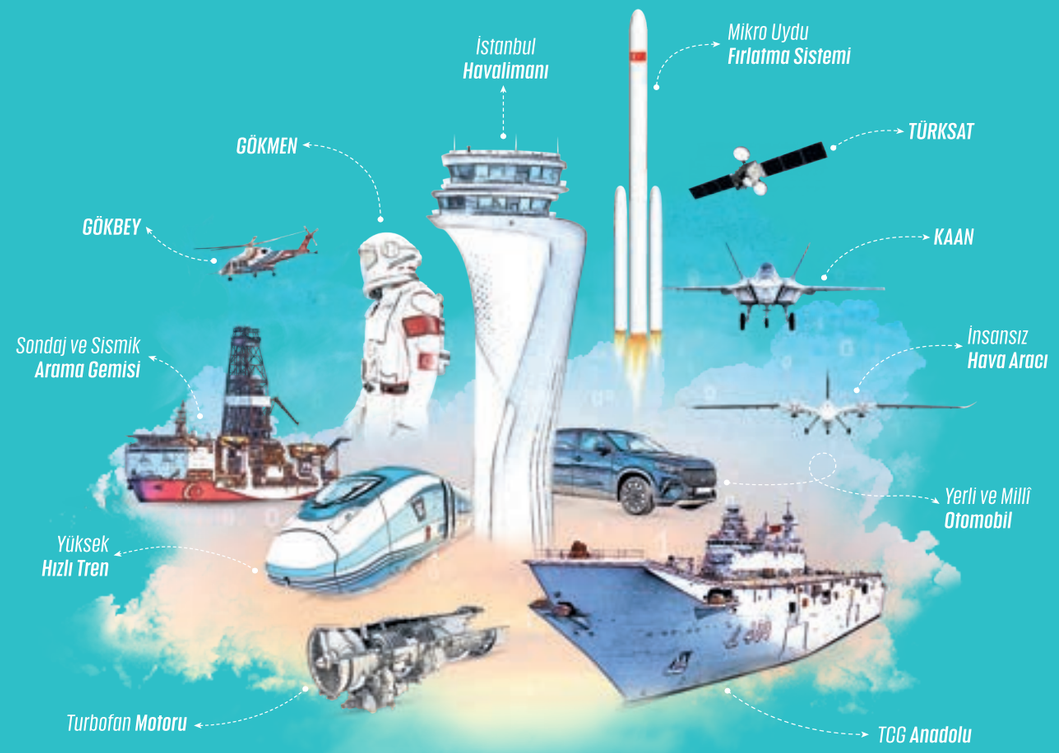
# Bu kitaba sığmayan daha neler var!

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: 978-975-11-8788-8**

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

GEMİ YAPIMI ALANI
GEMİ DONATIM BAKIM ONARIMI
11-12 DERS MATERYALİ

## MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
## GEMİ YAPIMI ALANI



11
12

DERS MATERYALİ

# GEMİ DONATIM BAKIM ONARIMI

# MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

## GEMİ YAPIMI ALANI

# GEMİ DONATIM BAKIM ONARIMI

# 11-12

## DERS MATERYALİ


**YAZARLAR**

İbrahim ÇİL

Yunus AKYÜZLÜ

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 9890
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....: 3342

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** | Mürüvvet KARABEYESER |
| **Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı** | Fatma YILMAZ |
| **Görsel Tasarım Uzmanı** | Seval AYDEMİR |

