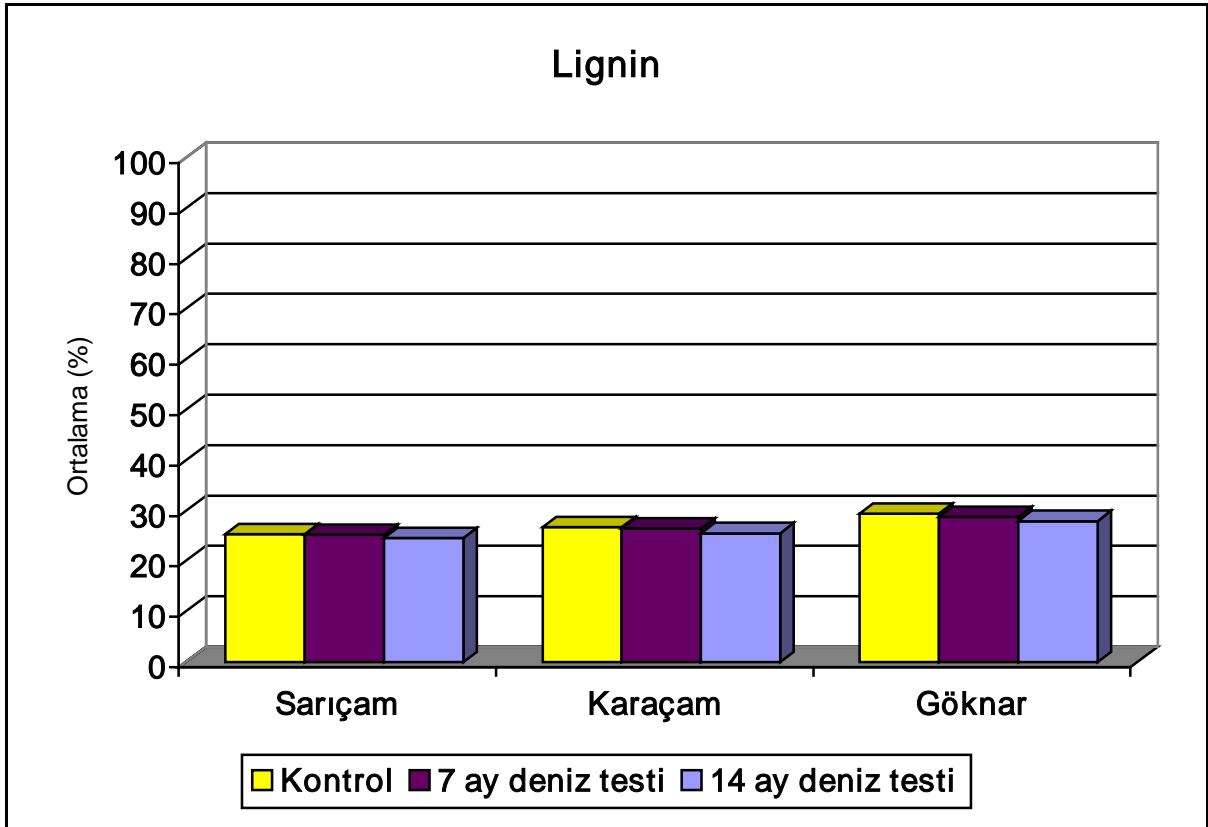
3.4.4 Lignin Tayinine Ait Bulgular

Deniz testi öncesi kontrol örneklerine ve 7 ay ile 14 ay deniz testi yapılmış kontrol örneklerine lignin tayini yapılmıştır.

Deniz testi öncesi ve sonrasında Sarıçam, Karaçam ve Gökmar örneklerine ait lignin değerleri Tablo 3.20’de, ortalama değerler ise Şekil 3.25’te görülmektedir.

Tablo 3.20 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait lignin değerleri.

Türler (n=3)		Ortalama (%)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	Kontrol	25,34	25,25	25,41	0,08
	7 ay deniz testi	25,30	25,16	25,39	0,12
	14 ay deniz testi	24,61	24,29	24,86	0,28
Karaçam	Kontrol	26,79	26,52	27,09	0,28
	7 ay deniz testi	26,58	26,55	26,65	0,05
	14 ay deniz testi	25,57	25,21	25,90	0,34
Gök nar	Kontrol	29,50	29,21	29,83	0,31
	7 ay deniz testi	28,83	28,64	28,95	0,06
	14 ay deniz testi	27,98	27,62	28,35	0,36



Şekil 3.25 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait lignin ortalama değerleri.

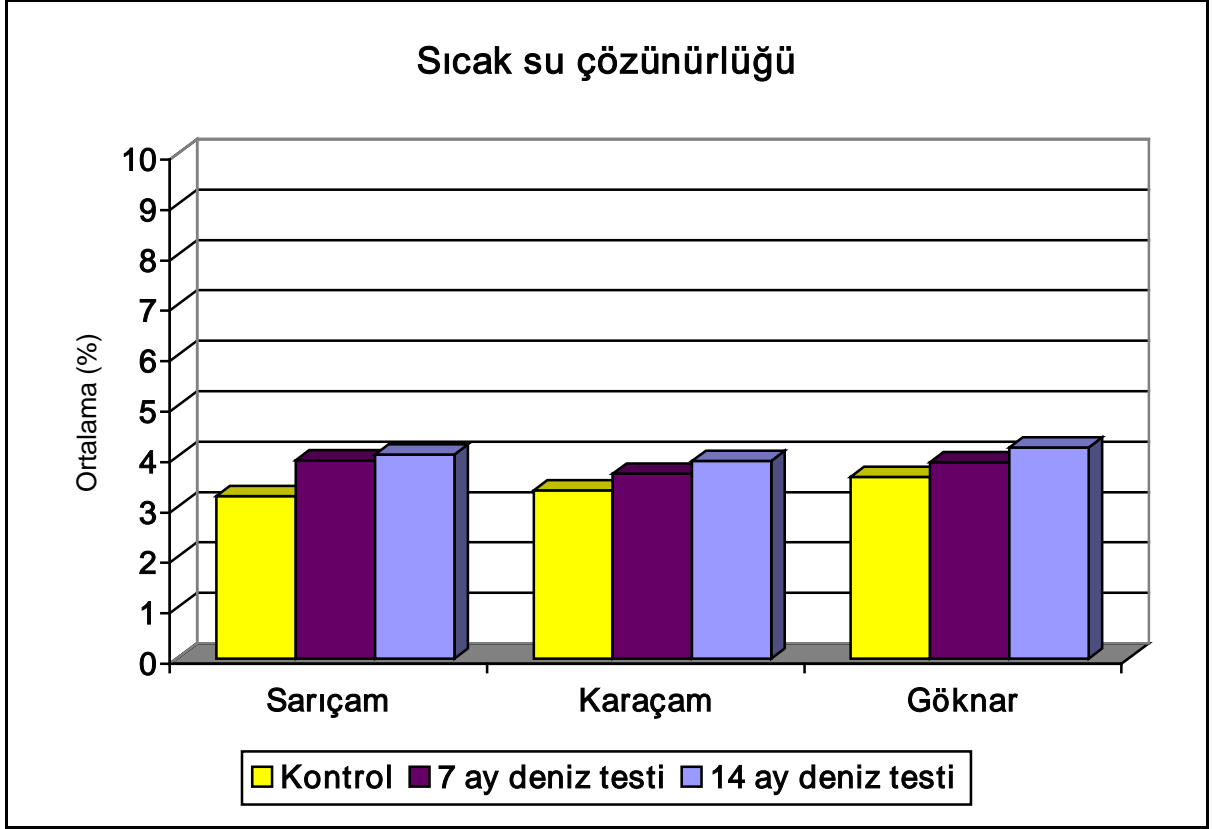
3.4.5 Sıcak Su Çözünürlüğüne Ait Bulgular

Deniz testi öncesi kontrol örneklerine ve 7 ay ile 14 ay deniz testi yapılmış kontrol örneklerine sıcak su çözünürlüğü deneyi yapılmıştır.

Deniz testi öncesi ve sonrasında Sarıçam, Karaçam ve Gökmar örneklerine ait sıcak su çözünürlüğü değerleri Tablo 3.21’de, ortalama değerler ise Şekil 3.26’da görülmektedir.

Tablo 3.21 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait sıcak su çözünürlüğü değerleri.

Türler (n=3)		Ortalama (%)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	Kontrol	3,22	3,18	3,26	0,04
	7 ay deniz testi	3,94	3,92	3,96	0,02
	14 ay deniz testi	4,05	3,76	4,20	0,24
Karaçam	Kontrol	3,34	3,14	3,51	0,18
	7 ay deniz testi	3,67	3,54	3,77	0,11
	14 ay deniz testi	3,92	3,76	4,04	0,14
Gökmar	Kontrol	3,60	3,43	3,85	0,22
	7 ay deniz testi	3,89	3,71	4,03	0,16
	14 ay deniz testi	4,19	4,01	4,34	0,16



Şekil 3.26 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait sıcak su çözünürlüğü ortalama değerleri.

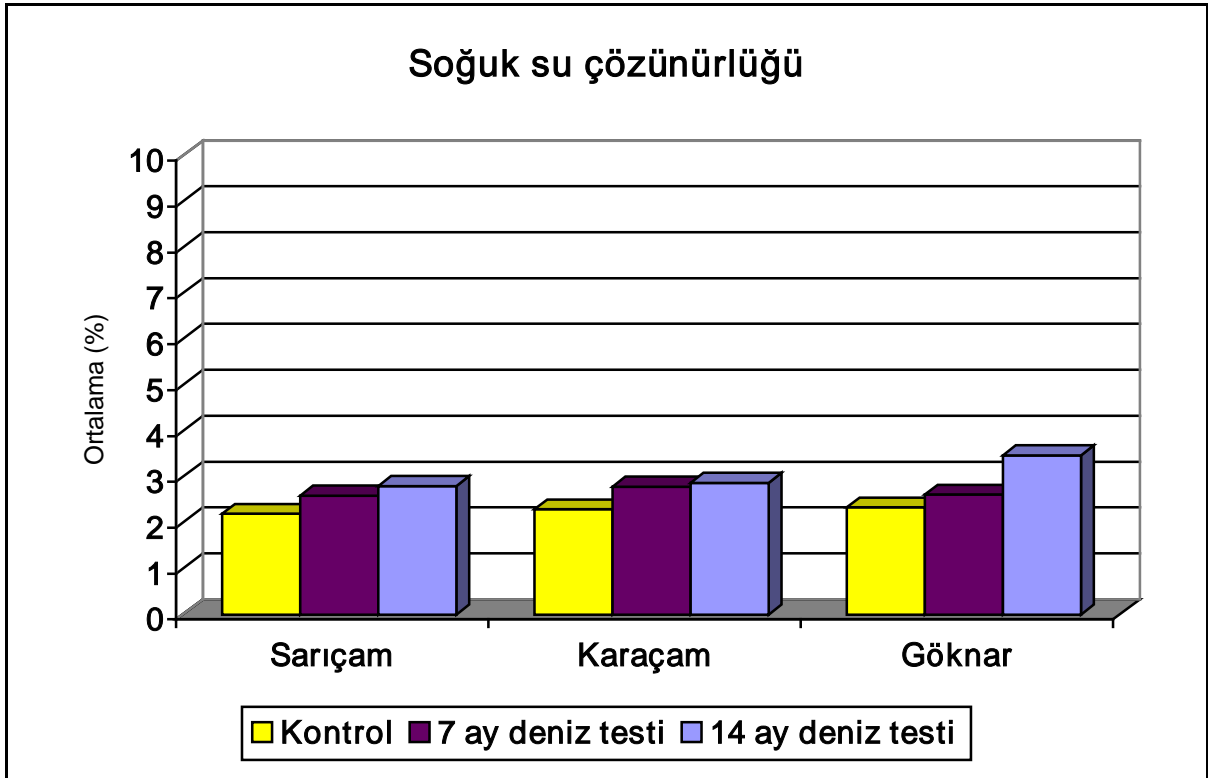
3.4.6 Soğuk Su Çözünürlüğüne Ait Bulgular

Deniz testi öncesi kontrol örneklerine ve 7 ay ile 14 ay deniz testi yapılmış kontrol örneklerine soğuk su çözünürlüğü deneyi yapılmıştır.

Deniz testi öncesi ve sonrasında Sarıçam, Karaçam ve Gökmar örneklerine ait soğuk su çözünürlüğü değerleri Tablo 3.22’de, ortalama değerler ise Şekil 3.27’de görülmektedir.

Tablo 3.22 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait soğuk su çözünürlüğü değerleri.

