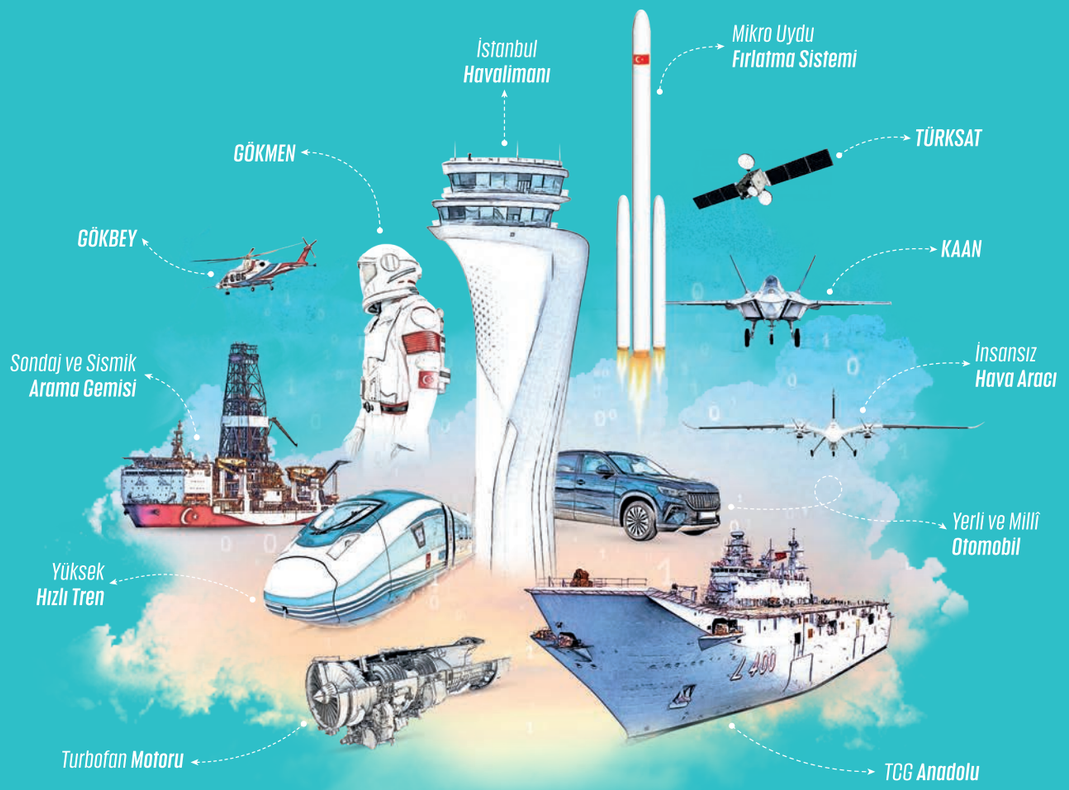
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN: 978-625-5496-13-3

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

GEMİ YAPIMI ALANI — GEMİ BAKIM ONARIMI — 11 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
GEMİ YAPIMI ALANI



11

DERS MATERYALİ

GEMİ BAKIM ONARIMI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

GEMİ YAPIMI ALANI

GEMİ BAKIM ONARIMI

11

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

İbrahim ÇİL

Yunus AKYÜZLÜ

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 10891
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....: 03810

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı

Melih TADIK

Program Geliştirme Uzmanı

Ali DOĞAN

Rehberlik Uzmanı

Filiz KILIÇ

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

Fatma YILMAZ

Görsel Tasarım Uzmanı

Seval AYDEMİR

ISBN: 978-625-5496-13-3

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

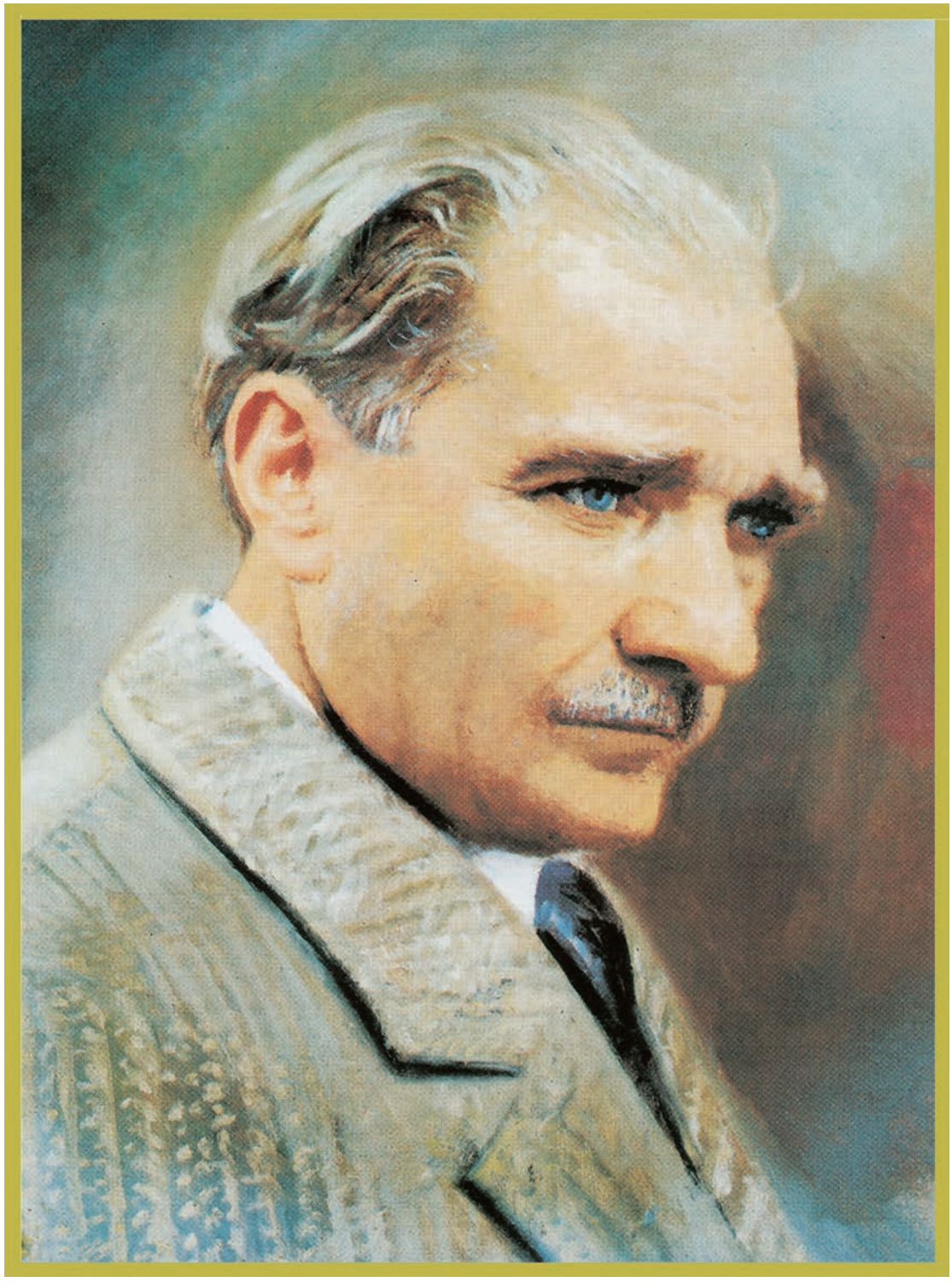
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 10
1. ÖĞRENME BİRİMİ: GEMİNİN HAVUZDA BAKIM ONARIMI 12
GİRİŞ 14
1.1. DIŞ GÖVDENİN YÜZEY TEMİZLİĞİ 14
1.2. GEMİDE HASAR TESPİTİ 20
1.3. YENİLENECEK BÖLGENİN ONARIMI 25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 27

2. ÖĞRENME BİRİMİ: BORDA BOŞALTIM AĞIZLARININ BAKIMI 28
GİRİŞ 30
2.1. CONTA HASAR TESPİTİ 32
2.2. VALFLERİN VE SÜZGEÇLERİN HASAR TESPİTİ 42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 51

3. ÖĞRENME BİRİMİ: GEMİ DONATIM ELEMANLARININ BAKIM VE ONARIMI 52
GİRİŞ 54
3.1. BORULARIN, VALFLERİN VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNİN HASAR TESPİTİ 54
3.2. BORULARA DİŞ AÇMA 94
3.3. BORU BAĞLANTILARI VE BORULARIN BİRLEŞTİRİLMESİ 100
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 117

4. ÖĞRENME BİRİMİ: GEMİNİN PERİYODİK BAKIMLARI 118
GİRİŞ 120
4.1. KISA VADELİ BAKIMLAR 120
4.2. ORTA VADELİ BAKIMLAR 126
4.3. UZUN VADELİ BAKIMLAR 128
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 131

5. ÖĞRENME BİRİMİ: PERVANE, ŞAFT VE DÜMEN BAKIM ONARIMI 132
GİRİŞ 134
5.1. PERVANE BAKIM ONARIMI 134
5.2. ŞAFT BAKIM ONARIMI 142
5.3. DÜMEN BAKIM ONARIMI 148
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 153

6. ÖĞRENME BİRİMİ: GÜVERTE ÜSTÜ ELEMANLARININ BAKIMI 154
GİRİŞ 156
6.1. AMBAR KAPAKLARININ BAKIMI 156
6.2. SABİT DONANIMLARIN BAKIMI 160
6.3. HAREKETLİ DONANIMLARIN BAKIMI 164
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 167

7. ÖĞRENME BİRİMİ: KOROZYON DİRENCİ VE BOYAMA 168
GİRİŞ 170
7.1. KOROZYON TESPİTİ 170
7.2. GEMİLERDE BOYA UYGULAMALARI 178
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 185

CEVAP ANAHTARI 186
KAYNAKÇA 187

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminde neler öğrenileceğinin ön bilgilerini gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan konuları gösterir.



Öğrenme biriminin karekodunu gösterir.

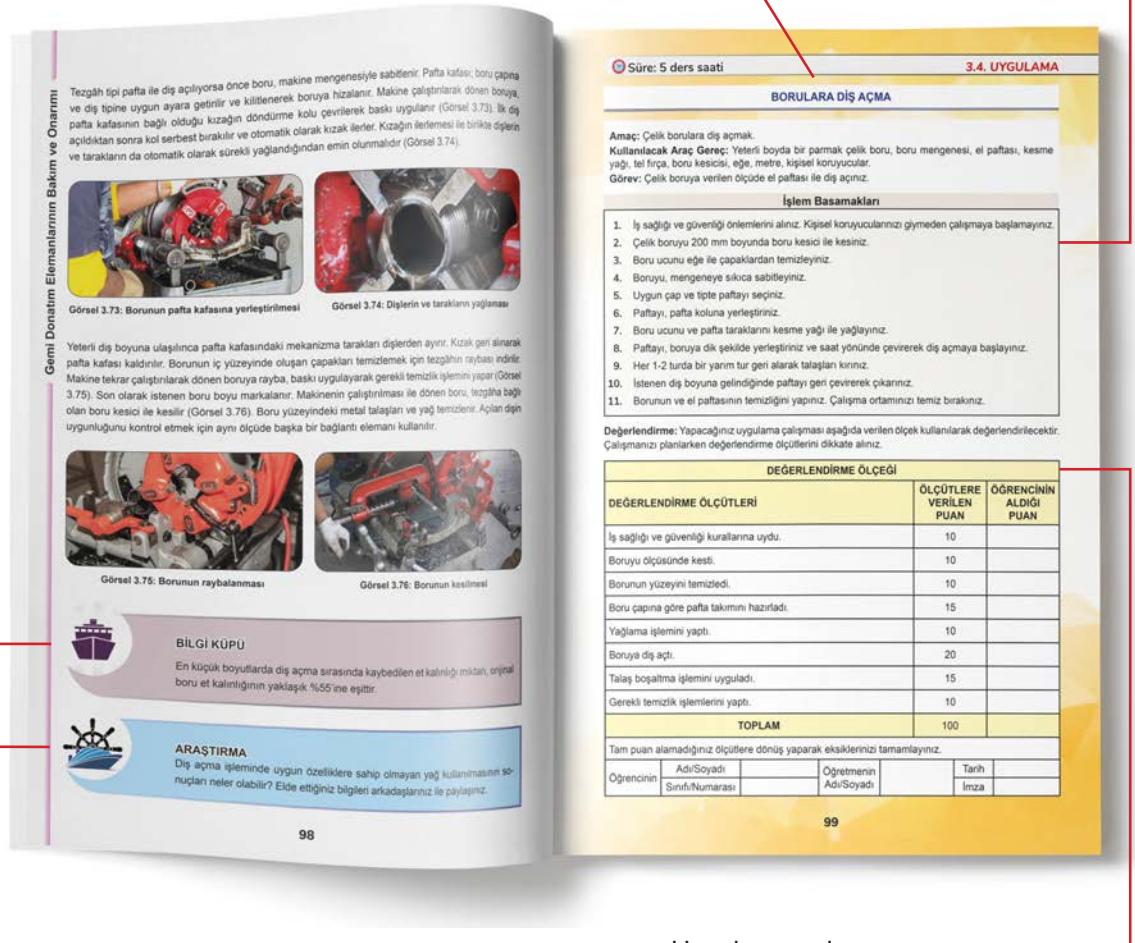
Öğrenme birimindeki önemli kavramları gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan konulara dikkat çekmek ve öğrencilerde merak duygusunu geliştirmek amacıyla yapılan çalışmaları gösterir.

Konuyu pekiştirmek için öğrenciye gerekli olan ipuçlarını sunar.

Uygulama çalışmasının işlem basamaklarını gösterir.

Konuyla ilgili uygulama çalışmasını gösterir.



Gemi Donatım Elemanlarının Bakım ve Onarımı

Tezgâh tipi pafta ile diş açılıyorsa önce boru, makine mengenesiyle sabitlenir. Pafta kafası; boru çapına ve diş tipine uygun ayara getirilir ve kilitlenerek boruya hizalanır. Makine çalıştırılarak dönen boruya, pafta kafasının bağlı olduğu kızağın döndürme kolu çevrilerek baskı uygulanır (Görsel 3.73). İlk diş açıldıktan sonra kol serbest bırakılır ve otomatik olarak kızak ilerler. Kızağın ilerlemesi ile birlikte dişlerin ve tarakların da otomatik olarak sürekli yağlandığından emin olunmalıdır (Görsel 3.74).

Görsel 3.73: Borunun pafta kafasına yerleştirilmesi

Görsel 3.74: Dişlerin ve tarakların yağlaması

Yeterli diş boyuna ulaşılınca pafta kafasındaki mekanizma tarakları dişlerden ayırır. Kızak geri alınarak pafta kafası kaldırılır. Borunun iç yüzeyinde oluşan çapakları temizlemek için tezgâhın raybası indirilir. Makine tekrar çalıştırılarak dönen boruya rayba, baskı uygulayarak gerekli temizlik işlemini yapar (Görsel 3.75). Son olarak istenen boru boyu markalanır. Makinenin çalıştırılması ile dönen boru, tezgâha bağlı olan boru kesici ile kesilir (Görsel 3.76). Boru yüzeyindeki metal talaşları ve yağ temizlenir. Açılan dişin uygunluğunu kontrol etmek için aynı ölçüde başka bir bağlantı elemanı kullanılır.

Görsel 3.75: Borunun raybalanması

Görsel 3.76: Borunun kesilmesi

BİLGİ KÜPÜ

En küçük boyutlarda diş açma sırasında kaybedilen et kalınlığı miktarı, orijinal boru et kalınlığının yaklaşık %55'ine eşittir.

ARAŞTIRMA

Diş açma işleminde uygun özelliklere sahip olmayan yağ kullanılmasının sonuçları neler olabilir? Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

98

Süre: 5 ders saati — 3.4. UYGULAMA

BORULARA DİŞ AÇMA

Amaç: Çelik borulara diş açmak.
Kullanılacak Araç Gereç: Yeterli boyda bir parmak çelik boru, boru mengenesi, el paftası, kesme yağı, tel fırça, boru kesicisi, eğe, metre, kişisel koruyucular.
Görev: Çelik boruya verilen ölçüde el paftası ile diş açınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Çelik boruyu 200 mm boyunda boru kesici ile kesiniz.
3. Boru ucunu eğe ile çapaklardan temizleyiniz.
4. Boruyu, mengeneye sıkıca sabitleyiniz.
5. Uygun çap ve tipte paftayı seçiniz.
6. Paftayı, pafta koluna yerleştiriniz.
7. Boru ucunu ve pafta taraklarını kesme yağı ile yağlayınız.
8. Paftayı, boruya dik şekilde yerleştiriniz ve saat yönünde çevirerek diş açmaya başlayınız.
9. Her 1-2 turda bir yarım tur geri alarak talaşları kırınız.
10. İstenen diş boyuna gelindiğinde paftayı geri çevirerek çıkarınız.
11. Borunun ve el paftasının temizliğini yapınız. Çalışma ortamınızı temiz bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Boruyu ölçüsünde kesti.	10	
Borunun yüzeyini temizledi.	10	
Boru çapına göre pafta takımını hazırladı.	15	
Yağlama işlemini yaptı.	10	
Boruya diş açtı.	20	
Talaş boşaltma işlemini uyguladı.	15	
Gerekli temizlik işlemlerini yaptı.	10	
TOPLAM	100	

Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

99

Konu ile ilgili araştırma çalışmalarını içerir.

Uygulama çalışmasının değerlendirme ölçeğini gösterir.

Karekod ve erişim linki, genel ağ ve görsel kaynakçalarını gösterir.

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1932

Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

GEMİNİN HAVUZDA BAKIM ONARIMI



KONULAR

1.1. DIŞ GÖVDENİN YÜZEY TEMİZLİĞİ

1.2. GEMİDE HASAR TESPİTİ

1.3. YENİLENECEK BÖLGE ONARIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Raspalama yöntemiyle yüzey temizliği
- Zımparalama yöntemiyle yüzey temizliği
- Gemi bordası üzerinde gözle hasar tespiti
- Borda sacının kaynak kontrol yöntemleri
- Hasarlı bölgede sacı kesme işlemi
- Hasarlı bölgeye uygun ölçülerde parça kesme
- Kaynaklı birleştirme yöntemiyle parça montajı

TEMEL KAVRAMLAR

Bazik Elektrot, Kuru Havuz, Penetrant Sıvı, Takarya, Yüzer Havuz

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Gemi kazalarında oluşan hasarın gemiye verebileceği zararlar hakkında arkadaşlarınızla görüş alışverişinde bulununuz.
2. Deniz canlılarının geminin karinasında oluşturabilecekleri kirlilikler hakkında arkadaşlarınızla beyin fırtınası yapınız.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

GİRİŞ

Gemiler; belirli aralıklarla veya bakım, onarım ve arıza durumlarında havuza alınır. Gemilerin su üstünde kalan kısımlarının bakımları her zaman yapılabilmektedir. Su hattı altında (karina) kalan kısımlarının bakımı, onarımı ve kontrolünün yapılabilmesi için geminin havuza alınması gerekir. Geminin su hattı altında kalan boyasının koruyuculuk özelliğini yitirmesi, deniz canlılarının gemi yüzeyine tutunmasına sebep olur. Gemi karinasına yapışan deniz canlıları ve tuzlu su, korozyonu hızlandırarak gemi kaplama sacında kalınlık kaybına yol açar. Havuza alınan geminin dip temizliği yapılarak yeniden boyanması gerekir. Sac kalınlığı istenen değerlerin altında kalan bölgelerin kaplama sacı, yenisi ile değiştirilir.

1.1. DIŞ GÖVDENİN YÜZEY TEMİZLİĞİ

Havuza alınan gemilerde öncelikle yüzey temizliği yapılır. Temizliğin ardından kontrol, bakım ve onarım işlemlerine geçilir.

1.1.1. Gemi Havuzlama İşlemi

Gemi bakım ve onarım işlemlerinin yapılabilmesi için geminin havuza alınması gerekir. Yüzer havuz ve kuru (taş) havuz olmak üzere iki çeşit havuz bulunmaktadır.

1.1.1.1. Yüzer Havuz

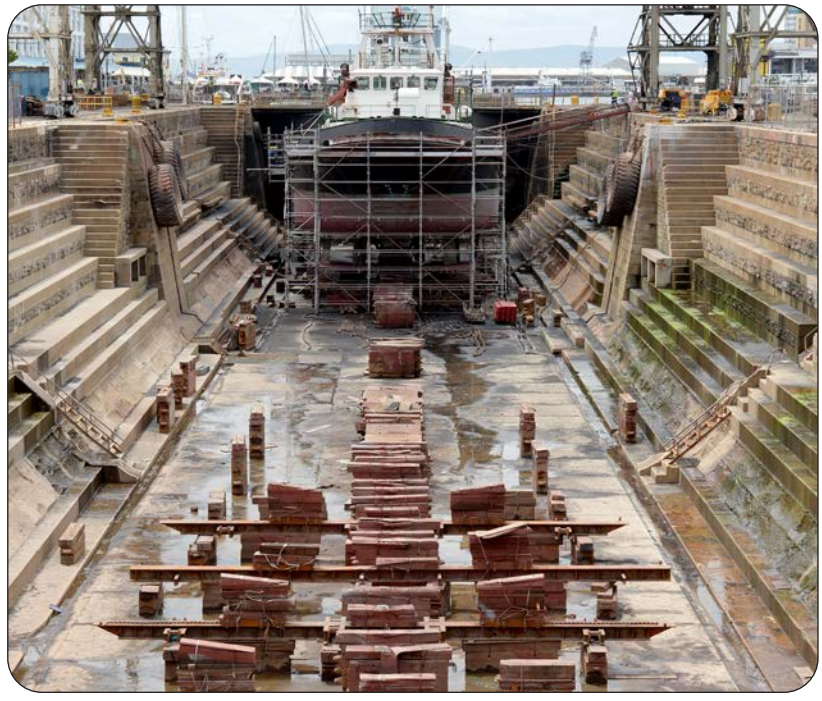
Yüzer havuzlar, geminin havuz içine girebilmesi için tanklarına su alarak bir miktar batırılır (Görsel 1.1). Gemi, havuz içinde dip yapısına uygun bir şekilde yerleştirilmiş ve dip yapı formuna göre üzerine ahşap takozlar yerleştirilen takaryalara hizalanır. Havuz, tanklarına aldığı suyu boşaltarak su üstüne çıkar. Yüzer havuzlar, römorkörler yardımı ile taşınabilir. Kendi makinesi ve dümen sistemi olan havuzlar, römorkörlere ihtiyaç duymadan hareket edebilir. Yüzer havuzların baş ve kıç tarafı açıktır.



Görsel 1.1: Yüzer havuz

1.1.1.2. Kuru (Taş) Havuz

Deniz seviyesi altında betondan inşa edilmiş sabit yapılardır (Görsel 1.2). Havuz girişinde kapak bulunur. Kapağın açılması ile birlikte havuz, deniz suyu ile dolar. Gemi, su ile dolan havuzun içine girer. Daha önceden hazırlanan takarya veya kızaklara hizalanan gemi, bağlandıktan sonra havuz kapakları kapatılır ve havuz içinde kalan su tahliye edilir.



Görsel 1.2: Kuru havuz

1.1.2. Geminin Havuza Alınması İşlemi

Geminin havuza alınması hazırlık gerektiren bir süreçtir. Yapılan bir hata veya yanlışlık, ağır yaralanmalar ve can kaybı gibi kötü sonuçlar doğurabilir. Havuzlama işleminin güvenli bir şekilde yapılabilmesi için gemi havuza alınmadan önce;

- Gemi havuz planı,
- Gemi bakım için havuza alındı ise bakım kontrol listesi,
- Gemi onarım için havuza alındı ise onarım yapılacak bölgenin planı ve kontrol listesi önceden hazırlanmalıdır.

Gemi havuz planı, gemiye ait teknik detayların bulunduğu plandır ve şunları içermelidir:

- Genel yerleşim planı
- Gemi ağırlık dağılımı
- Orta blok kesiti
- Gemi profil kesit resmi
- Geminin boy, genişlik, yükseklik ve draft ölçüleri
- Posta kesitleri
- Tank kapasiteleri
- Gemi dip yapı kesiti

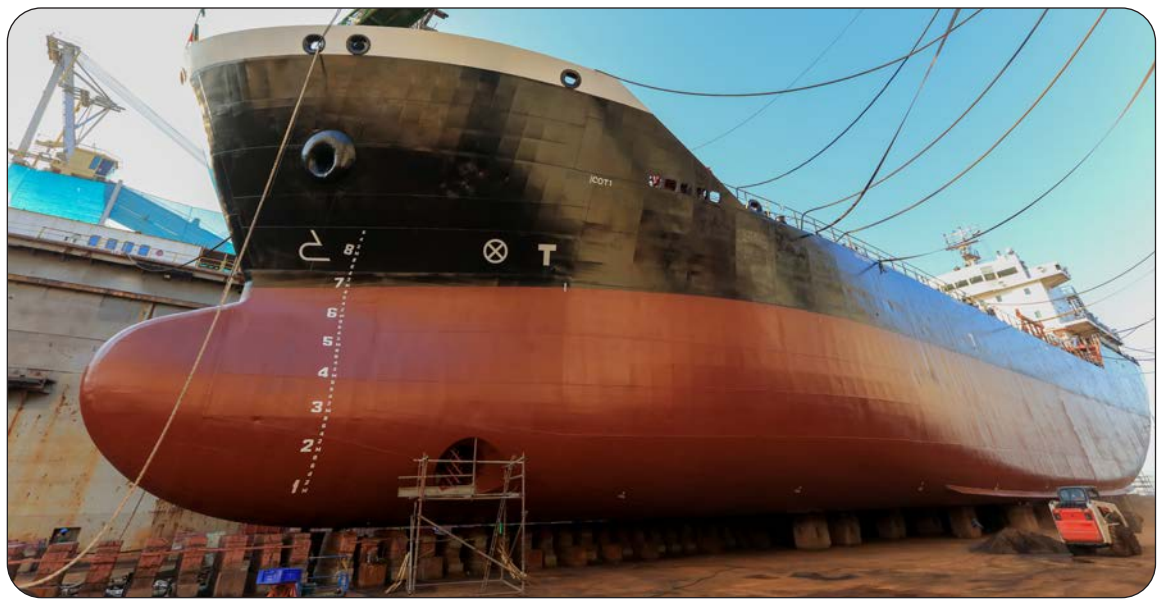
Hava şartlarının uygunluğu kontrol edilir. Yanaşmayı ve havuzlamayı tehlikeye düşürecek bir durum (aşırı yağış, fırtına ve denizin aşırı dalgalı olması vb.) varsa havuzlama yapılmaz.

Havuz, tanklarına su doldurularak geminin havuza girebileceği derinliğe kadar batırılır. Havuzlama işlemi yapılırken gemi, römorkör veya botlarla havuza yanaştırılır. Havuz girişine hizalanan gemi, halatlarla havuz ırgatlarına bağlanarak havuz içerisine doğru çekilir. Havuz, batırılmadan önce geminin dip yapısına göre yerleştirilmiş takaryalar üzerine hizalanıncaya kadar yanaştırma işlemine devam edilir. Hizalama yapıldıktan sonra gemi, halatlarla havuza bağlanır. Havuz, tanklarına aldığı suyu tahliye ederek gemi ile beraber su üstüne çıkmaya başlar (Görsel 1.3). Bu süreçte geminin havuzdaki yerine tam oturduğundan emin olmak için havuza giren dalgıç, geminin takaryalar üzerine yerleşmesini su altında takip edebilir.



Görsel 1.3: Su üstüne çıkmakta olan gemi

Havuz, tanklarını boşalttıktan sonra gemi havuza alınmış ve geminin denizle bağlantısı kesilmiş olur (Görsel 1.4). Dip yapının su ile teması kesildiği için gerekli bakım ve onarımlar, iş planına göre sürdürülür. Bakımı ve onarımı yapılan gemi, havuz batırıldıktan sonra römorkörler yardımı ile havuzdan çıkarılır.



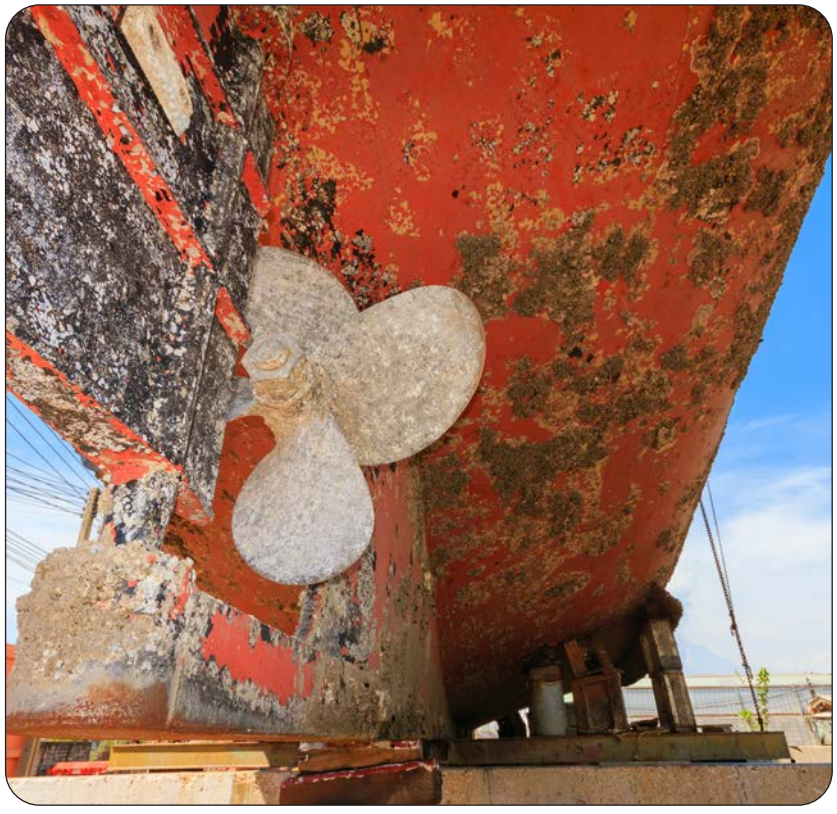
Görsel 1.4: Havuza alınmış gemi

1.1.3. Raspalama ve Zımparalama İşlemlerinde Kişisel Koruyucu Donanımlar

Raspalama ve zımparalama işlemleri yapılırken yüzeyden kopan parçacıklardan ve toz hâlinde havaya karışan atıklardan korunmak için kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Yüzü ve özellikle gözleri korumak için yüz siperlikleri takılmalıdır. Görüşü engelleyecek derecede yüzeyinde çizikler bulunan gözlük ve siperlikler kullanılmamalıdır. Toz hâline gelen ve havaya karışan boya, pas ve metal talaşlarının solunmasını engellemek için filtreli maskeler takılır. Maskelerin filtreleri çalışma yoğunluğuna bağlı olarak sık sık değiştirilir. Havaya karışan tozların solunması ilerleyen zamanlarda solunum güçlüğüne sebep olabilir. Yüzey temizlik işlemleri sırasında ortaya çıkan yüksek sesler, zamanla işitme kaybına yol açabilir. Kulaklık kullanılarak yüksek seslerden korunulabilir. Elleri korumak için eldiven giyilir. Yüzey temizliği sırasında kopan parçacıklara karşı dayanıklı malzemeden yapılmış iş elbiseleri kullanılır. Ayakları tehlikelerden korumak için çelik burunlu iş ayakkabıları giyilir. Baret takılarak baş bölgesinin emniyeti sağlanmalıdır. Kişisel koruyucu donanımlar kullanılmadan işe kesinlikle başlanmamalıdır.

1.1.4. Raspalama ve Zımparalama İşlemleri

Raspalama işlemi; gemi yüzeylerinde bulunan deniz canlıları, yosun, yağ, kir, pas ve boya kalıntılarını temizleme işlemidir. Raspalama yapılırken kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Özellikle gemi boyası raspalanırken yüzeyden kopan boya kalıntılarının solunum yollarına kaçmasını ve cilt ile temasını engelleyecek donanımlar tercih edilmelidir. Geminin su altında kalan kısımları, deniz canlılarının yüzeye yapışması sonucunda daha hızlı korozyona uğrar (Görsel 1.5). Korozyon oluşumunu engellemek için gemi dip bakımlarının ihmal edilmemesi gerekir.

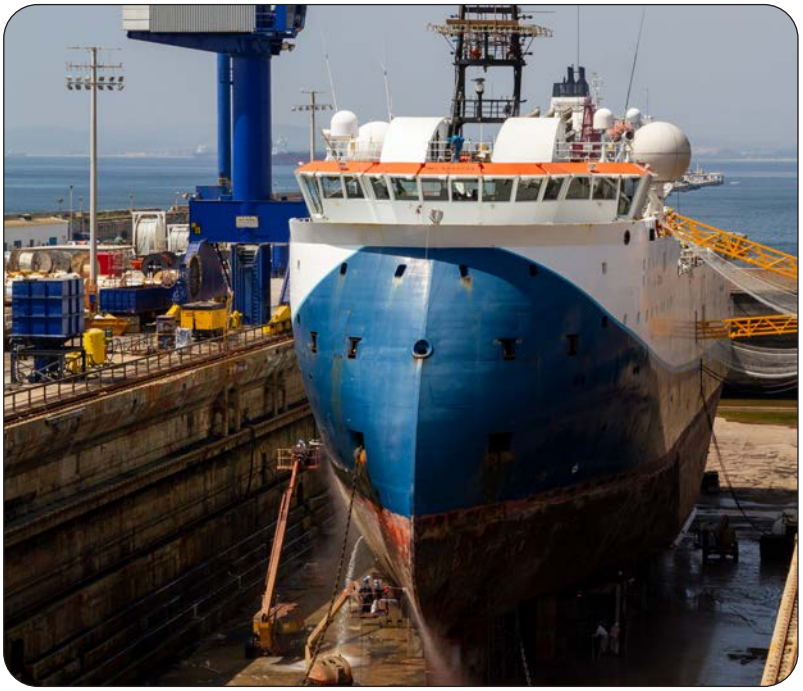


Görsel 1.5: Karinasına deniz canlıları yapışmış gemi

ARAŞTIRMA

Raspalama işleminde çıkan atıkların solunmasının insan sağlığı üzerinde oluşturacağı olumsuz etkileri araştırarak elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

Gemi karinasına yapışmış yabancı maddeler, basınçlı su jeti ile raspalanarak hızlı bir şekilde temizlenir (Görsel 1.6). Daha küçük ve dar yüzeyler çekiç raspası, sıyırma raspası veya zımpara ile temizlenir.



Görsel 1.6: Basınçlı su ile karina temizliği

Zımparalar; küçük yüzeyleri, dar bölgeleri ve kaynak dikişlerinin etrafını hızlı bir şekilde temizleme olanağı sunar. Zımpara, üzerine aşındırıcı kum taneleri yapıştırılmış yüzey temizleme aracıdır ve yüzeyleri aşındırarak temizler. Zımpara üzerindeki aşındırıcı parçalar, yüzeyden talaş kaldırarak temizlik işlemini gerçekleştirir. Zımparalar, üzerinde bulunan kum tanelerinin cm^2'ye düşen aşındırıcı sayısına göre numaralandırılır. Zımpara üzerinde cm^2'ye düşen tane sayısı arttıkça zımparalanan yüzey daha pürüzsüz olur. Aşındırılmak istenen malzeme kalınlığına uygun zımpara seçilmelidir. İri taneli zımparalar, yüzeyi daha çabuk aşındırır. Hassas yüzeyler elde edilmek isteniyorsa işleme önce kaba zımpara ile başlanır. Yüzeyin kaba zımparasının yapılmasının ardından zımpara numarası arttırılarak daha hassas zımparalama işlemi yapılır. Zımparalama işlemi makineyle veya elle yapılabilir (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Makine ile zımparalama işlemi

Zımpara makinesi ile yüzey temizliği yapılırken şu adımlar izlenir:

- Kişisel koruyucu donanımlar (gözlük, eldiven, kulaklık, maske) takılır.
- Çalışma alanı düzenlenir, kıvılcım ve toz tehlikesine karşı önlem alınır.
- Zımparalanacak yüzeyde yağ, kir, boya veya pas durumu incelenir.
- Yüzeye uygun zımpara makinesi ve zımpara türü belirlenir.
- Seçilen zımpara makineye uygun şekilde takılır.
- Makine, yüzeye bastırılmadan düzgün bir şekilde gezdirilir.
- İşlem sırasında yüzey, sık sık kontrol edilerek yüzeyde biriken toz temizlenir.
- Gerekirse farklı incelikte zımpara diskiyle yüzey pürüzlülüğü istenen değere getirilir.
- Zımparalama işlemi bittikten sonra yüzey, fırça veya bezle temizlenir.

ZIMPARALAMA YÖNTEMİ İLE YÜZEY TEMİZLİĞİ YAPMA

Amaç: Boyalı, paslı ve kirli metal malzemenin yüzeyinde zımpara ile yüzey temizliği yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Zımpara, zımpara makinesi, iş parçası, fırça, bez ve kişisel koruyucu donanımlar.

Görev: Atölyenizde bulunan yüzeyi kirli, boyalı veya paslı metal malzeme yüzeyini zımpara makinesi ile temizleyiniz.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Temizlenecek malzeme veya parçayı belirleyiniz.
3. Malzeme yüzeyinde pas, kir ve boya kontrolünü yapınız.
4. Yüzeyin kirlilik durumuna göre zımpara seçiniz.
5. Zımpara diskini, zımpara makinesine takınız.
6. Makine ile yüzeyi zımparalayınız.
7. Yüzeyde biriken tozları fırça yardımı ile temizleyiniz.
8. Çıkan atıkları uygun yerde toplayınız.
9. Yüzey kontrolünü yapınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
İşlem öncesi yüzey kontrolünü yaptı.	10	
Yüzeye uygun kalınlıkta zımpara seçti.	15	
Zımpara diskini, zımpara makinesine taktı.	15	
Zımpara makinesi ile yüzey temizliği yaptı.	15	
Malzeme yüzeyinde biriken atıkları fırça ile temizledi.	10	
Zımparalama işleminde çıkan atıkları uygun yerde depoladı.	10	
Yüzey kontrolünü yaptı.	15	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

1.2. GEMİDE HASAR TESPİTİ

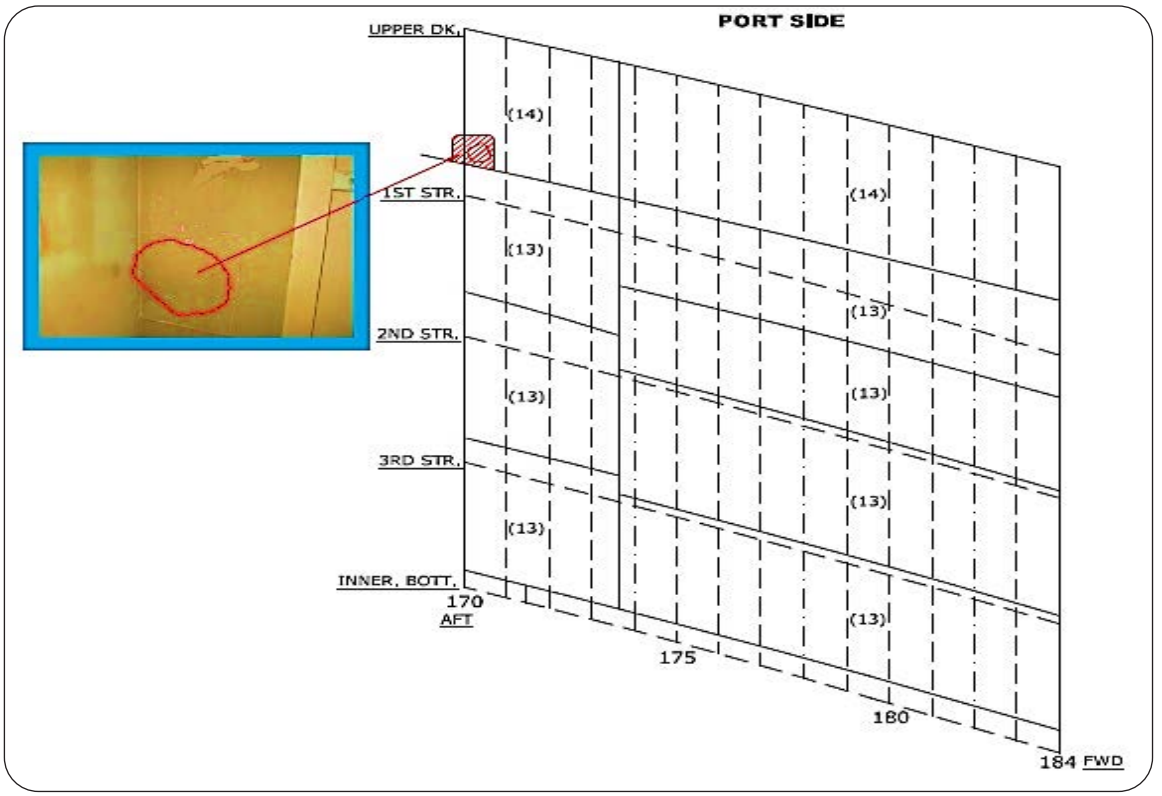
Havuza alınan geminin gövdesi üzerinde korozyon ve boya kontrolü yapılır. Borda sacının kalınlığı ölçülür. Kaplama birleşim noktalarında bulunan kaynakların yüzeyinde çatlama olup olmadığına bakılır. Gemi kaza geçirmiş ise kazalı bölgenin ilk incelemesi yapılarak gövde üzerindeki konumu belirlenir. Korozyon, çatlama veya kaza sebebi ile değiştirilmesi istenen bölgede bulunan kaplama sacı, oksi-gaz kesme yöntemi kullanılarak bordadan kesilerek çıkarılır.

1.2.1. Gözle Hasar Tespiti Yapma

Gemi gövdesindeki baş ve kıç yönünde çarpma, çarpışma veya karaya oturma gibi sebeplerden oluşmuş yırtıklar kolaylıkla belirlenebilir. Borda kaplaması üzerinde hasar tespit edilen bölgenin fotoğrafı çekilir. Hasar tespit edilen bölgenin kaç numaralı posta üzerinde olduğu ve kaç numaralı postalar arasında kaldığı gemi planı üzerinde gösterilerek tam konumu belirlenir. Kaplama planı üzerinde kesilecek bölge işaretlenir. Belirlenen bölgede bulunan sacın yenisi ile değiştirilmesi için rapor hazırlanır.

1.2.2. Borda Kalınlık Ölçümü ve Kaynak Kontrolü Yapma

Gemilerin borda kalınlıkları, korozyon ve aşınmalardan zaman içerisinde azalır. Borda kaplama kalınlığındaki azalma gövde dayanımını olumsuz etkiler. Kalınlık düşümü, izin verilen değerin altında kalırsa kaplama sacının değiştirilmesi gerekir. Sac değişimi yapılacak bölge, gemi planı üzerinde gösterilir (Görsel 1.8). Borda kaplamasını birleştiren kaynak dikişleri üzerinde çatlak olup olmadığı kontrol edilir. Kaynak dikişlerinin önce gözle kontrolleri yapılır. Gözle görülemeyecek boyutta olan çatlak ve kusurları tespit etmek için tahribatsız muayene yöntemleri ile bordanın detaylı incelemesi yapılır.



Görsel 1.8: Uygunsuzluk tespit edilen bölgenin gemi planı üzerinde gösterilmesi

1.2.2.1. Ultrasonik Test Cihazıyla Borda Kalınlık Ölçümü

Ultrasonik kalınlık ölçümü, yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılarak gemi yapı elemanlarının kalınlığının belirlenmesi ve olası malzeme kayıplarının tespit edilmesi amacıyla yapılan bir inceleme yöntemidir (Görsel 1.9). Bu yöntem, tahribatsız muayene yöntemleri arasında yer alır. Ölçüm sırasında test edilen parçaya hiçbir zarar verilmez. Cihazın probu, ölçüm yapılacak yüzeye paralel biçimde yerleştirilir ve yüzeyden ses dalgaları gönderilir. Geri dönen dalgalar, analiz edilerek kalınlık ölçümü yapılır. Doğru sonuç alınabilmesi için prob ile yüzey arasında tam temas sağlanmalıdır. Bu nedenle yüzey, jel veya su gibi bir temas sıvısıyla ıslatılır. Gemilerde kullanılan çelik gibi malzemelerin kalınlık ve yoğunluk özellikleri dikkate alınarak genellikle **0,5-10 MHz** frekansta ölçüm yapılır.



Görsel 1.9: Ultrasonik test cihazı ile kalınlık ölçümü

Ultrasonik Kalınlık Ölçümünün Avantajları

- Malzemeye zarar vermeden kontrol yapılabilir.
- Ölçüm hassasiyeti çok yüksektir, hata payı düşüktür.
- Malzeme kalınlığı tam olarak belirlenebilir.
- Hızlı ve pratik sonuç verir.
- Geminin hemen her bölgesinde güvenli biçimde kullanılabilir.
- Hafif ve taşınabilir bir sistemdir.
- Ölçüm için yalnızca malzemenin tek yüzeyine erişim yeterlidir.

Ultrasonik Kalınlık Ölçümünün Dezavantajları

- Sağlıklı sonuç alabilmek için yüzeyin temizlenmesi gerekebilir.
- Ölçümler, yalnızca eğitimli ve deneyimli personeller tarafından yapılır.
- Sadece ölçüm yapılan nokta hakkında bilgi verir, tüm yüzeyin durumu hakkında genel bir fikir sunmaz.
- Kalın boya veya kaplama bulunan yüzeylerde hata payı artar.

ARAŞTIRMA

Yüzey temizliği yapılmadan gerçekleştirilen kalınlık ölçümlerinin ne gibi sorunlara yol açacağını araştırarak elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.2.2.2. Borda Kaynak Kontrolü Yapma

Çalışma şartları ve borda üzerindeki kuvvetlerin etkisi ile kaynak dikişleri çatlayabilir veya kırılabilir. Kaynak dikişlerinin üzerindeki kırıklar ve yüzeysel çatlaklar gözle tespit edilebilir. İç yapıda veya yüzeyde oluşan kılcal çatlaklar ise gözle tespit edilemez. Borda üzerinde bulunan kaynak dikişlerinin iç yapısında oluşan çatlaklar, ultrasonik veya radyografik test ile kontrol edilebilir. Yüzeysel kılcal çatlakların tespitinde ise sıvı penetrant testi yapılabilir.

a) Ultrasonik Test Yöntemiyle Kaynak Kontrolü Yapma

Ultrasonik test cihazından gönderilen ses dalgaları sayesinde kaynak iç yapısında kusur ve çatlak olup olmadığı tespit edilir (Görsel 1.10). Kaynak dikişinin dayanımını ve sağlamlığını etkileyen bir kusur tespit edildiğinde kusurlu bölge işaretlenir. Bu bölgenin gemi planı üzerinde konumu gösterilir. Kusurlu kaynak dikişi kaldırılarak birleşim yerine yeniden kaynak dikişi çekilir.



Görsel 1.10: Ultrasonik test cihazı ile kaynak kontrolü

b) Sıvı Penetrant Test Yöntemiyle Kaynak Kontrolü Yapma

Kaynak dikişi üzerinde gözle görülmeyen kılcal çatlakların tespiti için kullanılan tahribatsız muayene yöntemidir. Kaynak dikişi üzerine penetrant adı verilen boyanın sıkılması ile yüzeysel kusurlar tespit edilebilir. Penetrant sıvısı, kaynak dikişi yüzeyine uygulanmadan önce yüzeyde bulunan boya, kir, yağ ve pas iyice temizlenmelidir. Yüzey temizliği için temizlik çözeltileri de kullanılabilir. Temizlenen yüzeye püskürtme yöntemi veya fırça ile penetrant sıvısı uygulanır (Görsel 1.11).



Görsel 1.11: Fırça ile penetrant sıvısının uygulama işlemi

Yüzeye uygulanan penetrant sıvının çatlak derinliklerine kadar ilerlemesi için bir süre beklenir. Bu süre, penetrant sıvı üreticisinin tavsiye ettiği süre kadar olmalıdır. Tavsiye edilen bekleme süresi dolduktan sonra yüzeyde bulunan fazla penetrant sıvı, kuru bir bez yardımı ile temizlenir.

Temizlik bezi ileri-geri hareket ettirilmeden (tek yönlü hareketle) temizlik işlemi gerçekleştirilir (Görsel 1.12). Temizlik işleminin ardından çatlakların içerisine dolan penetrant sıvının yüzeye çıkması için test bölgesine geliştirici sprey sıkılarak bir süre beklenir (Görsel 1.13).



Görsel 1.12: Fazla penetrant sıvının yüzeyden temizlenmesi işlemi

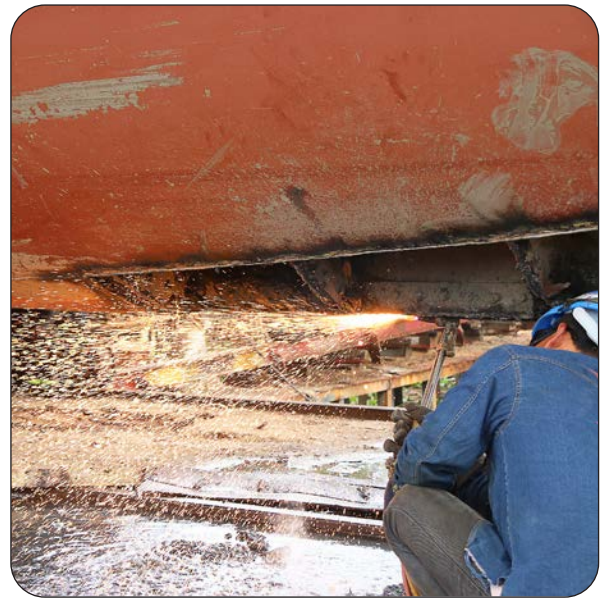


Görsel 1.13: Test yüzeyine geliştirici sprey uygulanması işlemi

Penetrant sıvının yüzeye çıkması için üretici firmanın tavsiye ettiği süreler dikkate alınır. Bu süre genellikle 5 ila 60 dakika arasında değişebilir. Yüzey kontrolü yapılarak yüzeyde kusur olup olmadığına bakılır. Kusur tespit edilirse test bölgesi markalanır. Kaynak dikişinin temizlenerek bölgenin yeniden kaynatılması için rapor hazırlanır. Son olarak geliştirci sprey, test bölgesinden temizlenerek işlem tamamlanır.

1.2.3. Hasarlı Bölgenin Kesme İşlemi

Yapılan kontrollerde uygunsuzluk görülen borda kaplaması, kesilerek borda üzerinden çıkarılır. Kesme işlemi genellikle oksi-gaz kesme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilir. Oksi-gaz yönteminde yanıcı ve yakıcı gazın birlikte kullanılması ile elde edilen sıcaklık sayesinde metal malzemeler ergitilerek parçalara ayrılır. Oksi-gaz kesme yönteminde oksijen gazı ile birlikte asetilen veya propan gazı kullanılır. Oksijen gazı yakıcı, asetilen veya propan gazı ise yanıcıdır. Kesim esnasında kişisel koruyu donanımlar kullanılmalı ve iş güvenliği kurallarına uyulmalıdır. Kesme işlemi esnasında etrafa kıvılcım sıçrayacağı için çevrede bulunan yanıcı ve parlayıcı maddeler bölgeden uzaklaştırılmalıdır. Kesme alevinin vakumlanması sonucunda alevin tüplerin içerisine ulaşmasını engellemek için gaz hattı üzerinde çek valfler kullanılmalıdır. Parça kalınlığına ve kesimde kullanılacak gaz türüne uygun kesme nozulu kullanılmalıdır. Kesme nozulu üzerinde nozulun kesebileceği kalınlıklar ve kullanılacak yanıcı gazın türü bilgileri bulunmaktadır. Kesilecek parçaya uygun çalışma basıncının ayarı yapılır. Kesme alevi oluşturulduktan sonra kesim işlemi gerçekleştirilir (Görsel 1.14).



Görsel 1.14: Oksi-gaz kesme yöntemi ile kaplama sacının kesme işlemi

BORDA KAPLAMASINDA HASAR TESPİTİ YAPMA

Amaç: Hasar almış gemi bordası üzerinde hasar tespiti yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Gemi modeli, penetrant sıvı, geliştirici sıvı, temizlik bezi, tel fırça, metre, cetvel, kalınlık ölçme cihazı, kesme araç gereçleri ve kişisel koruyucu donanımlar.

Görev: Atölyenizde bulunan gemi modeli üzerinde hasar tespiti yapınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Model üzerinde görsel inceleme yapınız.
3. Hasarın borda kaplaması üzerindeki yerini belirleyiniz.
4. Hasarın büyüklüğünü ölçme araç gereçleri ile belirleyiniz.
5. Hasarlı bölge kaplama kalınlığını ölçünüz.
6. Sıvı penetrant test yöntemi ile hasarlı bölgede bulunan kaynakları kontrol ediniz.
7. Hasarlı bölgedeki borda kaplamasını keserek yerinden ayırınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Görsel inceleme yaptı.	15	
Hasarın borda üzerinde yerini belirledi.	15	
Ölçme araç gereçleri ile hasarın büyüklüğünü belirledi.	15	
Kaplama kalınlığını ölçtü.	15	
Sıvı penetrant yöntemi ile hasarlı bölge kaynaklarını kontrol etti.	15	
Hasarlı bölge kaplama sacını kesti.	15	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

1.3. YENİLENECEK BÖLGENİN ONARIMI

Gemi bordasından kesilerek çıkarılan hasarlı bölgeye uygun ölçülerde parça kesilir. Kesilen parça gemi projesinde belirtilen kalınlıkta ve kalitede olmalıdır. Yeni parça, oksi-gaz kesme yöntemiyle veya CNC kesim tezgâhında kesilerek hazırlanır (Görsel 1.15).

Kesilen parçanın boyutları büyükse parça vinç yardımı ile yerine konur. Kaplama kalınlığı 5 mm ve üzeri ise kaynak ağzı açılır. Puntalanan parça, örtülü elektrot kullanılarak elektrik ark kaynak yöntemi veya gazaltı kaynak yöntemi ile kaynatılır. Kaynak işleminde kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Kaynak işlemi gazaltı kaynak yöntemi ile yapılacaksa özlü tel kullanılır (Görsel 1.16).

Yeni parça, elektrik ark kaynak yöntemi ile kaynatılacaksa bazik elektrot kullanılır. Örtülü elektrot kaynağında pense, elektrik ark kaynak makinesinin pozitif (+) kutbuna bağlanır. Kaynak işlemi; 3,20 veya 3,25 mm çapında elektrot ile gerçekleştirilir. Kaynak amper değeri, 120-150 amper değerlerine ayarlanır. Kaynak, gemi gövdesi üzerinde yapılacağı için kaynak pozisyonları aşağıdan yukarı ve yan duvar kaynağı şeklinde yapılır. Kaynak planına uygun kaynak sırası takip edilmelidir. Böylelikle malzeme üzerinde oluşabilecek kaynak çekmeleri en aza indirilir.



Görsel 1.15: CNC tezgâhında kesme işlemi



Görsel 1.16: Gazaltı kaynak yöntemi ile kaplama sacının kaynak işlemi

BİLGİ KÜPÜ

Bazik elektrotlar, örtü tabakasında bulunan kalsiyum karbonat nedeniyle havada bulunan nemi örtü tabakasında tutar. Örtü tabakası içerisinde bulunan nem, kaynak hatalarına sebep olur. Bazik elektrotla kaynak işlemine başlamadan önce elektrotlar, kurutma fırınında 250-300 °C sıcaklıkta ve 2-3 saat fırınlanmalıdır.

HASARLI BÖLGE ONARIMI YAPMA

Amaç: Hasarlı bölge onarımı yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Gemi modeli, elektrik ark kaynak makinesi, 3,25 mm çapında bazik elektrot, kaynak çekici, tel fırça, kesme araç gereçleri, kaynatılacak metal malzeme ve kişisel koruyucu donanımlar.

Görev: Atölyenizde bulunan gemi modeli üzerinde belirlenen hasarlı bölgeye uygun ölçülerde parça keserek parçayı 3,25 mm çapında bazik eletrotla elektrik ark kaynak yöntemi ile birleştiriniz.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Yenilenecek bölge ölçüsünde parça kesiniz.
3. Malzemenin yüzey temizliğini yapınız.
4. Kaynak makinesini hazırlayınız.
5. Penseyi pozitif kutba bağlayınız.
6. Parça kalınlığına göre amperi ayarlayınız.
7. Metal parçaları, yan duvar kaynak pozisyonunda puntalayınız.
8. Puntalanan parçaları yan duvar kaynak pozisyonunda birleştiriniz.
9. Kaynak dikişi yüzeyindeki cürufları temizleyiniz.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	15	
Yenilenecek bölge parçasını kesti.	10	
Kaynak öncesinde yüzey temizliğini yaptı.	10	
Kaynak makinesini hazırladı.	10	
Penseyi, pozitif kutba bağladı.	10	
Amper ayarı yaptı.	10	
Parçaları puntaladı.	10	
Parçayı, kaynakla birleştirdi.	15	
Kaynak dikişini temizledi.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

1. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluklara cümle doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (….) Ultrasonik test yöntemi, tahribatlı muayene yöntemidir.
2. (….) Sıvı penetrant testi, yüzeyde gözle görünemeyen kılcal çatlakların tespiti için yapılır.
3. (….) Bazik elektrotlar nem tutabildiği için ön ısıtma gerekir.
4. (….) Gemi havuz planında geminin ağırlık dağılımı ve posta kesitleri bulunur.
5. (….) Kuru havuzlar deniz seviyesinin üzerinde bulunur.

B) Aşağıda verilen boşluklara doğru kelimeleri yazınız.

6. Geminin karinasında biriken deniz canlıları, …… oluşumunu hızlandırır.
7. Zımparalama işleminde zımpara numarası arttıkça yüzey daha …… hâle gelir.
8. Ultrasonik kalınlık ölçümünde prob ile yüzey arasındaki teması artırmak için …… kullanılır.
9. Oksi-gaz kesme işleminde oksijen …… gazdır.
10. Oksi-gaz kesme işleminde propan …… gazdır.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

11. Yüzer havuz ve kuru havuzun yapısal farklarını açıklayınız.

    .....

    .....

12. Raspalama ve zımparalama işlemlerinde kullanılan kişisel koruyucu donanımlar nelerdir? Yazınız.

    .....

    .....

13. Ultrasonik kalınlık ölçüm yönteminin avantajlarını açıklayınız.

    .....

    .....

14. Sıvı penetrant testinin uygulanma aşamaları nelerdir? Yazınız.

    .....

    .....

15. Gözle hasar tespitinin nasıl yapıldığını açıklayınız.

    .....

    .....

BORDA BOŞALTIM AĞIZLARININ BAKIMI



KONULAR

2.1. CONTA HASAR TESPİTİ

2.2. VALFLERİN VE SÜZGEÇLERİN HASAR TESPİTİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Conta hasar tespit yöntemleri
- Hasarlı conta değiştirme işlemi
- Süzgeç tıkanıklık tespiti
- Süzgeç temizliği ve bakımı
- Valf hasar tespiti
- Valf bakım onarımı

TEMEL KAVRAMLAR

Boşaltım Ağzı, Conta, Flanş, Süzgeç, Tork, Valf

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Çevrenizde sızıntı yapan bir boru bağlantısını gözlemleyiniz. Bu sızıntıya nelerin sebep olabileceğini arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Kapatıldığı hâlde sızdırmaya devam eden bir valfin sızdırma sebepleri neler olabilir? Arkadaşlarınız ile beyin fırtınası yapınız.
3. Tıkanmış bir süzgecin ne tür sorunlara neden olabileceği hakkındaki düşüncelerinizi arkadaşlarınız ile paylaşınız.

2. ÖĞRENME BİRİMİ

GİRİŞ

Gemilerin bordasında bulunan borda boşaltım ağızları, gemi bünyesinde olması istenmeyen suların tahliye edilmesini sağlayan yapılardır. Bu suların tahliyesi, güvertede bulunan frengi deliklerinden (Görsel 2.1) yer çekimi kuvveti yardımıyla yapılabildiği gibi balast ve sintine sistemlerindeki gibi pompalar, süzgeçler (filtre) ve valfler kullanılarak cebri kuvvetle (Görsel 2.2) de yapılır. Açık güvertelerde bulunan frengi deliklerinden yağmur ve deniz suyu tahliye edilir. Bu delikler, güverte ve borda arasında bulunan borular vasıtasıyla birbirine bağlanır. Buralar, denize dökülmesi yasak olan sıvıların akmasını önlemek için tapalarla donatılır. Yer çekimi ile akış sağlandığı için borda güvertesi hizasındaki bu deliklerin borularında herhangi bir donatım elemanı bulunmaz.



Görsel 2.1: Frengi deliği



Görsel 2.2: Cebri kuvvetle yapılan boşaltma

Borda Boşaltım Ağzı Bulunan Gemi Devreleri

Gemilerde denize boşaltılması yönünden yasal engeli olmayan sistemlerin borda boşaltım ağızları bulunur. Balast, sintine, soğutma ve atık su devrelerine ait sistemlerde sular belirli işlemlerden geçirildikten sonra denize boşaltılabilir.

a) **Balast Devresi:** Gemiler yüksüzken daha stabil bir seyir yapabilmek için deniz sandıklarının (kinistin) bağlantıları (Görsel 2.3) ile gemiye giriş yapan deniz suyunu, balast tanklarına alarak draft mesafesini artırır. Yük alırken de tanklardaki balast suyunu denize boşaltır. Balast sistemi, pompalar yardımıyla bu balast alma veya boşaltma işlemini gerçekleştirir (Görsel 2.4). Gemilerin balast sistemi; genellikle makine dairesinden, tankerlerde ise kargo kontrol odası pompa dairesinden kontrol edilir. Bir geminin boyutları, balast sisteminin kapasitesini belirler. Balast tanklarındaki alıcılar, geminin trimli ve meyilli olduğu durumlarda da işlevini yerine getirecek şekilde düzenlenmelidir.



Görsel 2.3: Balast devresi kinistin bağlantısı



Görsel 2.4: Balast pompası

Balast sisteminde deniz suyu, kinistin filtrelerinden süzüldükten sonra balast pompaları ile tanklara alınır. Gemiden tahliye edilirken de yine balast pompaları ile tanklardan çekilerek boşaltım ağızlarından dışarç edilir.

b) **Sintine Devresi:** Gemilerin bünyesinde bulunan sintine kuyularında; çeşitli ekipmanlardan sızan deniz suyu, yağ, yakıt ve gemi saclarında yoğuşma sonucu oluşan sular devre bağlantıları ile toplanır (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Sintine kuyusu devre bağlantıları

Sintine sistemleri, oluşan atık sıvıları denize dökülebilir bir temizliğe getirdikten sonra boşaltım ağızlarından denize atar veya pis su tankına gönderir. Bu sistem; makine daireleri, tüneller, kargo ambarları ve koferdamlardaki sintine kısımlarında görev yapar. Gemilerde geri veya çapraz akışı önleyecek geri döndürmez (çek) valflerle donatılmış sintine pompaları bulunur. Kirliliğin ve pis atıkların devreye girmemesi için uç yerlerine kimyasal aşındırmalara dayanıklı filtreler takılır. Sintine boru devreleri, geminin baş-kıç veya iskele-sancak yönlerinde meyilli olmasında dahi sintine suyunu tahliye edebilecek şekilde döşenir. Sintine alıcıları; geminin iskele ve sancak yönlerine birer adet, baş ve kıç kısımlarda yer alan bölmeler için de her bölmeye bir adet yerleştirilir. Sintine devresinin açık olan uçlarına geri döndürmez valf monte edilir. Sintinenin denize boşaltıldığı noktalarda geminin kaplama sacına kapama valfi donatılır.

c) **Soğutma Devresi:** Boru devreleri ile taşınan su, dizel makineleri soğutmak için kullanılır. Ana makine, iki ayrı fakat birbirine iştirakli sistem tarafından soğutulur. İlki denizden suyun alınıp tekrar denize boşaltıldığı, açık soğutma sistemi olan deniz suyu soğutma sistemidir. Diğeri ise ana makine gövdesinde aynı suyun sürekli olarak sirküle edildiği, kapalı sistem olan tatlı su soğutma sistemidir. Tatlı su devreleri, makineleri doğrudan soğuturken deniz suyu devreleri, makineler tarafından ısıtılmış olan tatlı suyu ısı değiştiricilerde soğutmak için kullanılır (Görsel 2.6).



Görsel 2.6: Soğutma devresi

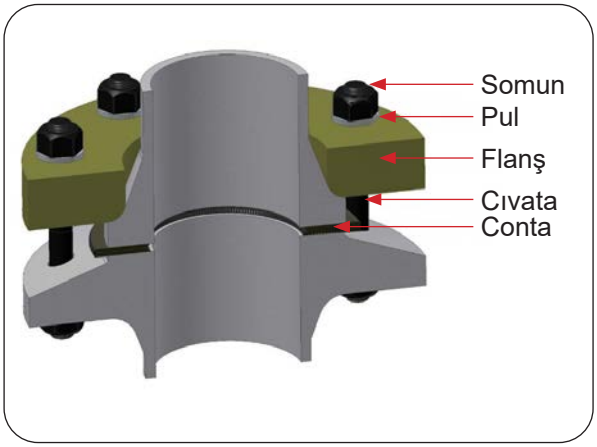
Deniz suyu soğutma sisteminde kinistin filtrelerinden süzülen deniz suyu kullanılır. Soğutma devresinde ısınan deniz suyu, boşaltım ağızlarından tahliye edilir. Deniz suyu devreleri; makine dairesinde ayrıca yağlama yağını soğutmak, buharı yoğuşturmak ve içme suyu elde etmek için de kullanılır. Bu sistemlerde de deniz suyu işlevini yerine getirdikten sonra denize boşaltılır.