ISBN: 978-975-11-8788-8

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**

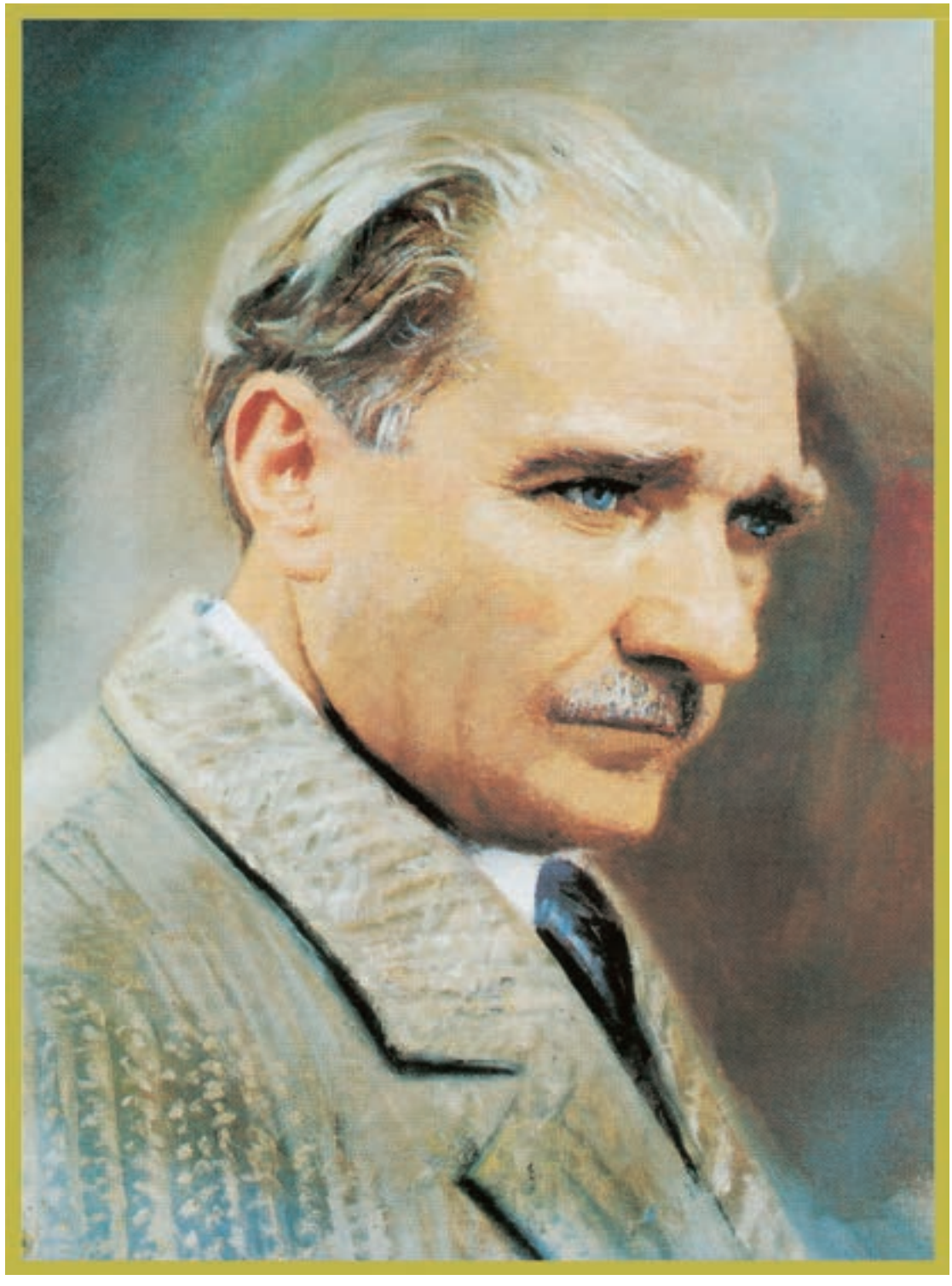
## GENÇLİĞE HİTABE

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: BORULARDA YENİLEME İŞLEMLERİ ..... 11**

GİRİŞ ..... 12

1.1. BORU DEVRESİNİN İZOMETRİSİNİ ÖLÇÜ ALARAK ÇIKARMA ..... 27

1.2. BAKIR BORU YARDIMIYLA ÖLÇÜ ALMA ..... 48

1.3. BORU DEVRESİ ÜZERİNDEN BİREBİR İMALAT YAPMA ..... 48

**ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI ..... 55**

**2. ÖĞRENME BİRİMİ: VALFLERDE BAKIM VE ONARIM İŞLEMLERİ ..... 57**

GİRİŞ ..... 58

2.1. VALFLERİN ÜZERİNDEKİ KOROZYONU GİDERME VE YENİDEN BOYAMA ..... 87

2.2. VALFLERİN DIŞ YÜZEYİNDE KALAN MEKANİK PARÇALARI YAĞLAMA ..... 108

2.3. SIZDIRMAZLIK SAĞLAMA ..... 111

2.4. EMNİYET VE ÇABUK KAPAMA VALFLERİNİN BASINÇ AYARINI YAPMA ..... 123

**ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI ..... 127**

**3. ÖĞRENME BİRİMİ: POMPALARDA BAKIM VE ONARIM İŞLEMLERİ ..... 129**

GİRİŞ ..... 130

3.1. POMPALARIN ÜZERİNDEKİ KOROZYONU GİDERME VE YENİDEN BOYAMA ..... 139

3.2. EMME HATTI FİLTRESİNİ DEĞİŞTİRME ..... 150

3.3. MEKANİK VE SIZDIRMAZLIK PARÇALARINI DEĞİŞTİRME ..... 157

**ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI ..... 173**

**4. ÖĞRENME BİRİMİ: HİDROLİK-PNÖMATİK SİSTEMLERDE BAKIM VE ONARIM İŞLEMLERİ . 175**

GİRİŞ ..... 176

4.1. HİDROLİK SİSTEMLER ÜZERİNDEKİ ATIKLARI TEMİZLEME ..... 193

4.2. HİDROLİK SİSTEMLERDEKİ SIZDIRMAZLIK ELEMANLARINI DEĞİŞTİRME ..... 199

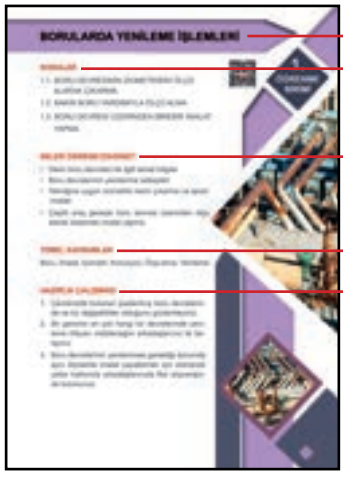
4.3. PNÖMATİK SİSTEMLERDEKİ SIZDIRMAZLIK ELEMANLARINI DEĞİŞTİRME ..... 212

**ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI ..... 223**

**CEVAP ANAHTARI ..... 225**

**KAYNAKÇA ..... 226**

# DERS MATERYALİNİN TANITIMI




Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan konuları gösterir.

Öğrenme biriminde neler öğrenileceğinin ön bilgilerini gösterir.

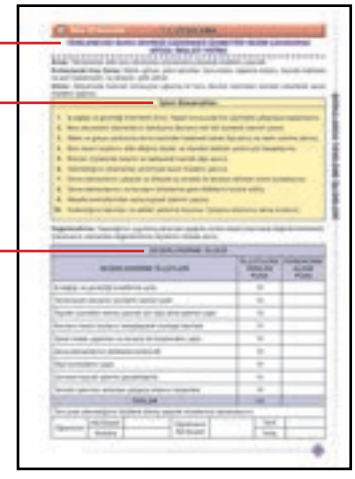
Öğrenme birimindeki önemli kavramları gösterir.

