

Öz

İnsanlık tarihi boyunca önemli bir yere sahip olan ahşap, yüzyıllardır deniz ortamında yapı ve araç malzemesi olarak kullanılmaktadır. Diğer malzemelerle kıyaslandığında, ahşap malzemeyi üstün kılan çok sayıda özellikleri bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri, yenilenebilir bir kaynak olması, koruyucu maddelerle işlem görmüş ahşabın gösterdiği yüksek dayanım ve estetik özellikleri sayılabilir. Bu çalışmada, özel amaçlı deniz araçları sınıfından, "yat" sınıfı deniz araçlarının uygulamasında kullanılan ahşap malzeme türlerinin deniz ortamında, koruyuculara ve zamana bağlı olarak fiziksel ve mekanik özelliklerinde meydana gelen değişimler, yapılan gözlem ve deneysel çalışmalarla incelenmiştir.

Abstract

Having an important place throughout human history, timber has been used as construction and transport materials in the sea context for centuries. Comparing it with other materials, there are many features that make timber superior. Some of the most important ones of these features can be identified as being a renewable material source, high durability and aesthetic nature attributed to timber when used with protective materials. This study is based on scientific observations and experimental work that focus on physical and mechanic changes caused to timber used in the "yacht" category of sea transporters by the sea environment, protective materials and aging.

Anahtar Kelimeler:

Deniz Araçları, Deniz Ortamı, Dayanıklılık
Keywords:
Naval vessels, Marine environment, Durability

Ahşap Deniz Araçlarında Koruyucular ve Ortamın Durabiliteye Etkisi

Doktora Makalesi

Müge ERTEMLİ, Danışman Prof. Dr. Halit Yaşa Ersoy
Gedik Üniversitesi
Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı, Yapı Fiziği ve Malzeme programında tamamlanmış "Ahşap Deniz Araçlarında Koruyucular ve Ortamın Durabiliteye Etkisi" başlıklı tezden oluşturulan makale metni Haziran 2013 tarihiyle dergiye ulaşmış, 04.12.2013 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile tartışmalar 01.06.2014 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

1. Giriş

Masif ağaç veya kereste, ahşap tekne imalatı endüstrisinde daima birinci malzeme olmuştur. Günümüzde, tekne yapımında kullanılan malzemelerden hiç biri heterojen özellikteki estetik yapılı ahşabın yerini alamamıştır. Özellikle gezi ve seyahat amaçlı, yat gibi teknelerde kullanılan ahşap malzeme, aşağıdaki faydalı yönlerinden ötürü en çok tercih edilen malzeme olmuştur.

- Hafifliğine rağmen statik ve dinamik direncinin yüksek olması,
- Diğer malzemelere (*çelik, fiberglas, plastik vb.*) oranla daha kolay işlenebilirliği,
- Estetik özelliğinin iyi olması,
- Aşınan ve yıpranan kısımlarının kolayca onarılması,
- Aşırı zorlanma ve darbelerde, mukavemeti farklı yönlere dağıtarak absorbe etmesi ve sağlam bir yapı vermesi. (*Kaygın, 2002*)

Tekne yapımında kullanılan ağaç malzeme doğal dayanıklılıklarına göre beş farklı şekilde sınıflandırılmaktadır.

1. Sınıf; Çok dayanıklı: Sürekli olarak toprak veya su ile temasta olan yerlerde

kullanılan ağaç malzemeler. Örnek olarak; deniz direkleri vs. Bu gruba pelesenk ve tik gibi tropik kökenli ağaçlar girmekte olup doğal dayanım süreleri 25 yıl ve daha fazladır.

2. Sınıf; Dayanıklı: Toprak veya su ile temasta olmayan yapılarda kullanılan ağaç malzeme. Bunlar, gemilerin iskelet, omurga ve güverteleri için uygundur. Bu gruba yerli ağaç türlerimizden kestane, ak meşe, ardıç, porsuk ve sedir gibi ağaç türleri girmekte, doğal olarak dayanım süreleri 15–20 yıl arasındadır.

3. Sınıf; Orta derece dayanıklı: Bu sınıfa giren ağaç malzemelerin toprakla temasta olan yerlerde kullanılabilmesi için emprenye edilmesi gerekmektedir. Gemi direkleri gibi teknelerin bazı kısımlarında kullanılabilir. Bu gruba yerli ağaç türlerimizden ceviz ve servi dâhil olmakta, doğal dayanım süreleri 10–15 yıl arasındadır.

4. Sınıf; Az Dayanıklı: Bu gruba giren ağaç malzemelerin, kullanım yerlerinde rutubet alma riski varsa mutlaka emprenye işlemi yapılması gerekmektedir. Mobilyalarda ve iç bağlantılarda güvenli şekilde kullanılabilirler. Bu gruba yerli

ağaç türlerimizden dut, karaağaç, kırmızı meşe, çam, göknar ve ladin girmekte, doğal dayanım süreleri 5-10 yıl arasındadır.

5. Sınıf; Dayanaksız: Etkili bir şekilde emprenye edilmedikçe yapılarda kullanılmamalıdır. Kontrplakta kaplama olarak vs. kullanılabilirler. Bu gruba yerli ağaç türlerimizden akcağaç, atkestanesi, dişbudak, gürgen, huş, ıhlamur, kavak, kayın, kızılbaş ve söğüt girmekte olup doğal dayanım süreleri 5 yılın altındadır. (Sivrikaya, 2008)

Deniz araçları birçok kimyasal ve fiziksel olaylarla karşı karşıyadır. Ahşap deniz araçları, deniz suyunda bulunan kimyasal maddeler, güneşin, yağmurun, soğuşun, sıcaklığın ve dalgaların etkisiyle, karaya göre daha fazla hasarla ve aşınmayla karşı karşıyadır. Ayrıca deniz suyu içerisinde bulunan, ahşaba yapışarak ve delerek etkileyen canlılar önemli hasarlar meydana getirmekte ve kısa zamanda, düzeltilmesi zor büyük hasarlara neden olmaktadır.

Ahşap malzemeye zarar veren deniz canlıları, her denizde olmak üzere, çeşitlilik ve miktar bakımından farklı şekillerde bulunmaktadır. Karinaya yapışan ve burada büyüyerek çoğalan bu canlıların zararları, kullanılan koruyuculara, teknenin seyrettiği sulara, ne sıklıkta seyir yaptığına, nerede bağlı olarak durduğuna, ne kadar kaldığına ve mevsime bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Farklı deniz ekosistemlerinde farklı etkinliğe sahip olan hayvansal odun zararlıları, deniz suyu içinde değişik amaçlarla kullanılan her türden ağaç malzemeleri ya gıda maddesi ve barınak ya da yalnızca barınak amacıyla tahrip etmektedirler. Bu tahribat sonucu ağaç konstrüksiyonlar 1-2 yıl gibi çok kısa sürelerde işlevsiz kalmaktadır.

Denizel ortamda değişik amaçlarla kullanılan malzemelerin yüzeylerinde tutunarak gelişen bitkisel ve hayvansal organizmalara "fouling organizmalar" (Bobat, 1999) bu organizmaların gelişerek tutundukları yüzeyde oluşturdukları biyolojik bozunmaya da "fouling olayı" denilmektedir (Kırlı, 2005).

Mikroorganizmalar, deniz suyu içerisinde bulunan odunun yüzey kısımlarını çürütmelerine rağmen, esas tahribatı odun delici organizmalar olan yumuşakçalar ve kabuklular yapmaktadır. Malzeme içine biyolojik delme sonucu girerek zarar veren organizmalara "boring organizmalar" denilmektedir (Bobat, 1999). Odun delici organizmalar tarafından gerçekleştirilen olaya da "boring olayı" denilmekte ve bu olay daha çok "biyolojik delme" olarak tanımlanmaktadır (Bobat, 1995).

Denizde odunun çürümesi, başlıca olarak odun delici yumuşakçalar ve kabuklular tarafından gerçekleştirilmektedir (Tablo 1). Denizdeki odun delici canlılar dört çeşittir, bunların ikisi kabuklular ve diğer ikisi de yumuşakçalardır (Sivrikaya, 2004).

Yumuşakçalar (Molluscs)	Kabuklular (Crustaceans)
a) <u>Teredinidler</u> <u>Bactronophorus</u> , <u>Bankia</u> , <u>Dicyathifer</u> , <u>Lyrodus</u> , <u>Nausitoria</u> , <u>Neoterodo</u> , <u>Nototerodo</u> , <u>Psiloterodo</u> , <u>Teredo</u> , <u>Teredora</u> , <u>Teredothyra</u> , <u>Sphathoterodo</u> , <u>Uperotus</u>	a) <u>Isopodlar</u> 1) <u>Limnoriidae</u> , <u>Limnoria</u> , <u>Paralimnoria</u> , <u>Phycolimnoria</u> 2) <u>Sphaeromatidae</u> , <u>Cymodoce</u> , <u>Exosphaeroma</u> , <u>Sphaeroma</u>
b) <u>Pholads (Piddocks)</u> <u>Lignopholas</u> , <u>Martesia</u> , <u>Xylophaga</u>	b) <u>Amphipodlar</u> <u>Cheluridae</u> , <u>Chelura</u>

Tablo 1
Çok yaygın olarak görülen odun delici organizmalar (Sivrikaya, 2004)

Deniz suyu içerisinde bulunan, ahşaba yapışarak ve delerek etkileyen canlıların meydana getirdiği hasarlar nedeniyle, ahşabın kullanım süresini arttırmak için koruyucu önlemlerin alınması gerekli olmaktadır. Ahşabı denizdeki zararlılara karşı korumanın çeşitli yolları uygulanmış ve genel anlamda sağlıklı birkaç yöntem kullanılmaya devam etmiştir.