ç) **Atık Su Devresi:** Gemilerde atık sular siyah (black water) ve gri (gray water) olmak üzere ikiye ayrılır. Siyah su, tuvaletlerden kaynaklanan ve insan atıklarını (dışkı ve idrar) içeren sudur. Bu su genellikle kanalizasyon arıtma tesisine gider ve uluslararası düzenlemelere uygun şekilde işlenip boşaltılıncaya kadar gemideki ilgili tankta saklanır. Gri su ise tuvaletler dışındaki kaynaklardan üretilen atık sudur. Lavabo, duş, banyo, çamaşırhane ve mutfaktan gelen suyu içerir. Gri su; sabun, deterjan, yiyecek parçacıkları ve diğer maddeler içerebilir ancak insan atığı içermez. Bu sular, arıtma işlemlerinden geçirildikten sonra denize boşaltılır.

Borda boşaltım ağızlarının verimli bir şekilde görev yapabilmesi için bu devrelerde bulunan contaların, valflerin, süzgeçlerin belirli zaman aralıklarında kontrolleri, bakımları ve gerektiğinde değişimleri yapılmalıdır.

2.1. CONTA HASAR TESPİTİ

Gemi devrelerinde flanşlı bağlantılar yapıldığında iki flanş arasında sızıntı olmasını önlemek için contalar (gasket) kullanılır (Görsel 2.7). Contalar, genellikle boru devrelerinde kullanılan maliyeti en düşük parçalardan biridir. Buna karşın contaların önemi, maliyetlerinin aksine çok büyüktür. Contalarda yaşanacak sorunlar, geminin seyir yapmasını engelleyecek ve personelin güvenliğini riske sokacak derecede olabilir. Bu sebeple sızdırmazlığın sağlıklı olabilmesi için uygun özelliklerde contalar kullanılmalı ve bunların kontrolleri ile yenilenmeleri belirli periyotlarda yapılmalıdır.



Görsel 2.7: Conta ve flanş bağlantısı

2.1.1. Conta Türleri

Gemi boru devrelerinde akışkanların sıcaklık, basınç ve kimyasal özellikleri farklı olduğu için conta seçimine dikkat edilmelidir. Gemilerde kullanılan bazı conta çeşitleri şunlardır:

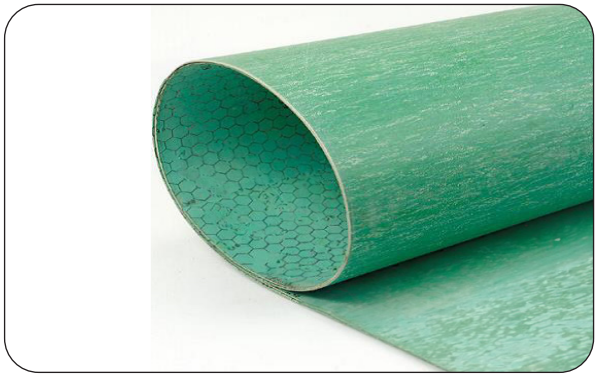
a) **Lastik Conta:** Genellikle kauçuktan yapılır ve geniş bir sıcaklık aralığında kullanılabilir (Görsel 2.8). Lastik contaların birkaç farklı türü vardır ancak en yaygın olanları nitril lastik (NBR), fluoroelastomer (FKM) ve silikon lastiktir. Lastik contaların ömrü; kullanıldığı ortama, sıcaklığa ve kimyasal etkilere bağlı olarak değişebilir. Genellikle deniz suyu ve tatlı su devrelerinde kullanılır. Valflerde 2 veya 3 mm et kalınlığında olanları tercih edilir.



Görsel 2.8: Lastik conta

b) **Asbestsiz Klingrit Conta:** Genellikle yüksek sıcaklık ve basınç uygulamalarında kullanılan bir contadır (Görsel 2.9). Klingrit contaların korozyon ve kimyasallara karşı dayanıklı yapısı, uzun bir kullanım ömrüne sahip olmalarını sağlar. Asbest içermeyen klingrit contalar, asbest kullanımının sağlık riskleri nedeniyle kısıtlandığı veya yasaklandığı birçok ülkede tercih edilen bir alternatiftir. Deniz suyu, tatlı su, yağ, yakıt, buhar devrelerinde kullanılır.

c) **Spiral Sarımlı Conta:** Genellikle metal malzemeden yapılmıştır ve sarmal şeklindeki yapısı sayesinde sıkıştırıldığında sızdırmazlığı sağlar. Paslanmaz çelik, karbon çelik veya alaşımlı çelik gibi yüksek dayanıklılığa sahip metaller kullanılır. Conta, sarmal bir şekilde sarılarak bir iç çekirdeğe veya halkaya monte edilir (Görsel 2.10). Bu da contanın yüksek sıcaklık ve basınca dayanmasını sağlar. Montajı ve sıkıştırılması biraz karmaşıktır ve doğru uygulanmadığında sızıntıya neden olabileceğinden spiral sarımlı contaların montajına dikkat edilmelidir.



Görsel 2.9: Asbestsiz klingrit conta



Görsel 2.10: Spiral sarımlı conta

ç) **PTFE (Teflon) Conta:** Genellikle kimyasal direnç gerektiren ve yüksek sıcaklık veya basınç altında çalışan sistemlerde kullanılan bir conta türüdür (Görsel 2.11). PTFE, esnek bir malzemedir ve sıkıştırıldığında iyi bir sızdırmazlık sağlar.

d) **Grafit Conta:** Genellikle yüksek sıcaklık ve basınç altında sızdırmazlık sağlamak için kullanılan bir conta türüdür (Görsel 2.12). Grafit contalar, grafitten yapılmış esnek bir malzeme kullanılarak üretilir ve genellikle yüksek performanslı uygulamalarda tercih edilir. Korozyona karşı dayanıklıdır ve uzun ömürlüdür.



Görsel 2.11: PTFE (Teflon) conta



Görsel 2.12: Grafit conta

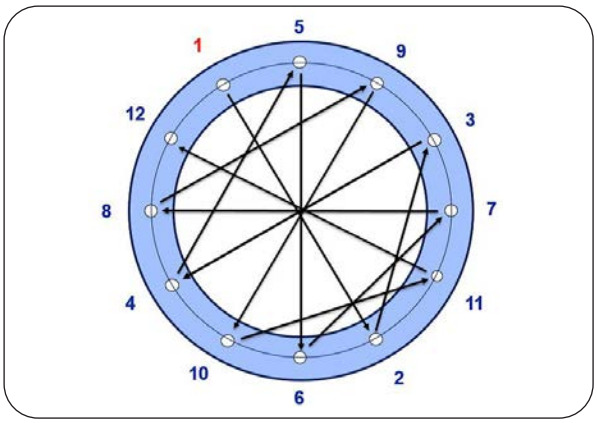
2.1.2. Hasar Tespiti

Contaların hasar tespiti yapılırken hasarın nedenlerinin incelenmesi gerekir. İnceleme sonucunda elde edilen veriler, yeni conta montajında dikkate alınarak aynı sorunların tekrarlanmasının önüne geçilir.

2.1.2.1. Conta Hasarlarının Nedenleri

Contalarda yaşanan hasarlar, sızıntılara ve akışkanların ortama akmasına neden olmaktadır. Bu hasarlara genellikle flanşların yetersiz, aşırı veya dengesiz sıkılması, eski contanın tekrar kullanılması, uygun olmayan conta malzemesi ve çevresel etkenler yol açar.

a) **Montaj Hataları:** Conta hasarlarına yol açan sebeplerin başında flanşların cıvata-somun bağlantılarının uygun olmayan şekilde birbirine monte edilmesi gelir. İdeal şekilde sıkılmayan flanşlar contanın aşırı, gevşek veya dengesiz sıkılmasına neden olur. Contanın sızdırmazlığının sağlıklı olabilmesi için flanşların, cıvata ve somunlarla dengeli ve eşit tork değerlerinde sıkılması gerekir. Contanın aşırı sıkıştırılması, flanş bağlantı elemanları aracılığıyla uygulanan aşırı yükten kaynaklanır. Bu durum; doğru tork değerinin kullanılmaması, darbeli tabanca ya da anahtarlar ile manuel sıkma gibi torku doğrudan ölçebilen bir aletin kullanılmaması nedeniyle oluşabilir. Aşırı sıkıştırma; contanın ezilmesine, yırtılmasına, çatlamasına, parçalanmasına ve flanşlardan dışarı çıkarak sızıntı oluşturmasına neden olur. Contanın yetersiz sıkıştırılması ise montaj sırasında yetersiz bağlantı elemanı/cıvata yükünün uygulanmasından kaynaklanır. Bunun sonucunda flanşlar contanın yüzeyine yeterli baskıyı uygulayamaz. Bu durum contanın kalınlığında çok az değişim olmasıyla ve flanştaki fatura izlerinin contada olmaması ile gözlemlenebilir. Contaların dengesiz sıkılması ise uygun torklama modelinin (Görsel 2.13) kullanılmamasından kaynaklanır. Conta; flanşların bazı cıvataları, aşırı sıkılırken bazılarının gevşek kalması ve boru hatlarındaki hizalama sorunları sonucunda dengesiz sıkılmış olur. İki flanş arasında kalan boşluğun uyumsuz olması, conta çevresinde uyumsuz flanş fatura izleri (Görsel 2.14), conta üzerindeki tek taraflı deformasyon belirtileri ile bu durum gözlemlenebilir.



Görsel 2.13: Örnek torklama modeli



Görsel 2.14: Contada uyumsuz flanş fatura izleri

b) **Malzeme Seçimi:** Conta seçimi yapılırken contanın ilk kez kullanılmasına, kalınlığına ve boru hattında taşınan akışkanın özelliklerine uygun olmasına dikkat edilir. Conta sıkıştırıldığı zaman flanşın fatura kısmındaki girinti ve çıkıntıları doldurarak bu kısımdaki izleri kendi üzerine alır. Aynı contanın tekrar kullanılması durumunda bu izler başka flanş bağlantısında sızıntılara sebep olur. Bu yüzden contaların yeniden kullanılmamasına dikkat edilmelidir.

Contaların kalınlık seçiminde daha kalın contanın daha iyi olacağı şeklindeki yanlış düşüncenin aksine mümkün olduğunca ince conta seçilmelidir. Sıkıştırmaya, flanş yüzeylerindeki kusurları doldurmaya ve iyi bir sızdırmazlık oluşturmaya izin verecek kadar kalınlığa ihtiyaç vardır ancak aşırıya kaçılmamalıdır. Ekstra kalın conta, sıkıştırma için ek torklama gerektirir ve bu da bağlantı elemanlarında ve flanşlarda gereksiz gerilime ve hasar olasılığının artmasına neden olur. Contalar, genellikle yüksek sıcaklık ve basınçlarda ve agresif kimyasal ortamlarda çalışır. Conta malzemesi; sıcaklık, basınç ve ortam uyumluluğu için uygun şekilde seçilmemişse hasar yaşanması hâlinde planlanmamış işletme duruşlarına ve personel yaralanmalarına neden olabilir. Bu yüzden conta, çalışma ortamıyla kimyasal olarak uyumlu olmalıdır. Bazı ortamlar; conta malzemesine kimyasal olarak saldırarak mekanik bütünlüğün kaybolmasına, erken bozulmaya ve nihayetinde sızıntıya neden olabilir. Contanın kırılgan hâle gelmesi, yumuşaması, yırtılması, aşınması ve renk değişimi; bu kimyasal etkinin contada görünür etkileridir (Görsel 2.15).



Görsel 2.15: Kimyasal saldırıya uğramış conta

c) Çevresel Etkenler: Bir contanın malzemesi ve çeşidi uygun bir şekilde seçilip takılmış olsa bile bazen sızıntılar oluşabilir. Bu duruma korozyon, titreşim, yeniden kullanım, termal döngü ve flanş hasarı dâhil olmak üzere çok çeşitli çevresel faktörler neden olabilir. Kullanım alanına bağlı olarak korozyonun gerçekleşmesi etkili bir contalama için ciddi sorunlar doğurur. Contanın içeriden ya da onu çevreleyen ortam tarafından aşındırılması, contanın bozulması için en belirgin etkidir. Flanşlara veya bağlantı elemanlarına verilen hasar da bu durumu tetikler. Bunlardan herhangi biri meydana gelirse flanşların hizalarının bozulması ve cıvata torkunun gevşemesi gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Etkileri ancak zamanla belirginleşen bir diğer sorun ise titreşimdir. Çoğu makinenin çalışmasının yaygın bir sonucu olan titreşim, bağlantı elemanlarının orijinal torklarını kaybetmelerine neden olabilir ve bu durum etkili bir sızdırmazlığın kaybolmasına yol açar. Fark edilip tekrar sıkılırsa bu da sorunlara yol açabilir çünkü birçok conta malzemesinin bir hafızası vardır ve tekrarlanan sıkıştırmayla başa çıkmak üzere tasarlanmamıştır. Ayrıca contalar uygun ortamlarda muhafaza edilmelidir. Contalar, gerilmeye ve kalıcı deformasyona uğramaması için yatay olarak stoklanmalıdır (Görsel 2.16). 25 °C'un altında %50-60 nem oranına sahip, karanlık odalar ideal depolama alanlarıdır. Bu şartları taşıyan yerlerde tercihen plastik poşetler içinde saklanmalıdır.



Görsel 2.16: Uygun stoklanmış contalar

Contalarda görülen bu tür sorunların yaşanmaması için dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Contanın kesimi hassas bir şekilde yapılmalıdır. Doğru conta ölçüleri (iç çap, dış çap ve kalınlık) kullanılmalıdır. Conta iç çapı, flanş iç çapından daha küçük olmamalıdır.
- Kullanılan contaların ve flanşların yüzeyinde kir, çatlak, çizik, ezik, korozyon gibi durumların olmamasına dikkat edilmelidir.
- Conta ve flanş, eş merkezli ve paralel olarak konumlandırılmalıdır.
- Flanşların cıvatalanma prosedürünün kurallara uygun olarak yapılması gerekir.
- Bağlantıda kullanılacak cıvata, somun ve rondela (pul) seçimine dikkat edilmelidir.
- Boru hatları üzerindeki stresi ve titreşimi azaltmak için genleşme bağlantıları ve destek elemanları kullanılmalıdır.
- Boru hatlarının ve flanşların hizalanmasına dikkat edilmelidir.
- Bir conta sadece bir kere kullanılmalıdır. Birden fazla conta bir arada kullanılmamalıdır.
- Contanın sürünme etkisini en aza indirmek için mümkün olduğunca en ince conta kullanılmalıdır.
- Conta yüzeyinde, flanşa tutunmayı sağlamak için yağlayıcı veya yapıştırıcı kullanılmamalıdır.

ARAŞTIRMA

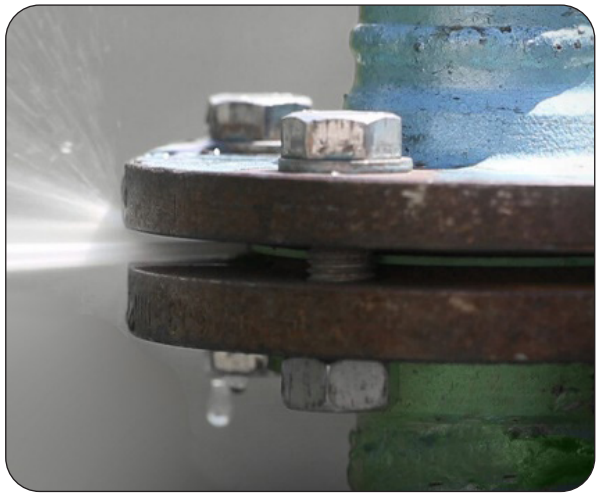
ASME PCC-1 standardına göre flanşlı birleştirmelerin nasıl yapılacağını araştırınız. Bununla ilgili olarak bir sunum dosyası hazırlayarak elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.1.2.2. Conta Hasarının Teşhis Edilmesi

Contanın uzaması veya deformasyonu, conta malzemesinin bozulması veya parçalanması (Görsel 2.17), conta kopması veya kırılmasıyla patlama (Görsel 2.18), conta bağlantısının etrafında sızıntı belirtileri, contada eşit olmayan sıkıştırma veya boşluklar gibi durumlar conta hasarlarında görülen yaygın belirtilerdir.



Görsel 2.17: İç kısmı parçalanmış conta



Görsel 2.18: Patlamış conta

Contalarda görülen bu hasarların teşhis edilmesinde şu yollar izlenir:

a) **Görsel Muayene:** Contalarda oluşan hasarların ilk teşhisi için uygulanan en temel ve hızlı yöntemdir. Bu muayene sırasında conta yüzeyinde yanık, yırtık, çatlak, ezilme veya deformasyon gibi gözle görülür anormallikler aranır. Görsel kontrol, genellikle iyi aydınlatılmış bir ortamda ve büyüteç gibi yardımcı ekipmanlarla detaylı şekilde yapılır. Bu ön inceleme, daha ileri testler yapılmadan önce hasarın boyutunu ve olası nedenlerini belirlemede önemli ipuçları sunar.

b) **Sızıntı Testi:** Herhangi bir sıvı veya gaz sızıntısının görünür belirtilerini tespit etmek için bir sızıntı testi yapılır. Sızıntıları belirlemek için hidrostatik test, boya penetrasyon testi, kabarcık testi veya ultrasonik test gibi yöntemler kullanılabilir.

c) **Tork Kontrolü:** Contaların doğru sıkılıp sıkılmadığını belirlemek için yapılan önemli bir muayene yöntemidir. Conta bağlantı noktalarındaki cıvataların üretici tarafından belirlenen tork değerlerine göre sıkılıp sıkılmadığı özel tork anahtarlarıyla kontrol edilir. Yetersiz tork uygulaması sızdırmalara, aşırı tork ise conta deformasyonuna veya hasarına yol açabilir. Bu kontrol sayesinde contadaki düzensiz sıkma kuvvetleri tespit edilerek olası kaçakların ve arızaların önüne geçilir.

ç) **Çalışma Koşullarının Gözden Geçirilmesi:** Bu süreçte sıcaklık, basınç, titreşim, kimyasal etkileşimler ve akışkan özellikleri gibi faktörler değerlendirilir. Uygun olmayan çalışma koşulları, contanın malzeme özelliklerini aşındırabilir ve erken arızalara yol açabilir. Özellikle sürekli değişen basınç veya aşırı sıcaklık gibi etkenler contanın performansını olumsuz etkiler. Bu koşulların incelenmesiyle conta seçiminin uygunluğu ve sistem tasarımındaki olası hatalar belirlenerek tekrarlayan hasarların önüne geçilebilir.

d) **Conta Malzemesinin Analizi:** Conta malzemesinin akışkan ve çevresel faktörlerle uyumluluğu değerlendirilir. Malzemenin maruz kalacağı ortamın kimyasal özelliklerine ve sıcaklığına ne kadar dayanaklı olduğu tespit edilir.

e) **Flanş Yüzeylerinin İncelenmesi:** Bu incelemede flanşların düzlüğü, pürüzlülüğü, çizik, çentik, aşınma, hasar, çukurlaşma, korozyon gibi yüzey kusurları kontrol edilir. Bozuk veya hasarlı flanş yüzeyleri, contanın tam sızdırmazlık sağlamasını engelleyebilir ve sızıntılara neden olabilir. İnceleme sırasında yüzey düzgünlüğü mastar veya ölçüm cihazlarıyla kontrol edilerek tolerans dışı durumlar tespit edilir. Flanşların uygun şekilde hazırlanmış olması, contanın performansını ve sızdırmazlık ömrünü doğrudan etkiler.

f) **Çevresel ve İşletimsel Değişiklikler:** Conta hasarı, çalışma koşullarında değişiklik veya ekipman modifikasyonlarından sonra meydana gelirse bu değişikliklerin arızaya katkıda bulunup bulunmadığı araştırılır.

Conta hasarlarının kapsamlı bir şekilde teşhisi yapılarak sorunların kaynağı belirlenebilir ve bunlara göre önlemler alınabilir. Doğru conta malzemesini seçmek, uygun montaj prosedürlerini takip etmek ve düzenli bakım gibi önleyici önlemler, conta ömrünü uzatmaya ve ileride olabilecek arızaları önlemeye yardımcı olur.

2.1.3. Contanın Yenilenmesi ve Montajı

Conta hasarları, büyük oranda kurulum sırasında yapılan hatalardan kaynaklanmaktadır. Ancak eğitimli personel ve uygun montaj prosedürleri ile bunun önüne geçilebilir. Bunun için çeşitli kuruluşların yayınladıkları standartlar kullanılabilir. Montaja başlamadan önce sistemin enerjisinin kesildiğinden, akışın ve basıncın olmadığından emin olunmalıdır. Kişisel koruyucu donanımlara ve yeterli araç gerece sahip olmak gerekmektedir.

2.1.3.1. Temizlik ve İnceleme

Conta, flanş cıvataları söküldükten sonra flanştan çıkarılır ve flanşın sızdırmazlık yüzeyindeki bütün yabancı maddeler ve conta kalıntıları tel fırça yardımıyla temizlenir (Görsel 2.19). Bu yüzeyin taşlama taşı, keski, zımpara gibi aşındırıcı malzemelerle temizliği yapılmamalıdır. Flanşın sızdırmazlık yüzeyi sızıntılara sebep olabilecek çentik, çizik, girinti ve oyuklar bakımından incelenir (Görsel 2.20). Bunların standartların tolerans değerlerini aşması durumunda flanşın mümkünse onarımı veya yenilenmesi gerekir. Cıvata, somun, pul gibi bağlantı elemanlarının varsa kusurları incelenir. Gerekirse bunlar da yenilenir. Somunların cıvata üzerinde rahat bir şekilde dönmesi hâlinde buna gerek duyulmaz.



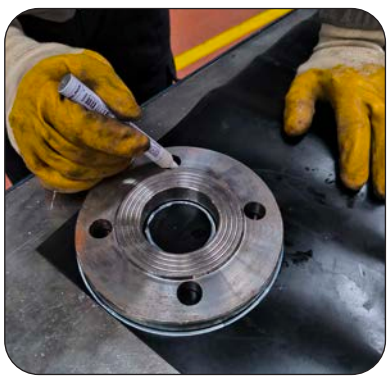
Görsel 2.19: Tel fırça ile temizlik



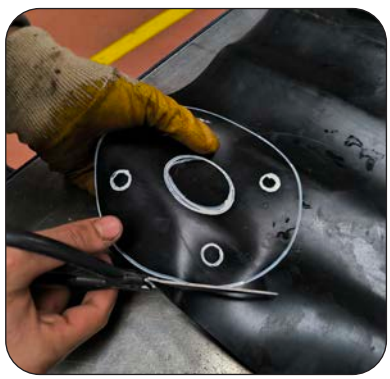
Görsel 2.20: Yüzey incelemesi

2.1.3.2. Contanın Hazırlanması

Contalar, gemi bünyesinde hazır olarak bulunabildiği gibi conta levhalarından markalanarak kesilmesi de gerekebilir. Contalar, hazırlanmadan önce üreticilerin tavsiyeleri doğrultusunda çalışacağı ortama uyumlu malzemeden seçilir. Bazı contalar, cıvata delikleriyle birlikte hazırlandığı gibi sadece flanşın faturalı kısmına göre de kesilebilir. Uygun et kalınlığına sahip conta seçimi yapıldıktan sonra devredeki flanş ile aynı özellikteki bir flanş levha üzerine yerleştirilir. Flanşın dış çapı, iç çapı ve cıvata delikleri conta levhasına bir kalem ile markalanır (Görsel 2.21). Kesici bir alet kullanılarak markalama çizgileri üzerinden kesim işlemi yapılır (Görsel 2.22). Cıvata delikleri için daha hassas kesim sağlayan delik zımbası da kullanılabilir. Kesilen contaya yumuşak bir zemin üzerinde zımba aleti ile delikler açılır (Görsel 2.23). Deliklerin açılması için zımbaya alternatif olarak conta çekici de kullanılabilir. Markalanan delik yerleri, flanş üzerindeki deliklere hizalanır ve çekiç darbeleriyle boşluklar oluşturulur. Bu yöntem her ne kadar pratik olsa da hassas kesim olmayacağından mümkünse tercih edilmemelidir.



Görsel 2.21: Contanın markalanması



Görsel 2.22: Contanın kesilmesi



Görsel 2.23: Deliklerin açılması

2.1.3.3. Bağlantı Elemanlarının Belirlenmesi ve Yağlanması

Flanş için uygun boy ve çapta cıvata kullanılmasına dikkat edilmelidir. Kullanılan cıvatalar, işletme sıcaklığına uygun olmalıdır. Cıvatalar korozyona karşı dirençli olanlardan seçilmelidir. Mümkün olduğunca eski cıvatalar kullanılmamalıdır. Cıvatanın kopma mukavemetinden %20 daha yüksek akma mukavemetine sahip olan somunlar tercih edilmelidir. İnce diş yerine, standart diş cıvata ve somun kullanılmalıdır. Rondela, somun ve cıvata malzemesi aynı olmalıdır (Görsel 2.24). Büyük deliklerde, bağlantı elemanlarına yükün eşit dağıtılması ve cıvatanın bağlantıya uyguladığı yükün dağıtılarak malzeme yorulması sorunlarını azaltmada rondela kullanılması uygun olur. Yağlama işlemi veya sürtünmeden kaynaklı tutukluluğun önlenmesi conta montajında kritik bir noktadır. Uygun yağlayıcı veya tutukluk önleyici macun seçerken sıcaklık, parça türü ve boyutu dikkate alınmalıdır. Bu işlem, bağlantı elemanlarının (cıvata-somun) tamamına dengeli ve eşit bir şekilde yapılır (Görsel 2.25). Kullanılan yağlama yağının servis sıcaklığı, tesisatın servis sıcaklığı limitleri içinde olmalıdır. Ayrıca bu işlemin conta ve flanş yüzeylerine uygulanmamasına dikkat edilmelidir.



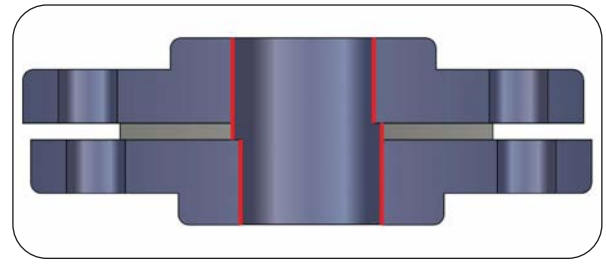
Görsel 2.24: Bağlantı elemanları



Görsel 2.25: Yağlama işlemi

2.1.3.4. Contanın Yerleştirilmesi ve Montaj İşlemi

Yerleştirme işleminden önce contanın kusursuz olduğundan ve ideal bir şekilde kesildiğinden emin olunmalıdır. Etkili bir sızdırmazlık sağlamak için montajcının flanşları paralel olarak bir araya getirmesi gerekir. İç veya dış çapların eş merkezli konumlandırıldığından emin olunmalıdır. Aksi hâlde eş merkezli olmayan bir hizalama uygunsuz bir montaja neden olur (Görsel 2.26). İki flanş arasındaki mesafe, contayı sıkıştıracak kadar olmalıdır. Bu mesafe conta kalınlığına göre çok az veya çok fazla olmamalıdır. Mesafenin fazla olması durumunda cıvatalara aşırı kuvvet uygulama yoluna gidilmemelidir. Bu konuda ilgili uzmanın görüşüne başvurulmalı ve ona göre işlem yapılmalıdır. Flanşları hizalamak için tornavida ya da evye gibi aletler kullanılmamalıdır. Daha güvenli ve kullanımı kolay olan hem doğrusal hem de dönel hizalamaya yardımcı ekipmanlar tercih edilmelidir. Conta, flanşların arasına dikkatlice yerleştirilir. Flanşlar ile conta eş merkezli olacak şekilde konumlandırılır (Görsel 2.27).



Görsel 2.26: Eş merkezli olmayan hatalı hizalama

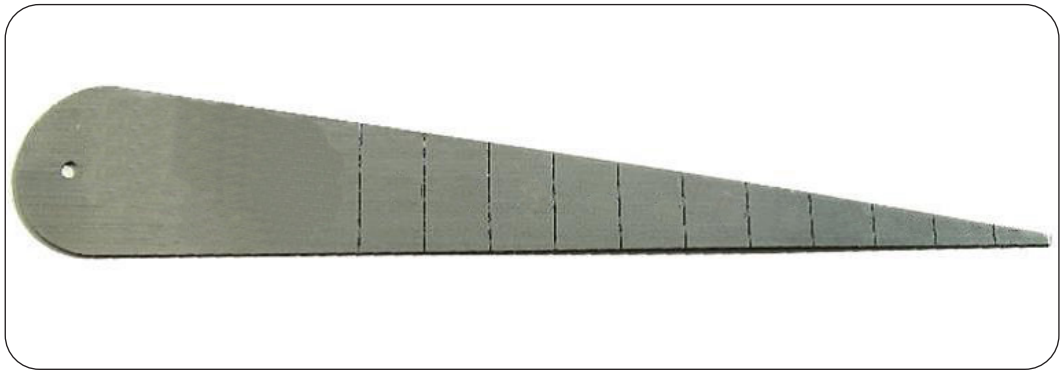


Görsel 2.27: Contanın flanşa hizalanması

Conta üreticisinin tavsiye ettiği cıvata bağlantısı için tork değerleri tespit edilir. Önerilen tork değerinin, cıvata malzemesi için izin verilen gerilim sınırları dâhilinde olması önemlidir. Aksi hâlde cıvatalarda aşırı torktan ötürü kopma veya kesilmeler yaşanabilir. Cıvata ve somun bağlantısını yapan montajcı, flanşları paralel olarak hizalamak için somunları cıvatalara 3-4 tur el yordamıyla çapraz sıkma modeli ile sıkmalıdır (Görsel 2.28). Cıvatalar, çapraz sıkma modeline göre sıkılırken sıralamanın karıştırılmaması için flanş deliklerinin numaralandırılması uygun olur. Bu, özellikle büyük çaplı ve çok sayıda cıvata bağlantısı olan flanşlarda kolaylık sağlar. Sıkma turları sırasında flanşlar arasındaki boşluğu ölçmek için bir boşlukölçer (Görsel 2.29) ya da kumpas yardımıyla flanşların paralelliği farklı noktalardan kontrol edilmelidir.



Görsel 2.28: El yordamıyla sıkma



Görsel 2.29: Boşlukölçer

Boşluk ölçümlerinin eşit olmadığı durumda, flanş aralığı eşit oluncaya kadar cıvata torkunu azaltmak veya uygun konumdaki somunları gevşetmek gerekir. Sıkma uygulamasını yaparken kalibre edilmiş tork anahtarı kullanarak belirlenen sıraya göre somunlar önce %30, %60, ardından %100 tork değerinde sıkılır (Görsel 2.30). Son olarak da saat yönünde tüm somunların kontrol sıkmaları yapılır. Flanşların cıvatalı bağlantılarında 24 saatlik süre zarfında gevşeme ve contanın kayması yaşanabilir. Bu süreden sonra bir kez daha son bir torklama işlemi yapılmalıdır. Bu montaj işlemlerinin uygun ekipman ve eğitimli personel ile yapılması contalardan kaynaklı sızıntı ve hasarların önüne geçer.



Görsel 2.30: Tork anahtarı ile sıkma

CONTADA HASAR TESPİTİ VE CONTANIN YENİLENMESİ

Amaç: Sızıntı yapan bir contanın hasar tespitini yapmak ve contayı yenisi ile değiştirmek

Kullanılacak Araç Gereç: Anahtar takımı, uygun ölçüde conta tabakası, tel fırça, bez, tork anahtarı, boşlukölçer, yağlayıcı, cıvata, somun, pul, makas, delik zımbası, çekiç.

Görev: Atölyenizde sızıntı yapan bir boru devresindeki contanın hasar tespitini yapınız. Bu contayı yenisi ile değiştiriniz.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Sızıntı yapan contanın hasar tespitini yapınız. Elde edilen bulguları not ediniz.
3. Flanş cıvatalarını sökerek contayı yerinden çıkartınız.
4. Flanş yüzeylerini tel fırça ile temizleyiniz ve bez ile siliniz.
5. Contanın ve flanşların yüzeylerini inceleyiniz. Varsa çizik, çatlak gibi bulguları gözlemleyiniz.
6. Eş değer bir flanş kullanarak conta tabakasına markalama yapınız.
7. Markalama yerlerinden hassas bir kesim yaparak contayı hazırlayınız.
8. Conta ve flanşları eş merkezli ve paralel olacak şekilde hizalayınız.
9. Çapraz sıkma modeli ile somun ve cıvata bağlantılarını kademeli olarak torklayınız.
10. Montaj işleminin ardından kullandığınız takımları ve aletleri yerlerine koyunuz. Çalışma ortamınızı temiz bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Contayı yerinden çıkardı.	10	
Flanş yüzeylerini temizledi.	10	
Contanın ve flanşın hasar tespitini yaptı.	15	
Contanın markalama işlemini yaptı.	10	
Contanın kesimini yaptı.	10	
Conta ve flanşları montaja hazır hâle getirdi.	10	
Kademeli olarak torklama işlemini yaptı.	15	
Montaj işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

2.2. VALFLERİN VE SÜZGEÇLERİN HASAR TESPİTİ

Gemi devrelerinde kullanılan valflerin (vana) akışkanların kontrol edilmesinde, süzgeçlerin ise akışkan içinde taşınan istenmeyen artıkların temizlenmesinde önemli fonksiyonları vardır. Valfler ve süzgeçler, farklı sıcaklık ve basınçlarda kullanılır. Bunlar, aşındırıcı etkilere sahip iç ve dış ortamlarda bulunur. Farklı çalışma ortamları bunların yapılarında bazı sorunlara sebep olur. Bu sorunların sebep olacağı hasarları tespit etmek, olası problemlerin önüne geçmede ve tekrarlanmamasında önemlidir.

2.2.1. Valflerde Hasar Tespiti

Valfler, gemi boru hatlarında akışkanların akışını düzenleyen ve operasyonların verimli olmasını sağlayan kritik elemanlardır. Valfler, gemilerin boşaltım ağızlarında da önemli görevleri yerine getirir. Bazı sistemlerin sadece kendilerine ait boşaltım ağzında valfleri bulunurken bazı sistemler ise birleşerek bir valf üzerinden boşaltım ağzına bağlanır (Görsel 2.31). Ana makine tatlı su soğutma sistemi, yağlama yağı soğutma sistemi, jeneratör tatlı su soğutma sistemi, tatlı su üretme (evaporatör) sistemi ile balast sistemi, sintine sistemi, yangın sistemi kendi içinde birleşerek birer valf üzerinden denize boşaltılabilirken klima ve buzluk sistemi, atmosferik kondenser sistemi, pis su sistemi, gri su sistemi, buhar blöf sistemi, sintine separatör sistemi ise kendine ait valfler ile boşaltım ağızlarından denize boşaltılabilir. Atık su sistemlerinin boşaltım ağızlarında fırtına valf (storm valve) tip valf kullanılırken diğer sistemlerde genellikle kelebek valf ve glob valf kullanılır. Bu valflerin düzenli kontrol ve bakımları boşaltım ağızlarının işlevlerini yerine getirmesi için gereklidir. Ancak yaşanabilecek valf hasarları, güvenlik tehlikelerinden işletme operasyonlarının durmasına ve mali kayıplara kadar uzanan ciddi sorunlara sebep olabilir.



Görsel 2.31: Borda boşaltım valfi

2.2.1.1. Valf Hasarlarının Nedenleri

Valf hasarları; sızıntı, tıkanıklık, kapanmama, akış karakteristiğinin bozulması ve yapısal bozulmalar dâhil olmak üzere çeşitli biçimlerde ortaya çıkar. Vana hasarlarının en yaygın nedenleri arasında aşınma ve yıpranma, korozyon, uygunsuz montaj, operasyonel hatalar, yanlış malzeme seçimi ve akışkan koşulları yer alır.

a) **Sızıntı ve Kaçaklar:** En sık görülen valf sorunlarının başında gelir. Sızdırmazlık elemanlarının zarar görmesi, bağlantı yerlerinde gevşeme, yüksek basınç veya sıcaklığın yol açtığı deformasyonlar bu durumlara neden olur (Görsel 2.32). Sızıntı ve kaçakların önüne geçmek için sızdırmazlık elemanlarının yenilenmesine, bağlantıların uygun torkta sıkılmasına ve valfe uygun ortamlarda çalışmasına dikkat edilmelidir.



Görsel 2.32: Sızdırmazlık elemanı hasar görmüş valf

b) **Kapanmama:** Valfin açılıp kapanmasını sağlayan kontrol elemanlarının uygun çalışmaması, valf içinde kir veya tortu birikimi, valfin kurulumu sırasında hatalı montaj yapılması valflerde kapanmama sorununa sebep olur. Bu sorunu ortadan kaldırmak için valflerden önce akışkanın filtre edilmesi, kontrol elemanlarının yağlanması ve uygun şekilde devreye bağlanması gerekir.

c) **Akış Düzensizliği:** Valflerin bağlantı noktalarındaki tıkanmaların veya daralmaların neden olduğu direnç, valflerin içinde akışkanla birlikte taşınan yabancı maddeler, otomasyonlu sistemlere sahip tahrik mekanizmasındaki arızalar akış düzensizliklerine yol açar. Akış düzensizlikleri uygun devre tasarımı, filtreleme ve kontrol mekanizmalarının iyileştirilmesi ile önlenir.

ç) **Korozyona Uğrama:** Valfler, deniz ortamında sürekli olarak tuzlu suya ve neme maruz kaldıkları için iç ve dış yüzeylerinde korozyon görülür (Görsel 2.33). Aşındırıcı ve agresif kimyasalların kullanıldığı devrelerde valflerin korozyona uğramaları hızlanır. Aşırı sıcaklık, kimyasalların ve nemin valf malzemesiyle reaksiyonunu hızlandırarak korozyonu artırır. Ayrıca sıcaklık, valflerde gerilim meydana getirerek korozyon çatlaklarına sebep olabilir. Korozyonun önüne geçmek için uygun malzeme seçimi, yüzeyin farklı metotlarla kaplanması, katodik koruma, inhibitör kullanımı ve ortam kontrolü gibi parametreler göz önüne alınmalıdır.



Görsel 2.33: Korozyona uğramış valf

2.2.1.2. Valf Hasarının Teşhis Edilmesi

Valf hasarlarının teşhisinde kullanılan yöntemler şunlardır:

a) **Görsel İnceleme:** Sızıntı, korozyon, erozyon, mekanik deformasyon veya aşınma gibi görünür hasar belirtilerini tespit etmek için ilk adımdır. Bu ilk inceleme, hasarın dış etkenlerden mi yoksa iç sorunlardan mı kaynaklandığını belirlemeye yardımcı olur (Görsel 2.34).

b) **Tahribatsız Muayene (NDT):** Valf hasarını değerlendirmek için ultrasonik test, manyetik parçacık muayenesi ve sıvı penetrant testi gibi teknikler; valf yapısındaki kusurları, çatlakları veya hataları tespit etmede kullanılır (Görsel 2.35).



Görsel 2.34: Valf iç yüzeyinin incelenmesi



Görsel 2.35: Valfe ultrasonik test yapılması

c) **Metalurjik Analiz:** Hasara neden olabilecek herhangi bir metalurjik anormallik veya tutarsızlığı belirlemek için valf malzemesi mikroskop altında incelenir. Bu analiz; mukavemet, kimyasal birleşim ve ısıl işlem dâhil olmak üzere valfin malzeme özelliklerinin anlaşılmasına yardımcı olur.

ç) **Akışkan Analizi:** Akışkan özelliklerini ve bunların valf performansı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için yapılan bu analiz ile akışkan numunesi; kirleticiler, asitlik, viskozite gibi ölçütlere göre valf hasarına yol açabilecek faktörler açısından incelenir.

d) **Arıza Senaryoları:** Valflerde görülen hasarların belirli semptomları vardır. Potansiyel arıza modlarını ve bunların valf performansı üzerindeki etkilerini belirlemek için sistematik senaryolar hazırlanır. Çeşitli arıza senaryoları, bunların ciddiyeti ve meydana gelme olasılığı değerlendirilir. Bu yöntem, gelecekteki arızaları ve hasarları azaltmak için önleyici tedbirlerin belirlenmesine yardımcı olur.

Valflerde hasar teşhisi; valf sorunlarının nedenlerini, etkilerini ve sonrasında alınacak önleyici tedbirleri belirlemek için önemli bir süreçtir. Bu yöntemleri kullanarak gemi operasyonlarının ve gündelik yaşamın verimliliğini ve güvenliğini artıracak veriler elde edilir. Bu teşhislere dayalı önleyici tedbirlerin uygulanması; operasyon kesintilerinin en aza indirilmesini, bakım uygulamalarının optimize edilmesini ve valf ömrünün iyileştirilmesini sağlar.

2.2.1.3. Valf Yenileme

Valf hasarı tespit edildikten sonra mümkünse mevcut valf üzerinde sorunların çözümü yoluna gidilmelidir. Ancak bunun olamadığı durumlarda devredeki valfin yenilenmesi gerekir. Yenilenecek valfin çalışacağı ortama uyumlu malzemeden ve uygun ölçülerde olmasına dikkat edilir. Depolanma şartlarında zarar görme ihtimaline karşılık valfin bütün parçalarının fonksiyonlarını yerine getirebildiğinden emin olunmalıdır. Gerekli iş güvenliği önlemleri alındıktan sonra devrede akış tamamen kesilir. Hasarlı valf sökülerek yerinden çıkartılır. Yeni valfin montajından önce boru hattına bağlanacağı yerlerdeki flanşların yüzeyleri temizlenir. Valf ve flanş arasında sızdırmazlık sağlayacak contalar hazırlanır. Bu contalar, flanşların arasına yerleştirildikten sonra uygun torklama modeliyle sıkılarak birbirine bağlanır. Flanşların, boru hattının ve valfin aynı eksende hizalanmasına dikkat edilir. Montaj yapılırken valfin kontrol elemanları ulaşılabilir konumda olmalıdır. İşlemin ardından valfte ve bağlantı noktalarında sızıntı olup olmadığını tespit etmek için devre çalışma basıncının 1,5 katı değerinde sızdırmazlık testi yapılır.

BİLGİ KÜPÜ

2002 yılında M/T Prestige adlı tek cidarlı bir petrol tankeri, İspanya açıklarında kötü hava koşullarına yakalandı ve yapısal stres yaşadı. Geminin borda boşaltım ağızlarındaki valflerden biri, yıllar içinde yıpranmış ve sızdırmazlık özelliğini kaybetmişti. Bu arıza sonucu deniz suyu geminin içerisine girmeye başladı. Sintine pompalama sistemi bu durumu engelleyemedi ve gemi denge kaybı yaşadı. Artan su girişi, gövdeye daha fazla yük bindirdi ve tanker ortadan kırıldı. Yaklaşık 63.000 ton fuel-oil denize yayıldı. Olay büyük bir çevre felaketine yol açtı. Binlerce kilometrelik kıyı şeridi kirlendi. Deniz canlıları ve yerel balıkçılık büyük zarar gördü. Yapılan teknik analizler, borda valfinin bakım eksikliği ve korozyon nedeniyle arızalandığını gösterdi.

Kaynak: https://safety4sea.com/cm-learn-from-the-past-prestige-sinking-one-of-the-worst-oil-spills-in-europe/ (E.T.: 20.02.2025)

VALFLERDE HASAR TESPİTİ VE VALFİN YENİLENMESİ

Amaç: Sızıntı yapan bir valfin hasar tespitini yapmak ve valfi yenisi ile değiştirmek

Kullanılacak Araç Gereç: Anahtar takımı, uygun ölçüde conta tabakası, uygun bir valf, tel fırça, bez, tork anahtarı, boşlukölçer, yağlayıcı, cıvata, somun, pul, makas, delik zımbası, çekiç.

Görev: Atölyenizde sızıntı yapan bir boru devresindeki valfin hasar tespitini yapınız. Bu valfi yenisi ile değiştiriniz.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Sızıntı yapan valfin hasar tespitini yapınız. Elde edilen bulguları not ediniz.
3. Flanş cıvatalarını sökerek valfi yerinden çıkartınız.
4. Flanş yüzeylerini tel fırça ile temizleyiniz ve bez ile siliniz.
5. Valfi ve flanşları inceleyiniz. Varsa çizik, çatlak gibi bulguları gözlemleyiniz.
6. Eş değer bir flanş kullanarak conta tabakasına markalama yapınız ve contayı kesiniz.
7. Yeni valf, conta ve flanşları eş merkezli ve paralel olacak şekilde hizalayınız.
8. Çapraz sıkma modeli ile somun ve cıvata bağlantılarını kademeli olarak torklayınız.
9. Montaj işleminin ardından kullandığınız takımları ve aletleri yerlerine koyunuz. Çalışma ortamınızı temiz bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Valfi devreden çıkardı.	10	
Valfin hasar tespitini yaptı.	20	
Contayı hazırladı.	10	
Flanş yüzeylerini temizledi.	10	
Yeni valfi conta ve flanşlar ile montaja hazır hâle getirdi.	15	
Kademeli olarak torklama işlemini yaptı.	15	
Montaj işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

2.2.2. Süzgeçlerde Hasar Tespiti

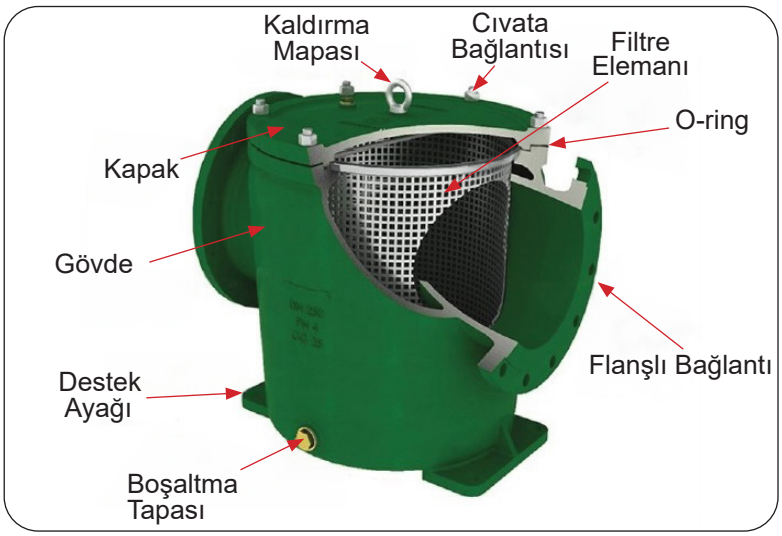
Gemilerin boşaltım ağızlarının bağlı olduğu sistemlerde çeşitli süzgeçler [strainer (streyner)] kullanılır. Bu süzgeçler, akışkan içinde istenmeyen kirlilikleri ve partikülleri filtreleyerek devreye karışmasını engeller. Bunların zamanla kirlenmesi sonucu tıkanmalar veya korozyon sonucunda elemanlarında çeşitli deformasyonlar görülür. Rutin bakımlar ile süzgeçlerde yaşanacak hasarlar en aza indirilebilir.

BİLGİ KÜPÜ

Gemi devrelerinde filtre ve süzgeç ifadeleri birbirleri yerine kullanılabilmektedir. Ancak ortak yanlarının dışında aralarında temel bazı farklılıklar vardır. Her iki ürün de bir sıvı veya gazdan asılı partikülleri ayırmak için tasarlanmıştır. Aynı zamanda her ikisi de ekipmanları koruyarak ve ürünün kalitesini veya bütünlüğünü tehlikeye atabilecek olan kirletici maddeleri uzaklaştırarak benzer faydalar sağlar. Filtre ve süzgeç arasındaki en önemli fark ise süzdükleri parçacıkların boyutundadır. Filtreler, 40 mikrondan küçük partikülleri süzerken süzgeçler ise 40 mikrondan daha büyük partikülleri süzer. Filtreler hem düşük basınçlı emiş hatlarında hem de yüksek basınçlı basma hatlarında kullanılırken süzgeçler genellikle düşük basınçlarda kullanılır.

2.2.2.1. Süzgeç Elemanları

Bir süzgecin elemanları, filtreleme işleminin verimli ve etkili bir şekilde yapılabilmesi için birlikte çalışan parçalardır (Görsel 2.36). Süzgeçler, farklı amaçlara göre çeşitli tiplerde olabilir ancak genel olarak temel elemanları benzerlik gösterir.



Görsel 2.36: Süzgeç elemanları

a) **Gövde:** Süzgeç elemanlarını, akışkanın giriş ve çıkış bağlantılarını içeren ana dış yapıdır. Filtreleme işleminin gerçekleştiği bölmeyi korur ve filtre elemanlarını muhafaza eder. Süzgeç gövdesi, filtreleme işleminin çevre şartlarından etkilenmeden yapılmasını sağlamalı ve basınca dayanıklı olmalıdır. Üzerinde süzgecin anma çapını, anma basıncını ve akış yönünü gösteren ok işareti bulunur.

b) **Filtre Elemanı:** Filtreleme işlemini gerçekleştiren parçadır. Genellikle gözenekli veya örgülü bir yapıya sahiptir. Sıvı veya gazın içindeki yabancı maddeleri, partikülleri ve kirleri tutarak temiz sıvı veya gazın geçmesine izin verir. Kâğıt, metal, kumaş, seramik veya özel sentetik malzemelerden yapılabilir. Filtre elemanının malzemesi, filtrelenen akışkanın türüne göre seçilir.

c) **Kapak:** Filtre elemanının iki ucunu kapatarak elemanın yerinde sabitlenmesini sağlar. Filtre elemanını muhafaza eder ve süzgecin düzgün bir şekilde monte edilmesini sağlar. Ayrıca sızdırmazlık sağlar ve akışkanın filtre elemanının etrafından geçmesini önler.

ç) **Devre Bağlantıları:** Süzgeç gövdesine akışkanın giriş ve çıkışını sağlayan bağlantı noktalarıdır. Kirli akışkanın süzgece girmesini ve temiz akışkanın sistemden çıkmasını sağlar. Giriş ve çıkış bağlantıları süzgeçteki akışkanın yönünü belirler.

d) **Sızdırmazlık Elemanları:** Gövde ile kapak arasından sızıntı olmasını engeller. O-ring veya conta kullanılır.

e) **Basınç Farkı Göstergesi:** Süzgecin iki tarafındaki basınç farkını ölçen ve gösteren bir göstergedir. Süzgeç tıkandığında basınç farkı artar. Bu gösterge, süzgecin ne zaman temizlenmesi veya değiştirilmesi gerektiğini kullanıcıya bildirir.

f) **Boşaltma Tapası:** Temizlik yapılacağı zaman süzgeç haznesinde kalan akışkanın dreyn edildiği yerdir.

2.2.2.2. Süzgeç Türleri

Gemilerde kullanılan ve boşaltım ağızları ile bağlantıları olan süzgeç türleri şunlardır:

a) **Deniz Sandığı Süzgeci:** Bu süzgeç, gemiye deniz suyu giriş devresinin ana emme hattına takılır. Sancak ve iskele yönlerinde birer tane bulunur. Deniz suyunda bulunan kirliliğin ve canlıların gemi devreleri boyunca ilerleyerek ekipmanlara hasar vermesinin önüne geçer.

b) **Yangın Hattı Emiş Süzgeci:** Yangın pompası girişinde yangın hattına herhangi bir katı kirliliğin girmesini önlemek için bir emiş süzgeci bulunur. Süzgeç örgü düzeni, su akışı için orta açıklıklı bir elek deliğine sahiptir.

c) **Sintine Hattı Süzgeci:** Tüm sintine kuyusu emişleri maksimum katı kirliliği içerdiğinden bir süzgeçle donatılır. Sintine süzgeci, sintine devrelerine zarar verebilecek yabancı partikülleri etkili bir şekilde süzerek sistemin güvenli çalışmasını sağlar.

ç) **Tatlı Su Sistemi Süzgeci:** İçme suyu sistemi, kullanma suyu sistemi, kazan besleme suyu sistemi vb. tüm tatlı su sistemleri pompalarının emiş tarafı bu süzgeç ile donatılır.

2.2.2.3. Süzgeç Hasarının Teşhis Edilmesi

Süzgeçlerde genellikle tıkanıklık, basınç farklılıkları, akış düzensizlikleri gibi hasar belirtileri görülür. Bu tür hasarların teşhisi için izlenecek yollar şunlardır:

a) **Görsel İnceleme:** Süzgeç gövdesinde oluşabilecek muhtemel çatlak ve deformasyon izlerine bakılır. Conta ve bağlantı noktalarında sızıntı, korozyon ve aşınma belirtileri gözlemlenir. Filtre elemanında gözle görülür kirlenme, yırtılma veya kırılma olup olmadığı incelenir.

b) **Basınç ve Akış Verileri:** Temiz bir süzgece göre yüksek bir basınç kaybı veya basınç dalgalanması ve akış debisinde azalma meydana gelmesi durumunda bu süzgecin tıkandığına veya hasar aldığına işaret olabilir.

c) **Ses ve Titreşim:** Pompalarda veya sistemde anormal seslerin oluşması, titreşimlerin yoğunlaşması süzgeçte sorun olduğunu gösterebilir.

2.2.2.4. Süzgeçlerin Bakımı ve Yenilenmesi

Süzgeci sökmeden önce sistemi tamamen durdurmak önemlidir. Süzgecin bulunduğu hattın devre dışı bırakılması ve sistemde kalan basıncın kontrol edilmesi gerekir. Basınç boşaltılmadan süzgeci sökmek tehlikeli olabilir ve akışkanın kontrolsüz bir şekilde püskürmesine yol açabilir. Basıncı düşürmek için tahliye valfleri kullanılabilir. Süzgeci sökmeden önce filtrenin giriş ve çıkış bağlantıları kontrol edilir ve valfleri kapatılır. Bu, sistemin diğer bölümlerine akışın durdurulmasını sağlar ve süzgecin sökülmesi sırasında sızıntıları önler. Süzgeç haznesinde sıvı kalmış olacağından sökmeden önce güvenli bir şekilde dreyn tapası açılarak bu sıvı boşaltılır (Görsel 2.37). Bu, filtre elemanının çıkartılması sırasında sıvı dökülmesini ve çevreye zarar verilmesini önler. Süzgeç kapağının cıvata bağlantıları sökülerek kapak gövdeden ayrılır (Görsel 2.38).



Görsel 2.37: Dreyn tapasının açılması



Görsel 2.38: Kapağın sökülmesi

Filtre elemanı hazneden çıkartılır (Görsel 2.39). Filtre elemanı çıkarıldığında akışkanın çevreye yayılmasını engellemek için süzgecin altında bir kap bulundurmak faydalı olur. Filtre elemanlarının temizlenmesi, süzgeç tipine ve kullanım amacına göre değişiklik gösterebilir. Genellikle metal filtre elemanları tekrar kullanılabilirken bazı kâğıt ve kumaş filtre elemanları tek kullanımlıktır. Filtre elemanını çıkardıktan sonra kir, tortu veya partiküllerin nerelerde biriktiği gözlemlenir. Filtre elemanı üzerinde birikmiş büyük partiküller, yumuşak bir fırça (Görsel 2.40) veya basınçlı hava kullanılarak temizlenir.



Görsel 2.39: Filtre elemanının çıkartılması



Görsel 2.40: Tel fırça ile temizlik

Basınçlı hava, özellikle metal filtre elemanlarında etkili olur. Filtre elemanı üzerinde ince toz veya tortu birikmişse yumuşak bir fırça ile bunlar dikkatlice temizlenir. Hassas filtre elemanlarında fırça veya bez kullanımı gözeneklere zarar vermeden kaba kirleri uzaklaştırmaya yardımcı olur. Filtre elemanı üzerinde yağ, yakıt veya kimyasal kalıntılar varsa üreticinin önerdiği bir solvent veya kimyasal temizleyici kullanılabilir. Kimyasal temizleyici kullanılırken filtre elemanına zarar vermemeye dikkat edilmelidir. Solventin, filtre malzemesi ile uyumlu olduğundan emin olunmalıdır. Filtreyi temizleyici solüsyona batırmak, özellikle zor kirlerin ve yağ kalıntılarının çözülmesine yardımcı olur. Filtre elemanını yeniden sisteme monte etmeden önce filtre elemanının iyice kuruması beklenir. Nemli bir filtre elemanı, sistemin özelliğine göre performans düşüklüğüne veya zarar görmesine neden olabilir. Filtrenin hızlı bir şekilde kuruması için tazyikli hava kullanılabilir ya da doğal ortamda kuruması beklenebilir. Filtre elemanının tamamen temizlendiğinden ve kuruduğundan emin olunduktan sonra filtre elemanı yeniden filtre gövdesine yerleştirilir. Filtre elemanını yeniden monte ederken conta ve sızdırmazlık elemanlarının doğru şekilde yerleştirildiğinden emin olunmalıdır. Sızdırmazlık elemanlarında yıpranma, ezilme, yırtılma gibi deformasyonlar varsa yenisi ile değiştirilir. Filtreyi monte ettikten sonra sistem çalıştırılarak filtrenin düzgün çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. Herhangi bir sızıntı veya basınç farkı olmadığından emin olunur.

Bazı durumlarda filtre elemanının sadece temizlenmesi yeterli olmayabilir. Filtre elemanları işlevi gereği sistemdeki kir, tortu, toz, pas, kimyasal maddeler ve diğer yabancı partikülleri yakalayarak sıvı veya gazın temiz kalmasını sağlar. Ancak zamanla bu partiküller filtre elemanının gözeneklerini tıkar ve filtreleme kapasitesini azaltır. Tıkanan filtre elemanı, sistemdeki akış hızını düşürerek sistemin verimini azaltır. Filtre elemanı tıkandığında sistemdeki basınç farkı artar. Bu durum, süzgecin artık verimli çalışmadığının bir işareti olabilir. Filtre elemanları, sürekli çalışma koşullarında malzeme yorgunluğu yaşayabilir. Özellikle yüksek sıcaklık, basınç ve kimyasal maddelere maruz kalan filtreler zamanla aşınır ve işlevini yitirir. Metal filtrelerde paslanma veya deformasyon, kumaş filtrelerde ise delikler ve aşınmalar görülebilir. Filtre elemanının yapısı zamanla bozulabilir ve filtreleme yeteneği azalabilir. Filtrenin gözenekleri genişlerse küçük partiküller sistemden geçebilir ve ekipmanlara zarar verebilir. Bu durumda filtre elemanı yenisi ile değiştirilir. Filtre elemanını yenilemeden önce yenisinin doğru tipte olduğundan emin olunmalıdır. Her sistemin kendine özgü boyut, gözenek büyüklüğü, malzeme gibi farklı filtre elemanı özellikleri vardır. Yanlış filtre elemanı kullanımı, sistemin düzgün çalışmasını engelleyebilir veya hasara yol açabilir. Filtrenin üreticisi tarafından önerilen yedek parçaları ve filtre elemanlarını kullanmak, sistemin optimum verimle çalışması için önemlidir. Filtre elemanlarının yenilenmesi, sistem bakım planının bir parçasıdır. Düzenli bakım yaparak filtre elemanlarının zamanında yenilenmesi sağlanır ve sistemin verimli çalışması garanti altına alınır.

BİLGİ KÜPÜ

2013 yılında, Caribbean Princess adlı yolcu gemisinde sintine suyu filtrasyon sisteminde meydana gelen arıza nedeniyle yağlı sintine suyu, “magic pipe” (gizli boru) kullanılarak doğrudan denize boşaltıldı. Bu işlem, sensör ve ayırma sistemleri devre dışı bırakılarak gizlice gerçekleştirildi. Yeni işe başlayan bir mühendisin olayı yetkililere bildirmesiyle durum ortaya çıktı. Yapılan soruşturmalarda sadece bir boşaltımda yaklaşık 16 ton kirli suyun denize bırakıldığı belirlendi. Ayrıca geminin kayıt defterlerinde sahtecilik yapıldığı anlaşıldı. Bu yasa dışı tahliyelerin daha önce de tekrarlandığı tespit edildi. Olay sonucunda Princess Cruises, 2016 yılında ABD’de 40 milyon dolar ceza aldı. Bu ceza, deniz çevresiyle ilgili en yüksek cezalardan biri olarak kayıtlara geçti.

Kaynak:https://www.offshore-energy.biz/princess-cruises-to-pay-largest-ever-penalty-for-dumping-oily-waste/ (E.T.: 27.02.2025)

SÜZGEÇLERDE HASAR TESPİTİ VE YENİLEME

Amaç: Verimli çalışmayan bir süzgecin hasar tespitini yapmak ve filtre elemanını değiştirmek

Kullanılacak Araç Gereç: Anahtar takımı, uygun ölçüde conta tabakası, uygun bir filtre elemanı, tel fırça, bez, tork anahtarı, makas, delik zımbası, çekiç.

Görev: Atölyenizde verimsiz çalışan bir süzgecin hasar tespitini yapınız. Bu süzgecin filtre elemanını yenisi ile değiştiriniz.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Süzgecin hasar tespitini yapınız. Elde edilen bulguları not ediniz.
3. Devrenin giriş ve çıkış valflerini kapatınız. Dreyn tapasını açarak haznede kalan sıvıyı boşaltınız.
4. Kapak somunlarını sökünüz ve kapağı kaldırınız. Filtre elemanını çıkartınız.
5. Gövdedeki hazneyi temizleyiniz.
6. Kapağa uygun contayı markalayınız ve kesiniz.
7. Yeni filtre elemanını uygun şekilde hazneye yerleştiriniz.
8. Çapraz sıkma modeli ile kapak ve cıvata bağlantılarını kademeli olarak torklayınız.
9. Montaj işleminin ardından kullandığınız takımları ve aletleri yerlerine koyunuz. Çalışma ortamınızı temiz bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Süzgecin hasar tespitini yaptı.	20	
Süzgeci dreyn tapasını açarak boşalttı.	10	
Kapak somunlarını sökerek filtre elemanını çıkarttı.	15	
Yeni filtre elemanını hazneye yerleştirdi.	10	
Contayı uygun şekilde hazırladı.	10	
Kapak cıvatalarını uygun şekilde torkladı.	15	
Montaj işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

2. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluklara cümle doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (….) Deniz sandığı süzgeci, iskele veya sancak tarafında bir adet bulunur.
2. (….) Gemilerin balast sistemi; genellikle makine dairesinden, tankerlerde ise kargo kontrol odası pompa dairesinden kontrol edilir.
3. (….) Lastik contalar genellikle deniz suyu ve tatlı su devrelerinde kullanılır.
4. (….) Contanın yetersiz sıkıştırılması cıvataların fazla torklanmasından kaynaklanır.
5. (….) Contanın kırılgan hâle gelmesi, yumuşaması, yırtılması, aşınması ve renk değişimi; kimyasal etkinin contada görünür etkileridir.
6. (….) Flanş yüzeyinin temizliği zımpara, keski ve taşlama taşı ile yapılır.
7. (….) Cıvatalar, çapraz sıkma modeline göre sıkılırken sıralamanın karıştırılmaması için flanş delikleri numaralandırılır.

B) Aşağıda verilen boşluklara doğru kelimeleri yazınız.

8. Gemi devrelerinde flanşlı bağlantılar yapıldığında iki flanş arasında sızıntı olmasını önlemek için …… kullanılır.
9. Akışkan içinde istenmeyen kirliliklerin ve partiküllerin devreye karışmasının engellenmesi için …… kullanılır.
10. Gemi boru hatlarında akışkanların akışını düzenleyen elemanlara …… denir.
11. Flanşların cıvata ve somunlarla dengeli ve eşit …… ile sıkılması gerekir.
12. Contalarda oluşan hasarların ilk teşhisi için uygulanan en temel ve hızlı yöntem …… muayenedir.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

13. Borda boşaltım ağızlarının düzenli bakımının yapılmasının gemiler açısından önemi nedir?

    .....

    .....

14. Gemilerin hangi sistemlerinde boşaltım ağzı bulunur?

    .....

    .....

15. Conta hasarını en aza indirmek için dikkat edilmesi gereken hususları nelerdir? Yazınız.

    .....

    .....

16. Valf hasarının teşhis edilmesinde hangi yöntemler uygulanır? Açıklayınız.

    .....

    .....

17. Contaların montaj hatalarından dolayı ne tür sorunlar yaşanır?

    .....

    .....

GEMİ DONATIM ELEMANLARININ BAKIM VE ONARIMI



KONULAR

3.1. BORULARIN, VALFLERİN VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNİN HASAR TESPİTİ
3.2. BORULARDA DİŞ AÇMA
3.3. BORU BAĞLANTILARI VE BORULARIN BİRLEŞTİRİLMESİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Gemi boru devreleri
- Borularda hasar tespiti ve bakım onarım
- Gemi boru devrelerinde kullanılan valfler
- Valflerde hasar tespiti ve valflerin bakım onarımı
- Gemilerde havalandırma sistemleri
- Havalandırma sistemlerinde hasar tespiti ve sistemlerin bakım onarımı
- Borulara diş açmada kullanılan ekipmanlar
- Uygun araç gereç ile diş açma
- Boru birleştirmelerinde kullanılan bağlantı elemanları
- Boru birleştirme yöntemleri

TEMEL KAVRAMLAR

Boru, Havalandırma, Kaynak, Pafta, Valf

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Çevrenizde bulunan paslanmış boru devrelerinde ne tür değişiklikler olduğunu gözlemleyiniz.
2. Çevrenizdeki sızıntı yapan bir valfi gözlemleyiniz. Sızıntının nerelerden kaynaklanabileceğini arkadaşlarınızla tartışınız.
3. Bir şişe kapağını kapatırken neden bastırarak değil de çevirerek sıkmak gerektiğini arkadaşlarınızla tartışınız.
4. Bir boru bağlantısının doğru yapılmaması durumunda sistemin çalışması sizce nasıl etkilenir? Fikirlerinizi arkadaşlarınız ile paylaşınız.

3. ÖĞRENME BİRİMİ

GİRİŞ

Gemi donatım elemanlarının bakım ve onarımı, gemi güvenliği ve işletme verimliliği açısından büyük önem taşır. Bu elemanlar; yakıt, su, hava, yağ gibi akışkanların güvenli ve verimli bir şekilde taşınmasını sağlar. Donatım elemanlarında zamanla korozyon, çatlak veya sızıntılar meydana gelebilir. Bu tür arızalar hem çevresel riskler oluşturur hem de gemi devrelerinin çalışmasını aksatabilir. Bu sorunlar, düzenli bakım ve onarım sayesinde erken tespit edilerek büyümeden giderilebilir.