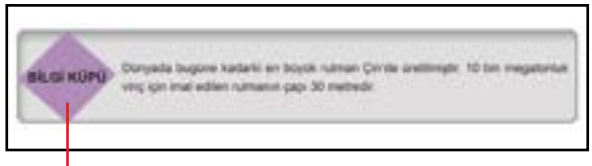
Öğrenme biriminde yer alan konulara dikkat çekmek ve öğrencilerde merak duygusunu geliştirmek amacıyla yapılan çalışmaları gösterir.

Konuyla ilgili uygulama çalışmasını gösterir.

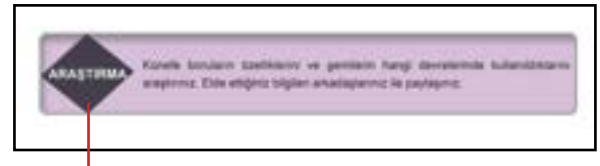
Uygulama çalışmasının işlem basamaklarını gösterir.

Uygulama çalışmasının değerlendirme ölçeğini gösterir.

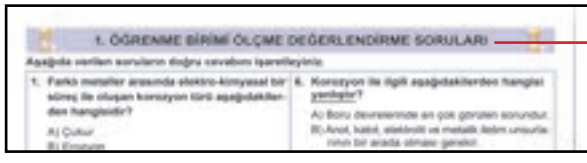





Konuyu pekiştirmek için öğrenciye gerekli olan ipuçlarını sunar.




Konu ile ilgili araştırma çalışmalarını içerir.




Öğrenme biriminde yer alan konulara göre hazırlanan ölçme değerlendirme sorularını 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.

# BORULARDA YENİLEME İŞLEMLERİ

1. ÖĞRENME BİRİMİ

## KONULAR

1.1. BORU DEVRESİNİN İZOMETRİSİNİ ÖLÇÜ ALARAK ÇIKARMA

1.2. BAKIR BORU YARDIMIYLA ÖLÇÜ ALMA

1.3. BORU DEVRESİ ÜZERİNDEN BİREBİR İMALAT YAPMA

## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Gemi boru devreleri ile ilgili temel bilgiler
- Boru devrelerinin yenilenme sebepleri
- Tekniğine uygun izometrik resim çıkarma ve spool imalatı
- Çeşitli araç gereçle boru devresi üzerinden ölçü alarak kademeli imalat yapma

## TEMEL KAVRAMLAR

Boru, İmalat, İzometri, Korozyon, Ölçü Alma, Yenileme

## HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Çevrenizde bulunan paslanmış boru devrelerinde ne tür değişiklikler olduğunu gözlemleyiniz.
2. Bir geminin en çok hangi tür devrelerinde yenileme ihtiyacı olabileceğini arkadaşlarınız ile tartışınız.
3. Boru devrelerinin yenilenmesi gerektiği durumda aynı ölçülerde imalat yapabilmek için izlenecek yollar hakkında arkadaşlarınızla fikir alışverişinde bulununuz.





# GİRİŞ

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 ve 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 çözüm olacaktır.

## Gemi Boru Devreleri ile İlgili Temel Bilgiler

- Gemilerde kullanılan boruların çoğu 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 destek ve askı sistemleri ile donatılır.
- Yanıcı madde taşıyan boru devrelerinde mümkün olduğunca az sayıda bağlantı noktası bulunur ve bunlar sıcak yüzeylerle temas etmemeleri için izole edilir.

## 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 üç sörvey dönemi vardır:

1. **Yıllık Sörvey:** Gemilerin ilk klasa giriş tarihinin ya da son klas yenileme tarihinin yıldönümünden üç ay önce veya sonra yapılır.
2. **Ara Sörvey:** Gemilerin, 2 ya da 3. yıllık sörveylerinde veya bu sörveylerin arasında yapılır.
3. **Yenileme Sörveyi:** Gemilerin 5 yıllık periyotlarla yapılan sörveyidir.

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 şüphelenilen 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 1.1'deki işlemlere dikkat edilir.

**Tablo 1.1: 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 kullanılan 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. |

## 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 ve akışkan özellikleri olan, değişken ortamlarda çalışması gereken bu boru devrelerinin uygun özelliklere sahip malzemelerle donatılması gerekir.

**a) Sintine Sistemi (Bilge System):** Gemilerin bünyesinde bulunan sintine kuyularında çeşitli ekipmanlardan sızan deniz suyu, yağ, yakıt ve gemi saclarında yoğuşma sonucu oluşan sular toplanır (Görsel 1.1). Sintine sistemleri, bu oluşan atık sıvıları temizlendikten sonra denize atar veya pis su tankına gönderir. Bu sistem; makine daireleri, tüneller, kargo ambarları ve koferdamlardaki sintine kısımlarında görev yapar. Her alanın kendine ait boru tesisatı bulunur. Gemilerde geri veya çapraz akışı önleyecek geri döndürmez (çek) valflerle donatılmış iki sintine pompası bulunur.



**Görsel 1.1: Sintine kuyusu devre bağlantıları**

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 döşenmelidir. Sintine alıcıları geminin iskele ve sancak yönlerine birer tane, baş ve kıç kısımlarda yer alan bölmeler için de her bölmeye bir adet yerleştirilir. 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 Sistemi (Ballast System):** Gemiler yüksüzken daha stabil bir seyir yapabilmek için deniz sandıklarından (kinistin) gemiye giriş yapan deniz suyunu, balast tanklarına alarak draft mesafesini artırır (Görsel 1.2). Yük alırken de tanklardaki balast suyunu denize boşaltır. Balast sistemi, pompalar yardımıyla bu balast alma veya boşaltma işlemini gerçekleştirir. 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. 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.



**Görsel 1.2: Balast devresinin kinistin boru bağlantısı**

**c) Yangın Söndürme Sistemi (Firefighting System):** Yangın durumuna karşı geminin her bölgesinde yangın devre boruları kullanılır. Gemilerin yangınla mücadele ekipmanlarının özellikleri, Uluslararası Denizde Can Emniyeti (SOLAS) 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 1.3). 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 $^0$C 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 1.4).