Türler (n=3)		Ortalama (%)	Minimum	Maksimum	St. sp.
Sarıçam	Kontrol	2,19	2,12	2,23	0,05
	7 ay deniz testi	2,59	2,20	2,86	0,34
	14 ay deniz testi	2,80	2,53	2,99	0,23
Karaçam	Kontrol	2,29	2,06	2,70	0,35
	7 ay deniz testi	2,78	2,62	2,91	0,14
	14 ay deniz testi	2,87	2,73	3,02	0,14
Gök nar	Kontrol	2,33	2,01	2,51	0,27
	7 ay deniz testi	2,61	2,42	2,71	0,16
	14 ay deniz testi	3,47	3,31	3,66	0,17



Şekil 3.27 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait soğuk su çözünürlüğü ortalama değerleri.

BÖLÜM 4

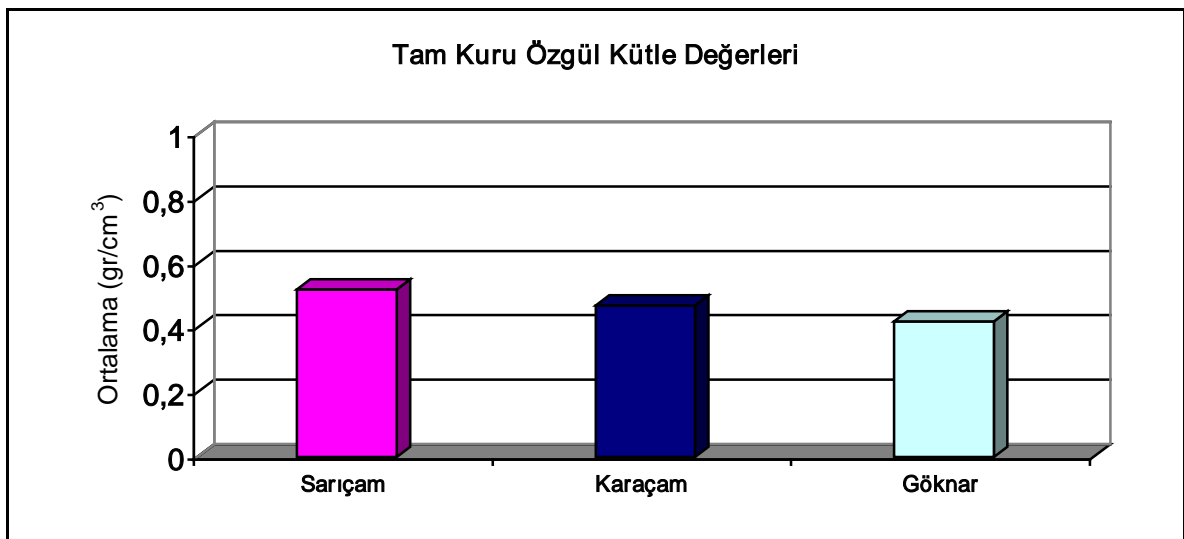
SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* var. *pallasiana*) ve Gökmar (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) odunları deniz testine maruz bırakılmış ve meydana gelen tahribat ve tahribatı yapan organizmaların teşhisi yapılmıştır. Tahribata uğramış odunlara ve kontrol odunlarına kimyasal analiz yapılarak odunun ana bileşenleri ve odunun alkol, sıcak su ve soğuk su çözünürlükleri kıyaslanmıştır.

Yapılan tam kuru özgül kütle hesaplamasında sarıçam türünün tam kuru özgül kütlesi en fazla çıkmış bunu sırasıyla karaçam ve gökmar takip etmiştir.

Tablo 4.1 Sarıçam, Karaçam ve Gökmar türlerinin ortalama tam kuru özgül kütle değerleri.

Tam kuru özgül ağırlık	Sarıçam	Karaçam	Gökmar
Ortalama (gr/cm ³)	0,52 (±0,03)	0,47 (±0,03)	0,42 (±0,02)

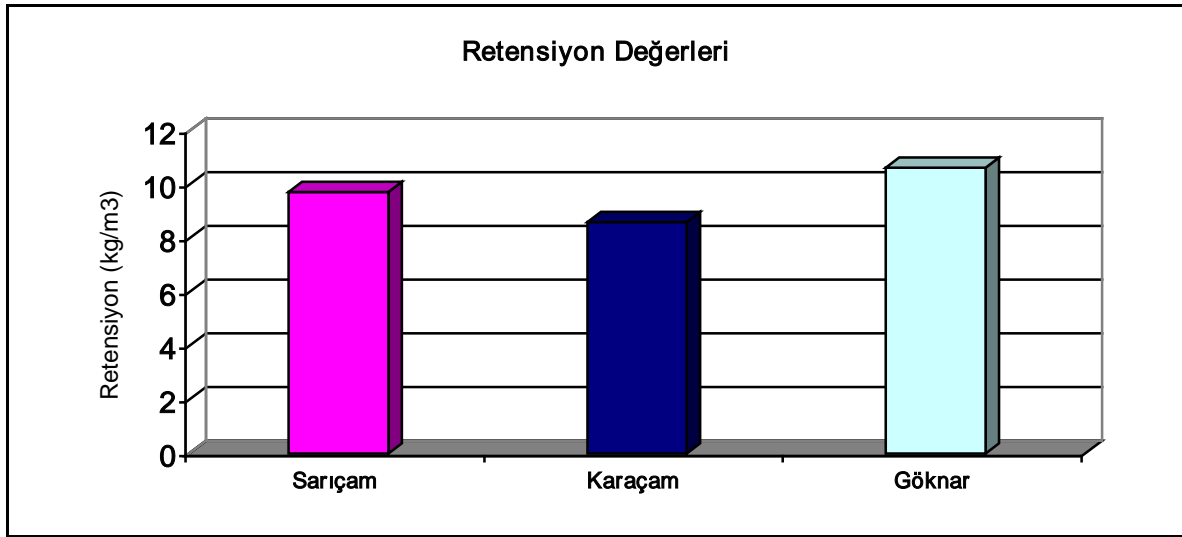


Şekil 4.1 Sarıçam, Karaçam ve Gökmar türlerinin ortalama tam kuru özgül kütle değerleri.

Tanalith-E ile emprenyeli Sarıçam, Karaçam ve Gök nar odunlarının retensiyon değerlerine ait bilgiler Tablo 3.2, Tablo 3.3, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’da verilmiştir. Aşağıda Tablo 4.2 ve Şekil 4.2’de Tanalith-E emprenye maddesine ait ortalama retensiyon değerleri görülmektedir.

Tablo 4.2 Tanalith-E ile emprenyeli Sarıçam, Karaçam ve Gök nar odunlarının ortalama retensiyon değerleri.

Retensiyon	Sarıçam	Karaçam	Gök nar
Ortalama (kg/m ³)	9,73	8,61	10,65



Şekil 4.2 Tanalith-E ile emprenyeli Sarıçam, Karaçam ve Gök nar odunlarının ortalama retensiyon değerleri.

Odunlar arasında en yüksek retensiyon değeri gök nar odununda (10,65 kg/m³) elde edilmiştir. Gök nar odununu sırası ile sarıçam ve karaçam odunları izlemiştir. Karaçam odununda daha düşük bir retensiyon değeri çıkmasının, odunda diğer türlere göre daha fazla ekstraktif madde bulundurmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca karaçam diri odununun çok az miktarda olmasından dolayı öz odundan hazırlanan örnekler, diri oduna göre daha az geçirgenliğe sahip olduğundan retensiyon değerlerinin düşük çıkmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Gök nar odununun retensiyon değerinin diğer türlere göre daha yüksek çıkması bünyesinde daha az ekstraktif madde barındırmasından ve hücreler arası boşlukların daha fazla

olmasından kaynaklanmaktadır.

Batı Karadeniz'in Amasra sahilinde gerçekleştirilen deniz denemelerinde, *Teredo navalis* odun delici organizmasına rastlanmıştır. Organizmaya rastlanan ahşap panel miktarları ile ilgili bilgiler Tablo 3.4 ve Şekil 3.6'da verilmiştir.

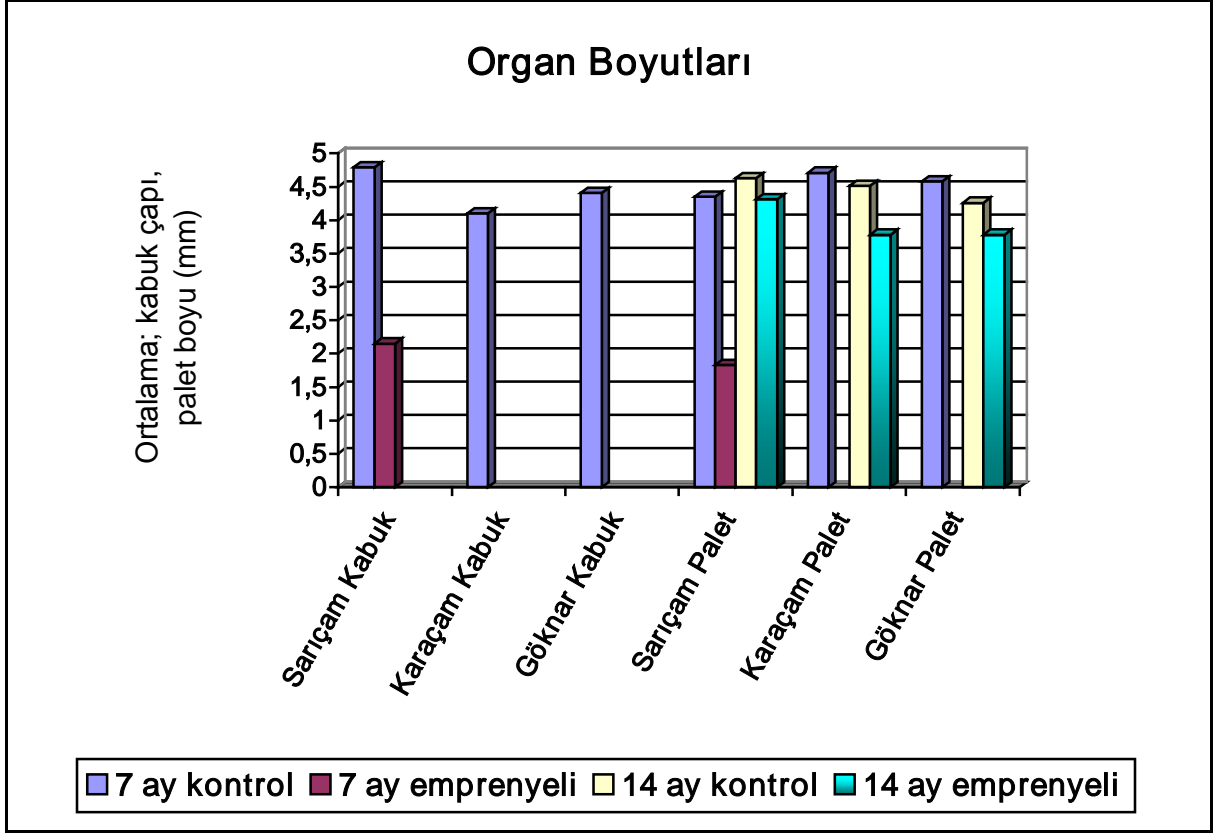
Daha önce yapılan çalışmalarda; Sekendiz (1981), Bobat (1994), *Teredo navalis*'in Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki varlığından söz etmişlerdir. Pınar (1997) ve Sivrikaya (2003) ise Amasra'daki aktivitesinin şiddetli olduğundan söz etmişlerdir.

Yapılan çalışmada deniz içerisine her türden 32 adet olmak üzere toplam 96 adet ahşap panel bırakılmış, çalışma sonucunda bu panellerin 66 adedinde *Teredo navalis* odun delici zararlısının yapmış olduğu zarara rastlanmıştır.

Aşağıda Tablo 4.3 ve Şekil 4.3'te türlerden çıkarılan *Teredo navalis*'e ait kabuk ve palet miktarları ile bu kabuk ve paletlerin ortalama boyutları verilmiştir.

Tablo 4.3 *Teredo navalis*'e ait toplam kabuk ve palet miktarları ve ortalama boyutları.

Türler		Toplam Kabuk	Ortalama Kabuk Çapı (mm)	Toplam Palet	Ortalama Palet Boyu (mm)
Sarıçam 7 Ay	Kontrol	37	4,79	94	4,35
	Emprenyeli	1	2,15	2	1,83
Karaçam 7 Ay	Kontrol	17	4,10	121	4,71
	Emprenyeli	-	-	-	-
Gök nar 7 Ay	Kontrol	38	4,41	117	4,58
	Emprenyeli	-	-	-	-
Sarıçam 14 Ay	Kontrol	-	-	195	4,63
	Emprenyeli	-	-	2	4,31
Karaçam 14 Ay	Kontrol	-	-	178	4,51
	Emprenyeli	-	-	8	3,78
Gök nar 14 Ay	Kontrol	-	-	156	4,26
	Emprenyeli	-	-	2	3,78



Şekil 4.3 *Teredo navalis*'e ait kabuk ve paletlerin ortalama boyutları.