3.1. BORULARIN, VALFLERİN VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNİN HASAR TESPİTİ

Gemilerdeki boruların, valflerin ve havalandırma sistemlerinin hasar tespiti geminin güvenliği ve işleyişi için kritik öneme sahiptir. Hasar tespitinde öncelikle sistemlerde gözle görülür deformasyonlar aranır. Basınç testleri ile gizli hasarlar belirlenir. Özellikle valflerin düzgün açılıp kapandığı ve sızdırmazlık sağladığı kontrol edilir. Havalandırma sistemlerinde ise tıkanıklıklar, korozyon belirtileri ve mekanik hasarlar incelenir. Tüm bulgular detaylı bir şekilde değerlendirilip analiz edilir ve gerekli onarım işlemleri planlanır.

3.1.1. Boruların Hasar Tespiti

Boru devreleri; makine dairesinden güvertelere, yaşam mahallerinden tanklara kadar açık veya kapalı alanların tamamında bulunur. Boru hatlarında yaşanan problemler, makinelerin durması veya ortama akışkanların sızması ile fark edilir. Bir gemide boru hatları; yangına, kirliliğe hatta geminin batmasına sebep olabilecek sistemlerdir. Gemi boru devrelerinin hemen hemen tamamı her türlü korozyona maruz kalabilen demir türevli malzemelerden yapılmaktadır. Gemilerin seyir ömürleri ne kadar fazla ise boru hatları da eskimeye o kadar fazla maruz kalır. Boruların sayısı ve erişimin zor olmasından dolayı gemi sacı gibi bakım işlemleri her zaman kolay olamamaktadır. Boru devrelerinde oluşacak sorunlara geçici çözümlerle çare bulunsa da boruların ve devre elemanlarının yenilenmesi en etkili çözümdür.

3.1.1.1. Gemi Boruları İle İlgili Temel Bilgiler

Gemi devrelerinde kullanılan borular hakkında temel bilgiler genel olarak şunlardır:

- Yumuşak çelikten ve dikişsiz olarak imal edilir.
- Taşınan akışkanın hızı, viskozitesi ve basıncı boru çapını belirler.
- Soğutma suyu borularında dolaşan deniz suyu, zamanla boruları aşındırır.
- Farklı sıvıların olduğu tanklardan geçen boruların yüzeyleri korozif etkilere maruz kalır.
- Boru devrelerinin göz ile kontrolleri her zaman doğru sonuç vermeyebilir. Borular daha çok içeriden korozyona uğradıkları için et kalınlıkları azalabilir.
- İç incelmelerin yaşandığı boru devrelerinde erozyon en çok dirsek ve Te gibi devrelerin dönüş noktalarında meydana gelir.
- Akışkan hızının yüksek olduğu devrelerde meydana gelen kavitasyon ve türbülans hareketleri boru iç yüzeyinde çukurlaşmalar meydana getirir.
- Borular ve devre elemanları; kaynaklı, flanşlı, dişli ve mekanik bağlantılı olarak imal edilir.
- Montaj esnasında boru hatlarının iyi hizalanması ve uygun şekilde desteklenmesi gerilmelerin önüne geçer.
- Dizayn basıncının 1,5 katı değerde yapılacak sızdırmazlık testi ile gözle görülmeyen çatlak ve noktaların tespiti yapılabilir.

- Boru hatları, şok yüklerden ve titreşimden kaynaklanacak hareketleri önlemek için genleşme bağlantıları, destek ve askı sistemleri ile donatılır.
- Yanıcı madde taşıyan boru devrelerinde mümkün olduğunca az sayıda bağlantı noktası bulunur ve bu noktalar sıcak yüzeylerle temas etmemeleri için izole edilir.

3.1.1.2. Gemilerde Bulunan Devreler ve Borulama Özellikleri

Gemiler, seyir yapabilmeleri için çok farklı görevleri yerine getiren devrelere sahiptir. Bu devrelerin kendilerine ait özel gereksinimleri bulunur. Farklı basınç, sıcaklık, akışkan özellikleri olan ve değişken ortamlarda çalışması gereken bu boru devrelerinin uygun özelliklere sahip malzemelerle donatılması gerekir.

a) **Sintine Devresi (Bilge System):** Gemilerin sintine sistemi, gemi karinasında biriken suyu toplamak ve denize boşaltmak için tasarlanmış bir sistemdir. Bu sistem; makine dairesi, ambarlar, tanklar ve diğer bölmelerde biriken suyun sürekli kontrol altında tutulmasını sağlar. Sintine pompaları, bu suları toplayarak geminin denge ve güvenliğini korumak amacıyla denize tahliye eder. Sistem genellikle ana sintine pompası, yardımcı pompa ve elle çalıştırılabilir acil durum pompası gibi birden fazla pompa ile donatılır. Sintine devreleri; boru hatları, valfler ve pompa yardımıyla suyun doğru yönde akmasını sağlar. Sistemdeki tüm ekipmanlar, deniz kirliliğini önlemek için MARPOL (Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesine Dair Uluslararası Sözleşme) kurallarına uygun olarak çalıştırılır. Sintine sularında yağ bulunabileceği için sintine seperatörü [Oily Water Separator (OWS)] kullanılarak denize boşaltım öncesi temizleme yapılır. Düzenli bakım ve kontrol, sistemin güvenli ve etkin çalışması için zorunludur. Sintine sistemi, aynı zamanda geminin acil durum tahliye senaryolarında da önemli bir rol oynar. Sintine boruları; besleme suyu, içme suyu, yağ ve yakıt tanklarından geçirilmez. Çelik haricinde bir malzemeden üretilen borular kullanılacaksa bu boruların mekanik mukavemeti ve kimyasal aşınmalara direnci yüksek olmalıdır. Tanklardan geçirilecek sintine boruları, tek parça hâlinde döşenmelidir. Bu mümkün olmadığında ise olabildiği kadar az sayıda birleştirme noktası olmalıdır. Bu birleştirmeler, kaynak bağlantılı veya boruların basınç sınıfının bir üst grubundan seçilecek flanşlar ile yapılmalıdır. Boru devresinin tank içinden geçen kısımları oluşabilecek genleşmeleri sönümleyebilecek şekilde tasarlanmalıdır. Sintine devresinin açık olan uçlarına geri döndürmez valf monte edilmelidir. Sintinenin denize boşaltıldığı noktalarda geminin kaplama sacına kapama valfi donatılır.

b) **Balast Devresi (Ballast System):** Gemilerin balast sistemi; geminin denge, trim ve draft ayarlarını sağlamak için kullanılan bir sistemdir. Balast tanklarına alınan veya tanklardan boşaltılan su ile geminin ağırlık merkezi ve stabilitesi kontrol edilir. Balast sistemi, özellikle boş veya hafif yükle seyir hâlindeyken geminin emniyetli bir şekilde seyretmesine yardımcı olur. Sistemde balast pompaları, valfler, borular ve kontrol ekipmanları bulunur. Balast suyu tankları, geminin farklı bölgelerine dengeli şekilde yerleştirilir. Balast devreleri, hızlı dolum ve boşaltım yapabilecek şekilde tasarlanır ve bazı gemilerde otomatik kontrol sistemleri kullanılır. Deniz suyu doğrudan tanklara alınır ve gerektiğinde denize geri boşaltılır. MARPOL sözleşmesi gereği balast suyu yönetimi kurallarına uyulması zorunludur. Bu yüzden bazı gemilerde balast suyu arıtma sistemleri de bulunur. Balast tanklarındaki alıcılar, geminin trimli ve meyilli olduğu durumlarda da işlevini yerine getirecek şekilde düzenlenir. Balast boru devreleri; yağ, besleme suyu, içme suyu tanklarından geçirilmez. Balast boruları, genellikle korozyona uğrayabilen yumuşak çelikten imal edilir. Korozyona uğramayan cam elyaf takviyeli epoksiden yapılmış borular da tercih edilebilir. Ancak borunun sağlam olduğundan ve kendi ekseni boyunca hareket etmediğinden emin olmak için kelepçeleme düzenlerine dikkat edilmelidir. Aksi hâlde bağlantı yerlerinde problemler yaşanabilir.

c) **Yangın Söndürme Devresi (Firefighting System):** Yangın durumuna karşı geminin her bölgesinde yangın devre boruları kullanılır. Gemilerin yangınla mücadele ekipmanlarının özellikleri, SOLAS (Uluslararası Denizde Can Emniyeti) sözleşmesi gereğince belirlenir. Klas kuruluşları, birçok SOLAS gerekliliklerini kurallarına yansıtmıştır. **Ana yangın hatları,** manuel yangın söndürmede deniz suyu kullanılan hortumlar için hidrantlarla donatılmış çelik borulardan oluşur (Görsel 3.1). Bu hatlar 10 bar çalışma basıncına göre tasarlanır. Bu borular hem iç hem de dış yüzeyden korozyona maruz kalabilir. Boru bağlantıları flanşlı olarak yapılır. Boruları ve hidrantları düzenlerken donmaya karşı önlem alınmalıdır. **Sprinkler sistemine** ait devrelerin boru çapları küçük olur ve 10 bar basınçta tatlı su ile dolu tutulur. Bu sistem, yaklaşık 70 ºC sıcaklıkta otomatik olarak suyu serbest bırakacak bir düzeneğe sahip olmalıdır. Bazı sprinkler sistemleri yüksek basınçta çalışarak sis oluşturur. Seperatör dairelerine, dizel makinelerin üzerine ve riskli yerlere basınçlı sis ile söndürme devreleri kurulur (Görsel 3.2).



Görsel 3.1: Ana yangın hattının hidrantlara bağlantısı



Görsel 3.2: Sprink bağlantısı

Su püskürtme sistemleri sprinkler sistemine benzer. Manuel olarak çalıştırılabilir. Kullanılmadığında kuru hâlde olan küçük çaplı borulardan oluşur. **İnert gaz sistemi,** 8 bin DWT ve üzeri petrol ve kimyasal tankerler ile 20 bin DWT ve üzeri tüm tankerlere uygulanır. İnert gaz devrelerinde genellikle düşük basınçlı, büyük çaplı yumuşak çelik borular kullanılır. Bu borulara daha küçük çaplı borulardan branşman yapılarak devreler oluşturulur. İnert gaz borularının iç yüzeyi genellikle korozyona uğramaz. Dış yüzeyleri de korozyona uğramaması için sık sık boyanır. **Karbondioksit devreleri,** karbondioksit salınımı ile ortaya çıkan yüksek basınç ve düşük sıcaklık ile ortaya çıkacak zorlu koşullara dayanıklı, küçük çaplı, sıcak daldırma galvanizli borulardan oluşur (Görsel 3.3). Ana karbondioksit hatları, karbondioksit tüpleri ile aynı basınca dayanacak şekilde tasarlanırken dağıtım hatları daha düşük basınca göre tasarlanır. **Yüksek genleşmeli köpük** sistemlerinde düşük basınçlı yumuşak çelik borular tercih edilir (Görsel 3.4). Genleşme oranı 1/200 olan köpük kullanılır. Devre basıncı 4-5 bardır.



Görsel 3.3: Karbondioksit devre bağlantıları



Görsel 3.4: Yüksek genleşmeli köpük sistemi

ç) **Akaryakıt ve Yanıcı Sıvı Taşıyan Devreler (Fuel Oil and Flammable Liquids Systems):** Yakıt taşıyan iki boru türü vardır ve bunlar borunun dayanacağı basınca göre sınıflandırılır. Düşük basınçlı borular yakıtı, depolama tankından servis tankına, ardından da besleme pompaları ile yakıt pompalarına taşır. Yüksek basınçlı borular ise yakıtı, yakıt pompalarından makinelerin yanma odasına iletmek için kullanılır. Gemilerin yakıtı genellikle çift dip, dinlendirme, servis ve borda depolama tanklarında depolanır (Görsel 3.5). Yakıt boruları balast tanklarından veya balast boruları yakıt tanklarından geçebilir. Ancak klas kuruluşları kirlilik riskinden dolayı bu boruların boyları için sınırlama getirmektedir. Bu borular; mümkün olduğunca kısa, et kalınlığı fazla ve flanş bakımından daha mukavemetli olmalıdır. Sörvey sırasında da daha çok muayeneye ve teste tabi tutulmalıdır. Dizel makinelerin yanma odasına yakıt ileten boruları çift cidarlı olmalıdır. Bu borular düşük karbonlu çelik alaşımlardan yapılır ve 150 ila 900 bar gibi yüksek basınçlarda çalışabilir. Bu borularda oluşacak çatlaklarda yakıt, sis şeklinde ortama dağılır. Sis hâlindeki yakıtın, makinenin turboşarj ve egzoz boruları gibi sıcak yüzeylerine temas etmesi ciddi riskler doğurur. Çift cidar, bunun önüne geçerek yakıtı hapseder. Borunun alt cidarı ile üst cidarı arasına hapsolan yakıt, bu iki cidarın arasından süzülerek dreyn tanka gider. Sıcak yüzeylere yakın geçen düşük basınçlı yağlama ve yakıt devrelerinin flanşları olası bir sızıntıya karşı koruyucu bir bant ile sarılır. Ayrıca mümkün olduğunca bu boru devreleri sıcak yüzeylerin etki alanından uzak olan yerlerden geçirilir. Yakıt transfer devrelerinde genellikle korozyona uğrayan yumuşak çelik kullanıldığından denetim sırasında bu boruların durumu incelenmelidir.



Görsel 3.5: Yakıt devrelerinin tank bağlantıları

d) **Dizel Makinelerin Soğutma Devreleri (Engine Cooling Systems):** Boru devreleri ile taşınan su, dizel makineleri soğutmak için kullanılır. Ana makine, birbirine iştirakli iki ayrı sistem tarafından soğutulur. İlki, denizden suyun alınıp tekrar denize verildiği açık soğutma sistemi olan **deniz suyu soğutma sistemi;** diğeri ise ana makine gövdesinde aynı suyun sürekli olarak sirküle edildiği kapalı sistem olan **tatlı su soğutma sistemidir.** Tatlı su devreleri makineleri doğrudan soğuturken deniz suyu devreleri, makineler tarafından ısıtılmış olan tatlı suyu ısı değiştiricilerde soğutmak için kullanılır (Görsel 3.6). Deniz suyu devreleri makine dairesinde ayrıca yağlama yağını soğutmak, buharı yoğuşturmak ve içme suyu elde etmek için de kullanılır. Makine dairesindeki soğutma suyu devreleri sürekli akışkan sirkülasyonunun olduğu sistemlerdir. Bu yüzden boru devrelerinde aşındırıcı korozyon ve erozyon meydana gelir. Türbülanslı akışın etkilerini azaltmak için deniz suyu devrelerinde uçları geyt (sürgülü) valf ve deniz sandıkları (sea chest) ile donatılmış yumuşak çelik borulardan faydalanılır. Deniz suyu devrelerinde kullanılan yumuşak çeliğe alternatif olarak galvanizli çelik, bakır, bakır alaşımları, alüminyum bronz gibi farklı malzemeler de kullanılır. Tatlı su devreleri de yumuşak çelikten imal edilir. Bu devreler, kapalı sistem çalıştığı için korozyonun önüne kimyasal ürünler kullanılarak geçilir.



Görsel 3.6: Soğutma devreleri ile ısı değiştiricilerin bağlantıları

e) **Buhar Devreleri (Steam Piping Systems):** Buhar; yakıt, yağ, hava ve suyu ısı transferi ile ısıtır. Ayrıca buhar, düşük devirli dizel makinelerin skavenç mahallinde olabilecek yangınları söndürmek ve deniz sandıklarında buzlanmanın önüne geçmek için de kullanılır. Buhar devreleri, dikişsiz borular ve yüksek sıcaklığa dayanıklı contalar kullanılarak flanşlarla birleştirilir. Buhar boru hattındaki herhangi bir kaynak işlemi, sertifikalı kaynakçılar tarafından yapılmalıdır. Makine dairesinde yangın azaltmak ve ısı kaybını önlemek için buhar devrelerine yalıtım yapılır (Görsel 3.7).

f) **Kargo Devreleri (Cargo Piping):** Gemilerin genelinde yumuşak çelikten imal edilen borular kullanılırken petrol tankerlerinin kargo devrelerinde paslanmaz çelik borular tercih edilebilir. Korozyona karşı boru yüzeyleri boyanır. Tanker kargo tankları, özel borulara sahip derin kuyu pompaları ile donatılır. Her tankın kendi pompası, boru devresi, bağlantıları ve manifoldu bulunur (Görsel 3.8). Büyük oranda kimyasal tankerlerde bulunan paslanmaz çelik borular, korozif kimyasallar taşıyan paslanmaz çelik tanklarda kullanılır. Kimyasal tankerlerde kargo boru devreleri kaynak birleştirmeli olur. Klas kuruluşları, alın kaynaklarının %100 radyografik teste tabi tutulmasını ister. Kimyasal ve petrol tankerlerinin valf bağlantıları ve boruların ayrılması için kullanılan çıkarılabilir kısa boru parçaları için flanşlı bağlantıya izin verilebilir. Kargo borularının düzenli testinin yapılması, zayıf noktaların önceden tespiti açısından önemlidir. LNG ve LPG gemilerinin kargo boruları, sıvılaştırılmış gazı çok düşük sıcaklıkta taşıdıkları için östenitik paslanmaz çelikten imal edilir. Termal genleşmenin veya büzülmenin önüne geçmek için boru devrelerine genleşme körükleri bağlanır. Boruların bağlantı sayıları minimumda tutulur. Körükler de dâhil olmak üzere boru devresi genellikle kaynaklı imal edilir. Ancak ekipmanların bakımına veya sökülmesine imkân sağlayacak sayıda flanş da içerir. Kargo tanklarının dışındaki boru sistemleri, kendiliğinden sönen, iki kat poliüretan köpük veya benzeri malzeme ile yalıtılır.



Görsel 3.7: Yalıtımı yapılmış buhar boru devreleri



Görsel 3.8: Kargo devre bağlantıları

g) **Hidrolik Devreler (Hydraulic Piping Systems):** Hidrolik borular, yüksek basınçlı borulardır. Büyük güçlerin gerektiği dümen manevrasında, piç kontrollü pervane ve baş iticilerin tahrikinde, valfler ve su geçirmez kaportalarda, güverte kreyn ve vinçlerinde, ambar kapaklarında kullanılır (Görsel 3.9). Bu sebeple yüksek basınca dayanıklı borular ve pompalar kullanılmalıdır. Borular; hasar, sürtünme, aşınma ve korozyon sonucu zayıflar. Bunun sonucunda hidrolik sıvısı, atomize hâlde yağ buharı olarak ortama püskürebilir. Yangın riskini azaltmak için hidrolik borular sıcak yüzeylerden uzak olmalıdır. Güvertede bulunan hidrolik boruların korozyona uğramasını önlemek önemlidir. Hidrolik borularla çalışırken veya boruları değiştirirken temizlik işlemine dikkat edilmelidir. Devrelerin korozyon, sızıntı veya mekanik hasar yönünden düzenli olarak kontrolü yapılmalıdır.

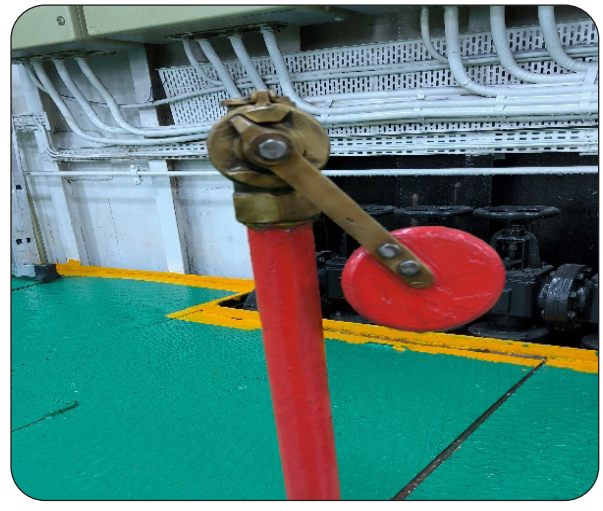


Görsel 3.9: Hidrolik boru bağlantıları

ğ) **Hava Firar ve İskandil Boruları (Air and Sounding Pipes):** Hava firar boruları, kapalı mahallerde ve tanklarda meydana gelen hacimsel değişikliklerin yüzeylerde ve kaynak dikişlerinde deformasyona sebep olmaması için kullanılır (Görsel 3.10). Kargo ambarları, açık güverteden geçen hava firar boruları ile donatılır. Bunlar kendiliğinden kapanabilir yapıdadır. İskandil boruları ise tank içindeki sıvının miktarını belirlemede kullanılan ölçüm aletinin tankın en alt noktasına kadar ulaşmasını sağlayan yumuşak çelik borulardan imal edilir (Görsel 3.11). Güvertede bulunan iskandil boruları, su girişini önlemek için dişli kapaklarla donatılır. Makine dairesindeki çift dip tanklarının iskandil borularında ise kendinden kapanabilir karşı ağırlıklı valfler bulunur. Hava ve iskandil boruları genellikle yumuşak çeliktendir. Bir tanka bağlanacak hava borusunun boyutları, borunun kesit alanı ile tankı doldurup boşaltan borunun kesit alanı karşılaştırılarak belirlenir. Bu hesaplama yüksek veya düşük basınç riskini önlemek için yapılır.



Görsel 3.10: Hava firar borusu



Görsel 3.11: İskandil borusu

3.1.1.3. Borularda Görülen Hasarların Nedenleri

Gemi boru devrelerinin zorlu çalışma şartları vardır. Bu devreler, çok yüksek veya çok düşük sıcaklıklarda aşındırıcı ve korozif akışkanlar taşır. Korozyon, aşınma, erozyon, malzeme yorulması, su çekici, sıcaklık, genleşme gibi farklı etkenlerin neden olduğu problemler boru devrelerinde sıkça görülür.

a) **Korozyon:** Boru devrelerinde en çok görülen problemlerin başında korozyonun sebep olduğu deformasyonlar gelir. **Korozyon,** metal malzemelerin içinde bulundukları ortam ile girmiş oldukları kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyonlar sonucu yapılarında meydana gelen bozulmaları ifade eder. Korozyonun gerçekleşmesi için anot, katot, elektrolit ve metalik iletim unsurlarının bir arada olması gerekir. Korozyon; asidik, bazik, tuzlu, nemli ve kirli ortamlarda daha fazla gerçekleşir. Metalden yapılan bütün malzemeler, içinde bulunduğu ortam gereği zamanla az veya çok korozyona uğrar. Korozyonun ilerlemesi ile metal malzemelerin fiziksel özellikleri değişir. Malzeme, sağlamlığını ve işlevselliğini kaybeder. Boru devreleri içten ve dıştan korozyona uğrar. İçeriden uğradıkları korozyonlar; genel, aşındırıcı, galvanik, erozyon ve yorulma şeklinde olur. Dışarıdan uğradıkları korozyonlar ise genellikle atmosferik şartlardan kaynaklanır. Bunun yanında borular, üzerine sıvı damladığında yerel olarak korozyona uğrayabilir. Kelepçe bağlantılarındaki gevşemeler de boru yüzeyinde aşınmalara neden olabilir. Borularda görülen bazı korozyon türleri şunlardır:

1. Genel-Tekdüze Korozyon (Uniform Corrosion)

Metale yönelik en yaygın saldırı şeklidir ve devrenin tamamına dengeli bir şekilde yayılır (Görsel 3.12). Bu korozyonun yayılma hızı; neme, sıcaklığa, oksijen ve tuz içeriğine bağlı olarak değişir. Deniz suyu taşıyan devrelerde yaygın olarak görülür. Güvertede, ıslanmaya uygun yerlerde, sintine ve balast tanklarında bulunan boru devreleri genel korozyon riskine maruz kalır. Tankerlerin güvertelerinde bulunan buhar devrelerinde de bu korozyon meydana gelebilir. Borular, izole edildikten sonra bir şekilde ıslanırsa korozyon burada hızla ilerler. Ölçülen korozyon, tasarım payından büyükse o boru devresinin yenilenmesi gerekir. Tablo 3.1'de çelik boru devreleri için optimum korozyon toleransları verilmiştir.



Görsel 3.12: Genel korozyon

Tablo 3.1: Çelik Boru Korozyon Tolerans Değerleri

Devre Adı	Korozyon Payı (mm)	Devre Adı	Korozyon Payı (mm)
Kızgın Buhar	0,3	Açık Sistem Kazan Besleme Suyu	1,5
Doymuş Buhar	0,8	Kapalı Sistem Kazan Besleme Suyu	0,5
Tank Buhar Isıtma	2,0	Deniz Suyu	3,0
Basınçlı Hava	1,0	Tatlı Su	0,8
Yağlama Yağı	0,3	Buzluk	0,3
Yakıt	1,0	Petrol Tankerleri Kargo Sistemleri	2,0
Termal Yağ	1,0	LNG/LPG Kargo Sistemleri	0,3
NOT: Bakır, pirinç, alüminyum pirinç, bakır-kalay gibi metal ve alaşımlarının kullanıldığı devrelerde korozyon toleransı 0,8 mm, bakır-nikel alaşımlı devrelerde ise 0,5 mm'dir.			

2. Çukur Korozyonu (Pitting Corrosion)

Boşlukların veya küçük çaplı deliklerin oluşumuna karşı boru yüzeyindeki koruyucu katmanın bozulması ile çukur korozyonu gerçekleşir. Düzensiz ve rastgele bir desene sahiptir. Genellikle yumuşak ve paslanmaz çelikte meydana gelir. Bu korozyon durgun bir ortamda daha hızlı gerçekleşir. İleri düzey bir çukur korozyonu varsa boru devresi yenilenmelidir.

3. Galvanik Korozyon (Galvanic Corrosion)

Farklı metaller arasındaki elektro-kimyasal bir sürecin sonucunda oluşur. Boruların, farklı bir metalden yapılmış ekipmanlar ile bağlantı yaptığı noktada görülür (Görsel 3.13). Bazı boru devreleri galvanik korozyonun etkisini kendisinden uzaklaştırmak için kurban görevi gören bazı elemanlarla donatılır. Bu elemanlar, korozyonu üzerine çekerek boruları korur. Borular rutin olarak incelenir ve gerektiğinde yenilenir.



Görsel 3.13: Galvanik korozyon

4. Grafit Korozyon (Graphitic Corrosion)

Dökme demir borular ve bağlantı elemanları bu korozyondan etkilenir. Akışkanın biriktiği veya akış hızının değiştiği büküm ve dirsek kısımlarında sıkça görülür. Grafit korozyonu, demirin oksidasyonu ile borunun iç kısımlarında ilerler. Bu da grafit pullar şeklinde görülen pas oluşumu ile sonuçlanır. Bu süreçte boru yenilenmezse zayıflayarak kırılır. Bu da istenmeyen sonuçlar doğurabilir. Grafit korozyonunun önüne geçmek için denizle bağlantısı olan her dökme demir boru ve bağlantı elemanı belirlenmelidir. On yıldan eski boruların et kalınlığının ultrasonik ekipmanlar ile her yıl düzenli olarak ölçülmesi gerekir. Gemi havuz sörveyinde iken bu boru devreleri sökülüp iç kısımları detaylı bir şekilde incelenir.

ARAŞTIRMA

Paslanma ile korozyon arasındaki farklılıkları araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

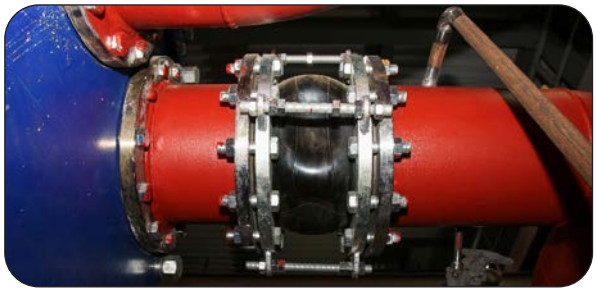
b) **Aşınma ve Erozyon:** Akışkanın boru iç yüzeyini aşındırmasıyla ortaya çıkar. Boruların aşınmayla mı yoksa erozyonla mı deformasyona uğradığını belirlemek için ikisinin de tanımlanması gerekir. **Aşınma,** akışkan içinde bulunan katı partiküllerin taşınarak yüzeyi yemesi ile oluşan mekanik bir süreçtir. Borunun ana metalini koruyan oksitlenmiş yüzey, bu tür akışlardan dolayı aşınmaya uğrarsa genel veya çukur korozyonu meydana gelebilir. Aşınmanın ana karakteristiği akış yönündeki çatlaklardır. Katı partiküllerin akışkan ile boru devresi boyunca taşınmasının önüne geçmek için filtre bağlantıları yapılır. Erozyon ise türbülanslı akışın boru iç yüzeyine çarpması ile meydana gelir (Görsel 3.14).



Görsel 3.14: Erozyona uğramış borunun iç yüzeyi

Erozyon; borunun büküldüğü, sıvı akışının yön değiştirdiği dirsekler ve valfler ile kaynaklı bağlantı gibi türbülansa neden olan yerlerde görülür. Türbülansın önlenmesi erozyonun önlenmesinin anahtarıdır. Pompalama hızının azaltılması ile birlikte daha büyük çaplı borular kullanılması türbülanslı akışın önüne geçerek erozyonu minimize edebilir.

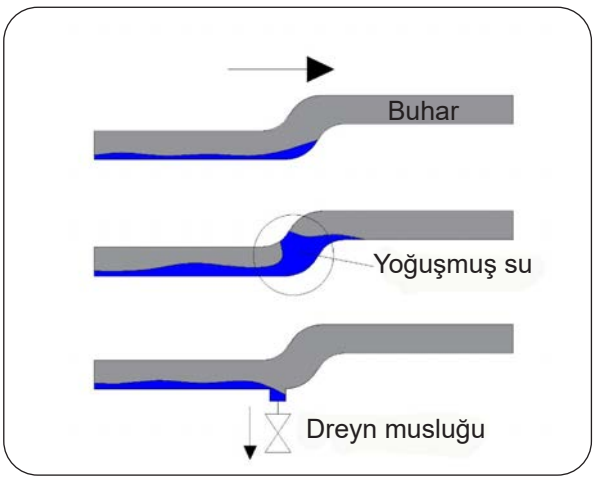
c) **Malzeme Yorulması:** Yorulma hasarı, çatlama ve çökme sonucunda metalin hızlı bir şekilde bozulması ile görülür. Malzeme yorulması, boruların ve makinelerin bağlantısı ile oluşan titreşimin sonucunda metalde görülen mekanik stresten kaynaklanır. Bu etkileri azaltmak için boru devrelerinin uygun yerlerine kompansatörler gibi titreşimi sönümleyecek elemanlar bağlanır (Görsel 3.15).



Görsel 3.15: Kompansatör bağlantısı

ç) **Su Çekici (Water Hammer):** Buhar devrelerindeki boruların iç yüzeylerinde yoğuşma ile su çekici olayı meydana gelir. Bu olay, az miktarda su bulunan soğuk boruya yüksek sıcaklığa sahip buharın girişi ile gerçekleşir. Ortaya çıkan gerilimler, olası genleşme ile birlikte boru bağlantılarını zorlar. Bunun önüne geçmek için boru hattındaki suyun dreyn edilmesi ve buharın kademeli olarak verilmesi gerekir (Görsel 3.16).

d) **Düşük Sıcaklık:** Çok düşük sıcaklıklar, izolasyonu yapılmamış boru devrelerinde suyun donmasına ve genleşmesine neden olur. Soğuk koşullarda yüksek viskoziteli veya katılaşmaya eğilimli sıvılar boru kesitini daraltacağı için pompalanmaları zor olacaktır. Akışı artırmak için basıncı yükseltmekten kaçınılmalıdır. Bu, borularda kalıcı hasarlara ve çatlamalara sebep olabilir. Bunun önüne geçmek için haricî ısıtma sistemi (heat tracing) veya antifriz eklemesi yapılabilir (Görsel 3.17).



Görsel 3.16: Su çekici



Görsel 3.17: Boru devresine haricî ısıtma uygulanması

e) **Genleşme:** Metalik borular, sıcaklığın etkisi ile genişler veya daralır. Geminin hareketi boruların esnemesine veya bükülmesine neden olur. Bu durumların önüne kompansatör gibi gerilim sönümleyici elemanlar ile geçilir. Boru geçişlerinin yapıldığı bölmelerin mukavemeti korunmalı ve boruların hareketinin neden olacağı gerilmeler absorbe edilmelidir.

BİLGİ KÜPÜ

Gemi boru devrelerinin bakımsız bırakılması ve yenilenmemesi durumunda hem can hem mal kaybı ile sonuçlanan üzücü kazalar yaşanmaktadır. Örneğin bir kargo gemisinin makine dairesindeki deniz suyu soğutma borusunun patlaması sonucu ana makinenin durdurulması gerekti. Bunun sonucunda gemi kontrolünü kaybederek kayalıklara çarptı. 4 mürettebat hayatını kaybederken gemide 1 milyon dolarlık hasar meydana geldi. Başka bir kazada dökme yük gemisinde depolanan tahıl, balast tankı ile kargo ambarı arasındaki hava borusundan su kaçması sonucu hasar gördü. Borunun tankın üstüne bağlı olduğu yerde korozyon çatlağı vardı ve balast tankının aşırı doldurulmasından dolayı bu çatlaktan sızıntı meydana geldi. Borunun zamanında onarılması 50 dolarlık bir maliyet iken ihmal sonucunda 120 bin dolarlık bir zarar ortaya çıktı. Bunlara benzer yaşanan birçok kazanın en önemli sebebi zamanında bakım ve yenileme işlemlerinin yapılmamasıdır.

Kaynak: A Master's Guide to: Ship's Piping adlı dokümandan düzenlenmiştir. (E.T.: 15.04.2025)

3.1.1.4. Boru Devrelerinin Sörveyleri

Gemilerin inşa sürecinde belirli kurallara uygunluğunu denetleyen bağımsız kuruluşlara **klas** ya da **loyd** denir. Gemilerin belirli zaman periyotlarında denize elverişliliğinin değerlendirildiği, tekne, makine ve teçhizatın durumlarının kontrol edildiği denetleme çalışmalarına **sörvey,** bu denetimleri yapan kişilere de **sörveyör** adı verilir. Gemilerin yıllık, ara ve yenileme olmak üzere üç sörvey dönemi vardır:

a) Yıllık Sörvey: Gemilerin ilk klasa giriş tarihinin ya da son klas yenileme tarihinin yıl dönümünden 3 ay önce veya sonra yapılır.

b) Ara Sörvey: Gemilerin, 2 veya 3. yıllık sörveylerinde ya da bu sörveylerin arasında yapılır.

c) Yenileme Sörveyi: Beş (5) yıllık periyotlarla yapılan sörveydir.

Klas kuruluşlarının kuralları gereği; gemilerin yıllık, ara ve yenileme sörvey dönemlerinde boru devrelerinin de incelenmesi gerekir. Yıllık sörveylerde (annual surveys) borular görsel olarak kontrol edilir. Tankerlerin kargo sistemlerinin yıllık kontrolleri ile diğer gemilerin sağlamlıklarından şüphe edilen devreleri için basınç testi yapılır. Borda, koferdam, tank ve alabanda saclarından geçen boru devrelerinin geçiş yerlerindeki kontrolleri daha dikkatli yapılır. Ara sörveyler (intermediate surveys) ile yıllık sörvey işlemleri benzerdir. Yenileme sörveylerinde (renewal surveys) borular göz ile muayene ve çekiç testi ile birlikte basınç testine de tabi tutulur. Sörveyör, hangi boru devrelerine basınç testi uygulanacağına karar verir. Kızgın buhar taşıyan borular ve yangın devreleri her zaman test edilir. Bazı boruların iç muayenesi için devreler sökülebilir. Güvertede belirlenen bazı boruların, ultrasonik ölçme yöntemleri ile et kalınlıkları tespit edilir. Boruların yeni bölümleri basınç testine tabi tutulur ve kaynaklı olan yerlerinin tahribatsız muayene yöntemleri ile değerlendirilmesi yapılır.

Genel uygulamaların dışında boru devrelerinin gemi tiplerine bağlı olarak farklı sörvey zamanlarında Tablo 3.2'deki işlemlere dikkat edilir.

Tablo 3.2: Boru Devrelerinin Sörvey İşlemleri

Sörvey Dönemi	Bütün Gemi Tipleri	Tankerler	Dökme ve Kuru Yük Gemileri
Yıllık Sörvey	Bütün temel servisler ile birlikte özellikle sabit veya su kullanan yangın söndürme sistemleri incelenir. Yangın hattına çalışma koşulları altında bir test uygulanır. Sintine pompalama sistemleri incelenir ve test edilir.	Sörveyör gözetiminde güvertede, koferdamda, pompa odasında, boru tünellerinde ve boş alanlarda bulunan borular dâhil olmak üzere tüm kargo, buhar ve balast devreleri incelenir. Özellikle korozyon ve gaz sızıntısı olmadığını doğrulamak için inert gaz borularına, ham petrol yıkama boruları ile bağlantı parçalarına, pompa odasına ve hızlı korozyona yatkın yüksek sülfür içeren yağ borularına dikkat edilir.	Diğer gereksinimlere ek olarak güverte, koferdam ve boru tünelleri de dâhil kargo ambarlarındaki ve balast tanklarındaki borular incelenir.
Ara Sörvey	Yıllık sörvey ile aynı işlemler ara sörveyde de uygulanır.	Yıllık sörvey ile aynı işlemler ara sörveyde de uygulanır. Ancak genel muayene sonucunda sörveyörün tespitlerine göre boruların sökülmesi, hidrostatik test ve et kalınlıklarının ölçülmesi gerekebilir.	Yıllık sörvey ile aynı işlemler ara sörveyde de uygulanır.
Yenileme Sörveyi	Bu sörvey uygun bakımlar ile gerekli ara sörveylerin yapılması koşuluyla geminin tüm boru sistemlerinin bir sonraki sörvey dönemi için yeterli durumda olduğunu göstermeye yönelik kapsamlı incelemeleri ve kontrolleri içerir. Ana operasyonlar için kullanılan makineler ve tüm boru sistemleri incelenir ve sörveyörün gerekli görmesi hâlinde teste tutulur. Buhar boruları özellikle incelenir. Kızgın buhar devreleri ek testlere tabi tutulur. Basınçlı hava boru devreleri iç muayene için sökülür ve hidrostatik teste tabi tutulur. Yakıt ve yağlama boru devreleri de dikkatli bir şekilde incelenir.	Kargo tankları, balast tankları, çift dip tankları, boru tünelleri, koferdam, güverte ve sac geçişlerindeki bütün boru devreleri incelenir ve çalışma koşulları altında test edilir. Sörveyör boru devrelerinin sızdırmazlığını kontrol eder ve durumlarının tatmin edici olup olmadığına karar verir. Yıllık ve ara sörvey gereksinimlerine ek olarak havalandırma boruları ve basınç vakum valfleri de dâhil sıvı kargo taşıyan devrelerin bütün makineleri incelenir. İnert gaz sistemleri ana bileşenleri ile birlikte incelenir ve çalışma koşulları altında test edilir. Bütün incelemelerin ardından ek kontroller gerekebilir. Devrelerin sökülmesi, hidrostatik test ve et kalınlığı ölçümlerinin hepsi yapılabilir.	Kargo tankları, balast tankları, çift dip tankları, boru tünelleri, koferdam, güverte ve sac geçişlerindeki bütün boru devreleri incelenir ve çalışma koşulları altında test edilir.

3.1.1.5. Borularda Hasar Tespit Adımları

Gemi devrelerinde kullanılan boruların hasar tespiti, gemi işletme güvenliği açısından hayati bir konudur. Yakıt, balast, yangın, soğutma, yağlama gibi birçok sistemin taşıyıcısı olan bu boruların arızalanması; yangın, deniz kirliliği, sistem arızaları ve hatta can kaybı gibi ciddi sonuçlara yol açabilir. Boruların hasar tespiti yapılırken bazı adımların takip edilmesi gerekir.

a) **Ön Hazırlık ve Planlama:** Borunun bağlı olduğu sistem (örneğin yakıt, soğutma, yangın hattı) tespit edilir. Borunun akışkanı, sıcaklığı, basıncı, yönü, çapı, malzemesi belirlenir. Boru devrelerinin resimleri (P&ID), sistem planları ve bakım kayıtları incelenir. İş güvenliği açısından sistemin basıncı ve sıcaklığı düşürülür. Gerekirse valfler kapatılır ve sistem boşaltılır. Yangın tehlikesi varsa gaz ölçümleri yapılır. Eldiven, gözlük, maske, iş kıyafeti gibi gerekli KKD (Kişisel Koruyucu Donanım) giyilir.

b) **Görsel Muayene:** Boruların ve devrelerin görsel muayenesi yapılırken borunun dış yüzeyi (özellikle kaynak ve flanş bölgeleri), askı noktaları ve kelepçeleri, bağlantı noktaları ile izolasyon malzemesinin alt bölümleri incelenir. Bu incelemede kamera/termal kamera, büyüteç gibi ekipmanlar kullanılır. Görsel muayene ile korozyon, sızıntı izleri, şekil bozuklukları, kaynak çatlakları, titreşim belirtileri, yalıtımda deformasyon gibi hasarlar gözlemlenir.

c) **Tahribatsız Muayene Yöntemleri (NDT):** Bu yöntemler ile borunun sökülmeden iç ve dış yapısının kontrol edilmesi sağlanır. Ultrasonik ölçüm ile borunun et kalınlığı ölçülür. Aşınma ve iç korozyon tespiti yapılır. Penetrant testi ile boru yüzeyinde ve kaynak yerlerinde çatlaklar belirlenir. Boru iç kamerası kullanılarak borunun içi doğrudan görülebilir. İç çatlak, korozyon ve tortu birikimi izlenir.

ç) **Hidrostatik Test:** Borunun çalışma basıncının üzerinde sızdırma veya deformasyon olup olmadığını tespit etmek için uygulanır. Bu testte boru devresinin bir ucu körlenir. İçinde hava kalmayıncaya kadar devre su ile doldurulur. Çalışma basıncının 1,5 katı değerdeki test basıncı, loyd kuruluşunun istediği süre kadar boru devresine uygulanır. Manometrede basınç düşüşü izlenir. Devrenin tamamında görsel olarak kaçak yerleri tespit edilir.

d) **Vibrasyon Ölçümü:** Pompa çıkışlarında veya makine bağlantılarında yoğun olan titreşim, borularda zamanla çatlak meydana getirebilir. Boruların sabitlenmemesi, uzun boru hatlarında rezonansa neden olur. Bu tür durumlar için titreşim analizi ve hareket ölçerler kullanılır.

e) **Raporlama:** Borularda yapılan hasar tespitinin ardından elde edilen bulgular raporlanır. Raporda yer alması gereken bilgiler şunlardır:

- Borunun konumu, çapı, tipi, sistemi
- Uygulanan muayene yöntemleri
- Ölçüm sonuçları (et kalınlığı, basınç dayanımı)
- Tespit edilen hasarın tipi ve yeri (fotoğraf/diyagram ile)
- Hasarın olası nedeni (korozyon, darbe, titreşim, yorgunluk vs.)
- Tavsiye edilen düzeltici işlem (onarım, değişim, güçlendirme)

3.1.1.6. Hasarlı Borularda Yapılacak İşlemler

Bir gemideki bütün boru devrelerini tek tek incelemek mümkün değildir. Bu da problemlerin ortaya çıkmasından sonra müdahale edilebileceğini gösterir. Bir boru devresinde hasar ve sorunlar olduğu tespit edilirse yapılması gereken işlemler şunlardır:

- İlgili devre pompalarının elektriği kesilerek devreden çıkartılır. Boru devresinin etkilenen bölgesinin valfleri kapatılır ve kör flanşlar ile izole edilir.
- Elektrikli ekipmanların ıslanmamasına dikkat edilir. Ekipmanların ıslak olması hâlinde elektrik çarpması yaşanabileceğinden bunların elektrik bağlantıları kesilir.
- Yağ ve yakıt sızıntısı gerçekleşirse bunun çevreye yayılmasını önlemek için emici materyaller kullanılır. Yakıt devresindeki sızıntının sıcak bölgeler ile temas etmemesi için önlemler alınır.
- Buhar devrelerinde kaçak meydan geldiği takdirde ciddi yaralanmalar olabileceğinden kazan bölgesi boşaltılır. Buhar, çok yüksek sıcaklığa sahip olduğunda tespit edilmesi ve görünürlüğü zor olacaktır. Buhar devresinde fazla gürültü varsa bu buharın aşırı ısınmış olduğunu gösterir. Bir direğin ucuna bez bağlanarak muhtemel kaçak bölgesinde test yapılır. Bezin hareket ettiği yer belirlenir. Kazan sistemi kapatılıp soğuduktan sonra devreye müdahale edilir.
- Bir petrol tankerindeki balast boruları arızalanırsa balast suyu petrol ürünleri ile kirlenmiş olabilir. Bu yüzden balast suyunu denize boşaltmadan önce dikkatli olunmalı, yüzeyinde yağ olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Kimyasal ve LNG/LPG tankerlerinin kargo borularında sızıntı olması hâlinde ortama yayılan gaz ve zararlı kimyasalın personel ile temas etmemesine dikkat edilir. Kargo borularında oluşacak yanıcı gaz kaçağı patlama tehlikesine sebep olabilir. Sıvılaştırılmış gazın sızması ve güverte kaplamasında birikmesi hâlinde çok ciddi sonuçları olabilecek süper soğuk şok gerilim çatlaması meydana gelebilir.
- Doğrudan geminin kaplama sacına bağlı olan boru devrelerinde arıza meydan gelmesi su baskınları ile sonuçlanabilir. Özellikle bu devrelerin geminin su hattının altında ve makine dairesinde olması durumunda bu tehlike daha büyük önem arz eder. Bu durumda hem emme hem de basma valflerinin kapalı olduğundan ve acil durum sintine alıcı devresinin aktif olduğundan emin olunmalıdır.
- Tespit edilen hasarın ardından boru hattı ile ilgili düzeltici ve önleyici önlemler alınır. Zaman ve mekân uygunsuzluğundan dolayı boru yenilenmesi mümkün değilse yerinde onarım ile geçici olarak tadilat yapılır. Küçük çatlaklar, delinmeler, yüzey çukurları kaynakla onarılır. Uygun elektrot ve kaynak prosedürü (WPS) kullanılır. Hasarlı bölgeye yama (patching) yöntemi ile uygun kalınlıkta metal parça kaynatılır. Bu tür önlemlerin ardından geminin havuzlanmasında boru hattının yenilenmesi ile kalıcı olarak hasarlar ortadan kaldırılır. Mevcut boru hattının ölçüleri çıkarılarak aynı malzeme ve çapta olacak şekilde yeni devre imalatı yapılır. Kaynak ve bağlantı yerleri NDT yöntemleri ile birlikte hidrostatik teste tabi tutulur. Onay alındıktan sonra devre parçası yerine monte edilir.

3.1.1.7. Boru Devrelerinin Kontrolü ve Bakımı

Korozyona dayanıklı malzemeden yapılmayan ve galvaniz veya plastik ile kaplanmayan boru devreleri mutlaka boyanmalıdır. Genel olarak boruların bakımı, zayıf olanların tespit edilerek yenilenmesi üzerine yoğunlaşmalıdır. Sızıntı meydana gelmeden önce zayıf boruları belirlemek önemlidir. Çünkü boru devrelerinin bakımı, fiili onarım ya da yenileme kadar kontroller ve zayıf noktalarının basınç testleri ile tespit edilmesi ile de ilgilidir. Bunun için yapılması gereken işlemler şunlardır:

- Geminin bakım planında belirtilen şekilde açık, ıslak ve nemli yerlerde bulunan borular düzenli aralıklarla incelenir. Koruyucu kaplamada deformasyonların olup olmadığı kontrol edilir. Boru kelepçelerinde ve genleşme bağlantılarında aşınma durumuna bakılır.

- Boruların pompalara bağlandıkları yerlerde iç yüzeyleri (sökülmelerini gerektirebileceğinden) incelenir. Bu noktaların erozyondan dolayı çatlamaya uğrayıp uğramadığı kontrol edilir.

- Bakır boru devrelerinde korozyon belirtisi olarak yeşil renklenme olup olmadığı kontrol edilir.

- Titreşimin olduğu boru devrelerinde yorulma korozyonunun en çok görüldüğü büküm, dirsek ve destekler kontrol edilir.

- Boruların bükülmesi genellikle soğuk işlem ile yapıldığı için dışa bakan kısımlarında et kalınlığı azalabilir. Bu kısımlar erozyonun etkisini daha erken göstereceği yerlerdir. Bu yüzden ultrasonik ölçüm aletleri ile büküm yerlerinin kalınlık ölçümü yapılır.

- Galvanik korozyonun etkisini incelemek için boru devresine farklı bir malzemeden bağlantı yapılıp yapılmadığı kontrol edilir.

- Genleşme bağlantılarında deformasyon kontrolü yapılır. Aşırı basınçla oluşabilecek çarpılma durumu incelenir.

- Hızlandırılmış korozyona neden olabileceğinden yerel sızıntıların varlığı kontrol edilir. Deniz suyunun kullanıldığı balast ve soğutma suyu devrelerindeki valflerin salmastraları incelenir. Kaçak varsa salmastralar uygun bir şekilde sıkılır.

- Borunun koruyucu kaplaması onarılır. Korozyon tolerans değerlerine ulaşan boru devreleri yenilenir.

- Nem veya sızıntıdan şüphelenilmesi durumunda buhar devresinin izolasyonu kaldırılır ve korozyon kontrolü yapılır. Korozyona uğrayan borular onarılır veya değiştirilir. İzolasyon da su geçirmez bir malzeme ile yenilenir.

- Tuzlu su taşıyan paslanmaz çelik boruların dışında çukurlaşma olup olmadığı kontrol edilir. Çukurlaşma, boruların dış kısmında oluşacak küçük paslı noktalar ile kolayca tespit edilir. Tel fırça ile pas temizlenir ve boyanarak geçici onarım yapılır. Borunun iç yüzeyinde de çukurlaşma görülebilir. Bunun tespit edilmesi için boru devresinin sökülüp görsel olarak incelenmesi gerekir. Deniz suyu kullanılmadığı sürece kaliteli paslanmaz çelik borular bunlara dayanıklıdır. Klas kuruluşları tarafından tuzlu su taşıyan devrelerde östenitik paslanmaz çelik kullanılmaması tavsiye edilir. Östenitik paslanmaz çeliklerin deniz suyuna karşı toleransları zayıftır. Dubleks paslanmaz çelikler devre uygulamalarında daha çok tercih edilir.

- Basınç testleri, görsel muayeneler ile birlikte koordineli yapılır. Bazı sörveyörler görsel muayeneden önce basınç testinin uygulanmasını isteyebilir. Görünür bir hasar olmasa bile boru devresi darbe aldıktan sonra basınç testi düzenlenmelidir. Su kullanılarak yapılan hidrolik basınç testinde devre elemanları izole edilerek çalışma basıncının 1,5 katı değerde basınç uygulanır. Basınç testi yapılmadan önce her zaman risk değerlendirmesi yapılmalıdır.

Korozyona uğrayan ve mekanik hasarlar alan boru devreleri normalde onarılmaz, yenilenerek değiştirilir. Şartlar gereği geçici olarak kaynaklı yamalar gibi yerel onarımlar yapılabilir. Kaynak işleminde koruyucu tabaka zarar göreceğinden ve korozyon hızını artıracağından kaynak ile yapılan işlemler geçici onarım olacaktır. Kaynak işleminin haricinde sızıntının olduğu yere kauçuk kelepçeler bağlanarak da geçici önlemler alınabilir. Bu geçici çözümlerin yerine, kısa sürede boru devrelerinin yeniden imal edilmesi gerekir. Kalıcı onarımlarda boru devresi sökülerek tekrar imalatı yapılır. Bu onarım sadece klas kuruluşunun onayladığı malzeme özelliklerine sahip devre elemanları ile yapılır. Bu onarımın sörveyör tarafından incelenerek onaylanması gerekir. Onarım veya yenileme yapıldıktan sonra basınç testi ile sızdırmazlık ve tahribatsız muayene yöntemleriyle de kaynak dikişleri kontrol edilir.

BORULARIN HASAR TESPİTİ

Amaç: Gemi borularının hasar tespitini yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Kişisel koruyucu donanım (eldiven, gözlük, iş ayakkabısı), ultrasonik et kalınlık ölçer, kumpas, çekiç, markalama kalemi, kamera, penetrant sıvısı, sızdırmazlık test cihazı.

Görev: Deforme olmuş ve korozyona uğramış bir boru devresinin hasar tespitini yapınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Boru hattındaki akışı durdurunuz. İçindeki sıvı veya gazı kontrollü şekilde dreyn ediniz.
3. Gözle muayene yaparak deformasyon, çatlak, paslanma veya sızıntı belirtilerini tespit ediniz.
4. Boru yüzeyindeki renk değişimleri, yüzey kabarmaları veya metal kaybı gibi korozyon belirtilerini işaretleyiniz.
5. Penetrant sıvısı uygulayarak kaynak yerlerinde çatlak, kırılma gibi belirtileri tespit ediniz.
6. Borunun eğilmiş, bükülmüş veya çöküntü oluşmuş bölgelerini fiziksel olarak kontrol ediniz.
7. Ultrasonik et kalınlık ölçüm cihazı ile borunun çeşitli noktalarındaki metal kalınlığını ölçerek incelmiş bölgeleri tespit ediniz.
8. Hava veya su ile sızdırmazlık testi planlayınız. Sızıntı yerlerini gözlemleyiniz.
9. Tespit edilen tüm deformasyon ve korozyon bölgelerini devre resmi üzerinde belirleyiniz.
10. Bulguları, ölçüm değerlerini ve görsel verileri içeren bir teknik rapor oluşturunuz.
11. Kullandığınız ekipmanları yerlerine koyunuz. Çalışma ortamınızı temiz bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Sistem içerisinde bulunan basınç/sıvı tahliyesini güvenli şekilde yaptı.	10	
Boru hattını görsel olarak dikkatli bir şekilde inceledi.	10	
Korozyon belirtilerini tespit etti.	10	
Deformasyonlu alanları, doğru şekilde tespit etti.	10	
Et kalınlık ölçümünü, doğru cihazla ve teknikle uyguladı.	10	
Penetrant sıvısı ile kaynak yerlerindeki hasarları tespit etti.	10	
Sızdırmazlık testi ile sızıntıları tespit etti.	10	
Tespit ettiği hasarları, çizim veya resimde işaretledi.	10	
Hasar tespit raporunu, eksiksiz ve anlaşılır biçimde hazırladı.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

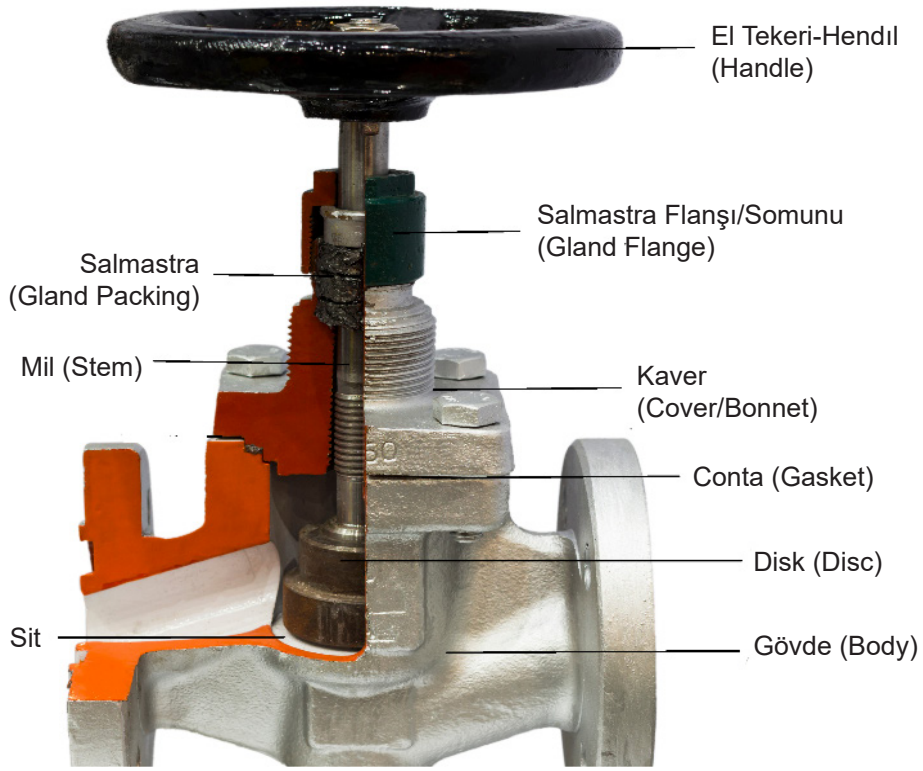
Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

3.1.2. Valflerin Hasar Tespiti

Valfler, gemi boru hatlarında akışkanların akışını düzenleyen ve operasyonların verimli olmasını sağlayan kritik elemanlardır. Ancak yaşanabilecek valf hasarlarının güvenlik tehlikelerinden işletme kesintilerine ve mali kayıplara kadar uzanan ciddi sonuçları olabilir. Valf hasarlarının teşhisi, nedenleri ve çözüm yollarını kavrayabilmek için valfleri meydan getiren elemanlar ve gemi devrelerinde kullanılan valf çeşitlerinin özelliklerinin bilinmesi gerekir. Böylece hasarlar daha hızlı ve doğru bir şekilde giderilebilir.

3.1.2.1. Valf Elemanları

Valfleri meydana getiren elemanlar, bütün valf gruplarında ortak adlandırılsa da yapılarında bazı farklılıklar olabilir. Valflerde açma ve kapama işlemini yapan ve birbirini tahrik eden hareketli elemanların yanı sıra sabit olan elemanlar da bulunur (Görsel 3.18).



Görsel 3.18: Valf elemanları

a) **El Tekeri (Hendıl):** Açma ve kapama yapmak için valf miline hareket veren elemandır. Kol ya da dairesel yapıda olan hendılın üzerinde hangi devreye ait olduğunu gösteren etiketler ile açma ve kapama (open/shut) yönlerini gösteren markalamalar bulunur.

b) **Gövde:** Valfi oluşturan parçaları bir arada tutan ana elemandır. Akışkanın giriş ve çıkış yaptığı noktalarda gövde boru hatlarına dişli, flanşlı veya kaynaklı olarak bağlanır.

c) **Kapak (Kaver):** Gövdeye kapaklık ve mile yataklık yapar. Döndürme organını (aktüatör/hendıl) taşır. Kaver fonksiyonel parçaların montaj ve demontajını kolaylaştırır. Üç kapak tipi bulunur. Bunlar; dişli, flanşlı ve kaynaklı olarak gövdeye monte edilir.

ç) **Valf Trimi:** Akışkan ile doğrudan temas hâlinde olan mil, disk ve sitin oluşturduğu elemandır. Mil (spındıl), valfin tahrik elemanından aldığı hareketi diske ileten elemandır. Disk ise milin tahrikiyle akışkanı kontrol eder. Milin doğrusal hareket ettiği valflerde disk aşağı veya yukarı hareket ederken milin dairesel hareket ettiği valflerde ise disk milin etrafında açısal hareket eder. Dairesel, konik, küresel gibi farklı geometrilere sahip diskler mevcuttur. Sit, valfin kapanması istendiğinde disk ile sızdırmaz bir yüzey oluşturarak akışkan geçişini engeller. Sitler, valf gövdesi işlenerek imal edildiği gibi gövdeye sıkı geçme olarak da monte edilebilir. Bir valfin tam kapalı konumunda iken akışkan geçişinin engellenmesi için diskin ve sitin boşluk kalmaksızın yüzeylerinin birbirleriyle örtüşmesi gerekir.

d) **Sızdırmazlık Elemanları:** Valflerin içindeki akışkanın ortama akmasını önlemek için kullanılan elemanlardır. Salmastra (gland packing), valf mili ile kaver arasında sızdırmaz bir yüzey oluşturmak amacıyla kullanılan elemandır. Salmastra flanşı (gland flange), salmastraların salmastra yuvasına uygun sıkılıkta sabitlenmesini saplama ve somunlar yardımıyla sağlar. Bazı salmastra flanşlarında salmastrayı yuvaya ittiren burç kısımları yekpare iken bazılarında ayrı bir parçadır. Bazı valflerde ise salmastra flanşının yerine somunlu dişli bir kapak bulunur. Kaver üzerine açılmış salmastra kutusu/yuvası (stuffing box) ise salmastraların belirli bir düzende yerleştirildiği kısımdır. Conta (gasket), valf gövdesi ile kaver arasında sızdırmazlığı sağlayan elemandır.

3.1.2.2. Valf Çeşitleri

Gemi devrelerinde kullanılan valfler; stop, çek ve kontrol valfleri olmak üzere üç ana grupta incelenir:

a) **Stop Valfler:** Boru devrelerinde açma, kapama veya debi ayarı yapmak amacıyla kullanılan valf grubudur. Stop valfler, boru devrelerinde kontrollerin ve bakımların yapılması sırasında ekipmanların ve makinelerin sistemlerden izolasyonunu sağlar.

1. Sürgülü/Geyt Valf (Gate Valve)

Akışkan kontrolünü tam açık veya tam kapalı pozisyonda gerçekleştiren valf türüdür (Görsel 3.19). Sürgülü valflerde akışkan, valf gövdesinden yön değiştirmeden doğrusal olarak geçer. Bu yüzden akışa karşı direnç azdır ve basınç düşümü minimum düzeydedir. Geyt valflerde disk, akış yönüne göre dik olarak hareket eder. Hendılın hareketi ile mil, diski valf sitinden ayırmasıyla akış sağlanmış olur. Valf tam açık konuma getirilmediğinde akışkan diskin arkasında türbülans meydana getirdiği için debi ayarı bu valflerde uygun değildir.



Görsel 3.19: Geyt valf

2. Glob Valf (Globe Valve)

Akışkan debisini ayarlamak için kullanılan glob valfler her türlü pozisyonda çalışmaya uygundur. Hendıl döndürüldüğünde mil ve disk birlikte hareket ederek valf açılıp kapatılabilir. Düz ve konik yapıda olabilen diskler, gövde içinde yatay pozisyonda bulunur. Glob valfler boru devrelerine bağlanırken üzerinde bulunan ok yönüne göre bağlanmalıdır. Akış yönüne göre bağlanmayan valfler, devrenin uygun çalışmasını engeller. Glob valflerde akışkan valf içinde yön değiştirdiği için basınç kayıpları fazla olur. Açma veya kapama işlemi, strok boyunun kısa olmasından dolayı kısa sürer. Yüksek sıcaklık ve basınçlarda kullanılmaya uygundur. Gövdeleri düz geçişli olabilir (Görsel 3.20). Giriş ve çıkış açıları 90 derece olan köşe/gönye tip glob valfler de yaygın olarak kullanılır.



Görsel 3.20: Düz geçişli globe valf

3. Küresel Valf (Ball Valve)



Görsel 3.21: Küresel valf kesiti

Bu valfler; valfi açarak, kapatarak veya kısmen açarak akışkanın geçişini kontrol eden, ortası delik küresel bir diske sahiptir (Görsel 3.21). Küresel valfler, çeyrek dönüşlü valflerdir ve açılıp kapanması için yalnızca 90 derecelik bir dönüş yeterlidir. Hendıl, boru hattıyla aynı hizada olduğunda açık, boru hattına dik olduğunda kapalıdır. Küresel valfin kullanımı ve bakımı kolay olduğundan boru devrelerinde yaygın olarak kullanılır. Boru devrelerine bağlantı yapılırken hendıl yukarıda olacak şekilde dikey olarak her iki yönde de bağlanabilir. Disk ve sit arasında sızdırmazlığı sağlayan teflon sayesinde akışkan kaçakları meydana gelmez. Küresel valflerde basınç kayıpları minimum düzeydedir. Tam açık ve tam kapalı arasındaki kademeli konumlarda akış hızlarını doğru bir şekilde kontrol etmede genellikle daha az etkilidir.

4. Kelebek Valf (Butterfly Valve)

Tam açık veya tam kapalı konumda kullanımının yanında debi ayarı için ara açı değerlerinde de kullanılabilir. Kelebek valfler merkezlerinden geçen milin etrafında diskin 90 derecelik çeyrek tur dönüşüyle açma veya kapama yapabilir. Kelebek valfler, boru devrelerine dikey veya yatay monte edilebilir. Az sayıda parçaya sahip olduğu için bakım maliyetleri azdır ve fazla yer kaplamaz. Basınç kayıpları, yaklaşık olarak boru çapıyla aynı iç çapa sahip olduğu için azdır. Gemilerin deniz suyu, tatlı su ve soğutma devrelerinde sıkça kullanılır. Yapılarında bulunan kauçuk disk veya sitlerden dolayı yüksek sıcaklığa dayanıklı değildir. Bazı kelebek valflerin contaları valf üzerinde bulunduğu için flanş bağlantısı yapılırken ilave conta kullanımına gerek yoktur. Kol şeklinde hendılı olan kelebek valflerde doğrudan mil ve disk hareket ettirilirken (Görsel 3.22.a) büyük çaplı boru devrelerinde kullanılan dairesel hendıla sahip valflerde dişli bir aktüatör ile valf kontrol edilir (Görsel 3.22.b).



a) Kollu



b) Dişli aktüatörlü

Görsel 3.22: Kelebek valfler

5. İğne Valf (Needle Valve)

Küçük çaplı boru devrelerinde hassas akış ayarı yapmak amacıyla kullanılan iğne valfin hidrolik ve pnömatik devrelerde kullanımı yaygındır. Diskin konik yapıya sahip olduğu iğne valflerde gövde yapısı düz veya köşe tipli olabilir. Konik yapıdaki disk, site yaklaştırıldıkça kesit azaldığı için akış debisi ve basınç da azalır. Uzaklaştırıldığında ise debi ve basınç artar. Farklı basınç aralıklarında çalışabilen iğne valflerin korozyon direnci, gövdelerinin paslanmaz çelikten veya pirinçten imal edilmesinden dolayı yüksektir. İğne valfler, akışı düzenlemenin yanı sıra hassas gösterge ve ölçü aletlerini ani basınç dalgalanmalarından da korur (Görsel 3.23).