**Görsel 1.3: Ana yangın hattının hidrantlara bağlantısı**



**Görsel 1.4: 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 1.5). Ana karbondioksit hatları, karbondioksit tüpleri ile aynı basınca dayanacak şekilde tasarlanırken dağıtım hatları daha düşük basınca göredir. **Yüksek genleşmeli köpük** sistemlerinde düşük basınçlı yumuşak çelik borular tercih edilir (Görsel 1.6). Genleşme oranı 1/200 olan köpük kullanılır. Devre basıncı 4-5 bardır.



**Görsel 1.5: Karbondioksit devre bağlantıları**



**Görsel 1.6: Yüksek genleşmeli köpük sistemi**

**ç) Akaryakıt ve Yanıcı Sıvı Taşıyan Sistemler (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, borda depolama tanklarında depolanır (Görsel 1.7). Yakıt boruları balast tanklarından veya balast boruları yakıt tanklarından geçebilmektedir. Ancak kirlilik riskinden dolayı klas kuruluşları 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 yüzeylere temas etmesi ciddi riskler doğuracaktır. 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.

**d) Dizel Makinelerin Soğutma Sistemleri (Engine Cooling Systems):** 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 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 1.8). 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 gelmektedir. 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 kullanılmaktadır. Tatlı su devreleri de yumuşak çelikten imal edilir. Bu devreler kapalı sistem çalıştığı için korozyonun önüne kimyasal ürünler kullanılarak geçilir.

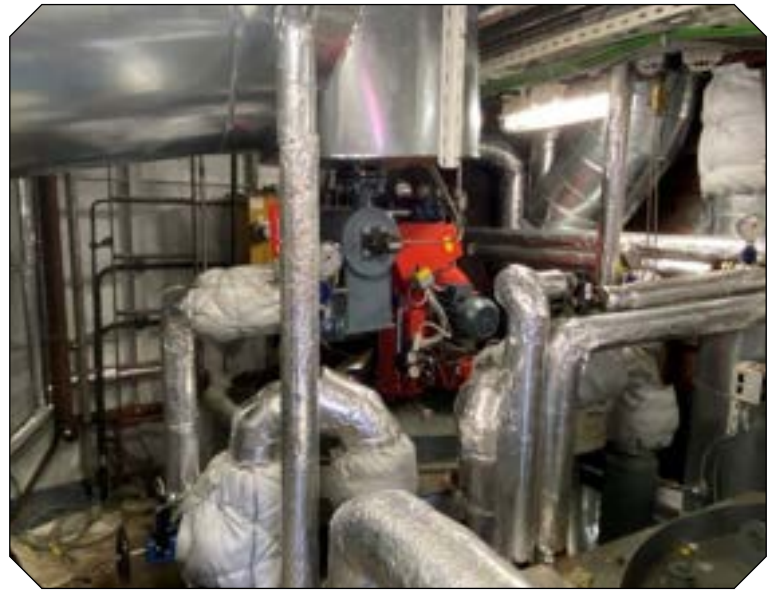


**Görsel 1.7: Yakıt devrelerinin tank bağlantıları**



**Görsel 1.8: 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 mahalinde 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 1.9).



**Görsel 1.9: Yalıtımı yapılmış buhar devreleri**

**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 ve manifoldu bulunur. 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 1.10).



**Görsel 1.10: 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 1.11). 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. Güverte de bulunan hidrolik boruların korozyona uğramasını önlemek önemlidir. Hidrolik borularla çalışırken veya değiştirirken temizlik işlemine dikkat edilmelidir. Devrelerin korozyon, sızıntı veya mekanik hasar yönünden düzenli olarak kontrolü yapılır.



**Görsel 1.11: 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 1.12). 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 1.13). 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 1.12: Hava firar borusu**