Ağaç malzemeyi uzun süreli ve güvenli korumanın en etkili yolu, uygun kimyasallar ve tekniklerle empenye etmektir. Suda çözündürülerek uygulanan metal tuzları, empenye işlemi sonucunda odun yapısı ile reaksiyona girerek ya da çökelme ile oduna bağlanarak yıkanmaya karşı dirençli hale getirilmektedir (Şen, 2009).

Ayrıca, fouling'in yol açtığı olumsuz etkileri önlemek amacıyla gemi yüzeylerinin su içerisinde kalan yüzeylerine zehirli boya uygulanır. Amacı fouling'in oluşmasını engellemek olan bu sistemler tanımları gereği organizmaları uzaklaştırır, öldürür ya da büyümelerini engeller.

Günümüzün zehirli boya teknolojisi iki değişik rota izler; kimyasal ya da fiziksel. Kimyasal metotlar kirlenmeyi önlemek için gemiyi aktif bir madde içeren (örneğin biyosit içeren) boyalar ile boyamayı öngörür. Günümüzde kullanılan en önemli tipleri şunlardır:

- Deniz suyunda biyositi açığa çıkararak çözünen matris,
- Biyositin boya tabakası boyunca yüzeyden difüze olduğu çözünmez matris,
- Kendi kendine cilalayan boya (SPC-*selfpolishing copolymer*) yüzeyde çözünebilir mikro tabaka oluşturur ve yüzeyden biyosit salınırken yüzeyi sürekli

parlatmaya devam eder (Denizde Yeni Antifouling Boyalar, 2008).

Çözünebilir matrisli olanlar, reçine bir "bağlayıcı" içine bakır oksit veya diğer biyositlerin ilavesi ile oluşur. Asidik reçine deniz suyunda yavaş yavaş çözülür ve buna bağlı olarak bakır oksit de aynı anda salınmaya başlar. Bu sistemde yüzeyde sürekli bir erozyon söz konusudur.

Matriksi çözünmeyen (Contact leaching) boyalar, bakır içeriği daha fazladır ve ortalama 15 aylık bir ömrü vardır. Bu sistemlerde asıl matriks çözünebilir değildir. Boya yüzeyindeki bakır oksit deniz suyunda çözülür ve uzaklaşır daha sonra ardındaki bakır oksit partikülleri deniz suyu ile temas eder ve çözülür.

Zamanla kendi yüzeyini pürüzsüzleştiren Kopolimer (SPC) tipindeki boyalar, tributilkalay metakrilat ve metil metakrilattan oluşan kopolimerlerdir. Bu kopolimer deniz suyunda lineer bir hızda hidroliz olur. Bu hidroliz sırasında tributilkalay açığa çıkar ve boya yüzeyi zaman içinde pürüzsüz bir hal alır. Başlangıçta boya yüzeyi oldukça pürüzlüdür ve üzerindeki su akımına direnç gösterir (boya yüzeyinde türbülans oluşur). Ancak zaman ilerledikçe boya yüzeyi kendi kendini pürüzsüzleştirdiği için zamanla bu direnç de azalacaktır. (Duydu, 1993)

Bu çalışma, ahşap deniz araçlarında en çok tercih edilen ve koruyucu olarak zehirli boya kullanılmış ahşapların, deniz ortamında farklı zaman periyotlarında, üzerinde oluşan, yüzeyel ve derinlemesine olan etkilerin birbirleri ile karşılaştırılması, benzer ya da

¹ Bir veya birden fazla aktif maddenin karışımıyla oluşan, bakteri, mantar, su yosunu, küf veya maya içeren mikroorganizmaları kontrol edici veya öldürücü etkisi olan kimyasal maddeler

farklılıklarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla kestane, sarıçam ve sapelli ağacından malzemeler, ekonomik ve orta kalite zehirli boyalarla boyanarak, deniz ve laboratuvar ortamında belirli sürelerle bekletilmiş ve mekanik özellikleri ile görsel değişimleri tespit edilmiştir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Ağaç Türleri ve Koruyucu

Deneyssel çalışmada kullanılmak üzere, özel amaçlı deniz araçları sınıfından, “yat” sınıfı deniz araçlarının uygulamasında kullanılan, ahşap malzeme türleri ele alınmaktadır. Bu ağaçlar; kestane (*castanea sativa*), sarıçam (*pinus sylvestris*), sapelli (*entandrophragma cylindricum*)’dir. Koruyucu olarak ise, çalışmanın kapsamı gereği, deniz zararlılarının, en çok tekne hareketsizken etki ettikleri dikkate alınarak, seyir halinde olmayan, uzun süreli bekleme koşullarındaki tekneler için kullanımı uygun görülen, durağan tipte zehirli boyalar tercih edilmiştir.

2.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması, Örneklerin Deney Ortamına Yerleştirilmesi ve Bulunma Süreleri

Mekanik deneyler için, örnek boyutlarının belirlenmesi ve hazırlanmasında, TS 2595 Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini, TS 2473 Odunun Liflere Dik Doğrultuda Basınçta Denenmesi, TS 2477 Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, TS 2474 Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini ve TS 2479 Odunun Statik Sertliğinin Tayini ile ilgili “Türk Standartları Enstitüsü” standartları esas alınmıştır.

Standartlara göre hazırlanan örnekler, laboratuvar ortamında, fırça ve rulo kullanılarak, bir kat astar ve iki kat zehirli

boya olmak üzere boyanmıştır. Örnekler, üç kat tor ağı içerisinde gruplandırılıp, işaretlenerek, deney bölgelerine bırakılacak şekilde hazırlanmıştır. Çalışmada, örnekler seçilen üç farklı deney bölgesinde bekletilmişlerdir. Deney örneklerinin deniz suyu içerisinde bekletileceği yerlerin seçiminde, deniz zararlılarının en çok tekne hareketsiz haldeyken etki ettikleri göz önünde bulundurularak Kalamış Yat Limanı ve Pendik Yat Limanı seçilmiştir. Hazırlanan örnekler, tez kapsamında denizde bekletilme süreleri olan 1,5 ay, 3 ay, 6 ay ve 9 aylık sürelerin her biri için gruplandırılarak, yatların bağlandığı iskeleden deniz seviyesinin 2 m. aşağısında kalacak şekilde daldırılarak yerleştirilmiştir.

Ayrıca laboratuvar ortamında da bir kısım deney örneği deniz suyu içerisinde bekletilerek, gerçek mekân ve laboratuvar ortamının deney sonuçlarında yapabileceği farklılıklar ya da benzerlikler belirlenmeye çalışılmıştır.

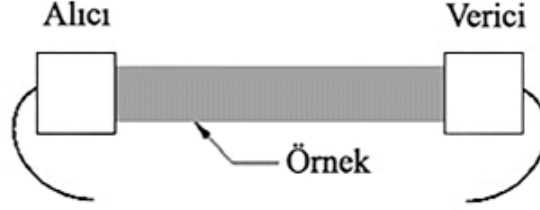
Laboratuvar ortamındaki örnekler için plastik kutular içerisine Fındıklı sahilinden deniz suyu alınarak doldurulmuş ve örneklerin tamamı suyun içerisinde kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Düzenli olarak haftada bir deniz suyunun değiştirilmesi sağlanmış, deniz suyunun hareketsiz kalarak tortulaşmasını önlemek amacıyla, plastik kutuların içerisine devir daim motorlarından bağlanarak, suyun sürekli olarak hareket halinde olması sağlanmıştır.

2.3. Deney Metodu

2.3.1. Fiziksel Özellikler

Görsel Özellikler

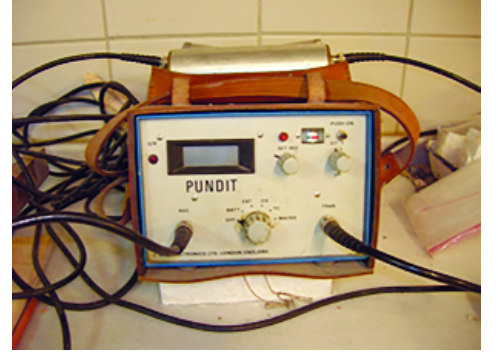
Koruyucusuz örnekler ile ekonomik ve



Resim: 1

Resim: 1
Ultrases hızı ölçüm deney düzeneği.