Tablo ve Şekilde görüldüğü gibi 7 aylık örneklerde en yüksek kabuk çapı (4,79) sarıçamda bulunmuştur. Bunu göknaar (4,41) ve karaçam (4,10) izlemiştir. Kabuk çapının büyük olmasının organizmanın içerisinde yaşadığı ağaç türünde daha fazla beslenip büyüdüğü sonucunu göstermiştir. Daha küçük çaplı olanların ise sonradan yerleştikleri ve daha kısa bir büyüme periyodu geçirdikleri sonucuna varılmıştır. (Sivrikaya vd. 2008) yaptıkları çalışmada çap büyüklüğünün beslenme ve büyüme periyodu ile doğru orantılı olduğunu belirtmişlerdir.

14 aylık örneklerde zarara uğramış paneller bulunmasına karşın, organizma kabuklarına rastlanmamıştır. Bunun belli bir periyottan sonra (organizma yaşam aktivitesinin bitmesi ile) kabukların doğal olarak yok olduğundan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

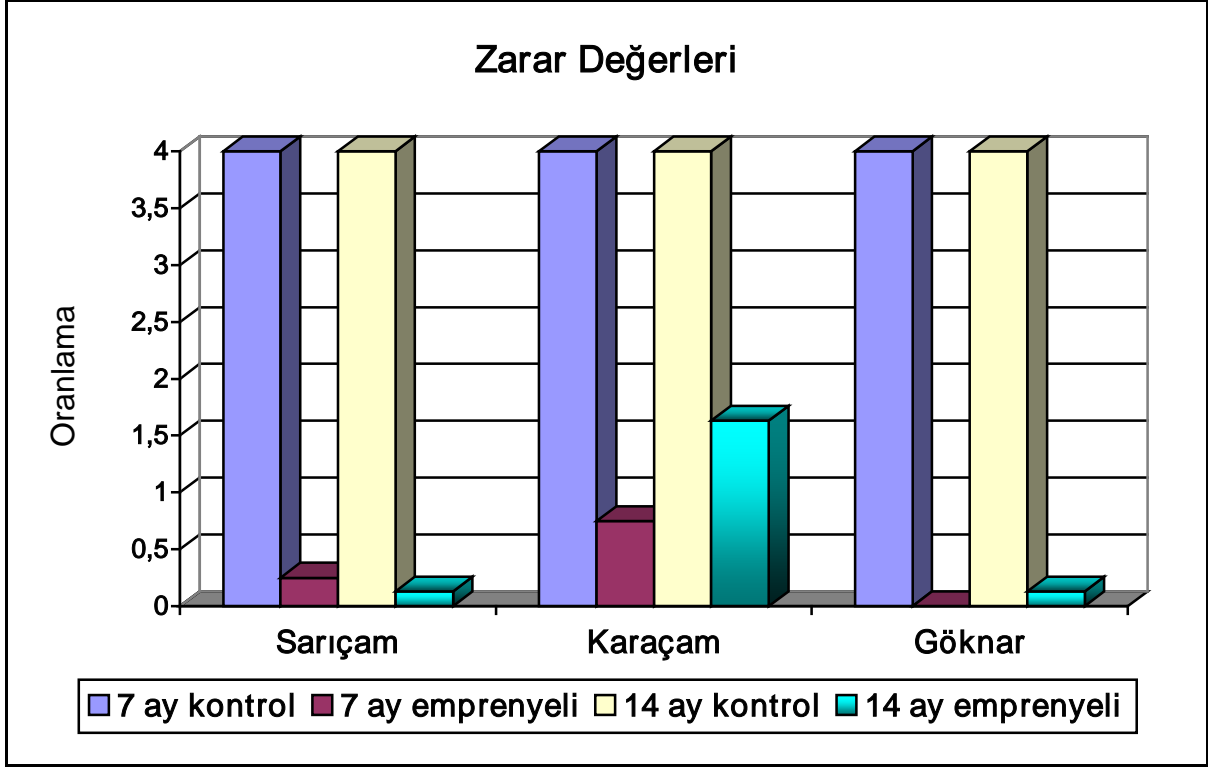
Yapılan çalışmadaki palet miktar ve ortalama boy verilerine bakıldığında 7 aylık örneklerde en yüksek sayı ve ortalama boya karaçam türünde, 14 aylık örneklerde ise sarıçam türünde rastlanmıştır. 7 aylık ve 14 aylık örnekler kıyaslandığında 14 aylık örneklerde sayı olarak daha fazla palete rastlanmıştır. Bu 7 aydan sonrada aktivitenin devam ettiği sonucunu göstermiştir. 7 aylık emprenyeli karaçam ahşap panellerinde yer yer zarara rastlansa da palet

çıkartılamamıştır. Bunun organizmanın açtığı kanalların çok küçük olması ve çok küçük boyuttaki paletlerin kayıp olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Ahşap panellerdeki zarar oranlarına ait veriler Tablolar ve Şekiller ile birlikte Bölüm 3.3.2 'de verilmiştir. Aşağıda Tablo 4.4 ve Şekil 4.4'te sarıçam, karaçam ve göknar panellerindeki zarar puanlarına ait ortalama değerler gözükmemektedir.

Tablo 4.4 Ahşap panellerdeki ortalama zarar değerleri.

Türler		Ortalama Puan
Sarıçam 7 Ay	Kontrol	4 (± 0)
	Emprenyeli	0,25 ($\pm 0,46$)
Karaçam 7 Ay	Kontrol	4 (± 0)
	Emprenyeli	0,75 ($\pm 0,46$)
Göknar 7 Ay	Kontrol	4 (± 0)
	Emprenyeli	0 (± 0)
Sarıçam 14 Ay	Kontrol	4 (± 0)
	Emprenyeli	0,13 ($\pm 0,35$)
Karaçam 14 Ay	Kontrol	4 (± 0)
	Emprenyeli	1,63 ($\pm 0,74$)
Göknar 14 Ay	Kontrol	4 (± 0)
	Emprenyeli	0,13 ($\pm 0,35$)



Şekil 4.4 Ahşap panellerdeki ortalama zarar değerleri.

Yapılan çalışma sonucu 7 ay ve 14 aylık sarıçam, karaçam ve gökmar kontrol panellerinin tümünde şiddetli tahribat meydana gelmiştir. Kontrol panellerinin tümüne iç kısımlarındaki tahribat dikkate alınarak 4 er puan verilmiştir. Ahşap paneller elle kırılabilir hale gelmiş, bazı bölümlerinde parçalanmalar gözlenmiştir. Paneller içerisinde odun delici organizmalar tarafından açılan tüneller sayılmayacak derecede fazla ve odun yüzey alanının %75'inden fazlasını kaplamış halde görülmüştür.

Kimyasal maddeler ile korunmayan sarıçam, karaçam ve gökmar odunlarının odun delici deniz zararlılarına karşı dayanıksız olduğu ve aylar ile ifade edilebilecek bir zaman diliminde şiddetli tahribata uğrayarak, kullanım yerinde yüksek derecede hasar ve maddi kayıp oluşturacağı sonucuna varılmıştır.

Perçin (2007), Akdeniz'de yaptığı çalışmada kestane ve karaçam kontrol örneklerinin şiddetli derecede odun delici zararlılar tarafından tahrip edildiğini belirtmiş, kimyasal koruyucular ile emprenye edilmiş örneklerin ise tahribata uğramadan sağlam kaldığını belirtmiştir.

7 ay ve 14 ay deniz testine maruz bırakılmış Tanalith-E ile emprenyeli örneklerde en yüksek

zarar oranı (1,63) karaçam 14 aylık emprenyeli ahşap panellerde görülmüştür. 7 aylık emprenyeli göknar panellerinde en az zarar oranı (0) görülmüştür. Yapılan çalışma sonucunda sarıçam ve göknar emprenyeli panellerinde koruyucu olarak kullanılan Tanalith-E emprenye maddesi ciddi oranda koruma sağlamıştır. 7 aylık emprenyeli göknar kontrol panellerinde tam koruma sağlanmış, 7 aylık emprenyeli sarıçam panelleri ve 14 aylık emprenyeli sarıçam ve göknar panellerinde bir veya çok az sayıda ince görünümlü tünellere rastlanmış, tüneller yüzey alanının %5'inden az bir alanda görülmüştür. 7 aylık emprenyeli karaçam panellerinde görülen zarar oranı az ve tüneller bir veya çok az sayıda görülmüştür. 14 aylık emprenyeli karaçam panellerinde ise orta seviyede tahribat görülmüş ve tüneller yüzey alanının %25'ini kaplamıştır.

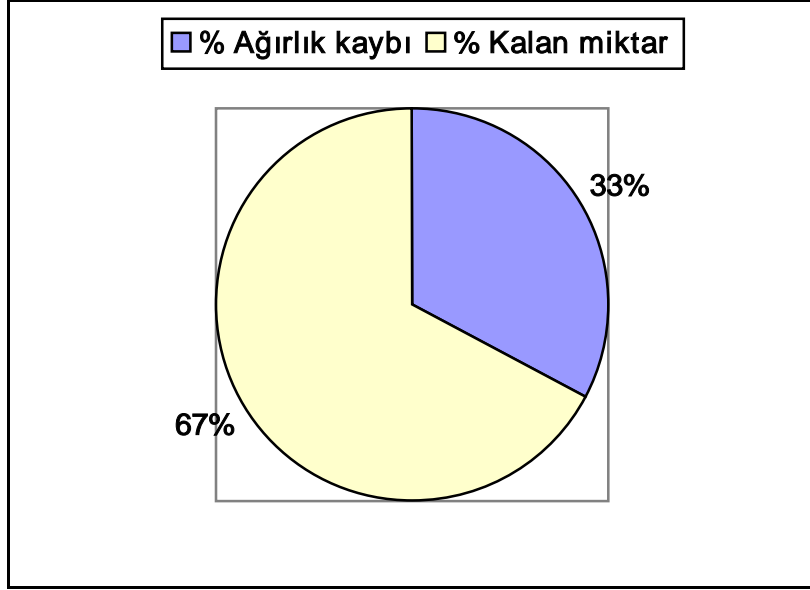
Batı Karadeniz'in Amasra Bölgesinde yapılan çalışmada Tanalith-E emprenye maddesinin sarıçam ve göknar panellerinde deniz zararlı organizmaların tahribatını önleyici etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Karaçam panellerinde tam bir koruyucu etki gözükmemesinin bu türün düşük retensiyon oranı sebebiyle ve zor emprenye edilmesinden kaynaklanmıştır.

Sivrikaya (2003), Batı Karadeniz'in Amasra Bölgesinde yaptığı çalışmada sarıçam diri ve öz odununda, kestane öz odununda ve meşe diri odununda şiddetli derecede odun delici organizmaların saldırısının görüldüğünden bahsetmiştir. Meşe öz odununda ise orta derecede tahribat görüldüğünü belirtmiştir. Tanalith-C ile emprenyeli sarıçam öz ve diri odunlarında ise tam koruma sağlandığı sonucuna varmıştır.

Ahşap panellerdeki ağırlık kayıpları ile ilgili veriler Bölüm 3.3.3'te verilmiştir. Aşağıda Tablo 4.5 ve Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10'da sarıçam, karaçam ve göknar türlerine ait ortalama ağırlık kayıpları verilmiştir.

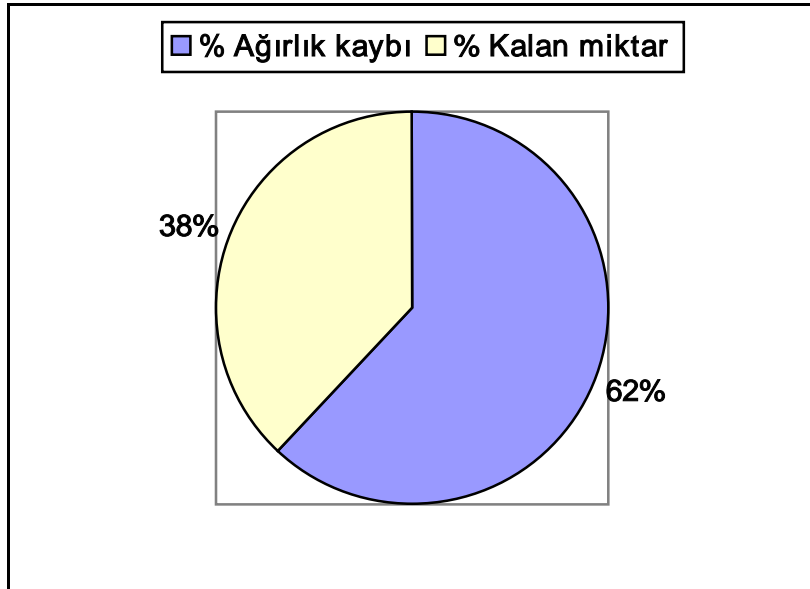
Tablo 4.5 Ahşap panellere ait ortalama % ağırlık kayıpları.

