

YERLİ VE YABANCI AĞAÇ TÜRLERİNİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE DENİZ SUYUNUN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

İsmail GÜNEŞ

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği Uyarınca
Fen Bilimleri Enstitüsü İleri Teknolojiler Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Doç. Dr. Murat ÖZALP

Haziran - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

İsmail GÜNEŞ'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "YERLİ VE YABANCI AĞAÇ TÜRLERİNİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE DENİZ SUYUNUN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI" başlıklı bu çalışma, jürimizce Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

11/07/2019

Prof. Dr. Önder UYSAL
Enstitü Müdürü, Fen Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. Muammer GAVAS
Anabilim Dalı Başkanı, İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

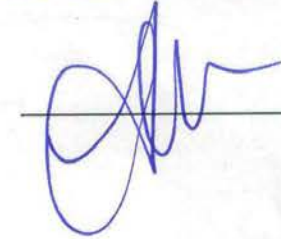
Doç. Dr. Doç. Dr. Murat ÖZALP
Danışman, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü

Sınav Komitesi Üyeleri

Doç. Dr. Murat ÖZALP
Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi

Doç. Dr. Sait Dündar SOFUOĞLU
Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahman KARAMAN
Ormancılık Bölümü, Uşak Üniversitesi



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tezin hazırlanmasında Akademik kurallara riayet ettiğimizi, özgün bir çalışma olduğunu ve yapılan tez çalışmasının bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olduğunu, çalışma kapsamında teze ait olmayan veriler için kaynak gösterildiğini ve kaynaklar dizininde belirtildiğini, Yüksek Öğretim Kurulu tarafından kullanılmak üzere önerilen ve Dumlupınar Üniversitesi tarafından kullanılan İntihal Programı ile tarandığını ve benzerlik oranının %11 çıktığını beyan ederiz. Aykırı bir durum ortaya çıktığı takdirde tüm hukuki sonuçlara razı olduğumuzu taahhüt ederiz.

Doç. Dr. Murat ÖZALP



İsmail Güneş



YERLİ VE YABANCI AĞAÇ TÜRLERİNİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE DENİZ SUYUNUN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

İsmail GÜNEŞ

İleri Teknolojiler, Yüksek Lisans Tezi, 2019

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Murat ÖZALP

ÖZET

Bu tez kapsamında, Türkiye keresteciliğinde kullanılan önemli iki tür olan Sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis L.*) ağaçlarının diri odunları ve Tropik ağaç türü olan Tali (*Erythrophleum suaveolens*) ve Mkuruti (*Baphia kirkii*) ağaç türlerinin diri odun kısımları kullanılmıştır. Kullanılan sarıçam ve kayın diri odunu Kütahya ilinin Simav ilçesinde faaliyet gösteren yerel kereste işletmecilerinden temin edilmiştir. Tropik ağaç türleri ise Doğu Afrika ülkesi olan Tanzanya'nın Tanganika Eyaletinde faaliyet gösteren yerel kereste işletmecilerinden temin edilmiştir. Elde edilen diri odun kerestelerinin fiziksel (yoğunluk) ve mekanik (eğilme direnci, basınç direnci) özelliklerinin belirlenmesi için test numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan test numuneleri Tanzanya Zanzibar adasında elde edilen Hint okyanus suyu içerisinde 1 yıl süre ile bekletilmiştir. Deniz suyundan çıkarılan örnekler ve deniz suyuna maruz kalmamış kontrol örnekleri 1 ay süre ile iklimlendirme dolabında klimatize edilip hava kurusu hale getirilmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde sarıçam ve tropik ağaç türlerinin yoğunluk değerlerinin deniz suyuna maruz bırakılması ile arttığı, kayın örneklerinin yoğunluk değerlerinde ise önemli derecede bir değişimin olmadığı belirlenmiştir. Deniz suyuna maruz bırakılan yerli ağaç türlerinin eğilme direnci özelliklerinde kontrol örneklerine kıyasla belirgin bir düşüş ölçülmüştür. Tropik ağaç türlerinin eğilme dirençlerinde ise hafifçe değişimler tespit edilmiş olup, Tali ve Mkuruti örneklerinde ise pozitif yönde bir değişim görülmüştür. Yerli ağaç türlerinin basınç direnci özelliklerinde ise deniz suyuna maruz bırakılmış örneklerin kontrol örneklerine nazaran azalma görülürken, tropik ağaç türlerinde ise artış belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında yerli ve tropik ağaç türlerinin diri odunlarını deniz suyuna maruz bırakmanın ağaç türlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hint Okyanusu, Masif odun, Mekanik ve fiziksel özellikler, Tropik ağaç türleri.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SEA WATER ON SOME TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF DOMESTIC AND FOREIGN TREE SPECIES

İsmail GÜNEŞ

Advanced Technologies, M. S. Thesis, 2019

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Murat ÖZALP

SUMMARY

In this thesis, the sapwood of Scotch pine (*Pinus sylvestris*) and Beech (*Fagus orientalis L.*) which are the two important species in the Turkey lumber industry and the sapwood of Tali (*Erythrophleum suaveolens*) and Mkuruti (*Baphia kirkii*) which are the tropical species were used. Scotch pine and Beechwood were bought from local lumber plants in Simav/Kütahya. Tropical wood species were obtained from local lumber plants in the East African country of Tanzania, Tanganyika Province. The test specimens were prepared to determine the physical (density) and mechanical (bending strength, compression strength) properties according to standard. The prepared test samples were dipped into Indian Ocean water obtained in Zanzibar Island of Tanzania for one year. After one year, samples taken from seawater and control samples were climatized for 1 month in climate cabinet with a temperature of 20 °C and the relative humidity of 65%. According to the results, it was determined that the density values of scotch pine and tropical tree species increased with seawater exposure and there was no significant change in the density values of beech samples. The bending strength properties of the local tree species which exposed to seawater were significantly reduced compared to the control samples. Slight variations were determined from bending strength of tropical tree species. A positive interaction was measured from Tali and Mkuruti samples. The decreasing was determined on the compressive strength properties of the local tree species samples which exposed to seawater, while the increase from tropical tree species samples. In general, it was determined that seawater-exposing the sapwoods of local and tropical wood species, had a significant effect on the physical and mechanical properties of the tree species.

Keywords: Indian Ocean, Mechanical and physical properties, Solid wood, Tropical wood species.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana yardımcı olan maddi, manevi ve engin bilgi birikimini paylaşan başta danışmanım, değerli hocam Doç. Dr. Murat ÖZALP'e teşekkür ederim.

Tez jürimde bulunan hocalarım Doç. Dr. Sait Dünder SOFUOĞLU ve Dr. Abdurrahman KARAMAN hocalarıma akademik tecrübe desteği ve tavsiyelerinden dolayı teşekkür ederim.

Tezimin yazılması esnasında çalışmalarım boyunca herdaim desteğini esirgemeyen, tüm analiz ve grafik hesaplamalarında akademik bilgi ve tecrübelerini aktaran Dr. İbrahim Halil BAŞBOĞA'ya çok teşekkür ederim.

Bu çalışmada manevi desteğini esirgemeyen ve hep yanımda hissettiğim eşim Ayşe GÜNEŞ'e ve bugünlere gelmemde hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan, haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim annem ve babama sonsuz teşekkür eder, onlara ithaf ederim.

Son olarak yine yazma aşamasında destek olan Alican YÖRÜK, Erhan KILIÇ, İbrahim GÜNEŞ, Bora YARIMCA ve çalışma süresince emeği geçen herkese bütün içtenliğimle teşekkür eder, saygı ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| ÖZET | v |
| SUMMARY | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | x |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | xi |
| KISALTMALAR DİZİNİ | xii |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. AĞAÇ MALZEMENİN DENİZ ORTAMINDA KULLANIMI | 2 |
| 2.1. Deniz Zararlıları..... | 4 |
| 2.2. Ağaç Malzemenin Deniz Ortamında Korunması..... | 6 |
| 2.3. Toksik Bariyerler Ve Yüzey Örtücü Malzemeler..... | 7 |
| 2.4. Fiziksel Bariyerler | 7 |
| 2.5. Kimyasal Maddeler..... | 8 |
| 2.6. Tanzanya’da Ekonomik Görünüm ve Ağaç Sanayi | 9 |
| 2.7. Hint Okyanusu | 10 |
| 2.8. Erythrophleum Suaveolens (Tali) | 11 |
| 2.9. Mkuruti (Baphia Kirkii)..... | 13 |
| 2.10. Türkiye’de Kullanılan Kereste Türleri | 14 |
| 2.10.1. Fagus Orientalis L. (kayın) | 15 |
| 2.10.2. Pinus Sylvestris (Sarıçam) | 17 |
| 3. MATERYAL VE METOT | 19 |
| 3.1. Materyal..... | 19 |
| 3.2. Metot | 19 |
| 3.2.1. Test numunelerinin okyanus suyu içerisinde bekletilmesi | 19 |
| 3.2.2. Eğilme direnci testi..... | 20 |
| 3.2.3. Basınç direnci testi | 21 |
| 3.2.4. İstatistik analizler..... | 21 |

İÇİNDEKİLER (devam)

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| 4. BULGULAR..... | 22 |
| 4.1. Yoğunluk Değerlerinin Belirlenmesi | 22 |
| 4.1.1. Yerli ağaç türlerinin yoğunluk değerlerinin belirlenmesi | 22 |
| 4.1.2. Tropik ağaç türlerinin yoğunluk değerlerinin belirlenmesi | 23 |
| 4.1.3. Yerli ağaç türü ile tropik ağaç türlerinin yoğunluk değerlerinin karşılaştırılması | 24 |
| 4.2. Eğilme Direnci Değerlerinin Belirlenmesi | 25 |
| 4.2.1. Yerli ağaç türlerinin eğilme direnci değerlerinin belirlenmesi | 25 |
| 4.2.2. Tropik ağaç türlerinin eğilme direnci değerlerinin belirlenmesi | 26 |
| 4.2.3. Yerli ağaç türü ile tropik ağaç türlerinin eğilme direnci değerlerinin karşılaştırılması | 27 |
| 4.3. Basınç Direnci Değerlerinin Belirlenmesi | 28 |
| 4.3.1. Yerli ağaç türlerinin basınç direnci değerlerinin belirlenmesi | 29 |
| 4.3.2. Tropik ağaç türlerinin basınç direnci değerlerinin belirlenmesi | 30 |
| 4.3.3. Yerli ağaç türü ile tropik ağaç türlerinin basınç direnci değerlerinin karşılaştırılması | 31 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 32 |
| KAYNAKLAR DİZİNİ..... | 35 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| <u>Sekil</u> | <u>Sayfa</u> |
|--|---------------------|
| 2.1. Tanzanya coğrafi konum | 9 |
| 2.2. Hint okyanusu coğrafi konum | 11 |
| 2.3. Tali ağacının görünümü | 11 |
| 2.4. Tali ağacının görünümü | 12 |
| 2.5. Mkuruti ağacının görünümü..... | 13 |
| 2.6. Mkuruti ağacının görünümü | 14 |
| 2.7. Kayın ağacı görünümü | 15 |
| 2.8. Kayın ağacı görünümü | 16 |
| 2.9. Sarıçam ağacı görünüm | 17 |
| 2.10. Sarıçam ağacı görünümü | 18 |
| 3.1. Eğilme direnci testi. | 20 |
| 3.2. Basınç direnci testi | 21 |
| 4.1. Sarıçam ve kayın ağaçlarının yoğunluk değerlerine ait etkileşim grafiği | 22 |
| 4.2. Tropik ağaç türlerine ait yoğunluk etkileşim grafiği | 23 |
| 4.3. Kıyaslamalı yoğunluk etkileşim grafiği | 24 |
| 4.4. Sarıçam ve kayın ağaçlarının eğilme direnci değerlerine ait etkileşim grafiği | 26 |
| 4.5. Tropik ağaç türlerine ait eğilme direnci etkileşim grafiği | 27 |
| 4.6. Kıyaslamalı eğilme direnci etkileşim grafiği | 28 |
| 4.7. Sarıçam ve kayın ağaçlarının basınç direnci değerlerine ait etkileşim grafiği | 29 |
| 4.8. Tropik ağaç türlerine ait basınç direnci etkileşim grafiği | 30 |
| 4.9. Kıyaslamalı basınç direnci etkileşim grafiği | 31 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| <u>Cizelge</u> | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| 2.1. Çok yaygın olarak görülen odun delici organizmalar | 5 |
| 4.1. Örneklerin ortalama yoğunluk değerleri | 22 |
| 4.2. Örneklerin ortalama eğilme direnci değerleri | 25 |
| 4.3. Örneklerin ortalama basınç direnci değerleri | 29 |



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| <u>Kısaltmalar</u> | <u>Açıklama</u> |
|---------------------------|-----------------------------|
| Max. | En yüksek |
| Min. | En düşük |
| TSE | Türk Standartları Enstitüsü |



1. GİRİŞ

Tarihin ilk dönemlerinden itibaren ağaç ürünleri insanların hayatında yerini almıştır. Ahşap ürünlerden elde edilen eşyalar tarih boyunca kullanılmış ve kullanılmaya da devam edecektir. Barınma başta olmak üzere savunma, üretim, estetik alanlarda en çok tercih edilen ham maddelerin başında gelmiştir. İnsanlığın her döneminde çok fazla tercih edilmesinin temel nedeni kolay ulaşılabilir ve ucuz bir ham madde olmasından kaynaklıdır. İlerleyen teknoloji her geleneksel ürünü gözden düşürdüğü gibi ahşap ürünleri de gözden düşürmüştür ve bunun sonucunda kimyasallarla elde edilen sentetik ürünler ahşap ürünlerin yerini almaya başlamıştır. Bu durum zamanla ahşabın insan hayatından çıkacağı tezini ortaya atsa da ağaç ürünlerinin kullanımı artarak devam etmiştir. Bu durumu birçok önemli sebebe bağlamak mümkün olsa da bunların içinde en önemli olanları teminindeki kolaylık ve dayanıklılıktır (Özen, 1996).