Resim: 2
Ultrases hızı ölçümü için kullanılan deney aleti.



Resim: 2

orta kalite zehirli boya ile korunmuş olarak denize bırakılan örneklerde deniz suyu içerisinde 9 ay süre ile bekletilmesi sırasında meydana gelen renk, koku ve deniz canlıları tarafından yapılan tahribatlar görsel olarak 1,5 ay, 3 ay, 6 ay ve 9 aylık gözlemleri yapılarak gerekli incelemeler yapılmış ve gözlemler kaydedilmiştir.

Birim Hacim Ağırlık

Deneyisel çalışmada kullanılan ağaçlardan alınan örnekler 4000 gr. kapasiteli Precisa 4000C Swiss Quality elektronik tartı aletinde tartılarak birim ağırlıkları belirlenmiştir. Birim hacim ağırlıklarının hesaplanmasında; $\Delta = \frac{P}{V}$ gr/cm³ eşitliğinden yararlanılmıştır. Burada;

Δ : Birim hacim ağırlık (gr/cm³),

P: Malzemenin ağırlığı, V: Malzemenin hacmi olarak alınmıştır.

Su emme

Su ile ilişki sonucu, su içinde bulunan malzemelerde su emme olayı karşımıza çıkar. Su emme olayında malzemenin boşluğu önemli bir etkidir. Malzeme ne kadar boşluklu ise su emme değeri o kadar büyük olur. Ahşapta, hücresel yapısını oluşturan selülozun su emme özelliği nedeniyle de, nem ve su miktarlarında büyük değişiklikler görülür. Ahşabın su emme miktarının hesaplanmasında;

$$SA = \frac{P1 - P0}{P0} \text{ kg/ m}^3 \text{ eşitliğinden}$$

yararlanılmıştır. Burada; SA: Su emme miktarı (kg/m³), P0: Ahşabın kuru ağırlığı, P1: Ahşabın suya doymuş ağırlığı olarak alınmıştır.

Ultrases Hızı

Ultrases hızı deneyinde, alt ve üst yüzeyleri hassas şekilde temizlenmiş örnekler, bu yüzeylerine olabildiğince kusursuz iletişimi sağlar özellikte malzeme uygulanarak, transduser (alıcı-verici) uçları arasına yerleştirilmiş ve ses dalga hızlarının örneği bir uçtan bir uca geçmesi için gerekli net süreler belirlenmiştir. Ultrases hızının belirlenmesinde, 54 kHz. Pundit-CNS Electronics Ltd. deney aletinden yararlanılmıştır. (Resim 2) Ultrases hızının hesaplanmasında, $v = \frac{1}{t}$ mm/µsn. eşitliğinden yararlanılmıştır. Burada, V: Ultrases geçiş hızı (mm/µsn), l: Ses geçişine esas olan uzunluk, t: Sesin geçiş süresi olarak alınmıştır (Resim 1).

2.3.2. Mekanik Özellikler

Ahşabın heterojen ve anizotrop yapısı nedeniyle mekanik özellikleri değişkenlik göstermektedir. Değişik mekanik etkilere karşı gösterdiği dayanıklılık türlerine ve aynı türlerin değişik örneklerine göre farklılıklar gösterir. Ahşabın mekanik özellikleri anatomik yapısı, yoğunluk, nem derecesi, kuvvetlerin uygulandığı yönler, korunma derecesi ve tâbi tutulduğu

koşullara bağlıdır.

Bu araştırmada örnekler üzerinde liflere paralel ve liflere dik basınç dayanımı, statik eğilme dayanımı, dinamik eğilme dayanımı (çarpma dayanımı) deneyleri ile liflere paralel ve liflere dik sertlik değeri ölçümü yapılmıştır.

Basınç Dayanımı

Liflere paralel yönde basınç dayanımı ve liflere dik yönde basınç dayanımı deneyleri, Amsler marka, Type 6 DBZF 120 600-6000 kp kapasiteli hidrolik deney aletinde odunun basınç direnci standartlarına (TS 2595-Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini ve TS 2473-Odunun Liflere Dik Doğrultuda Basınçta Denenmesi) uygun olarak yapılmıştır. Kuvvet örneklerle değişmez bir hızla yüklenmiş hızı da kuvvetin uygulanmaya başlanmasından $1,5 \pm 0,5$ dak. sonra örnek kırılacak şekilde ayarlanmıştır.

Liflere paralel yönde basınç dayanımı deneyinde örneklerin lif yönü kuvvet yönüne paralel gelecek şekilde, liflere dik yönde basınç dayanımı deneyinde ise örneklerin lif yönü kuvvet yönüne dik gelecek şekilde yerleştirilmiştir. (Resim 3) Deneylerden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı ($b \times h$) ölçülüp, kırılma anındaki maksimum kuvvet belirlenerek, basınç dayanımları (S_b); $S_b = \frac{F_{max}}{A}$ N/mm² eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada, S_b :

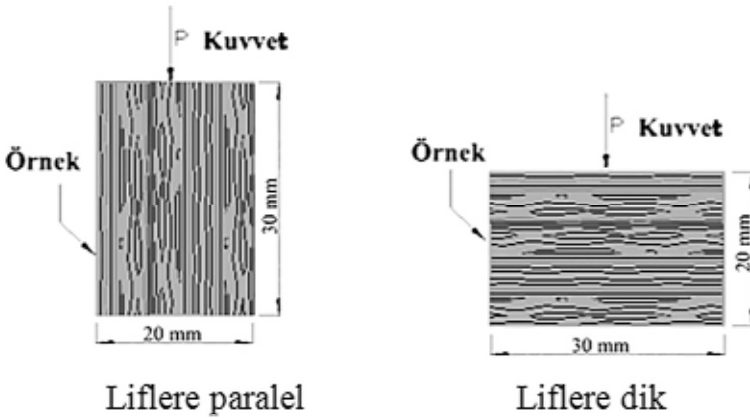
Liflere paralel/dik basınç dayanımı (N/mm²), F_{max} : Kırılma anındaki maksimum kuvvet, A: Örneğin enine kesit alanı ($b \times h$) olarak alınmıştır.

Statik Eğilme Dayanımı

Statik eğilme dayanımı deneyi, Amsler marka, Type 6 DBZF 120 600-6000 kp kapasiteli hidrolik deney aletinde Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini standardına (TS 2474) uygun olarak yapılmıştır. Mesnet açıklığı 100 mm. alınmıştır. Deney örneklerinin uzunluk eksenine göre ortası mesnet açıklığının ortasına gelecek şekilde deney aletine yerleştirilmiştir. Aynı zamanda deney örneği genişliğinin de mesnetlerin ortasına gelmesine dikkat edilmiş, bu şekilde kuvvet uygulama noktası örneğin tam ortasına gelecek şekilde ayarlanmıştır. Yük deney örneğinin yüzeyine değişmez bir hızla yüklenmiş ve deney hızı, deney örneği yüklenmeye başladıktan $1,5 \pm 0,5$ dak. sonra kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Örneğin kırılma anındaki maksimum kuvvet miktarı (P_{max}) test cihazının kadranından okunmuştur (Resim 4).

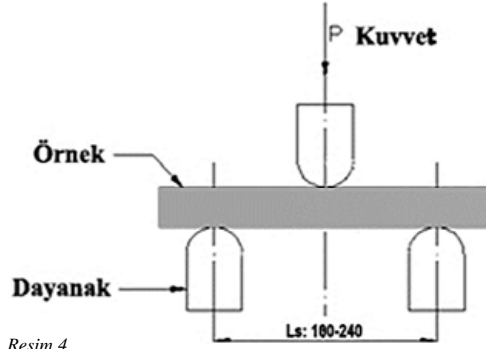
Eğilme dayanımının hesaplanmasında;

$\sigma_e = \frac{3PxL}{2xbxh^2}$ N/mm² eşitliğinden yararlanılmıştır. Burada; σ_e : Eğilme dayanımı (N/mm²), P: Kırılma anında ölçülen maksimum kuvvet, L: Mesnetler



Resim: 3
Liflere paralel ve liflere dik basınç dayanımı deneyinde kuvvetin yönü.

Resim 3



Resim 4

.Resim: 4
Eğilme dayanımı deney düzeneği.

.Resim: 5
Dinamik eğilme dayanımı deney düzeneği.

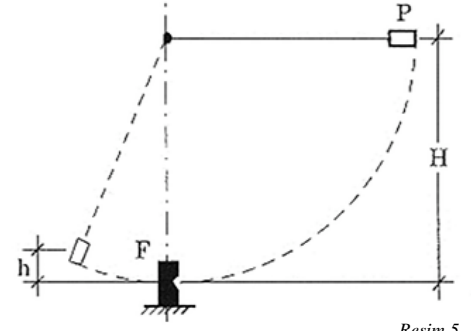
Dinamik eğilme dayanımı deney düzeneği.

.Resim: 6
Ahşabın liflere paralel ve liflere dik sertlik değeri ölçümü için deney düzeneği.

arası açıklık, b: Örnek genişliği, h: Örnek yüksekliği olarak alınmıştır.