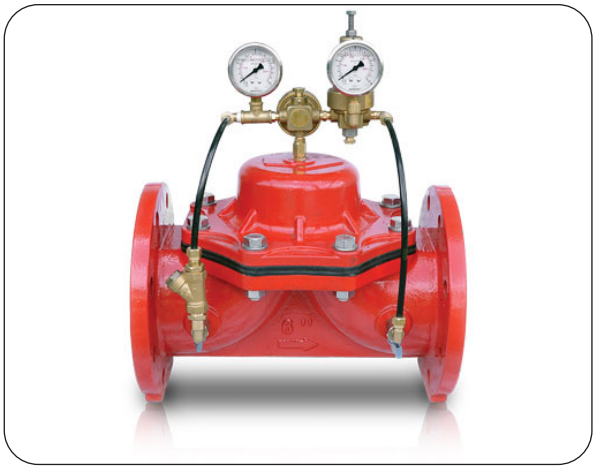
Görsel 3.23: İğne valf ve manometre

6. Diyafram Valf (Diaphragm Valve)

Membranlı valf olarak da adlandırılan diyafram valflerde diyafram/membran, akış yönüne dik hareket ettirilerek sızdırmazlığı sağlayan yüzeye oturtulur (Görsel 3.24). Bu valfler, içeriğinde katı partiküller bulunan akışkanların olduğu boru devrelerinde ideal bir sızdırmazlık sağlar. Kauçuk bazlı malzemelerden üretilen diyafram sayesinde en aşındırıcı kimyasallarla bile kullanılabilir. Çift yönlü çalışabilen bu valfler ile debi ayarı yapılabilir. Gemilerin tuvalet, pis su gibi atık su devreleri için uygundur ancak yüksek sıcaklıktaki devreler için uygun değildir.

7. Pistonlu Valf (Piston Valve)

Glob ve geyt valflerin bir karışımı olan pistonlu valfler, disk ve sitin yerine silindirik bir piston ve bu pistonun üzerinde bulunan elastik, değiştirilebilir sızdırmazlık elemanı kullanılarak üretilir (Görsel 3.25). Diğer valflere göre sızdırmazlıkları çok iyi düzeydedir. Akışta türbülansı ve titreşimi önleyen pistonlu valfler, akışkan karakteristiğini olumlu etkiler. Uzun ömürlü olup sık bakım gerektirmez. Gemilerin hava devrelerinde tercih edilir. Tam açık veya tam kapalı konumda kullanılmaları daha uygundur.



Görsel 3.24: Diyafram valf



Görsel 3.25: Pistonlu valf kesiti

8. Çabuk (Ani) Kapama Valfi (Quick Closing Valve)

Bu valfler, gemilerin yakıt ve yağ devreleri gibi alevlenebilen sıvıların depolandığı tankların boru devrelerine monte edilir. Yangın gibi olağan dışı durumlarda bu valfler, boru hatlarındaki akışı kesmek için manuel olarak tel halat, hidrolik veya pnömatik sistemler ile tahrik edilerek kapatılır (Görsel 3.26).



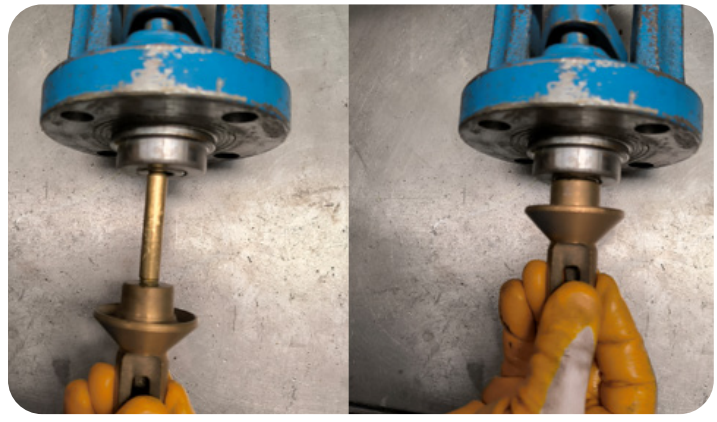
Tel ile | Basınçlı hava ile

Görsel 3.26: Tahrik şekline göre çabuk kapama valfleri

b) Çek Valfler: Boru devrelerinde akışkanın tek yönde iletimini sağlayan, tersi yönde akışı kesen valf grubudur.

1. Stop Çek Valf

Yapısı itibariyle globe valfe benzeyen stop çek valflerde disk, milden bağımsız olarak hareket eder. Valf kapatıldığında mil, diski sit üzerine oturtur. Valf açıldığında ise disk mil ile birlikte hareket etmez. Valf içindeki akış kuvveti diski yukarı kaldırırken ters yöndeki akış diski yuvasına oturttuğu için akış kesilir (Görsel 3.27).



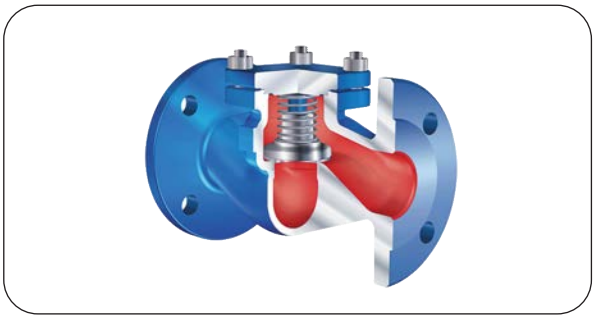
Görsel 3.27: Stop çek valfin disk hareketi

2. Yaylı Çek Valf (Lift Check Valve)

Gövdeleri glob valfe benzeyen yaylı çek valflerde akış, basınçlı akışkanın yay kuvvetini yenmesi ile sağlanır (Görsel 3.28). Basınç düştüğünde ise yay kuvveti diski yuvasına oturtarak ters yönden gelecek olan akışı keser. Bu çek valflerde akışkanın hangi basınçta geçeceği önemli olduğu için yayın doğru seçilmesi gerekir. Yayın doğru seçilmemesi durumunda açılma basıncı kontrol edilemez. Bu valfler, yatay veya dikey konumda kullanılabilir.

3. Çalpara Çek Valf (Swing Check Valve)

Akışkan basıncının etkisiyle diskin serbest bir şekilde menteşe ekseninde yukarı kalkarak akışın sağlandığı çek valf türüdür (Görsel 3.29). Akış kesildiğinde ise disk kendi ağırlığı ile yuvasına oturur. Böylece ters yönden gelen akış engellenmiş olur. Çalpara çek valfler, devrelere yatay veya dikey bağlanabilir ancak akış yönüne dikkat edilmelidir. Diskin kendi ağırlığı ile kapanacağı şekilde bağlantı yapılması gerekir.



Görsel 3.28: Yaylı çek valf kesiti



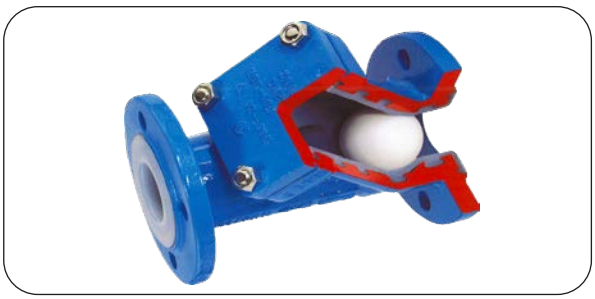
Görsel 3.29: Çalpara çek valf kesiti

4. Toplu Çek Valf (Ball Check Valve)

Bu valflerin diskleri küre şeklindeki bilyeden oluşur (Görsel 3.30). Akışkan basıncı bilyeyi kaldırdığında, valften akış olurken ters yönde bilye yuvasına oturduğunda akış meydana gelmez. Toplu çek valfler, (disk yapısından dolayı) sürekli hareket hâlinde olduğu için üzerinde kirlilik barındırmaz. Bakımları kolay olan bu valflerin sızdırmazlık özelliği iyi düzeydedir. Aşındırıcı özelliği olan sıvıların olduğu devrelerde valf diski poliüretan malzemeden seçilebilir.

5. Disko Çek Valf (Disk Check Valve)

Devre basıncının diskin arkasındaki yay kuvvetini yendiğinde, diskin etrafından tek yönlü olarak akış geçişinin olduğu çek valftir (Görsel 3.31). Akışın basıncı düştüğünde yay, diski yuvasına oturtarak akışı sonlandırır. Akış yönü dikkate alınmak şartıyla yatay ve dikey pozisyonlarda boru hatlarına monte edilir. İki flanş arasına contalar ile birlikte devrelere bağlantıları yapılır.



Görsel 3.30: Toplu çek valf kesiti



Görsel 3.31: Disko çek valf

c) **Kontrol Valfleri:** Boru devrelerinde akışkanın basınç, sıcaklık ve akış miktarını ayarlayan valf grubudur. Gemi boru devrelerinde sistemlerin optimum değerlerde çalışabilmesi için kontrol valflerinin görevini eksiksiz yerine getirmesi önemlidir.

1. Basınç Kısma (Düşürme) Valfi (Reducing Valve)

Boru hattındaki yüksek basınçlı akışkanın daha düşük basınçta iletilmesini sağlayan valflerdir (Görsel 3.32). Basınç kısma valfinin sabit bir çıkış basıncı elde etmek için girişteki değişken basınç değerlerine uyumlu olması gerekir. Valf içindeki yayın tansiyonu, elde edilmek istenen çıkış değerlerine göre seçilmelidir. Basınç kısma valfinin çıkış basıncı, manometrelerden takip edilerek ayar kolu ile yapılır. Sistemde akış olmadığında otomatik olarak kapanır. Valfin giriş basınç değeri, ayarlanan çıkış basınç değerinin altına düştüğünde valf tamamen açılır. Gemilerin hava devrelerinde kullanılan basınç düşürme valfleri, hava tüplerinde depolanan 30 bar basınçtaki havayı servis ve operasyonlarda kullanılmak üzere 7 bar basınca düşürür.

2. Basınç Emniyet Valfi (Pressure Safety Valve)

Gemilerde yüksek basınç altında çalışan sistemlerin limit değerlerin üzerinde basınca maruz kalması hâlinde bu yüksek basıncın tahliye edilmesini emniyet valfleri sağlar (Görsel 3.33). Normal konumda kapalı olan emniyet valfi, ayarlanan değerin üzerinde basınca maruz kaldığında bu basınç yay kuvvetini yenerek atmosfere salınır. Sistemdeki basıncın normal değerlere gelmesi ile yay, diski yuvasına oturtur.



Görsel 3.32: Basınç kısma valfi



Görsel 3.33: Emniyet valfleri

3. Rilif Valfi (Relief Valve)

Temelde emniyet valfleri ile aynı çalışma prensibine sahip olan rilif (tahliye) valfler de sistemlerin aşırı basınca karşı korunması amacıyla devrelere bağlanır. Rilif valflerde de sistemdeki aşırı basınç, valf diskinin yay kuvvetini yenmesi ile tahliye edilir.

Birbiriyle benzer çalışma sistemine sahip olan rilif valf ve emniyet valflerini birbirinden ayıran farklılıklar vardır. Rilif valfler, sistemde oluşan aşırı basıncı kademeli olarak tahliye edip tekrar kapanır. Emniyet valfleri ise sistemin güvenliğini tehlikeye atacak basınç değerlerine ulaşıldığında hızlı bir şekilde açılarak iş kazalarının önüne geçer. Emniyet valflerinin birincil amacı can ve mal güvenliğini sağlamaya yöneliktir.

Rilif valfler; pompaların ve kompresörlerin çıkış hatları, dizel makinelerin silindir başları gibi basıncın çok hızlı yükseldiği yerlere takılır. Emniyet valfleri ise kazan, buhar devreleri ve hava tankları gibi basıncın kademeli yükseldiği yerlere monte edilir. Emniyet valfleri ayarlanan basınçta doğrudan açılırken rilif valfler basıncın yükselmesiyle oransal olarak açılır ve basıncın düşmesiyle kapanır. Rilif valfler, çalışma basıncının %10'u üzerine ayarlanırken emniyet valflerinde bu oran %3'ü geçmez. Emniyet valfleri genellikle buhar, hava veya diğer gazlar için kullanılırken rilif valfler ise genellikle sıvılar için kullanılır.

4. Sıcaklık Kontrol Valfi (Temperature Control Valve)

Boru hatlarındaki akışkanların, sistemin ihtiyaçlarına göre optimum sıcaklık değerlerine sahip olmaları için sıcaklık kontrol valfleri kullanılır (Görsel 3.34). Akışkan sıcaklığının ideal değerlerde tutulabilmesi için sıcaklık kontrol valfinin milini hareket ettiren aktüatörler genellikle elektrikli veya pnömatik olur. Bu aktüatöre hareket vermek için devrenin çıkışında sıcaklığı ölçen bir termometre bulunur. Bu termometre sıcaklık transmiterine anlık sıcaklık verisini girer. Transmiterin algıladığı değere göre valften geçen akışkanın sıcaklığı ayarlanır. Ölçülen sıcaklık, istenen sıcaklıktan fazla ise transmiter kontrol valfini açmak için sinyal gönderir. Böylece sisteme daha fazla soğuk akışkan girerek sıcaklık düşürülmüş olur. Sıcaklık kontrol valflerinin gövde yapıları glob valf gibidir. Genellikle gemilerin buhar, yağlama, yakıt, tatlı su soğutma, deniz suyu soğutma sistemlerinde kullanılır.

5. Akış Kontrol Valfi (Flow Control Valve)

Valf içinden geçen akışkanın debisini kontrol etmek amacıyla kullanılan akış kontrol valfleri, akışkanın değişen basınç ve akış miktarındaki dalgalanmalardan etkilenmeksizin debiyi sabit tutar (Görsel 3.35). Akış hızının düzenlenmesini ve ayarlanmasını sağlayan akış kontrol valfleri, aşırı akış sonucu sistemin zarar görmesini önlemek amacıyla akışı da sınırlandırır.



Görsel 3.34: Sıcaklık kontrol valfi



Görsel 3.35: Akış kontrol valfi

ARAŞTIRMA

Teknolojinin sağladığı imkânlarla gemilerde kullanılan valflerin operasyonlarındaki gelişmeleri araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

3.1.2.3. Valflerde Görülen Hasarların Nedenleri

Gemi valflerinin hasar görmesine neden olan etkenler genellikle valfin yapısı, kullanım koşulları, çevresel faktörler ve bakım eksikliklerinden kaynaklanır. Bu nedenler yüzeyde basit gibi görünse de bu nedenlerin altında yatan mekanik, kimyasal ve operasyonel birçok temel sorun bulunmaktadır.

a) **Korozyon:** Valflerde görülen sorunların ve hasarların en yaygın nedenidir. Valfler, deniz ortamında sürekli tuzlu suya ve neme maruz kaldıkları için iç ve dış yüzeylerinde korozyon görülür. Aşındırıcı ve agresif kimyasalların kullanıldığı devrelerde valflerin korozyona uğramaları hızlanır. Aşırı sıcaklık, kimyasalların ve nemin valf malzemesiyle reaksiyonunu hızlandırarak korozyonu artırır. Korozyonun valf yüzeyinde pas, renk değişimi, çatlama, sızdırma, sıkma torkunda artış gibi belirtileri olur. En sık karşılaşılan korozyon çeşitleri şunlardır:

1. Uniform (Genel) Korozyon

Valf malzemesinin bütün yüzeyine homojen olarak yayılmış olan ve en yaygın olarak görülen korozyon türüdür. Valf metalinin hava, su gibi ortamlar ile doğrudan temas etmesi ile görülür (Görsel 3.36).

2. Galvanik Korozyon

Farklı elektrot potansiyelleri olan iki veya daha fazla metalik malzemenin birbirine bağlanmasıyla veya aşındırıcı bir ortamda bulunmasıyla ortaya çıkan korozyon türüdür (Görsel 3.37). Yerel bir korozyon olan galvanik korozyon, valfin bağlantı yerlerinde görülür. Galvanik çift oluştuğunda çiftteki metallerden elektrot potansiyeli düşük olan anot hâline gelir ve tek başına olduğundan daha fazla korozyona uğrar. Diğer metal ise katot hâline gelir ve tek başına olduğundan daha yavaş korozyona uğrar.



Görsel 3.36: Genel korozyon



Görsel 3.37: Bağlantı noktalarında galvanik korozyon

3. Çukur (Pitting) Korozyonu

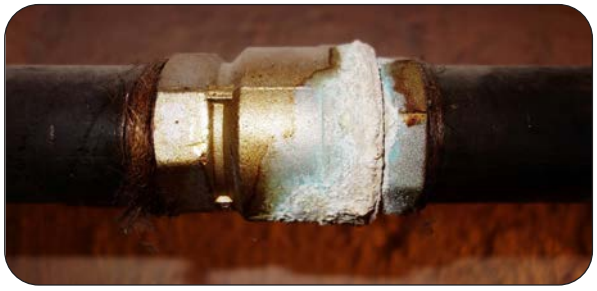
Valfin metal malzemesinin bazı bölgelerinde çukurların oluşmasıyla meydana gelen korozyon türüdür. Çukurun dibi anot, malzemenin üst kısmı ise katot gibi davranır. Zamanla ilerleyerek malzemenin iç bölgelerine nüfuz eden çukur korozyonu, metalin kırılmasına ve işlevini yapamamasına neden olur. Valf gövdesinde koruyucu bir tabaka olmaması veya bu tabakanın işlevini kaybetmesi çukur korozyonunu hızlandırır (Görsel 3.38).



Görsel 3.38: Valf gövdesinde çukur korozyonu

4. Seçimli Korozyon

Alaşımlı metallerde, alaşımı oluşturan elementlerin metalden uzaklaştığı korozyon türüdür. Seçimli korozyon, pirinç alaşımlı metallerde **çinkosuzlaşma** olarak bilinen çinkonun alaşımdan uzaklaşması ile meydana gelir (Görsel 3.39). Pirinç malzemeden çinkonun uzaklaşmasıyla oluşan gözenekler geriye kalan bakırın dayanımını azaltır.



Görsel 3.39: Seçimli korozyon (çinkosuzlaşma)

b) **Erozyon ve Aşınma:** Valfin disk ve sit elemanlarında oluklanma, akış yönünde valf metalinde incelme erozyon ve aşınmanın belirtileridir (Görsel 3.40). Valfin dar yerlerinde akışkanın hızlı geçmesi ile türbülans meydana gelerek yüzeyde aşınmalar oluşur. Akışkan içinde kum, pas veya metal parçaları varsa bunlar da zımpara etkisi yaparak valfi aşındırır. Tam açık yerine sürekli yarı açık çalıştırılan valflerde bölgesel erozyon meydana gelir.



Görsel 3.40: Valf gövdesinde erozyon

c) **Kavitasyon:** Valf diski ve gövdesinde çukur oluşumu ve çekiçleme sesi kavitasyon belirtileri olarak ortaya çıkar. Basınç farkı fazla olan devrelerde sıvı, düşük sıcaklıklarda buharlaşır ve aniden çöker. Bu durum, mikro patlamalarla valf metalinde delikler oluşturur. Yüksek sıcaklık ve düşük basınçlı sistemlerde sıkça görülür.

ç) **Termal Gerilim ve Genleşme:** Bu durum; gövde çatlakları, conta kaçakları, milde sıkışma veya gevşeme olarak görülür. Soğuk valfe sıcak akışkanın birden verilmesi genleşme ve çatlama meydana getirebilir. Bronz mil ve çelik gövde gibi farklı genleşme katsayısına sahip metallerin bir arada kullanımı termal gerilimi tetikler. Isı yalıtımı eksikliği valf içinde sıcaklık dengesizlikleri oluşturur.

d) **Su Çekici:** Mil kırılması, disk deformasyonu, aniden gelişen sızdırma gibi durumlar su çekici sorununun belirtileridir. Özellikle elektrikli ya da pnömatik aktüatörle valfin hızlı kapatılması, ani pompa durması veya çalışması, hava ceplerinin sistemde bırakılması su çekicine neden olur.

e) **Sızdırmazlık Elemanlarının Deformasyonu:** Sızıntı sorununun yaşanmasına; salmastra, conta, o-ring gibi sızdırmazlık elemanları ve disk ile sit arasındaki deformasyonlar sebep olur. Açma veya kapama sırasında kaçak, yavaş veya damla damla sızıntı bu sorunun belirtilerindendir. Sızdırmazlık elemanlarının zamanla eskimesi, akışkan ile kimyasal uyumsuzluğu, yanlış montaj edilmesi gibi nedenler burada etkilidir.

f) **Mekanik Darbe veya Montaj Hataları:** Valfin montajı sırasında boru hattıyla eksenel hizalama sağlanmazsa flanş bağlantılarında gerilim oluşarak valf gövdesinde çatlak oluşturur. Düşürülmüş veya darbe almış bir valf, iç parçalarında görünmeyen deformasyonlara yol açarak disk mekanizmasının sıkışmasına sebep olur. Montaj sırasında uygun tork değerinde sıkılmayan cıvatalar, contanın sızdırmazlık özelliğini kaybetmesine ve basınçlı sistemlerde kaçaklara neden olabilir. Ağır valflerin yeteri kadar desteklenmeden montajlanması uzun vadede bağlantı noktalarında burkulma veya flanş deformasyonu yapar. Akış yönüne dikkat edilmeden monte edilen valfler, disk ve yay sistemine aşırı yük bindirerek mekanik arıza riskini artırır.

g) **Bakım Eksikliği:** Periyodik yağlama yapılmayan valflerde mil ve yatak yüzeylerinde sürtünme artarak zamanla açma-kapama mekanizmasında sıkışma meydana gelir. Bakımı ihmal edilen valflerin sızdırmazlık elemanları sertleşir, çatlar ve basınç altında kaçaklara yol açar. Uzun süre kontrol edilmeyen valflerde biriken tortu, pas ve deniz canlıları valfin tam kapanmasını engelleyerek sistem verimini düşürür.

Valf arızalarının çoğu görünüşte küçük ihmallerin veya teknik uyumsuzlukların sonucudur. Her arızanın arkasında mutlaka bir mühendislik prensibi, bir çevresel faktör ya da bir işletme disiplini eksikliği vardır. Bu nedenle valflerde doğru seçim, uygun montaj, kaliteli malzeme, periyodik bakım ve doğru çalışma koşulları valfin sağlıklı olarak işlevini yerine getirmesi için vazgeçilmezdir.

BİLGİ KÜPÜ

2017 yılında Avustralya açıklarında seyreden Capri adlı dökme yük gemisinde balast suyu arıtma sistemine bağlı bir valfte arıza meydana geldi. Arızalı valf nedeniyle sistemdeki deniz suyu, kontrolsüz biçimde motor dairesine sızmaya başladı. Yaklaşık 1.100 ton deniz suyu, kısa sürede makine dairesini tamamen doldurdu. Su basması sonucunda geminin ana makineleri ve elektrik sistemleri devre dışı kaldı. Mürettebat acil tahliye işlemi başlattı ve olayda can kaybı yaşanmasa da ciddi maddi hasar oluştu. Yapılan teknik incelemede, valfin bakımının uzun süredir yapılmadığı ve sızdırmazlık elemanlarının aşındığı ortaya çıktı.

Kaynak: https://safety4sea.com/damaged-valves-in-bwts-lead-to-engine-room-flooding/?utm_source (E.T.:27.06.2025)

3.1.2.4. Valflerde Hasar Tespit Adımları

Gemi valflerinin hasar tespit sürecini sistematik şekilde yapmak arızaların erken tespiti, operasyonel verimliliğin korunması ve denizde emniyetli seyir açısından gereklidir.

a) **Sistemi Güvenli Hâle Getirme ve Hazırlık:** Hasar tespitine başlamadan önce ilgili sistemin güvenli hâle getirilmesi gerekir. Bunun için öncelikle valfin bağlı olduğu sistemin çalışma basıncı sıfırlanmalı, gerekiyorsa sistem boşaltılmalıdır. İşlem yapılacak bölge çevresinde güvenlik bariyerleri kurularak personel güvenliği sağlanır. Tüm bu işlemlerden sonra kişisel koruyucu donanım (KKD) olarak eldiven giyilir, gözlük, kulaklık, baret ve gerektiğinde solunum maskesi takılır. Ayrıca valfin tipi, akışkanı, çalışma basıncı ve malzemesi gibi bilgiler teknik dokümanlardan teyit edilmelidir.

b) **Görsel ve Fiziksel Muayene:** Valfin dış yüzeyinde yapılacak ilk kontrol çoğu zaman büyük ipuçları verir. Gözle yapılan bu muayenede valfin yüzeyinde paslanma, boya kabarması, çatlak, akıntı izi, tuz birikintisi gibi belirtilerin varlığı incelenir. Özellikle flanş bağlantıları, contalar, gövde, kaynak yerleri odak noktası olmalıdır. Bu aşamada yüzey temizliği yapılarak sızıntı yerleri daha net hâle getirilir. Ardından valf, elle çevrilerek açma-kapama fonksiyonu test edilir. Takılma, zorlanma veya boşluk olup olmadığına bakılır. Eğer valf çalışırken anormal sesler çıkartıyorsa valfin içindeki parçalarda sürtünme veya deformasyon olabilir.

c) **Sızdırmazlık Kontrolü:** Valf tam kapalı konuma getirilip sistem hattına basınç uygulanarak sızdırmazlık testi yapılır. Valfin çıkış tarafında basınç yükselmesi ya da sıvı/gaz kaçağı varsa iç sızdırmazlık elemanları zarar görmüş olabilir. Bu test, düşük basınçlı hava ile sabun köpüğü kullanılarak da yapılabilir. Kabarcıklar, kaçak yerlerini gösterir. Alternatif olarak kritik valflerde azot gazı ya da helyum ile hassas kaçak testleri yapılabilir. Özellikle emniyet ve rilif valfler gibi kontrol valf türlerinde açma/kapama basınç seviyeleri, üretici toleranslarıyla karşılaştırılmalıdır.

ç) **Valfin Yerinden Sökülmesi ve Tezgâh Ortamına Alınması:** Yerinde yapılan testler hasar şüphesi oluşturuyorsa valf sökülerek atölyeye alınmalıdır. Söküm işleminden önce giriş ve çıkış hatları etiketlenir ve montaj yönü not alınır. Flanş bağlantıları dikkatlice sökülür ve conta yüzeylerine zarar verilmemesi için uygun aletler kullanılır. Valf taşınırken iç yapısının bozulmaması için yatay veya dikey pozisyon üretici tavsiyelerine göre korunur. Tezgâh ortamına alınan valf detaylı incelenmek üzere temizlenir ve iç kısımlara erişim için kademeli söküm yapılır. Her parça sırayla çıkarılır, etiketlenir ve zarar görmeden kontrol için ayrılır.

d) **İç Aksamın İncelenmesi ve Parça Bazlı Muayene:** Sökülen parçalar arasında mil, disk, küre, yay, conta, o-ring ve sitler detaylı incelenmelidir. Her parçanın yüzeyinde çatlak, yıpranma, aşınma, pas, deformasyon ya da kimyasal hasar olup olmadığı kontrol edilir. Elastomer contalar; özellikle sertleşme, şişme veya ezilme gibi belirtiler gösteriyorsa işlevini kaybetmiştir. Yay gibi elastik elemanlar esneklik testine tabi tutulur ve serbest boyları ölçülerek üretici katalog değerleriyle karşılaştırılır. Metal parçaların yüzeyleri çizik, oyuk veya çukurlaşma açısından incelenir. Ayrıca, sızdırmazlık yüzeylerinin düzgünlüğü de ölçü aletleriyle kontrol edilir.

e) **Tahribatsız Muayene (NDT) Uygulamaları:** Tahribatsız muayene yöntemleri, özellikle çatlak ve iç hasarların tespitinde büyük önem taşır. Valfin gövde ve metal parçalarına penetrant testi (PT) uygulanarak yüzey çatlakları görünür hâle getirilir. Valf gövdesi ferromanyetikse manyetik parçacık testi (MT) ile yüzey altındaki mikro çatlaklar da incelenebilir. Kritik bölgelerde ultrasonik test (UT) ile kalınlık kaybı ve iç yapısal bozulmalar saptanabilir. Bazı durumlarda, özellikle yüksek basınçlı valflerde radyografik test (RT) de kullanılarak gövde içi kaynak hataları araştırılır. NDT sonuçları kayıt altına alınarak hangi bölgelerde müdahale gerektiği belgelenmiş olur.

f) **Hidrolik veya Hava İle Basınç Testleri:** Tezgâha alınan valflerde su ya da hava ile yapılan basınç testleri hasarın derecesini belirlemek için önemlidir. Bu testlerde valf tamamen kapalı konumdayken içeriye belirli bir test basıncı uygulanır. Valfin çıkış tarafı kapatılır ve manometre yardımıyla basınç düşüşü olup olmadığı gözlemlenir. Standartlara göre test basıncı genellikle çalışma basıncının 1,5 katı olmalıdır. Test sırasında valf gövdesinden veya contalardan dışarı sızıntı oluyorsa yapısal bütünlük zarar görmüş olabilir. Bu tür testler, tamir sonrası yapılan işlemin doğruluğunu da kontrol etmede kullanılır.

g) **Hasarların Sınıflandırılması ve Analizi:** Elde edilen tüm veriler ışığında valfteki hasar türleri; çatlak, aşınma, deformasyon, sızdırma, korozyon, gevşeklik şeklinde sınıflandırılır. Her bir hasarın kök nedeni analiz edilerek sorunun sistemsel mi (montaj, malzeme, işletme koşulu) yoksa dışsal mı (darbe, kimyasal, yaşlanma) olduğu belirlenir. Örneğin sürekli tekrar eden conta arızaları sistemdeki sıcaklık ve basınç dengesizliğini işaret edebilir. Mil eğilmeleri titreşim kaynaklı ya da hizalama hatasıyla ilgili olabilir. Korozyon durumunda ise malzeme seçimi ve katodik koruma sistemleri gözden geçirilir. Bu analizler; sadece onarımı değil aynı zamanda gelecekte benzer arızaların önlenmesini sağlar.

ğ) **Raporlama ve Teknik Belgelendirme:** Hasar tespiti sürecinde elde edilen tüm gözlem, ölçüm, test ve analiz sonuçları ayrıntılı şekilde raporlanır. Her testin türü, kullanılan ekipman, test basınçları, tarih ve gözlemler raporda belirtilmelidir. Fotoğraflarla desteklenmiş bir teknik belge hazırlanarak ilgili tersaneye ve klas kuruluşuna sunulur. Hangi parçaların değiştiği, onarımın nasıl yapıldığı ve ne zaman tekrar bakım gerektiği gibi bilgiler bu raporda yer almalıdır. Bu belge, aynı zamanda bakım geçmişi arşivinin bir parçası olur. Uzun vadede sistemin güvenliği ve izlenebilirliği için bu belgeler kritik önem taşır.

BİLGİ KÜPÜ

Valf kontrolü

Dinle (Gürültü Analizi)→Gör (Görsel Kontrol)→Ölç (Basınç ve Akış Testi)→Aç (Söküm ve Detaylı İnceleme)→Çöz (Kök Neden Analizi)

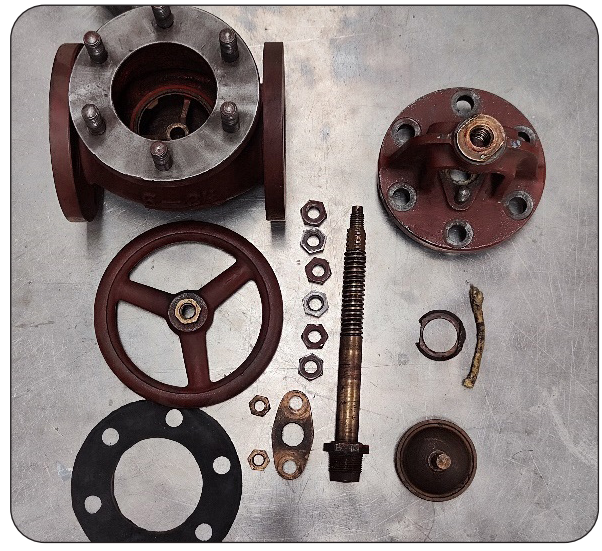
şeklinde bir akışla sistematik hâle getirilebilir.

3.1.2.5. Valflerde Bakım Onarım İşlemleri

Gemi valflerindeki bakım ve onarım işlemleri, sistemlerin güvenli ve verimli çalışmasını sağlamak amacıyla düzenli olarak gerçekleştirilir. İşlem süresince kişisel koruyucu donanımlar mutlaka kullanılmalıdır. Bakım onarım yalnızca yetkili ve eğitimli personel tarafından yapılmalıdır. Bakım işlemine başlamadan önce ilgili valfin bağlı olduğu sistem izole edilir. Valfin öncesindeki ve sonrasındaki valfler kapatılarak devre basınçtan arındırılır. Sistemdeki basınç, emniyet önlemleri alındıktan sonra tamamen boşaltılır. İlk olarak valfin montaj yerindeki bağlantı cıvataları uygun anahtarlarla sökülür. Bağlantı elemanları sökülürken conta ve flanş yüzeylerine zarar verilmemesine dikkat edilir. Valf gövdesi dikkatlice yerinden çıkarılarak mengenede sabitlenir (Görsel 3.41). Ardından valfin iç kısımları sökülerek diski, mili, yay sistemi ve sızdırmazlık parçaları çıkarılır (Görsel 3.42). Her parça ayrı ayrı incelenmek üzere dikkatlice çıkarılır. İç aksamda yer alan parçalar görsel olarak çatlak, deformasyon, korozyon açısından kontrol edilir.



Görsel 3.41: Valfin mengenede sabitlenmesi



Görsel 3.42: Valfin sökülmüş hâli

Sızdırmazlık yüzeyleri, pürüzlülük ve aşınma açısından kontrol edilir (Görsel 3.43). Milin düzgün dönüp dönmediği, aşırı oynama olup olmadığı incelenir. Kumpas, mikrometre gibi ölçüm aletleri ile parçaların ölçü kontrolleri yapılır (Görsel 3.44). Tolerans dışı kalan veya hasarlı parçalar üretici kataloglarına uygun yedek parçalarla değiştirilir.



Görsel 3.43: Yüzey kontrolü

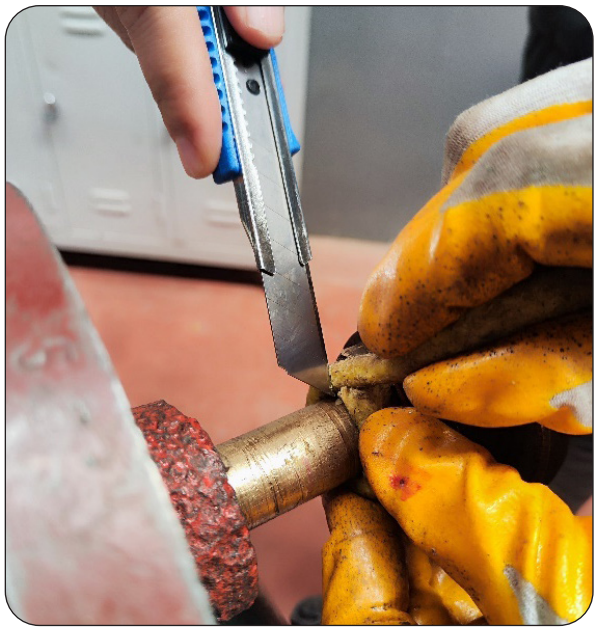


Görsel 3.44: Kumpas ile çap ölçümü

Contalar, o-ringler, keçeler ve elastomer parçalar her bakımda mutlaka yenilenir. Contalar, gövde flanşlarına uygun olarak markalanıp kesilir (Görsel 3.45). Mil çapına ve salmastra yuvasının boşluğuna göre salmastralar da aynı şekilde kesilir (Görsel 3.46).



Görsel 3.45: Yeni contanın kesilmesi

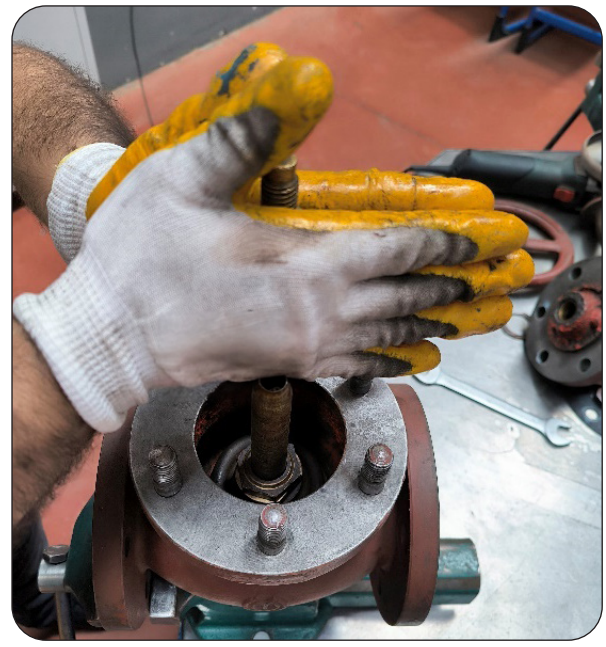


Görsel 3.46: Salmastranın kesilmesi

Disk ve sit yüzeyindeki aşınma ve çizilmelerin giderilmesi için lapping işlemi uygulanır. Lapping işleminde diske alıştırma macunu sürülür (Görsel 3.47). Disk, sitin üzerine getirilerek birbiri üzerinde saat yönünde ve saatin tersi yönünde bir dizi döndürme işlemi yapılarak yüzeyler düzgünleştirilir (Görsel 3.48).



Görsel 3.47: Alıştırma macununun sürülmesi



Görsel 3.48: Döndürme işlemi

Valf dış yüzeyi tel fırça ve kimyasal ürünlerle temizlenerek yağ, pas ve kirlerden arındırılır. Kaba temizlik için tel fırça kullanılır (Görsel 3.49). Daha derinlemesine temizlik için ise çeşitli kimyasal ürünler tercih edilir. Valf parçaları asit banyosuna yatırılarak belirli bir süre bekletilir (Görsel 3.50). Kimyasal temizlik yapılırken gerekli iş güvenliği önlemlerinin alınmasına dikkat edilmelidir.



Görsel 3.49: Tel fırça ile temizlik



Görsel 3.50: Kimyasal temizlik

Valflerin genellikle mili, o-ringleri, cıvataları, diskin hareket ettiği yüzeyleri yağlanır. Bu parçalar yağlanırken uygulama araçları olarak fırça, gres tabancası, yağdanlık kullanılabilir. Yağlama işleminden önce uygulama yapılacak yüzeylerin kirden, eski yağ kalıntılarından tamamen temizlenmiş olması gerekir. Mil üzerindeki dişlerin yağlanması için gres yağı tercih edilir (Görsel 3.51). Cıvata bağlantılarının dişleri de hem korozyona uğramamaları hem de sürtünmeyi azaltmak için sıvı ya da kuru yağlayıcılar ile yağlanır (Görsel 3.52).



Görsel 3.51: Milin greslenmesi



Görsel 3.52: Cıvataların yağlanması

Tüm parçalar temizlenip kontrol edildikten sonra geri monte edilir. Montaj sırasında hizalamalara ve doğru yerleştirmeye dikkat edilir. Kaver ve gövdenin cıvata bağlantıları, üreticinin belirlediği tork değerlerine göre tork anahtarıyla sıkılır (Görsel 3.53).



Görsel 3.53: Tork anahtarıyla sıkma

Montaj tamamlandıktan sonra valfe sızdırmazlık testi uygulanır. Hidrostatik test ile valfin yüksek basınç altında sızdırmazlık durumu kontrol edilir. Ayrıca hava basınç testi ile kaçaklar ve işlevsellik test edilir. Valfin açma-kapama fonksiyonu elle ya da otomatik sistemle test edilir. Testlerde sorun yoksa valf, sistem üzerindeki yerine dikkatlice monte edilir. Flanş bağlantılarına yeni sızdırmazlık contaları yerleştirilir. Tüm cıvatalar, eşit torkla sıkılarak montaj tamamlanır. Montaj sonrası sistem kademeli olarak basınçlandırılır. Sistem çalıştırılarak valfin operasyon sırasında sorunsuz çalışıp çalışmadığı gözlenir. Herhangi bir kaçak ya da aksaklık varsa bağlantılar ve valf tekrar kontrol edilir. Yapılan işlemler, kullanılan yedek parçalar ve test değerleri ayrıntılı şekilde belgelenir. Ancak valf; bakım sonrası dahi sızdırmazlık sağlamıyor, tam açma-kapama fonksiyonunu yerine getiremiyor veya gövdesindeki korozyon, çatlak gibi yapısal bozulmalar giderilemiyorsa valfın yenilenmesi gerekir. Yenilenecek valf; gemide kullanılacağı sistemin basınç, sıcaklık ve akışkan türüne uygun, deniz ortamına dayanıklı, korozyon direnci yüksek ve sertifikalı olmalıdır. Ayrıca ilgili klas kuruluşu tarafından onaylı ve uygun test belgeleriyle birlikte sunulmalıdır. Montaj sonrası valf, sızdırmazlık ve operasyon testlerinden başarıyla geçmelidir.

VALFLERİN HASAR TESPİTİ ve BAKIM ONARIMI

Amaç: Gemi boru devrelerinde kullanılan valflerin hasar tespitini ve bakım onarımını yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Anahtar takımı, tork anahtarı, valf sökme-bakım takımı, conta ve sızdırmazlık elemanları, tel fırça, temizlik solventi, test cihazı, kişisel koruyucu donanım.

Görev: Deforme olmuş ve sızıntı yapan bir valfin hasar tespitini yapınız. Gerekli bakım onarım işlemlerini gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Valfin bağlı olduğu hattaki basınç ve akışkanı kontrollü şekilde boşaltarak sistemi izole ediniz.
3. Valfin gövdesinde çatlak, deformasyon, paslanma, contalarda aşınma veya sızıntı belirtileri olup olmadığını kontrol ediniz.
4. Sızıntı yapan alanı netleştirmek için gerekirse basınçlı hava veya su ile test yapınız. Sızıntının konumunu işaretleyiniz.
5. Cıvataları gevşeterek valfi dikkatlice sökünüz. Giriş-çıkış flanşlarını hasar vermeden ayırınız.
6. Kaver salmastra, mil, disk, yay gibi parçaları sırayla çıkarınız. Aşınmış, kırılmış veya paslanmış parçaları tespit ediniz.
7. Uygun temizlik malzemeleri ile parçaları temizleyiniz. Aşınmış veya bozulmuş parçaları yeni ve uyumlu yedeklerle değiştiriniz.
8. Tüm parçaları doğru sırayla birleştirerek valfi toplayınız. Conta ve bağlantı yüzeylerini dikkatlice yerleştiriniz.
9. Valfi yerine takınız ve bağlantı cıvatalarını uygun torkla sıkınız. Sızdırmazlık ve çalışma testi yapınız.
10. Kullandığınız ekipmanları ve makineleri yerlerine koyunuz. Çalışma ortamınızı temiz bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Sistemi güvenli şekilde devre dışı bıraktı, basınç ve akışkanı tahliye etti.	10	
Valfi görsel olarak inceleyerek sızıntı ve deformasyonları tespit etti.	10	
Sızdırmazlık testi uygulayarak kaçak noktasını tespit etti.	10	
Valfi doğru teknikle söktü.	10	
İç parçaları düzenli şekilde sökerek hasarlı olanları belirledi.	10	
Gerekli parçaların değişimlerini ve temizliği doğru şekilde yaptı.	10	
Valfi doğru sıra ve yöntemle monte etti.	10	
Valfi yerine takarak basınç ve sızdırmazlık testini başarıyla tamamladı.	10	
İşlemlerin ardından çalışma ortamını düzenledi.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

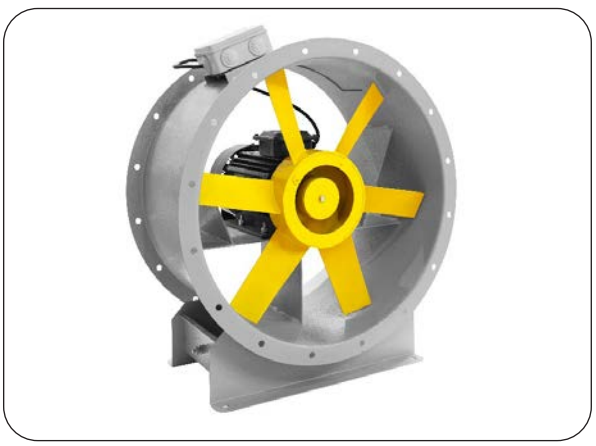
3.1.3. Havalandırma Sistemlerinin Hasar Tespiti

Gemilerin havalandırma sistemlerinin düzenli bakım ve onarımı; personel sağlığı, yükün zarar görmemesi ve gemi emniyeti için önemlidir. Zamanla tıkanan filtreler, kirlenen fanlar ve arızalanan damperler sistem verimliliğini düşürerek iç ortam hava kalitesini bozar. Bakım yapılmayan sistemlerde riskler artar ve enerji tüketimi yükselir. Özellikle makine dairesi ve kargo ambarı gibi kritik alanlarda havalandırma sisteminin arızalanması ciddi sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle periyodik kontrol ve bakım onarım aksatılmadan yapılmalıdır.

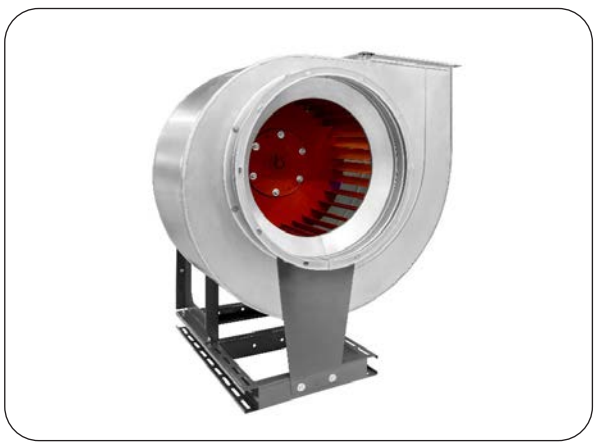
3.1.3.1. Havalandırma Sistemlerinde Kullanılan Elemanlar ve Ekipmanlar

Gemilerde havalandırma sistemleri doğal ve mekanik olarak iki ana yöntemle yapılır. Her iki sistemin de amacı; yaşam mahalleri, makine dairesi, kargo ambarı gibi bölümlerde yeterli hava değişimini sağlamak, sıcaklığı ve nemi kontrol altında tutmaktır. Doğal havalandırma hava akışını; basınç farkı, rüzgâr gücü veya sıcaklık farkları ile pasif olarak sağlar. Genellikle kargo ambarı, güverte altı alanlar veya yardımcı mahallerde kullanılır. Mekanik havalandırma ise hava akışını, fanlar ve motorlar yardımıyla cebri olarak sağlar. Özellikle makine dairesi ve yaşam alanlarında yaygındır. Bu havalandırma yöntemlerinde kullanılan elemanlar ve ekipmanlar şunlardır:

a) **Fanlar:** Gemilerde kullanılan fanlar, havalandırma sistemlerinin temel elemanıdır ve hava sirkülasyonunu sağlar. Eksenel (axial) fanlar; genellikle yaşam mahali ve ambar havalandırmasında, düşük basınç ve yüksek debi gereken yerlerde tercih edilir (Görsel 3.54). Radyal (centrifugal) fanlar ise makine dairesi gibi daha yüksek basınca ihtiyaç duyulan alanlarda kullanılır (Görsel 3.55). Patlayıcı ortamlarda kullanılan fanlar, patlamaya dayanıklı özellikte olmalıdır. Fanların düzenli bakımı, rulmanlarının yağlanması ve elektrik bağlantılarının kontrolü ile sistemin güvenli ve verimli çalışması sağlanır.



Görsel 3.54: Eksenel fan



Görsel 3.55: Radyal fan

ARAŞTIRMA

Gemilerde fanların sebep olduğu kazaları araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

b) **Hava Kanalları (Air Ducts):** Gemilerde hava kanalları, temiz ve kirli havanın gemi içinde kontrollü bir şekilde taşınmasını sağlar. Genellikle galvanizli çelik, alüminyum veya paslanmaz çelikten üretilir (Görsel 3.56). Kanallar, ortamın ihtiyacına göre dikdörtgen veya dairesel kesitli olabilir. Yoğuşmayı ve ısı kaybını önlemek için özellikle yaşam alanlarında yalıtımlı olarak monte edilir. Uygun hava akışı sağlanması için kanal çapı, uzunluğu ve şekli ihtiyaca karşılık verecek şekilde tasarlanmalıdır.

c) **Damperler:** Gemi havalandırma sistemlerinde hava akışını yönlendirmek, kısıtlamak veya tamamen kesmek için kullanılır (Görsel 3.57). Manuel olarak elle ya da otomatik motorlarla (servo motorlu) kontrol edilebilir. Özellikle yangın durumlarında devreye giren yangın damperleri, alev ve dumanın yayılmasını engellemek için kritik öneme sahiptir. Bazı damperler, hava basıncına veya sıcaklığa bağlı olarak otomatik açılıp kapanabilir. Doğru çalışmaları için düzenli olarak fonksiyon testleri ve temizlikleri yapılmalıdır.



Görsel 3.56: Makine dairesindeki hava kanalları



Görsel 3.57: Damper

ç) **Havalandırma Bacaları ve Şapkaları:** Bunlar kapalı alanlardaki hava sirkülasyonunun dış ortamla güvenli şekilde sağlanmasında rol oynar (Görsel 3.58). Bu elemanlar, havalandırma sistemlerinin uç noktalarında yer alarak taze hava girişini ve kirli havanın dışarı atılmasını mümkün kılar. Kapalı mahallerde basınç veya vakum oluşturan havanın sebep olacağı dalgalanmaları dengeler. Aynı zamanda deniz suyu, yağmur, toz ve benzeri dış etkenlerin kanal sistemine girmesini önleyerek iç ortamların korunmasına yardımcı olur. Gemiler sürekli olarak rüzgâr, tuzlu su ve değişken hava koşullarına maruz kaldığından bu elemanlar; yüksek kaliteli, paslanmaz ve deniz şartlarına dayanıklı malzemelerden üretilir. Bu sistem elemanlarının tasarımı kadar periyodik bakımı da oldukça önemlidir. Çünkü tıkanmalar veya korozyon gibi sorunlar havalandırma performansını doğrudan etkiler.



Görsel 3.58: Muhtelif havalandırma bacaları ve şapkaları

3.1.3.2. Gemilerde Havalandırma

Gemilerde havalandırma işlemi genellikle yaşam mahalli, kargo ambarları ve makine dairesinde gerçekleşir.

a) **Yaşam Mahalli Havalandırması:** Gemide mürettebatın kaldığı kamaralar, ofisler, yemekhaneler, revir, koridorlar ve sosyal alanlar gibi yaşam alanlarının havalandırma sistemleri; konfor ve sağlık esas alınarak tasarlanır. Bu sistem; iç ortama taze hava sağlayarak karbondioksit, nem, koku ve zararlı gazları uzaklaştırır. Havalandırma, doğal ya da mekanik yollarla sağlanabilir. Ancak modern gemilerde yaşam mahalleri için mekanik havalandırma sistemleri tercih edilir. Mekanik sistemler; hava kanalları, fanlar, filtreler, ısıtıcılar ve soğutuculardan oluşur (Görsel 3.59). Sistem, yaşam mahalleri için ayrı ayrı bir bölümlendirme ile tasarlanır ve bu alanlarda pozitif basınç oluşturularak dışarıdan kirli hava girişini engeller. Taze hava, genellikle güverte üzerindeki hava girişlerinden alınarak filtrelenir ve mahal içerisine verilir. Bu hava, sıcaklık ve nem kontrolü için klima santrallerinden geçirilir. Geri dönüş havası da filtrelenerek tekrar kullanılabilir veya doğrudan atmosfere atılabilir. Klima santralleri, genellikle yaşam mahallerine yakın yerleştirilir. İç hava kalitesi, karbondioksit ve nem seviyesi açısından sürekli izlenmelidir. Yangın güvenliği için havalandırma kanallarına yangın damperleri yerleştirilir. Havalandırma sistemi, acil durumlarda otomatik olarak kapanacak şekilde tasarlanır. Gürültü seviyesi, mahallerin konfor sınırları içinde tutulmalıdır. Fanlar, yedekli çalışacak şekilde seçilerek arızalarda sistemin çalışmaya devam etmesi sağlanır. Mahallerdeki hava sirkülasyon debisi, gemi tipi ve kullanım amacına göre belirlenir. Yolcu gemilerinde bu sayı daha yüksektir. Sistem, enerji verimliliği göz önüne alınarak tasarlanır. Havalandırma kanallarının yalıtımı, yoğuşmayı ve enerji kaybını önler. Bakım kolaylığı açısından filtre ve fan bölümlerine erişim sağlanmalıdır. Hava akış yönü, kirli mahalden temiz mahale doğru olmamalıdır. Sistem otomasyonu ile sıcaklık, nem ve hava kalitesi ayarlanabilir. Donma riski olan bölgelerde hava girişlerine ısıtıcı konulabilir. Sistemin performansı periyodik olarak kontrol edilmeli ve kayıt altına alınmalıdır.

b) **Kargo Ambarlarının Havalandırması:** Gemilerin kargo havalandırma sistemi, seyir sırasında yükün korunması ve güvenliğinin sağlanması için kullanılır. Bu sistem; kargo ambarındaki nem, sıcaklık, gaz birikimi ve koku gibi olumsuzlukları kontrol altına almak için tasarlanır. Özellikle dökme yük, tahıl, kömür, ahşap ve kimyasal madde taşıyan gemilerde havalandırma çok mühimdir. Sistemin temel amacı, yoğuşmanın önüne geçerek kargonun bozulmasını engellemektir. Yoğuşma, yükün üzerine su damlacıklarının düşmesine ve zarar görmesine neden olabilir. Havalandırma; doğal (konveksiyon) ya da mekanik (fan destekli) olabilir. Doğal havalandırma, hava giriş ve çıkış menfezleri ile sağlanır (Görsel 3.60). Yeterli hava değişimi ise dış hava koşullarına bağlıdır.



Görsel 3.59: Yaşam mahalli havalandırma ünitesi



Görsel 3.60: Ambarların doğal havalandırılması

Mekanik havalandırma ise fanlar aracılığıyla daha kontrollü bir hava akışı sağlar. Sistem, havanın doğru yönde dolaşmasını ve kargonun her bölgesine ulaşmasını sağlayacak şekilde tasarlanır. Havanın yükün içinden veya üzerinden geçmesi sağlanarak etkinlik artırılır. Kargo ambarındaki sıcaklık ve bağıl nem sensörlerle izlenir. Bu veriler, kargo türüne göre uygun havalandırmanın yapılması için referans sağlar. Özellikle higroskopik (nem çeken) yüklerde bağıl nem kontrolü çok önemlidir. Havalandırma zamanlaması ve süresi; yükün cinsine, çevre şartlarına ve yolculuk süresine göre planlanır. Kimyasal ve gaz taşınan yüklerde patlayıcı ya da zehirli gaz birikimini önlemek için zorunlu ve sürekli havalandırma gerekir. Ambar içi gaz algılama sistemleri bu tür durumlar için entegre edilebilir. Kargo havalandırma ağızları su girişine karşı korunaklı ve gerektiğinde kapatılabilir şekilde olmalıdır. Yangın durumunda havalandırma sistemi otomatik olarak kapatılmalıdır. Emme ve egzoz ağızları, hava sirkülasyonunu maksimuma çıkaracak şekilde yerleştirilir. Sistemde kullanılan fanlar, korozyona dayanıklı malzemeden seçilmelidir. Taze hava girişi genellikle güverteden sağlanır, egzoz çıkışı ise ters yönde yer alır. Filtre kullanımı bazı özel kargolarda gerekli olabilir. Bakım erişimi kolay olmalı ve havalandırma kanalları düzenli olarak temizlenmelidir. Aşırı nemli havalarda dış hava girişi kısıtlanabilir, bu durum için nem analiz cihazları kullanılabilir. Uygun havalandırma sayesinde kargo kayıpları, yangın ve gaz zehirlenmeleri gibi riskler en aza indirilir.

c) **Makine Dairesi Havalandırması:** Gemilerin makine dairesi havalandırma sistemi, ana ve yardımcı makinelerin verimli, güvenli ve sürekli çalışması için gereklidir. Bu sistemin temel görevi, makine dairesine yeterli miktarda temiz hava sağlamak ve oluşan sıcak havayı dışarı atmaktır. Dizel makinelerde yakıtın yanma işlemi için gerekli oksijenin sağlanması havalandırma sisteminin en önemli fonksiyonlarından biridir. Ayrıca makine dairesinde oluşan ısı, egzoz gazları, yağ buharı ve zararlı gazların ortamdan uzaklaştırılması gerekir. Havalandırma sistemi genellikle taze hava emişi ve sıcak hava egzozu olmak üzere iki ana bölümden oluşur. Taze hava girişleri geminin dış kısmına, genellikle kıç üstü veya üst yapı elemanlarına yerleştirilir. Egzoz çıkışları ise sıcak havanın doğal yükselme hareketi göz önüne alınarak üst bölgelere konumlandırılır. Sistemde genellikle eksenel veya santrifüj fanlar kullanılır. Fanlar, yüksek sıcaklık ve deniz ortamına dayanıklı malzemelerden imal edilmelidir. Havalandırma kapasitesi, makinelerin yakıt tüketimi ve ısı üretimi dikkate alınarak hesaplanır. Ortam sıcaklığı belirli bir değerin üzerine çıkmamalı, ideal olarak 45 °C'un altında tutulmalıdır. Aşırı sıcaklık, ekipman performansını düşürür ve arızalara neden olabilir. Bu nedenle havalandırma sistemi, ortam sıcaklık sensörleri ile otomatik olarak kontrol edilir. Fanlar, gerektiğinde kademeli olarak devreye alınabilir. Havalandırma kanalları, yangın güvenliği açısından yangın damperleri ile donatılmalıdır. Bu damperler, yangın anında otomatik veya manuel olarak kapanarak alevin yayılmasını engeller. Egzoz havasında bulunan yağ buharlarının dış ortama zarar vermemesi için filtreleme sistemleri uygulanabilir. Acil durumlar için fanların durdurulmasını sağlayacak acil stop butonları bulunmalıdır. Sistem, düzenli olarak kontrol edilmeli ve bakım planlarına uygun şekilde temizlenmelidir. Gürültü kontrolü amacıyla ses sönümleyiciler kullanılabilir. Fan motorları kıvılcım çıkarmayan tipte seçilmelidir. Sistem, gemi hareketlerine ve deniz koşullarına dayanıklı yapıda olmalıdır. Taze hava girişleri, su girişini engelleyecek şekilde kapaklı yapılmalıdır.

ARAŞTIRMA

Enerji tasarrufu sağlamak için modern gemi havalandırma sistemlerinde hangi teknolojilerin kullanıldığını araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

3.1.3.3. Havalandırma Sistemlerinde Görülen Hasarların Nedenleri

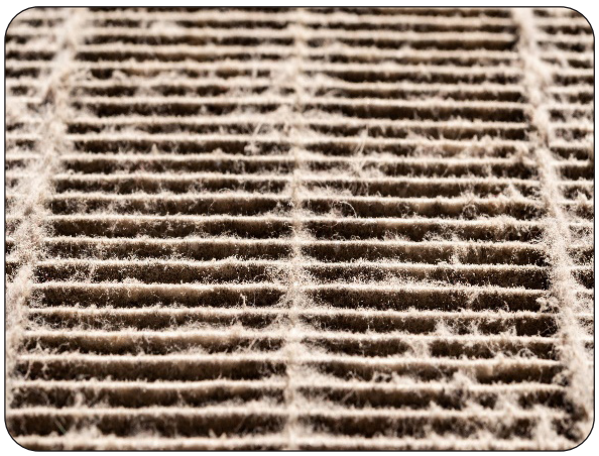
Gemilerin havalandırma sistemlerinde zamanla çeşitli hasarlar meydana gelebilir. Bu hasarlar hem havalandırma performansını düşürür hem de güvenlik açısından risk oluşturabilir. Havalandırma sistemlerinde görülen hasarların başlıca nedenleri şunlardır:

a) **Korozyon:** Gemiler deniz ortamında çalıştıkları için havalandırma sistemleri tuzlu su buharına maruz kalır. Bu durum özellikle metal yüzeylerde elektrokimyasal reaksiyonlarla korozyona neden olur (Görsel 3.61). Zamanla havalandırma kanalları ve bacaları, menfezler, fan kanatları zayıflar. Korozyon, hava sızıntısına ve yapısal hasarlara yol açar. Düzenli koruyucu boya ve kaplama yapılmazsa bu etki hızla büyür.



Görsel 3.61: Mantar başlıklı bir havalandırmada korozyon

b) **Yetersiz Filtreleme ve Kirlenme:** Filtre sistemleri düzgün çalışmadığında havalandırma kanallarında toz, yağ buharı ve diğer partiküller birikir (Görsel 3.62). Bu birikintiler zamanla sistemin tıkanmasına ve hava akışının azalmasına yol açar. Yağlı ve kirli havadaki partiküller fan kanatlarına yapışarak fanın dengesiz çalışmasına ve mekanik arızalara sebep olabilir (Görsel 3.63). Ayrıca yangın riski de artar. Bu nedenle filtrelerin düzenli temizliği ve bakımı gereklidir.



Görsel 3.62: Kirlenmiş havalandırma filtresi



Görsel 3.63: Fan kanatlarında kirlenme

c) **Titreşim ve Mekanik Aşınma:** Havalandırma fanları, motorları ve bağlantı parçaları sürekli çalıştıkları için titreşim üretir. Bu titreşimler; zamanla gevşemelere, çatlaklara veya kırılmalara neden olur. Özellikle rulmanlar, yataklar, bağlantı flanşları ve sabitleme elemanları bu durumdan etkilenir. Aşırı titreşim hem sistem ömrünü kısaltır hem de verimliliği azaltır.

ç) **Yoğuşma ve Su Birikimi:** Soğuk ve sıcak hava akımlarının birleştiği bölgelerde yoğuşma meydana gelir. Yoğuşan su, kanallarda birikerek paslanmaya ve mantar oluşumuna neden olabilir. Bu durum hava kalitesini olumsuz etkiler ve sağlık riski oluşturur. Ayrıca dreyn sisteminin tıkalı olması da hasarı artırır. Bu nedenle yoğuşma noktalarının yalıtımı ve boşaltılması iyi tasarlanmalıdır.

d) **Elektriksel Arızalar:** Fan motorları, kontrol panelleri ve sensörler elektrikle çalışır. Aşırı voltaj, kısa devre veya nem elektrikli bileşenlerin arızalanmasına neden olabilir. Bu durum fanların durmasına ya da düzensiz çalışmasına yol açar. Elektrik arızaları, yangın riski de taşıyabilir. Düzenli izolasyon testleri ve pano bakımları bu riski azaltır.

e) **Yetersiz Bakım ve Denetim:** Periyodik bakım yapılmadığında küçük arızalar fark edilmez ve bu arızalar zamanla büyür. Fan kayışlarının gevşemesi, rulmanların yağsız kalması veya filtrelerin dolması gibi sorunlar sistemin tüm performansını etkiler. Düzenli kontrol edilmeyen sistemlerde enerji verimliliği düşer.

3.1.3.4. Havalandırma Sistemlerinde Hasar Tespit Adımları

Havalandırma sistemlerinde zamanla oluşabilecek hasarların erken tespiti hem personel güvenliği hem de sistemin verimli çalışması açısından gereklidir. Bu hasar tespitleri belirli adımlarla sistematik şekilde yürütülmelidir.

a) **Görsel İnceleme:** Hasar tespit süreci, sistem elemanlarının gözle kontrolüyle başlar. Kanallar, menfezler, fanlar ve bağlantı elemanları üzerinde pas, çatlak, gevşeklik veya deformasyon belirtileri aranır. Özellikle korozyon, boya kabarması ve kir birikimi önemli ipuçlarıdır. Görsel kontroller hem içten hem dıştan yapılmalıdır.

b) **Hava Akışı ve Basınç Kontrolü:** Sistemin performansını değerlendirmek için hava akışı ölçülür. Hava hızındaki düşüş veya dengesizlikler, tıkanıklık veya mekanik arıza olabileceğini gösterir. Manometreler veya dijital hava ölçüm cihazları kullanılarak statik ve dinamik basınç farkları izlenir. Fanların çalışması sırasında düzenli hava dağılımı olup olmadığı kontrol edilir.

c) **Gürültü ve Titreşim Ölçümü:** Fan ve motor ünitelerinde aşırı gürültü veya titreşim, mekanik arıza işareti olabilir. Titreşim ölçen cihazlarla yapılan ölçümler; rulman aşınması, fan balanssızlığı ya da bağlantı noktalarındaki gevşeklikleri ortaya çıkarır.