Ahşap ürünlerin kaynaklarının kendi kendilerini tazeleyebilme özelliği onların çok farklı alanlarda kullanılmasını sağlamıştır. Sadece kaynakların kendini yenileme özelliği değil aynı zamanda kullanım kolaylığı, şekillendirilebilirliği gibi mekanik özelliklerinin yanında fiziksel olarak da farklı formlara geçirilebilmesi de tercih edilme nedenlerinden olmuştur. Belirli sıcaklık ve basınç altında 1 santimetre küpünün ağırlığı beton, demir, çelik vb. maddelere nispetle hareket ve denge unsurlarında direnci oldukça fazladır. Kolay elde edilir, el işçiliği ya da basit ve ilkel aletlerle işlenir ve iletkenliğinin düşük olması ahşap ürünlerinin bir çırpıda söyleyebileceğimiz önemli özelliklerindedir. Bu kadar önemli avantaja sahip ahşap ürünler elbette bazı dezavantajlara da sahiptir. Beton, demir ve diğer sentetik maddelere göre daha çabuk deformasyona uğrayabilmektedir. Kimyasal ve fiziksel aşınmanın yanında kullanım yerine göre canlılar tarafından da tahrip edilebilmektedir. Bu sebeptendir ki kullanım alanları ve kullanıldığı alana göre uygun ağaç ürünleri kullanılmalıdır (Berkel, 1972).

Tarihin derinliklerinde insanların denize her zaman mesafeli olduğu söylenebilir. Denizlerle insanlar arasındaki mesafe denizin getirilerinin anlaşılmasıyla kapanmış ve bu ikili arasında bozulmaz bir bağ oluşmuştur. Toplayıcı haldeki ilkel insanlık karaları kullandığı gibi denizleri de kullanmıştır. Denizden daha fazla faydalanmak için çeşitli gereçler geliştirmiş ve bunun içinde sonsuz olduğu düşünülen doğa kaynağı olarak seçilmiştir. Hiçbir zaman tükenmeyeceği düşünülen ağaç ürünleri karakteristik özellikleri sayesinde bu gereçlerin temelini oluşturmuş ve hayatın her alanında olduğu gibi denizlerde de asırlardır kullanılmaya devam etmiştir. Bazı işlemlerden sonra mukavemetinin artırılabilmesi, doğada kendiliğinden bulunması, kolay birleştirilebilir ve şekil verilebilir olması en önemli tercih sebebi olmuştur (SFPA, 1997).

2. AĞAÇ MALZEMENİN DENİZ ORTAMINDA KULLANIMI

Çelik, dökme demir gibi madenler, ağaçlar ve diğer suni maddeler deniz yapılarının inşaatında kullanılsa da bunların hiçbiri ağaç ürünlerinin yerini alamamıştır. Ağaç ürünleri her zaman birinci sırada yer almıştır. Ahşap tekne üretiminde ise masif ağaç her zaman en çok kullanılan ürün olmuştur. Ancak her ağaç türünü kullanmak ekonomik değildir. Yapıların inşaatında seçilecek ağaçların dayanıklılığı, emprenye işlemine uygun olup olmadığı oldukça önemli kriterlerdir. Kereste ürünleri özellikle keyif amaçlı kullanılan yat türünden teknelerde sağladığı bazı avantajlardan dolayı tercih edilmiştir. Ağır olmamasına rağmen sağlam olması, işçiliğinin daha kolay yapılabilmesi, göze hitap etmesi, tamiratının kolay ve ucuz bir şekilde yapılabilmesi gibi avantajlar bir çırpıda sayılabilir (Kaygın, 2002).

Bu kadar avantaja rağmen tekne yapımında her türlü ahşap ürün de tekne yapımında kullanılmamaktadır. Kullanılan ürünler mukavemetlerine göre beş şekilde ifade edilmektedir.

1. Sınıf (Çok Dayanıklı): Bu ürünler aşınmaya en çok uğrayan yani su ve toprakla etkileşimi fazla olan karina yerlerde kullanılmaktadır. Bu ahşap ürünleri yıpranmaya karşı yaklaşık olarak 20-25 sene dayanıklı olan tropik ağaçlardan seçilmektedir. Bu ağaç ürünlerine tropikal ürünlerden teak ve tali sayılabilir ki bu ağaç türleri ekstra güçlendirmelere ihtiyaç duymadan yıllar boyu dayanabilir. Ülkemizde de yetişebilen kayın ve sarıçam türünü de bu dayanıklı sınıfına sokmak mümkündür.

2. Sınıf (Dayanıklı): Bu grup ürünler ise diğerinin aksine toprak ve suyla sürekli temas halinde bulunmayan bölgelerde kullanılır. Dayanıklı türünde incelediğimiz ürünlerin yıpranma süreleri 15-20 sene civarındadır. Bunlar “ kasara, alabanda, iskelet...” gibi bölümlerde kullanılmaktadır. Doğrudan suyla etkileşim halinde bulunursa kullanım süresi kısalabilir. Dayanıklı sınıfında incelenen ürünler ülkemiz ikliminde de yetişmektedir. Meşe, sedir türünden ağaçlar bu gruba alınabilir.

3. Sınıf (Orta Dayanıklı): Bu gruba giren ürünlerin yıpranma süreleri ortalama 10-15 yıl kadardır. Juglandaceae familyasından olan ve ülkemizde de üretimi oldukça fazla olan ceviz türünden ağaçların toprakla temas eden bölümlerde kullanılması için emprenye işlemlerine tabi tutulması gerekmektedir. Juglandaceae familyasından olan ceviz ağacının dikimi ülkemizde her geçen gün artmaktadır ancak dikilen ağaçlar daha çok yemişlerinden faydalanma amaçlıdır.

4. Sınıf (Az dayanıklı): Bu gruptan olan ürünler doğal halleriyle rutubetli bölümlerde kullanılmazlar. Rutubet almayan yerlerde mobilya ve bağlantı bölümlerinde kullanılabilirler. Doğal yıpranma süreleri 5-10 yıl olan bu türden ağaçlar sadece emprenye işleminden geçtikten

sonra rutubetli bölümlerde kullanılabilir. Bu türden ağaçlar deniz ortamında kullanılmaya pek uygun olmamakla beraber mobilya yapımında sıklıkla kullanılmaktadır.

5. Sınıf (Dayanaksız): Doğal yıpranma süresi 5 yıl dolaylarında olan bu ürünler emprenye işleminden sonra kullanılabilir hale gelmektedir. Bu yönüyle suyun temas ettiği ürünlerde tercih edilen ahşap ürünleri değildir (Sivrikaya, 2008).

Deniz taşıtlarının ve yapılarının diğer taşıt ve yapılara göre daha fazla fiziksel ve kimyasal aşınmaya maruz kaldığını söylemek mümkündür. Güneş ışığı, deniz suyunda bulunan kimyasallar ve organizmalar aşınmayı hızlandırmakta ve deniz ortamında bulunan yapılarda hayati sorunlar ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Aşınmanın sebep olduğu tahribatı eski haline getirmek hem maddi yük getirmekte hem de zaman kaybına sebep olmaktadır. Bahsedilen aşınma suyun tuzluluk oranı, sıcaklığı ve suda bulunan canlıların türüne göre her bölgede farklı düzeyde gerçekleşmektedir.

Degradasyon öncelikle yüzey kesimlerde görülmektedir. Bu durum zamanla ahşap yapının içlerine doğru işlemektedir. Burada asıl önemli nokta ise ahşap dokunun suyun içinde bulunan kısımlarında meydana gelen bozulmalardır. Bu bölümler aşınmadan yapının su dışında kalan bölümlerinden farklı şekilde etkilenmektedir çünkü suya temas eden bölgelerde meydana gelen bozulmalar yumuşakçaların ve kabukluların odundan oluşan bölgelere yerleşmelerini kolaylaştırmaktadır. Bahsedilen yumuşakçalar ve kabuklular ise odun dokusunda delici etki yapmaktadır (Eaton, 1985).

Çok dayanıklı sınıfına giren odun türleri tropik bölgelerden uzun yıllar boyunca temin edilmiştir. Bu ürünler degradasyona karşı dirençli olduğundan daha fazla tercih edilmiştir fakat temininde yaşanan problemler ve maliyetindeki yükseklik sebebiyle dayanıklılık seviyesi düşük odun türleri de deniz inşaatlarında kullanılmaya başlanmıştır. Dayanıklılık seviyesi düşük ürünlerin direnç seviyelerini artırmak için çeşitli kimyasallar başta olmak üzere bazı fiziki etkileşimler gerçekleştirilmektedir.

Ağaç ürünleri denizde devasa yapılarda olduğu gibi nispeten daha ufak yapıların üretiminde de kullanılmıştır. Her ne kadar günümüz teknolojisinde farklı yapı teknikleri geliştirilse de gemi, yat, yalı, iskele gibi yapılarda da yukarıda bahsedilen avantajlarından ötürü kullanılmış ve kullanılmaya devam etmektedir. Bu yapılar zamanla kimyasal ve fiziki hatta organik aşınma saldırılarına uğramaktadır. Bu saldırıların etkilerini azaltmak için ahşap ürünlere çeşitli yöntemlerle kimyasallar verilmektedir. Tropik bölgelerden elde edilen odunlar her ne kadar doğal olarak mukavemetli ise de deniz suyuyla etkileşime gireceği zaman çeşitli

kimyasallar güçlendirilmiştir. Doğal ürünlere uygulanan bu işlemler bir yandan yapıyı güçlendirirken bir yandan da sudaki ekolojik ortama zarar vermektedir. Yaşlı gezegenin kaynaklarını umarsızca kullanılırken tabiatın dengesi bozulmaktadır. Bu sebeptendir ki denizlerde kullanılacak malzeme de dikkatli seçilmeli ve bölgenin koşullarına uygun, ekstra güçlendirmelere ihtiyaç duyulmayacak ürünler tercih edilmelidir. Bu şekilde güçlendirilmiş odun ürünleri yıllardır denizlerde varlığını korumaktadır (Dillon, 2005).

Fiziki aşınma dünyanın büyük bir bölümünde hemen hemen aynı olumsuz etkiye sahipse de kimyasal aşınma için aynı şeyi söylemek pek mümkün değildir. Kimyasal aşınmada yapının hangi bölgede bulunduğu, bölge deniz suyunun tuzluluk oranı ve bölge denizlerinde yaşayan canlıların türü bu aşınmayı etkileyen önemli parametrelerdir. Özellikle bölge sularında yaşayan mikro organizmalar deniz yapılarında büyük tahribata sebep olmaktadır. Denizde bulunan canlılar bu yapılara çoğalma, beslenme ve korunma amaçlı saldırılmaktadır. Aşınan bölgeler 1-2 sene gibi kısa sürede kullanılamaz hale gelebilmektedir. Bunu için kullanılacak ürün büyük bir titizlikle seçilmeli ve gerekli ise güçlendirme işlemleri uygulanmalıdır (Bobat, 1999).