Dinamik Eğilme Dayanımı (Çarpma Dayanımı)

Ağaç malzemenin ani tesir eden kuvvetlere karşı koyma gücü olan dinamik eğilme dayanımı, odunun dinamik eğilme dayanımı standardına (TS 2477-Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini) uygun olarak, Amsler Universal Ahşap Deney Aletinin 10 mkp tokmak enerjili Charpy eğilme-çarpma düzeni ile hesaplanmıştır. Belli bir yükseklikten serbest olarak düşürülen 10 mkp iş gücüne sahip çarpma çekici ilk konumda sahip olduğu kinetik enerjisinin bir kısmını örneği kırmak için harcar. Bu nedenle örneği kırdıktan sonraki yüksekliği ile ilk yüksekliği arasındaki fark, örneği kırmak için harcadığı iş miktarı kadardır. Kırılma anındaki kuvvet (W) test cihazının kadranından belirlenmiş ve dinamik eğilme dayanımının (S_{de}) hesaplanmasında, $S_{de} = WA$ kgm/cm² eşitliğinden yararlanılmıştır. Burada,

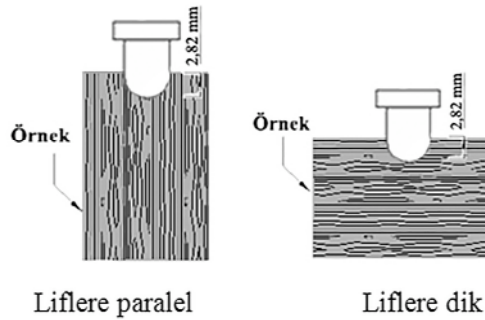


Resim 5

S_{de} : Dinamik eğilme dayanımı (kgm/cm²),
W: Kırılma anında harcanan kuvvet, A:
Örneğin enine kesit alanı (bxh) olarak
alınmıştır (Resim 5).

Sertlik Değeri

Ahşabın liflere paralel ve liflere dik sertlik değeri ölçümü, Amsler marka, Type 6 DBZF 120 600-6000 kp kapasiteli hidrolik deney aletinde (Resim 7), Odunun Statik Sertliğinin Tayini standardına (TS 2479) uygun olarak yapılmıştır. 3-6 mm/dk. hızla hareket eden yükleme ucu ile deney örneğinin yüzeyine merkez eksenleri üzerinde, yarımküre ucun 2,82 mm. derinlikte bir oyuk açacak şekilde test cihazı ayarlanmıştır. Ahşabın liflere paralel sertlik değeri ölçümünde örneklerin lif yönü değişmez bir hızla gelen kuvvet yönüne paralel gelecek şekilde, liflere dik sertlik değeri ölçümünde ise örneklerin lif yönü değişmez bir hızla gelen kuvvet yönüne dik gelecek şekilde yerleştirilmiştir (Resim 6).



Resim 6

Deney örneklerinin statik sertliği H_{wc} , yük miktarı kgf olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır. $H_{wc} = KxP$ kgf. Burada; H_{wc} : Sertlik değeri, P: Yükleme ucunun deney parçasının içerisinde belirli derinliğe girilmesi sırasındaki yük. Kgf, K: Yükleme ucunun 5,64 mm derinliğe girmesi halinde 1'e, 2,82 mm derinliğe girmesi halinde ise 4/3'e eşit olan bir

katsayıdır.

3. Bulgular

Çalışmada 1,5 ay, 3 ay, 6 ay ve 9 ay süresince denizde bekleyen ekonomik ve orta kalite zehirli boya ile korunmuş ve



Resim 7

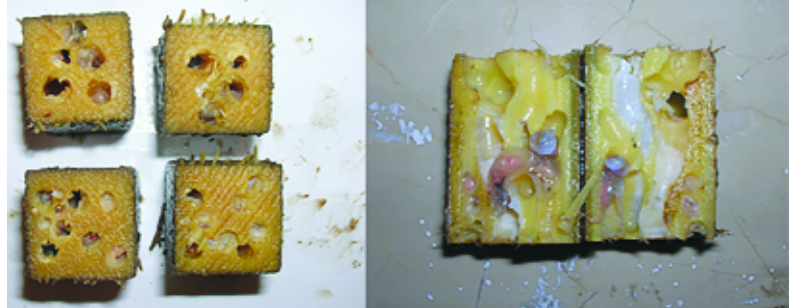
koruyucusuz olarak bırakılmış kestane, sarıçam ve sapelli ağaçları ile kontrol grupları, su emme oranları, ultrases hızı ölçümleri ve mekanik deneylere tabi tutulmuşlardır. Sırasıyla bu çalışmalara ilişkin bulgular ve değerlendirmeler verilmektedir.

3.1 Fiziksel Özellikler İle İlgili Bulgular Ve Değerlendirmeler

Görsel özellikler

Genel olarak başlangıçtan 9 aylık sürenin sonuna kadar deniz ortamında bulunan ve koruyucusuz örneklerde meydana gelen tahribatlarda çürümelerin yanında, deniz kabukluları da örnekler üzerine yaşamaya başlamıştır. En çok yüzeysel tahribat

sarıçam ve kestane ağacında meydana gelmiş, sapelli ağacında diğer ahşaplara kıyasla daha az bozulmalar olmuştur. Yüzeysel bozulmaların yanında, 9 ay sonunda, Pendik Yat Limanı'nda bulunan örneklerde delici organizmaların yaptığı tahribatlarda gözlemlenmiştir. Delici organizmaların en çok tahribat yaptığı örnekler sarıçam, daha sonra kestane. Sapelli ağacında daha az bozulma olmasının nedeninin bu ahşabın doğal dayanımının daha fazla olmasından ileri geldiği söylenebilir (Resim 8). Laboratuvar ortamında bulunan örneklerde koku değişimi olmamış, bekleme süresince yüzeylerinin sadece bakteri ve diatomların salgıladığı sümüksü bir film tabakasıyla az miktarda kaplandığı görülmüş, deniz ortamında bulunan diğer örneklerde olduğu gibi yüzeysel bozulmalar, kirlenmeler, kabuklu canlılar ve delici organizmalar görülmemiştir.



Resim 8

Birim Hacim Ağırlık

Koruyucusuz ve zehirli boyalarla korunmuş olan sarıçam, kestane ve sapelli ağaçlarından örnekler 4000 gr. kapasiteli Precisa 4000C Swiss Quality elektronik tartı aletinde tartılarak birim ağırlıkları belirlenmiştir. Buna göre 9 ay sonunda örneklerin birim hacim ağırlığındaki en yüksek artış kestane ağacından örneklerde, en düşük artış ise sapelli ağacından örneklerde olmuştur.

Örnekler ayrıntılı olarak incelendiğinde,

Resim: 7
Mekanik deneyler için kullanılan deney aleti.

Resim: 8
Pendik Yat Limanı'ndan alınan koruyucusuz örneklerde 9 ay sonunda delici deniz canlılarının yaptığı tahribatlar.

kestane ağacından örneklerin birim hacim ağırlıkları ilk 1,5 ay bitiminde %40-80 oranında yükselmiş, bu oran 9 ayın sonunda % 0,1-20'ye kadar düşmüştür. Aynı şekilde, sarıçam ağacından örneklerde ilk 1,5 ay bitiminde % 50-70, 9 ay sonunda % 6-17, sapelli ağacından örneklerde ise ilk 1,5 ayda % 28-57, 9 ay sonunda % 1,6-14,5 oranında yükselme olduğu belirlenmiştir.

Su Emme

Zehirli boyalarla korunmuş ve koruyucusuz olarak denizde ve laboratuvar koşullarında bekletilmiş örneklerin su emme oranları ve başlangıçtan süre bitimine kadar olan zamanda bünyelerindeki su oranındaki artış ortalama olarak en çok kestane, en az sapellide olduğu belirlenmiştir. Örnekler üzerinde koruyucu olarak kullanılan zehirli boyaların su geçirgen özelliklere sahip olduğu ve koruyucusuz durumdakilere kıyasla bir miktar daha az su geçirdiği fakat bunun kayda değer özellikte olmadığı belirlenmiştir.

3.2. Mekanik Özellikler İle İlgili Bulgular Ve Değerlendirmeler

Çalışmada 1.5 ay, 3 ay, 6 ay ve 9 ay denizde bekletilmiş olan, ekonomik ve orta kalite zehirli boyalar ile korunmuş şekilde ve koruyucusuz olarak gruplanmış, sarıçam, kestane ve sapelli ağaçlarından örnekler ile kontrol grupları mekanik testlere tabi tutulmuşlardır. Bu bağlamda, liflere paralel ve liflere dik basınç dayanımı, statik eğilme dayanımı, dinamik eğilme dayanımı liflere paralel ve liflere

dik sertlik değerleri için deneyler yapılmıştır. Sırasıyla bu çalışmalara ilişkin bulgular ve değerlendirmeler verilmektedir.