**Görsel 1.13: İskandil borusu**

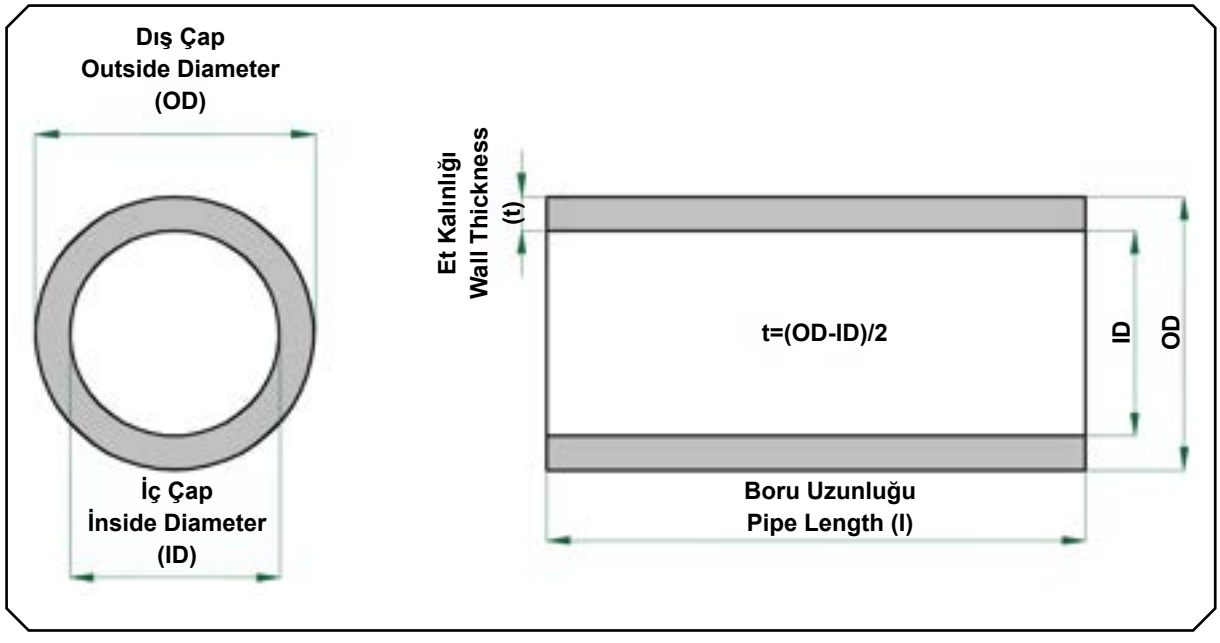
## Gemi Boru Devre Tasarımı

Gemi boru devrelerinin tasarımına, imalatına ve yenileme prosedürlerine yönelik kuralları klas kuruluşları belirler. Bu kurallar; borunun nasıl kullanılacağını, taşıyacağı akışkanı, inşa malzemelerini, kaynak ve test prosedürlerini ele alır. Boru devre tasarımlarında göz önünde bulundurulacak konular şunlardır:

**a) Boru Tipleri:** Gemi boruları her biri farklı gereksinimlere sahip üç sınıfta gruplandırılır. **Sınıf-I (Class-I) boruları,** en katı kurallara uyması gereken ve en zorlu şartlarda çalışacak olan borulardır. 16 bar basınç veya 150 $^0$C sıcaklık üzerinde çalışan akaryakıt borularını ve 16 bar basınç veya 300 $^0$C sıcaklık üzerinde çalışan buhar borularını içerir. **Sınıf-II (Class-II)** boruları daha hafif gereksinimlere sahiptir. **Sınıf-III (Class-III)** boruları en düşük gereksinimlere sahip borulardır. 7 bar basınç altında ve 60 $^0$C sıcaklıkta çalışan yakıt borularını içerir. Boru tipi seçimi yapılırken akışkanın sıcaklığı, basıncı ve türü dikkate alınmalıdır.

**b) Boru Malzemesi:** Boruların çoğu yumuşak çelikten imal edilir ancak tehlikeli kimyasallar ve aşındırıcı sıvılar için paslanmaz çelik borular tercih edilir. Bazı kimyasallar yalnızca paslanmaz çelikten yapılan tanklarda ve borularla taşınabilir. Küçük çaplı deniz suyu borularında bakır kullanılabilir. Cam elyaf takviyeli epoksi borular balast ve deniz suyu içerikli devrelerde tercih edilebilir. Sıhhi tesisatlarda plastik borular kullanılabilir ancak yangına dayanıklılık için standart testlerden geçme zorunluluğundan dolayı kullanımları sınırlıdır.

**c) Boru Ölçüleri:** Bir borunun ölçüleri; çap, et kalınlığı ve uzunluğunu içerir (Şekil 1.1). Bir borunun çapı; belirli bir viskoziteye sahip sıvıyı, belirli bir hızda iletmek için gereken minimum kesit alanına bağlıdır. Borunun et kalınlığı; malzemesine, taşınacak akışkanın sıcaklığına ve basıncına göre seçilir. Hidrolik devreler gibi yüksek basınçlarda çalışan sistemlerin borularının et kalınlığı fazla olurken balast devreleri gibi düşük basınçlı sistemlerin boruları daha az et kalınlığına sahiptir. Et kalınlığı belirlenirken korozyonun etkileri de dikkate alınır. Belirlenecek kalınlık, klas kuruluşunun istediği minimum kalınlıktan az olmamalıdır. Tank ve sac geçişlerinde boruların et kalınlığı normalden daha fazladır.




**Şekil 1.1: Boru ölçüleri**

**BİLGİ KÜPÜ**

Gemi devrelerindeki elemanlar için DN, SCH ve PN ile gösterilen bazı kısaltmalar vardır. Bunların ne anlama geldiğini bilmek, devreleri 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 1.2'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.2: 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):** Boruların 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 borunun 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.

**ç) Pompa Bağlantıları:** Pompalar ile boruların bağlantıları flanşlar yardımıyla yapılır (Görsel 1.14). Flanşlı bağlantı noktası devre içindeki potansiyel zayıf noktalardan biridir. Pompada doğru basıncı kalibre etmesi için çıkış hattına orifisler takılır. Burada türbülanslı akış meydana geldiği için erozyon ve aşındırıcı korozyon gerçekleşebilir. Kaynaklı flanşlar, kaynak metalinde veya ısıdan etkilenmiş bölgede hızlandırılmış korozyona eğilimlidir.

**d) Boru Bağlantı Elemanları:** Düz, dirsekli veya Te bağlantılı devre imalatında genellikle flanşlı birleştirmeler tercih edilir (Görsel 1.15). Düşük basınçlı sistemlerde kullanılan küçük çaplı boruların dışında dişli bağlantılar kullanılmaz. Geminin enine ve boyuna yapacağı bükülme ve esnemeler ile termal genişlemelere karşı boru devrelerine mekanik, genişlemeli veya kayar tipte bağlantılar yapılır. Bu genleşme bağlantıları sürekli yüksek titreşimin olduğu yerlerde ve ambarlar ile tankların içinde kullanılmaz. Klas kuralları genleşme bağlantılarının hangi boru sistemlerinde kullanılacağını ve yerlerini belirler.