2.1. Deniz Zararlıları

Denizel ortamda yaşayan canlı türlerinin bazıları suyun içinde bulunan ağaç ürünlerine zarar vermekte ve bu ürünlerde degradasyonu hızlandırmaktadır. Bu organizmalar önce ağaç ürünlerinin suyu temas eden bölgelerine yapışmakta ve yapıştıkları yerleri delmektedir. Bu sebeptendir ki bu ürünlerin kullanım mialları kısalmaktadır. Denizel ortamda ağaç ürünlerine zarar veren organizmalar temelde molluscs ve crustaceans şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Molluscs yumuşakçalar, crustaceans ise kabuklular olarak ifade edilmektedir. Yumuşakçaların ve kabukluların denizde bulunan ağaç ürünlerine verdikleri zarar her zaman gözle görülemeyebilir. İçten içe ilerleye bozulma fark edilmediği sürece bir süre sonra tamiratı mümkün olmayan hasarlara sebebiyet verecektir.

Denizde yumuşakçaların ve kabukluların bulunup bulunmaması sıcaklık, deniz suyunun barındırdığı tuz, suda var olan kirlilik gibi birçok önemli etkene bağlıdır. Seçilecek ağaç ürünü bu yüzden her bölgede farklı olmalıdır. Yapının bulunduğu derinlik, yapıda kullanılan kimyasallar da bu organizmaların deniz suyuna temas eden yapılarda dağılımını ve etkisini artıran ya da azaltan etkenlerdir (Perçin, 2007).

Deniz ortamında bulunan yapılar farklı sebeplerle aşınmaya maruz kalmaktadır. Bunların içinde en önemlileri yapıya yapışarak orada kendine uygun yaşam alanı yaratan

canlılara “fouling organizmalar” denilmektedir (Bobat, 1999). Fouling organizmaların kendilerine yaşam alanı yaratırken meydana getirdikleri yıpranmaya da “fouling olayı” denilmektedir (Kırlı, 2005). Suda bulunan organizmalar araçlarda yüzeysel bozulmalara sebep olmaktadır. Bu bozulmalar her ne kadar önemli olsa da asıl önemli bozulmayı odun içini kendine yaşam alanı olarak belirleyen deniz canlıları yapmaktadır. Suda bulunan yapının içine yerleşen organizmaları kansere benzetmek mümkündür. Malzemenin içine farklı yollarla giren bu canlılara “boring organizmalar” denilmektedir (Bobat, 1999).

Suda ikisi kabuklu ikisi yumuşakça olan dört türden odun delici vardır. Bu kabukluların ve yumuşakçaların kendi içlerinde birçok türü mevcuttur (Sivrikaya, 2004). Suda ahşap ürünlerin bozulması teredinid, pholads gibi yumuşakçalar ve isopod, amphipod gibi kabuklular tarafından gerçekleştirilmektedir.

Çizelge 2.1. Çok yaygın olarak görülen odun delici organizmalar (Sivrikaya, 2004).

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

2.2. Ağaç Malzemenin Deniz Ortamında Korunması

Tropik iklim alanlarında ağaç ürünleri için daha fazla olumsuzluk bulunmasına rağmen ağaç ürünlerin muhafazası hakkındaki çalışmalar daha çok ılıman bölgelerde gerçekleştirilmiştir (Cookson, 1986). İliman iklimin hâkim olduğu coğrafi alanlarda ağaç ürünlerinin kullanım ömürlerini artırmak için yıllar boyunca birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu araştırmaların hepsinin temelinde ekonomik sebeplerin varlığından bahsetmek mümkündür. Ağaç malzemenin deniz ortamında normal yapısını kaybederek pütrefaksiyona uğraması, yumuşakçalara ve kabuklulara yeterince direnç gösterememesi yapılan yatırımlarda büyük ölçekli maddi problemleri yanında getirecektir (Bobat, 1994).

Bu maddi kayıplar üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Örneğin Avustralya'da yılda 20 milyon dolar dolaylarında zarara sebebiyet veren deniz zararlıları deniz suyundaki ağaç ürünlerini büyük bir hızla tahrip ettiği görülmüştür (Cookson, 1986).

Yapılan araştırmalar Hindistan'da da benzer sonuçları ortaya koymuştur. Tropik bölgede bulunan ülkede teak, tali gibi yüksek dayanıklı ağaçlara sahip olsa da yıllık 1 milyon rupee sadece Kerala bölgesinde yapılmıştır (Cherian ve Cherian, 1975).

Birçok bölgede bu konuyla ilgili çalışmalar yapılsa da en çarpıcı çalışmalardan biri Amerika Birleşik Devletlerinde yapılmıştır. Ülkede denizlerinde bulunan ağaç yapılarda 500 milyon dolar civarı kayıp yaşandığı tespit edilmiştir (Helsing, 1979). Bu zararın sadece yapılarda değil aynı zamanda kütüklerin muhafaza alanları olan büvetlerde de meydana geldiği tespit edilmiştir. Göletlerde muhafaza edilen kütüklerde büyük oranda maddi kayıp yaşandığı görülmüştür. Dış satımında ağaç ürünlerinin önemli yer tuttuğu ülkeler için bu maddi kayıp küçümsenemeyecek ölçüdedir. Avusturalya ekonomisinde denizel ortamda değerlendirilmek üzere yaklaşık olarak 5 milyon dolar değerinde ağaç ürünleri ticareti yapılmaktadır. Kıyı uzunluğu 20.000 km olan Avusturalya'da denizlerde bulunan yapıların en fazla olan deniz direkleridir. Birçok ülkeden çok daha fazla kıyı şeridine sahip olan kıta ülkesinde 300.000 üzerinde ağaç deniz direği bulunmaktadır (Cookson, 1986). Çeşitli yöntemlerle güçlendirilmiş bu direkler uzun yıllar boyunca bozulmadan varlığını korumaktadır. Bu rakamlardan sonra degradasyonun verdiği zarar ve empenye işleminin ekonomik açıdan önemi belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır.

2.3. Toksik Bariyerler Ve Yüzey Örtücü Malzemeler

Deniz taşıtlarında meydana gelen degradasyonun fark edilmesinden sonra bu durumun önlenmesi için çalışmaların gerekliliği çok öncelerden kavranmıştır. Geçmiş yüzyıllarda odun delici canlılar için dünyanın farklı bölgelerinde farklı teknik ve gereçlerin kullanıldığı bilinmektedir. 15. ve 16. asırlarda kullanılan ananevi yöntemlerin çağımız teknolojisinde de kullanılmaktadır.

Var olan gereçlerle bölgesel odun muhafaza yöntemleri incelenmiştir. Hindistan'ın Cochin limanında yapılan bu çalışmada 15 ağaç koruma yöntemi incelenmiştir. Yapılan çalışma üç yıl sürmüştür. Bu çalışmada suya ağaç direkler bırakılmış ve meydana gelen bozulmalar takip edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda dokuzuncu ayın sonunda güçlendirme yapılmamış ürünlerde yoğun bir şekilde deniz zararlılarının varlığı tespit edilmiştir (Cheriyand ve Cheriand, 1975). Yumuşakçaların ve kabukluların suda bulunan ağaç ürünlerine ciddi boyutta zarar verdiği görülmüştür.

Hindistan'da yapılan başka bir çalışma ise balıkçı tekneleri üzerinedir. Bu çalışmada odun delicilerin tekne inşasında kullanılan 59 çeşit ağaçta meydana getirdiği hasar gözlemlenmiştir. Araştırmanın sonunda delicilerin ağaç ürünlerinde ciddi zararlar meydana getirdiği görülmüştür. Günümüzde bu türden deniz zararlılarını ahşap üründen uzak tutmak için zehirli boyalar kullanıldığı da bilinmektedir. Bu sayede zararlıının yapıya yerleşmesi engellenir (Santhakumaran ve Jain, 1981).

Tarih boyunca insanoğlu delici canlıların ağaç ürünlerdeki tahribatı engellemek için farklı yöntemler kullanmıştır. Kullanılan bu yöntem bölgenin kültürü, iklimi ve gelişmişlik düzeyine göre farklılıklar göstermiştir. Kimi bölgelerde organik ürünlerle kaplama yapılmaya çalışılmış kimi yerlerde ise yağ bazlı ürünlerle kaplama yapılmaya çalışılmıştır. Ancak yapılan bu ilkel çalışmaların nafile bir uğraş olduğu zamanla ortaya çıkmıştır.

2.4. Fiziksel Bariyerler

Ağaç ürünlerinin suda bulunan olumsuzluklardan izole etmek için sadece kimyasal işlemler değil aynı zamanda fiziksel işlemler de gerçekleştirilmiştir. Plastik, beton, demir gibi ürünlerle ağaç ürünlerinin deniz suyuyla temasının engellenmesini esas alınmıştır. Degradasyona uğrama süresi daha kısa olan ahşap ürünler daha uzun bozulma süresine sahip ürünlerle izole edilmiştir. Böylelikle bakım sürelerinin uzatılması hedeflenmiştir. Fiziksel bariyerlerin ilk kullanılmaya başlandığı zamanlar beton ürünleri tercih edilmiştir. Betonda meydana gelen tahribata rağmen bu şekilde izole edilen ağaç ürünlerinin 15-20 sene

dolaylarında varlıklarını korudukları görülmektedir. Yapılan bu beton kasalar sayesinde Amerika Birleşik Devletleri ve Avusturalya'da deniz kabuklularına karşı mücadelede 15 senelik bir başarı yakalanmıştır (Sivrikaya, 2003).

İnsanlığın hayatında plastik ürünlerin bir çılgır açtığı bir gerçektir ve bu gerçeklik tüm alanlarda olduğu gibi denizel ortamda da kendini göstermiştir. Plastik ürünlerin doğada yıllarca yok olmadığını göz önüne alınırsa bu ürünlerin denizel ortamda bulunan ağaç ürünlerini korumada kullanılması oldukça mantıklıdır. Plastik kaplamalar ilk defa 1950'li yıllarda Kaliforniya'da kullanılmaya başlanmıştır ve önemli ölçüde başarı yakalanmıştır. Etkili koruma sağlayan yöntem başka bölgelerde de denenmiştir. Hong Kong, Panama ve Brezilya'da yapılan çalışmalarda Pholad'ların plastik kasalarda da bozulmalar yarattığı tespit edilmiştir. Yine de bozulmalar görülmesine rağmen bir koruma yöntemi olarak kullanılmıştır. Yapılan plastik kasalar ve polietilenler sayesinde 25 ile 50 yıl gibi uzun süreli korumalar sağlanmıştır (Sivrikaya, 2003).

2.5. Kimyasal Maddeler

Ağaç ürünleri ulaşılabilirliğinin kolaylığı, estetik sebepler ve mekanik sebeplerden ötürü denizel ortamda bulunan yapılarda tarih boyunca tercih edilmiştir. Bu ürünler zaman içinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik saldırılara maruz kalmaktadır. Bu saldırının sonucunda ağaç ürünlerinin dış yüzeylerinde ve iç katmanlarında yoğun bozulmalar görülmektedir. Bu bozulmaları minimize etmek için öncelikle yapılması gereken birinci sınıfa giren çok dayanıklı olarak nitelendirilen ağaçlardan elde edilen ürünler kullanılmalıdır. Çok dayanıklı şeklinde nitelendirilen ağaç ürünlerin kullanımı maddi sebepler dolayısıyla gittikçe azalmış bunların yerine daha az dayanıklı ağaç ürünleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda daha az dayanıklı ağaç ürünleri çeşitli yöntemlerle sağlamlaştırılmaya çalışılmıştır. Bu yöntemlerin en etkili olanlarından biri de kimyasal işlemlerdir. Kimyasal işlemler sonunda yapıların denizel ortamdaki miatlarını artırmak mümkündür. Güçlendirilmiş ürünlerin kullanılması sayesinde bitki örtüsünün korunmasına katkı sağlarken diğer yandan kullanılan kimyasallar deniz suyuna karışarak ekolojik dengeyi bozmaya başlamıştır. Bu bağlamda hem doğal bitkisini korumak hem de denizlerdeki canlıları korumak pek mümkün görünmemektedir (Tarakanadha vd., 1993).