Liflere Paralel/Liflere Dik Yönde Basınç Dayanımına Ait Bulgular ve Değerlendirmeler

Koruyucusuz ve zehirli boyalarla korunmuş olan sarıçam, kestane ve sapelli ağaçlarından örneklerin başlangıç ve denizde bekleme süresince liflere paralel yönde ve liflere dik yönde basınç dayanımı deneyleri periyodik olarak yapılmıştır. Örneklerin bir kısmı, denizden alındıktan hemen sonra ıslak durumda iken, diğer kısım ise denizden alındıktan sonra, Heraeus marka Tip KT 500 etüvde 52°C sıcaklık derecesinde, ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar kurutularak deneyler yapılmıştır. Liflere paralel yönde ve liflere dik yönde basınç dayanımı deneyleri yapılmış olan kontrol örneklerinin ortalama, minimum ve maksimum değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Kontrol örneklerinin basınç dayanımlarının karşılaştırılmasında; en yüksek liflere paralel basınç dayanımı değeri sapelli ağacında ($55,2 N/mm^2$), en düşük liflere paralel basınç dayanımı değeri kestane ağacında ($37 N/mm^2$), en yüksek liflere dik basınç dayanımı değeri sapelli ağacında ($11,7 N/mm^2$), en düşük liflere dik basınç dayanımı değeri sarıçam ağacında ($4,4 N/mm^2$) olarak bulunmuştur.

Tablo 2
Kontrol örneklerine ait basınç dayanımı verileri.

	Basınç Dayanımı (//) (N/mm^2)			Basınç Dayanımı (\perp) (N/mm^2)		
	Ortalama	Minimum	Maksimum	Ortalama	Minimum	Maksimum
Kestane	37	30,4	42,6	5,2	4,2	6,2
Sarıçam	44,8	43,1	46	4,4	4,2	4,5
Sapelli	55,2	50,9	59,8	11,7	11,1	12

Tablo 2

Örneklerin bölgelere ve süreye göre, ıslak durumda, koruyucusuz ve zehirli boyalarla korunmuş olarak liflere paralel basınç dayanımlarına bakıldığında, koruyucu olarak kullanılan zehirli boyaların su emme özelliklerinden dolayı bu boyalarla korunmuş olan örneklerle koruyucusuz örnekler arasında bir farklılığın olmadığı ve kontrol örnekleri göz önüne alınarak yapılan karşılaştırmalarda en çok dayanım kaybının sarıçamda, en az basınç dayanımı kaybının da sapellide olduğu görülmüştür.

Zehirli boyalarla korunmuş olan örneklerle koruyucusuz örneklerin bölgelere ve süreye göre, ıslak durumda, liflere dik basınç dayanımlarına bakıldığında ise, kontrol örnekleri göz önüne alınarak yapılan karşılaştırmalarda, en çok dayanım kaybı sarıçamda, en az basınç dayanımı kaybı sapellide görülmüştür.

Bölgelere göre, ıslak ve kurutulmuş, koruyucusuz kestane, sarıçam ve sapelli ağacından örneklerin 9 ay sonundaki liflere paralel basınç dayanımları koruyucusuz örneklerle yapılan liflere paralel basınç dayanımı deneylerinde, kurutulmuş örneklerle yapılan deneylerde bulunan değerlerin ıslak durumdayken bulunan dayanım değerinden daha fazla olmasına rağmen, kontrol örnekleriyle yapılan deneylerde çıkan değerden daha azdır.

Bölgelere göre, ıslak ve kurutulmuş, koruyucusuz kestane, sarıçam ve sapelli ağacından örneklerin 9 ay sonundaki liflere dik basınç dayanımlarına ait grafiklerden de görüleceği gibi, koruyucusuz örneklerle yapılan liflere dik basınç dayanımı deneylerinde, kurutulmuş örneklerle yapılan deneylerde bulunan değerler ıslak durumdayken bulunan

dayanım değerinden daha fazla olmasıyla birlikte, kontrol örnekleriyle yapılan deneylerde çıkan değerden daha yüksek bir dayanım değerindedir.

Tablo 3’de örneklerin 9 aylık süre sonunda göstermiş olduğu basınç dayanımı kaybı yüzde olarak gösterilmiştir.

Tabloya göre, deniz ortamında ve laboratuarda bulunan örnekler arasında dayanım kaybı bakımından çok büyük fark olmamasına rağmen, Pendik Yat Limanı’nda bulunan koruyucusuz örneklerin en fazla dayanım kaybı gösterdiği görülmüştür. Bunun nedeninin bu bölgedeki deniz canlılarının ahşabı tahrip etmesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Bu bulgulardan yola çıkarak, koruyucu olarak kullanılan boyaların su emme özellikleri yüzünden ahşabı suyun etkilerinden çok fazla koruyamamasına rağmen, deniz canlılarının oluşturduğu tahribata karşı ahşabı koruduğu görülmüştür. Özellikle Pendik Yat Limanı’ndaki örneklerde, zehirli boyalarla korunmuş olan örneklerin dayanım kaybının diğer bölgelerden çok farklı olmadığı, koruyucusuz örneklerde basınç dayanım kaybının diğer bölgelerle karşılaştırıldığında daha az olduğu görüldüğünden, kullanılan zehirli boyaların basınç dayanımlarında olumlu bir etki gösterdiği söylenebilir.

Statik Eğilme Dayanımına Ait Bulgular ve Değerlendirmeler

Koruyucusuz ve zehirli boyalarla korunmuş olan sarıçam, kestane ve sapelli ağaçlarından örneklerin başlangıç ve denizde bekleme süresince statik eğilme dayanımı deneyleri periyodik olarak yapılmıştır.

Basınç Dayanımı Değerleri (%)												
			Kontrol	Islak		Kurutulmuş		Kontrol	Islak		Kurutulmuş	
				paralel					dik			
				9 ay	%	9 ay	%		9 ay	%	9 ay	%
PENDİK YAT LI MANI	E ekonomik Zehirli Boya	Kestane	37	19,0	-48,8	32,1	-13,2	5,2	3,9	-24,6	6,3	21,5
		Sarıçam	44,8	21,1	-52,9	44,8	0,0	4,4	3,1	-29,4	5,1	16,4
		Sapelli	55,2	37,3	-32,5	52,3	-5,2	11,7	8,5	-27,4	8,5	-27,4
	Orta Kalite Zehirli Boya	Kestane	37	22,9	-38,2	26,8	-30,2	5,2	4,6	-10,9	4,5	-14,1
		Sarıçam	44,8	21,6	-51,8	33,7	-24,8	4,4	3,8	-13,9	4,6	5,2
		Sapelli	55,2	37,8	-31,6	56,6	0,7	11,7	10,5	-10,6	12,5	6,6
	Koruyucusuz	Kestane	37	18,1	-51,0	29,3	-20,7	5,2	4,4	-16,2	5,1	-1,5
		Sarıçam	44,8	15,2	-66,1	38,3	-14,4	4,4	2,2	-49,2	5,1	16,4
		Sapelli	55,2	36,1	-34,6	64,3	16,5	11,7	9,2	-21,8	13,3	13,6
KALAMŞ YAT LI MANI	E ekonomik Zehirli Boya	Kestane	37	25,3	-31,8	27,8	-24,9	5,2	6,3	21,5	4,9	-5,7
		Sarıçam	44,8	18,8	-58,0	44,7	-0,2	4,4	3,6	-18,3	5,2	18,9
		Sapelli	55,2	36,5	-33,8	49,4	-10,6	11,7	8,2	-30,2	12,7	8,5
	Orta Kalite Zehirli Boya	Kestane	37	26,8	-27,6	38,6	4,3	5,2	5,9	13,2	6,4	23,6
		Sarıçam	44,8	22,6	-49,5	41,5	-7,3	4,4	4,0	-8,4	4,6	4,0
		Sapelli	55,2	36,0	-34,9	50,8	-7,9	11,7	10,5	-10,6	13,5	15,0
	Koruyucusuz	Kestane	37	26,6	-28,0	30,2	-18,3	5,2	5,0	-3,6	5,4	4,8
		Sarıçam	44,8	23,3	-48,0	40,5	-9,5	4,4	2,9	-34,4	4,2	-3,4
		Sapelli	55,2	36,1	-34,6	55,2	-0,1	11,7	9,7	-17,1	12,5	7,1
LABORATUVAR	E ekonomik Zehirli Boya	Kestane	37	24,5	-33,7	35,7	-3,5	5,2	5,3	1,6	7,3	40,4
		Sarıçam	44,8	23,6	-47,3	32,5	-27,4	4,4	3,4	-22,6	4,2	-3,4
		Sapelli	55,2	37,4	-32,2	53,4	-3,2	11,7	9,0	-23,2	12,7	9,0
	Orta Kalite Zehirli Boya	Kestane	37	24,4	-34,2	24,0	-35,1	5,2	4,5	-13,0	5,6	6,9
		Sarıçam	44,8	25,5	-43,2	39,2	-12,4	4,4	2,6	-40,6	4,0	-9,6
		Sapelli	55,2	37,9	-31,3	49,4	-10,4	11,7	8,2	-30,2	12,5	6,6
	Koruyucusuz	Kestane	37	23,0	-37,9	29,7	-19,8	5,2	4,5	-13,0	5,3	2,7
		Sarıçam	44,8	21,4	-52,2	36,0	-19,7	4,4	2,6	-41,8	3,4	-23,2
		Sapelli	55,2	41,1	-25,5	50,2	-9,1	11,7	9,1	-22,2	11,9	1,5

Tablo 3 Örneklerin bir kısmı denizden alındıktan hemen sonra ıslak durumda iken, diğer kısım ise denizden alındıktan sonra Heraeus marka Tıp KT 500 etüvde 52°C

Tablo 4 Kontrol örneklerinin statik eğilme dayanımına ilişkin ortalama, minimum ve maksimum değerleri.