Odun türü		Ortalama ağırlık kaybı (%)
Sarıçam	7 ay	33,13
	14 ay	62,07
Karaçam	7 ay	48,21
	14 ay	65,37
Göknar	7 ay	44,80
	14 ay	66,54



Şekil 4.5 7 aylık sarıçam panellerindeki ortalama ağırlık kaybı.

Yapılan çalışmada 7 aylık ve 14 aylık ahşap kontrol panellerindeki en düşük ağırlık kayıpları sarıçam türünde görülmüştür. En düşük ağırlık kaybı (%33,13) sarıçam 7 aylık kontrol panellerinde görülmüştür. Bunun diğer türlere göre daha yüksek özgül kütleyle sahip olmasının sonucu olduğuna varılmıştır.



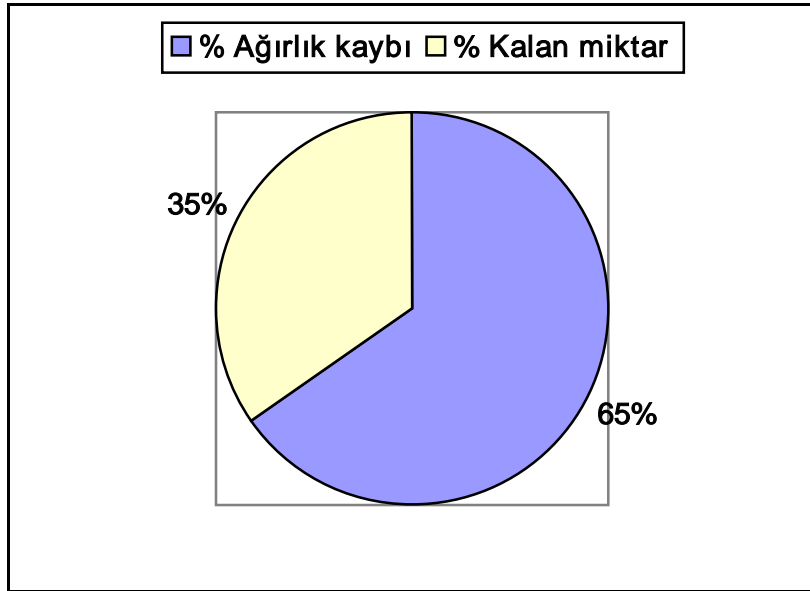
Şekil 4.6 14 aylık sarıçam panellerindeki ortalama ağırlık kaybı.

Karaçam 7 aylık kontrol panelleri en yüksek ağırlık kaybına (%48,21) uğramıştır. 14 aylık karaçam panelleri ise sarıçamdan daha fazla, göknardan daha az ağırlık kaybına uğramıştır.



Şekil 4.7 7 aylık karaçam panellerindeki ortalama ağırlık kaybı.

Karaçam geniş bir öz odun içermesi ve ekstraktif madde yönünden diğer türlere göre daha zengin olmasına rağmen yüksek derecede ağırlık kaybına uğramıştır. Karaçamdaki ekstraktif maddelerin odun delici organizmalara karşı toksik etki yapmadığı sonucuna varılmıştır.



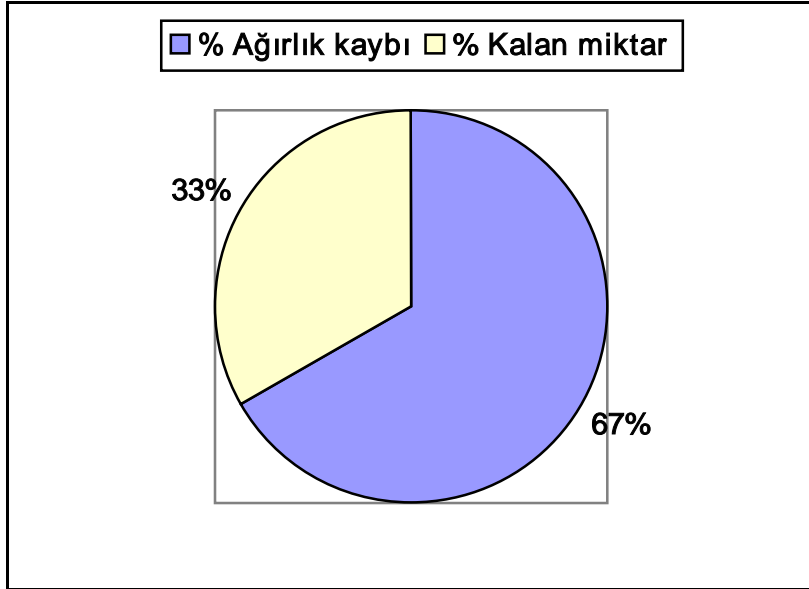
Şekil 4.8 14 aylık karaçam panellerindeki ortalama ağırlık kaybı.

Gök nar 7 aylık kontrol panelleri sarıçama göre daha yüksek, karaçam göre ise daha düşük ağırlık kaybına uğramıştır. 14 aylık gök nar panelleri ise en yüksek ağırlık kaybına (%66,54) uğramıştır.



Şekil 4.9 7 aylık göknar panellerindeki ortalama ağırlık kaybı.

Göknar özgül kütle ve ekstraktif madde yönünden diğer türlere göre daha düşük değerlere sahiptir. Yüksek miktardaki ağırlık kaybının bu sebepten dolayı kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.10 14 aylık göknar panellerindeki ortalama ağırlık kaybı.

Kimyasal analizlerle ilgili veriler Tablo 4.6 ve Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13'te verilmiştir. Tablo 4.6'ya göre türlerin hepsinde holoselüloz değerlerinde deniz testinden sonra azalma görülmüştür. Sarıçam ve göknar türlerinde deniz testi öncesi değerler, 7 ay ve 14 aylık deniz testi sonrası azalış göstermiştir. Karaçam 7 aylık ve 14 aylık holoselüloz değerleri ise aynı

çıkıştır. Ancak unutmamak gerekmektedir ki bunlar ortalama değerlerdir. Alfa selüloz değerlerine bakıldığında üç türde de deniz testi sonrası örneklerde azalış görülmektedir. Üç türdeki deniz testi sonrası örneklerdeki lignin miktarında da azalış gözükümüştür. Ancak lignin miktarındaki azalma değerleri az miktarda gözükmekte, holoselüloz ve alfa selüloz ile kıyaslandığında lignin kaybının çok daha az boyutta olduğu görülmektedir.

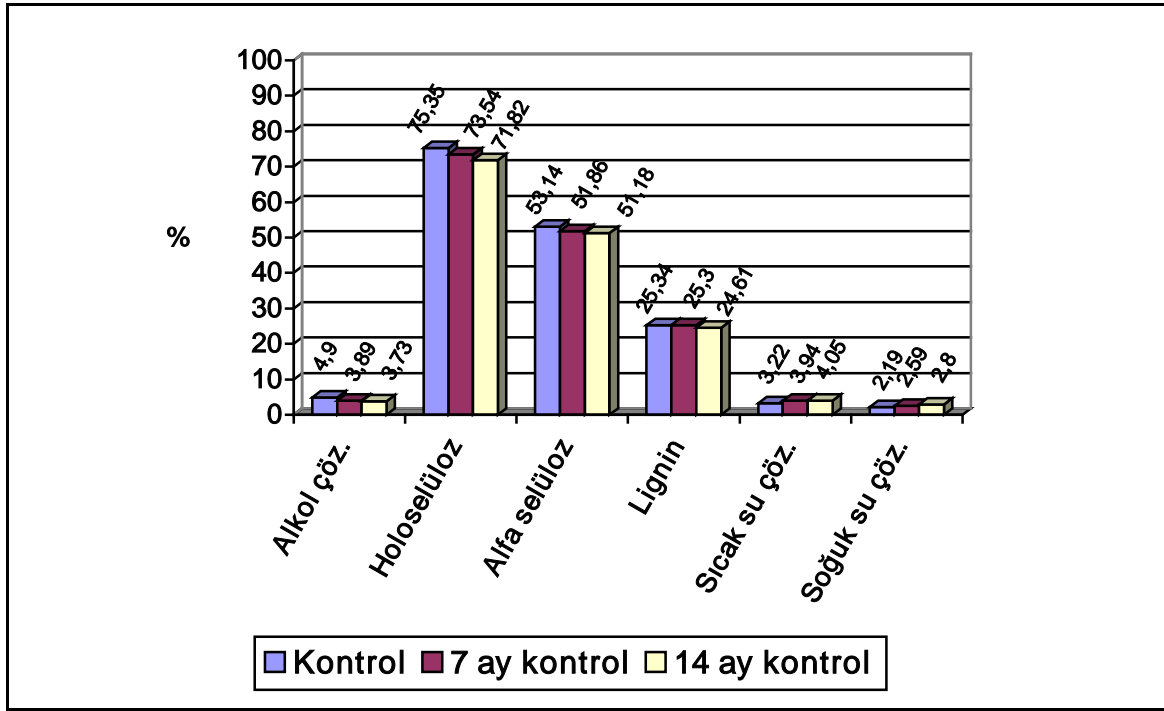
Tablo 4.6 Deniz testine maruz kalmış ahşap panellere ait kimyasal analiz sonuçları.

Türler		Alkol çöz. (%)	Holoselüloz (%)	Alfa selüloz (%)	Lignin (%)	Sıcak su çöz. (%)	Soğuk su çöz. (%)
Sarıçam	Kontrol	4,90	75,35	53,14	25,34	3,22	2,19
	7 ay deniz testi	3,89	73,54	51,86	25,30	3,94	2,59
	14 ay deniz testi	3,73	71,82	51,18	24,61	4,05	2,80
Karaçam	Kontrol	5,59	76,27	56,87	26,79	3,34	2,29
	7 ay deniz testi	4,67	71,58	50,82	26,58	3,67	2,78
	14 ay deniz testi	4,12	71,58	50,96	25,57	3,92	2,87
Göknaş	Kontrol	2,68	79,86	55,61	29,50	3,60	2,33
	7 ay deniz testi	2,41	77,01	55,30	28,83	3,89	2,61
	14 ay deniz testi	2,39	76,30	53,94	27,98	4,19	3,47

Çözünürlük değerlerine bakıldığında üç türünde alkol çözünürlüğü değerleri düşmüştür. Sıcak su ve soğuk su çözünürlükleri ise her üç türde de artış göstermiştir.

Kimyasal analizler sonucunda, Şekil 4.11’de de görüldüğü üzere deniz testi öncesi sarıçam kontrol örneklerindeki holoselüloz miktarı dikkate alınacak bir düşüş göstermiştir. 7 aylık

örneklerde deniz testi öncesi kontrol örneklerine göre yaklaşık %1,8 oranında düşüş görülmüş, 14 aylık örneklerde ise deniz testi kontrol örneklerine göre yaklaşık %3,6 oranında düşüş görülmüştür. Alfa selüloz değerleri 7 aylık örneklerde deniz testi öncesi kontrol örneklerine göre yaklaşık %1,25 oranında düşmüş, 14 aylık örnekler ise 7 aylık örneklerin değerinden yaklaşık %0,7 oranında düşmüştür. Lignin değerlerine bakıldığında ise 7 aylık kontrol örnekleri değerinde, deniz testi öncesi kontrol örnekleri değerine göre çok küçük bir miktar düşüş yaşanmıştır. Ancak bu düşüş önemli sayılabilecek bir miktarda değildir.



Şekil 4.11 Sarıçam ahşap panellerine ait kimyasal analiz değerleri.