Kaplamada etkili olacak bir yöntem tekne yapımında etkili olmayabilir. Emprenye işleminden maksimum verimi almak için ihtiyaca uygun yöntemler kullanılmalıdır.

Bununla birlikte dayanıklılığı artıran bazı kimyasallar denizdeki ekolojik sistem için kimi problemleri yanında getirmektedir. Bu kimyasallar sadece deniz canlıları için değil aynı

zamanda insan sağlığı için de sakıncalı olabilmektedir. Avrupa'da ve Amerika Birleşik Devletlerinde bu sebeplerden ötürü bu maddelerin denizel ortamlarda kullanılması men edilmiştir (Bliven ve Pearlman, 2003). Kimyasal maddelerin kullanım oranı ağaç ürününün dayanıklılığıyla ters orantılıdır. Ağaç ne kadar az dayanıklıysa kullanılan kimyasal o kadar çoktur. Bu sebepten denizel ortama ve insanlara zararın en aza indirilmesi için dayanıklılığı yüksek ağaçlar daha çok kullanılmaktadır.

2.6. Tanzanya'da Ekonomik Görünüm ve Ağaç Sanayi

886.037 km² yüzölçümüne sahip Tanzanya nüfus 50 milyonun üzerindedir. İnsanlığın yaşadığı en eski merkezlerdendir. Bunun yanında doğu Afrika'nın en büyük ülkesidir. Tarım, doğal kaynaklar ekonomik hayatta önemli bir yer tutmaktadır ve Hint Okyanusu'na kıyısı olması birçok avantajı yanında getirmektedir. Doğu Afrika'nın en büyük altın üreticilerinden olan ülke aynı zamanda altın, elmas, tanzanit, uranyum ve nikel başta olmak üzere önemli madenle sahip olması sebebiyle sömürge durumunda bulunmuştur. 1961 yılında bağımsızlığına kavuşan ülkede son dönemde yüksek miktarda doğalgaz rezervinin varlığı ülkeyi daha da gözde hale getirmiştir. Tanzanya sahip olduğu bu avantajlardan sebeple son on yılda yıllık ortalama 6,9 büyüme gerçekleştirmiştir (UNDB, 2015).

Madencilik, turizm ve tarım gelirleri her ne kadar ilk sıraları da olsa ağaç sanayi de ülke için önemli bir pozisyondadır. Özellikle bazı ağaç türlerinin sadece tropikal iklimlerde yetişiyor olması onları daha kıymetli hale getirmektedir. Bu ağaçlardan elde edilen kerestelerin suya, suda bulunan zararlılara karşı dayanıklı olması sebebiyle üretilen malzeme önemli bir pazara sahiptir. Ülkede yetişen suya dayanıklı başlıca ağaç türleri şunlardır: Tectonagrandis, erythrophleumsuaveolens'dir.



Şekil 2.1. Tanzanya coğrafi konum.

2.7. Hint Okyanusu

Deniz ticareti tarih boyunca toplumlar için oldukça önemli bir yere sahip olmuştur. Tarihin derinliklerinde bu ticari hayat toplumların yaşadıkları coğrafyanın özelliklerine göre farklılıklar göstermiştir. Bölgelerde bulunan doğal kaynaklar deniz ticaretinde kullanılmakta olan araçların yapımında etkili olmuştur. Ağaçların bitki örtüsünü oluşturdu bölgelerde insanlar doğal olarak ağaçları tekne yapımında kullanmışlardır. İnsanoğlunun merakı onu okyanusların ötesine gitme arzusunu uyandırdığında ise daha büyük ve sağlam deniz araçları yapılmasını gerektirmiştir. Okyanuslarda karşılaşılan dalgalar, akıntılar ve ahşap malzemede meydana gelen bozulmalar doğal malzemelerin suda belirli sürelerde tahribata uğramasına sebep olmuştur. Bu sebepten ötürü ekipmanlar çeşitli yöntemlerle güçlendirilmeye çalışılmıştır. Afrika, Hindistan ve Okyanusya ile sınırlı olan Hint Okyanusu dünyanın üçüncü büyük okyanusu olma özelliğine sahiptir.

Asya ve Afrika kıtaları arasında bulunan okyanusta Zanzibar, Maldivler, Sri Lanka, Komorlar gibi ada ülkeleri bulunmaktadır. Hint okyanusunun genişliği yaklaşık olarak 10.000 km olarak bilinmektedir ve en derin noktası Java Çukuru olan okyanusun derinliğinin ortalama 4000 metre olduğu bilinmektedir. Hint Okyanusu'nu 50° enleminden kuzeyi ve 60° enlemlerinden güneyi olarak ikiye ayırmak mümkündür. Bunun sebebi ise okyanusun kuzey bölümlerini pelajit ve toprak tortular oluştururken güneyde kalan bölümleri ise buzullardan oluşmaktadır. Okyanusun akıntılarını ise meşhur Musonlar belirler. Su sıcaklığı enlemlere göre farklılıklar gösterirken en yüksek sıcaklıklar doğu bölgelerde görülmektedir. Su sıcaklığının ortalama 24° olduğunu söyleyebilmek mümkündür. Bu sıcaklık güneye gidildikçe sert düşüşler gösterebilmektedir. Sıcaklığa bağlı olarak okyanus suyunun tuzluluk oranı da değişkenlik gösterebilmektedir. Sıcaklığın fazla olduğu bölgelerde buharlaşmanın etkisiyle tuzluluk oranı artarken güneye ilerledikçe sıcaklık azaldığından tuzluluk oranı da azalmaktadır. Hint Okyanusu tuzluluk oranı %30 ile %40 arasındadır. Tuzluluk oranının en yüksek olduğu bölümler Arap Yarımadasına yakın bölümler ile Güney Afrika'ya yakın olan bölümlerdir.



Şekil 2.2. Hint okyanusu coğrafi konum.

2.8. Erythrophleum Suaveolens (Tali)



Şekil 2.3. Tali ağacının görünümü.

Ekolojik ve botanik özellikleri

Tropik iklimlerde yetişen bu tür mukavemet derecesinden daha önce zehirli yapısıyla tanınmıştır. Bu yönüyle önceleri insanlar savaş sırasında ağaçtan elde edilen zehirli maddeyi sıklıkla kullanmıştır. Zehirli bir dokuya sahip olması sebebiyle işleme esnasında oldukça dikkatli olunmalıdır.

Anatomik özellikleri

25-30 m boylarına ulaşabilen ağacın yaş halkaları ya yoktur ya da belli belirsizdir. Kırmızımsı bir kahverengine sahip olan bu ağaç türü ilk kesildiği zaman turuncu renge sahiptir.

Dayanıklılık ve emprenye özellikleri

Bu ağacın kerestesi de birinci sınıf dayanıklılıktadır. Bu sebepten ötürü demiryollarında, köprü ve gemi yapımında sıklıkla kullanılmaktadır. Doğal haliyle de deniz oyucularına karşı oldukça dayanıklı olan tür emprenye işleminden geçtikten sonra çok daha dayanıklı hale gelmektedir. Vidalama, çivileme ve yapıştırma işlemi için oldukça elverişli olan ağaç işlenirken sertliğinden ötürü aletlerin körelmesine sebebiyet vermektedir.



Şekil 2.4. Tali ağacının görünümü.

Kullanım Yerleri

Kökleri ve kabukları kullanılmadan önce yıkanır ve havalandırılır. Ağacın bu bölümleri daha çok medikal alanlarda kullanılırken sert gövdesi ise dayanıklı ahşap malzeme yapımında kullanılmaktadır.

2.9. Mkuruti (Baphia Kirkii)



Şekil 2.5. Mkuruti ağacının görünümü.

Ekolojik ve botanik özellikleri

Yaşam alanı Tanzanya kıyıları ve Güney Mozambik ile sınırlı olan ağacın yerel dildeki ismi “Baphia Kirkii”dir. Çok farklı türü bulunan bitkinin yaşam alanının sınırlılığı sebebiyle kolay elde edilememektedir. Kıyı ormanları asıl yaşam alanı olmasına rağmen çalılık bölgelerde de ortalama 1000 rakıma kadar görülebilmektedir.

Anatomik özellikleri

Ortalama boyları 27 metreye kadar ulaşabilir ve dalları oldukça fazladır. Kabuk yapısı açık kahverengidir. Kerestesinin nemlilik oranı oldukça düşük olduğundan kolaylıkla ve bozulmadan kurumaktadır.

Dayanıklılık ve empenye özellikleri

Sertliği sebebiyle işlenmesi oldukça güç keresteye sahiptir. Yüksek dayanıklılığa sahip olan kereste deniz zararlılarına karşı da oldukça dayanıklıdır. Sağlamlığı konusunda işlenme sırasında aletlerin dişlerine zarar verebilmektedir.



Şekil 2.6. Mkuruti ağacının görünümü.

Kullanım Yerleri

Genellikle mobilya ve döşeme yapımında kullanılan kerestesi yetiştiği bölgede ev yapımında, tekne yapımında da kullanılmaktadır. Sağlık sektöründe kökleri kullanılırken süs ağacı olarak kullanımı görülmektedir.

2.10. Türkiye’de Kullanılan Kereste Türleri

Türkiye’nin yaklaşık 250.000 km²’si ormanlık alanlardan oluşmaktadır. Bu alanın yaklaşık yarısından ortalama 10 milyon m³ odun elde edilmektedir. Yan alanlarıyla birlikte düşünüldüğünde sektör oldukça büyüktür. Ülkemiz 2010 yılında yaklaşık üç milyar dolar orman ürünleri ihracatı gerçekleştirmiş olup bu rakamın 2023 yılında on beş milyar dolar olması beklenmektedir. Ülkede bulunan ormanların yarısını iğne yapraklılar yarısını geniş yapraklı ağaçlar oluşturmaktadır. Ormanlarımızın işlevlerinden birisi, orman ürünleri endüstrisinin hammadde gereksinimini karşılamasıdır. Mevcut ormanlarımız bugünkü yorgun tablosu içinde bu işlevi yeterince yerine getirememektedir. Nitekim günümüzde örneğin; SEKA Genel Müdürlüğü hem kâğıtlık odun hem de selüloz dış alımı yapmaktadır (Karal, 1987). Türkiye’de orman ürünleri birçok alanda kullanılsa da suya dayanıklılık derecesi yüksek olan iki tür ağaç türünden bahsedebiliriz. Bunlar kayın ve sarıçamdır.

2.10.1. Fagus Orientalis L. (kayın)



Şekil 2.7. Kayın ağacı görünümü.

Ekolojik ve botanik özellikleri

Bu türü doğu kayını ve batı kayını olmak üzere iki tür altında incelemek mümkündür. Batı kayını tüm Avrupa kıtasında doğal olarak yetişirken doğu kayını Balkanlar, Kuzey İran'da yetişir. Ülkemizde ise Karadeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde görülmektedir. Bu iki türün en uygun gelişimi 800-1800 metre rakımlarda görülür. Doğu kayını besin ve toprak isteği batı ladinine göre daha seçicidir. Batı ladinine kalkerli ve drenajlı topraklarda en uygun gelişim gösterirken doğu kayını besince zengin toprakları tercih eder. Her iki kayın türü de genç dönemlerde dona karşı duyarlılık gösterir fakat yaşlandıkça bu duyarlılık bütün türlerde olduğu gibi azalmaktadır. Makaslamaya ve budamaya yatkın olan ağaç türü tohumlama yöntemiyle çoğaltılmaktadır. Yarı gölge ağacı olan kayın türlerini birbirinden ayıran en önemli özellik ise sertlik dereceleridir. Doğu kayını sert ve kırılğan keresteye sahipken batı kayınının kerestesi yumuşaktır.

Anatomik özellikleri

Düz ve silindirik biçiminde olan kayın ağacının boyu 40 metreye kadar ulaşabilmektedir. Çam ve ladin türleriyle birlikte ormanlarda yayılabilen kayın daha çok ülkenin güneyinde bulunan Amanoslarda bulunur. Meyveli ve püsküllü yaprakları olan türün yaprakları dönemsel olarak renk değiştirmektedir. Kayın ağaçlarının yaşam süreleri de oldukça uzundur.