ç) **Filtre ve Kanal Temizlik Durumunun Kontrolü:** Filtrelerin ve kanalların kirlenme durumu incelenir. Aşırı kir, yağ ve toz birikintisi sistemin tıkandığını ve verim kaybı yaşandığını gösterir. Bu kontroller sırasında filtrelerin deformasyon veya yırtılma gibi fiziksel hasarları da belirlenmelidir. Ayrıca kanalların iç yüzeylerinde mantar veya pas olup olmadığı da değerlendirilir.

d) **Elektriksel Bağlantıların ve Motorların Kontrolü:** Fan motorlarının kablo bağlantıları, sigorta kutuları ve kontrol panelleri gözden geçirilir. Yanık izleri, gevşek kablolar veya aşırı ısınma belirtileri elektrik arızalarına işaret eder. Ayrıca motor sesleri ve çalışma sıcaklıkları da kontrol edilerek aşırı yüklenme veya rulman arızaları tespit edilebilir. Voltaj ve akım ölçümleri, elektriksel dengesizlikleri ortaya çıkarır.

e) **Korozyon ve Malzeme Hasarı İncelemesi:** Özellikle deniz ortamına maruz kalan bölgelerde malzeme yüzeyleri incelenir. Metal parçaların paslanması, çatlaması veya delik oluşumu yapısal zayıflıkları gösterir. Hava firarları, menfez kapakları ve dış bağlantı elemanları bu açıdan kontrol edilmelidir. Korozyonun boyutu belirlenerek onarım veya parça değişimi planlanır. Malzeme türüne uygun koruma yöntemlerinin uygulanıp uygulanmadığı da değerlendirilir.

f) **Yoğuşma ve Su Birikimi Kontrolü:** Yoğuşma oluşan bölgeler kontrol edilerek su birikintileri aranır. Su tahliye sistemlerinin çalışıp çalışmadığı test edilir. Özellikle dreyn deliklerinin tıkanıklığı, sistem içinde nem ve küf oluşumuna neden olabilir. İzolasyon eksiklikleri de bu aşamada tespit edilebilir.

g) **Raporlama:** Tespit edilen tüm hasarlar ve gözlemler detaylı bir şekilde kayıt altına alınır. Fotoğraflar, ölçüm değerleri ve yorumlar teknik rapora dâhil edilir. Rapor, bakım ekibi ve teknik yönetim tarafından incelenerek bakım onarım planı oluşturulur. Ayrıca geçmiş bakım kayıtlarıyla karşılaştırma yapılarak sistemdeki genel eğilim değerlendirilir.

BİLGİ KÜPÜ

Havalandırma sistemlerinde hasar tespiti yapılırken kullanılan ölçüm cihazları şunlardır:

Manometre: Hava basıncını ölçer.

Anemometre: Hava akış hızını ölçer.

Termometre: Sıcaklık ölçer.

Titreşim Ölçer: Fan ve motor titreşimlerini kontrol etmek için kullanılır.

Multimetre: Elektrik bağlantı ve devre kontrolleri için kullanılır.

Desibel metre: Anormal ses kaynaklarını tespit etmek için kullanılır.

3.1.3.5. Havalandırma Sistemlerinde Bakım Onarım

Gemilerin havalandırma sistemlerinde bakım ve onarım işlemleri, sistemin verimli ve güvenli çalışmasını sağlamak amacıyla düzenli olarak yürütülmelidir. İlk olarak tüm hava kanalları ve menfezler; kir, pas ve yabancı maddelerden arındırılarak temizlenir. Fan motorları kontrol edilir, rulmanları yağlanır ve elektrik bağlantıları sıkılığı açısından gözden geçirilir. Fanda aşırı vibrasyon varsa rulmanlar yenilenir. Hava filtreleri kontrol edilir, tıkanmış veya hasarlı olanlar değiştirilir. Damperler ve havalandırma şapkaları, işlevsellik açısından test edilir. Korozyona uğramış kanal ve bağlantı noktaları onarılır veya yenilenir. Otomatik kontrol ve sensör sistemleri, sıcaklık ve nem ayarlarının doğruluğu açısından kalibre edilir. Mekanik parçalar arasında aşınma, gevşeme ve denge sorunları kontrol edilerek gerekli düzeltmeler yapılır. Gürültü ve titreşim seviyeleri ölçülerek fan balansı veya montaj hataları değerlendirilir. Yoğuşma oluşan bölgelerde yalıtım malzemeleri gözden geçirilir ve su birikintileri tahliye edilir. Acil durum havalandırma ekipmanlarının kondisyonu test edilerek sertifikasyonları güncellenir. Hava akış hızı ve basıncı ölçülerek sistemin dizayn değerlerine uygunluğu değerlendirilir. Tüm bakım faaliyetleri kayıt altına alınarak planlı bakım takvimine işlenir. Son olarak sistem, bütünsel olarak çalıştırılıp performansı kontrol edilir.

HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNİN HASAR TESPİTİ

Amaç: Gemilerin havalandırma sistemlerinin hasar tespitini yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Manometre, anemometre, termometre, titreşim ölçer, filtre temizleme ve değiştirme aparatları, el feneri, boru ve kanal kamerası, ses ölçer, kişisel koruyucu ekipman.

Görev: Verimli çalışmayan bir havalandırma sisteminin hasar tespitini yapınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Sistem bileşenlerini (fan, kanal, damper, filtre, sensör vb.) belirleyerek inceleme yapılacak alanı tanımlayınız.
3. Fan sesi, hava akışı, titreşim, duman emiş gücü gibi parametrelere dikkat ederek verimsizliğin belirtilerini tespit ediniz.
4. Hava debisi ve hız ölçümlerini yapınız.
5. Filtrelerde kirlenme, tıkanma, deformasyon veya yırtık olup olmadığını gözlemleyiniz.
6. Havalandırma kanallarında yağ, nem, pas, izolasyon hasarı veya gevşemiş bağlantılar olup olmadığını kontrol ediniz.
7. Fan kanatlarının durumu, motor çalışması, yataklar ve kayış sistemlerini fiziksel ve görsel olarak inceleyiniz.
8. Damperlerin açılıp kapanma işlevini kontrol ederek sıkışma, kırılma veya hava kaçağı olup olmadığını tespit ediniz.
9. Bulunan arızaları, ölçüm sonuçlarını ve gözlemleri sistem şeması üzerinde işaretleyerek yazılı rapor hâline getiriniz.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
İncelenecek fan, kanal, filtre, damper gibi bileşenleri doğru tespit etti.	10	
Gözlem ve dinlemeye dayalı belirtileri analiz etti.	15	
Ölçüm cihazları ile hava debisi ve hız değerlerini ölçtü.	10	
Filtrelerin kontrolünü yaptı.	10	
Kanallarda gözlem ile yüzey ve bağlantı kontrollerini yaptı.	10	
Fan kanatları, motor, kayışlar ve yatakları kontrol etti.	15	
Damper mekanizmasının işlevselliğini kontrol etti.	10	
Hasar tespit raporunu eksiksiz ve anlaşılır biçimde hazırladı.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

3.2. BORULARA DİŞ AÇMA

Borunun uç kısmındaki dış yüzeye te, dirsek, rekor, valf vb. tesisat elemanlarının monte edilebilmesi için çeşitli pafta takımlarını kullanarak vida şeklinde helisel kanallar oluşturmaya **diş açma** denir (Görsel 3.64). Bu işlem; boru devrelerinin sökülüp takılabilir, sızdırmaz ve sağlam bağlantılarla birleştirilmesini sağlar.

3.2.1. Diş Açmada Kullanılan Boru Paftaları

Boru paftası; boruların dış yüzeyine diş açmak için kullanılan, genellikle çelikten imal edilmiş, sert ve kesici ağızlara sahip özel bir alettir. Özellikle çelik boruların uçlarına erkek diş açmak için kullanılır. Dişlerin standartlara uygun açılmasını sağlar. Manuel veya makine ile çalışan paftalar kullanılabilir. Farklı boru çaplarına göre farklı boyutlarda üretilir. En çok kullanılan boru pafta çeşitleri şunlardır:

a) **Manuel Tip Boru Paftası:** Elle döndürülerek kullanılan, en yaygın ve temel boru diş açma paftasıdır (Görsel 3.65). Pafta gövdesi bir tutma koluna yerleştirilir ve kullanıcı, kolu çevirerek borunun ucuna diş açar. Genellikle küçük çaplı (1/2”-2”) borular için uygundur. Kullanımı kolay, taşınabilir ve düşük maliyetlidir. Genellikle farklı çaplara uygun kafalar içeren pafta takımı şeklinde temin edilir. Elle döndürme kuvveti gerektiği için ağır işlerde tercih edilmez.



Görsel 3.64: Diş açılmış borular



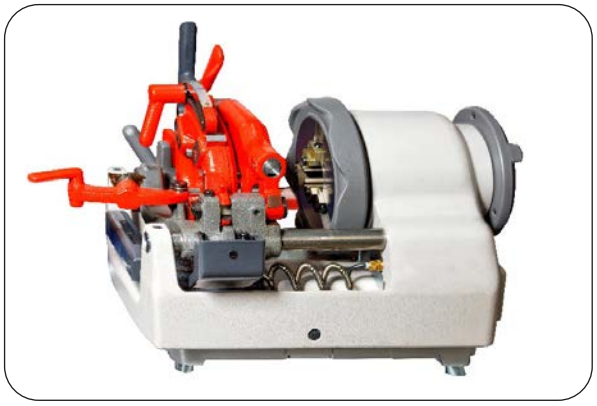
Görsel 3.65: Manuel tip boru paftası

b) **Elektrik Tahrikli Boru Paftası:** Elektrik motoru ile çalışan, otomatik dönme hareketi sayesinde hızlı ve kolay diş açma imkânı sunan pafta türüdür (Görsel 3.66). Genellikle 1/2”-4” çapa sahip borular için kullanılır, zaman tasarrufu sağlar ve iş gücünü azaltır. Aşırı kuvvet gerektirmeyen, seri işler için idealdir.



Görsel 3.66: Elektrik tahrikli boru paftası

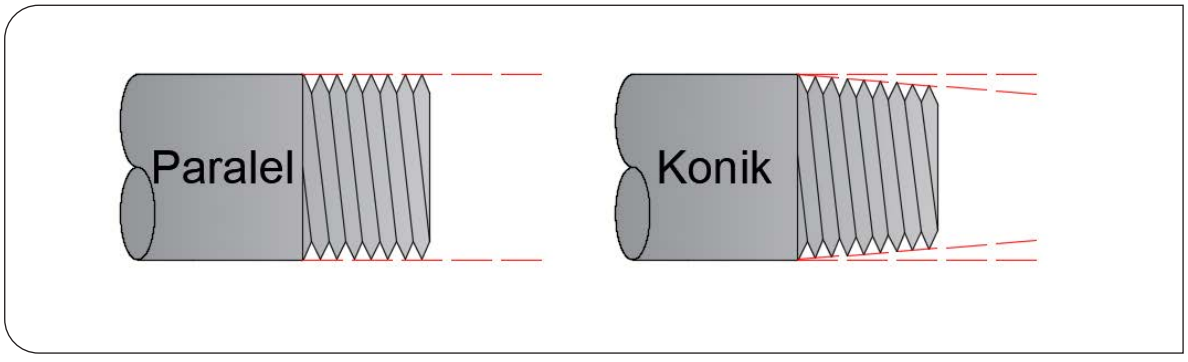
c) **Tezgâh Tipi Boru Paftası:** Bir masa veya ayaklı sehpa üzerine sabitlenmiş, genellikle hem elektrik motorlu hem de mekanik parçalarla desteklenen ağır hizmet tipi paftadır (Görsel 3.67). Pafta ölçüsü 1/2" ila 6" veya daha büyük çaplı borulara kadar çıkabilir. Seri üretim ve atölye ortamı için uygundur. Borunun sabit tutulması, dönmesi ve kesme yağı uygulanması tezgâh tarafından sağlanır. Kesme, pah kırma, raybalama ve diş açma gibi işlemleri entegre şekilde yapabilir. Endüstriyel kullanımlar için ideal olan bu pafta, sabit veya tekerlekli olarak kullanılabilir.



Görsel 3.67: Tezgâh tipi boru paftası

3.2.2. Boru Diş Tipleri ve Standartları

Boru dişleri, ulusal ve uluslararası standartlara ve uygulama alanına göre değişiklik göstermektedir. Paralel ve konik tipte olmak üzere başlıca iki tane boru diş tipi vardır (Görsel 3.68). Paralel tip diş, düz diş olarak da adlandırılır. Bu tip dişte boru dişinin çapı, başta ve sonda aynıdır. Konik tip dişte ise boru dişinin çapı, uçtan itibaren artar.



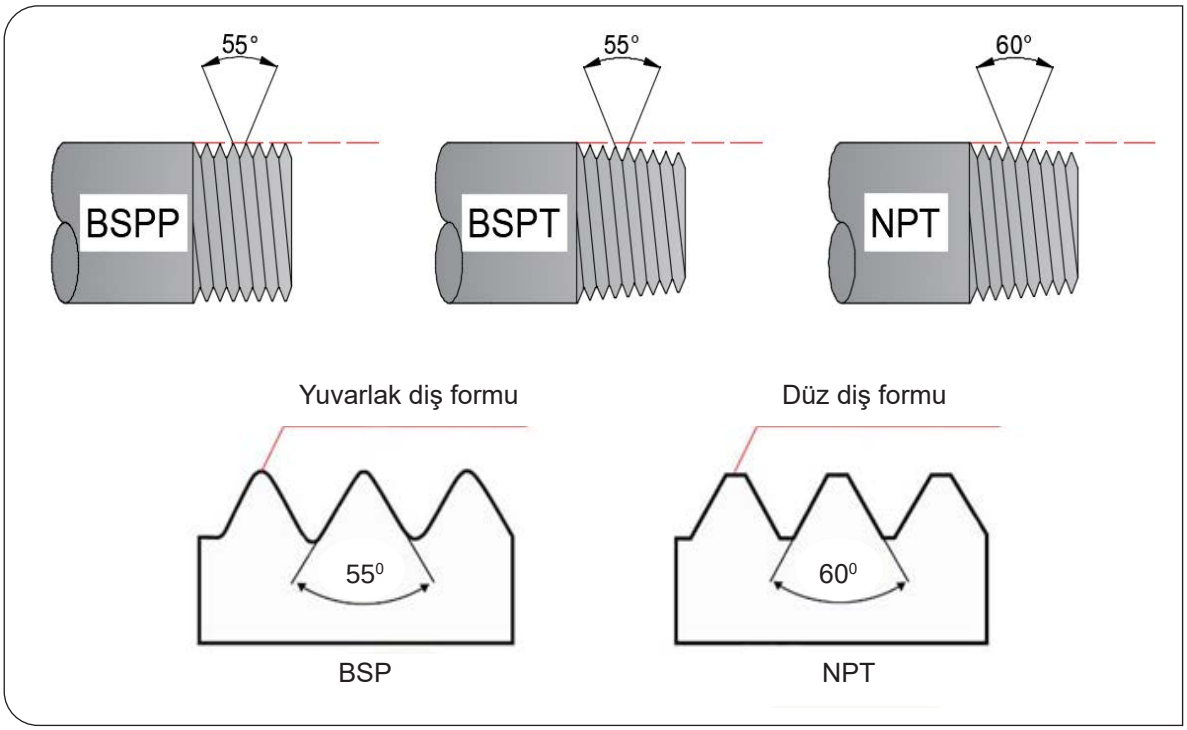
Görsel 3.68: Boru diş tipleri

Diş tiplerinin ölçülerini belirleyen ve en yaygın olarak kullanılan iki boru diş standardı vardır. Bunlar İngiliz Boru Standardı (British Standard Pipe-BSP) ve Amerikan Dişli Boru Standardıdır (American National Standard Pipe Thread-NPT). Her boru diş standardında inç başına belirli sayıda diş ve farklı şekillerde diş tepesi ile çukurları vardır.

a) **BSP:** Bu standart Kuzey Amerika hariç dünya çapında benimsenmiştir. Bu standartta diş açısı 55 derecedir. Diş formları yuvarlak çukur ve tepelere sahiptir. BSPP ve BSPT olmak üzere iki diş formu vardır. BSPP diş, BSP standardında paralel formda ve sabit bir çapa sahiptir. BSPT diş ise BSP standardında konik formda bir diştir. Bu boru dişinin çapı, diş boyunca değişkendir.

b) **NPT:** Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da kullanılan standarttır. Bu standartta diş açısı 60 derecedir. Diş formu ise koniktir. Bu boru dişinin çapı, diş boyunca değişkendir. NPT diş, düzleştirilmiş tepe ve çukurlara sahiptir.

Görsel 3.69'da BSPP, BSPT ve NPT dişler arasındaki şekil farkları gösterilmiştir.



Görsel 3.69: BSPP, BSPT ve NPT dişler

Konik bir erkek diş, konik veya paralel bir dişi dişe uyabilir. Dolayısıyla BSPT (konik) erkek bir diş, hem BSPT (konik) hem de BSPP (paralel) dişi dişe uyabilir. Ancak BSPP (paralel) bir erkek diş, sadece paralel (BSPP) bir dişi dişe uyar. BSP ve NPT dişler ise inç başına farklı diş sayılarına ve diş açılarına sahip oldukları için uyumsuzdur. NPT bir erkek diş ile BSPP veya BSPT dişi diş ile birleştirmeye çalışmak, borunun birkaç tur çevrilmesi sonucunda sıkışmasına neden olacaktır. Diş formlarındaki farklılıktan dolayı da sızıntı meydana gelecektir. BSPP, BSPT ve NPT diş uyumlulukları Tablo 3.3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.3: BSPP, BSPT ve NPT Diş Uyumlulukları

DİŞ FORMLARI	BSPP Dişi Diş	BSPT Dişi Diş	NPT Dişi Diş
BSPP Erkek Diş	Uyumlu	Uyumlu değil	Uyumlu değil
BSPT Erkek Diş	Uyumlu	Uyumlu	Uyumlu değil
NPT Erkek Diş	Uyumlu değil	Uyumlu değil	Uyumlu

BSPP dişler için conta, o-ring, pul gibi sızdırmazlık elemanı kullanılması gerekir. BSPT ve NPT dişler ise konik yapılarından dolayı birbirini daha sıkı kavrar. Conta, o-ring gibi sızdırmazlık elemanı kullanmayı gerektirmez. Bu dişlerin üzerine teflon bant, kendir ipi, sıvı conta gibi elemanların kullanılması yeterli olur.

3.2.3. Borulara Diş Açma İşlemi

Borulara diş açma işlemi için uygun pafta takımı seçilir. Mengene, boru kesme aleti, çapak temizleme aracı, kesme yağı gibi araç gereç hazırlanır. Gözlük takılır, eldiven gibi kişisel koruyucu donanımlar giyilir. Açılacak dişin formu belirlenir. BSP veya NPT formlarına uygun diş tarakları seçilir. Boru istenen ölçüde kesim araçları ile dik olarak kesilir. Bunun için boru bıçağı, testere ya da taş motoru kullanılabilir. Kesilecek boru boyu, pafta ile diş açmada kısa kalacaksa önce diş açılır, ardından boru istenen ölçüde kesilir. Aynı zamanda tezgâh tip paftalarda seri imalat içinde borunun kesimi diş açıldıktan sonra yapılabilir. Boru içindeki ve dışındaki çapaklar eğe veya çapak temizleme aparatları ile temizlenir. Dış yüzeyin temizliği pafta kalıbının boruya doğru bir şekilde girmesi için gereklidir (Görsel 3.70). İç yüzeyin temizliği ise diş açma kalitesini artırmanın yanı sıra kesim sonucu boru merkezine doğru oluşan form bozukluğunu gidererek türbülanslı akışın önüne geçmek için yapılır (Görsel 3.71).



Görsel 3.70: Borunun dış yüzey temizliği



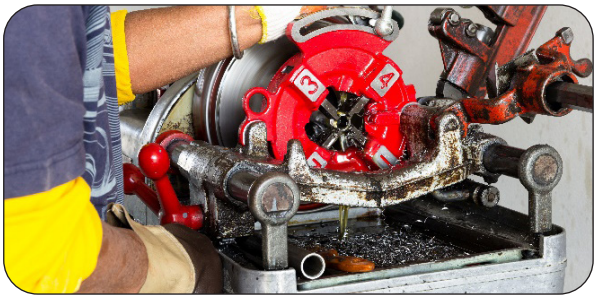
Görsel 3.71: Borunun iç yüzey temizliği

El paftası ile diş açma işlemi için boru çapına uygun 1/2”, 3/4”, 1” gibi pafta (diş kalıbı) seçilir. Boru, boru mengenesine bağlanır. Pafta, pafta koluna yerleştirilerek sabitlenir ve boruya dik olacak şekilde konumlandırılır. Saat yönünde döndürülerek ve paftaya baskı yapılarak diş açılmaya başlanır. Her 1-2 turda bir yarım tur geri döndürerek taraklar arasına sıkışan talaşın dökülmesi sağlanır. Diş açılacak bölge ve pafta tarakları diş açma işlemi boyunca sürekli kesme yağı ile yağlanır (Görsel 3.72). Yağ, kesme esnasında ısınmayı ve sürtünmeyi azaltır, diş kalitesini ise artırır. İstenen uzunlukta diş açıldıktan sonra pafta geri döndürülerek çıkarılır. Bu işlemde boru sabitken pafta döner. Dişlerin düzgünlüğü ve bağlantıya uygunluğu kontrol edilir. Gerekirse aynı çapta bir bağlantı elemanı ile deneme yapılır.



Görsel 3.72: El paftası ile diş açma ve yağlama işlemi

Tezgâh tipi pafta ile diş açılıyorsa önce boru, makine mengenesiyle sabitlenir. Pafta kafası, boru çapına ve diş tipine uygun ayara getirilir ve kilitlenerek boruya hizalanır. Makine çalıştırılarak dönen boruya, pafta kafasının bağlı olduğu kızağın döndürme kolu çevrilerek baskı uygulanır (Görsel 3.73). İlk diş açıldıktan sonra kol serbest bırakılır ve otomatik olarak kızak ilerler. Kızağın ilerlemesi ile birlikte dişlerin ve tarakların da otomatik olarak sürekli yağlandığından emin olunmalıdır (Görsel 3.74).

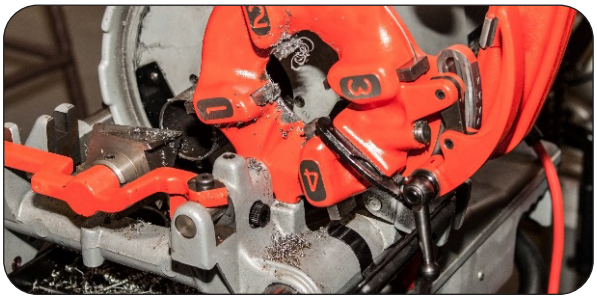


Görsel 3.73: Borunun pafta kafasına yerleştirilmesi



Görsel 3.74: Dişlerin ve tarakların yağlaması

Yeterli diş boyuna ulaşılınca pafta kafasındaki mekanizma, tarakları dişlerden ayırır. Kızak geri alınarak pafta kafası kaldırılır. Borunun iç yüzeyinde oluşan çapakları temizlemek için tezgâhın raybası indirilir. Makine tekrar çalıştırılarak dönen boruya rayba, baskı uygulayarak gerekli temizlik işlemini yapar (Görsel 3.75). Son olarak istenen boru boyu markalanır. Makinenin çalıştırılması ile dönen boru, tezgâha bağlı olan boru kesici ile kesilir (Görsel 3.76). Boru yüzeyindeki metal talaşları ve yağ temizlenir. Açılan dişin uygunluğunu kontrol etmek için aynı ölçüde başka bir bağlantı elemanı kullanılır.



Görsel 3.75: Borunun raybalanması



Görsel 3.76: Borunun kesilmesi

BİLGİ KÜPÜ

En küçük boyutlarda diş açma sırasında kaybedilen et kalınlığı miktarı, orijinal boru et kalınlığının yaklaşık %55'ine eşittir.

ARAŞTIRMA

Diş açma işleminde uygun özelliklere sahip olmayan yağ kullanılmasının sonuçları neler olabilir? Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

BORULARA DİŞ AÇMA

Amaç: Çelik borulara diş açmak

Kullanılacak Araç Gereç: Yeterli boyda bir parmak çelik boru, boru mengenesi, el paftası, kesme yağı, tel fırça, boru kesicisi, eğe, metre, kişisel koruyucular.

Görev: Çelik boruya verilen ölçüde el paftası ile diş açınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Çelik boruyu 200 mm boyunda boru kesici ile kesiniz.
3. Boru ucunu eğe ile çapaklardan temizleyiniz.
4. Boruyu, mengeneye sıkıca sabitleyiniz.
5. Uygun çap ve tipte paftayı seçiniz.
6. Paftayı, pafta koluna yerleştiriniz.
7. Boru ucunu ve pafta taraklarını kesme yağı ile yağlayınız.
8. Paftayı, boruya dik şekilde yerleştiriniz ve saat yönünde çevirerek diş açmaya başlayınız.
9. Her 1-2 turda bir yarım tur geri alarak talaşları kırınız.
10. İstenen diş boyuna gelindiğinde paftayı geri çevirerek çıkarınız.
11. Borunun ve el paftasının temizliğini yapınız. Çalışma ortamınızı temiz bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Boruyu ölçüsünde kesti.	10	
Borunun yüzeyini temizledi.	10	
Boru çapına göre pafta takımını hazırladı.	15	
Yağlama işlemini yaptı.	10	
Boruya diş açtı.	20	
Talaş boşaltma işlemini uyguladı.	15	
Gerekli temizlik işlemlerini yaptı.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

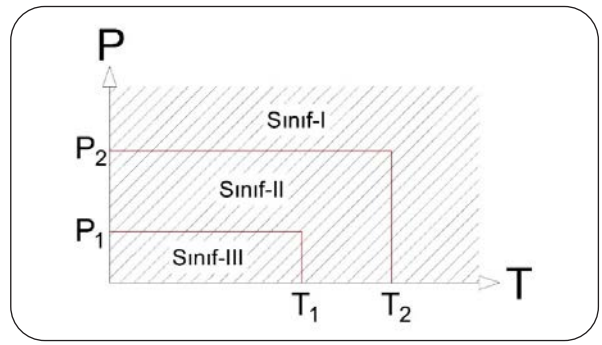
3.3. BORU BAĞLANTILARI VE BORULARIN BİRLEŞTİRİLMESİ

Gemilerde borular ve bağlantı elemanları; yakıt, yağ, su, buhar ve hidrolik sistemler gibi farklı devrelerde, basınç ve ortam koşullarına uygun malzemelerle kullanılır. Boru birleştirmelerinde genellikle dişli, flanşlı ve kaynaklı bağlantı yöntemleri, devrenin türü ve güvenlik gereklerine göre tercih edilir. Dişli bağlantılar düşük basınçlı sistemlerde kolay sökülebilirlik avantajı sağlarken yüksek basınçlı devrelerde genellikle kaynaklı ya da flanşlı bağlantılar kullanılır. Bağlantı noktalarında sızıntının önüne geçmek için conta, teflon bant, keten gibi malzemelerle birlikte sızdırmazlık test işlemleri uygulanır. Boru devre elemanlarının montajında; doğru eğim, sabitleme, genleşme payı ve klas kuruluşlarının teknik şartnamelerine uyum kritik öneme sahiptir.

3.3.1. Borulamada Kullanılan Boruların ve Devre Elemanlarının Genel Özellikleri

Boru (pipe); gemilerde su, gaz, hava, buhar, yağ, yakıt gibi akışkan ürünlerin iletimini sağlayan; metal, plastik, kompozit gibi farklı malzemelerden elde edilen, belirli uzunluğa sahip içi boş silindirik ürünlerdir. **Borulama (piping, pipeline)** ise borulara ek olarak bütün bağlantı elemanlarını (fittings), flanşları (flange), valfleri (valves), ölçüm cihazlarını (gauges), cıvatalamaları (bolting), sızdırmazlık elemanlarını (sealing components), boru destek ve askılarını (pipe hangers and support) ve diğer mekanik ekipmanlarını (pompalar, filtreler, tanklar vb.) içeren sistemin genel adıdır.

Boru devrelerinin imalat ve onarım aşamalarında tabi olacakları kurallar, klas kuruluşları tarafından belirlenir. Bu kurallar, büyük oranda uluslararası standartlar ile birlik sağlanması için birbirine yakın ifadeler içerir. Borulama elemanları; hedeflenen servis ve çalışma ortamına göre test etmek, bağlantı tipini seçmek ve ısıl işlem yapmak için basınçlarına ve sıcaklıklarına göre sınıflara ayrılır (Grafik 3.1 ve Tablo 3.4). Sınıf-I ve Sınıf-II kategorisine ait boruların, valflerin ve bağlantı elemanlarının imalatları klas onaylı olarak yapılır.



Grafik 3.1: Boru sınıfları

Tablo 3.4: Devre İçeriğine ve Sınıflarına Göre Basınç ve Sıcaklık Değerleri

Devre İçeriği	Sınıf-I		Sınıf-II		Sınıf-III	
	P> (bar)	T> (°C)	P (bar)	T (°C)	P≤ (bar)	T≤ (°C)
Zehirli ve aşındırıcı	Tümü		Uygulanamaz		Uygulanamaz	
Parlama noktasının üzerinde veya parlama noktası 60 °C'un altında olan			Özel güvenlik önlemleri alınması şartıyla			
Sıvılaştırılmış gaz						
Buhar	16	300	Sınıf-I ve III'e ait olmayan herhangi bir basınç ya da sıcaklık kombinasyonu		7	170
Termal yağ						150
Yakıt, yağlama yağı, yanıcı hidrolik yağ	16	150				60
Deniz suyu, tatlı su, hava, gaz, yanıcı olmayan hidrolik yağ, besleme ve yoğuşma suyu	40	300			16	200

Sınıf-I ve Sınıf-II boru devreleri için üretilmiş olan borular, dikişsiz borulardan veya klas tarafından dikişsiz borulara eş değer olarak üretildiği onaylanan kaynaklı borulardan oluşur. Genel olarak 400 ºC'u aşmayan sıcaklıklarda karbon çeliğinden veya karbon-manganez çeliğinden, 500 ºC'u aşmayan sıcaklıklarda da düşük alaşımlı çeliklerden imal edilen borular, valfler ve bağlantı elemanları kullanılır. 500 ºC'u aşan durumlarda ise alaşımlı çelik tercih edilir. Bakır ve bakır alaşımlı borular da dikişsiz olarak veya klas kuruluşunun uygun gördüğü kaynaklı yöntemlerle üretilir ama Sınıf-I ve Sınıf-II boruları dikişsiz olur. Bakır ve bakır alaşımlı borular, valfler ve bağlantı elemanları 200 ºC'u aşan sıcaklıklarda kullanılmaz. Bakır-nikel alaşımlı borular 300 ºC'u, bronz valfler ve bağlantı elemanları 260 ºC'u geçen sıcaklıklar için uygun değildir. Sintine, balast ve kargo devrelerinde sfero dökme demir ile imal edilen borulama elemanları kullanılabilir. 350 ºC'a kadar olan sıcaklıklarda, Sınıf-II veya Sınıf-III boru devrelerinde kullanılacak bu elemanların durumu klas kuruluşu tarafından ayrıca değerlendirilir. Gri (pik) dökme demir ile üretilen valfler ve bağlantı elemanları tankerlerin kargo tanklarındaki taşıma hatlarında kullanılabilir. Kargo yükleme ve boşaltma hatlarına ait boruların valfleri ve bağlantı elemanları hariç, 16 bar basıncın altındaki açık güverte kargo hatlarında gri dökme demir valf ve bağlantı elemanları tercih edilebilir. Sınıf-III'ün diğer hizmetlerine yönelik gri dökme demir boru, valf ve bağlantı elemanları klas kuruluşunca ayrıca değerlendirilir. 220 ºC sıcaklığın üzerinde, su çekici ve aşırı gerilime maruz kalan, doğrudan dış kaplamaya bağlanan, hidrostatik basınca maruz kalan yakıt ve yağlama devrelerinde gri dökme demir ürünleri kullanılmaz. Kurşun borular, arızalanması hâlinde su taşkınına sebep olacakları yerlere takılmaz. Plastik malzemeden üretilen borular, valfler ve bağlantı elemanları ilgili klas kuruluşunun onayı ile uluslararası standartlara göre üretilmelidir.

Gemi boru devrelerinde boru çapları ve et kalınlıkları dizayn basıncı, borunun imalat yöntemi, korozyon toleransları, mukavemet değerleri, taşıyacağı akışkanın sıcaklığı, pompalama kapasitesi gibi ölçütlere göre belirlenir. Tablo 3.5'te çelik ve bakır borulara ait ölçüler verilmiştir.

Tablo 3.5: Boruların Çap ve Et Kalınlık Değerleri

Borular										
Nominal Çap		**Dış Çap (mm)**	**Et Kalınlıkları (mm)**							
DN	**NPS**		**Çelik**						**Bakır**	**Bakır Alaşım**
			A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	
15	1/2	21,3	2,0	-	3,2	-	3,2	2,6	1,6	1,2	1,0
20	3/4	26,9	2,0	-	3,2	-	3,2	2,6	1,6	1,5	1,2
25	1	33,7	2,0	-	3,2	-	4,0	3,2	1,6	1,5	1,2
32	1 1/4	42,4	2,0	4,5	3,6	6,3	4,0	3,2	1,6	1,5	1,2
40	1 1/2	48,3	2,3	4,5	3,6	6,3	4,0	3,2	1,6	2,0	1,5
50	2	60,3	2,3	4,5	4,0	6,3	4,5	3,6	2,0	2,0	1,5
65	2 1/2	76,1	2,6	4,5	4,5	6,3	5,0	3,6	2,0	2,0	1,5
80	3	88,9	2,9	4,5	4,5	7,1	5,6	4,0	2,0	2,5	2,0
90	3 1/2	101,6	2,9	4,5	4,5	7,1	6,3	4,0	2,0	2,5	2,0
100	4	114,3	3,2	4,5	4,5	8,0	7,1	4,5	2,3	2,5	2,0
125	5	139,7	3,6	4,5	4,5	8,0	8,0	5,0	2,3	3,0	2,5
150	6	168,3	4,0	4,5	4,5	8,8	8,8	5,6	2,3	3,0	2,5
200	8	219,1	4,5	5,9	5,9	8,8	-	-	2,6	3,5	3,0
250	10	273,0	5,0	6,3	6,3	8,8	-	-	2,9	4,0	3,5

A) Genel borular
B) İştirakli tankların havalandırma, taşıntı ve iskandil boruları
C) Sintine, balast ve deniz suyu boruları
D) Yakıt ve balast tanklarından geçen sintine, balast, havalandırma, taşıntı ve iskandil boruları
E) Karbondioksit yangın söndürme sistemlerinin tüplerden tahliye valflerine kadar olan borular
F) Karbondioksit yangın söndürme sistemlerinin tahliye valflerinden tahliye nozullarına kadar olan borular
G) Östenitik paslanmaz çelik borular
NOT: Tablodaki ölçüler uluslararası standartlara göre en yaygın kullanılan boru ölçüleridir.

BİLGİ KÜPÜ

Gemi devrelerindeki elemanlar için DN, SCH ve PN ile gösterilen bazı kısaltmalar vardır. Bunların ne anlama geldiğini bilmek, bu elemanları tanımak açısından önemlidir.

DN (Diameter Nominal): Boruların, bağlantı elemanlarının, flanşların ve valflerin birbiriyle uyumlu olması için kullanılan çap değerinin Avrupa standartlarındaki karşılığıdır. DN değeri **anma çapı** olarak da bilinir. Genel bir yanılgı olarak ölçü birimi milimetre olarak düşünülse de DN boyutsuz bir sayıdır. DN değerinin devre elemanlarının fiziksel büyüklükleriyle (dış çap, et kalınlığı gibi) doğrudan olmayan ilişkisi vardır. DN değerinin Amerikan standartlarındaki karşılığı ise **NPS (Nominal Pipe Size)** olarak ifade edilir. Devre elemanlarının üzerinde sadece DN veya NPS değerleri yazılabildiği gibi bazen ikisi birlikte de yazılabilir. En sık kullanılan DN ve NPS değerlerinin birbirine karşılık gelen değerleri Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.6: DN ve NPS Değerlerinin Karşılaştırılması

DN	NPS	DN	NPS
8	1/4"	50	2"
10	3/8"	65	2 1/2"
15	1/2"	80	3
20	3/4"	100	4
25	1"	125	5
32	1 1/4"	150	6
40	1 1/2"	200	8

Schedule (SCH): Devre elemanlarının et kalınlığını ifade etmede kullanılan bir kısaltmadır. Basıncı artan boruların schedule numarası da artar. Denizcilikte genellikle hafif işlerde SCH 40, ağır işlerde SCH 80 boru kullanılır. Bunun dışında SCH 5S, 10S, 10, 20, 30, 40S, 40, 60, 80 100, 120, 140 ve 160 numaralar da farklı alanlarda ve sektörlerde kullanılır. SCH numarası arttıkça devre elemanının et kalınlığı artar, iç çapı azalır.

PN (Pressure Nominal): Devre elemanlarının çalışabileceği basınç sınırını ifade eden SI sistemindeki boyutsuz anma basınç değeridir. İzin verilen çalışma basıncı; malzemeye, tasarıma ve çalışma sıcaklığına bağlıdır ve ilgili standartlardaki basınç/sıcaklık derecelendirme tablolarından seçilmelidir. Yüksek sıcaklıkla birlikte malzemelerin mukavemetinde azalma olacağı için izin verilen PN değeri ters orantılı olarak düşmektedir. PN değerinin yanında bar cinsinden basınç ifadesi doğrudan kullanılmamalıdır. PN6, PN10, PN16, PN25, PN 40, PN63, PN100 şeklinde örnek anma basınçları yazılabilir. PN değerinin Amerikan standartlarındaki (ANSI) karşılığı **Class** (basınç sınıfı) olarak ifade edilir. ANSI Class 125, Class 150, Class 250, Class 300, Class 600, Class 900, Class 1500, Class 2500 gibi anma basınçları yazılır. SI sistemi ile ANSI basınç kademeleri tam olarak uyuşmaz. Bunun için mutlaka standartların ilgili tabloları incelenmelidir.

3.3.2. Boru Bağlantı Elemanları (Fitingler)

Boruları birbirine bağlamak, boru devrelerinin yönlerini değiştirmek, borulara ilave hat eklenmesini sağlamak gibi fonksiyonları olan borulama elemanlarına **bağlantı elemanları (fiting)** denir. Fitingler; adlarına, çaplarına (DN / NPS), şekillerine, et kalınlıklarına ve malzemesine göre tanımlanır. Borulara veya birbirlerine dişli, flanşlı, soket kaynaklı ve alın kaynaklı olarak birleştirilir. DN 50'den büyük borulamalarda fitingler genellikle alın kaynaklı (butt weld-BW), küçük olanlarda ise dişli (Threaded-THRD) veya soket kaynaklı (socket weld-SW) olarak kullanılır. En çok kullanılan fitingler şunlardır:

a) Dirsek: Boru tesisatlarına 45°, 90°, 180° gibi açı veren bağlantı elemanıdır. Sistem üzerinde dönüşleri sağlar. Dişli ve kaynaklı olarak imal edilir (Görsel 3.77). Dişli olan dirseklerin dişleri erkek veya dişi olabileceği gibi erkek/dişi de olabilir. Redüksiyonlu olanlar tesisatın yönünü ve çapını değiştirir. Kaynaklı dirsekler sırt yapılarına göre uzun boyunlu (long radius-LR) ve kısa boyunlu (short radius-SR) olur. Boyun uzunluğu dirseğin yön değiştirme mesafesini belirler.



a) 90^0 Kaynaklı | b) 90^0 Dişli | c) Kuyruklu | ç) 45^0 Dişli

Görsel 3.77: Dirsek çeşitleri

b) Te: Ana boru hatlarından genellikle 90° kol almak (branch- branşman) için kullanılan fitinglerdir (Görsel 3.78). Te'ler genellikle düz (Equal-Eq) Te ve redüksiyon Te olarak imal edilir. Düz Te'nin branşman kısmı ana boru hattının çapı ile aynıdır. Redüksiyonlu Te'de ise branşman çapı ana boru hattından küçüktür.



a) Kaynaklı | b) Dişli | c) Redüksiyonlu | ç) Flanşlı

Görsel 3.78: Te çeşitleri

c) Redüksiyon: Boru hatlarında çap düşürmek için kullanılan fitinglerdir (Görsel 3.79). Redüksiyon ölçüsü tanımlanırken önce büyük çap sonra küçük çap belirtilir. Redüksiyonlar eksantrik-merkez eksenleri kaçık (eccentric reducer-ECC) ve konsantrik-merkez eksenleri doğrusal (concentric reducer- CONC) olarak üretilir. Konsantrik redüksiyonlar genellikle dikey boru hatlarında kullanılırken eksantrik redüksiyonlar yatay boru hatlarında kullanılır.



a) Dişli konsantrik


b) Kaynaklı konsantrik


c) Kaynaklı eksantrik

Görsel 3.79: Redüksiyon çeşitleri

ç) Kruva: Boru hatlarına tek bir eleman olarak aynı anda dört farklı yön verebilen fitinglerdir (Görsel 3.80). Düz ve redüksiyonlu tipleri mevcuttur.

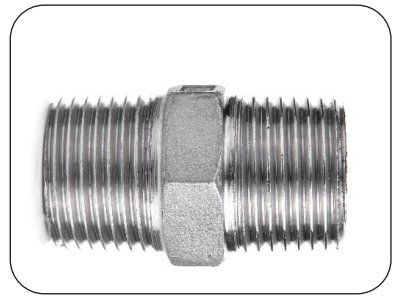

a) Dişli


b) Kaynaklı

Görsel 3.80: Kruva çeşitleri

d) Nipel: Boruların birbirine uç uca eklenmesini dış yüzeyden sağlayan fitinglerdir (Görsel 3.81). Erkek dişli olur. Redüksiyonlu nipeller ile bir tarafı kaynaklı bir tarafı erkek dişli nipeller (yarım nipel) de mevcuttur.

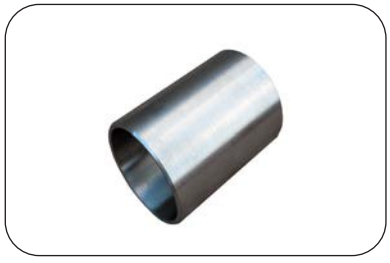

a) Redüksiyonlu


b) Düz


c) Kaynaklı yarım

Görsel 3.81: Nipel çeşitleri

e) Diğer Muhtelif Fitingler: Boruların birbirine uç uca eklenmesini iç yüzeyden sağlayan fitinglere **manşon** denir. Kaynaklı (Görsel 3.82.a) ve dişi dişli (Görsel 3.82.b) olur. Çap arttıkça kullanılan manşonun çapıyla birlikte uzunluğu da artar. **Oynar başlı rakor,** daha çok bakım onarım işlerinde tesisatı yerinden çıkarmadan birbirine bağlayan 3 parçalı fitingdir (Görsel 3.82.c). Dişi veya erkek dişli olarak imal edilir. Konik rakor olarak da adlandırılır. **Rakor redüksiyon,** bir tarafı erkek dişli bir tarafı dişi dişli olan çaplar arası geçişi sağlayan fitingdir (Görsel 3.82.ç). İçten dişliye boru bağlanırken dıştan dişliye başka bir fiting bağlanabilir. **Kör tapa,** devrelerin son bulduğu veya daha sonra tekrar hat çekilme durumları göz önüne alınarak geçici olarak kapatılması gereken durumlarda dişi veya erkek dişi olarak kullanılan fitinglerdir (Görsel 3.82.d). **Kep** ise kaynaklı olarak imal edilir ve devrenin sonuna kaynaklanır (Görsel 3.82.e).



a) Kaynaklı manşon



b) Dişli manşon



c) Oynar başlı rakor



ç) Rakor redüksiyon



d) Kör tapa



e) Kep

Görsel 3.82: Muhtelif fitingler

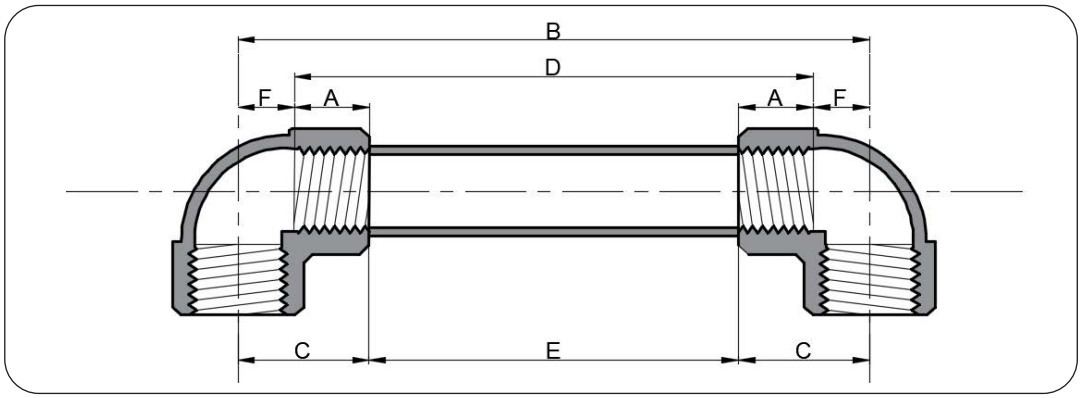
3.3.3. Borularda Dişli Birleştirme



Görsel 3.83: Dişli birleştirme

Dişli birleştirmeler; iki boru veya boru ile fitingler arasındaki bağlantının, uçlara açılmış dişler aracılığıyla mekanik olarak birleştirilmesi ile yapılır (Görsel 3.83). Gemi boru devrelerindeki dişli birleştirmeler; genellikle düşük basınçlı, üç parmaktan küçük çaplı ve sökülüp takılması kolay olması gereken hatlarda kullanılır. Büyük çaplı, yüksek basınçlı veya titreşimli hatlarda tercih edilmez. Çünkü dişli bağlantılar, sızdırmazlık açısından flanşlı veya kaynaklı bağlantılar kadar güvenli değildir. İki borunun birbirine bağlantısı dişli manşon kullanılarak yapılır. Paralel dişli olan manşon bağlantıları, DN50 ve altında olan Sınıf-III borular ile sıhhi tesisat ve sıcak sulu ısıtma sistemleri gibi ikincil sistemlerde kullanılır. Konik dişli manşon bağlantıları ise DN25 ve altı olan Sınıf-I boruları ile DN50 ve altı olan Sınıf-II ve Sınıf-III borularında kullanılır. Ancak yorulma, şiddetli erozyon veya çatlak korozyonunun oluşması beklenen, zehirli veya alevlenebilen madde taşıyan boru sistemlerinde dişli manşon bağlantılar kullanılmaz.

Gemi boru devrelerinde dişli bağlantılar yapılırken öncelikle sistemin türü, basınç, sıcaklık ve çap değerleri belirlenerek klas kurallarına uygunluğu kontrol edilmelidir. Kullanılacak boru ve bağlantı elemanlarının malzemesi (örneğin galvanizli çelik, bronz veya paslanmaz çelik) korozyon direncine ve ortam koşullarına göre seçilmeli, diş tipi (BSPT, NPT, BSPP) ve sızdırmazlık malzemesi (teflon bant, keten/kendir ipi veya sıvı conta) doğru belirlenmelidir. Boru kesimi yapılmadan önce proje resminde verilen ölçüler incelenmelidir. Bağlantı elemanlarına ait hangi ölçülerin kullanılacağına karar verilmelidir. Görsel 3.84'te örnek bir dişli birleştirme resmi verilmiştir. Bu tür resimlerde genellikle diş açılacak boru boyunun (D) hesabını yapabilmek için B veya E ölçüleri verilir. Devre elemanlarının çapına göre kullanılan ilgili standartlar tablosundan C ve A ölçüleri okunur. Boru boyu (D); resimde B ölçüsü veriliyorsa D = B - 2 x (C - A), E ölçüsünün verilmesi hâlinde ise D = E + 2 x A işlemi ile hesaplanır.



Görsel 3.84: Dişli birleştirme resmi

Elde edilen kesim boyu, boru üzerine markalanır ve bir boru kesicisi ile kesim işlemi yapılır. Borunun çapına uygun pafta ile boruya diş açılır. Montaj başlamadan önce boru uçları temizlenip çapakları alınmalı, dişler standart ölçülerde açılmış ve hasarsız olmalıdır. Sızdırmazlık malzemesi diş açma yönünde, eşit ve uygun miktarda sarılır (Görsel 3.85). Boru veya bağlantı parçası mengenede sabitlenir. Boru ve bağlantı parçaları uygun anahtarlar kullanılarak birbirine sıkılır (Görsel 3.86). Aşırı sıkmadan kaçınılmalıdır.



Görsel 3.85: Teflon bantın sarılması



Görsel 3.86: Sıkma işlemi

Montaj tamamlandıktan sonra basınçlı su veya hava ile test yapılarak sızdırmazlık kontrol edilir. Gerekli durumlarda bağlantılar yeniden ayarlanmalıdır. Boru hattı devreye alındıktan sonra ise titreşim, gevşeme ve korozyon periyodik olarak kontrol edilmeli, sızıntı tespit edilen bağlantılar onarılmalı veya değiştirilmelidir.

3.3.4. Borularda Kaynaklı Birleştirme

Kaynak işlemi, boruları birleştirmede kullanılan en yaygın yöntemdir. Boruların kaynağı; uçtan uça (alınlama) ve manşonlu olarak yapılır (Görsel 3.87). Kaynak ağzı açılmış olan Sınıf-I, II ve III borular ile kaynak ağzı açılmamış Sınıf-II ve III boruların birleştirilmesi çap sınırlaması olmaksızın alın kaynağı ile yapılabilir. Soketli veya manşonlu olarak yapılacak boruların birleştirilmesinde ise çap sınırı olmaksızın Sınıf-III borular kullanılabilirken yorulma, şiddetli erozyon veya çatlak korozyonunun oluşması beklenen sistemler ya da zehirli madde taşıyan boru sistemleri olmaması şartıyla DN80 ve altındaki Sınıf-I ve II boruları da tercih edilebilir. Bu durum Tablo 3.7'de özetlenmiştir. Manşonlu birleştirmelerin yapılması hâlinde gerekli olan özel şartlar ilgili klas kuralları dikkate alınır. Bu tür bağlantılar, karbondioksitli yangın söndürme dağıtım boruları hariç yorulma, şiddetli erozyon veya yarık korozyonunun beklendiği veya zehirli ya da boğucu ortamların taşındığı yerlerde kullanılmamalıdır.



a) Alın (Küt-ek) b) Manşonlu

Görsel 3.87: Boruların kaynağı

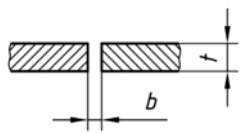
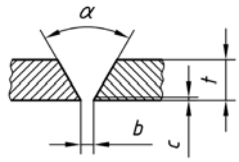
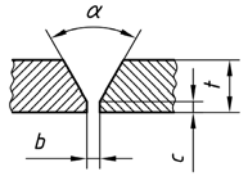
Tablo 3.7: Boruların Kaynaklı Bağlantı Ölçütleri

KAYNAKLI BİRLEŞTİRME ŞEKLİ	BORU SINIFI	ANMA ÇAPI
Kaynak ağzı açılmış	I-II-III	Tümü
Kaynak ağzı açılmamış	II-III	
Manşonlu	III	≤ DN80
	I-II	

3.3.4.1. Kaynak Ağzının Hazırlanması

Kaynak ağzı, boru birleştirmelerinde nüfuziyeti artırmak için açılır. Boruları kaynaklı birleştirmede en çok alın, V ve Y tip kaynak ağzı kullanılır. Kaynak ağzının ölçüleri; takip edilecek standartlara bağlı olarak borunun et kalınlığına, çapına, malzemesine ve kullanılacak kaynak türüne göre değişir. Bu parametrelere göre hazırlanacak olan ve en sık kullanılan kaynak ağzının ölçüleri ISO-9692 standardına göre Tablo 3.8'de gösterilmiştir.

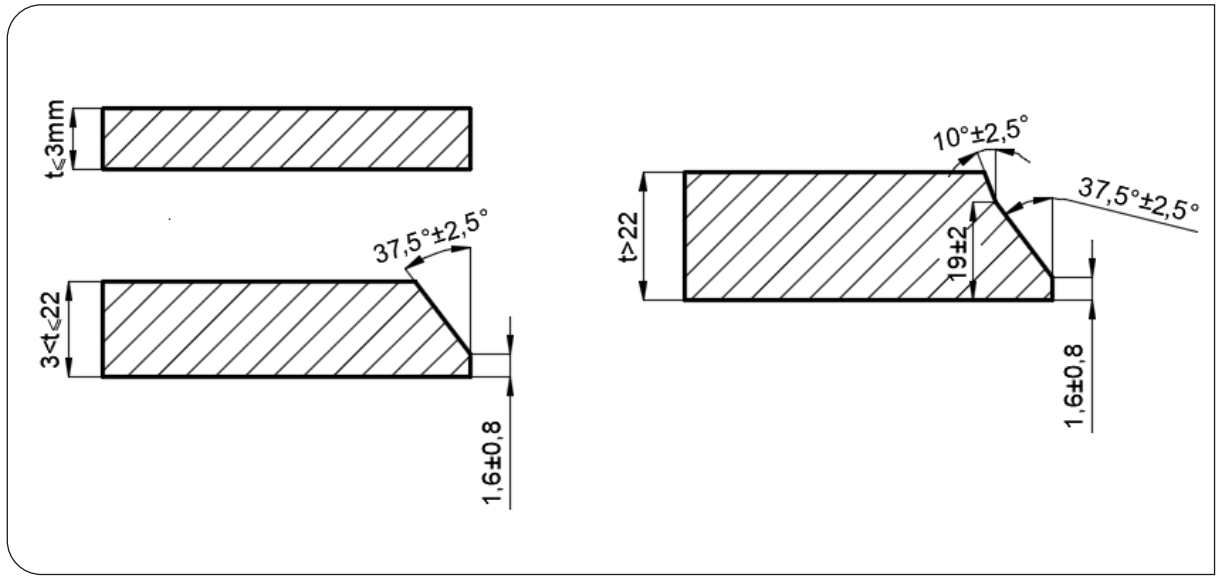
Tablo 3.8: Kaynak Ağzı Ölçüleri (ISO 9692)

No.	Boru Et Kalınlığı (t)	Kaynak Ağzı	Kesit Görünüşü	Ölçüler			Kaynak Türü-Kodu
				Ağız Açısı (α)	Kök Aralığı (b)	Kök Yükseliği (c)	
1	⩽ 4	Alın (Küt-ek)		-	~t	-	Elektrik Ark Kaynağı (111) TIG Kaynağı (141)
	3<t⩽ 8			-	6⩽ b ⩽ 8	-	Gazaltı Kaynağı (131-132-133-135-136-138)
2	3<t⩽ 10	V		40° ⩽ α ⩽ 60°	⩽ 4	⩽ 2	Elektrik Ark Kaynağı (111) TIG Kaynağı (141) Gazaltı Kaynağı (131-132-133-135-136-138)
3	5 ⩽ t ⩽ 40	Y		α≈60°	1 ⩽ b ⩽ 4	2⩽ c ⩽ 4	

BİLGİ KÜPÜ

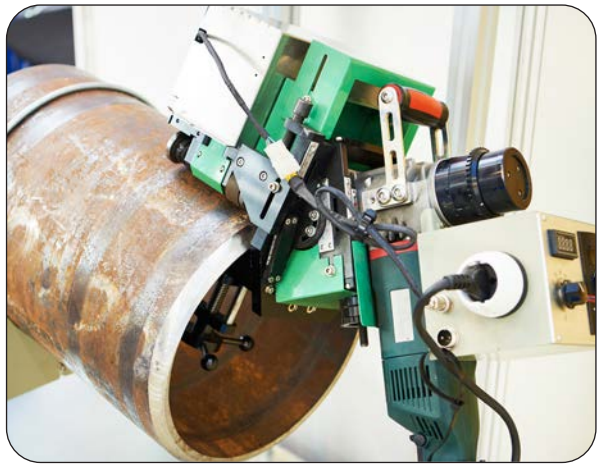
Çelik boruların kaynağında en büyük zorluk, boru iç yüzeyine nüfuz eden düzgün bir kaynak dikişi elde etmektir. Özellikle basınçlı hatlarda iç kökün hatasız olması hayati önem taşır. Bu nedenle kök paso genellikle TIG kaynağı ile yapılır.

Kullanılan bu standardın yanı sıra yine en çok tercih edilen bir diğer standart Amerikan standardı olan ASME B16.25'tir. Görsel 3.88'de bu standardın kaynak ağzı ölçüleri gösterilmiştir. Buna göre et kalınlığı 3 mm ve daha az olan parçaların uçları, dik kesilmiş veya hafif pah kırılmış olmalıdır. Et kalınlığı 3 mm'den fazla, 22 mm'den az ve dâhil olmak üzere olan kaynak ağzı tek açılıdır. Et kalınlığı 22 mm'den büyük olan parçaların kaynak ağzı ise iki farklı eğime sahiptir. Kök aralığı genellikle 3-4 mm bırakılır.



Görsel 3.88: Kaynak ağzı ölçüleri (ASME B16.25)

Bir borunun kaynak ağzını hazırlamak için her boru parçasına uygun açıyla ağız açılmalıdır. Genellikle kaynak ağzının; açılma açısı, kök yüksekliği ve kök aralığı kaynak prosedür şartnamesinde (Welding Procedure Specification-WPS) belirtilir. Pürüzsüz ve düzgün bir kaynak ağzı açmanın en iyi yolu, mekanize (otomatik) bir ağız açma makinesi kullanmaktır (Görsel 3.89). Bunun dışında manuel olarak oksi-gaz torcu veya taşlama makineleri de kullanılabilir (Görsel 3.90). Ancak manuel işlem zaman alıcıdır ve mekanize ağzı açma kadar hassas değildir. Kaynak ağzının açılmasından sonra boru yüzeyindeki pas, kir, yağ ve çapakların temizliği uygun araç gereçle yapılmalıdır. Kaynak ağzı ölçülerinin kontrolü kaynak kumpası ve şablon ile yapılır.



Görsel 3.89: Mekanize kaynak ağzı açılması



Görsel 3.90: Taş motoru ile kaynak ağzı açılması

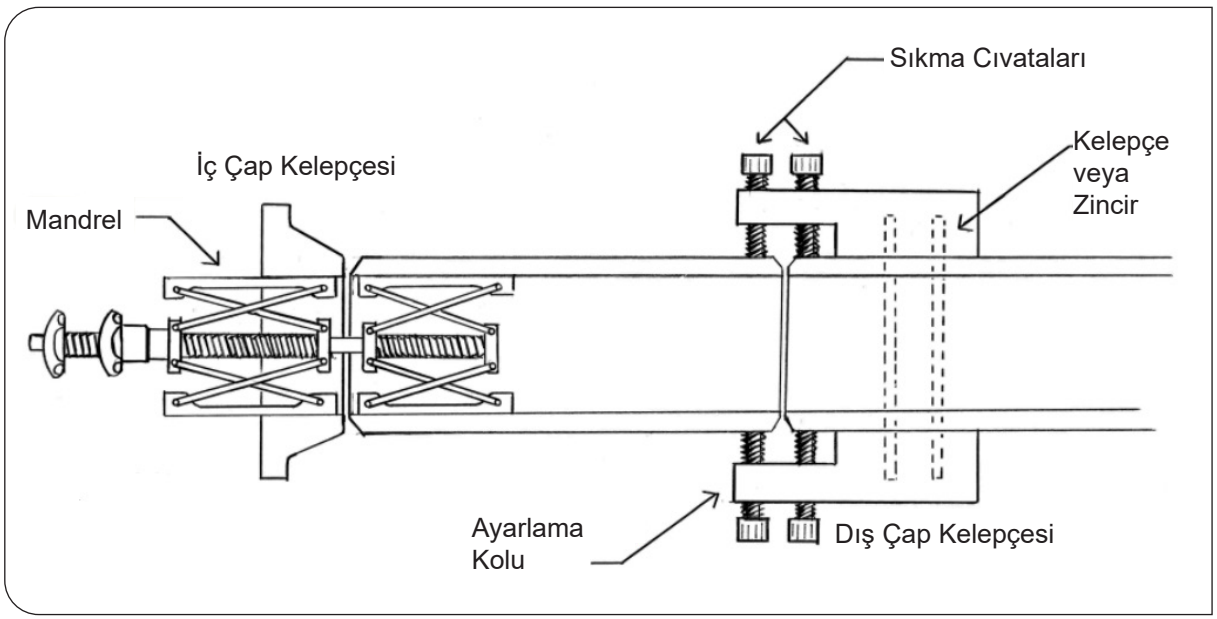
3.3.4.2. Boruların Hizalanması ve Sabitlenmesi

Kaynağın kaliteli olması için boruların en iyi şekilde hizalanması gerekir. Puntalama öncesinde boruların veya bağlantı elemanlarının arasına ilgili standardın istediği kök aralığını verecek boşluk teli yerleştirilir. Boşluk teli kaynak ağzı açılmış boruların arasına sıkıştırılır ve hizalama işlemi sabitleme aparatları ile veya metal parçalardan yapılacak köprüler (mantar) ile sağlanır (Görsel 3.91).



Görsel 3.91: Boşluk teli ve sabitleme aparatları ile hizalama

Boru sabitleme aparatları, borunun çapına bağlı olarak boruyu içeriden veya dışarıdan sabitleyen kelepçelerden oluşur (Görsel 3.92). Büyük çaplı borularda, borunun ağırlığının sebep olabileceği kaynak dikişinde çatlamaları önlemek için kök paso kaynağının büyük kısmı tamamlanana kadar hizalama kelepçesini yerinde bırakmak gerekir.



Görsel 3.92: Boru sabitleme kelepçeleri

Boruların hizalanması işleminde kullanılan diğer bir aparat destek halkaları da (backing ring / chill ring) boru kaynağında yaygın olarak kullanılır (Görsel 3.93). Backing ringler, aşırı nüfuziyet oluşmasını engeller ve çapak ile cürufun boru içine düşmesini önler. Ayrıca paslanmaz çelik veya titanyum gibi duyarlılık gösteren malzemelerde koruyucu gaz kullanımına gerek bırakmaz.

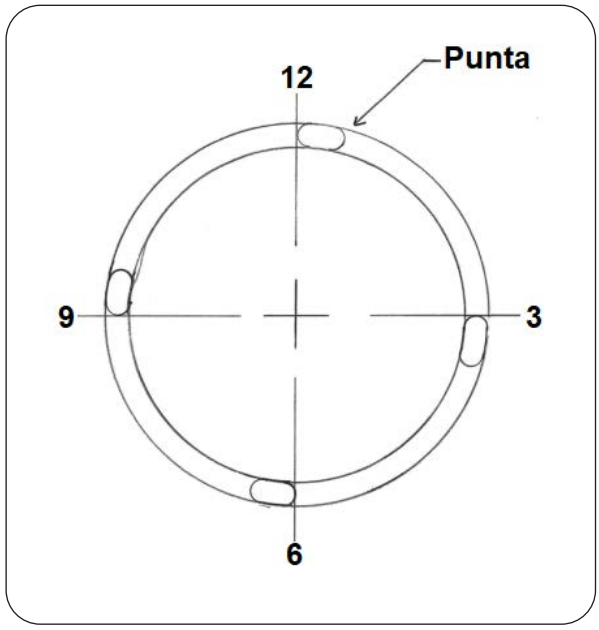


Görsel 3.93: Boruya yerleştirilen destek halkası

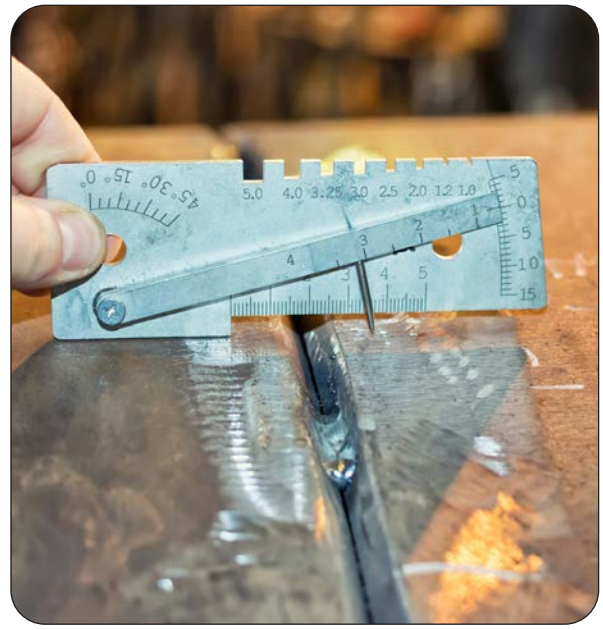
Backing ringler, puntalama sırasında kök aralığının sabit kalması için aralık tutucular (spacer) ile donatılmıştır. Bazı backing ringlerdeki aralık tutucular, puntalama tamamlandıktan sonra kırılarak çıkarılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Diğer bazı ringlerde ise bu aralık tutucular kaynak sırasında ergiyip kök pasosunun bir parçası hâline gelir. Ancak backing ringler her uygulama için uygun değildir. Çünkü boru içinden geçen akışta türbülans ve direnç kaynağı olabilir. Bu nedenle yüksek basınçlı, hijyenik ya da akışın kritik olduğu boru hatlarında tercih edilmez.

3.3.4.3. Puntalama

Puntalama, kaynak işlemi sırasında boru bağlantısının hizalı ve kök aralığının değişmeden kalmasını sağlar. Puntalama, kaynakçının tercihine de bağlı olarak borunun çevresinde saatin 12, 3, 6, 9 veya 11, 2, 5, 8 konumlarında olacak şekilde 4 eşit aralıklı olarak yapılır (Görsel 3.94). Her punta kaynak dikişi yaklaşık 15-20 mm uzunluğunda olmalı ve birleştirilen boruların köküne nüfuz etmelidir. Boru çapı büyüdükçe gerekli punta uzunluğu da artar. Genel bir kural olarak büyük çaplı borularda punta kaynakları, boru çapının yaklaşık %5-10'u kadar olmalıdır. Punta kaynaklarından sonra birleşim kontrol edilmeli, kök aralığının tutarlı ve hizalamanın kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu doğrulanmalıdır (Görsel 3.95). Punta kaynaklarından sonra cürufun tamamen temizlenmesi ve tel fırça ile iyice fırçalanması çok önemlidir. Bu, yapılacak kaynağın içine cürufun dâhil olmasını önler. Temizlik işleminde punta dikişin zayıflatılmamasına ve kaynak ağzının bozulmamasına dikkat edilmelidir.