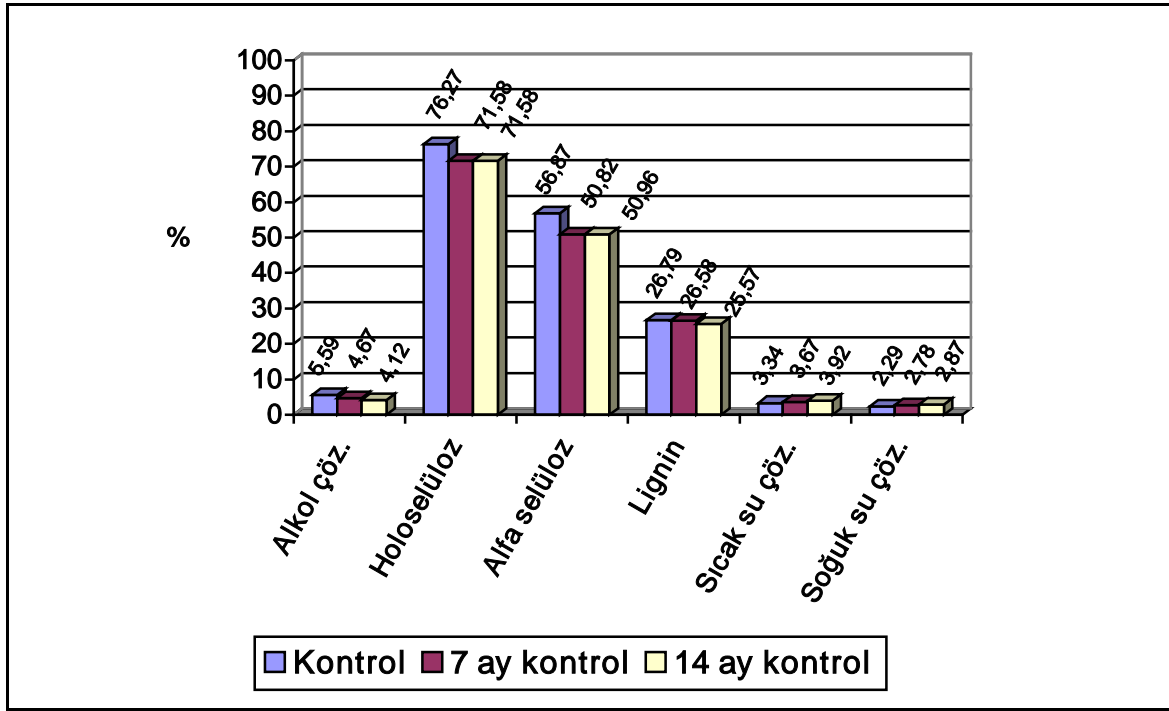
Sarıçam panellerindeki çözünürlük değerlerinde, sıcak su ve soğuk su çözünürlüklerinde deniz testi öncesi kontrol örneklerinde bulunan değerler, 7 aylık ve 14 aylık emprenyeli panellerde artış göstermiştir. Alkol çözünürlüğü oranları ise deniz testi kontrol örneklerine göre 7 aylık ve 14 aylık örneklerde düşüş göstermiştir.

Deniz delici organizmaların tahrip ettiği sarıçam panellerindeki holoselüloz, alfa selüloz ve lignin oranlarında düşüş olduğu sonucuna varılmıştır. Lignin ve alfa selülozdaki bu düşüş çok az miktarda olduğundan fazla önem arz etmediği sonucu ortaya çıkmaktadır. Holoselülozda ise dikkate alınabilecek bir sonuç ortaya çıkmıştır.

Karaçam panellerinin kimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında, holoselüloz ve alfa selüloz

değerleri deniz testi öncesi kontrol örnekleri değerlerine göre 7 aylık ve 14 aylık kontrol panellerde yaklaşık % 5 oranında düşmüştür. Lignin değerleri çok az miktarda düşüş göstermiştir.

Karaçam panellerindeki çözünürlük değerlerinde, 7 aylık ve 14 aylık kontrol panellerindeki sıcak su ve soğuk su çözünürlükleri deniz testi öncesi kontrol panellerine göre artmış, alkol çözünürlük değeri ise azalmıştır.



Şekil 4.12 Karaçam ahşap panellerine ait kimyasal analiz değerleri.

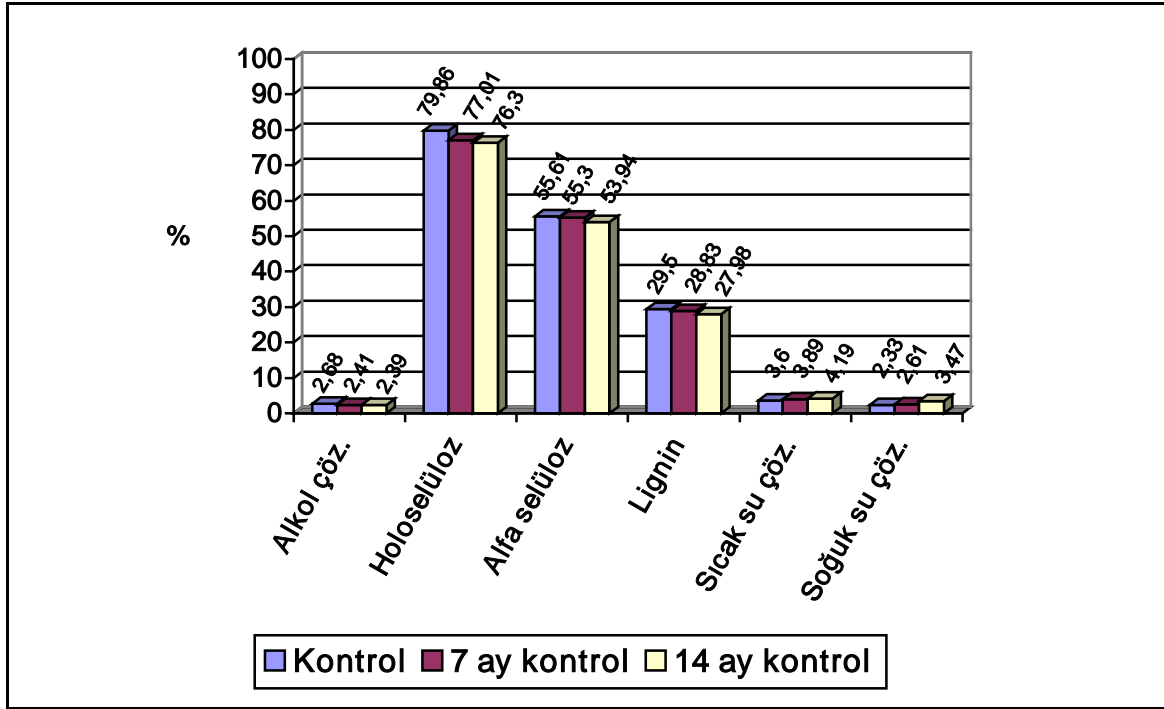
Holoselüloz ve alfa selüloz değerlerinin odun delici organizmaların tahribatına uğramış 7 aylık ve 14 aylık karaçam kontrol örneklerinde azaldığı sonucuna varılmıştır. Lignin değerinin ise çok az miktardaki azalışının ciddi bir önem arz etmediği sonucuna varılmıştır.

Gök nar panellerinin kimyasal analiz değerlerine bakıldığında, holoselüloz, alfa selüloz ve lignin değerlerinde düşüş olduğu gözlenmiştir. Holoselüloz değerleri deniz testi öncesi kontrol örneklerine göre 7 aylık ve 14 aylık kontrol örneklerinde %3,5 oranında düşmüştür. Alfa selüloz ve lignin örneklerinde yaklaşık %1,5 oranında düşüş gözlenmiştir.

Gök nar panellerindeki çözünürlük değerlerinde, 7 aylık ve 14 aylık kontrol panellerindeki sıcak su ve soğuk su çözünürlükleri deniz testi öncesi kontrol örneklerine göre artmış, alkol

çözünürlük değeri ise azalmıştır.

Odun delici deniz zararlılarının tahribatına uğramış 7 aylık ve 14 aylık göknar panellerindeki holoselüloz miktarında deniz testi öncesi kontrol örnekleri değerine göre azalma olduğu sonucuna varılmıştır. Alfa selüloz ve lignin değerlerinde de azalma olduğu sonucuna varılmış ancak holoselüloz değeri kadar ciddi olmadığı görülmüştür.



Şekil 4.13 Göknar ahşap panellerine ait kimyasal analiz değerleri.

Tüm türlerdeki ekstraktif madde ve hemiselüloz kayıplarında deniz suyunun yıkayıcı etkisinin olduğu düşünülmektedir. Sıcak su ve soğuk su çözünürlüklerindeki artışın şiddetli tahribattan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kimyasal analizlerle ilgili benzer kaynaklar bulunmadığından kıyaslama yapmak güç olmaktadır.

Daha önce yapılan çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da tek tür odun delici zararlısına rastlanmıştır.

Yapılan çalışmada üç türünde kısa bir süre içerisinde şiddetli tahribata uğradığı gözlenmiş, emprenye maddesinin koruyuculuğu ve önemi ortaya çıkmıştır.

Deniz zararlılarına karşı dayanımı zayıf olan türler bile vakum ve basınç metodu uygulanarak emprenye edildiklerinde kullanım yerlerinde uzun süre hizmet verebilmektedir. Kreozot ve CCA (bakır, krom, arsenik) maddeleri yıllardır bu işlemlerde kullanılmış ve deniz zararlılarına karşı koruma sağlamıştır. Fakat insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkilediği için bu maddelerin kullanımı yasaklanmış veya sınırlandırılmıştır. İçeriğinde arsenik ve krom barındırmayan maddeler artık daha fazla kullanım yeri bulmaya başlamıştır.

Bu sebeplerden dolayı doğal dayanımı yüksek ve odun delici organizmalara karşı toksik etkisi bulunan ağaç türlerinin kullanımı önem kazanmıştır.

Odun delici organizmaların çeşitliliği ve şiddet aktivitesi, sıcaklık ve tuzluluk oranı yüksek olan denizlerde artmaktadır. Ekvator kuşağı çevresine yakın olan denizler buna örnek verilebilir.

Ülkemizin üç tarafının denizlerle çevrili olduğu düşünülürse ve ahşap malzemenin deniz ortamında uzun süre hizmet vermesi ve olumsuz sağlık koşulları oluşturmaması için doğal dayanımı yüksek, odun delici organizmalara karşı toksik etki gösteren ağaçların kullanımı önem arz etmektedir.

Karadeniz'in, Akdeniz ve daha güneydeki denizlere göre düşük sıcaklık ve tuzluluk oranı göz önünde bulundurulduğunda çevreye duyarlı emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş türler ve doğal dayanımı fazla olan tropik türlerin Karadeniz'de olumlu sonuç vermesi mümkün olabilir.