Dayanıklılık ve emprenye özellikleri

Yapılan bir çalışmada daldırma yöntemi ile yapılan emprenye işlemine oranla hem daldırma hem de basınçla emprenye edildiğinde dayanıklılık derecesinin arttığı gözlemlenmiştir (Örs vd., 1999b). Suda çözünen tuzlarla emprenye edilen kayın ve ladin odunlarının eğilme direnç değerlerinde düşme, basınç direnci değerlerinde ise artış görülmüştür (Kollman, 1959).



Şekil 2.8. Kayın ağacı görünümü.

Kullanım yerleri

Ülkemizde en çok faydalanılan ağaç türlerinden biri kayındır (Çolakoğlu, 1996). Doğu kayını fırınlanarak mobilya sektöründe tercih edilebilmektedir. Mobilya, kontrplak, araba, parke, ayakkabı gibi alanlarda kullanılan keresteleri sandal yapımında ve sandal küreği yapımında kullanılmaktadır. Emprenye işleminden geçirilmeden nemli ortamlarda kullanılmaya uygun değildir. Hava değişikliklerinin sık görüldüğü alanlarda kullanılmaya pek uygun olmamasına rağmen marangozluk ve doğramacılıkta rahatlıkla kullanılabilir.

2.10.2. Pinus Sylvestris (Sarıçam)



Şekil 2.9. Sarıçam ağacı görünüm.

Ekolojik ve botanik özellikleri

Avrupa ve Kuzey Asya'da doğal yayılım gösteren sarıçam ülkemizde ise Doğu Anadolu, Kuzeydoğu, Kuzeybatı ve Orta Anadolu'da görülür. En fazla 2500 rakıma kadar çıkabilir. Toprak ve besin isteği konusunda fazla seçici olmayan tür gevşek, serin ve humuslu toprakta kuru ve çakıllı toprağa göre daha iyi gelişim gösterir (Kayacık, 1965). Donlara karşı dayanıklı olan tür -35 ile 45 derece sıcaklıklarda yetişebilir. Budamaya uygun olmayan ağaç sadece kuruyan alt dalları ayırmak için budanır. Işıktaki rahatsızlık göstermeyen bitki tohum ile üretilir ve hep yeşil kalan iğne yapraklara sahiptir. Endüstriyel yörelere uygun olan ağacın kerestesi oldukça kullanışlıdır. Kerestesinin kullanımına gelindiğinde ise bu tür her zaman düzgün bir formda yetişmemektedir ve kerestesinin kullanımı için yeterince yapılı değildir. Ağaç aralarında yeterince mesafe bulurlarsa düzgün formda büyüyebilirler. Bu yüzden bakıldığında ülkemizde düz formda yetişebilir. Bu sayede kerestesi kullanıma uygun olur (Saatçioğlu, 1976).

Anatomik özellikleri

Bulunduğu ortama göre bazı farklılıklar gösteren ağaç sarı ve kahverengi tonlarındadır. Bu renk ağaç kesildikten bir süre sonra matlaşır ve koyu bir hal alır. 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).

Dayanıklılık ve emprenye özellikleri

Kuruma süresi oldukça kısa olan ağaç halk arasında yılma olarak da bilinen kuruma sırasında meydana gelen bükülmelere karşı oldukça dirençlidir. Üzerinde çalışması kolay olan ağaç yüzey kesimlerinde ortaya çıkan reçineler yüzünden kullanıcılarına problemler yaşatabilmektedir. Emprenye işlemi için elverişli olan ağacın öz odunu güçlü mukavemete sahipken diri odunu bozulmalara karşı çok dayanıklı değildir (Kurt, 2006).



Şekil 2.10. Sarıçam ağacı görünümü.

Kullanım yerleri

Bu ağaçtan elde edilen ürünler genelde kuru ortamlarda kullanılmaya uygundur. Emprenye işleminden geçirildikten sonra suyla temas edecek yerlerde kullanıma uygun olabilmektedir.

Ağaç ürünleri denizde devasa yapılarda olduğu gibi nispeten daha ufak yapıların üretiminde de kullanılmıştır. Her ne kadar günümüz teknolojisinde farklı yapı teknikleri geliştirilse de gemi, yat, yalı, iskele gibi yapılarda da yukarıda bahsedilen avantajlarından ötürü kullanılmış ve kullanılmaya devam etmektedir. Bu yapılar zamanla kimyasal ve fiziki hatta organik aşınma saldırılarına uğramaktadır. Bu saldırıların etkilerini azaltmak için ahşap ürünlere çeşitli yöntemlerle kimyasallar verildiği göz önüne alınırsa ülkemizde bulunan ağaç türlerinin deniz ortamında fazla tercih edilmediği söylenebilir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada Sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis L.*) ağacının diri odunun yanı sıra tropik ağaç türü olan Tali (*Erythrophleum suaveolens*) ve Mkuruti (*Baphia kirkii*) ağaç türlerinin diri odun kısımları kullanılmıştır. Kullanılan sarıçam ve kayın diri odunu Kütahya ilinin Simav ilçesinde faaliyet gösteren yerel kereste işletmecilerinden temin edilmiştir. Tropik ağaç türleri ise Doğu Afrika ülkesi olan Tanzania'nın Tanganika Eyaletinde faaliyet gösteren yerel kereste işletmecilerinden temin edilmiştir.

3.2. Metot

Yerel kerestecilerden alınan odun örnekleri eğilme direnci testi için TS 2474'de ve basınç direnci testi için TS 2595'te belirtilen esaslara uygun olarak test örnekleri hazırlanmıştır. Deney örnekleri, eğilme direnci için 20x20x360 mm, basınç direnci için 20x20x30 mm ölçülerinde olmak üzere her bir ağaç türü için 10'ar adet olmak üzere toplamda 80 adet eğilme direnci test örneği ve 80 adet basınç direnci test örneği hazırlanmıştır. Numunelerin yoğunluk değerlerinin belirlenmesi için her bir ağaç türü için 20'şer adet olmak üzere toplamda 160 adet 20x20x30 mm ölçülerinde olmak üzere test örneği hazırlanmıştır.

3.2.1. Test numunelerinin okyanus suyu içerisinde bekletilmesi

Hazırlanan test numuneleri Tanzania Zanzibar adasında elde edilen Hint okyanus suyu içerisinde 1 yıl süre ile bekletilmiştir. Hazırlanan test örnekleri her ağaç türü kendi içerisinde bir grup olacak şekilde 4 farklı file içerisinde 500 litre kapasiteli su tankı içerisine bekletilmiştir. Bin beş yüz mm yüksekliğe sahip olan su tankı içerisinde örnekler tankerin orta noktasında konumlandırılacak şekilde (750 mm yükseklikte) yerleştirilmiştir. Tanker içerisindeki okyanus suyu iki hafta da bir olmak üzere boşaltılarak taze su ile değiştirilmiştir. 1 yılın sonunda deniz suyundan çıkarılan örnekler ve deniz suyuna maruz kalmamış kontrol örnekleri 20 °C±2 sıcaklıkta ve %65±5 bağıl nem şartlarında 1 ay süre ile iklimlendirme dolabında, klimatize edilip hava kurusu hale getirilmiştir.

3.2.2. Eğilme direnci testi

Eğilme direnci testi TS 2474 standardına uygun olarak hazırlanmış ve klimatize edilmiş örneklere Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği laboratuvarında bulunan 4 tonluk üniversal deney cihazında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Mesnetler arası açıklık 300 mm olarak kullanılmıştır. Kırılmanın yükleme anından itibaren 0,5-1,0 dakika içinde olması için, 20 mm/dk. deneme hızında ve yük test numunelerinin tam ortasından uygulanmıştır.



Şekil 3.1. Eğilme direnci testi.

Eğilme direnci değerleri Eşitlik 3.1’de verilen denkleme göre hesaplanmıştır.

Eşitlik 3.1 eğilme direnci formülü;

$$\text{Eğilme direnci : } \sigma_e = \frac{3 \cdot F \cdot P}{2 \cdot m \cdot n^2} \quad (3.1)$$

σ_e : Eğilme direnci (N/ mm²),

F : Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N),

P : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm),

m : Deney parçasının genişliği (mm),

n : Deney parçasının kalınlığı (mm) olarak alınmıştır.

3.2.3. Basınç direnci testi

Basınç direnci testi TS 2595 standardına uygun olarak hazırlanmış ve klimatize edilmiş örneklere Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği laboratuvarında bulunan 4 tonluk üniversal deney cihazında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2). Uygulanacak olan kuvvet test numunesinin enine kesitine homojen bir şekilde tatbik edilmiştir. Standartta belirtildiği gibi basınç direnci testinin 0,5-1,0 dakika içinde sonlanacak şekilde 5 mm/dk. yükleme hızında yapılmıştır. Kuvvet uygulaması numune ezilinceye kadar devam ettirilerek kırılma anındaki maksimum kuvvet tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. Basınç direnci testi.

Basınç direnci ($\sigma_{B//}$) Eşitlik 3.2’de verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır;

Eşitlik 3.2 basınç direnci formülü;

$$\sigma_{B//} = \frac{F_{\max}}{k \cdot s} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (3.2)$$

Fmax : Kırılma anındaki kuvvet (N).

k : Deney parçası enine kesit kenar uzunluğu (mm).

s : Deney parçası enine kesit kenar uzunluğu (mm).

3.2.4. İstatistik analizler

İstatistik analizlerin yapılmasında Design-Expert® 7.0.3 sürümü istatistik programı kullanılmıştır. Deniz suyunun ve ağaç türlerinin yoğunluk, eğilme direnci ve basınç direnci üzerinde ki etkilerinin incelenmesi için ANOVA testi uygulanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Yoğunluk Değerlerinin Belirlenmesi

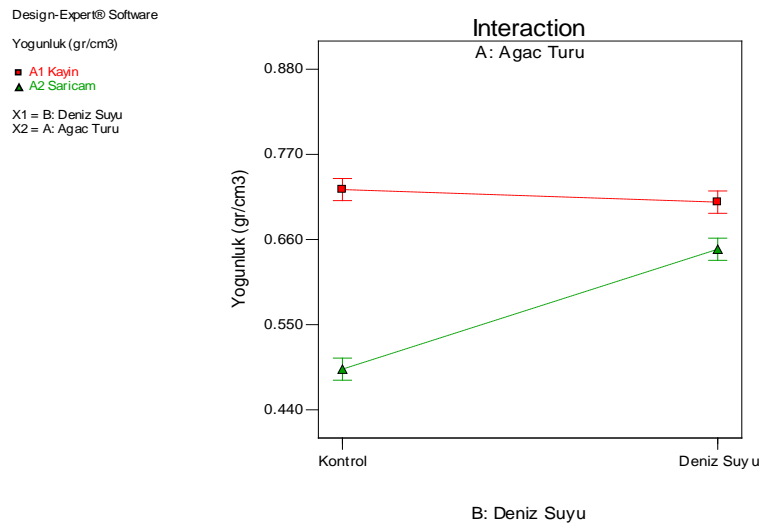
Tez kapsamında çalışılan beş ağaç türünün de yoğunluk değerleri belirlenmiştir. Her bir ağaç türü için yirmi (20) adet örneğin yoğunluk değerleri ölçülmüştür. Elde edilen yoğunluk değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Örneklerin ortalama yoğunluk değerleri.

| Örek Adı | Yoğunluk Değerleri (gr/cm ³) | |
|--------------------|--|---------|
| | Ortalama | S.Sapma |
| Sarıçam Kontrol | 0,492 | 0,026 |
| Sarıçam Deniz Suyu | 0,647 | 0,049 |
| Kayın Kontrol | 0,724 | 0,031 |
| Kayın Deniz Suyu | 0,716 | 0,073 |
| Tali Kontrol | 0,768 | 0,019 |
| Tali Deniz Suyu | 0,916 | 0,063 |
| Mkuruti Kontrol | 1,138 | 0,055 |
| Mkuruti Deniz Suyu | 1,263 | 0,056 |

4.1.1. Yerli ağaç türlerinin yoğunluk değerlerinin belirlenmesi

İki farklı yerli ağaç türü çalışılmıştır. İğne yapraklı ağaç türü olarak sarıçam (*Pinussylvestris*) ve yapraklı ağaç türü olarak Doğu Kayını (*Fagusorientalis L.*) kullanılmıştır. Elde edilen verilerin istatistik analizleri yapılmıştır. Yerli ağaç türlerine ait etkileşim grafiği Şekil 4.1’de verilmiştir.