Görsel 3.94: Puntalama sırası



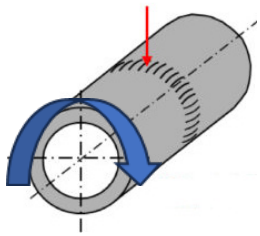
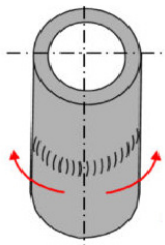
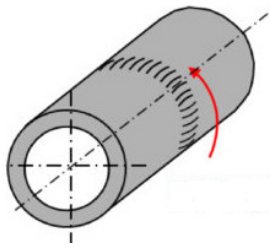
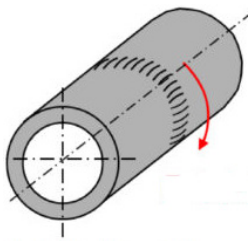
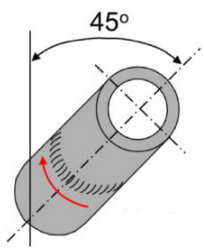
Görsel 3.95: Punta sonrası kontrol

3.3.4.4. Boru Kaynak Pozisyonları

Her kaynak pozisyonunun bir sayı ve her kaynak tipinin bir harf tanımı vardır. Sayıların ifade ettiği kaynak pozisyonları; 1 düz (flat), 2 yatay (horizontal), 3 dikey (vertical) ve 4 tavan (overhead) kaynağıdır. Harflerin ifade ettiği kaynak tipleri ise köşe kaynağı için F (fillet), alın kaynağı için G'dir (groove). Bu tanımlar; kaynak pozisyonlarını belirtmek amacıyla çizimlerde, planlarda ve kaynak prosedürü şartnamelerinde (WPS) kullanılır. Ayrıca, kaynak prosedürü yeterlilikleri ve kaynakçı yeterlilikleri için yapılan kaynak test pozisyonlarını tanımlamakta da kullanılır.

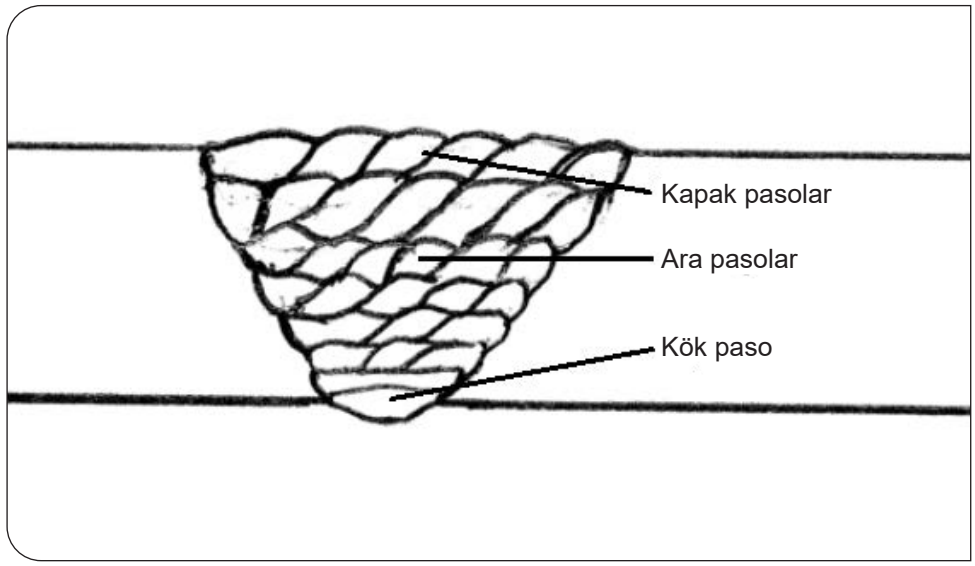
Borular, özel koşullara bağlı olarak sabit kalabilir veya dönebilir. Ayrıca yatay, dikey veya eğimli konumda da olabilir. Bu da işin karmaşıklığını veya zorluklarını belirler. Boruları birleştirmede genellikle alın kaynağı (groove welding) kullanılır. Kaynak makinesi ayarları ve elektrodun kullanımı, kaynak pozisyonuna göre değişir. Alın kaynağı için standart boru pozisyonlarının Avrupa (ISO 6947) ve Amerikan standartlarındaki gösterimi Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9: Boru Kaynak Pozisyonları

Pozisyon Resmi	ISO 6947	AWS/ASME	Açıklama
	PA	1G	Boru yatay eksende döner. Kaynakçı sabit, yukarıdan düz pozisyonda kaynak yapar.
	PC	2G	Boru dikey eksende sabitken kaynakçı, borunun çevresinde dönerek yatay olarak kök ve dolgu kaynaklarını yapar. Boru, dikey ekseni etrafında döndüğünde ise kaynakçı sabit kalır.
	PF	5G	Boru yatay eksende sabittir. Kaynakçı borunun altından tepe noktasına doğru yukarı ilerler.
	PG	5G	Boru yatay eksende sabittir. Kaynakçı borunun tepe noktasından alta doğru aşağı ilerler.
	H-LO 45	6G	Boru 45° açıyla sabitlenmiştir.
NOT: Kırmızı ok, kaynağın hareket yönünü gösterir.			

3.3.4.5. Kaynak Pasoları

Uluslararası standartlara göre düzenlenen ve kaynak işleminin her aşamasına yol gösterecek olan WPS parametreleri dikkate alınmalıdır. WPS; birleştirme hazırlığını, kullanılacak kaynak işlemlerini, elektrot tipini ve boyutunu, kaynak parametrelerini ve dikiş dizilimini, ön ısıtma, pasolar arası ve son ısıtma gereksinimlerini ve diğer gerekli ayrıntıları içerir. Tüm alın kaynaklarında kullanılan kök, ara (dolgu/sıcak) ve kapak (son) olmak üzere üç tür kaynak pasosu vardır (Görsel 3.96).



Görsel 3.96: Kaynak pasoları

Kök pasosu, kök dikişi oluşturmak için yapılan kaynak işlemidir. Birleşim köküne tamamen nüfuz etmelidir. Kök dikişi oluşturma tekniği, kaynak pozisyonuna göre biraz değişiklik gösterebilir. Kaynak yüzeyinin kenarlarında bir miktar oyuk (undercut) oluşması normaldir. Bu oyuk, ilk ara paso kaynağında giderilir. Ancak, kök tarafında iç oyuk oluşmuşsa bu durumun düzeltilmesi gerekir.

Ara paso (veya sıcak paso), kök pasodan sonra ve kapak pasodan önce yapılan kaynak işlemidir. Boru kaynağında ilk ara paso, kök pasonun neden olduğu oyukları doldurur. Ayrıca, oluğun içinde kalmış olabilecek cüruf parçacıklarını da yakarak temizler. Sıcak paso, kök pasosuna ve kaynak ağzı yan yüzeylerine kaynamalıdır. Kaynak pozisyonuna ve ilerleme yönüne bağlı olarak ara pasolar; salınımlı dikiş, düz dikiş veya bunların birleşimi şeklinde uygulanabilir.

Kapak paso; çok pasolu bir kaynağın, kaynağın yapıldığı tarafta görünen son katmanını oluşturan pasodur. Kapak paso, kaynak yüzeyinde takviye sağlar ve kaynağa düzgün bir görünüm kazandırır. Kaynak pozisyonuna ve ilerleme yönüne bağlı olarak kapak paso; salınımlı dikiş şeklinde veya bir dizi düz dikiş şeklinde uygulanabilir.

Kaynak işlemi yapılırken pasolar arası sıcaklık korunmalıdır. Bu; borunun daha yavaş soğumasını sağlar ve özellikle yüksek alaşımlı içeriğe sahip et kalınlığı fazla borularda, kaynak yerinde artık gerilimin oluşmasını engeller.

3.3.4.6. Boru Kaynaklarında Kullanılan Yöntemler

Boru kaynaklarında kullanılan yöntemler; borunun malzemesine, et kalınlığına, çalışma koşullarına ve işin standardına göre değişir. Örtülü elektrot ark kaynağı (SMAW), TİG kaynağı (GTAW) ve Gazaltı kaynağı (GMAW) en çok kullanılan yöntemlerdendir.

a) **Örtülü Elektrot Ark Kaynağı (SMAW):** En yaygın uygulanan manuel kaynak yöntemidir (Görsel 3.97). Çelik borularda sıkça kullanılır. Genellikle kök paso, E6010 veya E6011 gibi derin nüfuziyet sağlayan selülozik elektrotla atılır. Gerekirse kök paso için E7010 veya E8010 gibi daha yüksek çekme dayanımına sahip selülozik elektrotlar da kullanılabilir. Ara pasolar ve kapak pasoları için yukarı yönde ilerleme yapıldığında E7018 gibi bazik düşük hidrojenli elektrotlarla uygulanır. Aşağı yönde ilerleme için ise E6010 elektrot kullanılır. Elektrotlar ve çalışma aralıkları genellikle Kaynak Prosedür Şartnamesi (WPS) içerisinde belirtilir. E7018 gibi düşük hidrojenli elektrotlar, aşağı yönlü kaynakta kullanılmaz. Çünkü kalın bir cüruf tabakası oluşturur ve bu cüruf kaynak banyosunun önüne akarak cüruf kalıntılarına neden olabilir. Ark boyu, kaynak dikişinin sarkmasını önlemek ve gözenek oluşma riskini en aza indirmek için mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Düşük hidrojenli elektrotlar, örtülerinin nem çekmesini önlemek amacıyla elektrot fırınında veya taşınabilir elektrot kutusunda saklanmalıdır. Aksi hâlde örtü nem alır ve bu durum, kaynak banyosuna hidrojen gazı girerek kaynak metalinde hidrojen gözeneklerine yol açabilir.



Görsel 3.97: Örtülü elektrot ark kaynağı

b) **TİG Kaynağı (GTAW):** Yüksek kaliteli kaynakların gerekli olduğu boru kaynaklarında genellikle kök paso için kullanılır. İlk ara paso da TİG yöntemiyle yapılır. Çünkü GTAW ile atılan kaynak dikişi, SMAW yöntemiyle atılan dikişe göre daha incedir. Geri kalan ara pasolar ve kapak pasoda düşük hidrojenli elektrotlar (örneğin E7018) kullanılarak SMAW yöntemiyle kaynak edilir. TİG yöntemi kullanılarak kök paso atılırken kök yüksekliği yaklaşık 1/16 inç (1,6 mm) ve kök aralığı 1/16 inç ile 3/32 inç (2,4 mm) arasında olmalıdır. Tungsten elektrot, kök ağzının üst kenarına kadar uzanmalı ve gaz nozulu, birleşimin ağız yüzeylerine dayanmalıdır. Çalışma açısı 90º, ilerleme açısı ise 15º-20º itme yönünde olmalıdır (Görsel 3.98).



Görsel 3.98: TİG kaynağı

İlave tel, birleşim hattının üstünden yaklaşık 20º açıyla tutulmalıdır. Kaynak ilerleme yönü ise yukarı doğru (dik pozisyon) yapılır. Tungsten elektrot birleşim yerine ve nozul, kaynak ağzı yüzeylerine saat 6 yönünde veya yakınında temas etmiş durumda iken ark başlatılır ve kaynak banyosu oluşana kadar bu konum korunur. Torç sabit bir ilerleme hızıyla öne doğru itilir ve elektrot, merkezden her iki yana yaklaşık 15˚ salınım yaptırılarak ilerlenir. Elektrot öne doğru salınım yaptırılırken nozul, fincan hareketi denilen teknikle kanal yüzeylerine yaslanır. Dolgu teli, düzenli bir ritimle kaynak banyosunun ön kenarına daldırılarak sabit ve düzgün bir kaynak dikişi elde edilir. Elektrot, boruya veya dolgu teline temas ederek kirlenirse mutlaka yeniden uygun açıda taşlanmalıdır.

c) **Gazaltı Kaynağı (GMAW):** Gemilerde boruların kaynağında gazaltı kaynak yöntemleri günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (Görsel 3.99). SMAW'a göre daha yüksek verimlilik sunan gazaltı kaynağı, yüksek kalite ve verimli bir çalışma sağlamak için kaynak değişkenlerinin daha iyi kontrol edilmesini gerektirir. Genellikle yarı veya tam otomatik ekipmanlarla gerçekleştirilir.



Görsel 3.99: Gazaltı kaynağı

Kaynak ağzı açısı, et kalınlığına bağlı olarak 60˚ ile 75˚ arasında değişir. Kök yüksekliği (root face) 1/16 inç ile 3/32 inç arasında, kök aralığı (root opening) ise 3/32 inç ile 1/8 inç (3,2 mm) arasında olmalıdır. Gazaltı kaynağı; yüksek kaynak hızı, daha az duman ve cüruf, yüksek dikiş kalitesi ve kontrollü nüfuziyet sağlar. Dolgu hızı fazla olduğu için özellikle uzun hatlarda üretkenliği artırır. Ancak ekipman maliyetinin yüksekliği, SMAW kaynağı kadar esnek olmaması ve rüzgârlı ortamlarda koruyucu gazın etkisini kaybetmesi gibi dezavantajları da vardır.

ARAŞTIRMA

Gelişen teknolojinin boruların kaynağında yapmış olduğu yenilikleri ve farklı kaynak yöntemlerini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

BORULARIN DİŞLİ VE KAYNAKLI BİRLEŞTİRİLMESİ

Amaç: Çelik boruları dişli ve kaynaklı olarak birleştirmek

Kullanılacak Araç Gereç: Yeterli boyda bir parmak çelik boru, bir parmak dişli dirsek, boru mengenesi, el paftası, kesme yağı, tel fırça, boru kesicisi, eğe, metre, uygun kaynak makinesi, kişisel koruyucular.

Görev: Çelik borunun bir ucuna diş açarak dirsek bağlayınız. Ardından diğer ucunu başka bir boru ile alın kaynağı ile birleştiriniz.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Çelik boruyu 200 mm boyunda boru kesici ile kesiniz. Uçlarını eğeleyiniz.
3. Pafta takımı ile bir uca diş açınız.
4. Dirseği, diş açılan uca boru anahtarı ile monte ediniz.
5. Borunun diğer ucuna kaynak yapmak için 50 mm boyunda başka bir boru kesiniz.
6. Bu iki borunun iki ucuna uygun açıda kaynak ağzı açınız.
7. İki boruyu uç uca hizalayarak punta atınız.
8. Puntaların temizliğini yaparak boruların hizalarını kontrol ediniz.
9. İki boruyu alın kaynağı ile çevresel olarak kaynatınız.
10. Kaynak işleminin ardından cüruf temizliği yapınız.
11. Ekipmanları ve takımları yerine koyunuz. Çalışma ortamınızı temiz bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Boruları verilen ölçülerde kesti.	10	
Boru çapına göre pafta takımını hazırladı.	10	
Diş açma işlemi boyunca yağlama işlemini yaptı.	10	
Borunun ucuna diş açtı.	15	
Boruların ucuna kaynak ağzı açtı.	10	
Boruları birbirine uygun hizada puntaladı.	10	
Borulara çevresel olarak alın kaynağı yaptı.	15	
Gerekli temizlik işlemlerini yaptı.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

3. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluklara cümle doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (….) Boru devrelerinde erozyon en çok dirsek gibi devrelerin dönüş noktalarında meydana gelir.
2. (….) Manuel tip boru paftaları; kullanımı kolay, taşınabilir ve düşük maliyetlidir.
3. (….) BSP ve NPT dişler birbiri ile uyumlu oldukları için birlikte kullanılır.
4. (….) DN 50'den büyük borulamalarda fitingler genellikle alın kaynaklı olarak birleştirilir.
5. (….) Boruların kaynağı sadece uçtan uca (alınlama) olarak yapılır.
6. (….) Valfin metal malzemesinin yüzeyinde çukurların oluşmasıyla galvanik korozyon oluşur.
7. (….) Mekanik havalandırma hava akışını; basınç farkı, rüzgâr gücü veya sıcaklık farkıyla sağlar.
8. (….) Kaynakçının sabit, borunun dikey eksende döndüğü kaynak pozisyonu PA'dır.

B) Aşağıda verilen boşluklara doğru kelimeleri yazınız.

9. Gemilerde kullanılan ……..……, hava sirkülasyonunu sağlar.
10. Valflerde mil kırılması, disk deformasyonu, aniden gelişen sızdırma gibi durumlar …… sorununun belirtileridir.
11. Kaynak ağzı açılarak yapılan kaynaklı birleştirme işleminde en son atılan …… kaynak yüzeyine takviye sağlar.
12. Kaynak ağzının açılma açısı, kök yüksekliği ve kök aralığı …… üzerinde belirtilir.
13. Gemilerin belirli zaman periyotlarında denize elverişliliğinin değerlendirildiği denetleme çalışmalarına …… denir.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

14. Borularda görülen hasarların nedenleri nelerdir? 5 tanesini yazınız.

.....

.....

15. Valflerde görülen galvanik korozyonun oluşum nedenleri nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

16. Borularda uygulanan kaynak pozisyonları nelerdir?

.....

.....

17. Havalandırma sistemlerinde yapılan hasar tespit nelerdir?

.....

.....

18. BSP diş ve NPT diş arasındaki farklılıkları nelerdir? Yazınız.

.....

.....

19. Borularda tahribatsız muayene ile yapılan işlemler nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

GEMİNİN PERİYODİK BAKIMLARI



KONULAR

4.1. KISA VADELİ BAKIMLAR

4.2. ORTA VADELİ BAKIMLAR

4.3. UZUN VADELİ BAKIMLAR

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Yangın söndürme ekipmanlarının kontrolü, bakımı ve onarımı
- Filika sörvey ve bakım işlemleri
- Su altı sörvey iş ve işlemleri
- Borda sacının kalınlık ölçümü
- Klas yenileme bakımı ve onarımı

TEMEL KAVRAMLAR

Can Simidi, Filika, Matafora, Sörvey

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Çevrenizde bulunan paslanmış yangın boru devrelerinde nasıl değişimler olduğunu gözlemleyiniz.
2. Bakımları zamanında yapılmayan gemilerde ne gibi olumsuzlukların meydana gelebileceği konusunda arkadaşlarınızla fikir alışverişinde bulununuz.

4. ÖĞRENME BİRİMİ

GİRİŞ

Bakımlar, geminin çalışmasını etkileyebilecek olumsuz durumu tespit etmek ve gidermek amacıyla yapılan planlı kontrol ve onarım faaliyetlerinin tümüdür. Türk Loydu ve uluslararası klas kuruluşları, bakım süreçlerini belirli aralıklarla zorunlu kılar. Aşınmış, yıpranmış veya paslanmış parçalar değiştirilir ya da onarılır. Gemi bakımı, büyük onarımların önüne geçerek maliyet tasarrufu sağlar. Ayrıca geminin sertifikalarının geçerliliğini sürdürmesine yardımcı olur.

4.1. KISA VADELİ BAKIMLAR

Ana ve ara sörvey öncesinde her yıl yapılan kontrol ve bakımdır. Yıllık yapılan kontrollerle geminin uygunluğu düzenli olarak denetlenir. Geminin ticari faaliyetlerini sürdürebilmesi için kısa vadeli bakım ve kontrollerini yaptırması gerekir. Kısa vadeli bakımlar, olası arıza ve hasarı önceden tespit ederek herhangi bir olumsuzluk yaşanmadan tedbir alınmasına imkân sağlar. Kısa vadeli bakımlarda can kurtarma ekipmanları, yangın ekipmanları, haberleşme sistemi, sağlık ekipmanları ve filikaların yıllık bakımları ve kontrolleri yapılır.

4.1.1. Can Kurtarma Ekipmanlarının Bakımı ve Kontrolü

Gemide meydana gelen bir kaza sebebiyle denize düşen veya gemiyi terk eden personel ve yolcunun su üstünde kalmasını sağlamak amacıyla can simitleri kullanılır (Görsel 4.1). Can simitleri, turuncu renkte olmalıdır ve üzerinde ışığı yansıtıcı şeritler bulunmalıdır. Yansıtıcı şeritler yırtılmış veya özelliğini yitirmiş ise yenilenmelidir. Can simitleri, darbelere dayanıklı ve yanmaz malzemeden yapılmalıdır. Can simidinin iç çapı en az 40 cm olmalıdır ve askısından kolayca çıkarılabilmelidir. Can simidi askısının korozyon ve boya kontrolleri yapılmalıdır.



Görsel 4.1: Can simidi

4.1.2. Yangın Söndürme Ekipmanlarının Bakımı ve Kontrolü

Bir maddenin ısı altında oksijen ile reaksiyona girmesi olayına **yanma** denir. Yanma olayının gerçekleşmesi için ısı, oksijen ve yanıcı maddenin bir araya gelmesi gerekir. Kontrolsüz gelişen yanma olayına **yangın** denir. Yanma sonucunda orta çıkan yüksek ısı, alev ve duman ciddi yaralanmalara, can kaybına ve maddi hasara yol açar. Yangının gemiye ve personele zarar vermemesi için yangın söndürme araçları ile hızlı bir şekilde yangına müdahale edilmelidir. Gemi üzerinde bulunan kurulu ve taşınabilir yangın söndürme araçlarının her zaman bakımlı ve kullanılabilir durumda olması gerekir.

4.1.2.1. Taşınabilir Yangın Söndürücüler

Yangın büyümeden ilk müdahalenin yapılabilmesi için taşınabilir yangın söndürücüler kullanılır (Görsel 4.2). Taşınabilir yangın söndürücüler, ulaşılması kolay yerlere bırakılır. Bu söndürücüler, paslanmaz çelik malzemeden imal edilir. Söndürücüler, darbelere karşı dayanıklı olmalıdır. Her zaman kullanıma hazır tutulmalıdır. Hızlı müdahale için kolay taşınabilecek boyutta olmalıdır. Gemilerde kullanılan yangın söndürücülerin üzerinde kullanma talimatı, içerisinde bulunan söndürücü maddenin türü, dolum ve kontrol tarihi, kullanılabileceği yangın sınıfı ile üretici bilgileri yer alır. Yangın söndürme tüpleri kırmızı renkte olur. Bu tüplerin içerisinde söndürücü olarak karbondioksit gazı (CO_2), kuru kimyasal toz, su ve köpük bulunur. Tüplerin üzerinde korozyon olup olmadığı kontrol edilir. Yangın söndürücülerin boyası kalkmış veya aşınmışsa yüzeyler yeniden boyanmalıdır. Tüp üzerinde bulunan manometre ile tüpün basıncı kontrol edilir. Manometre ibresi yeşil bölgeden daha düşük bir seviyeyi gösteriyorsa tüp dolum yapılmak üzere yetkili firmaya gönderilmelidir. Yangın söndürücülerin farklı tipleri vardır:

a) **Karbondioksit Gazlı Yangın Söndürme Tüpü:** Tüp içerisindeki karbondioksit gazının sıkılması ile yangın bölgesinde bulunan oksijen seviyesi düşürülerek yangının büyümesi engellenir. Karbondioksit gazı ortamda bulunan oksijen seviyesini düşürdüğü için tüpü kullanan personelin boğulmaya karşı tedbirli olması gerekir.

b) **Kuru Kimyasal Tozlu Yangın Söndürme Tüpü:** Sodyum bikarbonat, potasyum bikarbonat, üre potasyum bikarbonat ve mono amonyum fosfattan üretilmiş kimyasal tozlar ile yangın söndürülür.

c) **Sulu Yangın Söndürme Tüpü:** Söndürücü olarak içerisinde su olan tüplerdir.

ç) **Köpüklü Yangın Söndürme Tüpü:** Söndürücü olarak içerisinde kimyasal köpük bulunan tüplerdir.



Görsel 4.2: Yangın söndürme tüpü

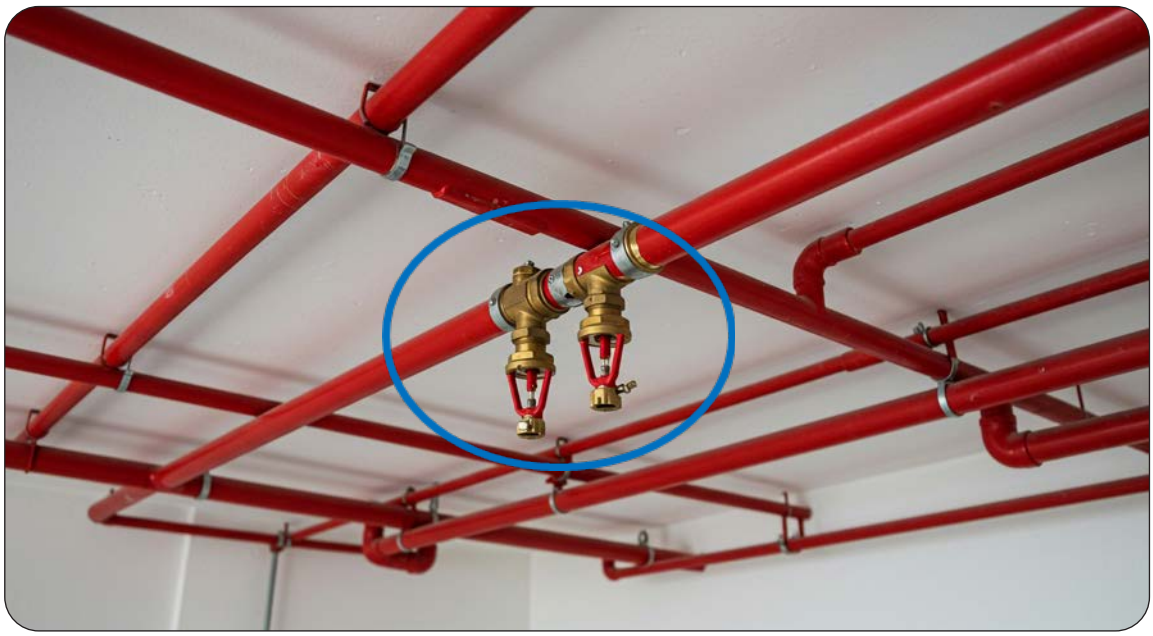
4.1.2.2. Yangın Söndürme Devreleri

Yangına hızlı ve etkin bir müdahale sağlayabilmek için gemilere yangın söndürme devreleri kurulur. Yangın söndürme sistemi; pompa, söndürücü madde (su, köpük, karbondioksit gazı), boru tesisatı devre elemanları, sensörler, duman dedektörleri, sesli uyarı cihazları, sprink, hortumlar ve nozulların bir araya gelmesi ile oluşur. **Sprinkler,** yangınları söndürmek için yağmurlama şeklinde müdahale imkânı sağlayan devre elemanlarıdır (Görsel 4.3). Gemilerdeki sprinkler sistemi, basınçlı su tanklarından alınan suyun basınçlı su püskürtme pompaları ile sprinklerden yağmurlama şeklinde yapılması esasına dayanır. Yağmurlama nozulları, kısımlar hâlinde gruplandırılmalıdır. Her kısım, 200'den fazla sprinki içermemelidir. Yaşam ve hizmet mahalleri içinde yağmurlama sprinkleri, 68 °C ile 70 °C'luk sıcaklık aralığında çalışabilmelidir. Kurutma mahalli, kuzine vb. yüksek sıcaklıktaki yerler ise istisna teşkil eder. Buralarda harekete geçme sıcaklığı, en üst güverte bölgesindeki maksimum sıcaklığın 30 °C kadar daha üstünde olabilir. Sprinkler, korozyona dayanıklı malzemeden üretilmelidir. Galvenize edilmiş çelikten yapılmış sprinkler kullanılmamalıdır. Sprinklerin kullanım amacına göre standart korumalı sprinkler, geniş korumalı sprinkler ve kuru tip sprinkler olmak üzere çeşitleri bulunmaktadır.

a) **Standart Korumalı Sprinkler:** Sıcaklık hassasiyeti 5 mm bulb şeklindeki cam veya ergir duruma gelen lehim ile sağlanan sprinklerdir.

b) **Geniş Korumalı Tip Sprinkler:** Daha az sayıda sprink kullanarak daha büyük koruma alanları oluşturmak için imal edilen sprinklerdir. Geniş korumalı sprinkler, tepki süresine göre ''standart tepkili'' ve ''hızlı tepkili'' olmak üzere ikiye ayrılır. Dik, sarkık ve yatay tipleri bulunur.

c) **Kuru Tip Sprinkler:** Sıcaklığın eksilere düştüğü durumlarda donma tehlikesini bertaraf etmek amacıyla üretilen sprinklerdir. Kuru tip sprinkler, tepki süresine göre ''standart tepkili'' ve ''hızlı tepkili'' olmak üzere ikiye ayrılır.



Görsel 4.3: Sprink bağlanmış yangın devresi

Yangın devresi kırmızı renkte boyanır ve yangın tesisatının kontrolü belirli aralıklarla yapılır. Devre üzerinde su akışı olup olmadığı kontrol edilir. Hortumlarda yırtılma veya aşınmalar varsa hortumlar yenisi ile değiştirilir. Aşınan veya delinen hortumlar, yangına müdahale esnasında basınçlandırılmış suyun etkisiyle sızıntı ve kaçaklara sebep olur. Boru devresi, sızıntılara karşı kontrol edilir. Özellikle bağlantı noktalarında sızıntı veya kaçak olup olmadığı dikkatlice gözlemlenir. Karbondioksit gaz devresi bağlantı noktalarının kontrolü köpük kullanılarak yapılabilir. Bağlantı noktalarında meydana gelen kaçakları engellemek için buralardaki sızdırmazlık elemanları değiştirilir. Bağlantı elemanlarında yapısal bozulmalar veya aşınmalar meydana gelmiş ise devre elemanı yenilenir. Boru hattı üzerinde oluşabilecek sızıntılara karşı tüm hat boyunca gözle kontrol yapılır. Yangın tesisatı boruları korozyonun etkisiyle zamanla delinebilir. Hasarlı parçalar sökülerek değiştirilir. Boruların yüzeyinde boya korozyon ve boya kontrolleri yapılır. Boyası yıpranmış borular yüzey temizliği yapıldıktan sonra tekrar boyanır. Devre üzerindeki manometreler kontrol edilerek basınç düşüşü olup olmadığı gözlemlenir.

ARAŞTIRMA

Yangın sınıflarını araştırarak elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

4.1.3. Haberleşme Sistemlerinin Bakımı ve Kontrolü

Gemiler, haberleşme sistemleri yardımı ile diğer gemilerle ve kara bağlantılarıyla iletişim kurar. Gemi haberleşme sistemleri sayesinde konum bildirme, acil durum bilgilendirmesi ve diğer konular hakkında ilgili karşı tarafa bilgi akışı gerçekleştirir. Gemilerde radyo (Görsel 4.4) ve uydu haberleşme sistemleri bulunur. Gemi üzerinde iletişimin kesilmemesi için haberleşme cihazlarının bakım ve kontrolleri yapılmalıdır. Haberleşme sistemlerinin gözle kontrolü yapılır. Cihazların kabloları ve elektriksel bağlantıları incelenir, hasarlar kontrol edilir. Haberleşme sistemleri antenlerinde korozyon kontrolleri gerçekleştirilir.



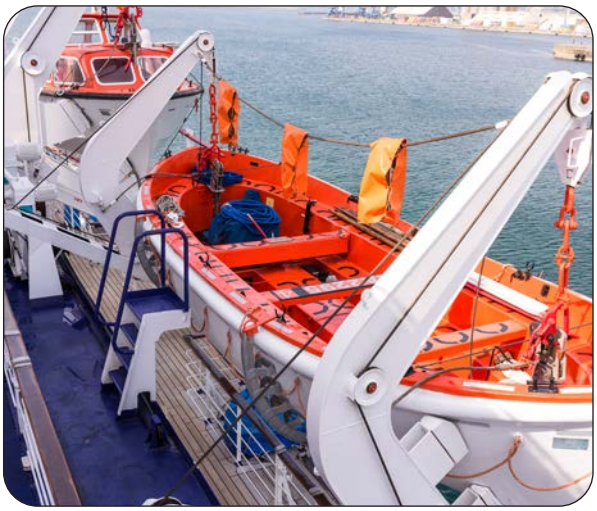
Görsel 4.4: Radyo haberleşme cihazı

4.1.4. Sağlık Ekipmanlarının Bakımı ve Kontrolü

Gemi seyir hâlindeyken rahatsızlanan veya kaza geçiren personele ilk müdahalenin yapılması amacıyla gemilerde sağlık ekipmanları bulundurulur. Sağlık ekipmanlarını, yetkili ve ilk yardım konusunda uzman kişiler kullanabilir. Personelin sağlık durumuna göre tıbbi yardım talep edilerek personel en yakın sağlık kuruluşuna sevk edilir. Gemide bulunan sağlık ekipmanlarının son kullanma tarihleri kontrol edilmelidir. Basit ölçüm cihazlarının (tansiyon aleti, ateş ölçer vb.) yetkili kurumlarca kalibrasyonunun yapılıp yapılmadığına dikkat edilmelidir.

4.1.5. Filikaların Bakımı ve Kontrolü

Tehlike anında personelin gemiyi terk edebilmesi için filikalar kullanılır. Filikalar, üzerlerinde bulunan dizel yakıtla çalışan motorlar sayesinde hareket edebilir. Dizel motorun arızalanması durumunda filikanın hareket edebilmesi için içerisinde bulunan kürekler kullanılır. Gemilerde genellikle kapalı filikalar tercih edilir (Görsel 4.5, 4.6).



Görsel 4.5: Açık filika



Görsel 4.6: Kapalı filika

Filikalar genellikle kompozit malzemeden üretilir. Filikanın gövdesi, görsel olarak kontrol edilir ve filikanın yüzeyinde çatlak veya kırık kontrolleri yapılır. Boya kontrolleri yapılarak boya ihtiyacı olup olmadığı tespit edilir. Filika dış yüzeyinde bulunan yansıtıcı bantlar kontrol edilir. Yansıtıcı bantlarda yıpranma varsa bantlar yenisi ile değiştirilir. Pervanenin korozyon kontrolleri yapılır. Filikanın matafora kancalarına takılan bağlantı noktaları korozyona karşı kontrol edilir. Bağlantı noktaları açılıp kapatılarak çalışıp çalışmadığı test edilir.

BİLGİ KÜPÜ

Filikalar matafora, vinç veya serbest düşme kızakları ile denize indirilir. Tanker gemilerinde serbest düşmeli (kızaklı) filika bulunması zorunludur. Serbest düşmeli filikalar, tehlike anında geminin hızlı bir şekilde tahliye edilmesine olanak sağlar.

YANGIN SÖNDÜRME DEVRESİ ÜZERİNDE KISA VADELİ BAKIM YAPMA

Amaç: Yangın söndürme devresi üzerinde kısa vadeli bakım yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Yangın söndürme devresi, fırça, temizlik bezi, kırmızı renk boya, fırça ve kişisel koruyucu donanımlar.

Görev: Aşağıdaki işlem basamaklarını dikkate alarak atölyenizde bulunan yangın söndürme devresinin bakımını yapınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Yangın söndürme devresini temizleyiniz.
3. Devre elemanlarının boyasında hasar olup olmadığına bakınız.
4. Devre hattı yüzeylerinde korozyon kontrolü yapınız.
5. Bağlantı noktalarında sızıntı olup olmadığını kontrol ediniz.
6. Boyası kalkmış yüzeylerdeki eski boyayı temizleyiniz.
7. Korozyona uğramış kısımlardaki pas tabakasını temizleyiniz.
8. Temizliği yapılmış yüzeyleri kırmızı renge boyayınız.
9. Yaptığınız kontrolleri rapor hâlinde yazınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Yangın söndürme devresini temizledi.	10	
Devre boyasını kontrol etti.	15	
Paslanma olup olmadığını kontrol etti.	15	
Bağlantı noktalarının sızdırmazlığını kontrol etti.	15	
Kabarmış veya kalkmış eski boyayı yüzeyden temizledi.	15	
Korozyona uğramış kısımlardaki pası temizledi.	10	
Yangın devresini kırmızı renge boyadı.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

4.2. ORTA VADELİ BAKIMLAR

Orta vadeli bakımlar, iki veya üç yılda bir düzenli olarak yapılan bakımlardır. Geminin ticari faaliyetlerine devam edebilmesi için dip yapı kontrollerinin ve bakımının zamanında yapılması gerekir. Bakım ve kontrolleri yapılmayan gemilere çalışma izni verilmez.

4.2.1. Su Altı Sörveyi

Gemi dip sörveyi (karina kontrolleri ve bakımı), havuzda veya gemi su üzerindeyken yapılabilir (Görsel 4.7). Geminin birinci dip sörveyi havuzda yapıldıysa ikinci dip sörveyi gemi su üstünde yüzer durumdayken yapılabilir. Su altı kontrolleri ve bakımı, yetkin dalgıçlar tarafından gerçekleştirilir. Dalgıç, geminin su altında kalan kısımlarını su altı görsel kayıt cihazları ile kayıt altına alır. Su altı kontrolleri, gemi korunaklı sulardayken ve akıntının az olduğu zamanlarda yapılmalıdır. Gemi dip kaplama planı, kontroller sırasında hazır bulundurulur. Hasar tespit edildiği zaman plan üzerinde hasarlı bölge işaretlenir. Kontrol işlemine başlamadan önce gemi dip yüzeyleri temizlenmelidir. Temizlik işlemi düzgün yapılmadığı zaman, dip yapı kontrolleri sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilemez. Temizlik işlemi tamamlandıktan sonra gemi dip yüzeyi kontrol ve kayıt işlemleri yapılır. Geminin su altında kalan kısmının kaplama kalınlığının ölçümleri yapılır. Alınan görsel kayıtlar dikkatlice incelenerek hasar tespiti yapılır.



Görsel 4.7: Geminin su altı dip yüzey kontrolü

Geminin dip bakımlarını havuzda yapmak çalışma kolaylığı sağlar. Su altı kontrolleri sonucunda değiştirilmesi gereken dip kaplama saclarının kesilerek yenisinin yerine montajı oldukça zordur. Dip bakımı yapılacak gemi öncelikle havuza alınır. Dip yapının yüzeyleri temizlenir. Geminin karina bölgesinde korozyon kontrolleri yapılır. Korozyon tespit edilen bölgeler öncelikli olmak üzere gemi dip kaplama kalınlığının ölçümleri yapılır. Kalınlık ölçümü sonunda değiştirilmesine karar verilen kaplama plakaları, gemi dip kaplama planı üzerinde işaretlenir. Plan üzerinde değiştirilmesi gereken kaplamanın ölçüleri belirlenir. Eski kaplama kesilerek çıkarılır. Uygun ölçülerde kesilen kaplama sacının kaynaklı birleştirme yapılarak yerine montajı yapılır. Kalınlığı 11,5 mm ve az olan sacların aşınma ve korozyona bağlı olarak kalınlık azalma miktarı en fazla 1,5 mm olmalıdır. Kalınlığı 11,5 mm'den kalın olan sacların aşınma ve korozyona bağlı olarak kalınlık azalma miktarı en fazla 3 mm olmalıdır. Bu değerler üzerinde kalınlık azalması görülen kaplamalar değiştirilir.

GEMİDE ORTA VADELİ BAKIM İŞLEMLERİ YAPMA

Amaç: Gemi dip yapısında orta vadeli bakım işlemleri yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Gemi modeli, kalınlık ölçüm cihazı, gazaltı kaynak makinesi, tel fırça, metre, markalama kalemi, kaynak maskesi ve kişisel koruyucu donanımlar.

Görev: Aşağıdaki işlem basamaklarını dikkate alarak atölyenizde bulunan gemi modeli üzerinde su altı sörvey işlemlerini yapınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Gemi modelinin dip kaplama yüzey temizliğini yapınız.
3. Gemi dip kaplamasında korozyon olup olmadığını kontrol ediniz.
4. Dip kaplamanın kalınlık ölçümünü yapınız.
5. Korozyona uğramış ve kalınlık düşümü tespit edilen bölgeyi işaretleyiniz.
6. Korozyona uğramış ve kalınlık düşümü tespit edilen bölgeyi keserek çıkarınız.
7. Yeni parçayı, hasarlı bölgeye uygun ölçüde keserek hazırlayınız.
8. Yeni parçayı, gazaltı kaynak yöntemini kullanarak dip yapıyla birleştiriniz.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	15	
Yüzey temizliğini yaptı.	10	
Korozyon kontrolünü yaptı.	10	
Dip kaplamanın kalınlık ölçümünü yaptı.	10	
Hasarlı bölgeyi işaretledi.	10	
Hasarlı bölgeyi keserek çıkardı.	15	
Yeni parçayı, hasarlı bölgeye uygun ölçüde keserek hazırladı.	15	
Yeni parçayı, gazaltı kaynak yöntemini kullanarak dip yapıyla birleştirdi.	15	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

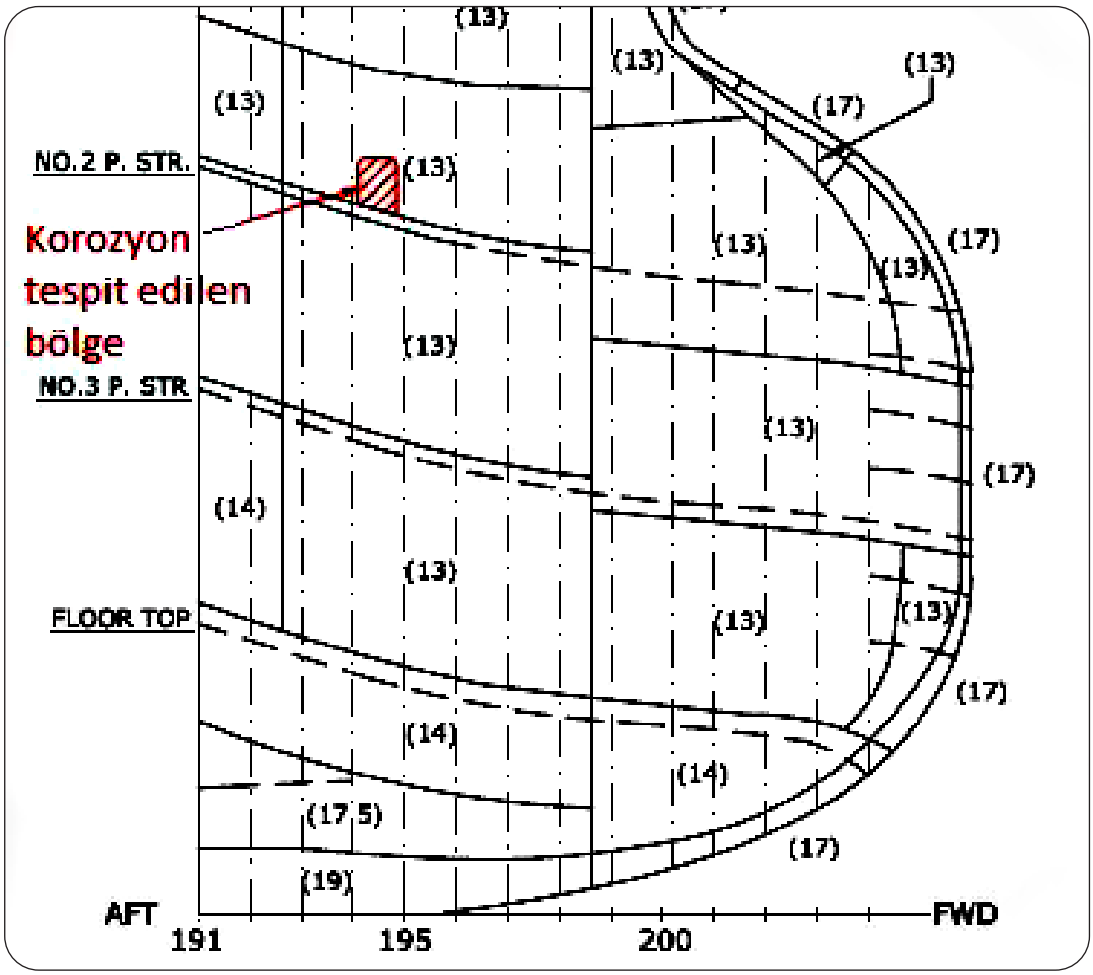
Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

4.3. UZUN VADELİ BAKIMLAR

Uzun vadeli bakımlar, beş yılda bir gerçekleştirilen ve kapsamlı ölçümlerin yapıldığı bakımlardır. Borda üzerinde farklı noktalarda kalınlık ölçümleri yapılmalıdır. Korozyon tespit edilen bölgelerde daha kapsamlı kalınlık ölçümleri yapılır. Korozyon borda kaplamasının kalınlığını azaltarak kaplamanın mukavemetini düşürür. Borda kaplamasının koruyuculuk görevini yerine getirip getirmediği görsel olarak incelenir.

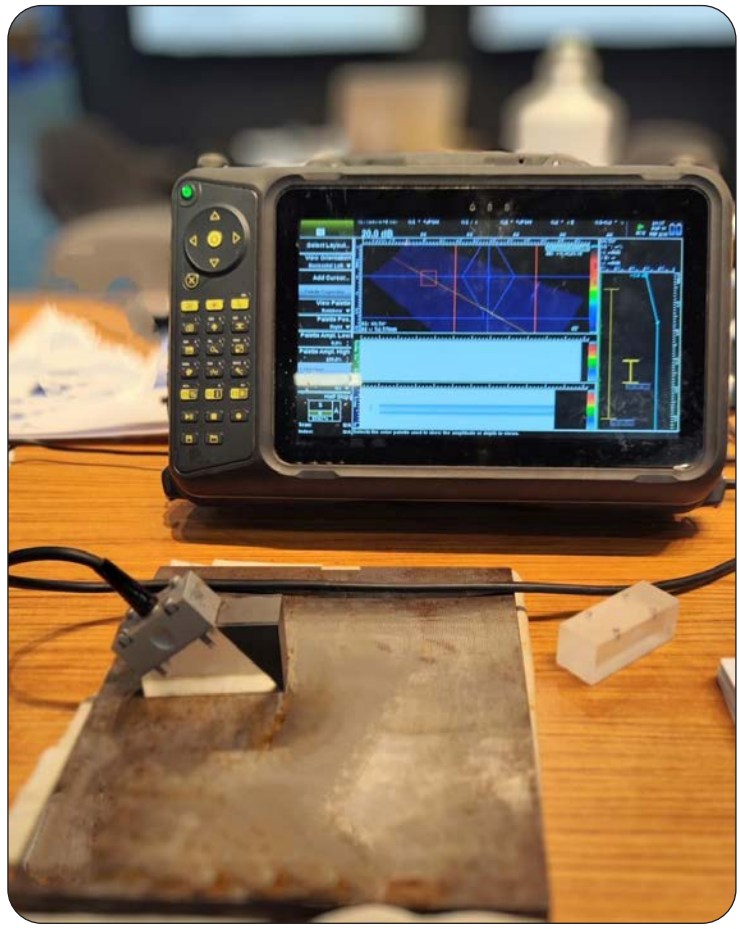
4.3.1. Borda Kalınlığının Ölçümü ve Korozyon Bakımı

Borda (geminin su üstünde kalan dış yüzeyleri) kaplama kalınlıkları korozyon ve aşınmalardan zaman içerisinde azalır. Kaplama kalınlığındaki kalınlık azalmalarının başlıca sebebi korozyondur. Yüzey kaplaması (boyama), uygun malzeme seçimi ve katodik koruma yöntemleri ile korozyonun zararlı etkileri en aza indirilir. Tutya kullanılarak korozyonun borda kaplamasına zarar vermesi engellenir. Tutyalar, bakımlar sırasında kontrol edilir. Kütlesinin yarıdan fazlasını kaybetmiş olan tutyalar değiştirilir. Boyalar, borda sacını korozyona sebep olan dış unsurlardan (deniz suyu, deniz canlıları ve hava) korur. Korozyon tespiti öncelikle gözle yapılır. Borda yüzeylerinde paslanma olup olmadığına bakılır. Boyasında kabarma veya dökülme görülen yüzeyler dikkatlice incelenir. Kabarmış boya dökülerek kaplama sacı üzerinde korozyonun olup olmadığı ve korozyon varsa boyutu tespit edilir. Korozyon görülen bölge belirlenerek borda kaplama planı üzerinde yeri işaretlenir (Görsel 4.8).



Görsel 4.8: Baş pik tankı kaplama planı

Borda sacı üzerinde belirlenen noktalarda kalınlık ölçümleri yapılır. Korozyona maruz kalma olasılığı yüksek bölgelerden kalınlık ölçümü yapılmalıdır. Ölçme işlemi, ultrasonik yöntemle (Görsel 4.9) veya kalınlık ölçme cihazlarıyla yapılabilir. Korozyonun görüldüğü bölgelerde kısa mesafelerde daha fazla ölçüm yapılır. Ultrasonik test cihazı, malzemeye yüksek frekanslı ses dalgaları göndererek kalınlık ölçümünü gerçekleştirir.



Görsel 4.9: Ultrasonik test cihazı

Hasar tespit edilen bölgelerin kaplamaları kesilerek çıkartılır. Kesilen bölgeye uygun ölçülerde hazırlanan yeni kaplama sacı, kaynakla bordaya birleştirilir.

4.3.2. Klas Yenileme Bakımı

Klas yenileme bakımı; geminin Türk Loydu kurallarına uygun bir şekilde bakım yapıldığını onaylamak için gemi üzerinde gözle muayene, ölçümler ve testlerin yapıldığı sörveylerdir. Klas yenileme bakımları, her beş yılda bir yapılır. Borda postalarında, borda kaplamasında, güverte yapısında, dip yapıda, dip kaplamasında ve su geçirmez perdelerde izin verilen sınırların üzerindeki aşınmalar, sörveyi takiben onarılmalıdır. Ambarlar, ara güverteler, derin tanklar, balast tankları, pik tankları, kargo tankları, pompa daireleri, boru tüneli, makine daireleri, kaplamalar ve takviyeler muayene edilir. Kalınlığı 11,5 mm ve az olan sacların aşınma ve korozyona bağlı olarak kalınlık azalma miktarı en fazla 1,5 mm olmalıdır. Kalınlığı 11,5 mm'den kalın olan sacların aşınma ve korozyona bağlı olarak kalınlık azalma miktarı en fazla 3 mm olmalıdır. Bu değerlerin üzerinde kalınlık azalması görülen kaplamalar yenisi ile değiştirilir.

BORDA KAPLAMASI ÜZERİNDE UZUN VADELİ BAKIM İŞLEMİ YAPMA

Amaç: Gemi borda kaplamasının bakımını yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Gemi modeli, kalınlık ölçüm cihazı, gazaltı kaynak makinesi, tel fırça, metre, markalama kalemi, kaynak maskesi ve kişisel koruyucu donanımlar.

Görev: Aşağıdaki işlem basamaklarını dikkate alarak atölyenizde bulunan gemi modeli üzerinde gemi borda kaplama bakımı yapınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Gemi modelinin dip kaplama yüzey temizliğini yapınız.
3. Gemi borda kaplamasında korozyon olup olmadığını kontrol ediniz.
4. Borda kaplamasının kalınlık ölçümünü yapınız.
5. Korozyona uğramış ve kalınlık düşümü tespit edilen bölgeyi işaretleyiniz.
6. Korozyona uğramış ve kalınlık düşümü tespit edilen bölgeyi keserek çıkarınız.
7. Yeni parçayı, hasarlı bölgeye uygun ölçüde keserek hazırlayınız.
8. Yeni parçayı, gazaltı kaynak yöntemi kullanarak dip yapıyla birleştiriniz.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	15	
Yüzey temizliğini yaptı.	10	
Korozyon kontrolünü yaptı.	10	
Borda kaplamanın kalınlık ölçümünü yaptı.	10	
Hasar tespit edilen bölgeyi işaretledi.	10	
Hasar tespit edilen bölgeyi keserek çıkardı.	15	
Yeni parçayı, hasarlı bölgeye uygun ölçüde keserek hazırladı.	15	
Yeni parçayı, gazaltı kaynak yöntemiyle bordaya birleştirdi.	15	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

4. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluklara cümle doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (….) Kısa vadeli bakımda yalnızca can simitleri ve filikalar kontrol edilir.
2. (….) Uzun vadeli bakımlar, geminin klas sertifikasının devamlılığı için gereklidir.
3. (….) Borda yüzeyindeki kabarmış boya, korozyon olup olmadığını anlamak için temizlenmelidir.
4. (….) Dip kaplamasında kalınlık azalma miktarı 3 mm'den fazla ise kaplama sacı değiştirilir.
5. (….) Yangın söndürme devresi sarı renge boyanır.

B) Aşağıda verilen boşluklara doğru kelimeleri yazınız.

6. Kısa vadeli bakımlar geminin …… faaliyetlerini sürdürebilmesi için zorunludur.
7. Sprink sistemi yangın sırasında suyu ortama …… şeklinde verir.
8. Dip kaplamasının kalınlık ölçümünde genellikle …….. test cihazları kullanılır.
9. Su altı sörveyi, dalgıç tarafından…….. kayıt cihazları kullanılarak yapılır.
10. Kalınlık ölçümü sonunda değiştirilmesine karar verilen kaplama plakaları, gemi dip …….. planı üzerinde işaretlenir.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

11. Taşınabilir yangın söndürücülerin yıllık bakımında hangi kontroller yapılır?

.....

.....

12. Uzun vadeli bakımlarda borda kalınlığı neden ölçülür?

.....

.....

13. Su altı sörveyinde dalgıcın dikkat etmesi gereken çevresel koşullar nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

14. Kısa vadeli bakımın gemi güvenliği açısından önemi nedir? Açıklayınız.

.....

.....

15. Klas yenileme bakımı neden yapılır?

.....

.....

PERVANE, ŞAFT VE DÜMEN BAKIM ONARIMI



KONULAR

5.1. PERVANE BAKIM ONARIMI

5.2. ŞAFT BAKIM ONARIMI

5.3. DÜMEN BAKIM ONARIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Pervanelerde yaşanan problemler ve sebepleri
- Uygun yöntemlerle pervane temizliği ve bakım onarımı
- Şaftlarda yaşanan problemler ve sebepleri
- Uygun araç gereçle şaft bakım onarımı
- Dümenlerde yaşanan problemler ve sebepleri
- Uygun yöntemlerle dümen temizliği ve bakım onarımı

TEMEL KAVRAMLAR

Biyolojik Kirlenme, Dümen, Kavitasyon, Korozyon, Pervane, Şaft, Titreşim

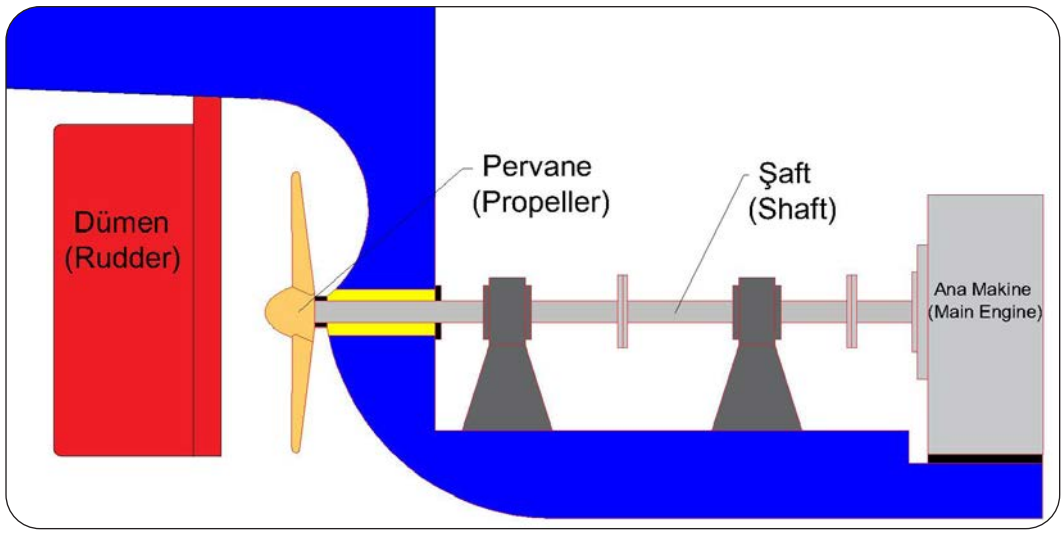
HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Uygun performansta çalışmayan bir pervanenin ne tür sorunlara yol açabileceğini arkadaşlarınız ile tartışınız.
2. Stern tüp içerisinde doğru hizalanmamış şaftın sebep olacağı olumsuzluklar hakkında arkadaşlarınızla beyin fırtınası yapınız.
3. Manevra kabiliyetini kaybeden bir gemide, bu duruma sizce neler sebep olmuştur? Görüşlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

5. ÖĞRENME BİRİMİ

GİRİŞ

Pervane, şaft ve dümen sistemleri (Görsel 5.1); gemilerin güvenli ve ekonomik seyir yapabilmeleri için kritik öneme sahiptir. Bu sistemlerde oluşabilecek kirlenme, deformasyon, korozyon, titreşim gibi olumsuzluklar; geminin manevra kabiliyetini azaltabilir, yakıt tüketimini artırabilir, gürültü oluşumuna sebep olabilir. Düzenli bakım ve onarım, bu tür sorunları önleyerek geminin operasyonel verimliliğini artırarak uzun ömürlü olmasını sağlar.



Görsel 5.1: Pervane, şaft ve dümen sistemleri

5.1. PERVANE BAKIM ONARIMI

Pervaneler, gemilerde kullanılan en yaygın sevk aracıdır (Görsel 5.2). Pervane kanadı, kanadın etrafındaki akış modelinin bir sonucu olarak itme kuvveti meydana getirecek şekilde çalışır. Kanatlar, pervanenin dönüş yönüne ve kanat eğimine bağlı olarak gemiyi suda ileri ya da geriye doğru itecek bir basınç farkı oluşturur. Pervanenin yüzey alanı, geminin kapladığı alanın yanında çok küçük kalsa da yakıt tüketimi üstündeki etkisi fazladır.



Görsel 5.2: Gemi pervanesi

BİLGİ KÜPÜ

En büyük pervane, 397 metre uzunluğunda ve 56 metre genişliğindeki Emma Maersk adlı bir konteyner gemisi için imal edilmiştir. 5 kanatlı olan bu pervanenin çapı 10,3 metredir ve 113 ton ağırlığındadır.

Kaynak: https://www.marineinsight.com/tech/10-biggest-ship-propellers-in-the-world/ (E.T.: 05.03.2025)

5.1.1. Pervanelerde Görülen Problemlerin Sebepleri

Pervane performansı geminin seyrinde önemli rol oynar. Pervanede görülen sorunların başlıca nedenleri; korozyon, çarpma saldırısı, kavitasyon ve kirlenmedir. Nikel-alüminyum-bronz veya bakır-manganez-alüminyum gibi alaşımlardan pervaneler imal edilerek korozyon en aza indirilir. Çarpma saldırısı, genellikle pervane kanatlarının ileri uçlarında ve dış kısmında meydana gelir. Kavitasyon, kanat ucu ve arkası yakınında gerçekleşir; pervanenin basınç dağılımına ve akış grafiğine bağlıdır. Modern tasarım teknikleriyle bu sorunlar en aza indirilebilir. Kirlenme; yosun, midye, algler ve deniz kabukluları gibi deniz canlılarının pervane yüzeyine yerleşmesi ile oluşur. Pervanelerin kirlenmesi, pürüzlülük meydana getirerek sürtünmeyi artırdığı için önemli güç veya hız kaybına ek olarak yakıt maliyetlerinin artmasına neden olur. Performansı, verimliliği ve ömürleri bu bakımdan olumsuz etkilenir. Buna rağmen bazı gemi işletmecileri, pervaneleri yalnızca rutin bakım periyotlarında ve kuru havuzlarda temizlerken bazıları temizlikten sonra gözle görülür bir performans artışı yaşadıkları için yaklaşık 6 ila 9 aylık aralıklarla dalgıçlar kullanarak düzenli su altı temizlik ve parlatma işlemlerini gerçekleştirir.

a) **İmalattan Kaynaklanan Sorunlar:** Pervane imalatında kullanılan malzemenin üretim yöntemleri ve standardı, pervanenin düzgünlüğü ve pürüzsüzlüğü üzerinde önemli etkiye sahiptir. Pervaneler, günümüzde bronz ve paslanmaz çelikten imal edilmektedir. Dökme demir ile imalat ise neredeyse bitmiştir. Üretilen pervanelerin %80'i nikel-alüminyum-bronz alaşımı ile yapılmaktadır. Manganez-bronz olarak da bilinen yüksek gerilimli pirinç ile manganez-alüminyum-bronz alaşımları da pervane imalatında küçük bir yüzdeyle de olsa tercih edilmektedir. Paslanmaz çelikler ise buz sınıfı pervanelerin imalatı gibi sınırlı alanlarda kullanılır. Manganez-bronz pervaneler, nikel-alüminyum-bronzdan yapılanlara göre önemli ölçüde yüzey pürüzlüğüne sahiptir. Bu pürüzlülüğün ortadan kaldırılmaması pervane verimini düşürür. Pervane imalatında kullanılacak olan alaşım oranlarının uygun olmaması pervanede aşınma, çatlak, korozyon, malzeme kaybı gibi yapısal bütünlüğü bozabilecek durumların yaşanmasını tetikler.

b) **Mekanik Hasar:** Pervane, konumu ve şeklinin yanı sıra hızı nedeniyle de katı nesnelerle temas etmesinden dolayı hasar görebilir (Görsel 5.3). Pervane kanatları bükülebilir, kırılabilir, çatlayabilir, çizilebilir, çentiklenebilir. Bu tür durumlar, pervanenin yüzey bütünlüğünü ve geminin yakıt maliyetlerini olumsuz etkiler.

c) **Biyolojik Kirlenme:** Gemilerin pervanelerini kirleten ve üzerine yapışan çok farklı deniz canlısı bulunur (Görsel 5.4). Bunlar arasında algler, midyeler, yosunlar, kabuklu canlılar yer alır. Deniz biyolojik kirlenmesi pervanelerinin yüzey pürüzlülüğünü artırır ve sabit güçte hız kaybına veya sabit hızda güç artışına neden olur. Bunun sonucunda yakıt maliyetleri artar.



Görsel 5.3: Pervaneye halat dolanması



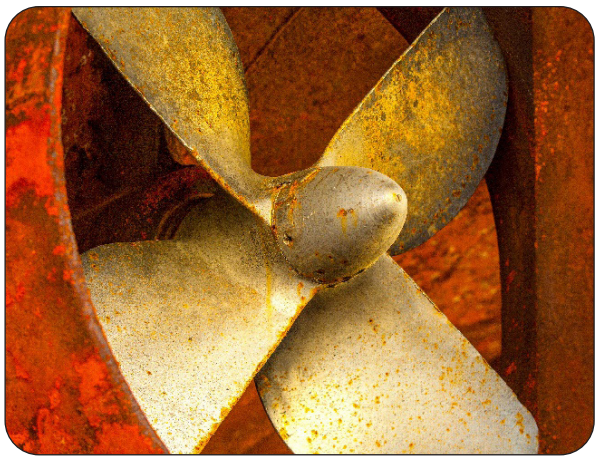
Görsel 5.4: Pervanede biyolojik kirlenme

ç) **Çarpma Saldırısı:** Genellikle çevresel hızın en yüksek olduğu pervane kanadının ileri kenarlarında ve dış kısımlarında sudaki aşındırıcıların yüzeye çarpması ile meydana gelir. Kanatlar üzerindeki bu etki, oldukça sığ çukurlaşmalar oluşturarak yaygın bir yüzey pürüzlülük alanı oluşturur (Görsel 5.5). Nikel-alüminyum-bronz veya bakır-manganez-alüminyum alaşımları bu tür saldırılara karşı manganez-bronz, dökme çelik ve dökme demire göre daha dirençli yapı sunar.

d) **Korozyon:** Pervaneler hem kimyasal hem de elektrokimyasal saldırılar sonucu korozyona maruz kalır (Görsel 5.6). Pervane yüzeyleri genellikle kaplamasız ve boyasız metallerdir. Pervane gövdesi, deniz suyu ile temasından itibaren elektrolitik hücrenin katodu hâline gelir. Tuzlu suyun bronz ve diğer alaşımlar üzerindeki kimyasal etkisinin yanı sıra elektroliz de ikinci bir aşındırıcı kaynak oluşturur. Elektrokimyasal (galvanik) korozyon, bronz pervane ile çelik şaftın deniz suyunda temas etmesi ile gerçekleşir. Burada pervane, anot pozisyonuna düşer ve zamanla aşınır. Kimyasal korozyonda ise deniz suyundaki tuz, sülfat ve klor gibi kimyevi bileşikler pervane malzemesini zamanla aşındırır. Bunların önüne geçmek için pervanenin şaft üzerine konumlandırılan katodik koruma sistemiyle korunması ve uygun alaşımlarla imal edilmesi gerekir. Önüne geçilmediği takdirde korozyon, pervanede malzeme ve mukavemet kayıplarına sebep olarak hem verimi hem de pervane dayanımını düşürür.



Görsel 5.5: Çarpma saldırısının kanat üzerindeki etkisi



Görsel 5.6: Korozyon başlangıcındaki bir pervane

e) **Kavitasyon:** Pervanenin su içindeki dönme hareketinden kaynaklanan türbülanslı akış, sıvı basıncının ani olarak düştüğü alanlara sebep olur. Su, ani basınç düşmeleri sonucu buharlaşır. Bu durum; su içinde çapı yaklaşık 3 mm'ye kadar küçük, içi buharla dolu boşluklar veya kabarcıklar oluşturur. Kabarcıklar, yüksek basınç alanına girdiğinde aniden patlar. Patlamanın etkisi ile sudaki çok yüksek basınç darbeleri metal yüzeylerin zarar görmesine neden olur. Kavitasyon olarak adlandırılan bu olay, pervane kanatlarını farklı şekilde aşındırır (Görsel 5.7).