KAYNAKLAR

- Anşin R** (1988) *Tohumlu Bitkiler*. K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No:15, K.T.Ü. basımevi, Trabzon, 262 s.
- Arntzen C J ve Winandy J E** (1994) *Wood Properties, Encyclopedia of Agricultural Science*, Orlando, FL: Academic Pres, 549-561, Vol. 4, USDA-Forest Service, Forest Products Laboratory, Wisconsin.
- ASTM D 1758-96** (1997) *Standart Test Method of Evaluating Wood Preservatives by Field Tests With Stakes*. Annual Book of ASTM Standards, 04.10 Easton, MD, U.S.A.
- Ay N** (1990) Türkiye’de Doğal Olarak Yetişen Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odunlarının Değişik Yetiştirme Ortamlarındaki İç Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 102 s.
- Ay N** (1994) Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) Odununun Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 99 s.
- Ay N, Şahin H ve Tıraş H** (1998) Ökseotu (*Viscum album* L.)’nun Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odununun Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Bildiri Kitabı*, İstanbul, s 531-537.
- Barnacle J** (1976) Wood and its preservation in the sea - a resume. 4th International, *Congress Marine Corrosion and Fouling*; pp. 57-66.
- Barnacle J E, Cookson L J ve Mc Evoy C N** (1983) *Limnoria quadripunctata* Holthuis-a threat to coppertreated wood. *International Research Group on Wood Preservation* Doc. No. IRG/WP/4100, IRG Secreteriat, Stockholm, pp.1-10.
- Barnacle J E, Cookson L J ve Mc Evoy C N** (1986) An apprasial 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.
- Baysal** (1994) Çeşitli borlu ve WR bileşiklerinin kızılçam odununun bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2s.
- Berkel A** (1961) İstanbul ve Civarı Su İnşaatlarında Ağaç Malzemenin Kullanımı Hakkında İncelemeler. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B (1): 45-54.
- Berkel A** (1963) *Uludağ Göknarı (Abies bornmülleriana M.)’ın Önemli Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Hakkında Araştırmalar*. İ. Ü. Yayınları No: 1006, Orman Fakültesi Yayın No: 89, 200 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Berkel A** (1970) *Ağaç Malzeme Teknolojisi*. Cilt I., İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 1448/147, 220 s.
- Berkel A** (1972) *Ağaç Malzeme Teknolojisi, Cilt II Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No: 1745, O.F. Yayın No: 183, 386 s.
- Bliven S ve Pearlman S** (2003) *Small Docks and Piers*, Massachusetts Department of Environmental Protection. *Bureau of Resource Protection Wetlands/ Waterways Program*, One Winter Street, Boston MA: 02108.
- Bobat A** (1994) *Emprenyeli Ağaç Malzemenin Kapalı Maden Ocaklarında ve Deniz İçinde Kullanımı ve Dayanma Süresi*. Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 180 s.
- Bozkurt A Y ve Erdin N** (1989) *Ticarette Önemli Yabancı Ağaçlar*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İ.Ü. Yayın No:3572, O.F. Yayın No:4, İstanbul s. 180-182.
- Bozkurt A Y** (1992) *Odun Anatomisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 415/3652, İstanbul, 124 s.
- Bozkurt A Y, Göker Y ve Erdin N** (1993) *Emprenye Tekniği*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3779, O.F. Yayın No: 425, ISBN 975-404-327-2, İstanbul, 102 s.
- Bozkurt AY ve Erdin N** (2000) *Odun Anatomisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, O.F. Yayın No. 466, ISBN 975-404-592-5, İstanbul, 52s.
- Browning B L** (1967) *Methods of Wood Chemistry*. Vol:1, Interscience Publishers, New York, London, Sydney.
- Cherian P V ve Cherian C J** (1975) *On the Comparative Efficacy of some indigenous methods for the protection of underwater timber structures*. *Bull. Dept. Mar. Sci. Univ. Cochin*. 7, (2); s. 419-426.
- Cookson L J** (1986) *Marine Borers and Timber Piling Options*. *CSIRO Division of Chemical and Wood Technology*, Research Review, Australia.
- Cookson L J** (1987) *The Occurrence of Limnoria indica Becker&Kampf (Isopoda) on the Eastern Coast of Australia*. *Crustacean*, 52: 85-89.
- Cragg S M ve Levy C R** (1979) *Attack by the crustacean sphaeroma on CCA-treated softwood in Papua New Guinean waters*. *International Journal of Wood Preservation* 1, Papua New Guinea, pp. 161-168.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Cragg S M, Thiel M ve 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, U.S.A., pp. 1-12.
- Dillon J** (2005) *Creosote-Treated Wood in Aquatic Environments*. Technical Review and Use Recommendations Prepared for, NOAA Fisheries Southwest Division Habitat Conservation Division, Prepared by: Stratus Consulting Inc. PO Box: 4059, Duke University Durham, NC.
- Eaton R A** (1985) Preservation of Marine Timbers. *Preservation of Timber in the Tropics*, ed. W.P.K. Findlay, Martinus Nijhoof / DR W. Junk Publishers, ISBN 90-247-3112-7 Dordrecht, Netherlands, pp. 158.
- Eaton R A ve Cragg S M** (1995) Evaluation of creosote fortified with synthetic pyrethroids as wood preservatives for use in the sea. Part 1: efficacy against marine wood-boring molluscs and crustaceans. *Material-und-Organismen*, 29 (3): 211-229.
- Edwin L ve Gopalakrishna AGP** (2004) Resistance of preservative treated rubber wood (*Hevea brasiliensis*) to marine borers. *Central Institute of Fisheries Technology*, Cochin 682029, India.
- Eliçin G** (1971) Türkiye Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'larında Morfogenetik Araştırmalar. *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları*, İ.Ü. Yayın No. 1662, O.F. Yayın No. 180, İstanbul.
- Göker Y** (1977) *Deneme Ağaçlarının Alındığı Dursunbey ve Elekdağ Ormanlarının Tanıtımı ve Karaçam Hakkında Genel Bilgiler*. T.C. Orman Bakanlığı Yayınları, Sıra no: 613, Seri No: 22, Ankara.
- Grasshoff K** (1975) *Black Sea*. Academic Press, N. Y. 2(2), pp. 545-578.
- Gündüz G** (1999) Camiyanı Karaçamının (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* var. *pallasiana*) Bazı Anatomik, Teknolojik ve Kimyasal Özellikleri. Doktora Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 148 s.
- Helsing G G** (1979) Controlling Wood Deterioration in Waterfront Structures. *Sea Technology*, 46: 20-21.
- Haderlie E C** (1983) Monitoring Growth Rates in Wood and Rock-Boring Marine Bivalves Using Radiographic Techniques. *Biodeterioration*, Volume: 5, ed. T.A. Oxley, pp. 304-318.
- Ibach R E** Wood Preservation, Chapter 14.
- İbrahim J V** (1981) Season of settlement of a number of shipworms (*Mollusca: Bivalvia*) in six Australian harbours. *Australian Journal Marine Fresh*, Volume: 32, pp. 591-604.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Johnson B R ve Gutzmer D I** (1984) Marine Exposure of Preservative Treated Small Wood Panels, *Forest Products Laboratory*, Madison, Wisconsin, pp. 3.
- Johnson B R ve Gutzmer D I** (1990) Comparasion of preservative treatment in marine exposure of small panels. *Forest Products Laboratory*, Research Note FBL-RN-0258, Madison, Wisconsin, pp. 8.
- Kayacık H** (1965) *Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği*. 1. cilt gymnospermae, 2. baskı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, sayı 98, İstanbul, 15 s.
- Kuhne H** (1971) The Identification of wood-boring crustaceans (with reference to their morphology, systematics and distribution). *Marine Borers, Fungi and Fouling Organisms of Wood*. Eds. E B G Jones and S K Eltringham, OECD, Paris.
- Kurt Ş** (2006) Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin (LVL) Deniz Ortamında Bazı Teknolojik Özelliklerinin Değişimi. Doktora tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 336 s.
- Mc quire A J** (1971) Preservation of Timber in the Sea. *Marine borers, fungi and fouling organisms of wood*, Eds. E.B.G. Jones and S.K. Eltringham, OECD, Paris. pp. 339-346.
- Merev N** (1984) *Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı*. Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Yayın No: 3652, Trabzon, 15 s.
- Milton F T** (1995) *The Preservation of Wood*. A Self Study Manual for Wood Treaters, Minnesota Extension Service, University of Minnesota, Minnesota, U.S.A. 19 s.
- Nylinder-Norman E, Henningson B, Gunnarsson L ve Hellstrom O** (1974) Marine wood borer tests on the west coast of Sweden. *Svenska Traskyddsinstitutet*, Sweden, 111 s.
- Öktem E** (1994) *Sarıçam Odununun Özellikleri ve Kullanım Yerleri*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi 7, Sarıçam, ISBN 975- 7829-17-X, s 11-20.
- Özen R** (1996) *Friedrich Naumann Vakfı*, Konferans Notları.
- Pendleton D E ve O'Neill T B** (1986) *Inspection of Experimental Marine Piling at Pearl Harbour*. Technical Note N-1757, Hawaii. U.S. Naval Civil Eng. Lab. Port Hueneme, , California s. 1-20.
- Perçin O** (2007) Lamine Edilmiş Ahşap Malzemeye Deniz Suyunun Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Kütahya, 122 s.
- Pınar E** (1997) *Türkiye Limanlarında Fouling ve Boring Organizmalar, Antifouling-Antiboring Boyaların Bu Organizmalar Üzerine Etkinliği*. DKK Hidrografi yayınları, DH-1049/DEBSS, ikinci Baskı, Çubuklu, İstanbul.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Progress Report** (2000) *Comparison Of Wood Preservatives in Stake Tests*. United States Department of Agriculture, Forest Service, U.S.A., 12 s.
- Ray D L** (1959) Nutritional Physiology of Limnoria. *Marine Boring and Fouling Organisms* University of Seattle, Washington Press, U.S.A., s. 46-60.
- Ross D A, Uchupi E, Prada K E ve Macilaine J C** (1974) Bathymetry and Microtopography of the Black Sea. *The Black Sea geology, chemistry and biology*. Ed. T. Degens and T. Ross, American Association of Petroleum Geologists, s. 1-10.
- Rotramel G** (1975) Filter-feeding by the marine boring isopod, *Sphaeroma quoyanum* H. Milne Edwards. 1840 (Isopoda, sphaeromatidae). *Crustacean*, Volume: 28, s. 7-10.
- Saatçioğlu F** (1976) *Silvikültür 1., Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:222, Semet Matbaası, İstanbul.
- Santhakumaran L N ve Jain J C** (1981) Observations on the destruction of fishing craft in India by marine wood-borers with special reference to the west coast. *IRG/WP Document 472*, pp. 1-5.
- Sekendiz O A** (1981) Doğu Karadeniz Bölümünün Önemli Teknik Hayvansal Zararlıları Üzerine Araştırmalar. *K.T.Ü. Orman Fak. Yayınları*, No: 127, O.F. Yayın No: 12, Trabzon, 30 s.
- SFPA** (1997) *Marine Construction Manual*. Southern Forest Products Association, Kenner LA, U.S.A., pp. 5.
- Sipe A R, Wilbur A E, ve Cart S C** (2000) Bacterial Symbiont Sransmission in the Wood-Boring Shipworm *Bankia setacea* (Bivalvia: *Teredinidae*). *Applied-and-Environmental-Microbiology*, Volume: 66:4, pp. 1685-1691.
- Sivrikaya H** (2003) Diri ve Öz Odunun Emprenye Edilebilirliği ve Dayanım Özellikleri, Doktora Tezi. Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, s. 187.
- Sivrikaya H** (2004) Odunu Tahrip Eden Başlıca Deniz Zararlıları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 6 (6): Bartın Orman Fakültesi, Bartın, Türkiye, s 136-141.
- Sivrikaya H, Cragg S M ve Borges L M S** (2008) Variation of commercial timbers from Turkey in resistance to marine borers as assessed by marine trial and laboratory screening. *39th Annual Meeting of IRG*, İstanbul, Turkey.
- Southwell C R ve Bultman J D** (1971) *Biological Deterioration of Woods in Tropical Environments*. Part 3 Chemical wood treatments for long-term marine borer protection, N.R.L. Report 7345 Washington D.C., U.S.A., pp 50-55.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Soydemir N** (2004) Türkiye Denizleri Açık Sularının Ekim 2000'deki Fitoplankton Kompozisyonu. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Mersin, 150 s.
- Tamblyn N** (1971) Marine borer tests of preservative-treated timbers in Papua New Guinea. *Forest Products Newsletter*, No: 386, Papua New Guinea, pp. 8-10.
- Tamblyn N, Rayner S ve Levy C** (1978) Field and marine tests in Papua New Guinea 1: Performance of creosote and copper-chrome-arsenic preservatives in pine and eucalypt timbers in tropical marine waters. Institute of Papua New Guinea, *Wood Science*. Volume: 8, pp. 53-58.
- TAPPI T 204 om-97** *Solvent Extractives of Wood and Pulp*.
- TAPPI T 207 om-99** *Water Solubility of Wood and Pulp*.
- TAPPI T 211 om-02** *Ash in Wood, Pulp, Paper and Paperboard, Combustion at 525°C*.
- Tarakanadha B, Morrell J J ve Satyanarayana Rao K** (1993) Effects of Wood Preservatives (CCA, CCB, CDDC, AZCA, ACQ, and CC) on the settlement and growth of marine biofouling organisms. *Institute of Wood Science and Technology*, India, pp. 1-5.
- Thomasson G, Capizzi J, Dost F, Morrell J ve Miller D** (1988) Wood Preservation and Wood Products Treatment Training Manual. *Oregon State University Extension Service*, EM:8403, U.S.A., pp. 2-11.
- Toker R** (1960) *Batı Karadeniz Sarıçamının Teknik Vasıfları ve Kullanma Yerleri Hakkında Araştırmalar*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No. 10.
- TS 2471** (1981) *Odunda Fiziksel, Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini*, I.Baskı, TSE, Ankara.
- TS EN 275** (2000) *Ahşap Koruyucular-Deniz Oyucularına Karşı Koruyucu Etkisinin Tayini*.
- Turner R D ve Johnson A C** (1971) Biology of Marine Wood-Boring Molluscs. *Marine Borers, Fungi and Fouling Organisms of Wood*. Ed. E.B.G. Jones and S.K. Eltringham. Proc. OECD Workshop, Paris, s. 259-301.
- Turner R D** (1971a) Identification of Marine Wood-Boring Molluscs. *Marine borers, fungi and fouling organisms of wood*, ed. Jones, E.B.G. and S.K. Eltringham, Proc. O.E.C.D. Workshop, pp. 17-64.
- Turner R D** (1971b) Australian Shipworms. *Australian Natural History*, Sydney, (17), pp. 139-145.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- URL-1** (2009) http://www.americanpoleandtimber.com/pdf/army_marine_treatment_recommendations.pdf, American Pole & Timber Structural Wood Products, Chapter 2 Timber Structures, Section 1 Preservation of Wood, 10 Mart 2009.
- URL-2** (2009) <http://www.agaclar.net/forum/showthread.php?t=382>, Ağaclar.Net Forum, 28 Ocak 2009.
- URL-3** (2009) <http://www.xsir.net/orman-ve-cevre-bilimleri/55366-ormanlar-ve-doga.html>, Ormanlar ve Doğa, 25 Mart 2009.
- URL-4** (2009) <http://www.ogm.gov.tr/agacturleri/agac2.htm>, Ağaç Türleri, Karaçam, 25 Mart 2009.
- URL-5** (2009) <http://www.ibreliler.com/taxonomy/term/411>, Orta ve Büyük Boy İbreliler, Uludağ Göknaarı, 23 Ocak 2009.
- Vind H P ve Noonan M J** (1964) *Laboratory Methods to Evaluate Preservatives for Marine Timbers*. Pagination or Media Count: 21, Accession Number: AD0445862.
- Waterbury J B, Calloway C B ve Turner R D** (1983) Cellulolytic Nitrogen-Fixing Bacterium Cultured From the Gland of Deshayes in Shipworms (Bivalvia: Teredinidae). *Science*, 221: 1401-1403.
- Weiss J S ve Weis P** (1996) The Effects of Using Wood Treated With Chromated Copper Arsenate in Shallow-Water Environments, *Department of Biological Sciences, Estuaries Vol. 19, No. 2A, Rutgers University, Newark, New Jersey 07102*, pp. 306-310.
- Yaltırık F** (1994) *Dendroloji Ders Kitabı*. Gymnospermae-Angiospermae, İ.Ü. yayın no:3836, Fakülte Yayın no:431, ISBN 975-404-363-9, İstanbul, s 20-48.
- Yılğör N** (1999) Türkiye’de Karaçam (Pinus nigra L.) Varyetelerinin Kimyasal Açıdan Karakterizasyonu. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 144 s.
- Zachary A, Parrish K K ve Bultman J D** (1983) Possible role of marine bacteria in providing the creosoteo resistance of *Limnoria tripunctata*. *Marine Biology*, 75: 1-8.