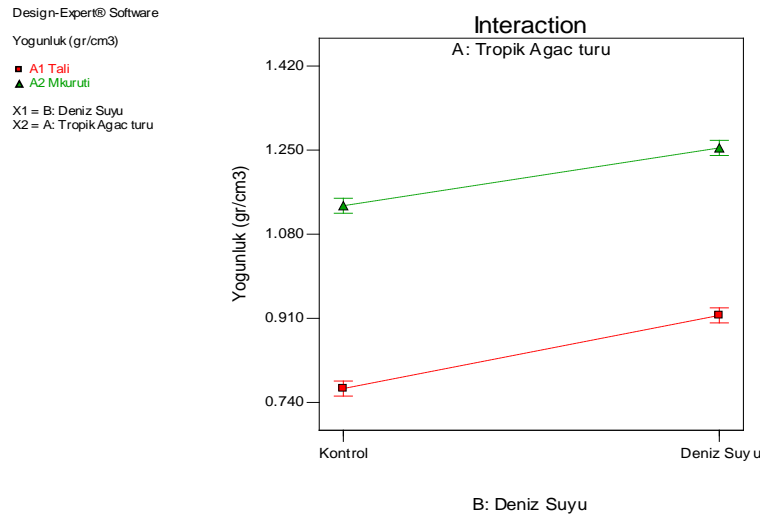


Şekil 4.1. Sarıçam ve kayın ağaçlarının yoğunluk değerlerine ait etkileşim grafiği.

Sarıçam ve kayın ağaçlarının yoğunluk değerlerine ait etkileşim grafiği incelenecek olunursa deniz suyunun yoğunluk değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P<0,0001$). Şekil 4.1'deki etkileşim grafiği incelendiğinde sarıçam odun örneklerinin deniz suyunda 1 sene boyunca bekletilmesinin kontrol örneklerine nazaran yoğunluk değerlerini belirgin bir şekilde arttırdığı görülmüştür. Bunun deniz suyu içerisinde bulunan tuzların ve farklı minerallerin deniz suyunun buharlaşması sonucunda ağaç içerisinde kalarak ağırlık artımına ve dolayısıyla yoğunluk değerlerinin artmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Kayın örneklerinin yoğunluk değerlerinde ise hafif bir azalma görülse de deniz suyunda bekletilmiş örneklerin yoğunluk değerleri ile kontrol örneklerinin yoğunluk değerleri arasında önemli bir farkın olmadığı ve standart sapma değerleri incelendiğinde her iki grubunda yakın aralıklarda olduğu belirlenmiştir.

4.1.2. Tropik ağaç türlerinin yoğunluk değerlerinin belirlenmesi

Bu tez çalışmasında iki farklı yapraklı tropik ağaç türü incelenmiştir. Yapraklı tropik ağaç türü olarak Tali (*Erythrophleumsuaveolens*) ve Mkuruti (*Baphiakirkii*) kullanılmıştır. Elde edilen dataların istatistik analizleri yapılmıştır. Tropik ağaç türlerine ait etkileşim grafiği Şekil 4.2'de verilmiştir.



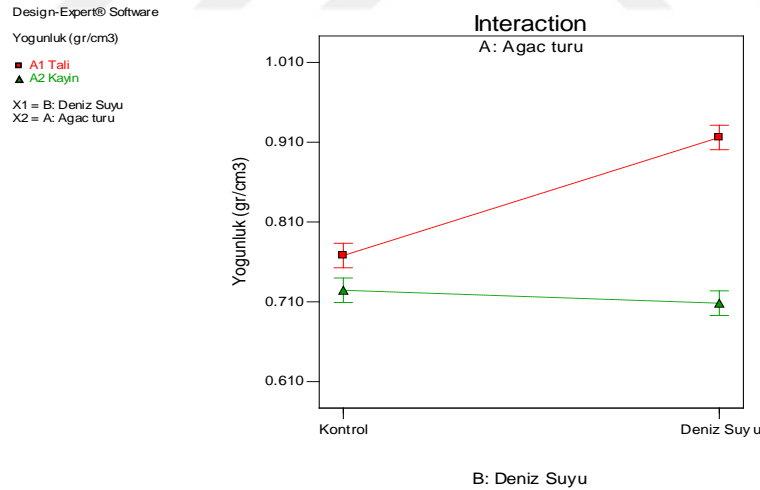
Şekil 4.2. Tropik ağaç türlerine ait yoğunluk etkileşim grafiği.

Tropik ağaç türlerine ait yoğunluk etkileşim grafiği incelenecek olunursa deniz suyunun yoğunluk değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P<0,0001$). Tropik ağaç türlerinin kontrol örnekleri arasında en yoğun ağaç türü Mkuruti $1,138 (0,055)\text{gr/cm}^3$ olarak belirlenmiştir. Tali odun örneklerinin yoğunluk değerleri ise

0,768 (0,019)gr/cm³olarak belirlenmiştir. Bir yıl süre ile deniz suyu içerisinde bekletilen tropik ağaç türlerinin yoğunluk değerlerinde aynı trend belirlenmiştir. En yüksek yoğunluk değeri kontrol örneğine nazaran %11 artış gösteren Mkuruti’de 1,263 (0,056)gr/cm³ olarak belirlenmiştir. %19,26 yoğunluk artışı gösteren Tali ağacında ise 0,916 (0,063) gr/cm³ olarak belirlenmiştir. Bir yıl deniz suyu içerisinde bekletilen tüm tropik ağaç türlerinin yoğunluk değerlerinde kontrol örneklerine nazaran artış belirlenmiştir. Bunun deniz suyu içerisinde bulunan tuzların ve farklı minerallerin deniz suyunun buharlaşması sonucunda ağaç içerisinde kalarak ağırlık artımına ve dolayısıyla yoğunluk değerlerinin artmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

4.1.3. Yerli ağaç türü ile tropik ağaç türlerinin yoğunluk değerlerinin karşılaştırılması

Yerli ve tropik ağaç türlerinin karşılaştırılmasını yapmak üzere birbirine en yakın yoğunlukta ki ağaç türleri belirlenmiştir. Bu bağlamda yerli yapraklı tür olarak kayın ağacı, tropik ağaç türü olarak da Tali yapraklı ağaç türleri ele alınmıştır. Elde edilen dataların istatistik analizleri yapılmış ve etkileşim grafiği Şekil 4.3’te verilmiştir.



Şekil 4.3. Kıyaslamalı yoğunluk etkileşim grafiği.

Şekil 4.3’teki kıyaslamalı yoğunluk etkileşim grafiği incelenecek olunursa deniz suyunun yoğunluk değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir (P<0,0001). Elde edilen veriler ışığında deniz suyunda bir sene boyunca bekletilen tropik ağaç türü olan Tali odunlarının yoğunluk değerlerinde artış gözlemlenirken, yerli ağaç türü olan kayın ağacında hafif bir azalma belirlenmiştir. Tali ağacının kontrol

örneklerine ait yoğunluk test numunelerinin yoğunluk değerleri yerli ağaç türü olan kayın ağacına yakın belirlenmiştir. Fakat örneklerin bir yıl süre ile deniz suyunda bekletilmesi sonucunda bu iki türe ait ortalama yoğunluk değerlerinde ki fark giderek artmıştır.

4.2. Eğilme Direnci Değerlerinin Belirlenmesi

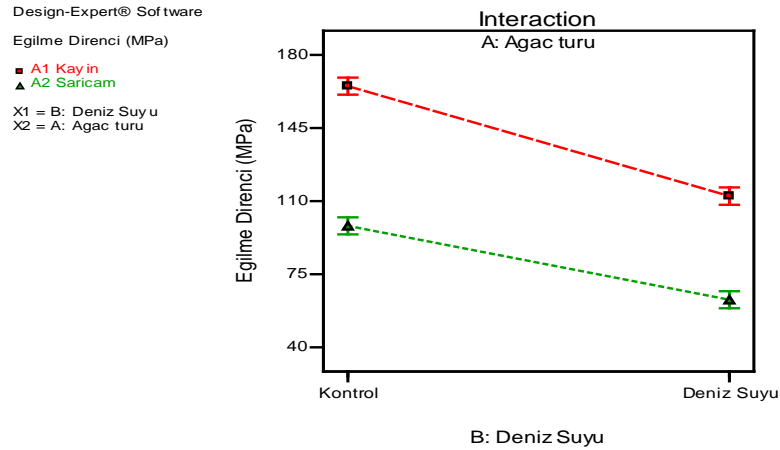
Tez kapsamında çalışılan dört ağaç türünün de eğilme direnci değerleri belirlenmiştir. Her bir ağaç türü için on (10) adet örneğin eğilme direnci değerleri ölçülmüştür. Elde edilen eğilme direnci değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Örneklerin ortalama eğilme direnci değerleri.

| Örnek Adı | Eğilme Direnci (N/mm ²) | |
|--------------------|-------------------------------------|---------|
| | Ortalama | S.Sapma |
| Sarıçam Kontrol | 98,15 | 6,96 |
| Sarıçam Deniz Suyu | 62,77 | 7,21 |
| Kayın Kontrol | 165,03 | 9,65 |
| Kayın Deniz Suyu | 112,39 | 10,70 |
| Tali Kontrol | 106,79 | 27,09 |
| Tali Deniz Suyu | 124,12 | 9,99 |
| Mkuruti Kontrol | 227,59 | 25,89 |
| Mkuruti Deniz Suyu | 233,91 | 27,27 |

4.2.1. Yerli ağaç türlerinin eğilme direnci değerlerinin belirlenmesi

Sarıçam ve kayın ağacı odun örneklerine eğilme direnci testi yapılmış olup elde edilen verilerin istatistik analizleri yapılmıştır. Elde edilen eğilme direnci etkileşim grafiği Şekil 4.4’te verilmiştir.

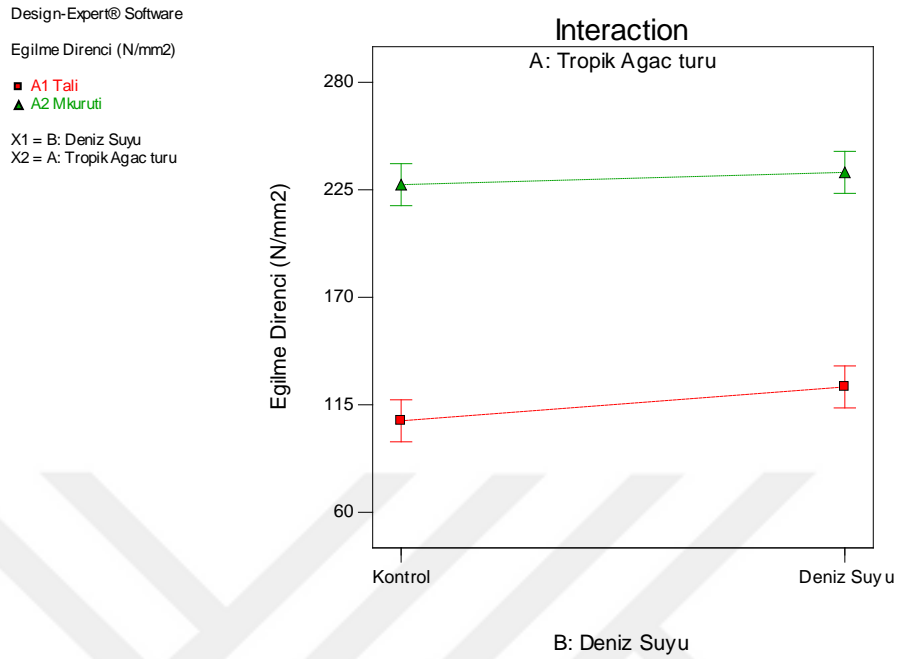


Şekil 4.4. Sarıçam ve kayın ağaçlarının eğilme direnci değerlerine ait etkileşim grafiği.

Yapılan istatistik analiz sonucunda deniz suyunun sarıçam ve kayın ağaçlarına ait numunelerin eğilme direnci değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P < 0,0001$). Şekil 4.4'teki etkileşim grafiği incelendiğinde her iki ağaç türünün de bir yıl süre ile deniz suyu içerisinde bekletilmesi ile eğilme direnci değerlerinde önemli derecede azalma meydana geldiği görülmektedir. Sarıçam örneklerine ait eğilme direnci değerlerinde %36,05 azalma belirlenirken kayın örnekleri için %31,90 azalmanın olduğu görülmüştür.