	Statik Eğilme Dayanımı		
	Ortalama	Minimum	Maksimum
Kestane	537,5	658,1	1068,8
Sarıçam	603,8	781,9	1125
Sapelli	904,4	1161,6	1687,5

minimum ve maksimum değerleri Tablo 4'de gösterilmiştir.

Kontrol örneklerinin statik eğilme dayanımlarının karşılaştırılmasında en yüksek dayanım değeri sapelli ağacında (904,4), en düşük dayanım kestane ağacında (537,5) olarak bulunmuştur.

Zehirli boyaların su geçiren bir yapıda olmasından dolayı, örneklerin bölgelere ve süreye göre, ıslak durumda, koruyucusuz ve zehirli boyalarla korunmuş olarak, statik eğilme dayanımlarına bakıldığında, koruyuculu ve koruyucusuz örneklerde kayda değer bir farklılığın olmadığı, kontrol örnekleri göz önüne alınarak

yapılan karşılaştırmalarda en çok dayanım kaybının sarıçamda, en az statik eğilme dayanımı kaybının da kestanede olduğu görülmüştür.

Koruyucusuz ve koruyuculu örneklerle yapılan statik eğilme dayanımı deneylerinde, kurutulmuş örneklerle yapılan deneylerde bulunan değerler ıslak durumdayken bulunan dayanım değerinden daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. ıslak örneklerde en çok dayanım kaybı sarıçam, en az dayanım kaybı kestanede görülmekle birlikte, kurutulmuş örneklerde en çok dayanım kaybı sarıçamda, en az dayanım kaybının sapellide olduğu görülmüştür. Tablo 5’de örneklerin 9 aylık süre sonunda göstermiş olduğu statik eğilme dayanımı kaybı yüzde olarak gösterilmiştir.

Tabloya göre, deniz ortamında ve laboratuvarında bulunan örnekler arasında dayanım kaybı bakımından kayda değer bir fark görülmemiştir. Koruyucusuz ve orta kalite zehirli boya kullanılarak korunmuş olan ahşap örneklerin statik eğilme dayanımlarının karşılaştırılmasında; koruyucu olarak kullanılan boyaların dayanımlarda bir etkisinin olmadığı, Pendik Yat Limanı’nda dayanım kaybının diğer bölgelere oranla daha fazla olduğu görülmüştür.

Dinamik Eğilme Dayanımına Ait Bulgular ve Değerlendirmeler

Koruyucusuz ve zehirli boyalarla korunmuş olan sarıçam, kestane ve sapelli ağaçlarından örneklerin, başlangıç ve denizde bekleme süresince, dinamik eğilme dayanımı (*çarpma dayanımı*) deneyleri periyodik olarak yapılmıştır. Örneklerin bir kısmı, denizden alındıktan hemen sonra ıslak durumda iken, diğer

kısım ise denizden alındıktan sonra Heraeus marka Tıp KT 500 etüvde 52°C sıcaklık derecesinde ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar kurutularak deneyler yapılmıştır (Tablo 6).

Kontrol örneklerinin dinamik eğilme dayanımlarının karşılaştırılmasında en yüksek dayanım değeri sapelli ağacında (0,45), en düşük dayanım değeri kestane ağacında (0,30) bulunmuştur.

Tablo: 5
Bölgelere ve koruyuculara göre statik eğilme değerlerinin yüzde olarak gösterilmesi.

Statik Eğilme Dayanımı Değerleri (%)							
			Kontrol	Islak		Kurutulmuş	
				9 ay	%	9 ay	%
PENDİK YAT LIMANI	Ekonomik Zehirli Boya	Kestane	537,5	365,6	-32,0	530	-1,4
		Sarıçam	603,8	370,6	-38,6	617,5	2,3
		Sapelli	904,4	649,4	-28,2	1287,5	42,4
	Orta Kalite Zehirli Boya	Kestane	537,5	464,4	-13,6	427,5	-20,5
		Sarıçam	603,8	436,3	-27,7	507,5	-15,9
		Sapelli	904,4	587,5	-35,0	800	-11,5
	Koruyucusuz	Kestane	537,5	433,1	-19,4	437,5	-18,6
		Sarıçam	603,8	339,4	-43,8	431,3	-28,6
		Sapelli	904,4	675	-25,4	925	2,3
KALAMIŞ YAT LIMANI	Ekonomik Zehirli Boya	Kestane	537,5	490,6	-8,7	484,4	-9,9
		Sarıçam	603,8	574,4	-4,9	591,3	-2,1
		Sapelli	904,4	654,4	-27,6	956,3	5,7
	Orta Kalite Zehirli Boya	Kestane	537,5	493,8	-8,1	554,4	3,1
		Sarıçam	603,8	382,5	-36,7	681,3	12,8
		Sapelli	904,4	723,8	-20,0	895,6	-1,0
	Koruyucusuz	Kestane	537,5	473,1	-12,0	476,3	-11,4
		Sarıçam	603,8	390	-35,4	606,3	0,4
		Sapelli	904,4	682,5	-24,5	734,4	-18,8
LABORATUVAR	Ekonomik Zehirli Boya	Kestane	537,5	483,8	-10,0	551,3	2,6
		Sarıçam	603,8	425	-29,6	529,4	-12,3
		Sapelli	904,4	667,5	-26,2	808,1	-10,6
	Orta Kalite Zehirli Boya	Kestane	537,5	440,6	-18,0	518,8	-3,5
		Sarıçam	603,8	434,4	-28,1	520	-13,9
		Sapelli	904,4	643,8	-28,8	1031,3	14,0
	Koruyucusuz	Kestane	537,5	428,8	-20,2	556,3	3,5
		Sarıçam	603,8	378,1	-37,4	540,6	-10,5
		Sapelli	904,4	707,5	-21,8	851,3	-5,9

	Dinamik Eğilme Dayanımı		
	Ortalama	Minimum	Maksimum
Kestane	0,30	0,18	0,43
Sarıçam	0,43	0,43	0,45
Sapelli	0,45	0,33	0,60

Tablo: 6
Kontrol örneklerine ait
dinamik eğilme dayanımı
verileri.

Örneklerin bölgelere ve süreye göre, ıslak durumda, koruyucusuz ve zehirli boyalarla korunmuş olarak dinamik eğilme dayanımlarına bakıldığında, koruyuculu ve koruyucusuz örneklerde kayda değer bir farklılığın olmadığı, kontrol örnekleri göz önüne alınarak yapılan karşılaştırmalarda genel olarak ıslak örneklerin dayanımında artış olduğu görülmüştür. En çok dayanım artışı sarıçamda, en az artış ise sapelli ağacından yapılmış örneklerde görülmüştür.

Bölgelere göre dayanımlara bakıldığında laboratuvar ortamı ve deniz ortamı arasında kayda değer bir farklılık bulunmadığı, Pendik Marina Bölgesi'nde dayanımların diğer bölgelere kıyasla biraz daha düşük olduğu görülmüştür. Dinamik eğilme dayanımı deneylerinde, ıslak durumdayken bulunan dayanım değerinin, kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında, daha fazla olduğu görülmüştür. Kurutulmuş örneklerle yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre dayanımın yükseldiği, buna karşılık ıslak örneklerin dayanımıyla karşılaştırıldığında, dayanımın ıslak örneklere nazaran daha düşük olduğu görülmüştür. Kurutulmuş örneklerle yapılan deneylerde, en çok dayanım artışı kestanede, en az dayanım artışı sapellide görülmüştür. Tablo 7'de örneklerin 9 aylık süre sonunda göstermiş olduğu dinamik eğilme dayanımı kaybı yüzde olarak gösterilmiştir.

Koruyucusuz ve zehirli boyalarla korunmuş olan ahşap örneklerin bölgelere göre, ıslak ve kurutulmuş durumdaki dinamik eğilme dayanımlarının karşılaştırılmasında koruyucu olarak kullanılan boyaların dayanımlarda bir etkisinin olmadığı görülmüş, laboratuvar ve deniz ortamının da bir farklılığa yola açmadığı görülmüştür.