EK AÇIKLAMALAR A
TEZ ÇALIŞMASINDA KULLANILAN ODUN ÖRNEKLERİ'NİN DENEY SONRASI
FOTOĞRAFLARI

7 AYLIK KONTROL ÖRNEKLERİ

SARIÇAM RESİMLERİ

SARIÇAM 1



SARIÇAM 2



SARIÇAM 3



SARIÇAM 4



SARIÇAM 5



SARIÇAM 6



SARIÇAM 7



SARIÇAM 8



7 AYLIK KONTROL ÖRNEKLERİ

KARAÇAM RESİMLERİ

KARAÇAM 1



KARAÇAM 2



KARAÇAM 3



KARAÇAM 4



KARAÇAM 5



KARAÇAM 6



KARAÇAM 7



KARAÇAM 8



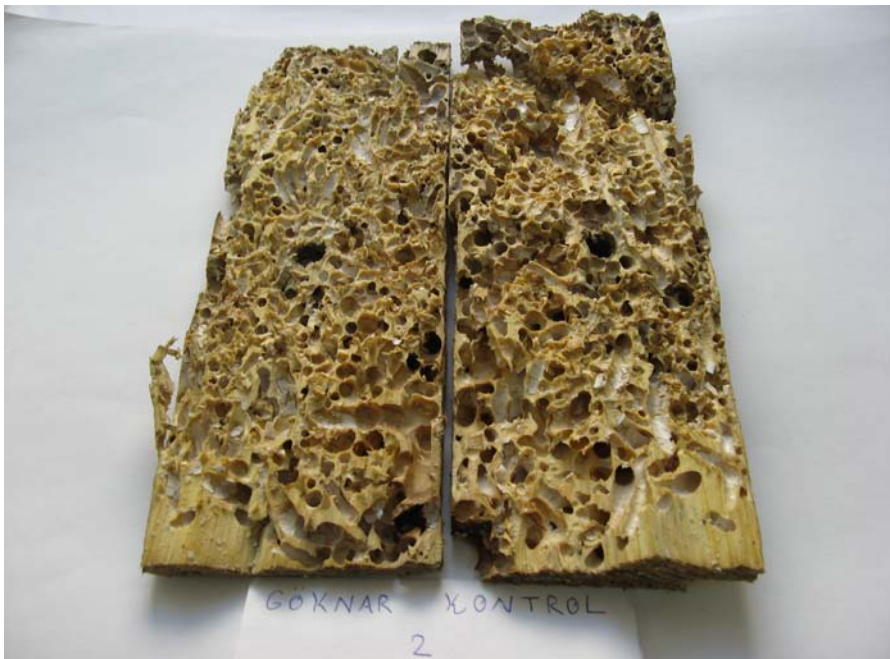
7 AYLIK KONTROL ÖRNEKLERİ

GÖKNAR RESİMLERİ

GÖKNAR 1



GÖKNAR 2



GÖKNAR 3



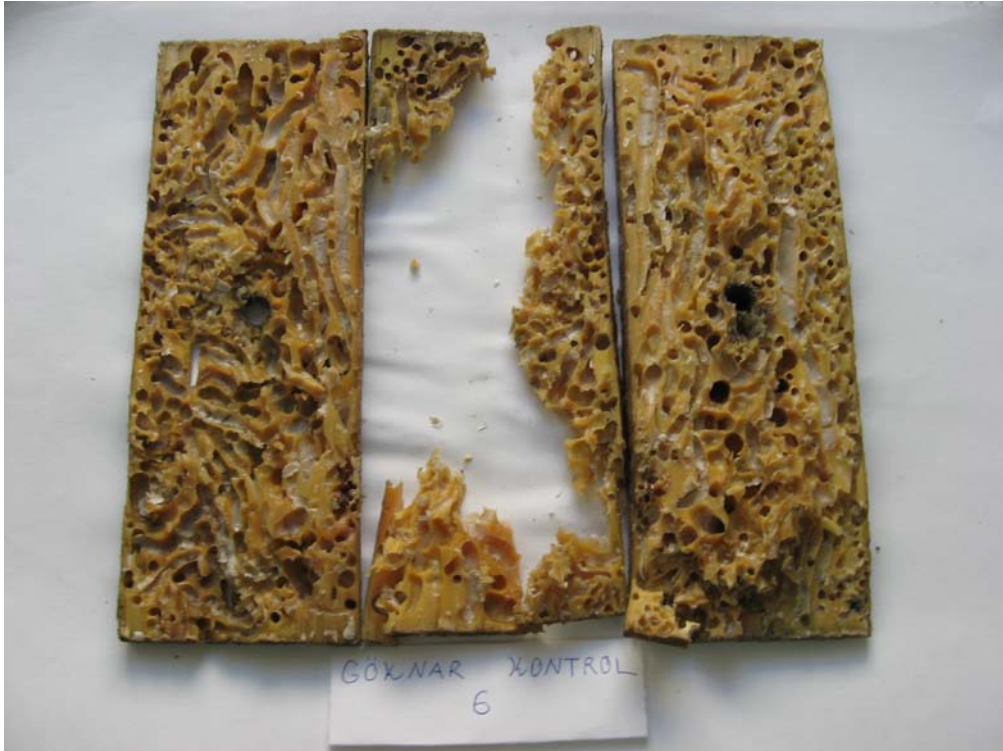
GÖKNAR 4



GÖKNAR 5



GÖKNAR 6



GÖKNAR 7



GÖKNAR 8



7 AYLIK EMPRENYELİ ÖRNEKLER

SARIÇAM RESİMLERİ

SARIÇAM 1



SARIÇAM 2



SARIÇAM 3



SARIÇAM 4



SARIÇAM 5



SARIÇAM 6



SARIÇAM 7



SARIÇAM 8



7 AYLIK EMPRENYELİ ÖRNEKLER

KARAÇAM RESİMLERİ

KARAÇAM 1



KARAÇAM 2



KARAÇAM 3



KARAÇAM 4



KARAÇAM 5



KARAÇAM 6



KARAÇAM 7



KARAÇAM 8



7 AYLIK EMPRENYELİ ÖRNEKLER

GÖKNAR RESİMLERİ

GÖKNAR 1



GÖKNAR 2



GÖKNAR 3



GÖKNAR 4



GÖKNAR 5



GÖKNAR 6



GÖKNAR 7



GÖKNAR 8



14 AYLIK KONTROL ÖRNEKLERİ

SARIÇAM RESİMLERİ

SARIÇAM 1



SARIÇAM 2



SARIÇAM 3



SARIÇAM 4



SARIÇAM 5



SARIÇAM 6



SARIÇAM 7



SARIÇAM 8



14 AYLIK KONTROL ÖRNEKLERİ

KARAÇAM RESİMLERİ

KARAÇAM 1



KARAÇAM 2



KARAÇAM 3



KARAÇAM 4



KARAÇAM 5



KARAÇAM 6



KARAÇAM 7



KARAÇAM 8



14 AYLIK KONTROL ÖRNEKLERİ

GÖKNAR RESİMLERİ

GÖKNAR 1



GÖKNAR 2



GÖKNAR 3



GÖKNAR 4



GÖKNAR 5



GÖKNAR 6

Kayıp.

GÖKNAR 7



GÖKNAR 8



14 AYLIK EMPRENYELİ ÖRNEKLER

SARIÇAM RESİMLERİ

SARIÇAM 1



SARIÇAM 2



SARIÇAM 3



SARIÇAM 4



SARIÇAM 5



SARIÇAM 6



SARIÇAM 7



SARIÇAM 8



14 AYLIK EMPRENYELİ ÖRNEKLER

KARAÇAM RESİMLERİ

KARAÇAM 1



KARAÇAM 2



KARAÇAM 3



KARAÇAM 4



KARAÇAM 5



KARAÇAM 6



KARAÇAM 7



KARAÇAM 8



14 AYLIK EMPRENYELİ ÖRNEKLER

GÖKNAR RESİMLERİ

GÖKNAR 1



GÖKNAR 2



GÖKNAR 3



GÖKNAR 4



GÖKNAR 5



GÖKNAR 6



GÖKNAR 7

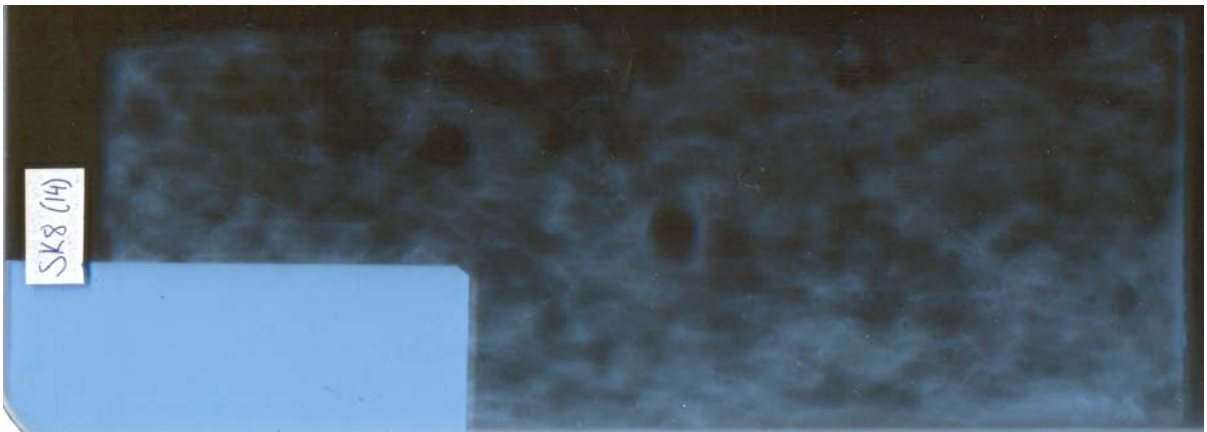
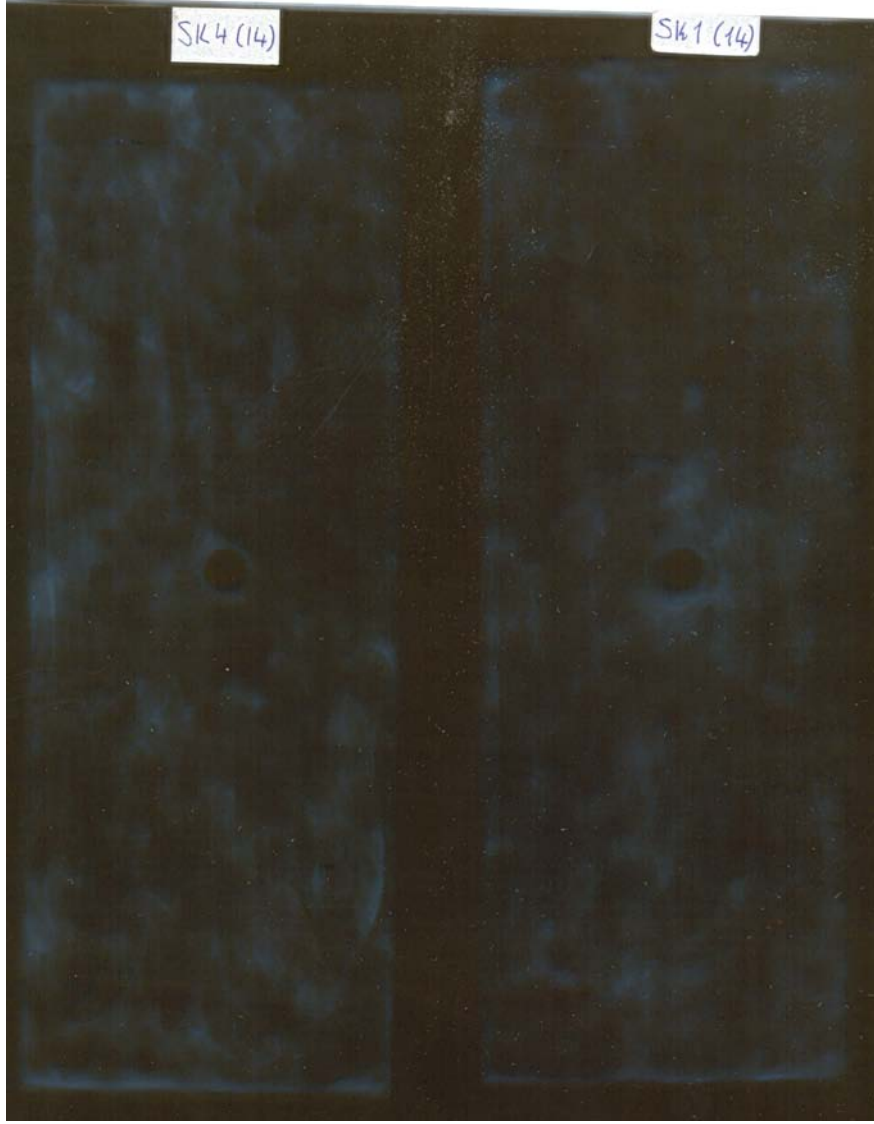