4.2.2. Tropik ağaç türlerinin eğilme direnci değerlerinin belirlenmesi

Tropik ağaç türlerine ait eğilme direnci etkileşim grafiği Şekil 4.5'de verilmiştir. Elde edilen eğilme direnci değerlerine ANOVA testi uygulanarak deniz suyunun tropik ağaç türlerinin eğilme direnci değerleri üzerine etkileri incelenmiştir.



Şekil 4.5. Tropik ağaç türlerine ait eğilme direnci etkileşim grafiği.

Tropik ağaç türlerine ait eğilme direnci etkileşim grafiği incelenecek olunursa deniz suyunun eğilme direnci değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P=0,7033$). Mkuruti türüne ait bir yıl süre ile deniz suyunda bekletilmiş örneklerin eğilme direnci değerlerinde kontrol örneklerine kıyasla %2,78'lik bir artış belirlenmiştir. Bu artış eğilme direnci değerlerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemediği görülmüştür. Buna ilaveten Tali ağacı örneklerine ait eğilme direnci değerlerinde ise kontrol örneklerine nazaran %16,22'lik bir artış gözlemlenmiştir. Ağaç türünün eğilme direnci değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,0001$).

4.2.3. Yerli ağaç türü ile tropik ağaç türlerinin eğilme direnci değerlerinin karşılaştırılması

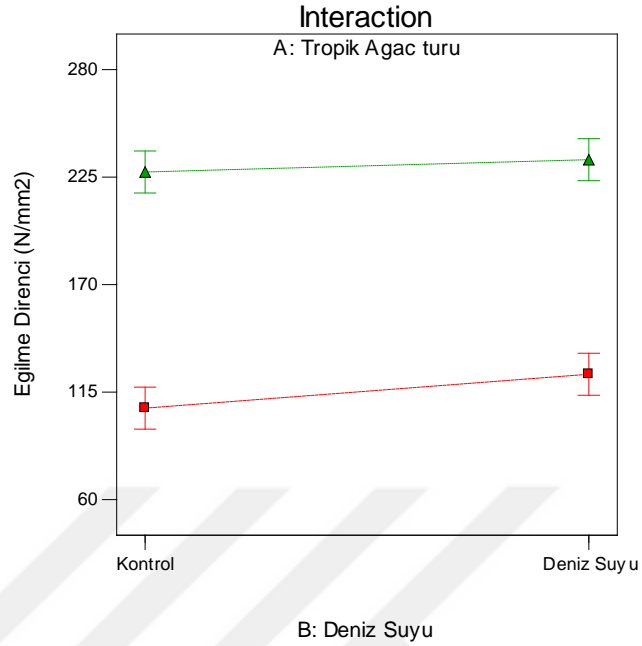
Yerli ve tropik ağaç türlerinin karşılaştırılmasını yapmak üzere birbirine en yakın yoğunlukta ki ağaç türlerinin eğilme direnci değerleri ele alınmıştır. Bu bağlamda yerli yapraklı tür olarak kayın ağacına ait eğilme direnci örnekleri, tropik ağaç türü olarak da Tali yapraklı ağaç türlerine ait eğilme direnci örnekleri ele alınmıştır. Elde edilen dataların istatistik analizleri yapılmış ve etkileşim grafiği Şekil 4.6'da verilmiştir.

Design-Expert® Software

Eğilme Direnci (N/mm²)

■ A1 Tali
▲ A2 Mkuruti

X1 = B: Deniz Suyu
X2 = A: Tropik Ağac türü



Şekil 4.6. Kıyaslamalı eğilme direnci etkileşim grafiği.

Şekil 4.6'daki kıyaslamalı eğilme direnci değerlerine ait etkileşim grafiği incelenecek olunursa deniz suyunun eğilme direnci değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P < 0,0001$). Elde edilen veriler ışığında eğilme direncinde ki en yüksek düşüş (%31,90) deniz suyunda bir sene boyunca bekletilen yerli ağaç türü olan kayın ağacı örneklerinde gözlemlenmiştir. Tropik ağaç türü olan Tali ağacına ait eğilme direnci örneklerinde ise kontrol örneklerine kıyasla %16,22 bir artış belirlenmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda ise ağaç türünün eğilme direnci değerleri üzerine önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P < 0,0001$).

4.3. Basınç Direnci Değerlerinin Belirlenmesi

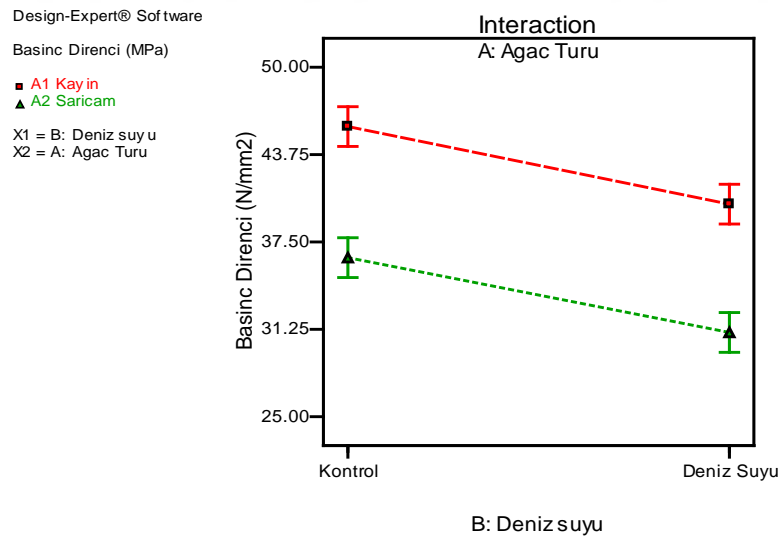
Tez kapsamında çalışılan beş ağaç türünün de basınç direnci değerleri belirlenmiştir. Her bir ağaç türü için on (10) adet örneğin basınç direnci değerleri ölçülmüştür. Elde edilen basınç direnci değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Örneklerin ortalama basınç direnci değerleri.

| Örek Adı | Basınç Direnci (N/mm ²) | |
|--------------------|-------------------------------------|---------|
| | Ortalama | S.Sapma |
| Sarıçam Kontrol | 36,38 | 1,41 |
| Sarıçam Deniz Suyu | 31,02 | 3,71 |
| Kayın Kontrol | 45,75 | 2,31 |
| Kayın Deniz Suyu | 40,20 | 4,28 |
| Tali Kontrol | 44,16 | 2,89 |
| Tali Deniz Suyu | 48,54 | 3,55 |
| Mkuruti Kontrol | 60,61 | 12,47 |
| Mkuruti Deniz Suyu | 71,50 | 9,54 |

4.3.1. Yerli ağaç türlerinin basınç direnci değerlerinin belirlenmesi

Sarıçam ve kayın ağacı odun örneklerine basınç direnci testi yapılmış olup elde edilen verilerin istatistik analizleri yapılmıştır. Elde edilen basınç direnci etkileşim grafiği Şekil 4.7’de verilmiştir.



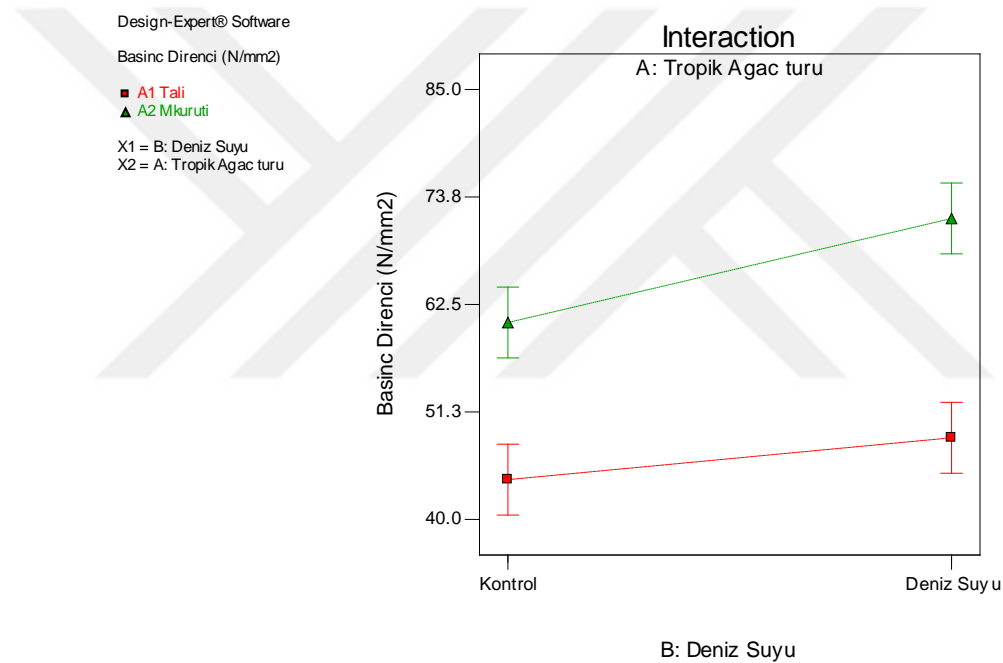
Şekil 4.7. Sarıçam ve kayın ağaçlarının basınç direnci değerlerine ait etkileşim grafiği.

Yapılan istatistik analiz sonucunda deniz suyunun sarıçam ve kayın ağaçlarına ait numunelerin basınç direnci değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P < 0,0001$). Ayrıca ağac türünün de istatistiksel olarak basınç direnci değerleri üzerinde önemli derecede etkisinin olduğu görülmüştür ($P < 0,0001$). Deniz

suyunda 1 yıl süre ile bekletilen her iki ağaç grubu örneklerinin basınç direnci değerleri kontrol örneklerine kıyasla azaldığı tespit edilmiştir. Şekil 4.7'deki etkileşim grafiği incelendiğinde her iki ağaç türünün de birbirine yakın oranlarda azalma olduğu görülmüştür (Kayın %12,13 ve sarıçam %14,71).

4.3.2. Tropik ağaç türlerinin basınç direnci değerlerinin belirlenmesi

Tropik ağaç türlerine ait basınç direnci etkileşim grafiği Şekil 4.8'de verilmiştir. Elde edilen eğilme direnci değerlerine ANOVA testi uygulanarak deniz suyunun tropik ağaç türlerinin basınç direnci değerleri üzerine etkileri incelenmiştir.

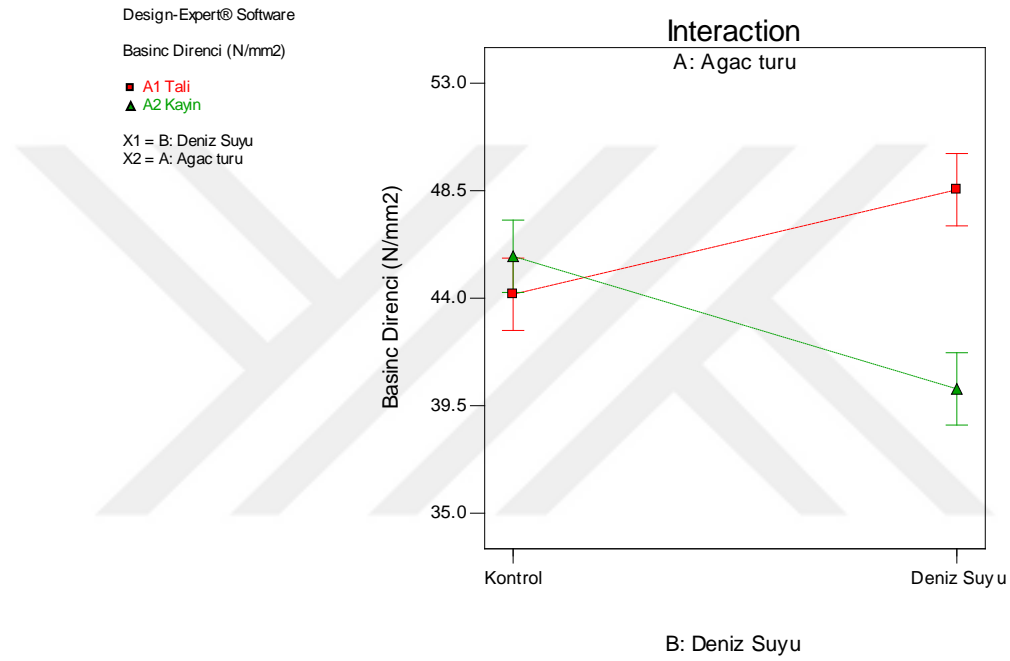


Şekil 4.8. Tropik ağaç türlerine ait basınç direnci etkileşim grafiği.