Liflere Paralel/Liflere Dik Yönde Sertlik Değerlerine Ait Bulgular ve Değerlendirmeler

Koruyucusuz ve zehirli boyalarla korunmuş olan sarıçam, kestane ve sapelli ağaçlarından örneklerin başlangıç ve denizde bekleme süresince, liflere paralel ve liflere dik yönde sertlik değerleri için deneyler periyodik olarak yapılmıştır. Örneklerin bir kısmı, denizden alındıktan hemen sonra ıslak durumda iken, diğer kısım ise denizden alındıktan sonra Heraeus marka Tıp KT 500 etüvde 52°C sıcaklık derecesinde, ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar kurutularak deneyler yapılmıştır.

Kontrol örneklerinin liflere paralel ve liflere dik sertlik değerlerine ilişkin ortalama, minimum ve maksimum değerler Tablo 8'de gösterilmiştir.

Kontrol örneklerinin sertlik değerlerinin karşılaştırılmasında en yüksek liflere paralel sertlik değeri sapelli ağacında (564,4), en yüksek liflere sertlik değeri sapelli ağacında (337,8), en düşük liflere paralel sertlik değeri sarıçam (355,6), en düşük liflere dik sertlik değeri sarıçam (168,9) olarak bulunmuştur.

Örneklerin bölgelere ve süreye göre, ıslak durumda, koruyucusuz ve zehirli boyalarla korunmuş olarak liflere paralel sertlik değerlerine bakıldığında, koruyucu olarak kullanılan zehirli boyaların su emme

özelliklerinden dolayı bu boyalarla korunmuş olan örneklerle koruyucusuz örnekler arasında bir farklılığın olmadığı ve kontrol örnekleri göz önüne alınarak yapılan karşılaştırmalarda en çok sertlik değeri kaybının sarıçamda, en az sertlik değeri kaybının da kestanede olduğu görülmüştür.

Koruyucusuz ve zehirli boyalarla korunmuş örneklerin, bölgelere ve süreye göre liflere dik sertlik değerlerine bakıldığında ise kontrol örnekleri göz önüne alınarak yapılan karşılaştırmalarda ıslak durumdaki liflere dik sertlik değeri ölçümlerinde en çok sertlik kaybı sarıçamda, en az sertlik kaybı kestanede görülmüştür.

Koruyucusuz örneklerle ve zehirli boyalarla korunmuş örneklerle yapılan liflere paralel sertlik değerleri ölçümünde, kurutulmuş örneklerle yapılan deneylerde bulunan değerlerin ıslak durumdayken bulunan dayanım değerinden daha fazla olmasıyla birlikte, kontrol örnekleriyle yapılan ölçümlerde çıkan değerden daha az değerde olduğu görülmüştür. Kurutulmuş örneklerin liflere paralel sertlik değeri ölçümlerinde en çok sertlik değeri kaybı kestanede, en az sertlik değeri kaybı sapellide görülmüştür. Koruyucusuz ve zehirli boyalarla korunmuş örneklerle yapılan liflere dik sertlik değerleri ölçümünde, kurutulmuş örneklerle yapılan deneylerde bulunan değerler, kontrol örneklerinden ve ıslak durumda bulunan örneklerin dayanım değerlerinden daha fazla olduğu görülmüştür. Kurutulmuş örneklerin liflere dik sertlik değeri ölçümlerinde en az değer kaybı sarıçamda, en çok değer kaybı kestanede görülmüştür. Tablo 9'da örneklerin 9 aylık süre sonunda göstermiş olduğu sertlik dayanımı kaybı yüzde olarak gösterilmiştir.

Dinamik Eğilme Dayanımı (Çarpma dayanımı) Değerleri (%)							
		Kontrol	Islak		Kurutulmuş		
			9 ay	%	9 ay	%	
PENDİK YATLIMANI	Ekonomik Zehirli Boya	Kestane	0,3	0,25	-16,7	0,25	-16,7
		Sarıçam	0,43	0,66	53,1	0,51	18,2
		Sapelli	0,45	0,52	14,8	0,52	14,8
	Orta Kalite Zehirli Boya	Kestane	0,3	0,35	16,7	0,21	-30,6
		Sarıçam	0,43	0,69	60,9	0,52	20,2
		Sapelli	0,45	0,63	40,7	0,7	55,6
	Koruyucusuz	Kestane	0,3	0,48	58,3	0,31	2,8
		Sarıçam	0,43	0,67	55,0	0,41	-5,0
		Sapelli	0,45	0,47	3,7	0,48	7,4
KALAMIŞ YATLIMANI	Ekonomik Zehirli Boya	Kestane	0,3	0,52	72,2	0,18	-41,7
		Sarıçam	0,43	0,79	84,1	0,57	31,8
		Sapelli	0,45	0,68	51,9	0,41	-9,3
	Orta Kalite Zehirli Boya	Kestane	0,3	0,48	58,3	0,26	-13,9
		Sarıçam	0,43	0,58	35,7	0,4	-7,0
		Sapelli	0,45	0,64	42,6	0,43	-3,7
	Koruyucusuz	Kestane	0,3	0,46	52,8	0,19	-36,1
		Sarıçam	0,43	0,68	57,0	0,43	-1,2
		Sapelli	0,45	0,7	55,6	0,29	-35,2
LABORATUVAR	Ekonomik Zehirli Boya	Kestane	0,3	0,47	55,6	0,52	72,2
		Sarıçam	0,43	0,5	16,3	0,63	45,3
		Sapelli	0,45	0,53	18,5	0,51	13,0
	Orta Kalite Zehirli Boya	Kestane	0,3	0,4	33,3	0,45	50,0
		Sarıçam	0,43	0,7	62,8	0,52	20,2
		Sapelli	0,45	0,59	31,5	0,48	7,4
	Koruyucusuz	Kestane	0,3	0,42	38,9	0,47	55,6
		Sarıçam	0,43	0,45	4,7	0,38	-10,9
		Sapelli	0,45	0,63	40,7	0,56	24,1

Tabloya göre, deniz ortamında ve laboratuvarında bulunan örnekler arasında sertlik değeri kaybı bakımından kayda değer bir farklılık olmadığı, aynı şekilde zehirli boyalarla korunmuş ve koruyucusuz örnekler arasında da sertlik değeri kaybı bakımından bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 7

Bölgelere ve koruyuculara göre dinamik eğilme değerlerinin yüzde olarak gösterilmesi.

Tablo 8

Kontrol örneklerine ait sertlik değerleri.

Tablo 9

Bölgelere ve koruyuculara göre sertlik değerlerinin yüzde olarak gösterilmesi.

Tablo 7

	Sertlik değerleri (//)			Sertlik değerleri (⊥)		
	Ortalama	Minimum	Maksimum	Ortalama	Minimum	Maksimum
Kestane	373,3	306,7	453,3	206,7	166,7	273,3
Sarıçam	355,6	353,3	360	168,9	160	173,3
Sapelli	564,4	533,3	600	337,8	266,7	373,3

Tablo 8

4. Sonuç

Bu çalışmada, özel amaçlı deniz araçları sınıfından “yat” sınıfı deniz araçlarının uygulamasında kullanılan aşşap malzeme türlerinin deniz ortamında zamana bağlı