Görsel 5.7: Pervane kanadında kavitasyonun etkisi

Kavitasyon, kimyasal ve elektrokimyasal korozyon ile bir araya gelerek pervane kanatlarındaki hasarı ve yüzey pürüzlülüğünü artırır. Bu tür olumsuzlukları en aza indirmek için pervane tasarımı ve imalat yöntemleri iyileştirilmelidir.

f) **Kireç Taşı (Kalker) Birikintileri:** Pervaneler suda bir süre kaldıktan sonra inatçı, sert ve pürüzlü bir kireç taşı (kalsiyum karbonat-CaCO3) tabakası oluşur. Esasında bu, katodik koruma sisteminin korunan yüzeyde pH değerini yükseltmesi sonucu bir yan ürünü olarak gelişir. Oluşan kireç taşı tabakası, kanat yüzeylerinde koruyucu bir etki sağlasa da aynı zamanda yüksek bir pürüzlülüğe neden olur. Kalker tortusunun miktarı, oranı ve şekli katodik akım yoğunluğuna ve pervanenin içinde bulunduğu deniz suyunun koşullarına bağlıdır. Bu tortu, tropikal sularda daha yoğun ve hızlı gerçekleşir. Kireç taşının oluşumu için pervanenin suda hareketsiz olması gerekir. Pervane temizliği ve parlatılması (polisaj) ne kadar sık yapılırsa kireç tabakası yüzeyden o kadar rahat çıkarılır. Aksi hâlde bu işlem, zamanla kireç taşının aşırı sertleşmesinden dolayı çok zaman alıcı olur.

g) **Yetersiz Personel İle Yanlış Temizleme ve Parlatma:** İster suda isterse kuru havuzda olsun yetersiz temizlik ve parlatma işlemi pervanenin yüzey pürüzlülüğünü artırır. Gemi, kuru havuzdayken pervane ek pürüzlülük kaynaklarına maruz kalabilir. Düşük kaliteli taşlama işlemi kanat pürüzlülüğünü kötüleştirebilir. Bu da yüzeyin çizilmesi nedeniyle dalgalı formdaki pürüzlülüğün artmasına neden olur. Ayrıca pervane kanadının ileri uç kenarlarında yapılacak uygunsuz bir işlem, performansı olumsuz etkiler. Gemi gövdesi boyanırken de pervane yüzeyine boya partiküllerinin yapışmaması için pervane kanatlarının greslenerek ya da koruyucu bir örtü kullanılarak korunması gerekir. Aksi hâlde pervane yüzeyinde pürüzlülük meydana gelir. Bu tür sorunların temelinde yetersiz ve eğitimsiz personelin bu işleri yapması yatmaktadır.

Pervanelerde görülen bu sorunların ortalama %10-15 oranında yakıt maliyetlerini artırdığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle bir pervanenin bakımının yapılmaması ile oluşacak ekonomik kayıp, yakıt giderleri göz önüne alındığında çok daha yüksektir.



ARAŞTIRMA

Pervaneye halat dolanması ile oluşacak sorunların önüne geçmek için nasıl önlemler alınabileceğini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

5.1.2. Pervane Sörveyi, Temizliği ve Bakım Onarımı

Pervane bakımı için en iyi uygulama; pervanenin pürüzlülüğü ve kirlenmesinden kaynaklanan yakıt maliyetlerini en aza indirecek kadar sıkı aralıklarla hızlı, kolay ve ekonomik pervane temizliğine imkân sağlayan temizleme işleminin rutin olarak yapılmasıdır. Yetersiz bakım ve temizlik sırasında yapılacak hatalar, yüzey pürüzlülüğünü etkiler. Çok kaba taşlama disklerinin kullanılması ve kanatların kenarlarında uygun olmayan işlemlerin yapılması pervane direncini artırır ve ileride yoğun kavitasyon yaşanmasına neden olur. Gemiler, belirli periyotlarla kuru havuzlara alınarak bakım onarım işlemine tabi tutulur.

Kuru havuzlarda pervanelerin temizliği ve bakım onarımı da yapılır. Kuru havuzlama periyotlarının uzun olmasından dolayı bazı işletme sahipleri pervane verimini artırmak için altı aylık veya gerek görüldüğü zamanlarda su altında pervane temizliğini yapmaktadır. Su altı pervane temizliği, geminin limanda veya demirde iken pervanenin hareketsiz olduğu durumda özel taşlama ve parlatma ekipmanları kullanılarak uzman dalgıçlar ile yapılır (Görsel 5.8).

Kuru havuzlamada gemi için klas kuruluşu belirlenir ve yetkili sörveyör atanır. Gemi sahibi veya teknik müdür, bakım ekibi ve tersane ile sörvey planı oluşturur. Önceki bakım raporları, pervane değişim geçmişi ve sörvey kayıtları incelenir. Kuru havuzda pervane temizliği ve bakımı yapılırken öncelikle pervanenin üzerinde bulunan kirlilikten arındırılması gerekir. Bunun için çok yüksek basınca sahip su jetleri ile yüzeyden yosun, midye gibi deniz canlıları temizlenir (Görsel 5.9).



Görsel 5.8: Su altı pervane temizliği



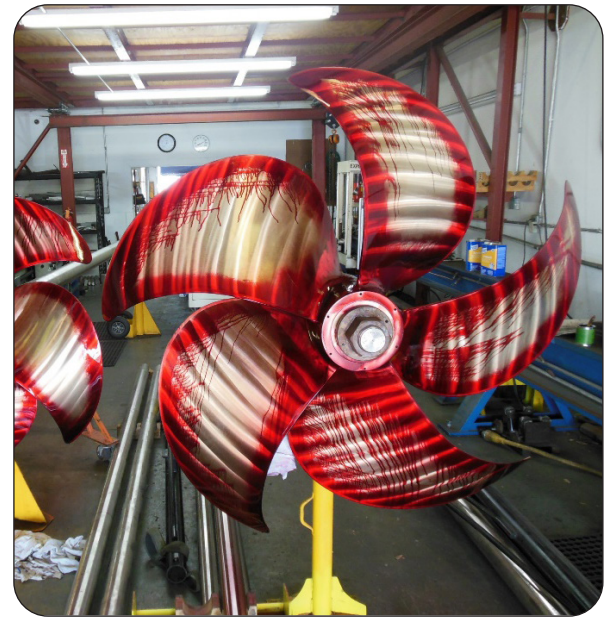
Görsel 5.9: Pervanenin basınçlı su ile temizliği

Yüzey kusurlarını ortadan kaldırmak ve pervanenin pürüzsüz yüzeyini geri kazandırmak için zımparalama ve parlatma kombinasyonu kullanılır (Görsel 5.10). Pervane; konik mil bağlantısı ile şafta bağlı olduğundan bağlantı somunları, kamalar ve sıkı bağlantılar sökülür. Konik bağlantılı pervanelerde hidrolik çekme tertibatı kullanılır. Ağır tonajlı pervaneler, vinç veya kaldırma araçları ile güvenli şekilde taşınır. Pervane kanatlarında gözle görülebilir çatlak, deformasyon, aşınma veya erozyon olup olmadığı incelenir. Pervanenin yüzeyinde çukur korozyonu, kavitasyon hasarları ve kırık noktalar aranır.



Görsel 5.10: Pervane kanadının parlatılması

Kanat açılarının simetrik olup olmadığı özel şablonlar ve ölçüm cihazları ile test edilir. Eğer kanatlar bükülmüşse veya açılarında sapma varsa düzeltme veya yeniden balans işlemi gereklidir. Pervane çapı, mikrometreler ve şablonlarla ölçülerek pervanenin klas kuruluşu standartlarına uygunluğu kontrol edilir. Bağlantı yüzeylerinin düzgünlüğü ve montaj toleransları kontrol edilir. Manyetik parçacık testi (MPI) ile pervanenin metal yüzeyindeki çatlaklar tespit edilir. Sıvı penetrant testi (DPT) ile yüzeydeki ince çatlaklar belirlenir. Kırmızı renkli penetrant testi, bir pervanenin çatlak testi için en çok tercih edilen tahribatsız muayene prosedürüdür (Görsel 5.11). Test edilecek alanın hacmine bağlı olarak genellikle birkaç saat içinde tamamlanabilir.



Görsel 5.11: Penetrant testi

Pervane ve kanatlarında kopma, kırık, çatlak gibi deformasyonların varlığı incelenir (Görsel 5.12). Bu tür kusurlar, mümkünse kaynak ya da yüzey dolgu işlemleri uygulanarak giderilir (Görsel 5.13). Pervane kanatlarının formlarında açısal bozulmalar mevcutsa deforme olmuş kanatlar ısıtılarak düzeltilir ve pervanenin hidrodinamik yapısı korunur. Bu işlemlerin ardından yüzey düzeltme işlemleri tekrarlanır. İleri düzeyde korozyon varlığı ve ilerlemiş deformasyonların olması durumunda yapılacak en uygun işlem pervanenin yenilenmesi olacaktır.



Görsel 5.12: Kanadında kopma olan pervane



Görsel 5.13: Pervane kanadında yapılan kaynak işlemi

Temizlik ve bakım onarım işlemlerinin ardından pervanenin balans kontrolü yapılır. Gemi pervanelerinde balans ayarı, pervanenin düzgün çalışmasını sağlamak ve titreşimi azaltmak amacıyla statik ve dinamik balanslama şeklinde yapılır. Statik balans ayarında pervane hareketsiz olarak tezgâha yerleştirilir ve hareketi gözlemlenir (Görsel 5.14). Dinamik balans ayarında ise pervane bir balanslama makinesine bağlanarak döndürülür (Görsel 5.15). Dengesizlik seviyesine göre kanatlarda düzeltme işlemi yapılır.



Görsel 5.14: Statik balanslama

Tüm bu işlemlerin ardından pervane yerine monte edilir. Pervane konik şafta dikkatlice yerleştirilir ve sıkma torku ayarlanır. Bağlantı elemanları (cıvata, kama ve somunlar) belirtilen tork değerlerinde sıkılır. Hidrolik bağlantı sistemlerinde, pervane bağlantı noktalarına uygun basınç uygulanır. Pervane, şaft bağlantısı yapıldıktan sonra döndürülerek sürtünme olup olmadığı test edilir. Ana makine veya yardımcı sistemle pervane çevrilerek titreşim ve anormal ses olup olmadığı kontrol edilir. Eğer pervane dengesiz dönüyorsa veya titreşim varsa balans ve hizalama tekrar gözden geçirilir. Sörveyör tarafından tüm testler ve ölçümler incelenir. Sörvey tamamlandıktan sonra pervane sistemi onaylanır ve gemi denize indirilene kadar çevresel etkilere maruz kalmaması için koruyucu bir örtü ile kapatılır (Görsel 5.16).



Görsel 5.15: Dinamik balanslama

Gemi pervane bakım onarım süreci; pervanenin aşınmasını, çatlaklarını, balansını ve montaj toleranslarını değerlendiren ve bunları gideren kritik bir bakım sürecidir. Bu işlem sayesinde pervane ömrü uzatılır, titreşim ve dengesizlik sorunları önlenir, yakıt verimliliği artırılır ve pervane sisteminde beklenmeyen arızalar engellenir.



Görsel 5.16: Pervanenin muhafazası

PERVANE BAKIM ONARIMI

Amaç: Kirlenmiş bir pervanenin bakım onarımını yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Kazıma araçları, basınçlı su ekipmanları, taşlama ve parlatma araçları, penetrant test kiti, kaynak makinesi, balanslama tezgâhı, koruyucu örtü.

Görev: Kirlenmiş ve verimsiz çalışan bir pervanenin temizliğini yapınız. Uygun test yöntemleri ile hasarlı yerleri tespit ederek gerekli onarım işlemlerini yapınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Kazıma araçları ile kaba temizliği yapınız.
3. Basınçlı su kullanarak yüzey temizliğini yapınız.
4. Taşlama ve parlatma araçları ile kanat yüzeylerini taşlayınız ve parlatınız.
5. Penetrant test kiti ile kanadın tamamını boyayınız. Yeterli süre geçtikten sonra kanatları inceleyiniz.
6. Tespit ettiğiniz yerlerin onarımını kaynak makinesi ile yapınız.
7. Tekrar yüzey düzeltme işlemini yapınız.
8. Balanslama tezgâhında pervanenin denge kontrolünü yapınız.
9. Çevresel etkilere karşı pervaneyi koruyucu örtü ile sararak muhafaza ediniz.
10. Kullandığınız ekipmanları ve makineleri yerlerine koyunuz. Çalışma ortamınızı temiz bırakınız.

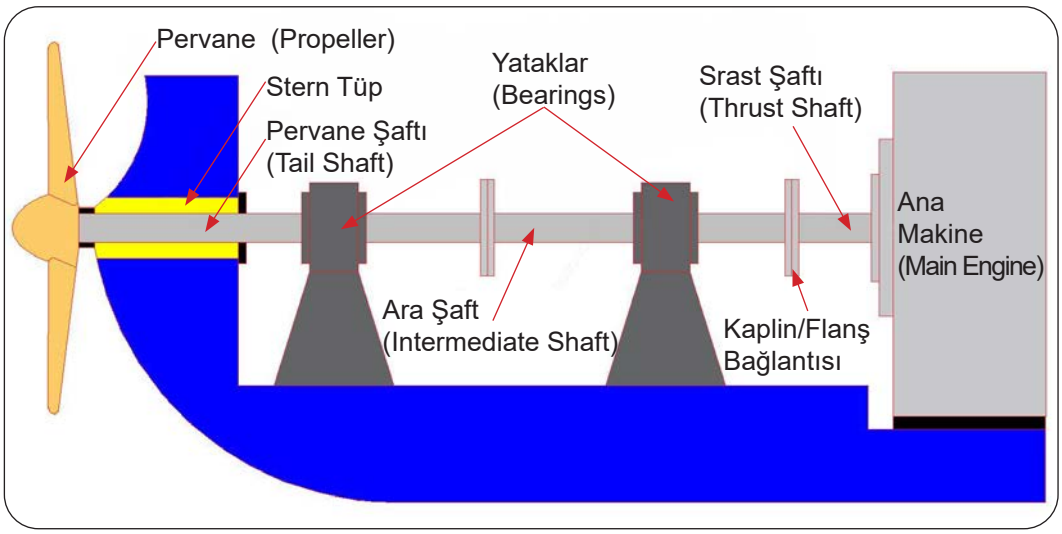
Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Yüzey temizliğini yaptı.	10	
Pervane kanatlarını parlattı.	20	
Penetrant testini uyguladı.	10	
Hasarlı bölgeleri onardı.	10	
Pervane kanatlarının yüzey parlatmasını tekrar yaptı.	15	
Pervanenin denge kontrolünü yaptı.	15	
İşlemlerin ardından çalışma ortamını düzenledi.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

5.2. ŞAFT BAKIM ONARIMI

Şaft, gemi ana makinesinde üretilen gücü pervaneye aktarmak için pervane ve ana makine arasında kullanılan silindirik yapıdaki elemandır. Geminin büyüklüğüne ve sevk sisteminin tasarımına göre bir veya daha fazla sayıda olabilir. Şaft sistemi; pervane şaftı, ara şaft ve srast (itme) şaftı olarak farklı şaftların bir araya gelmesi ile oluşur (Görsel 5.17). Şaftların ağırlığını taşıyan ve aynı eksende dönmesini sağlayan yataklar ile deniz suyunun şaft üzerinden makine dairesine girmesini engelleyen stern tüp bu sistemin bileşenlerindendir.



Görsel 5.17: Şaft sistemi

5.2.1. Şaftlarda Görülen Problemlerin Sebepleri

Şaftlar; ana makineden kaynaklanan dönme momenti ve burulma momenti ile birlikte itme, yer çekimi ve merkezkaç gibi kuvvetlere maruz kalır. Şaft sisteminin çalışma ortamı; sıcaklık ve nemdeki değişimler, agresif ortam şartları ve değişken yükler ile değerlendirilir. Bu sistemlerin arızalanma ve hasar görme riski deniz ve hava koşullarının şiddetiyle artar. Şaft sorunlarının yaşanmasına sebep olabilecek unsurlar şunlardır:

a) **Metal Yorgunluğu:** Gemi şaftlarında metal yorgunluğu, tekrarlı yükler ve stresler nedeniyle malzemenin zamanla zayıflaması ve çatlakların oluşması sonucu meydana gelen bir problemdir. Şaft, ana makine ve pervane tarafından sürekli olarak değişken tork ve eksenel kuvvetlere maruz kalır. Bu yükler, tekrarlayıcı olduğu için malzemenin yapısını zamanla zayıflatarak çatlakların oluşmasına neden olur. Metal yorgunluğu genellikle ani kırılmalarla sonuçlanabilir ve ciddi makine arızalarına yol açabilir.

b) **Dengesizlik:** Şaft üzerindeki dengesiz yükler, aşırı titreşimlere neden olabilir. Dengesiz bir pervane, şaftta düzensiz yüklenmeye sebep olarak yataklarda ve kaplinlerde sorun çıkarabilir. İmalat hataları veya yanlış montaj, dengesizliğe yol açabilir.

c) **Kaplin Problemleri:** Şaft kaplinlerinde gevşeklik veya yanlış tork ayarı, güç aktarımında verimsizliğe ve aşırı yüklenmelere sebep olabilir. Kaplin cıvatalarının gevşemesi veya kopması durumunda şaft boşa dönerek ciddi arızalara yol açabilir.

ç) **Aşınma ve Korozyon:** Deniz suyu ile temas eden şaftlarda korozyon sıkça görülen bir sorundur. Gemi şaftlarında korozyon problemleri; genellikle deniz suyunun aşındırıcı etkisi, elektrokimyasal reaksiyonlar ve yetersiz koruma önlemlerinden kaynaklanır. Bu problemler, şaftın dayanıklılığını azaltarak ciddi mekanik arızalara yol açabilir. Özellikle paslanmaz çelik şaftlarda çukurlaşma korozyonu meydana gelebilir. Korozyon, metal yorgunluğu süreçlerini hızlandırarak kırılmaya daha erken ulaşılmasına neden olur. Stern tüpteki şaft keçeleri (seal) ve yataklar zamanla aşınarak şaft yüzeyinin zarar görmesine sebep olabilir (Görsel 5.18). Aşınma, şaftın balansının bozulmasına ve titreşimlerin artmasına yol açar.

d) **Yetersiz Topraklama:** Şaft topraklaması (shaft grounding), elektriksel korozyonu önlemek ve şaft yataklarının zarar görmesini engellemek amacıyla yapılır (Görsel 5.19). Şaft ve pervane, geminin metal gövdesinden izole olduğunda deniz suyuyla temas sonucu galvanik akımlar oluşabilir. Bu akımlar, zamanla yatak aşınmasına ve korozyona neden olabilir. Elektriksel korozyon; pervane, yatak ve diğer metal parçaları zayıflatır.



Görsel 5.18: Aşınmış şaft



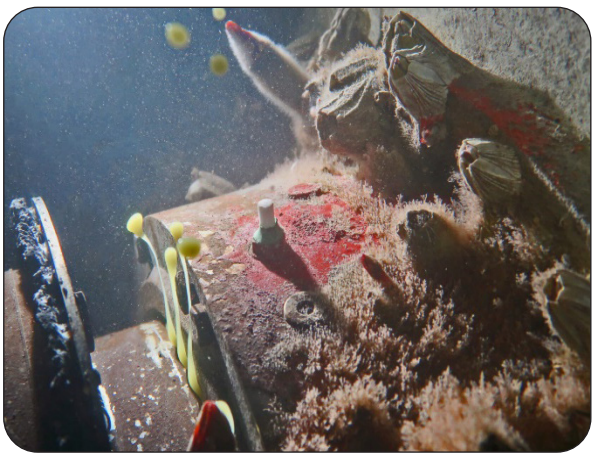
Görsel 5.19: Şaft topraklaması

e) **Dışsal Darbeler ve Titreşimler:** Gemi pervanesinin ani darbeye maruz kalması (örneğin bir nesneye çarpması); şaftın bükülmesine, mikro çatlakların büyümesine ve yatakların bozulmasına neden olabilir. Motor veya diğer gemi makinelerinden gelen aşırı titreşimler de şaftta rezonansa sebep olarak yapısal hasara yol açabilir.

f) **Yanlış Hizalama:** Şaftın ana makine ve pervane ile düzgün hizalanmaması, yataklar üzerinde aşırı yük oluşturur. Esnek kaplinler, yanlış hizalamayı belirli bir noktaya kadar tolere edebilir ancak uzun vadede yatakların ve şaftın aşınması kaçınılmazdır. Bu durum şaft bükülmelerine ve düzensiz dönmeye yol açarak yüksek titreşim, ısı ve aşınmaya neden olabilir.

g) **Yağlama Problemleri:** Yetersiz yağlama, yataklarda aşırı ısınmaya ve sürtünmeye sebep olur. Su veya kir partiküllerinin yağlama sistemine girmesi, yatakların ömrünü kısaltır. Spesifikasyonlara uygun olmayan yağ kullanımı, yatak yüzeylerinde aşırı sürtünmeye veya bozulmaya yol açabilir. Stern tüp keçelerinin (seal) hasar görmesi (Görsel 5.20) veya yanlış montajı yağın sızmasına sebep olarak şaft yüzeyini kuru bırakır ve aşınmayı hızlandırır.

ğ) **Yatak Problemleri:** Kaymalı veya rulmanlı yatakların yanlış montajı ve aşırı yüklenmesi, şaftın serbest hareketini engelleyebilir. Yataklardaki yağlama eksiklikleri veya kirlenmiş yağ, şaft ile yataklar arasında aşırı sürtünmeye ve aşınmaya neden olur (Görsel 5.21).



Görsel 5.20: Stern tüp keçelerinde yağ sızıntısı



Görsel 5.21: Aşınmış yatak

h) **Termal Genleşme:** Şaftın maruz kaldığı sıcaklık değişimleri, özellikle uzun şaft hatlarında termal genleşmeye neden olabilir. Genleşme uygun şekilde telafi edilmezse yataklar ve kaplinlerde aşırı yüklenme meydana gelebilir.

ı) **Malzeme ve İmalat Hataları:** Düşük kaliteli veya uygun olmayan malzemelerden yapılmış şaftlar, kırılgan olabilir veya yorulma çatlaklarına karşı daha hassas hâle gelebilir. Kaynak veya döküm hataları, şaftın dayanımını azaltarak uzun vadede çatlak oluşumuna neden olabilir.

Bu sorunları önlemek için düzenli bakım, yağlama, hizalama kontrolleri ve periyodik şaft muayeneleri büyük önem taşır.

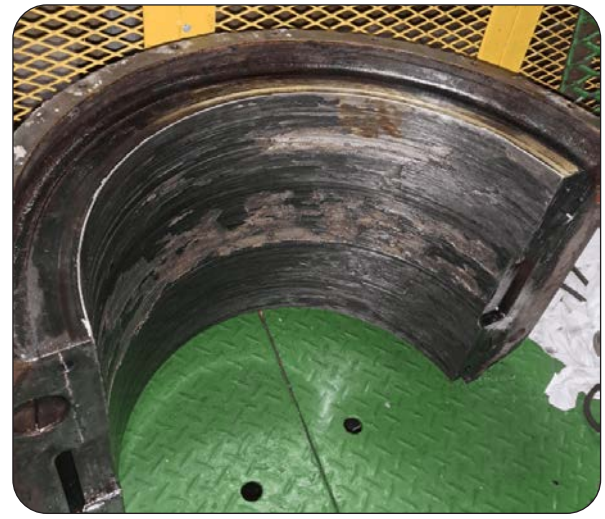
5.2.2. Şaft Sörveyi ve Bakım Onarım

Gemi şaft sörveyi; şaft sisteminin, yatakların, bağlantı elemanlarının ve pervane tertibatının muayene edilmesi işlemidir. Bu muayene, uluslararası klas kuruluşları tarafından belirlenen standartlara göre yapılır. Sörvey sırasında şaftın; aşınması, korozyonu, çatlakları, eksenel boşluğu ve hizalaması detaylı olarak kontrol edilir. Gemi, kuru havuza alındıktan sonra klas kuruluşu belirlenir ve sörveyör atanır. Sörveyör, ilgili tersane personelleri ile birlikte sörvey planını oluşturur. Önceki sörvey raporları, bakım kayıtları ve revizyon geçmişi incelenir. Şaft ve yatak değişim geçmişi kontrol edilir. Planlama işleminin ardından havuza alınan geminin şaft ve pervane bölgesi temizlenir. Pervane bağlantı cıvataları ve konik mil bağlantısı sökülür. Hidrolik çekme yöntemi veya özel presler kullanılarak pervane şafttan ayrılır.

Şaft keçeleri (stern tube seals) dikkatlice sökülür ve incelenir (Görsel 5.22). Keçe yuvalarında aşınma olup olmadığı gözlemlenir. Şaft, yataklardan çıkarılarak bakım alanına alınır. Şaft yataklama sistemleri kontrol edilir (Görsel 5.23). Yatak yüzeylerinde çizik, çatlak veya aşınma varlığı gözlemlenir. Eğer kaymalı yataklar kullanılıyorsa beyaz metal kaplamasının durumu incelenir.



Görsel 5.22: Sökülmüş şaft keçeleri



Görsel 5.23: Şaft yatağı üst kapağı

Şaft yüzeyinde paslanma, genel korozyon, çukur korozyonu olup olmadığı incelenir ve çizikler veya mekanik hasarlar aranır. Şaft, v-bloklar üzerine yerleştirilerek şaftta eğrilik veya yüzey bozuklukları olup olmadığı kontrol edilir. Dış çap mikrometresi/kumpası kullanılarak şaftın çap ölçüleri alınır (Görsel 5.24). İzin verilen toleranslar ile karşılaştırılır. İç çap mikrometresi/kumpası kullanılarak da yatak iç çapları ölçülür. Aşınmanın durumu, klas kurallarının referans değerleri ile kıyaslanarak belirlenir. Komparatör veya lazer cihazları kullanılarak şaftın hizalama durumu, eğrilik ve eksenel kaçıklığı ölçülür (Görsel 5.25). Maksimum kaçıklık klas kuruluşunun belirlediği toleranslar içinde olmalıdır. Manyetik parçacık testi ile şaft yüzeyinde gözle görülemeyen çatlaklar tespit edilir. Sıvı penetrant testi ile de ince çatlaklar kontrol edilir.

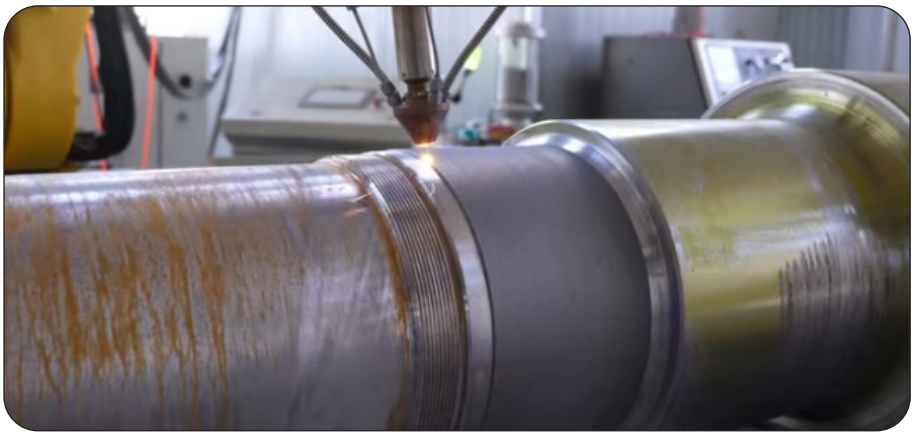


Görsel 5.24: Şaftın çap ölçümü



Görsel 5.25: Şaftın eksen kontrolü

Şaftta küçük çizik veya çukurlaşmalar varsa hafif taşlama ve polisaj işlemi uygulanır. Şaftta büyük hasar veya aşınma durumunda metal kaplama veya lazer kaynağı ile onarım yapılır (Görsel 5.26).



Görsel 5.26: Lazer kaynağı ile dolgu

Onarımlardan sonra şaft, torna işleminden geçirilerek yeniden işlenir. Yataklar aşırı aşınmışsa kaymalı yataklarda beyaz metal kaplaması yenilenirken rulmanlı yataklarda ise tamamen değiştirilir. Şaftın yerine yerleştirilmesi hassas bir şekilde yapılır (Görsel 5.27).



Görsel 5.27: Şaftın yerleştirilmesi

Şaft, yataklara yerleştirilirken uygun hizalama ve yağlama sağlanır. Yatak boşlukları tekrar ölçülerek kontrol edilir. Stern tüp keçeleri yenilenir ve doğru yerleştirilir. Pervane, hidrolik veya mekanik sıkma yöntemiyle şaft üzerine monte edilir. Şaft, motor bağlantısı olmadan elle döndürülerek sürtünme veya anormal ses olup olmadığı kontrol edilir. Makine çalıştırılarak dinamik test yapılır. Şaft ve yatak sisteminin çalışma sırasında titreşim ve sıcaklık değerleri ölçülür. Eğer anormal titreşim veya ses varsa hizalama tekrar kontrol edilir. Ölçüm raporları incelenir. Sörveyör gerekli test sonuçlarını onaylarsa şaft sistemi tekrar operasyonel hâle getirilir. Gemi, denize indirilir ve son testler yapılır.

Gemi şaft bakım onarım süreci ile şaft, yataklar, pervane ve sızdırmazlık elemanları dâhil tüm bileşenler kapsamlı bir şekilde incelenir ve sorunlar giderilir. Bu süreç sayesinde şaftın ömrü uzatılır, güvenilirliği sağlanır ve şaftta beklenmedik arızalar önlenir.

ŞAFT BAKIM ONARIMI

Amaç: Gemi şaftının ölçülerini almak ve kontrollerini yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Basınçlı su ekipmanları, uygun anahtar ve takımlar, kumpas, mikrometre, lazer metre, penetrant test sıvısı, gerekli ses, titreşim ve sıcaklık ölçüm cihazları.

Görev: Bir gemi pervane şaftının ve yataklarının ölçümlerini yapınız. Şaft üzerindeki deformasyonların testini gerçekleştiriniz. Kontrolleri yaparak monte ediniz.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Pervane ve şaft bölgesini temizleyiniz. Pervaneyi şafttan ayırınız.
3. Stern tüp keçelerini çıkartınız ve yenilerini takınız.
4. Şaftın yüzeyini temizleyiniz.
5. Yatak bağlantılarını sökünüz ve yatakların durumunu inceleyiniz.
6. Yatak iç çap ölçülerini alınız. Tolerans değerleri ile karşılaştırınız.
7. Şaft yüzeyini inceleyiniz. Penetrant testi uygulayınız.
8. Şaftın eğriliğini lazer cihazları ile kontrol ediniz. Çapını uygun aletlerle ölçünüz.
9. Şaftı yerine yerleştirirken uygun hizalama yapınız ve yatak boşluklarını kontrol ediniz.
10. Şaftı döndürerek ses, titreşim ve sıcaklık parametrelerinin kontrollerini yapınız.
11. Kullandığınız ekipmanları ve makineleri yerlerine koyunuz. Çalışma ortamınızı temiz bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Pervane ile şaftı birbirinden ayırdı.	10	
Stern tüp keçelerini yeniledi.	10	
Yatak ölçümlerini yaptı.	10	
Şaftın eksenel durumunu kontrol etti.	10	
Şaftın çap ölçümlerini yaptı.	10	
Penetrant testini uyguladı.	10	
Şaftın montajını uygun şekilde yaptı.	10	
Şaftı döndürerek gerekli parametrelerin ölçümlerini yaptı.	10	
İşlemlerin ardından çalışma ortamını düzenledi.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

5.3. DÜMEN BAKIM ONARIMI

Dümen, gemilerin seyir güvenliği ve manevra kabiliyeti açısından hayati bir rol oynar. **Dümen,** geminin istenen rotada ilerlemesini sağlayan temel mekanizmadır (Görsel 5.28). Suyun akışını yönlendirerek geminin iskele veya sancak yönlerine dönmesini sağlar. Özellikle dar kanallarda, liman manevralarında veya acil durumlarda dümenin doğru çalışması kritik öneme sahiptir.



Görsel 5.28: Dümen

5.3.1. Dümenlerde Görülen Problemlerin Sebepleri

Dümen sistemlerinin bir geminin yönünü kontrol etmedeki rolü dikkate alındığında dümenlerde meydana gelecek herhangi bir arıza ya da problem, geminin seyrüseferi açısından ciddi tehlikeler oluşturabilir. Dümenlerde yaşanan sorunlar, zaman içinde ilerleme sağlayabildiği gibi anlık olarak da yaşanabilir. Dümen sorunlarının yaşanmasına sebep olabilecek unsurlardır şunlardır:

a) **Korozyon:** Gemi dümenlerinde görülen korozyon, özellikle deniz ortamının sert ve aşındırıcı yapısı nedeniyle oldukça yaygın ve ciddi bir problemdir. Bu durum, hem dümen palası (yelpaze) hem de dümen makineleri gibi metal parçalarda zamanla ciddi yapısal zayıflamalara yol açabilir. Farklı durumlar, korozyonun oluşumunu etkiler. Deniz suyu, yüksek oranda tuz (sodyum klorür) içerdiğinden elektrolit özelliği taşır. Metal yüzeylerle temas ettiğinde elektrokimyasal reaksiyonlar başlar. Özellikle dümen yelpazesi gibi sürekli suyla temas eden parçalarda korozyon görülür (Görsel 5.29).



Görsel 5.29: Korozyona uğramış dümen yelpazesi

Dümen sisteminde çelik ve bronz gibi farklı metaller bir arada bulunuyorsa aralarında potansiyel fark oluşur. Bu fark, bir metalin anodik olarak çözünmesine (galvanik korozyona uğramasına) neden olur. Koruyucu boya veya epoksi kaplamanın çizilmesi ya da soyulması, metalin doğrudan suyla temas etmesine sebep olur. Bu bölgelerden korozyon başlar ve hızla yayılabilir. Dümen bölgesinde kullanılan çinko tutyalar, bitmişse ya da yetersizse yine burada korozyon hızla ilerler. Korozyon; dümen palasında incelme veya deformasyona, dümen rodu ve yatak sistemlerinde bozulmaya, sızdırmazlık elemanlarında zayıflamaya, dümen tepkilerinde gecikme veya sertleşmeye, sistemsel arızalara ve bakım maliyetlerinde artışa sebep olur. Korozyonun önüne geçmek için bazı önlemlerin alınması gerekir. Dümen yelpazesi ve bağlantı parçaları; yüksek kaliteli epoksi boya, antifouling ve özel kaplamalarla korunmalıdır. Çinko, alüminyum veya magnezyum tutyalar düzenli olarak kontrol edilmeli ve yenilenmelidir. Deniz suyuna daha dayanıklı paslanmaz çelik alaşımlar, bronz dökümler gibi malzemeler tercih edilmelidir. Dümen sistemleri; havuzlama sırasında detaylı incelenmeli, kumlanmalı ve yeniden boyanmalıdır. Karina temizliği sırasında dümen bölgesi özellikle kontrol edilmelidir.

ARAŞTIRMA

Dümenlerde korozyon önleme sistemlerinden biri olan ICCP (Impressed Current Cathodic Protection) yöntemi hakkında araştırma yapınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

b) **Biyolojik Kirlenme:** Gemi dümenlerinde görülen biyolojik kirlenme (biofouling), deniz organizmalarının dümen palası ve şaft gibi yüzeylere tutunarak büyümesiyle oluşan bir problemdir. Bu durum hem gemi performansını hem de dümen sisteminin işleyişini olumsuz etkileyebilir. Bakteriler ve mikro algler yüzeye ilk tutunan organizmalardır. Bunlar bir biyofilm oluşturarak daha büyük organizmaların tutunmasına zemin hazırlar. Deniz yosunları, midye ve algler dümen palasına yapışır. Uzun liman bekleme süreleri biyolojik kirlenmeyi hızlandırır. Dümen palasının üzerine yapışan canlılar, yüzeyin aerodinamik ve hidrodinamik özelliklerini bozar. Bu durum, dümenin manevra kabiliyetinde azalmaya sebep olur. Sürtünmenin artması nedeniyle gemi daha fazla güç kullanmak zorunda kaldığından yakıt sarfiyatı artar. Biyolojik kirlenmemin önüne geçmek için çeşitli önlemler alınabilir. Dümen palası ve rodu, deniz canlılarının yüzeye tutunmasını zorlaştıran biyosit içerikli özel antifouling boyalarla kaplanmalıdır. Gemi havuza alındığında dümen bölgesi yüksek basınçlı suyla veya mekanik yöntemlerle temizlenmelidir. Düzenli temizlik, biyolojik oluşumun ilerlemesini engeller. Gemi, uzun süre limanda kaldığında biofouling artacağından düzenli hareket ve açık deniz seyrinde organizmaların tutunma şansı azalır. Bazı yeni nesil gemilerde ultrasonik biofouling önleyici sistemler, yüzey pürüzsüzleştiriciler ve çevre dostu antifouling kaplamalar kullanılmaktadır.

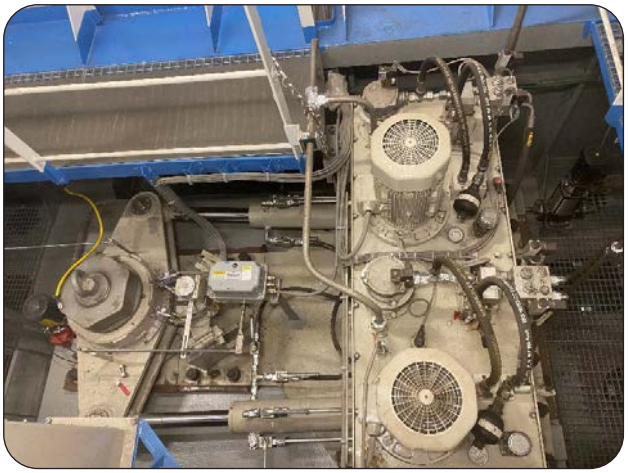
c) **Yapısal Hasarlar:** Gemi dümenlerinde yaşanan yapısal hasarlar; genellikle fiziksel zorlanmalar, metal yorgunluğu veya dış etkenler sonucu ortaya çıkar. Özellikle dümen yelpazesinin deniz altındaki cisimlerle çarpışması ya da sığ sularda zemine sürtünmesi bu tür hasarların başlıca nedenlerindendir. Ayrıca uzun süreli kullanım sonucu metalde çatlamalar ve kaynak yerlerinde deformasyonlar oluşabilir (Görsel 5.30).



Görsel 5.30: Dümen yelpazesinde çatlama

Aşırı manevralar ya da düzensiz yük dağılımı da dümen mekanizmasında gerilim meydana getirir. Bu hasarlar, dümenin denge ve yönlendirme görevini tam olarak yerine getirememesine neden olur. Yapısal bütünlüğü zayıflayan bir dümen, ani arızalara ve güvenlik risklerine yol açabilir. Özellikle eski gemilerde bakım eksikliği bu tür hasarların görülme oranını artırır. Hasar tespiti genellikle havuzlama sırasında yapılan detaylı gözlemlerle mümkündür. Erken müdahale edilmezse küçük çatlaklar büyüyerek dümen sisteminin tamamen işlevsiz hâle gelmesine neden olabilir. Bu yüzden düzenli muayene, NDT (tahribatsız test) yöntemleri ve zamanında onarım büyük önem taşır.

ç) **Hidrolik Sistem Arızaları:** Gemi dümenlerinde kullanılan hidrolik sistemler, dümenin hareketini sağlayan hayati öneme sahip mekanizmalardır (Görsel 5.31). Bu sistemlerde oluşabilecek arızalar, geminin manevra kabiliyetini ciddi şekilde etkileyebilir. En yaygın sorunlardan biri, conta veya hortumlardan kaynaklanan hidrolik yağ kaçaklarıdır. Ayrıca kirli veya su karışmış hidrolik yağ, sistemdeki pompa ve valflerde aşınmaya yol açar. Aktüatörlerde görülen iç kaçaklar ise dümenin tepkisinde gecikmelere neden olabilir. Hava yapmış bir sistemde kavitasyon oluşur ve bu da gürültü, titreşim ve performans kaybına sebep olur. Aşırı ısınan hidrolik yağ ise viskozitesini kaybederek sistemin verimliliğini azaltır. Pompa arızaları ise dümen hareketinin tamamen durmasına yol açabilir. Bu tür arızaların önüne geçmek için hidrolik sistemlerin düzenli bakım, temizlik ve basınç kontrolleri büyük önem taşır.



Görsel 5.31: Hidrolik dümen sistemi

5.3.2. Dümen Sörveyi, Temizliği ve Bakım Onarımı

Gemi havuzlandıktan sonra yapılan dümen sörveyi (rudder survey), ilgili klas yetkilisi ve tersane personeli tarafından dümen sisteminin yapısal ve mekanik olarak güvenli çalışıp çalışmadığını kontrol etmek amacıyla gerçekleştirilir. Önceki sörvey raporları, bakım kayıtları ve revizyon geçmişi incelenir. Bu sörveyde hem görsel hem teknik kontroller uygulanır. Dümen yelpazesinin yüzeyinde çatlak, deformasyon, korozyon veya biyolojik kirlenme olup olmadığı kontrol edilir. Kaynak bölgelerinde çatlama, kırılma veya bozulma belirtileri aranır. Ultrasonik test veya manyetik parçacık testi ile gizli çatlaklar araştırılır. Özellikle kaynak bölgeleri, dümen rodu ve palanın iç yapısı detaylı incelenir. Yelpaze içine su girme ihtimaline karşılık dümen tapaları açılarak boşaltma işlemi yapılır. Su boşalması dümende çatlak olduğunu gösterir. Bu durumda sızıntının kaynağını tespit etmek için dümene sızıntı testi uygulanır. Antifouling boyanın durumu gözlemlenir. Dümene hareket verilerek dümenin serbestçe dönüp dönmediği kontrol edilir. Sertlik, takılma veya zorlanma olup olmadığı belirlenir. Dümen şaftı ile kızak (rudder stock) arasındaki conta ve keçeler kontrol edilir. Yağ veya su sızıntısı olup olmadığının tespiti yapılır. Üst ve alt yataklar kontrol edilir, boşluklar ölçülür. Yataklarda aşınma, çatlama veya oynama olup olmadığına bakılır. Dümen şaftı ve bağlantı pimi (rudder pintle) yerinden çıkarılıp aşınma veya eğilme kontrolü yapılır. Gerekiyorsa ölçüm yapılarak tolerans dışı sapmalar incelenir. Hidrolik silindirler, hortumlar ve valf sistemleri kontrol edilir. Kaçak, basınç kaybı veya conta arızası olup olmadığına bakılır. Dümen sörveyi tamamlandığında, elde edilen bulgulara ve kontrol sonuçlarına göre bakım onarım işlemi gerçekleştirilir. Bu işlemler; dümenin güvenli, sağlam ve sorunsuz çalışmasını sağlamak ve geminin tekrar seyre hazırlanmasını temin etmek amacıyla yapılır.

Biyolojik kirlenme (biofouling) ve deniz canlılarının tutunmuş olduğu alanlar temizlenir. Yelpazede bulunan yosunlar, midyeler ve diğer deniz organizmaları basınçlı su jetleri veya özel temizlik kimyasallarıyla çıkarılır (Görsel 5.32). Korozyonlu alanlar zımparalanır ve temizlenir. Dümen palası üzerindeki antifouling boya kontrol edilir ve eskimişse yenisi ile kaplanır. Paslanma ve aşınmayı engelleyen epoksi kaplamalar uygulamak da önemlidir. Dümen yelpazesindeki tutyalar yenileri ile değiştirilir. Sörveyde tespit edilen çatlak, deformasyon veya aşınma varsa kaynak işlemi, parça değişimi ya da yüzey düzeltme işlemleri uygulanır (Görsel 5.33).

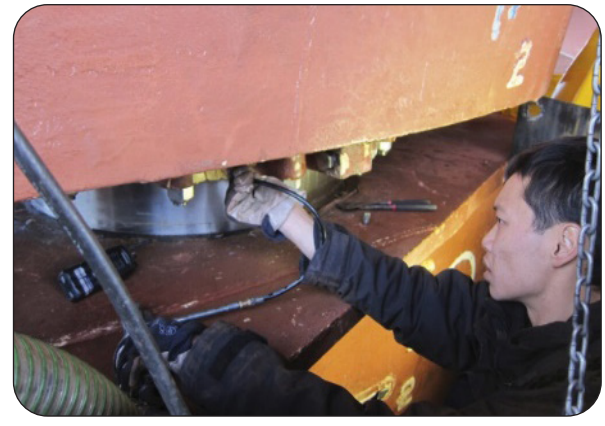


Görsel 5.32: Dümenin basınçlı su ile temizliği



Görsel 5.33: Dümende kaynak işlemi ile onarım

Yataklar ve rulmanlar sökülüp temizlenir, iç yüzeyler kontrol edilir. Aşınmış veya hasar görmüş parçalar değiştirilir. Yeni rulmanlar, uygun gres ile yağlanır. Rod bağlantıları kontrol edilir. Oksitlenme veya hasar varsa temizlik ve gerekiyorsa değiştirme yapılır. Dümen rodu, aktüatörler ve yataklar gibi hareketli parçalar yağlanır. Bu, sistemin düzgün çalışmasını sağlar ve aşınmayı engeller. Eğer dümen sistemi hidrolik tahrikle çalışıyorsa hidrolik yağ kontrol edilir ve gerekiyorsa değiştirilecek şekilde sistem temizlenir. Hidrolik hortumlar ve bağlantıları kontrol edilir, sızıntılar giderilir ve sızdırmazlık elemanları (keçeler, contalar) değiştirilir. Dümen şaftı ve kızaklar arasındaki sızdırmazlık elemanları (contalar, keçeler) kontrol edilir. Sızdıran bölgelere yeni sızdırmazlık elemanları takılır. Rod ve diğer kritik bağlantılarda sızdırmazlık tekrar sağlanır. Dümen rodunun pimi ve bağlantı elemanları gözden geçirilir (Görsel 5.34). Pimlerdeki aşınma, deformasyon veya gevşemeler giderilir. Pimler, yeni parçalarla değiştirilir ya da yeniden işlenir. Dümen palası ve şaftın düzgün çalışıp çalışmadığını kontrol etmek için kontrol sistemi test edilir. Tüm temizlik, bakım ve onarım işlemleri tamamlandıktan sonra gemi dümeni son bir kontrol için incelenir. Klas yetkilisi ve teknik personel tarafından yapılan son kontroller ile gerekli onaylar sağlanır. Dümenin düzenli bakım ve onarımı ile geminin güvenli ve etkili manevra yapmasının önündeki engeller kaldırılmış olur. Bu işlemler sayesinde arıza riski en aza indirilerek sefer sırasında yaşanabilecek tehlikeli durumlar önlenir. Düzenli bakım, sistemde oluşabilecek korozyon ve biyolojik kirlenmenin önüne geçerek ekipman ömrünü uzatır. Özellikle yatak, rod ve sızdırmazlık elemanlarının sağlıklı çalışması, dümenin sorunsuz hareket etmesini sağlar.



Görsel 5.34: Dümen rodu bağlantı elemanlarının kontrolü

DÜMEN BAKIM ONARIMI

Amaç: Kirlenmiş bir dümenin bakım onarımını yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Kazıma araçları, basınçlı su ekipmanları, taşlama ve parlatma araçları, penetrant test kiti, kaynak makinesi, astar boya, antifouling boya, gres yağı.

Görev: Kirlenmiş ve verimsiz çalışan bir dümenin temizliğini yapınız. Hasarlı yerleri tespiti ederek gerekli onarım işlemlerini ve boyamayı yapınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Dümen üzerindeki biyolojik kirlilik, korozyon, kir, boya kabarması gibi sorunları teşhis ederek bakım ihtiyaçlarını belirleyiniz.
3. Dümeni basınçlı su ile yıkayınız.
4. Tel fırça, zımpara veya raspa aleti kullanarak eski boya, pas ve kirleri temizleyiniz.
5. Deforme olan dümen sacındaki gerekli onarım işlemlerini yapınız.
6. Dümen yüzeyine korozyon önleyici astar boya uygulayınız.
7. Deniz ortamına dayanıklı son kat boya uygulayınız. Gerekiyorsa birden fazla kat sürünüz ve her kat boyanın kurumasını bekleyiniz.
8. Dümene ait yatakları, pimleri ve bağlantı elemanlarını kontrol ediniz. Yağlama işlemini yapınız. Aşınmış parçaları onarınız ya da değiştiriniz.
9. Dümen sistemini çalıştırınız ve test ediniz.
10. Kullandığınız ekipmanları ve makineleri yerlerine koyunuz. Çalışma ortamınızı temiz bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Kontroller sonrası bakım için gerekli planlamayı yaptı.	10	
Dümendeki biyolojik kirliliği temizledi.	10	
Dümendeki eski boyayı kaldırdı.	10	
Dümen sacında gerekli onarım işlemlerini yaptı.	15	
Dümenin boya işlemlerini kademeli olarak yaptı.	15	
Dümenin yatak, pim ve bağlantı noktalarını yağladı.	10	
Dümen sistemini test etti.	10	
İşlemlerin ardından çalışma ortamını düzenledi.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

5. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluklara cümle doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (….) Pervane yüzeyindeki biyolojik kirlenme, geminin yakıt tüketimini azaltır.
2. (….) Kavitasyon, pervane kanatlarında metal yüzeyin hasar görmesine neden olur.
3. (….) Stern tüp keçeleri, şaftın dönmesini engellemek için tasarlanmıştır.
4. (….) Şaft sistemlerinde eksen kaçıklığı, dengesizlik sorununa neden olur.
5. (….) Şaftta görülen korozyon, metal yorgunluğunu hızlandırır.
6. (….) Pervane balans ayarı yalnızca görsel kontrol ile yapılır.

B) Aşağıda verilen boşluklara doğru kelimeleri yazınız.

7. Pervane kanatlarında ……. etkisiyle oluşan buhar kabarcıkları, yüzeyde çukurlaşmalara ve metal aşınmasına neden olur.
8. Şaft yüzeyinde meydana gelen eğrilik ve hizalama hataları, genellikle …….. cihazları kullanılarak ölçülür.
9. Şaftta aşınmayı önlemek için kullanılan …….. keçeleri, makine dairesine su girişini engelleyen önemli sızdırmazlık elemanlarıdır.
10. Dümen palası üzerinde çinko, alüminyum gibi malzemelerden yapılan……., korozyonu önlemek için kullanılır.
11. Pervane bakımında kullanılan ……. testi, yüzeydeki ince çatlakları tespit etmek için kullanılır.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız..

12. Pervane kanatlarında meydana gelen kavitasyon hasarının sebepleri nelerdir? Açıklayınız.

    .....

    .....

13. Kireç taşı birikintileri pervane performansını nasıl etkiler? Önlenmesi için ne gibi yöntemler uygulanır? Açıklayınız.

    .....

    .....

14. Şaftta dengesizlik oluşmasının sebepleri nelerdir? Bu sorunun giderilmesi için neler yapılmalıdır? Açıklayınız.

    .....

    .....

15. Şaft sistemlerinde metal yorgunluğu nasıl oluşur ve bu duruma karşı alınabilecek önlemler nelerdir?

    .....

    .....

16. Dümende görülen korozyonun sebeplerini ve bu duruma karşı alınabilecek önlemleri yazınız.

    .....

    .....

GÜVERTE ÜSTÜ ELEMANLARININ BAKIMI



KONULAR

6.1. AMBAR KAPAKLARININ BAKIMI

6.2. SABİT DONANIMLARIN BAKIMI

6.3. HAREKETLİ DONANIMLARIN BAKIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Ambar kapaklarının çeşitleri
- Ambar kapağının sızdırmazlık elemanları bakım ve onarımı
- Matafora kontrolü, bakımı ve onarımı
- Bumba kontrolü, bakımı ve onarımı
- Irgat kontrolü, bakım ve onarımı
- Makaraların korozyon kontrolü
- Caraskal bakım işlemleri

TEMEL KAVRAMLAR

Ambar kapağı, Caraskal, Irgat, Kreyn, Matafora

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Gemilere hangi araç ve yöntemlerle yükleme yapıldığını gözlemleyerek elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Gemi ambarlarına sızan deniz suyunun ambarda taşınan malzemelere verebileceği zararlar hakkında arkadaşlarınızla fikir alışverişinde bulununuz.
3. Ağır yükleri vinçlerin nasıl kaldırdığı hakkında arkadaşlarınızla beyin fırtınası yapınız.

6. ÖĞRENME BİRİMİ

GİRİŞ

Gemilerin yüklerini güvenli bir şekilde taşıyabilmesi için ambar kapakları kullanılmaktadır. Taşınan yükün zarar görmemesi için ambar kapaklarının bakımlarının düzenli olarak yapılması gerekir. Yükler, ambarlara vinçler ve kreynler yardımı ile yerleştirilir. Ağır yüklerin güvenli bir şekilde gemi üzerine yerleştirilmesi kaldırma donanımlarının sorunsuz çalışmasına bağlıdır. Yapılan düzenli bakım ve onarım işlemleri, yükleme ve boşaltma işlemlerinin sorunsuz ve güvenli yapılmasını sağlar.

6.1. AMBAR KAPAKLARININ BAKIMI

Gemilerde yüklerin güvenle taşındığı bölmelere **ambar** denir (Görsel 6.1). Ambarlar, gemi türüne ve taşınacak yükün cinsine bağlı olarak farklı yapı ve özelliklerde tasarlanabilir. Ambarlarda taşınan yükleri, çevresel etkilerden (deniz suyu serpintisi, yağmur gibi) korumak için ambar kapakları kullanılır. Ambar kapakları, güverte üstünde yapılan mezarnalar üzerine kapanır. Mezarnalar, güverte seviyesinden yüksekte ve ambar kapağının yerleşebileceği ölçülerde yapılır ve güverte üstüne gelen deniz suyunun ambara girmesini önler. Ambar kapakları, güvenliğin ve sızdırmazlığın sağlanması için gemi üzerinde iyi kilitlenmelidir.



Görsel 6.1: Gemi ambarı

6.1.1. Ambar Kapağı Çeşitleri

Ambar kapakları, ambarların doldurulması ve boşaltılması işlemlerinin rahatlıkla yapılabileceği şekilde açılmalıdır. Bu kapaklar, açılma ve kapanma yöntemlerine göre farklılık gösterir. Gemilerde yana açılan ve katlanabilir ambar kapakları en sık kullanılan kapaklardır.

6.1.1.1. Yana Açılan Ambar Kapakları

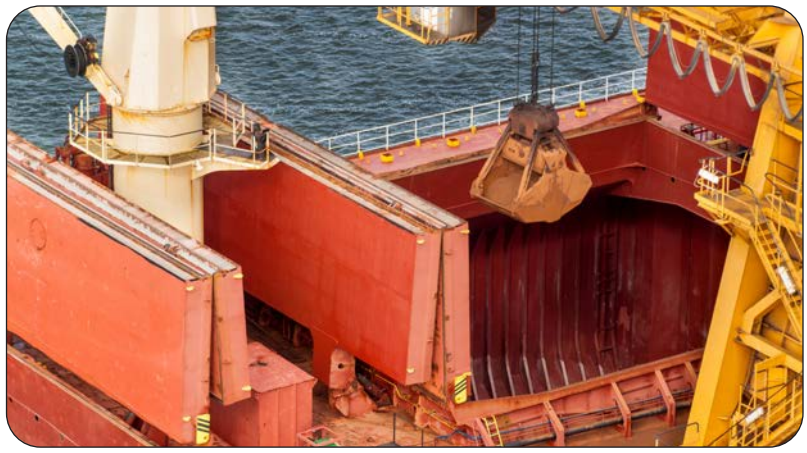
Kapaklar yatay olarak rayların üzerinde dişli sistemi yardımı ile kayarak kenarlara doğru açılır (Görsel 6.2).



Görsel 6.2: Yana doğru açılan ambar kapağı

6.1.1.2. Katlanır Ambar Kapakları

Katlanır ambar kapakları, ambar ağzında dik konuma gelerek toplanır. Birkaç tane kapağın menteşelerle birbirine bağlanması ile imal edilir (Görsel 6.3).



Görsel 6.3: Katlanır ambar kapağı

6.1.2. Ambar Kapağının Bakımı

Ambar kapaklarının boyası görsel olarak kontrol edilir. Kontrol işlemi öncesinde kusurların tespit edilebilmesi için kapaklar yıkanarak temizlenmelidir. Kapak, boyası kalkmış veya yıpranmış ise yeniden boyanmalıdır. Boyanmayan kapaklar, korozyonun etkisiyle kalıcı hasara uğrayarak görevini yerine getiremez. Yeni kapak maliyetinin bakım-onarım maliyetinden daha yüksek olduğu unutulmamalıdır. Boyama işlemi yapılacaksa eski boyanın yüzeyden kaldırılması ve yüzey temizliğinin yapılması gerekir. Kısmi oluşan boya kusurlarında kapağın tamamı yerine hata tespit edilen bölgenin boyaması yapılabilir. Ambar kapağının raylarında, tekerleklerinde ve menteşelerinde korozyon olup olmadığı görsel olarak kontrol edilir. Korozyon tespit edilen parçaların üzerindeki pas tabakası kaldırılarak detaylı inceleme yapılır. Kapak menteşelerinin üzerinde çatlama veya aşınma kontrolleri yapılır (Görsel 6.4). Çatlama ve aşınma görülen menteşeler yenisi ile değiştirilir. Yana açılan kapakların rayları kontrol edilir (Görsel 6.5).



Görsel 6.4: Ambar kapağı menteşesi



Görsel 6.5: Ambar kapağı rayı

Üzerinde aşınma tespit edilen raylar yenisiyle değiştirilir. Kapakların sızdırmazlığı, ambar kapak lastikleri ile sağlanır (Görsel 6.6). Kapak lastikleri, tuzlu suya dayanıklı malzemelerden üretilir. Kapak lastikleri çevresel etkenler ve ambar kapaklarının ağırlıklarıyla zaman içerisinde özelliklerini kaybeder. Lastikler üzerinde çatlama, kopma ve aşınma tespit edilirse lastikler yenisi ile değiştirilir. Ambar kapağının ağırlığı ile zaman içerisinde elastikiyet özelliğini yitiren contalar ise yenisi ile değiştirilir. Ambar kapaklarının hareket etmelerini sağlayan ambar kapağı metal tekerlekleri kontrol edilir (Görsel 6.7). Bu kısımlarda çatlama ve kırılma olup olmadığı gözlemlenir.



Görsel 6.6: Ambar kapak lastiği



Görsel 6.7: Ambar kapağının metal tekerleği

Ambar kapağı üzerinde bulunan kaynaklı birleştirmeler gözle kontrol edilir. Kaynaklı birleştirmelerde kırılma veya çatlama tespit edilmesi durumunda eski kaynak dikişi taşlanarak temizlenir ve sonra yeniden kaynaklı birleştirme işlemi yapılır. Bakım ve onarımları tamamlanan ambar kapaklarına sızdırmazlık testi yapılır. Ambar kapakları kapatılarak ambarın üzerine basınçla hızlandırılmış su sıkılır. Kapak aralarındaki su sızıntısı kontrol edilir.

ARAŞTIRMA

Ambar kapaklarının açılıp kapanması için gerekli gücü sağlayan sistemleri araştırarak elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

BİLGİ KÜPÜ

Gemi ambarlarında, daha önce taşınan yükten farklı bir yük taşınacaksa ambarların mutlaka yıkanarak temizlenmesi gerekir. Çünkü önceki yükten kalan kalıntılar, yeni yüke karışabilir ve bu durum yükte yapısal bozulmalara veya kalite kaybına yol açabilir.

AMBAR KAPAĞININ BAKIMINI YAPMA

Amaç: Ambar kapağının bakımını yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Ambar kapağı modeli, fırça, temizlik bezi, kapak contası ve kişisel koruyucu donanımlar.

Görev: Atölyenizde bulunan ambar kapağı modelinin bakımlarını yapınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Ambar kapağı modelinin yüzeyini fırça ve bez ile temizleyiniz.
3. Kapak boyasında hasar olup olmadığını kontrol ediniz.
4. Kapak yüzeylerinde korozyon kontrolü yapınız.
5. Kapak menteşelerinde aşınma ve çatlama olup olmadığını kontrol ediniz.
6. Kapak tekerleklerini kontrol ediniz.
7. Kapak raylarını kontrol ediniz.
8. Kapak contalarını kontrol ediniz.
9. Hasarlı kapak contalarını yenisi ile değiştiriniz.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Ambar kapağının yüzey temizliğini yaptı.	10	
Ambar kapağının boyasını kontrol etti.	10	
Korozyon kontrolünü yaptı.	10	
Kapak menteşelerini kontrol etti.	10	
Tekerlekleri kontrol etti.	10	
Rayları kontrol etti.	10	
Contaların kontrolünü yaptı.	15	
Hasarlı contaları yenisi ile değiştirdi.	15	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

6.2. SABİT DONANIMLARIN BAKIMI

Gemi üzerinde yükleme, boşaltma, kaldırma ve indirme işlemlerinin yapılabilmesi için gemiye sabit bir şekilde bağlanan donanımlardır. Matafora, ırgat, bumba ve kreynler sabit donanımlar arasındadır. Sabit donanımların bakımı düzenli olarak yapılır. Ağır yüklere maruz kalan donanımları oluşturan yapı elemanları, yorulmanın etkisi ile daha çabuk yıpranır. Düzenli yapılan bakım ve kontroller, yıpranan parçalardan kaynaklı oluşabilecek kaza ve tehlikelerin engellenmesini sağlar.

6.2.1. Matafora Bakımı

Filikanın denize indirilmesini ve denizden çıkarılmasını sağlayan gemi donanımına **matafora** denir (Görsel 6.8).

Mataforanın yüzey temizliği yapıldıktan sonra matafora üzerinde korozyon kontrolleri yapılır (Görsel 6.9). Boyası görsel olarak kontrol edilir. Korozyona uğramış veya boyası kalkmış yüzeyler temizlenir. Eski boya kalıntıları ve pas yüzeyden uzaklaştırılır. Bu işlemler; tel fırça, çekiç, sıyırma raspası veya zımpara makineleri ile yapılabilir. Temizlenen yüzeyler fırça veya rulo ile boyanarak matafora yüzey kaplaması yapılır.



Görsel 6.8: Filika ve mataforası



Görsel 6.9: Korozyona uğramış matafora

Mataforayı taşıyan tel halatların üzerinde bulunan eski yağlar temizlenerek tel halatlar gres yağı ile yağlanır. Gres yağı, halatlara fırça yardımı ile sürülür. Tel halatlar, birden fazla çelik telin örgü şeklinde sarılması ile oluşturulur. Tel halatı oluşturan çelik tellerde kopma olup olmadığına bakılır. Matafora üzerinde vinç halatlarının geçtiği makaralar bulunur. Makaralar, halatların aşınmasını engeller. Matafora üzerinde bulunan makaraların görsel incelemesi yapılır. Makaralar üzerinde şekil değişikliği, çatlak veya kırıklar tespit edildiğinde eski makara yenisi ile değiştirilir. Uzun süre korozyona maruz kalan makaralar, paslanmanın etkisi ile kalınlık kaybı yaşar (Görsel 6.10). Kalınlığı azalan malzemelerin mukavemet değerleri düşer. Kalınlık kaybı tespit edilen makaralar yenisi ile değiştirilir.



Görsel 6.10: Paslanmış matafora halat makarası

Mataforanın kaynaklı bağlantıları kontrol edilir. Bağlantı noktalarında kopma veya çatlak varsa eski kaynaklar taş motoru ile temizlenerek yeniden kaynaklı birleştirme yapılır. Mataforanın güverteye bağlandığı noktalar detaylı incelenir.

6.2.2. Irgat Bakımı

Irgat, gemilerde halat ve zinciri çekmek için kullanılan donanım elemanıdır. Demirleme işlemlerinde kullanılan ırgatlar geminin baş tarafında bulunur. Geminin limana bağlanmasında halat ırgatları kullanılır (Görsel 6.11).

Irgatların üzerinde dişli sistemler bulunur. Irgatın dişli sistemleri aşınmayı engellemek için yağlanır. Dişlilerde yağ eksilmesi sürtünmeyi arttıracağından ciddi hasarların oluşmasına sebep olur. Irgatın yağ seviyesi kontrol edilir. Yağ seviyesi düşükse yağ ilave edilir. Kullanılan yağlar, zamanla kirlenerek yağlama özelliğini kaybettiği için belirli aralıklarla değiştirilir. Üretici firmanın tavsiye ettiği yağlar kullanılmalıdır. Irgatın korozyon kontrolleri yapılır (Görsel 6.12). Korozyon görülen kısımlar temizlenerek hasar tespiti yapılır.



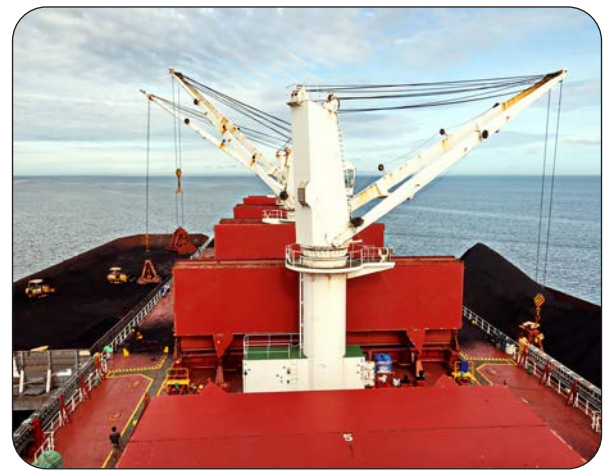
Görsel 6.11: Irgat



Görsel 6.12: Korozyona uğramış ırgat

6.2.3. Bumba ve Kreyn Bakımı

Gemilerde yüklerin kaldırılması ve taşınması amacıyla kullanılan bir diğer donanım ise bumba ve kreynlerdir (Görsel 6.13). Kreynlerde kullanılan tel halatlar düzenli olarak yağlanmalıdır. Bu halatların yağı kontrol edilmelidir, yağ eksik ise tamamlanmalıdır. Yağ üzerinde atıklar birikerek yağın özelliğini kaybetmesine sebep olur. Kirlenmiş yağ, tel halatların üzerinden temizlenerek halatlar gres yağı ile yağlanır. Yağ, halatlardaki sürtünmeyi azaltır. Yağlanmayan halatlar, sürtünmenin etkisi ile aşınarak kopar. Yük kaldırmakta olan bir kreynin halatları koptuğunda taşınan yük kontrolsüz bir şekilde düşer.