**Görsel 1.14: Pompa bağlantıları**



**Görsel 1.15: Flanşlı bağlantı elemanları**

**e) Kelepçe ve Destek Bağlantıları:** Boruların mevcut pozisyonlarını sabitlemek için kullanılan kelepçe ve destek elemanları hareketi ve titreşimi önler. Yetersiz ve uygun yapılmayan destek bağlantıları boruların titreşim sonucunda çatlamalarına neden olabilir. Kelepçe ve destek sayısı boruların çapına, uzunluğuna, konumuna ve taşınan akışkanın özelliklerine bağlıdır. Muayene prosedürleri, izolasyonun veya makine dairesi zemin plakalarının altında görünmeyecek konumda olanlarda dâhil olmak üzere bütün destek ve kelepçelerin düzenli olarak kontrol edilmesi esasına göre programlanmalıdır (Görsel 1.16).



**Görsel 1.16: Boru hattının desteklenmesi**

**f) Valf Bağlantıları:** Valfler, boruların bölmelerden izolasyonunu sağlamak için kullanılır. Genellikle emme, besleme, geçiş ve dağıtım hatları ile boruların sökülmesi gerekebilecek yerlere bağlanır (Görsel 1.17). Gemi saclarına bağlanan valfler, flanşlı olarak çelikten veya diğer sünek malzemelerden imal edilir. Kazan blöf valfleri, yakıt ve yağlama tanklarına takılan valfler ile geminin dip sacına bağlanan valfler sfero veya gri dökümden üretilen valflerden seçilmez. Çatışma perdesi saclarına, kızgın yağ sistemlerine ve yakıt devrelerinin sınıf-II borularına gri dökme demirden imal edilen valfler bağlanmaz. Gemi sacına bağlanan valfler, düzenli olarak (aylık) açılıp kapatılmalı ve milleri yağlanmalıdır. Acil durumlarda hızlı müdahale edebilmek için valf kollarının yüksek görünürlük sağlayacak boyalarla boyanması gerekir.



**Görsel 1.17: Valf bağlantıları**

## Boru Devrelerindeki Problemlerin Nedenleri

Gemi boru devrelerinin zorlu çalışma şartları vardır. Çok yüksek veya çok düşük sıcaklıklarda aşındırıcı ve korozif sıvılar taşır. 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 (Görsel 1.18). Korozyonun ilerlemesi ile metal malzemelerin fiziksel özellikleri değişir. Malzeme, sağlamlığını ve işlevselliğini kaybeder. Bunun yanında korozyon, çevre ve insan sağlığı için de tehlikelidir. Boru devreleri içten ve dıştan korozyona uğrar. İçerden uğradıkları korozyonlar; genel, aşındırıcı, galvanik, erozyon ve yorulma şeklinde olur. Dışardan 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. Boru devrelerinde görülen bazı korozyon türleri şunlardır:



**Görsel 1.18: Korozyona uğramış boru devreleri**

**a) Genel-Tekdüze Korozyon (Uniform Corrosion):** Metale yönelik en yaygın saldırı şeklidir ve devrenin tamamına dengeli bir şekilde yayılmıştır. 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. Ölçülen korozyon, tasarım payından büyükse o boru devresinin yenilenmesi gerekir. Tankerlerin güvertelerinde bulunan buhar devrelerinde de bu korozyon meydana gelebilir. Borular izole edildikten sonra bir şekilde ıslanırsa korozyon burada hızla ilerler. Aşağıdaki Tablo 1.3'te çelik boru devreleri için optimum korozyon toleransları verilmiştir.

**Tablo 1.3: 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. | | | |

**b) 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.

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

**ç) 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 süreç belli bir süre boyunca gerçekleşir. Boru yenilenmezse zayıflayarak kırılır. Bu da istenmeyen sonuçlar doğurabilir. Grafit korozyonunun önüne geçmek için denizle bağlantısı olan her dökme demir boru ve bağlantı elamanı belirlenmelidir. On yıldan eski boruların et kalınlığını, ultrasonik ekipmanlar ile her yıl düzenli olarak ölçmek gerekir. Geminin havuz sörveyinde olması durumunda, bu boru devreleri sökülüp iç kısımları detaylı bir şekilde incelenir.

**ARAŞTIRMA**

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

Gemi boru devrelerinde görülen problemlerin çoğu korozyondan kaynaklanır ancak korozyon dışında da boru devrelerinde problemlere neden olan ve boru devrelerinin yenilenmelerini gerektiren durumlar vardır:

**1) Aşınma ve Erozyon:** Akışkanın boru iç yüzeyini aşındırmasıyla ortaya çıkar. Boruların aşınma mı yoksa erozyon ile mi 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 1.19). **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 azaltır.

**2) 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 1.20).

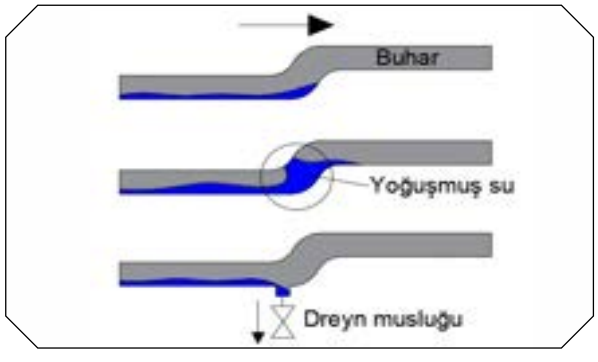


**Görsel 1.19: Erozyona uğramış borunun iç yüzeyi**



**Görsel 1.20: Kompansatör bağlantısı**

**3) 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 1.21).




**Görsel 1.21: Su çekici**

**4) 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 harici ısıtma sistemi (heat tracing) veya antifriz eklemesi yapılabilir (Görsel 1.22).