GÖKNAR 8

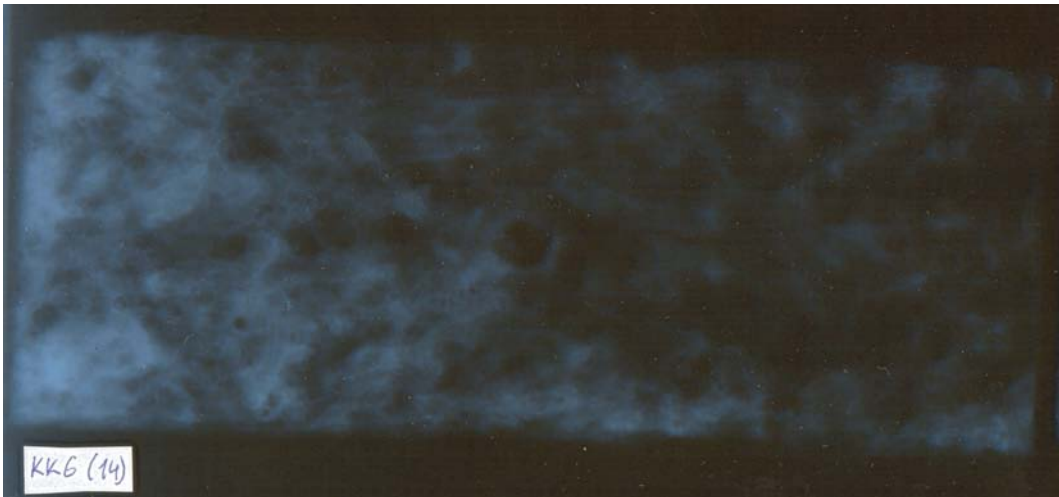
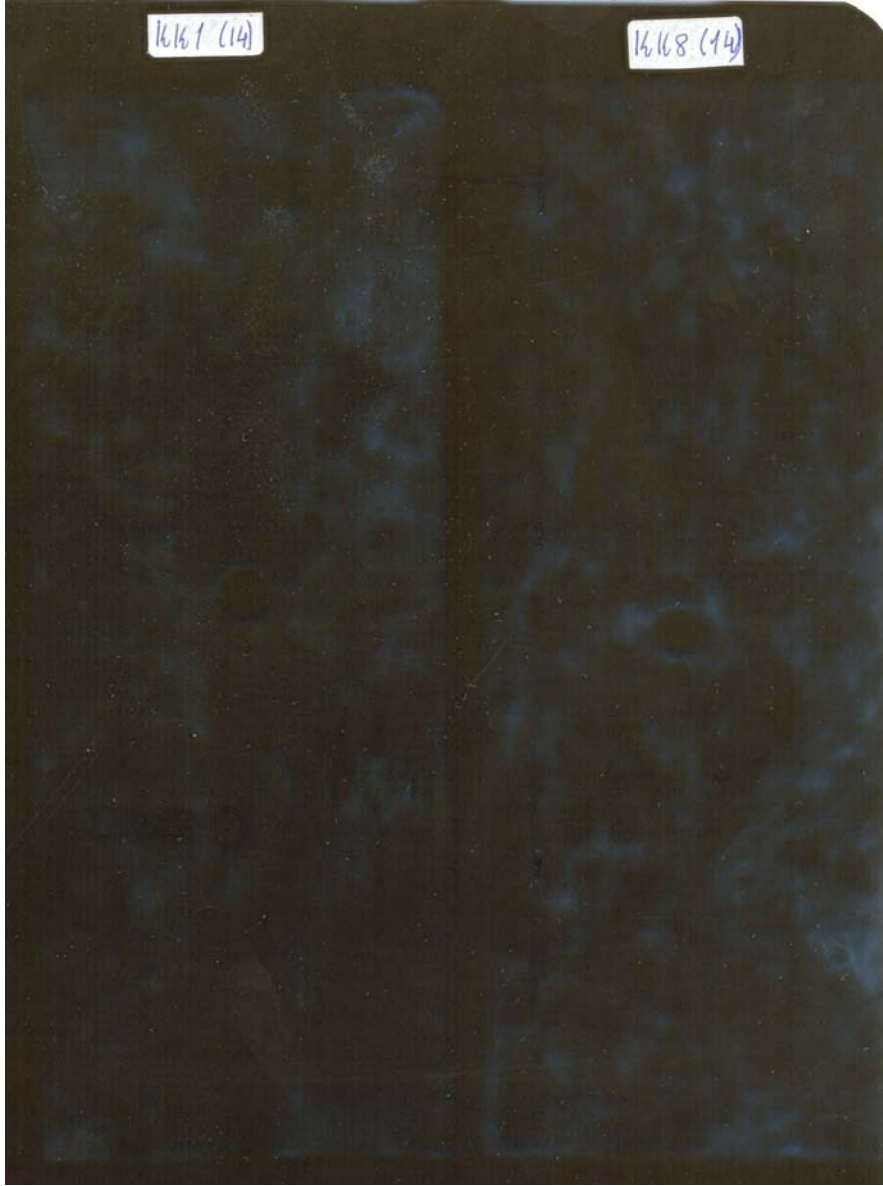


14 AYLIK KONTROL ÖRNEKLERİ X-RAY GÖRÜNTÜLERİ

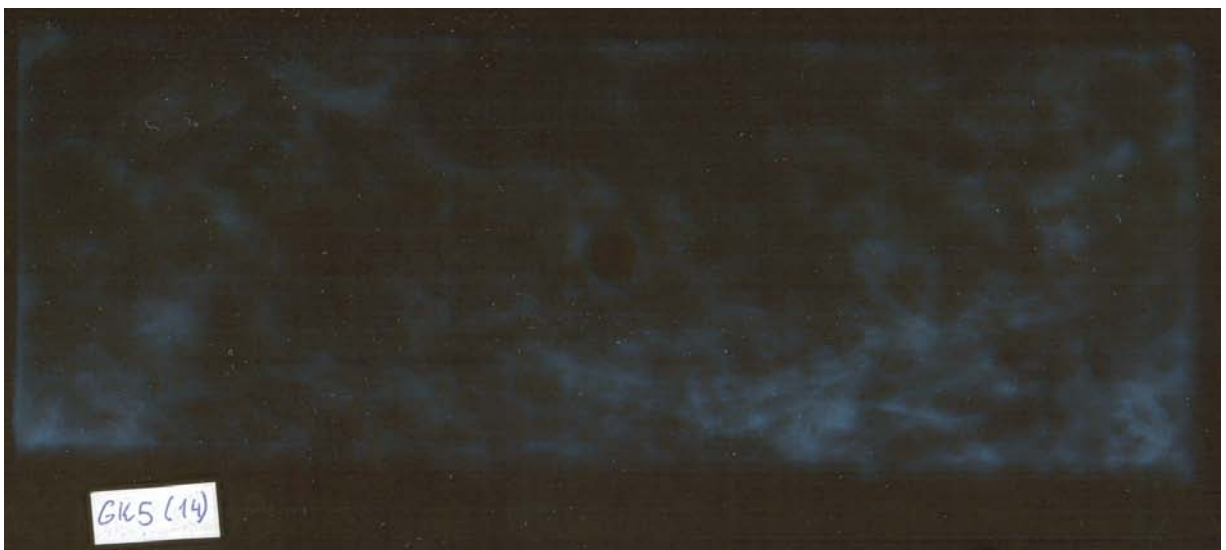
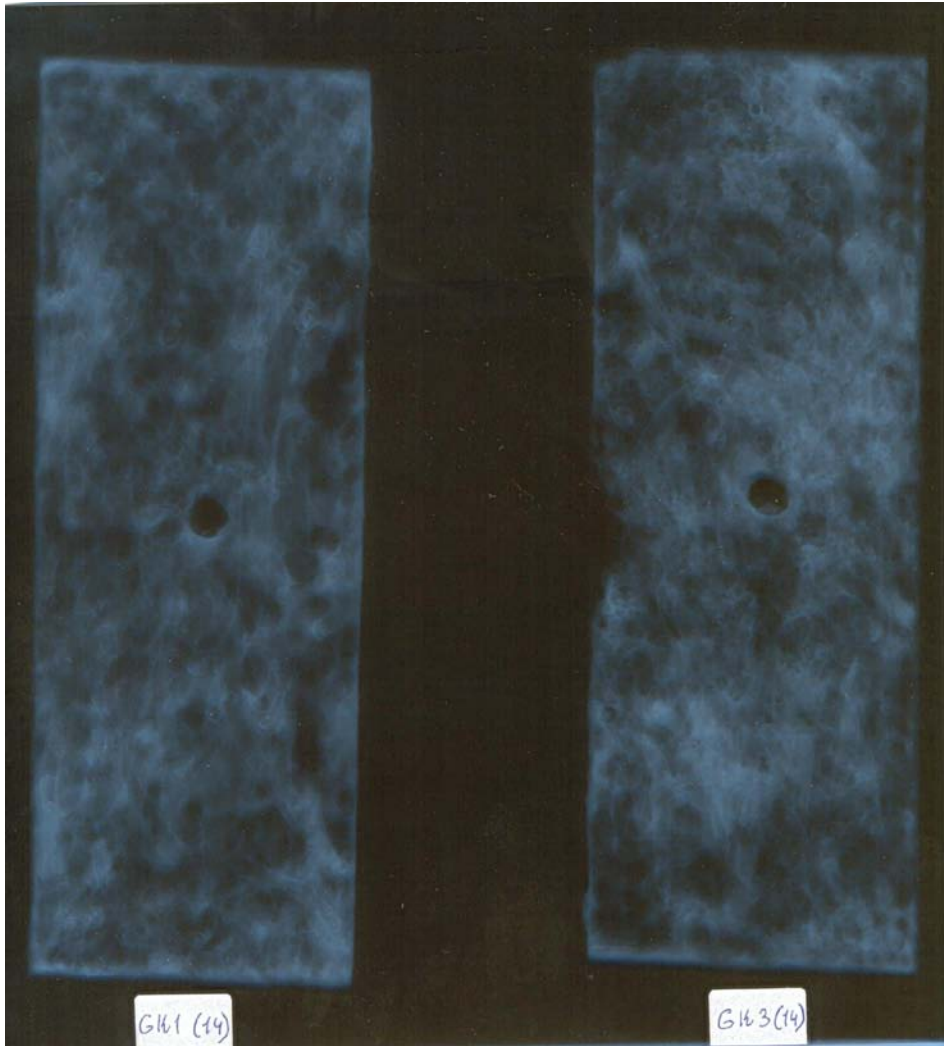
SARIÇAM



KARAÇAM



GÖKNAR



ÖZGEÇMİŞ

Hakan ÇETİN 1984 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2002 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimi almaya hak kazandı. 2006 yılında Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Aynı yıl Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Halen yüksek lisans eğitimine devam etmekte olup yabancı dili İngilizcedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Kemerköprü Mahallesi Sıtmayanı
Caddesi No:59 Daire 1 BARTIN/MERKEZ
Tel : 0 535 615 26 31
E-posta : hakancetin84@hotmail.com