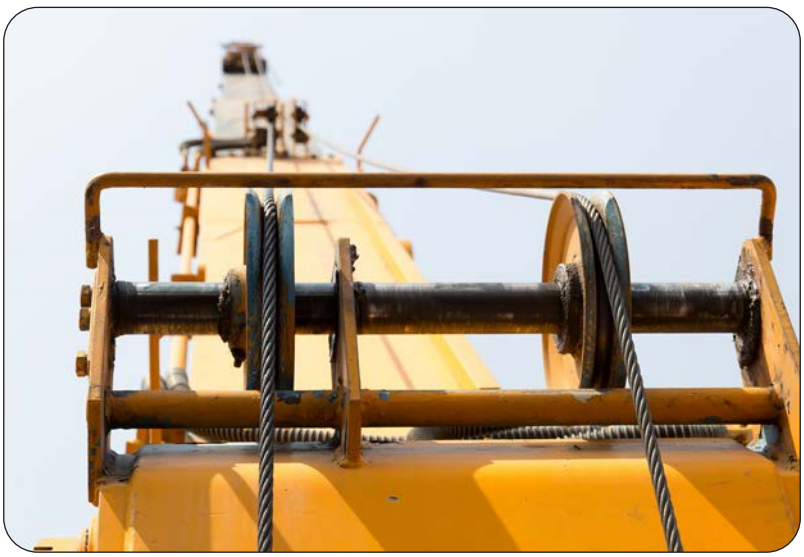


Görsel 6.13: Kreyn

ARAŞTIRMA

Bumba ve kreynlerin taşıma kapasitelerinin hangi faktörlere göre belirlendiğini araştırarak elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

Halat kopması büyük hasarların oluşmasına sebep olur. Halatlar, belirli aralıklarla kontrol edilir. Halatı oluşturan çelik tellerde kopma olup olmadığına bakılır. Kullanım ömrü dolan halatlar değiştirilir. Kreyn ve bumbanın çelik aksamlarının boyası kontrol edilir. Paslanmış veya boyası atmış yüzeyler temizlenerek yeniden boyanır. Kreyn ve bumba üzerinde bulunan makaraların kontrolleri yapılır (Görsel 6.14). Hasarlı bir makara yükün etkisi ile kırılır. Kırılan makara üzerinden geçen halat serbest kaldığında donanım üzerinde ani yüklenmeler meydana gelir. Ani yüklenmeler, kreyn ve bumbaya zarar verir. Kreynlerin cıvata, somun gibi bağlantı elemanları kontrol edilir. Gevşeyen cıvata ve somunlar uygun anahtar ile sıkılır. Gevşeyen bağlantı elemanları sıkılmadığı zaman kopabilir.



Görsel 6.14: Makara üzerinden geçen tel halat

BİLGİ KÜPÜ

Kreynlerde yük kaldırmak için gerekli olan kuvvetin elde edilmesini sağlayan sistemlerden biri de hidrolik sistemlerdir. Hidrolik enerjinin hidrolik yağ ve çeşitli devre elemanları kullanılması ile mekanik enerjiye dönüştürüldüğü sistemlere **hidrolik sistem** denir. Sıvıların sıkıştırılamaz özelliği, hidrolik sistemlerde kararlı bir enerji iletimine imkân vermektedir. Hidrolik sistemlerde hassas hız ve güç ayarı yapılır. Hidrolik sistemler, güvenli çalışma kabiliyetine sahip olduklarından yük kaldırma ve indirme işlemlerinde tercih edilir.

MATAFORA BAKIMINI YAPMA

Amaç: Matafora bakımını yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Matafora, tel fırça, çekiç, temizlik bezi, cıvata somun anahtarı, boya, fırça, rulo ve kişisel koruyucu donanımlar.

Görev: Okulunuzda bulunan mataforanın kontrollerini yaparak bakımını yapınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Kontrol ve bakım öncesi matafora yüzeyini fırça ve bez ile temizleyiniz.
3. Matafora boyasında hasar olup olmadığına bakınız.
4. Matafora yüzeylerinde korozyon kontrolü yapınız.
5. Makaralarda aşınma ve çatlama olup olmadığını görsel olarak kontrol ediniz.
6. Tel halatlar üzerinde kopma olup olmadığını kontrol ediniz.
7. Matafora yüzeyinde bulunan eski boyayı temizleyiniz.
8. Mataforayı boyayınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Matafora yüzeyini temizledi.	10	
Boyayı kontrol etti.	10	
Korozyon kontrolü yaptı.	10	
Makaraları kontrol etti.	15	
Tel halatlarda kopma olup olmadığını kontrol etti.	15	
Matafora boyasını temizledi.	15	
Mataforayı boyadı.	15	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

6.3. HAREKETLİ DONANIMLARIN BAKIMI

Makara, palanga ve caraskal; yüklerin kaldırılması, indirilmesi ve yönlendirilmesini kolaylaştıran mekanik sisteme sahip donanım elemanlarıdır. Hareketli donanım elemanları, yükleri az kuvvet uygulayarak kontrollü bir şekilde hareket ettirmek amacıyla kullanılır.

6.3.1. Makara ve Palangaların Bakımı

Ağır bir yükü kaldırmak için uygulanacak kuvveti azaltmak veya yönlendirmek için kullanılan, üzerinden halat geçen döner donanımlara **makara** denir. Makaralar hareketli veya sabit yapıda olur. Bir noktaya bağlanmış makaralara **sabit makara** denir (Görsel 6.15). Yük ile beraber hareket edebilen makaralara **hareketli makara** denir (Görsel 6.16).

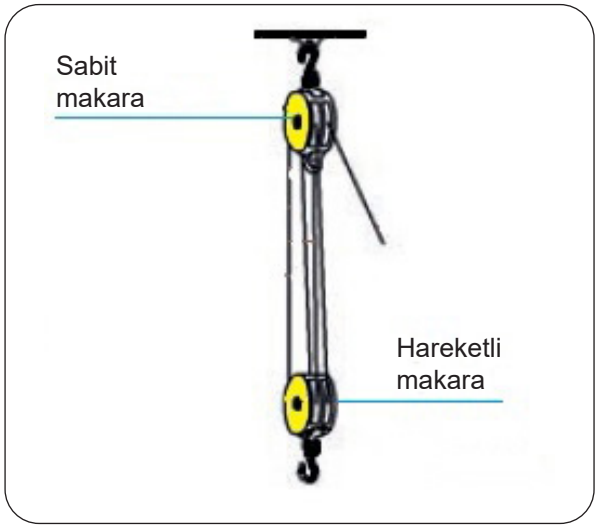


Görsel 6.15: Sabit makara

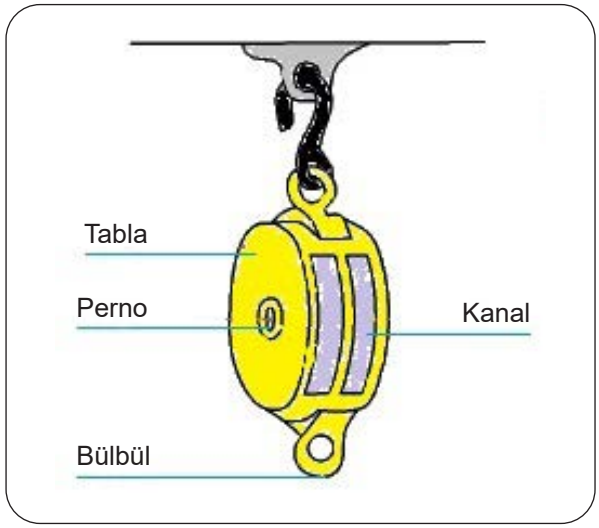


Görsel 6.16: Hareketli makara

Birden fazla makaranın (hareketli veya sabit) bir araya getirilmesi ile oluşturulan kaldırma donanımına **palanga** denir (Görsel 6.17). Makaraların temel yapı elemanları tabla ve tabla içinde dönen makara dilidir (Görsel 6.18). Makaranın dış yan yüzeylerine **tabla** denir. Halatlar kanaldan geçirilerek makaraya sarılır.



Görsel 6.17: Palanga



Görsel 6.18: Makaranın kısımları

Makaraların yüzeylerinde ve makara dilinde hasar (çatlama, kırılma gibi) olup olmadığı kontrol edilir. Makara dilinin dönme hareketini rahatça yapıp yapmadığı kontrol edilir. Makara içerisine giren atıklar (metal talaşı, kum ve küçük taş parçası gibi) makara dilinin rahatça dönmesini engeller. Makaranın içi temizlenerek atıklar ortamdan uzaklaştırılır. Temizlik işleminden sonra makaranın hareketli kısımları yağlanır. Makara üzerinde bulunan bağlantı elemanları kontrol edilerek çözülmüş veya gevşemiş olan bağlantı elemanları uygun anahtarlarla sıkılır. Paslı yüzeyler temizlenerek yeniden boyanır.

6.3.2. Caraskal Bakımı

Üzerinde bulunan zincirler yardımı ile yükü kaldırmak ve indirmek için kullanılan mekanik sisteme sahip hareketli donanım elemanına **caraskal** denir (Görsel 6.19). Caraskal, yapısında bulunan dişliler sayesinde uygulanan küçük kuvvet ile büyük kuvvet elde edilmesini sağlar. Ağır yüklerin kaldırılmasını kolaylaştırarak kuvvetten kazanç sağlar.



Görsel 6.19: Caraskal

Caraskalın gövdesi ile kancalarında çatlak ve korozyon kontrolleri yapılır. Çatlak görülen parçalar değiştirilir. Korozyon görülen bölgelerin yüzeyindeki pas temizlenerek detaylı incelenir. Korozyon veya aşınma sonucunda kalınlığı azalan veya yapısal bütünlüğü bozulan parçalar yenisi ile değiştirilir. Gövde boyası aşınmış veya dökülmüş ise eski boya yüzeyden temizlenerek yüzey yeniden boyanır. Caraskal makaralarının dönüşü kontrol edilir. Makaralar, takılmadan serbestçe dönebilmelidir. Makaraların dönüşünü engelleyen atıklar temizlenir. Caraskalın dişlileri ve rulmanlarında aşınma olup olmadığı görsel olarak kontrol edilir. Aşınan dişli ve rulmanlar bağlı oldukları yerden sökülerek yenisi ile değiştirilir. Caraskalın hareketli elemanları ve dişlileri üretici firmanın tavsiye ettiği yağ ile yağlanır. Caraskalın bağlantı elemanlarının sıkılığı kontrol edilir. Gevşemiş bağlantı elemanları (cıvata, somun gibi) uygun anahtarlar ile sıkılır. Caraskal zincirlerinin üzerinde korozyon kontrolü yapılır. Paslanmış ve kalınlığı azalmış zincirler değiştirilir. Zincir baklalarında çatlama veya baklaların birleşim noktalarında ayrılma olup olmadığına bakılır. Bağlantı noktasında ayrılma görülen baklalar, kaynakla birleştirilerek onarılır. Bakımları yapılan caraskal için yük testi yapılır. Caraskal kaldırma kapasitesinin 1,5 katı yük ile yerden 10 cm yukarı kaldırılarak 10 dakika bekletilir. Caraskalın yükü bırakmadan taşıması beklenir. Testi geçen caraskal kullanılabilir.

MAKARA BAKIMINI YAPMA

Amaç: Makara bakımını yapmak
Kullanılacak Araç Gereç: Makara, tel fırça, fırça, bez, gres yağı, fırça ve kişisel koruyucu donanımlar.
Görev: Atölyenizde bulunan makaranın bakımını yapınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Makara yüzeyini fırça ve bez ile temizleyiniz.
3. Makara yüzeylerinde korozyon kontrolü yapınız.
4. Makaralarda aşınma ve çatlama olup olmadığını görsel olarak kontrol ediniz.
5. Makaranın serbest bir şekilde dönüp dönmediğini kontrol ediniz.
6. Makaranın hareketli parçalarının üzerinde bulunan metal talaşı, atıkları ve eski yağı temizleyiniz.
7. Makaranın hareketli kısımlarını gres yağı ile yağlayınız.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Yüzey temizliğini yaptı.	15	
Korozyon kontrolü yaptı.	15	
Makaralarda aşınma ve çatlama olup olmadığını kontrol etti.	15	
Makaranın serbest bir şekilde dönüp dönmediğini kontrol etti.	15	
Hareketli parçaları temizledi.	15	
Makaranın hareketli kısımlarını gres yağı ile yağladı.	15	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

6. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluklara cümle doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (….) Ambar kapak lastikleri zamanla elastikiyetini kaybeder.
2. (….) Mezarnalar, ambar kapaklarının daha hızlı açılıp kapanmasını sağlamak için yapılır.
3. (….) Irgatlarda belirli aralıklarla yağ seviyesi kontrol edilmelidir.
4. (….) Caraskal bakımından sonra yük testi yapılmalıdır.
5. (….) Kreyn halatlarının yağlanması sürtünmeyi artırır.

B) Aşağıda verilen boşluklara doğru kelimeleri yazınız.

6. Ambar kapaklarında sızdırmazlık …… ile sağlanır.
7. Birden fazla makaranın birleşmesiyle oluşan sisteme …… denir.
8. Caraskallar, üzerlerindeki …… sayesinde kuvvetten kazanç sağlanır.
9. Irgatlarda dişlilerin aşınmasını önlemek için …… yapılır.
10. Filikaların indirilip kaldırılmasını sağlayan donanıma …… denir.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

11. Matafora tel halatlarının yağlanma nedenlerini açıklayınız.

    .....

    .....

12. Kreyn halatlarının kopmasının ne gibi tehlikelere neden olacağını açıklayınız.

    .....

    .....

13. Caraskal yük testi neden yapılır? Açıklayınız.

    .....

    .....

14. Ambar kapağında korozyon kontrolü neden yapılır? Açıklayınız.

    .....

    .....

15. Makara ve palangalar neden kullanılır? Açıklayınız.

    .....

    .....

KOROZYON DİRENCİ VE BOYAMA



KONULAR

7.1. KOROZYON TESPİTİ

7.2. GEMİLERDE BOYA UYGULAMALARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Korozyon tespit yöntemleri
- Gemilerde astar boya işlemleri
- Gemilerde son kat boya işlemleri

TEMEL KAVRAMLAR

Astar Boya, Demiroksit, Korozyon, Oksidasyon, Pigment, Raspa, Son Kat Boya, Zehirli Boya

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Çevrenizde korozyona uğramış metal malzemelerin bulunduğu ortam koşullarını gözlemleyiniz. Korozyona sebep olan çevresel unsurları arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Gemilerin neden boyanması gerektiği hakkında arkadaşlarınızla beyin fırtınası yapınız.

7. ÖĞRENME BİRİMİ

GİRİŞ

Gemiler, çalışma şartlarından dolayı sürekli korozyona sebep olacak unsurlara maruz kalır. Deniz suyu, biyolojik organizmalar, nem ve oksijen gemilerde meydana gelen korozyonun başlıca sebepleridir. Korozyon, gemilerde malzeme kaybına ve çelikte yapısal zayıflamalara sebep olur. Korozyona sebep olan faktörlere karşı gerekli önlemler alınmadığı takdirde geminin çalışmasını engelleyecek boyutta ciddi hasarlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Koruyucu bir katman ile kaplama veya katodik koruma yöntemleri ile metal malzemeler korozyonun zararlı etkilerinden korunmalıdır. Gemilerde düzenli olarak korozyon kontrolleri yapılmalıdır.

7.1. KOROZYON TESPİTİ

Deniz ortamı, yüksek tuzluluk, nem ve sıcaklık değişimleri nedeniyle gemi gövdelerinde korozyon oluşumlarına rastlanır. Korozyon; gemi yapılarında malzeme kaybına, yapısal zayıflamaya ve uzun vadede güvenlik risklerine yol açabilir. Bu nedenle korozyonun erken tespiti ve gözlem altına alınması büyük önem taşır.

7.1.1. Korozyon ve Korozyon Çeşitleri

Korozyon, metal malzemelerin çevresel etmenlerle (deniz suyu, deniz canlıları, hava, su ve diğer metaller) kimyasal veya elektrokimyasal tepkimelere girerek özelliklerini kaybetmesi olayıdır. Demirin oksijenle reaksiyona girmesi sonucunda yüzeyinde oluşan pas (demir oksit) tabakası korozyonun bir sonucudur. Gemi yapısında bulunan metal malzemelerin korozyonun etkisi ile uğradıkları malzeme kayıpları geminin mukavemetini düşürür. Gemilerde sıklıkla karşılaşılan korozyon çeşitleri; üniform (genel) korozyon, galvanik korozyon, çukur (pitting) korozyonu, seçimli korozyon, çatlak (aralık) korozyonu, filiform korozyon ve mikrobiyolojik korozyondur.

a) **Üniform Korozyon (Genel Korozyon):** Metal malzemenin tüm yüzeyine eşit olarak yayılmış korozyon çeşididir. Yaygın olarak görülen bir korozyon türüdür. Metalin hava, su gibi ortamlar ile doğrudan temas etmesi ile görülür (Görsel 7.1).

b) **Galvanik Korozyon:** Elektron potansiyelleri farklı olan metallerin birbirleriyle etkileşime girerek oluşturdukları korozyon türüdür. Galvanik korozyonda elektron potansiyeli düşük olan metal anot, elektron potansiyeli yüksek olan metal ise katot hâlini alır. Anodik rolü üstlenen metal, korozyona daha çok uğrar (Görsel 7.2).

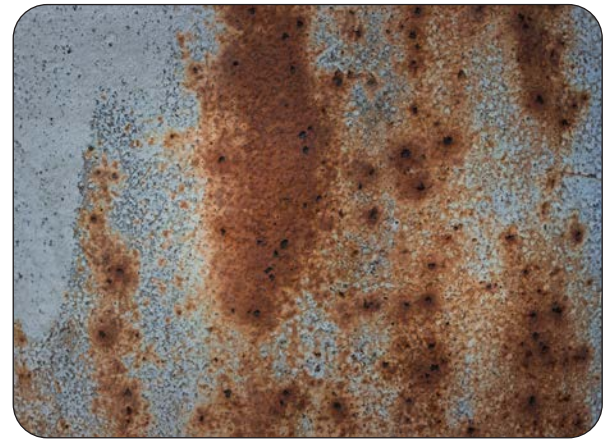


Görsel 7.1: Genel korozyona uğramış metal malzeme



Görsel 7.2: Galvanik korozyona uğramış metal malzeme

c) **Çukur (Pitting) Korozyonu:** Metal malzemenin yüzeyinde çukurlar oluşturarak meydana gelen korozyon türüdür. Yüzeylerde meydana gelen çukur korozyonu zamanla ilerleyerek metalin delinmesine sebep olur (Görsel 7.3).



Görsel 7.3: Çukur korozyonu oluşmuş metal yüzeyi

ç) **Seçimli Korozyon:** Alaşımlı malzemelerde alaşımı oluşturan metallerden birinin uğradığı korozyon türüdür. Pirinç, çinko ve bakır bu malzemelerde kullanılan alaşımlardır. Pirinç içerisindeki çinko korozyona uğrayarak alaşım bünyesinden uzaklaşır. Bu durum, pirinç malzeme üzerinde gözenekler oluşturur. Çinkonun alaşımlı malzemeyi terk etmesine **çinkosuzlaşma** da denir.

d) **Çatlak (Aralık) Korozyonu:** Metal malzemenin üzerinde bulunan bir çatlak veya aralıkta meydana gelen korozyon türüdür (Görsel 7.4).

e) **Filiform Korozyon:** Yüzeyi boya veya kaplama malzemesi ile kaplanmış metallerde kaplamanın altında oluşan korozyon türüdür (Görsel 7.5).



Görsel 7.4: Aralık korozyonu



Görsel 7.5: Filiform korozyon

f) **Mikrobiyolojik Korozyon:** Gemi yüzeylerinde deniz canlılarının ve mikroorganizmaların sebep olduğu korozyon türüdür. Özellikle gemilerin su altında kalan kısımlarında daha çok görülür. Deniz canlılarını yüzeyden uzak tutmak için gemilerin su altında kalan kısımları zehirli boyalar ile boyanır.

ARAŞTIRMA

Çevrenizde korozyona uğramış malzemeleri tespit ederek korozyonun türünü ve korozyondan korunma yöntemini belirleyip elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

7.1.2. Gemilerde Korozyonun Nedenleri

Deniz araçlarında deniz suyu (tuzlu su), hava, deniz canlıları, nem, farklı metallerin bir arada kullanılması, mekanik etmenler ve kaçak akım korozyona neden olmaktadır.

a) **Deniz Suyu (Tuzlu Su):** Deniz suyunda bulunan tuz, iletkenliği arttırarak elektrokimyasal korozyonu hızlandırır.

b) **Hava:** Atmosferde bulunan hava içerisindeki oksijen, korozyonun başlıca sebeplerindendir. Metal malzemelerin yüzeyleri boyanarak veya kaplanarak oksijenle teması kesilmelidir.

c) **Deniz Canlıları:** Deniz suyu içerisinde bulunan mikroorganizmalar, yosun ve diğer deniz canlıları geminin su altında kalan kısımlarına (karina) yapışarak fouling (kirlenme) oluşumuna sebep olur. Deniz canlılarının gemi karinasına yapışmasını engellemek için antifouling (zehirli boya) boyalar kullanılmaktadır.

ç) **Nem:** Havada bulunan nem (havada gaz hâlinde bulunan su) sıcaklık değişimleri ile yoğuşarak (havada gaz hâlinde bulunan suyun sıvı hâle geçmesi) metal yüzeylere tutunur veya yüzeylerde su birikintisi oluşturur. Suyun metale teması ile metal malzemelerde korozyon gelişimi hızlanır. Boya üzerinde bulunan su, kaplamaya zarar vererek metalin korozyona uğramasını kolaylaştırır.

d) **Farklı Metallerin Bir Arada Kullanılması:** Elektron potansiyelleri farklı olan metallerin bir arada kullanılması korozyon oluşumuna sebep olur. Farklı metallerle sökülebilir bağlantı yapılacaksa iki metal arasına elektron alışverişini engellemek için izole edici malzemeler konulmalıdır.

e) **Mekanik Etmenler:** Metal yüzeyindeki boya veya kaplama malzemesinin darbe veya sürtünme sonucu çizilmesi veya bir kısmının kalkması ile zarar gören noktalarda korozyon oluşumu gözlenir. Metal malzemelerin üzerinde oluşan çiziklerin ve aşınmaların arasına yabancı maddeler girerek korozyon oluşumuna sebep olabilir.

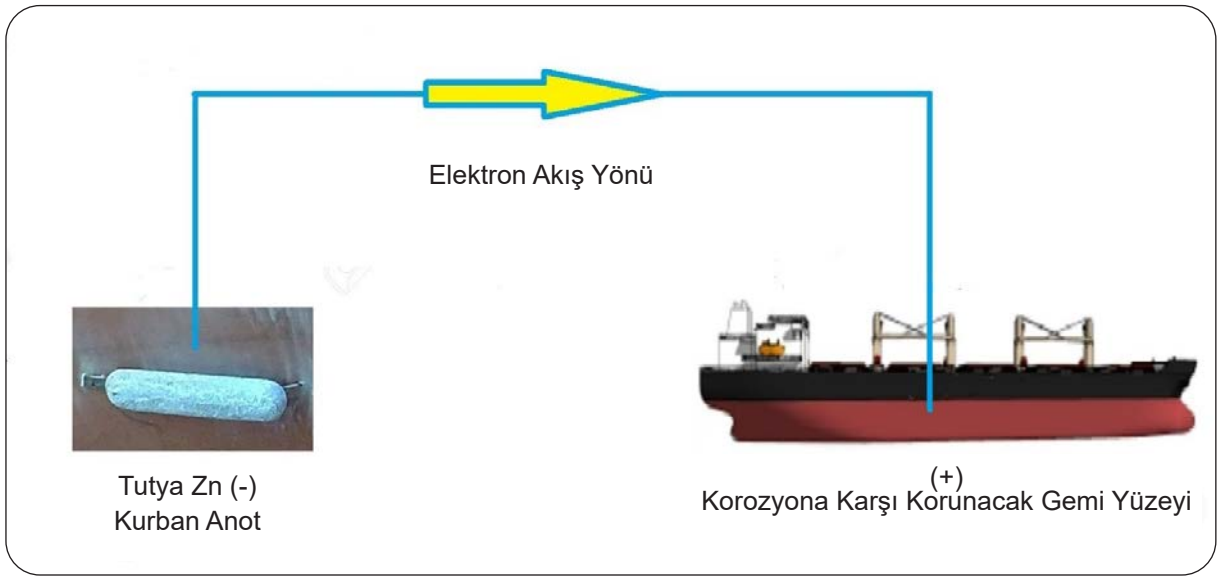
f) **Kaçak Akım:** Gemide kullanılan veya dış kaynaklı olarak gemiye gelen, doğru akımdan kaynaklanan kaçak akımlar korozyona neden olur.

7.1.3. Gemilerde Korozyonu Önleme Yöntemleri

Korozyonun olumsuz etkilerinden korunmak için birtakım yöntemler geliştirilmiştir. Katodik koruma, yüzeyi kaplama, uygun malzeme seçimi ile düzenli bakım ve kontrollerin gemilerde korozyon oluşumunu büyük oranda azalttığı görülmüştür.

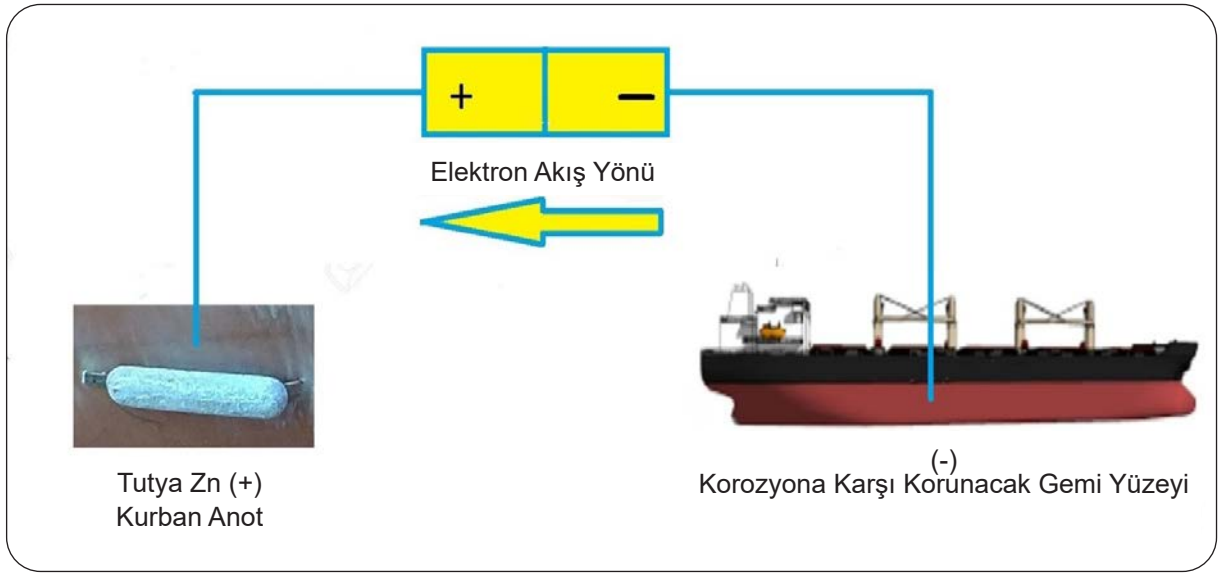
a) **Katodik Koruma:** Katodik koruma yöntemi, pasif katodik koruma ve aktif katodik koruma olmak üzere ikiye ayrılır. Pasif katodik koruma yöntemi, geminin yüzeyinde anot olarak kullanılmak üzere çinko (zn), alüminyum (al) ve magnezyum (mg) gibi başka metallerin gözden çıkarılmasıyla gemi çelik yüzeylerinin korozyona karşı korunduğu yöntemdir. Tutyalar, gemi gövdesine kaynakla birleştirilmelidir. Pasif koruma yönteminde genellikle anot olarak çinko alaşımlı veya alüminyum alaşımlı tutyalar kullanılır. Çalışma sıcaklığının 60 °C'u geçmesi öngörülen koşullarda, çinko tutyalar kullanılamaz. Magnezyum alaşımlı tutyalar, tatlı sularda kullanılır. Gemi dış kaplamasında, tutyaların akış direncini olumsuz etkilememesi için düz tutyalar tercih edilmelidir.

Tutyalar, geminin su altında kalan kısmının tamamına kullanılmalıdır. Gemi kıç tarafında, tek pervaneli gemilerde toplam tutya ağırlığının yaklaşık %25'i, çok pervaneli gemilerde yaklaşık %30'u kullanılmalıdır. Geri kalan %70-75'lik tutya ağırlığı ise gemi ortası ile gemi baş tarafına kullanılmalıdır. Pervane ve şaftı, pervane göbeği veya şaft üzerine konulmuş bir çinko halka ile katodik olarak korunabilir. Tutyalar (galvenik anot), elektrokimyasal korozyonu üzerlerine çektikleri için zamanla aşınarak kütlesel kayıplar yaşar. Tutyaların boyutları, havuzlama periyodu süresince yeterli olacak şekilde tasarlanmalıdır. Tutyalar yardımı ile gemin iç ve dış yüzeyleri korozyondan korunur. Balast tanklarının katodik koruması için çinko veya alüminyum tutyalar kullanılır (Görsel 7.6).



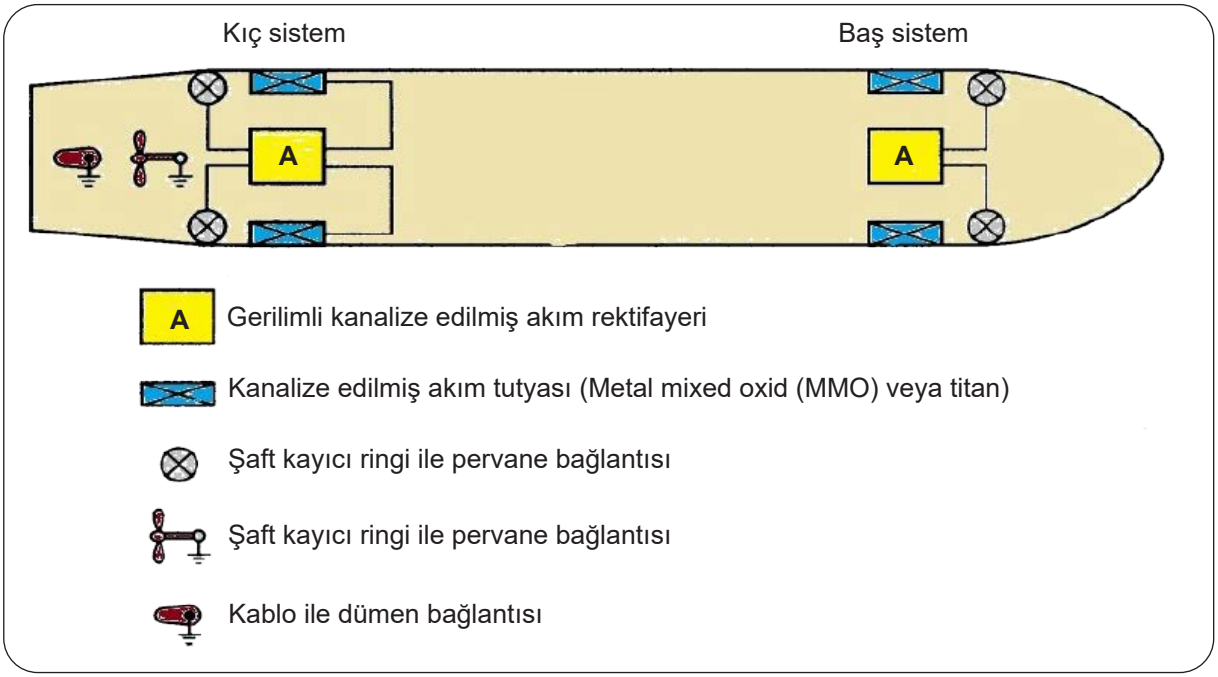
Görsel 7.6: Pasif katodik koruma yöntemi

Aktif katodik yöntemde ise dış kaynaklı bir akımla deniz araçlarının korozyondan korunması amaçlanmaktadır (Görsel 7.7).



Görsel 7.7: Aktif katodik (dış kaynaklı akımla) koruma yöntemi

Dış kaynaklı akımla katodik koruma sistemi, belirli bir gemi veya yapı için tasarlanır. Dış kaynaklı akım sistemi, iskele ve sancakta simetrik olmalıdır. Her iki tarafta da aynı sayıda dış kaynaklı akım anotları ve referans elektrotu bulunmalı ve bunlar karşılıklı olarak aynı yerlerde olmalıdır. Geminin kıç kısmında (tercihen makine dairesi civarında), iskele ve sancak tarafında en az birer tutya bulunmalıdır. Tutya akımı ve tutya gerilimi için otomatik sınırlayıcılar sağlanmalıdır. Boyu (LBP) 175 metreden fazla olan gemilerde, baş tarafta ikinci bir dış kaynaklı akım sistemi bulunmalıdır. Gemi üzerinde iki adet dış kaynaklı akım sistemi varsa baş taraftaki sistem kontrol elektrotu, tutya ile baş arasında olacak şekilde yerleştirilmelidir (Görsel 7.8). Balast tanklarında dış kaynaklı akımla katodik koruma sistemi kullanılmaz.



Görsel 7.8: Dış kaynaklı akımla katodik koruma sisteminin şematik yerleşimi

b) **Yüzey Kaplama:** Gemi yüzeyleri; epoksi, poliüretan ve polivinil klorid esaslı kaplamalar ile kaplanarak (boyanarak) yüzeyin deniz suyu ve çevresel unsurlarla etkileşime girmesi engellenir. Katodik koruma sistemi ile uyumlu kaplamalar tercih edilmelidir. Kaplama, mekanik yöntemlerle temizliğe uygun olmalıdır. Kaplama seçiminde ambar ve tanklarda taşınacak olan maddelerin özellikleri dikkate alınmalıdır. Açık renkli kaplamalar yüzeyde oluşabilecek korozyonun tespitini kolaylaştırır.

c) **Uygun Malzeme Seçimi:** Malzeme seçiminde öncelikle korozyon direnci yüksek malzemeler tercih edilmelidir. Farklı türde metal malzemeler bir arada kullanılacaksa mümkün olduğunca galvenik seride (elektrokimyasal potansiyel sırası) birbirine yakın malzemeler seçilmelidir.

ç) **Bakım ve Kontroller:** Metal yüzeylerde korozyon oluşup oluşmadığı görsel olarak ve kalınlık ölçümü yapılarak belirli periyotlarla kontrol edilmelidir. Yüzeyde korozyon tespit edildiği takdirde eski kaplama kaldırılıp yüzey temizlendikten sonra yeniden kaplama işlemi yapılır. Malzeme kalınlığında korozyona bağlı kayıplar tespit edildiği takdirde (malzeme kalınlığı belirlenen kalınlığın altında ise) hasar tespit edilen bölgede sac değişimi yapılır. Tutyalar kontrol edilir, kütlesel kayıplar sonucu koruyuculuğu azalan tutyalar yenisi ile değiştirilir.

7.1.4. Muayene Yöntemleriyle Korozyon Tespiti

Muayene yöntemleri, gemi gövdesindeki korozyonun tespitinde kullanılan tekniklerdir. Bu yöntemlerde genel olarak görsel ve tahribatsız yöntemler tercih edilir. Görsel muayene ile yüzeydeki pas, boya dökülmeleri ve çukurlaşmalar gözlemlenirken ultrasonik test gibi tahribatsız muayene yöntemleri ile malzeme içindeki veya alt yüzeylerdeki korozyon incelenebilir.

a) **Görsel Muayene:** Tahribatsız muayene yöntemidir. Gemi gövdesinde korozyon tespiti için kullanılan maliyeti düşük ve yaygın yöntemlerden biridir. Bu yöntemle korozyonun gözle görülür belirtileri tespit edilir. Genellikle ilk değerlendirme görsel olarak yapılır. Metal yüzeylerde paslanma, renk değişimi, kaplama üzerinde kabarma, yüzeylerde çatlak ve çukurlaşma olup olmadığı görsel olarak incelenir. Detaylı inceme için büyüteç ve el feneri kullanılabilir. Pas oluşumunun tespit edildiği noktalar belirlenir. Belirlenen noktalarda korozyonun nedeni tespit edilir. Yapılan incelemeler sonucunda korozyonun nasıl giderileceği belirlenerek gerekli tedbirler alınır. Görsel muayene gemi havuza alındığı zaman veya su üstünde olduğu zamanlarda yapılabilir. Gemi su üstünde ise dalgıçlar yardımı ile su altında kalan kısımları incelenir. Tutyaların boyutlarında kütlesel kayıplar olup olmadığı tespit edilir. Görsel muayene her zaman tek başına yeterli olmayabilir. Görsel muayenenin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

Görsel Muayenenin Avantajları

- Hızlı bir şekilde muayene işlemi yapılabilir.
- Maliyeti düşüktür.
- Kolay uygulanan bir yöntemdir.
- Kullanılan araç gereç (büyüteç, el feneri, kamera) uzmanlık gerektirmez.
- Diğer muayene yöntemleri için ön belirleyicidir.

Görsel Muayenenin Dezavantajları

- Muayene yapan personelin tecrübeli olması gerekmektedir.
- Yüzeyin altında oluşan ve herhangi bir belirti göstermeyen (kaplamada kabarma) korozyon oluşumları tespit edilemez.
- Korozyonun malzeme içinde ne kadar derine ilerlediği tespit edilemez.

b) **Ultrasonik Test Cihazıyla Kalınlık Ölçümü:** Yüksek frekanslı ses dalgaları yardımı ile gemi yapı elemanının kalınlığı ölçülerek malzeme kaybı olup olmadığının tespit edildiği yöntemdir (Görsel 7.9).



Görsel 7.9: Ultrasonik test cihazıyla korozyon tespiti

Ölçüm hassasiyetinin yüksekliği hata payını en aza indirir. Tahribatsız muayene yöntemlerindendir. Ölçüm esnasında ölçümü yapılan malzemeye zarar vermez. Ultrasonik test cihazına bağlı probun yüzeyi, malzeme yüzeyine paralel şekilde konumlandırılarak malzeme yüzeyine ses dalgaları gönderilir. Malzemenin iç yapısında oluşmuş bir kusur varsa (süreksizlik) ses dalgaları bu süreksizliğe çarparak geri yansır. Geri yansıyan ses dalgaları aracılığı ile kusurun boyutu ve derinliği tespit edilir. Probun temas edeceği yüzey bir miktar su veya jel ile ıslatılarak probun yüzeye tam temas etmesi sağlanmalıdır. Dalga boyuna paralel kusurların tespiti zordur. Bu sebeple şüphe duyulan durumlarda açısal ölçümler yapılmalıdır. Gemi yapımında kullanılan malzemelerin kalınlıkları ve yoğunlukları dikkate alındığında 0,5-10 MHz frekans değerleri arasında ölçüm yapılabilir.

Ultrasonik Sistemle Korozyon Tespiti İşleminin Avantajları

- Tahribatsız muayene yapılır.
- Yüksek hassasiyette ölçüm yapılır.
- Kusurun yapı içerisindeki tam konumu tespit edilebilir.
- Hızlı ölçüm yapma olanağı sağlar.
- Gemi bünyesinde tehlike arz etmeden hemen her yerde kullanılabilir.
- Taşınması, kullanımı pratik bir sistemdir.
- Malzeme yüzeyinin tek tarafından ölçüm yapmak yeterlidir.

Ultrasonik Sistemle Korozyon Tespiti İşleminin Dezavantajları

- Doğru ölçüm sonuçları için yüzey temizliği gerektirebilir.
- Eğitimli personel yapabilir.
- Yalnızca ölçüm yapılan nokta hakkında bilgi verir.
- Malzemenin genel yapısı hakkında bilgi vermez.
- Kalın kaplamalı yüzeylerde hata payı artar.
- Dalga boyuna paralel kusurları tespit edemeyebilir.



BİLGİ KÜPÜ

Ultrasonik cihaz üzerinde üretilen yüksek frekanslı elektrik sinyalinin etkisi ile transdüser (prob) içerisinde bulunan piezoelektrik kristal (elektriksel enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürebilen malzeme) titremeye başlar. Oluşan titreşimler, ultrasonik ses dalgalarını meydana getirir.

c) Sensörler Yardımıyla Korozyon Tespiti: Gemilerde korozyon oluşumunu takip etmek için gemi bünyesine bağlanan gömülü sistemler kullanılmaktadır. Gömülü sistemler üzerindeki sensörler yardımı ile korozyonun gelişimi ve boyutları devamlı olarak takip edilebilmektedir. Çelik gemi yapı elemanlarının aktif katodik koruma sisteminin amper ve voltaj değerleri, elektrokimyasal potansiyeli ve elektrik direnci ölçümleri yapılarak elde edilen veriler doğrultusunda korozyon tespiti yapılır.

GÖRSEL MUAYENE YÖNTEMİYLE KOROZYON TESPİTİ YAPMA

Amaç: Görsel muayene yöntemi ile metal malzemeler üzerinde korozyon tespiti yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Büyüteç, el feneri, muayene aynası, cetvel, metre, fotoğraf makinesi, tel fırça, fırça, bez ve kişisel koruyucu donanımlar.

Görev: Atölyenizde bulunan metal malzemelerin korozyona uğrayıp uğramadıklarını, korozyona uğramış ise korozyonun türünü ve sebepleri görsel muayene yöntemi ile tespit ederek belirleyiniz.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Korozyona uğramış malzemeleri tespit ediniz.
3. Malzeme yüzeyinde kirlilik varsa yüzey temizliğini yapınız.
4. Kontrol araç gereçlerini kullanarak (büyüteç, fener ve muayene aynası) korozyonun türünü belirleyiniz.
5. Ölçü aletleri kullanarak (cetvel, metre) korozyonun boyutlarını belirleyiniz.
6. Hazırlayacağınız kontrol parçası krokisi üzerinde korozyonun konumunu belirtiniz.
7. Korozyona uğramış bölgenin fotoğrafını çekiniz.
8. Korozyona sebep olan unsurları tespit ediniz.
9. Elde ettiğiniz bilgileri rapor (korozyonun türü, büyüklüğü, sebepleri, konumu ve fotoğrafını içeren sunum dosyası) hâline getiriniz.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Muayene öncesi yüzey temizliğini yaptı.	10	
Malzeme yüzeylerinde herhangi bir renk değişimi ve paslanma olup olmadığını kontrol etti.	10	
Metal yüzeyinde çatlak, çukurlaşma veya delik olup olmadığını kontrol etti.	10	
Kontrol araç gerecini kullanarak korozyonun türünü belirledi.	15	
Ölçme araç gereci yardımı ile korozyonun boyutlarını ve konumunu belirledi.	10	
Ölçme araç gereci yardımı ile korozyonun malzeme üzerindeki konumunu belirledi.	10	
Korozyona sebep olan unsurları tespit etti.	10	
Elde ettiği bilgileri rapor hâline getirdi.	15	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

7.2. GEMİLERDE BOYA UYGULAMALARI

Deniz araçlarını korozyondan korumak için öncelikle loyd kuralları dikkate alınarak deniz şartlarına, atmosferik koşullara ve çalışma şartlarına uygun içerikli boyalar ile yüzey kaplanmalıdır. Kaplamaların yüzeye iyi tutunmasını ve kalıcılığını artırmak için boya öncesi yüzey temizlik işlemleri uygun yöntemlerle gerçekleştirilmelidir. Gemilerde kullanılan kaplamalar, uygulama yerine göre farklılıklar gösterebilir. Kaplama seçiminde bu hususa dikkat edilmelidir. Örneğin antifouling boyaların gemi su hattı altında kalan bölgelerde kullanılması uygundur. Kaplamalar, geminin korozyondan kaynaklı oluşacak hasarı en aza indirerek geminin uzun yıllar hizmet edebilmesine olanak sağlar. Ayrıca kaplama seçiminde çalışma, yangın ve çevre koruma ile ilgili yasal düzenlemeler ve teknik kurallar dikkate alınmalıdır.

7.2.1. Boya ve Bileşenleri

Gemi yüzeylerini korozyona karşı korumak için yüzeyler boya ile kaplanır. Kaplamada kullanılacak boyalar genel olarak bağlayıcı, pigment ve çözücülerden oluşan bir yapıya sahiptir.

a) **Bağlayıcılar (Reçineler):** Boyanın ana yapısını oluşturan bağlayıcılar; boyaya esneklik, sertlik, darbelere karşı direnç, yüzeye yapışma ve kuruma süresi gibi özellikleri kazandırır. Kullanılan bağlayıcının türü (akrilik, alkid, poliüretan, epoksi) boyanın hangi kimyasal sınıfa ait olduğunu da belirler.

b) **Pigmentler:** Pigmentler, boyaya istenen rengi ve görsel estetiği verirken aynı zamanda yüzeyi korozyona karşı korumada da önemli rol oynar. Bu maddeler, güneş ışığını yansıtarak veya emerek boya tabakasının zarar görmesini engeller. İnert pigmentler, boya filmini nem ve sıcaklık gibi çevresel etkilere karşı korurken frenleyici pigmentler, içeriklerindeki korozyon önleyici maddeler sayesinde metal yüzeyin paslanmasını engeller. Çinko tozu içeren pigmentler ise katodik koruma sağlayarak galvanik bir etki yaratır ve metali korur.

c) **Solventler (Çözücüler):** Solventler, boyanın içindeki bağlayıcıyı incelterek boyaya uygulamaya uygun akışkanlık kazandırır. Bu maddeler, boyanın yapısal özelliklerini değiştirmeden uygulanmasını kolaylaştırır. Uygulama sonrası buharlaşarak ortamdan uzaklaşır ve geriye sertleşmiş bir boya filmi kalır. En sık kullanılan çözücüler arasında su, tiner ve aseton yer alır.

7.2.2. Boya Çeşitleri

Gemilerde kullanılan boyalar kullanım amacına, kimyasal yapısına ve kullanım yerine göre sınıflandırılır.

7.2.2.1. Kullanım Amacına Göre Sınıflandırma

Boyalar kullanım amacına göre astar, ara kat, son kat ve antifouling boya olarak sınıflandırılabilir.

a) **Astar Boya:** Yüzeyleri korozyona karşı korumak için atılan ilk kat boyadır. Kullanılacak yüzeye ve çalışma ortamına uygun boya seçilmelidir. Metal yüzey ile ara kat boya arasında bağlayıcı görevi vardır.

b) **Ara Kat Boya:** Korozyon direncini arttırarak kaplamaya istenen kalınlığı sağlar. Ara kat boyalar, astar ve son kat boya ile uyumlu olmalıdır. Ara kat boya, astar boya ile son kat boyayı birbirine bağlar.

c) **Son Kat Boya:** Dış etkenlere açık bir şekilde maruz kalan boya katmanıdır. Boyanın mekanik dayanımı yüksek olmalıdır. Gemi kaplamasında tuzlu suya ve güneş ışınlarına karşı dirençli son kat boya seçilmelidir. Son kat boyalar, zehirli maddeler içermemelidir. Gemilerde renklendirme işlemi son kat boya aracılığı ile yapılır.

ç) **Antifouling Boya:** Zehirli boyalar (antifouling) gemilerde yalnızca su hattı altında kalan kısımlarda kullanılır. Bu boya, deniz canlıları ve organizmalarının yüzeye tutunmasını engeller. Antifouling boyalarda bakır ve bor madenleri biosit olarak kullanılmaktadır. Kalay kullanımı çevreye verdiği zarardan dolayı kısıtlanmıştır. Zehirli boya seçiminde çevreye zarar vermeyecek türde karışımlı boyalar kullanılmalıdır. Gemilerin su altında kalan kısımları su üstünde bulunan kısımlarından farklı renklerle boyanır.

7.2.2.2. Kimyasal Yapısına Göre Sınıflandırma

Boyaların kimyasal yapısı, boya seçiminde belirleyici unsurlardan biridir. Boyaların kimyasal özellikleri korozyon direnci, güneş ışınlarına karşı dayanımı ve mekanik özellikleri belirleyici etkiye sahiptir.

a) **Epoksi Boyalar:** Epoksi boyalar, yüksek kimyasal ve fiziksel dayanıklılık gösteren kaplama türleridir. Yüzeye güçlü bir şekilde tutunarak uzun ömürlü koruma sağlar. Nemli, asidik ve bazik ortamlara karşı dirençli olduklarından güvenle kullanılabilir. Antibakteriyel özellikleri sayesinde mikroorganizmaların yüzeyde barınmasına izin vermez. Ayrıca kir tutmaz yapıları sayesinde kolayca temizlenebilir.

b) **Poliüretan Boyalar:** Korozyona ve güneş ışınlarının zararlı etkilerine karşı dayanıklı olduğundan genellikle son kat boya uygulamaları için oldukça elverişli bir boya türüdür. Kimyasal dirençleri yüksektir.

c) **Alkid Boyalar:** Kolay uygulanabilir ve sürtünme direnci yüksektir.

ç) **Klor Kauçuk Boyalar:** Esnek yapıya sahip boyalardır ve uygulandıktan sonra hızlı kurur. Kimyasal dirençleri düşüktür.

d) **Akrilik Boyalar:** Uygulaması kolay boyalardır ve korozyon dirençleri düşüktür.

7.2.2.3. Kullanım Yerine Göre Sınıflandırma

Gemilerde kullanılacak boyalar belirlenirken boyanın kullanılacağı yüzeyin bulunduğu bölümlere uygun boyalar seçilmelidir. Gemi bölümleri ve yüzeyleri çalışma şartlarından dolayı farklı dış etkilere maruz kalır. Su altında kalan gemi kısımlarında deniz suyu ve deniz canlılarına karşı dirençli olması için zehirli boyalar tercih edilirken yaşam mahallerinde insan sağlığına zarar vermeyen boyalar tercih edilmelidir.

a) **Ambar Boyaları:** Taşınan yüke uygun yapıda boyalar tercih edilir. Ambar yüzeylerinde yükleme ve boşaltma esnasında oluşabilecek zararları en az seviyede tutabilmek için sürtünme ve mekanik direnci yüksek olmalıdır.

b) **Balast Tank Boyaları:** Deniz suyuna doğrudan maruz kalacağı için deniz suyuna karşı dirençli olmalıdır.

c) **Yaşam Mahalleri Boyaları:** Yaşam mahalleri insanların dinlendiği, yemek yediği ve vakit geçirdiği ortamlardır. Yaşam mahallerinde insan sağlığına zarar verecek kimyasal yapıya sahip boyalar kullanılmamalıdır. Rutubet ve neme karşı dayanıklı boyalar tercih edilmelidir.

ç) **Karina Boyaları:** Deniz canlılarının yüzeye tutunmasını engellemek için zehirli boyalar kullanılır. Yüzeye yapışan deniz canlıları, kaplamaya zarar vererek metal yüzeyleri korozyona karşı savunmasız bırakır.

d) **Güverte Boyaları:** Güverte boyaları; deniz suyuna, güneşin zararlı ışınlarına ve yürüyüş yollarında sürtünmeye maruz kalır. Güverte boyaları, maruz kaldıkları atmosferik şartlara ve dış etkenlere karşı dirençli olmalıdır.

e) **Borda Boyaları:** Dış etkenlere açık boyalardır. Sürtünmeye ve korozyona karşı yüzeylerde iyi bir koruma sağlamalıdır.

7.2.3. Yüzey Temizlik İşlemleri

Yüzey kaplaması yapılmadan önce yüzeyde bulunan yağ, kir, pas ve varsa eski boya kalıntıları iyice temizlenmelidir. Kir, pas ve atıklar; boya ile metal yüzeyler arasında sıkışarak zaman içerisinde boyanın kabarmasına yol açar. Korozyona uğramış yüzeylerde pas tabakası kaldırılmadan yüzeyler boyanırsa korozyon boya tabakasının altında ilerler. Yüzey temizliği, raspalar ve kumlama kullanılarak yapılabilir. Çekiç raspa ile genellikle dar alanlarda ve köşelerde kalan boyalar sökülür. Sıyırma raspalar ise geniş yüzeye sahip oldukları için düz devam eden yüzeylerde kullanılır. Basınçlı hava yardımı ile hızlandırılmış küçük tane yapısına sahip silis, girit veya bazaltın nozul yardımı ile metal yüzeye çarptırılarak yapılan temizleme yöntemine **kumlama** denir (Görsel 7.10). Kumlama yöntemi, sulu veya kuru olarak yapılmaktadır. Sulu kumlamanın kuru kumlamadan farkı silis veya bazaltın basınçlı hava ve su ile püskürtülmesidir. Kuru kumlamada su olmadığı için kumlamada kullanılan malzemeler ve temizlenen yüzeyden kopan parçacıklar atmosfere karışmaktadır. Hava kirliliğini önlemek için sulu kumlama tercih edilebilir. Sulu kumlama yapılırken suya yapışan atıkların denize ve çevreye yayılmasına müsaade edilmemelidir. Kumlama yapılırken kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Özellikle raspa tozunun solunmasına karşı filtreli maskeler kullanılmalıdır.



Görsel 7.10: Kumlama yöntemi ile yüzey temizleme işlemi

7.2.4. Boyama Yöntemleri

Boyama işlemi; boyanacak yüzeyin fiziksel özelliklerine göre fırça, rulo veya püskürtme yöntemi ile uygulanabilir.

7.2.4.1. Fırçayla Boyama

Rulo veya püskürtme yöntemi ile boyanması zor olan bölgelerde, köşelerde ve dar alanların boyanmasında fırça tercih edilir (Görsel 7.11). Yüzey düzgünlüğü püskürtme yöntemine göre düşüktür ve geniş yüzeylerin boyanması zaman alır. Fırçalar, boyutuna göre küçükten büyüğe doğru numaralandırılır. 1 numaralı fırçanın boyutu, 2 numaralı fırçanın boyutundan daha küçüktür.



Görsel 7.11: Boyama işleminde kullanılan fırçalar

7.2.4.2. Ruloyla Boyama

Püskürtme yöntemi ile boyanmayan geniş yüzeylerin boyanmasında tercih edilir. Fırçaya göre daha geniş alanların hızlı bir şekilde boyanmasına olanak sağlar. Rulo sayesinde boya eşit bir şekilde yüzeye yayılarak uygulanır (Görsel 7.12).



Görsel 7.12: Rulo ile boyama işlemi

7.2.4.3. Püskürtme Yöntemiyle Boyama

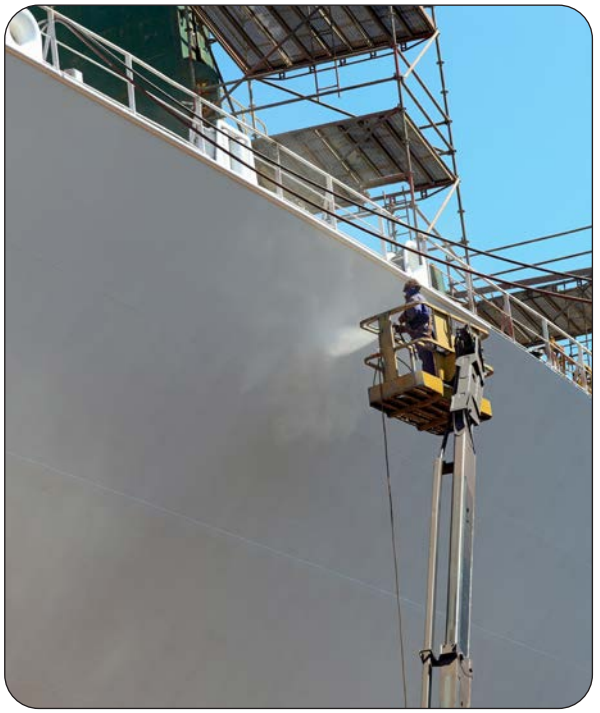
Boyanın basınçlı hava ile hava tabancasından veya nozul ile püskürtülmesiyle yapılan boyama işlemidir (Görsel 7.13). Geniş yüzeylerin boyanmasında kullanılır. Püskürtme yöntemi ile boyama zaman tasarrufu sağlar ve boya kalınlığı rahatlıkla ayarlanabilir. Gemilerin boya işlerinde en çok tercih edilen yöntemdir. Boya, basınçlı hava yardımı ile çok küçük parçacıklar hâlinde püskürtüldüğü için uzun süre havada kalabilir. Boya yapılırken filtreli hava maskesi başta olmak üzere kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.



Görsel 7.13: Püskürtme yöntemiyle boyama işlemi

7.2.5. Astar Boya İşlemi

Yüzey temizlendikten sonra uygulanan ilk kat boyadır (Görsel 7.14). Astar boya yüzeye iyi yapışmalıdır. Astar boyanın yüzeye iyi tutunması boyanın ömrünü ve kalıcılığını arttırır ve uzun süre koruyuculuk görevini yerine getirir. Ara kat boyanın yapışması için ön yüzeyi oluşturur. Astar boya hazırlanırken üretici firmanın tavsiye ettiği inceltici ve sertleştirici belirtilen oranlarda boya içerisine katılarak karışım homojen hâle gelene kadar karıştırılır. Boya uygulamasına geçmeden önce boyanın uygulanması için gerekli olan çevresel koşullar (hava sıcaklığı ve havadaki nem miktarı) ölçülmelidir. Çevresel koşullar uygunsa boyama işlemine başlanır. Astar boya kuruduktan sonra ara kat boya uygulanmalıdır. Astar boya kurumadan üzerine ara kat boya uygulanırsa astar sertleşmediği için yumuşak bir yapıda kalır. Boyama işlemi bittikten sonra kalınlık ölçümü yapılır. Astar boya istenen kalınlıktaysa bir sonraki boyama işlemine geçilir.



Görsel 7.14: Astar boyası yapılmış gemi

7.2.6. Ara Kat Boya İşlemi

Boyanacak yüzeyde istenen toplam kaplama kalınlığını elde edebilmek için astar tabaka ile son kat boya arasına uygulanan boya tabakasına **ara kat boya** ya da **yapışma köprüsü** (son astar) denir. Bu katman, hem yüzeyler arası yapışmayı güçlendirmek hem de koruyucu film kalınlığını artırmak amacıyla kullanılır.

7.2.7. Son Kat Boya İşlemi

Ara kat boya üzerine uygulanır. Son kat boya, çevresel koşullara dayanıklı olmalıdır. Deniz suyu, tatlı su ve güneş ışınlarının doğrudan temas ettiği boya katıdır. Ayrıca sürtünmelere karşıda direnç göstermelidir. Geminin estetik görünümü bu katta sağlanır. Geminin su üzerinde ilerlemesini kolaylaştırmak için pürüzsüz bir yüzey oluşturmalıdır. Geminin su altında kalan bölgesi (karina) antifooling (zehirli boya) boyalarla boyanmalıdır. Antifooling boyalar, deniz canlılarının gemi yüzeyine tutunmasını ve yapışmasını engellemelidir. Bu boyalar, içerisinde bulunan biyositler sayesinde deniz canlılarını gemi karinasından uzaklaştırır. Biyositlerin içerisinde bakır bileşikleri vardır. Son kat boya içerisine üretici firmanın tavsiye ettiği inceltici ve sertleştirici belirtilen oranlarda katılarak karışım homojen hâle gelene kadar karıştırılır. Boya uygulamasına geçmeden önce boyanın uygulanması için gerekli olan çevresel koşullar ölçülmelidir. Çevresel koşullar uygunsa boyama işlemine başlanır. Boyama işlemi bittikten sonra boyanın kuruması beklenir. Son olarak boya kalınlık ölçümü yapılır (Görsel 7.15). Boya, gözle kontrol edilerek akma ve kabarma olup olmadığı kontrol edilmelidir.



Görsel 7.15: Boya kalınlık ölçümü

GEMİYE SON KAT BOYA UYGULAMASI YAPMA

Amaç: Astar boyası atılmış yüzeye son kat boya uygulaması yapmak

Kullanılacak Araç Gereç: Son kat boya, boya inceltici, boya sertleştirici fırça, fırça, rulo ve kişisel koruyucu donanımlar.

Görev: Atölyenizde bulunan astar boyası ve ara kat boyası yapılmış metal tezgâh veya metal bir malzemenin son kat boyama işlemini yapınız.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Ara kat boyası yapılmış malzemenin yüzeyinin boya öncesi kontrollerini yapınız.
3. Malzeme yüzeyinde kirlilik varsa yüzey temizliğini yapınız.
4. Son kat boyayı hazırlayınız.
5. Son kat boyayı yüzeye uygulayınız.
6. Boyanın kurumasını bekleyiniz.
7. Boyanan yüzeyde akma ve kabarma olup olmadığını gözle kontrol ediniz.

Değerlendirme: Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	**ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN**	**ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN**
İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.	10	
Boya öncesi yüzey temizliğini yaptı.	10	
Uygun son kat boyayı seçti.	10	
Boya içerisine belirtilen oranlarda inceltici ve sertleştirici kattı.	10	
Boyayı uygulama öncesinde karıştırdı.	10	
Boyanacak yüzeylere uygun fırça seçti.	10	
Boyanacak yüzeylere uygun rulo seçti.	10	
Fırça ile boyama yaptı.	10	
Rulo ile boyama yaptı.	10	
Boyama işlemini gözle kontrol etti.	10	
TOPLAM	100	
Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız.		

Öğrencinin	Adı/Soyadı		Öğretmenin Adı/Soyadı		Tarih	
	Sınıfı/Numarası				İmza	

7. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluklara cümle doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (….) Üniform korozyon, metal yüzeyinin her noktasında eşit şekilde gerçekleşir.
2. (….) Antifouling boyalar gemilerin bütün yüzeylerinde kullanılır.
3. (….) Galvanik korozyonda elektron potansiyeli yüksek olan metal daha hızlı korozyona uğrar.
4. (….) Poliüretan boyalar güneş ışınlarına karşı dayanıklı oldukları için son kat boyada kullanılabilir.
5. (….) Kumlama işlemi yüzeydeki eski boya ve pasın temizlenmesi için kullanılan bir yöntemdir.

B) Aşağıda verilen boşluklara doğru kelimeleri yazınız.

6. Metal malzemelerin çevresel etkilerle kimyasal tepkimeye girerek özelliğini kaybetmesine …… denir.
7. Boyanın ana yapısını oluşturan ve yapışmayı sağlayan bileşene …… adı verilir.
8. Korozyonu önlemek için çinko, alüminyum veya magnezyumun gözden çıkarıldığı yönteme …… koruma denir.
9. Elektron potansiyeli farklı metallerin temasında görülen korozyon türüne …… korozyonu denir.
10. Yüzeyi boya veya kaplama malzemesi ile kaplanmış metallerde kaplamanın altında oluşan korozyona …… korozyon denir.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

11. Görsel muayenenin avantaj ve dezavantajlarını nelerdir? Yazınız.

    .....

    .....

12. Antifouling boyaları gemilerde neden kullanılır ? Açıklayınız.

    .....

    .....

13. Kumlama yöntemi ile yüzey temizlik işlemi nasıl yapılır?

    .....

    .....

14. Astar boya uygulanmadan önce yüzey hazırlığı neden önemlidir? Açıklayınız.

    .....

    .....

15. Gemilerde korozyonun başlıca nedenleri nelerdir?

    .....

    .....

CEVAP ANAHTARLARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ

1. YANLIŞ	**6.** KOROZYON
2. DOĞRU	**7.** PÜRÜZSÜZ
3. DOĞRU	**8.** JEL
4. DOĞRU	**9.** YAKICI
5. YANLIŞ	**10.** YANICI

2. ÖĞRENME BİRİMİ

1. YANLIŞ	**8.** CONTA
2. DOĞRU	**9.** SÜZGEÇ
3. DOĞRU	**10.** VALF
4. YANLIŞ	**11.** TORKLAMA
5. DOĞRU	**12.** GÖRSEL
6. YANLIŞ	
7. DOĞRU	

3. ÖĞRENME BİRİMİ

1. DOĞRU	**9.** FAN
2. DOĞRU	**10.** SU ÇEKİCİ
3. YANLIŞ	**11.** KAPAK PASO
4. DOĞRU	**12.** WPS
5. YANLIŞ	**13.** SÖRVEY
6. YANLIŞ	
7. DOĞRU	
8. YANLIŞ	

4. ÖĞRENME BİRİMİ

1. YANLIŞ	**6.** KOROZYON
2. YANLIŞ	**7.** YAĞMURLAMA
3. DOĞRU	**8.** ULTRASONİK
4. DOĞRU	**9.** GÖRSEL
5. YANLIŞ	**10.** KAPLAMA

CEVAP ANAHTARLARI

5. ÖĞRENME BİRİMİ

1. YANLIŞ	**7.** KAVİTASYON
2. DOĞRU	**8.** LAZER
3. YANLIŞ	**9.** STERN TÜP
4. DOĞRU	**10.** TUTYA
5. DOĞRU	**11.** PENETRANT
6. YANLIŞ	

6. ÖĞRENME BİRİMİ

1. DOĞRU	**6.** KAPAK LASTİKLERİ
2. YANLIŞ	**7.** PALANGA
3. DOĞRU	**8.** DİŞLİLER
4. DOĞRU	**9.** YAĞLAMA
5. YANLIŞ	**10.** MATAFORA

7. ÖĞRENME BİRİMİ

1. DOĞRU	**6.** KOROZYON
2. YANLIŞ	**7.** BAĞLAYICI (REÇİNE)
3. YANLIŞ	**8.** KATODİK
4. DOĞRU	**9.** GALVANİK
5. DOĞRU	**10.** FİLİFORM

GENEL AĞ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI

Materyalin genel ağ kaynakçasına ve görsel kaynakçasına buradan ulaşılır.

Karekoda ulaşılamaması durumunda aşağıdaki linki kullanabilirsiniz.

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=4297

Notlar

Notlar

Notlar