**Görsel 1.22: Boru devresine harici ısıtma uygulanması**

**5) 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.

## Boru Devrelerindeki Problemlerin Çözülmesi

Bir gemideki bütün boru devrelerini tek tek incelemek mümkün değildir. Bu da problemlerin ortaya çıkmasından sonra müdahale edilebileceğini gösterir. Bir boru devresinde arızalanma ve sorunlar olduğu tespit edilirse aşağıdaki işlemler yapılmalıdır:

- İlgili devre pompalarının elektriği kesilerek devreden çıkartılır. Boru devresinin etkilenen bölgesinin valfleri kapatılır ve kör flanşlar ile izole edilir.
- Sızıntının kaynağı araştırılır ve tamir kelepçesi ile sızıntı yeri kapatılarak geçici önlem alınır. İlk fırsatta bu boru devresi atölye ortamında tamir edilir veya tamamen yenilenir.
- Elektrikli ekipmanların ıslanmamasına dikkat edilir. Ekipmanların ıslak olması hâlinde elektrik çarpması yaşanabileceğinden bunların elektrik bağlantıları kesilir.
- Yağ ve yakıt sızması olduysa 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.

## 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 aşağıdaki işlemler yapılmalıdır.

- 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.
- Valfler düzenli aralıklarla açıp kapatılır. Nadir kullanılanlar ve kaplama sacına bağlı valflerde buna daha çok dikkat edilir.
- 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.
- Flanşlarda ve diğer bağlantılarda çatlak, sızıntı ve delikleri ortaya çıkarmak için basınç testi uygulanır.

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, kısa sürede boru devrelerinin yeniden imal edilerek ortadan kaldırılması 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. Kalıcı onarımda yapılan yenileme işlemlerinde boru devrelerinin imalat işlemleri için uygulanan bazı ölçü çıkarma yöntemleri uygulanır.

**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 meydan 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.: 15.07.2024)*

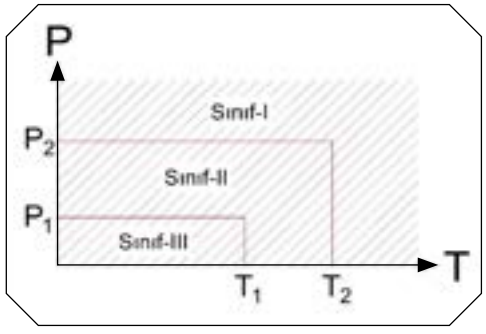
## 1.1. BORU DEVRESİNİN İZOMETRİSİNİ ÖLÇÜ ALARAK ÇIKARMA

Yenileme işlemi yapılacak boru devreleri uygun ölçü aletleri kullanılarak devreden sökülmeden üzerinden ölçü alınır. Bu ölçüleri alırken devrede kullanılan boruların, bağlantı elemanlarının ve flanşların ölçüleri, açıları, konumları, yönleri not edilir. Elde edilen veriler yardımıyla devrenin izometrik resmi çıkartılır. Bu resme göre devrenin imalatı yapılır.

### 1.1.1. 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 yenileme 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 1.1 ve Tablo 1.4). Sınıf-I ve Sınıf-II kategorisine ait borular, valfler ve bağlantı elemanlarının imalatları klas onaylı olarak yapılır.




**Grafik 1.1: Boru sınıfları**

**Tablo 1.4: Devre İçeriğine ve Sınıflarına Göre Basınç ve Sıcaklık Değerleri**

| Devre İçeriği | Sınıf-I | | Sınıf-II | | Sınıf-III | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | P> (bar) | T> (ºC) | P (bar) | T (ºC) | P≤ (bar) | T≤ (ºC) |
| Zehirli ve aşındırıcı | Tümü | | Uygulanamaz | | Uygulanamaz | |
| Parlama noktasının üzerinde veya parlama noktası 60 ºC'un altında olan | | | Uygulanamaz 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 parçaları 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 belirlenirken dizayn basıncı, borunun imalat yöntemi, korozyon toleransları, mukavemet değerleri, taşıyacağı akışkanın sıcaklığı, pompalama kapasitesi gibi ölçütlere göre belirlenir. Tablo 1.5'te çelik ve bakır borulara ait ölçüler verilmiştir.