Tropik ağaç türlerine ait basınç direnci etkileşim grafiği incelenecek olunursa deniz suyunun basınç direnci değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P=0,0006$). Şekil 4.8'deki basınç direnci etkileşim grafiği incelendiğinde tropik ağaç türlerinin basınç direnci değerlerinde birbirine yakın oranlarda artış olduğu görülmüştür. Yerli ağaç türlerin aksine tropik ağaç türlerin basınç direnci değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Bir yıl süre ile deniz suyu içerisinde bekletilen tropik ağaç türlerinin kontrol örneklerine nazaran basınç değerlerinde ki artış sırasıyla Tali odunu örneklerinde %19,26 ve Mkuruti odun örneklerinde ise %17,97 olarak belirlenmiştir. Ağaç türünün basınç direnci değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,0001$).

4.3.3. Yerli ağaç türü ile tropik ağaç türlerinin basınç direnci değerlerinin karşılaştırılması

Birbirine en yakın yoğunlukta ki yerli ve tropik ağaçlar türleri ele alınarak basınç direnci değerlerinin karşılaştırılmasını yapılmıştır. Yerli ve yapraklı tür olarak kayın ağacı, tropik ve yapraklı ağaç türü olarak Tali ağaç türlerinin basınç dirençleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen dataların istatistik analizleri yapılmış ve etkileşim grafiği Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Kıyaslamalı basınç direnci etkileşim grafiği.

Şekil 4.9'daki kıyaslamalı yoğunluk etkileşim grafiği incelenecek olunursa deniz suyunun basınç direnci değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P=0,1925$). Elde edilen veriler ışığında deniz suyunda bir sene boyunca bekletilen Tali ağaç türünde basınç direnci değerlerinde aynı trend gözlemlenirken, yerli ağaç türü olan kayın ağacının basınç direnci değerlerinde ise negatif bir etki gözlemlenmiş ve basınç direnci değerlerinde %12,13'lük bir azalma belirlenmiştir. Tali ağacının kontrol örneklerinin ortalama basınç direnci değerleri kayın ağacının kontrol örnekleri ile yakın aralıklarda belirlenmiş olsa da, bir yıl deniz suyunda bekletildikten sonra kayın odun örneklerinde %12,13'lük azalma ve Tali odun örneklerinde ki %19,26'lük bir artış ile aralarında ki fark grafik üzerinde belirgin hale gelmiştir. Bunun yanı sıra, ağaç türünün basınç direnci değerleri üzerinde ki değişime etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($P<0,0001$).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkiye keresteciliğinde kullanılan önemli iki tür olan Sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis L.*) ağaçlarının diri odunları ve Tropik ağaç türü olan Tali (*Erythrophleum suaveolens*) ve Mkuruti (*Baphia kirkii*) ağaç türlerinin diri odun kısımları kullanılmıştır. Kullanılan ağaç türleri 1 yıl süre ile Hint okyanus suyu içerisinde bekletilmiş ve deniz suyunun ağaç türlerinin fiziksel (yoğunluk) ve mekanik (eğilme direnci, basınç direnci) özelliklerine etkileri belirlenmiştir. Yapılan tez çalışması sonucunda aşağıda ki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Yerli ağaç türlerinden sarıçam ve kayın ağaçlarının yoğunluk değerlerine ait etkileşimin, deniz suyunun yoğunluk değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir. Sarıçam odun örneklerinin deniz suyunda 1 sene boyunca bekletilmesinin kontrol örneklerine nazaran yoğunluk değerlerini belirgin bir şekilde arttırdığı görülmüştür. Bunun deniz suyu içerisinde bulunan tuzların ve farklı minerallerin deniz suyunun buharlaşması sonucunda ağaç içerisinde kalarak ağırlık artımına ve dolayısıyla yoğunluk değerlerinin artmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Kayın örneklerinin yoğunluk değerlerinde ise hafif bir azalma görülsede deniz suyunda bekletilmiş örneklerin yoğunluk değerleri ile kontrol örneklerinin yoğunluk değerleri arasında önemli bir farkın olmadığı ve standart sapma değerleri incelendiğinde her iki grubunda yakın aralıklarda olduğu belirlenmiştir.

Tropik ağaç türlerine ait yoğunluk etkileşimi ise, aynı şekilde deniz suyunun yoğunluk değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir. Deniz suyu içerisinde bekletilen tüm tropik ağaç türlerinin yoğunluk değerlerinde kontrol örneklerine nazaran artış belirlenmiştir. Bunun deniz suyu içerisinde bulunan tuzların ve farklı minerallerin deniz suyunun buharlaşması sonucunda ağaç içerisinde kalarak ağırlık artımına ve dolayısıyla yoğunluk değerlerinin artmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

Yerli ve tropik ağaç türlerinin karşılaştırılması yapıldığında ise, deniz suyunun yoğunluk değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında deniz suyunda bekletilen tropik ağaç türlerinde aynı trend gözlemlenirken, yerli ağaç türü olan kayın ağacında hafif bir azalma belirlenmiştir. Tali ağacının kontrol örneklerine ait

yoğunluk test numunelerinin yoğunluk değerleri yerli ağaç türü olan kayın ağacına yakın belirlenmiştir. Fakat örneklerin bir yıl süre ile deniz suyunda bekletilmesi sonucunda bu iki türe ait ortalama yoğunluk değerlerinde ki fark giderek artmıştır.

- Eğilmede direncinde gözlemlenen değişim ise yapılan istatistik analiz sonucunda deniz suyunun sarıçam ve kayın ağaçlarına ait numunelerin eğilme direnci değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede azalma meydana geldiği bu bağlamda önemli derecede etkisinin olduğu görülmektedir.

Tropik ağaç türlerine ait eğilme direnci etkileşim grafiği incelenecek olunursa deniz suyunun eğilme direnci değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Mkuruti türüne ait bir yıl süre ile deniz suyunda bekletilmiş örneklerin eğilme direnci değerlerinde kontrol örneklerine kıyasla bir artış belirlenmiştir. Bu artış eğilme direnci değerlerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemediği görülmüştür. Buna ilaveten Tali ağacı örneklerine ait eğilme direnci değerlerinde ise kontrol örneklerine nazaran bir artış gözlemlenmiştir. Bu bağlamda ağaç türünün eğilme direnci değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Kıyaslamalı eğilme direnci değerlerine ait etkileşim grafiği incelenecek olunursa deniz suyunun eğilme direnci değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında eğilme direncinde ki en yüksek düşüş yerli ağaç türü olan kayın ağacı örneklerinde gözlemlenmiştir. Tropik ağaç türü olan Tali ağacına ait eğilme direnci örneklerinde ise kontrol örneklerine kıyasla artış belirlenmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda ise ağaç türünün eğilme direnci değerleri üzerine önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir.

- Basınç direncindeki değişimler ise yapılan istatistik analiz sonucunda deniz suyunun sarıçam ve kayın ağaçlarına ait numunelerin basınç direnci değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ağaç türünün de basınç direnci değerleri üzerinde önemli derecede etkisinin olduğu görülmüştür. Deniz suyunda bekletilen her iki ağaç grubu örneklerinin basınç direnci değerleri kontrol örneklerine kıyasla azaldığı tespit edilmiştir.

Tropik ağaç türlerine ait basınç direnci etkileşim grafiği incelenecek olunursa deniz suyunun basınç direnci değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tropik ağaç türlerinin basınç direnci

değerlerinde birbirine yakın oranlarda artışın olduğu görülmüştür. Yerli ağaç türlerin aksine tropik ağaç türlerin basınç direnci değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Deniz suyu içerisinde bekletilen tropik ağaç türlerinin kontrol örneklerine nazaran basınç değerlerinde ki artış sırasıyla Tali ve Mkuruti odun örneklerinde gözlemlenmiştir. Ağaç türünün basınç direnci değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Tropik ve yerli ağaç türleri aralarında kıyasladığında ise, deniz suyunun basınç direnci değerlerinde ki değişim üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında deniz suyunda bekletilen tropik ağaç türlerinin basınç direnci değerlerinde aynı trend gözlemlenirken, yerli ağaç türü olan kayın ağacının basınç direnci değerlerinde ise negatif bir etki gözlemlenmiş ve basınç direnci değerlerinde bir azalma belirlenmiştir. Tali ağacının kontrol örneklerinin ortalama basınç direnci değerleri kayın ağacının kontrol örnekleri ile yakın aralıklarda belirlenmiş olsa da, deniz suyunda bekletildikten sonra kayın odun örneklerinde azalma ve Tali odun örneklerinde ki artış ile aralarında ki fark grafik üzerinde belirgin hale gelmiştir. Bunun yanı sıra, ağaç türünün basınç direnci değerleri üzerinde ki değişime etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Barnacle, J. (1976). Wood and its preservation in the sea - a resume. 4th International, Congress Marine Corrosion and Fouling, s. 57-66.

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, Massachussets Deparmant 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.

Bobat, A. (1999). Çeşitli Ağaç Türlerinin Boring ve Fouling Organizmalara Karşı Dayanıklılığı. Mersin: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Grubu.

Bozkurt, A. Y. ve Erdin, N. (1989). Ticarete 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.

Cheriyar, 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.

Çolakoğlu, G. (1996). Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi Ders Notları (Yayınlanmamış) KTÜ, Orman Fakültesi, Trabzon.

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, s. 158.

Helsing, G. G. (1979). Controlling Wood Deterioration in Waterfront Structures. Sea Technology, 46: 20-21.

Karal, M. (1987). Orman ürünlerine dayalı endüstrilerden kağıt sektörünün kendi ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik özel amaçlı ağaçlandırmalar. Türkiye ekonomisinde ağaçlandırmanın yeri ve önemi (iktisadi Araştırmalar Vakfı Semineri, 25-26 Eylül 1987 - İstanbul), s. 88-102.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Kayacık, H. (1965). *Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği*. 1. cilt gymnospermae, 2. baskı, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları, sayı 98, İstanbul, 15 s.

Kaygın, B. (2002). Ahşap Tekne Yapımında Kullanılan Ağaç Türlerinin Diri Ve Öz Odunlarının Yapılma Dirençlerinin Karşılaştırılması, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi.

Kırlı, L. (2005). Denizlerde Organokalay Kirlenmesi, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi* (18/3): 517-528.

Kollman, F. (1959). Die eigenschaftanderung von gruben holz nach schutzsalzimprag-nierung Forschungsber. Des Landes Nordrhein, Westfalen, Germany.

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.

Öktem, E. (1994). *Sarıçam Odununun Özellikleri ve Kullanım Yerleri*. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi 7, Sarıçam, ISBN 975- 7829-17-X, s 11-20.

Örs, Y., Sönmez, A., Uysal, B. (1999). Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığını Etkileyen Emprenye Maddeleri. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23 (2): 389- 394.

Özen, R. (1996). Friedrich Naumann Vakfı, Konferans Notları.

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.

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, s. 1-5.

SFPA, (1997). Marine Construction Manual. Southern Forest Products Association, Kenner LA, U.S.A., pp. 5.

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, *Z. K. Ü. Bartın Orman Fakültesi Dergisi* (6):136-141.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Sivrikaya, H. (2008). Odunda Doğal Dayanımı Etkileyen Faktörler. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* (13): 66-70.

Tarakanadha, B., Morrell, J. J. ve Satyanarayana, R. K. (1993). Effects of Wood Preservatives (CCA, CCB, CDDC, AZCA, ACQ ve CC) on the settlement and growth of marine biofouling organisms. Institute of Wood Science and Technology, India, s. 1-5.

UNDB, (2015). Tanzania Human Development Report 2014, Dar Es-Selaam: Economic Research and Development Foundation.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı ve Adı : GÜNEŞ, İsmail
Doğum Tarihi ve Yeri : 10.04.1983 – Ankara
E-mail : gunes0619@hotmail.com.

Eğitim Durumu

Lisans : DPÜ Tek. Eğt. Fak. Mobilya ve Dekorasyon Öğrt., 2006
Lise : Ankara Atatürk Teknik Lisesi, 2000

Yabancı Dil : İngilizce Orta Seviye
: Swahili (Doğu Afrika dili) Orta Seviye