Tablo 9

Sertlik Değeri (%)												
			Kontrol	Islak				Kurutulmuş				
				paralel				dik				
				9 ay	%	9 ay	%	9 ay	%	9 ay	%	
PENDİK YAT LİMANI	E ekonomik Zehirli Boya	Kestane	373,3	222,2	-40,5	320	-14,3	206,7	144,4	-30,1	162,2	-21,5
		Sarıçam	355,6	175,6	-50,6	355,6	0,0	168,9	102,2	-39,5	177,8	5,3
		Sapelli	564,4	353,3	-37,4	542,2	-3,9	337,8	266,7	-21,1	284,4	-15,8
	Orta Kalite Zehirli Boya	Kestane	373,3	264,4	-29,2	308,9	-17,3	206,7	177,8	-14,0	148,9	-28,0
		Sarıçam	355,6	211,1	-40,6	295,6	-16,9	168,9	155,6	-7,9	146,7	-13,2
		Sapelli	564,4	355,6	-37,0	637,8	13,0	337,8	206,7	-38,8	331,1	-2,0
	Koruyucusuz	Kestane	373,3	237,8	-36,3	362,2	-3,0	206,7	160	-22,6	182,2	-11,8
		Sarıçam	355,6	148,9	-58,1	322,2	-9,4	168,9	93,3	-44,7	188,7	10,5
		Sapelli	564,4	355,6	-37,0	591,1	4,7	337,8	268,9	-20,4	366,7	8,5
KALAMŞ YAT LİMANI	E ekonomik Zehirli Boya	Kestane	373,3	282,2	-24,4	315,6	-15,5	206,7	164,4	-20,4	144,4	-30,1
		Sarıçam	355,6	208,9	-41,3	382,2	7,5	168,9	128,9	-23,7	191,1	13,2
		Sapelli	564,4	404,4	-28,3	524,4	-7,1	337,8	306,7	-9,2	326,7	-3,3
	Orta Kalite Zehirli Boya	Kestane	373,3	293,3	-21,4	404,4	8,3	206,7	186,7	-9,7	253,3	22,6
		Sarıçam	355,6	237,8	-33,1	322,2	-9,4	168,9	160	-5,3	177,8	5,3
		Sapelli	564,4	402,2	-28,7	573,3	1,6	337,8	282,2	-16,5	366,7	8,5
	Koruyucusuz	Kestane	373,3	277,8	-25,6	368,9	-1,2	206,7	182,2	-11,8	171,1	-17,2
		Sarıçam	355,6	211,1	-40,6	304,4	-14,4	168,9	124,4	-26,3	168,9	0,0
		Sapelli	564,4	393,3	-30,3	533,3	-5,5	337,8	240	-29,0	304,4	-9,9
LABORATUVAR	E ekonomik Zehirli Boya	Kestane	373,3	317,8	-14,9	348,9	-6,5	206,7	184,4	-10,8	191,1	-7,5
		Sarıçam	355,6	220	-38,1	273,3	-23,1	168,9	151,1	-10,5	133,3	-21,1
		Sapelli	564,4	400	-29,1	533,3	-5,5	337,8	264,4	-21,7	300	-11,2
	Orta Kalite Zehirli Boya	Kestane	373,3	324,4	-13,1	293,3	-21,4	206,7	166,7	-19,4	175,6	-15,1
		Sarıçam	355,6	253,3	-28,8	324,4	-8,8	168,9	142,2	-15,8	153,3	-9,2
		Sapelli	564,4	424,4	-24,8	522,2	-7,5	337,8	228,9	-32,2	295,6	-12,5
	Koruyucusuz	Kestane	373,3	300	-19,6	315,6	-15,5	206,7	162,2	-21,5	186,7	-9,7
		Sarıçam	355,6	228,9	-35,6	291,1	-18,1	168,9	115,6	-31,6	144,4	-14,5
		Sapelli	564,4	484,4	-14,2	508,9	-9,8	337,8	291,1	-13,8	277,8	-17,8

olarak görsel, fiziksel ve mekanik özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Aşşap malzemenin denizel ortamda yıpranmasına sebep olan etkiler, aşşabın özelliklerine, kullanım şekline, uygulanan detaya ve kullanılan koruyuculara göre değişiklik göstermektedir.

Aşşap örneklerin buldukları ortam şartlarının özellikle görsel sonuçlarda

önemli ölçüde farklılaşmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Deniz ortamında beklenmiş olan örneklerde meydana gelen biyolojik bozulma (*fouling*) olayı, laboratuvar ortamında çok az etkili olmakta, canlılar ve organizmalar görülmemektedir. Ayrıca, laboratuvar ortamında biyolojik delme (*boring*) olayına ise rastlanmamaktadır. Bu, denizel ortamın malzeme üzerindeki etkilerinin araştırıldığı deneysel çalışmalarda, laboratuvar ortamında hazırlanan yapay ortamın, bu çalışmada ilgili bölümde açıklanan koşul ve sürelerde güvenilir, belirgin sonuçlar veremeyeceğini düşündürmektedir.

Zehirli boya ların su emme özellikleri nedeniyle koruyuculu ve koruyucusuz ahşap örneklerin su emme oranları arasında çok büyük fark görülmemektedir. Yine de, koruyuculu örneklerde su emme oranları biraz daha düşüktür. Bu konu, nispeten düşük seviyede kalan su emme değerleri, zehirli boya ların geçirgen de olsalar sınırlı bir direnç tabakası oluşturduğunu göstermektedir. Ahşap örnekler içerisinde en yüksek su emme oranı kestanede, en düşük su emme oranı ise sapellide olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak mekanik dayanımlara baktığımızda, deney mahalleri arasında çok büyük fark olmamasına rağmen, Pendik Yat Limanı'nda bekletilen örneklerdeki mekanik dayanımların diğer koşullara kıyasla nispeten daha düşük değerlerde kaldığı görülmektedir. Bunun sebebinin de, bu bölgenin sanayi bölgelerine yakın olması nedeniyle kirlilik oranının fazla olması ve bu nedenle bu bölgedeki zararlı deniz canlılarının diğer bölgelerden daha etkin olmasından dolayı olduğu söylenebilir. Buna karşılık, Kalamış Yat Limanı koy şeklinde, durgun suya sahip olmasına rağmen, sanayi

kirliliğinden uzak olmasıyla nispeten daha temiz görülmekte, zararlı deniz canlılarının etkinliği de aynı oranda azalmaktadır. Laboratuvar koşullarında ise, haftada bir deniz suyunun değiştirilip, suyun sürekli sirküle edilmesiyle oluşturulan koşullarda, bahis konusu olan ve gözlenen nitelikteki tahrip edici koşulların her iki yat limanı ortamındaki sulara göre çok daha düşük seviyelerde kaldığı görülmüştür.

Ahşap deniz araçlarında kullanılan ağaçların deniz ortamının yıpratıcı etkilerine karşı dayanıklı olan ağaçlardan seçilmesinin gerekliliği bilinmektedir. Ülkemizde Ege, Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde gelişmiş olan tekne yapıcılığında eski çağlardan beri kullanılan ve çalışmada seçilmiş olan yerli ağaçlardan kestanenin kullanımındaki yaygınlığı sadece yöresel bir ağaç olmasından değil, dayanıklılığından dolayı tercih edilmesindedir. Ayrıca çalışmada kullanılan ağaç cinslerinden en çok dayanım gösteren ve dünya ticaretinde önemli bir yer tutan Afrika'nın sert ve dayanıklı ağaç türlerinden biri olan sapelli ağacı da, günümüzde tekne yapımında çok tercih edilen yabancı ağaçlardan biridir.

Deniz ortamında özellikle deniz araçlarında ahşap çok eski zamanlardan beri bilinmektedir. Bir yarımada olan ülkemizde de ahşabın denizde kullanımı çok eski tarihlere kadar gitmektedir. Buna rağmen, Türkiye kıyılarında etkin deniz canlılarının araştırılması, bunlardan korunma yolları ve deniz ortamında kullanılan ahşap malzemenin güçlendirilmesi konusunda yapılmış az sayıda akademik çalışma olduğu bilinmektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmaların farklı ortamlarda (açık denizde, kıyılarda, farklı derinliklerde,

tatlı ve tuzlu suda, akıntının etkisinde olan ortamlarda) yapılmasıyla farklı bakış açıları ve farklı sonuçlar alınacağı kesindir. Ayrıca laboratuvar koşullarının geliştirilip, bu ortamda ayrıntılı çalışmalar yapılması ve deniz ortamında oluşan tahribat oranını laboratuvar ortamına göre kıyaslayarak laboratuvar koşullarının gerçek denizi ne oranda simule ettiğinin belirlenmesi de, laboratuvar koşullarında yapılacak olan deneysel çalışmalar için yol gösterici olacaktır.

Bu konuda yapılan çalışmaların sadece piyasada ürün bazında yapılan ticari araştırma olmaktan çıkarılarak, akademik ortamda bilimsel çalışmalarla bu konuya eğilmek ve deniz ortamında kullanılan ahşap malzemelerin güçlendirilmesi konusunun, eksik yönlerinin tespit edilerek desteklenmesi, günümüzde artık bir zorunluluk halini almalı ve bir yarımada olan ülkemizde, deniz ortamının sağladığı her türlü avantajı kullanmak ve belki de, denizcilik konusunda dünyada örnek bir ülke olmak hedefimiz olmalıdır●

KAYNAKÇA

- Bobat, A. 1999. Çeşitli Ağaç Türlerinin Boring ve Fouling Organizmalara Karşı Dayanıklılığı. Mersin: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Grubu.
- Bobat, A. 1995. Türkiye'nin Deniz Ekosisteminde Etkin Olan Hayvansal Odun Zararlıları. 2. *Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, Ankara.
- Duydu, Y. 1993. Organokalay Bileşiklerinin Yaratıkları Önemli Çevre Sorunları, *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi* (22/1-2): 51-65.
- Kaygın, B. 2002. Ahşap Tekne Yapımında Kullanılan Ağaç Türlerinin Diri Ve Öz Odunlarının Yapışma Dirençlerinin Karşılaştırılması, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi.
- Kırlı, L. 2005. Denizlerde Organokalay Kirlenmesi, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi* (18/3): 517-528.
- Sivrikaya, H. 2008. Odunda Doğal Dayanımı Etkileyen Faktörler, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* (13): 66-70.
- Sivrikaya, H. 2004. Odunu Tahrip Eden Başlıca Deniz Zararlıları, *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi* (6):136-141.
- Şen S, Yalçın M. 2009. Hizmet Ömrünü Tamamlamış Emprenyeli Ağaç Malzemenin Çevresel Tehditleri ve Geri Dönüşüm Prosesleri, *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi* (1/5): 91-106.
- Denizde Yeni Antifouling Boyalar. 2008. Erişim yeri: <http://www.boyaturk.com/index.php/deniz-boyalari/183denizde-yeni-anti-fouling-boyalar>.