**Tablo 1.5: 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 | | |
| 6 | 1/8 | 10,2<br>12,0 | 1,6<br>1,6 | - | - | - | - | - | 1,0<br>1,0 | 1,0<br>1,2 | 0,8<br>1,0 |
| 8 | 1/4 | 13,5<br>16,0 | 1,8<br>1,8 | - | - | - | - | - | 1,0<br>1,0 | 1,2<br>1,2 | 1,0<br>1,0 |
| 10 | 3/8 | 17,2<br>19,3<br>20,0 | 1,8<br>1,8<br>2,0 | - | - | - | - | - | 1,0<br>1,0<br>1,0 | 1,2<br>1,2<br>1,2 | 1,0<br>1,0<br>1,0 |
| 15 | 1/2 | 21,3<br>25,0 | 2,0<br>2,0 | - | 3,2<br>3,2 | - | 3,2<br>3,2 | 2,6<br>2,6 | 1,6<br>1,6 | 1,2<br>1,5 | 1,0<br>1,2 |
| 20 | 3/4 | 26,9<br>30,0 | 2,0<br>2,0 | - | 3,2<br>3,2 | - | 3,2<br>4,0 | 2,6<br>3,2 | 1,6<br>1,6 | 1,5<br>1,5 | 1,2<br>1,2 |
| 25 | 1 | 33,7<br>38,0 | 2,0<br>2,0 | -<br>4,5 | 3,2<br>3,6 | -<br>6,3 | 4,0<br>4,0 | 3,2<br>3,2 | 1,6<br>1,6 | 1,5<br>1,5 | 1,2<br>1,2 |
| 32 | 1 1/4 | 42,4<br>44,5 | 2,0<br>2,0 | 4,5<br>4,5 | 3,6<br>3,6 | 6,3<br>6,3 | 4,0<br>4,0 | 3,2<br>3,2 | 1,6<br>1,6 | 1.5<br>1.5 | 1.2<br>1.2 |
| 40 | 1 1/2 | 48,3<br>51,0<br>54,0<br>57,0 | 2,3<br>2,3<br>2,3<br>2,3 | 4,5<br>4,5<br>4,5<br>4,5 | 3,6<br>4,0<br>4,0<br>4,0 | 6,3<br>6,3<br>6,3<br>6,3 | 4,0<br>4,5<br>4,5<br>4,5 | 3,2<br>3,6<br>3,6<br>3,6 | 1,6<br>1,6<br>1,6<br>1,6 | 2.0<br>2.0<br>2.0<br>2.0 | 1.5<br>1.5<br>1.5<br>1.5 |
| 50 | 2 | 60,3<br>63,5<br>70,0 | 2,3<br>2,3<br>2,6 | 4,5<br>4,5<br>4,5 | 4,0<br>4,0<br>4,0 | 6,3<br>6,3<br>6,3 | 4,5<br>5,0<br>5,0 | 3,6<br>3,6<br>3,6 | 2,0<br>2,0<br>2,0 | 2.0<br>2.0<br>2.0 | 1.5<br>1.5<br>1.5 |
| 65 | 2 1/2 | 76,1<br>82,5 | 2,6<br>2,6 | 4,5<br>4,5 | 4,5<br>4,5 | 6,3<br>6,3 | 5,0<br>5,6 | 3,6<br>4,0 | 2,0<br>2,0 | 2.0<br>2.0 | 1.5<br>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<br>108,0 | 2,9<br>2,9 | 4,5<br>4,5 | 4,5<br>4,5 | 7,1<br>7,1 | 6,3<br>7,1 | 4,0<br>4,5 | 2,0<br>2,0 | 2.5<br>2.5 | 2.0<br>2.0 |
| 100 | 4 | 114,3<br>127,0<br>133,0 | 3,2<br>3,2<br>3,6 | 4,5<br>4,5<br>4,5 | 4,5<br>4,5<br>4,5 | 8,0<br>8,0<br>8,0 | 7,1<br>8,0<br>8,0 | 4,5<br>4,5<br>5,0 | 2,3<br>2,3<br>2,3 | 2.5<br>2.5<br>3.0 | 2.0<br>2.0<br>2.5 |
| 125 | 5 | 139,7<br>152,4<br>159,0 | 3,6<br>4,0<br>4,0 | 4,5<br>4,5<br>4,5 | 4,5<br>4,5<br>4,5 | 8,0<br>8,8<br>8,8 | 8,0<br>8,8<br>8,8 | 5,0<br>5,6<br>5,6 | 2,3<br>2,3<br>2,3 | 3.0<br>3.0<br>3.0 | 2.5<br>2.5<br>2.5 |
| 150 | 6 | 168,3<br>177,8 | 4,0<br>4,5 | 4,5<br>5,0 | 4,5<br>5,0 | 8,8<br>8,8 | 8,8<br>- | 5,6<br>- | 2,3<br>2,3 | 3.0<br>3.0 | 2.5<br>2.5 |
| 175 | 7 | 193,7 | 4,5 | 5,4 | 5,4 | 8,8 | - | - | 2,3 | 3.5 | 3.5 |
| 200 | 8 | 219,1 | 4,5 | 5,9 | 5,9 | 8,8 | - | - | 2,6 | 3.5 | 3.0 |
| 225 | 9 | 244,6<br>267,0 | 5,0<br>5,0 | 6,3<br>6,3 | 6,3<br>6,6 | 8,8<br>8,8 | -<br>- | -<br>- | 2,6<br>2,6 | 3.5<br>3.5 | 3.0<br>3.0 |
| 250 | 10 | 273,0<br>298,5 | 5,0<br>5,6 | 6,3<br>6,3 | 6,3<br>6,3 | 8,8<br>8,8 | -<br>- | -<br>- | 2,9<br>2,9 | 4.0<br>4.0 | 3.5<br>3.5 |
| 300 | 12 | 323,9 | 5,6 | 6,3 | 6,3 | 8,8 | - | - | 3,6 | 4.0 | 3.5 |
| 350 | 14 | 355,6<br>368,0 | 5,6<br>5,6 | 6,3<br>6,3 | 6,3<br>6,3 | 8,8<br>8,8 | -<br>- | -<br>- | 3,6<br>3,6 | 4.0<br>4.0 | 3.5<br>3.5 |
| 400 | 16 | 406,4<br>419,0 | 6,3<br>6,3 | 6,3<br>6,3 | 6,3<br>6,3 | 8,8<br>8,8 | -<br>- | -<br>- | 3,6<br>4,0 | 4.0<br>4.0 | 3.5<br>3.5 |
| 450 | 18 | 457,2<br>508,0 | 6,3<br>- | 6,3<br>- | 6,3<br>- | 8,8<br>- | -<br>- | -<br>- | 4,0<br>4,0 | 4.0<br>4.5 | 3.5<br>4.0 |

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

**BİLGİ KÜPÜ**

Ülkemizde borulama standartları olarak genellikle ANSI, ASME, ASTM, API, ISO, DIN, JIS normları kullanılmaktadır. Borulama işlemleri yapılırken hangi standartta imalat yapılacağına göre devre elemanlarının ölçülerinde değişiklikler olur. Bu yüzden ilgili standardın tablolarındaki verilere göre imalat ölçüleri belirlenir.

- **ANSI:** American National Standards Institute
- **ASME:** The American Society of Mechanical Engineers
- **ASTM:** American Society for Testing and Materials
- **API:** The American Petroleum Institute
- **ISO:** International Organization for Standardization
- **DIN:** Deutsches Institut für Normung
- **EN:** European Norms
- **JIS:** Japan Industrial Solutions

**ARAŞTIRMA**

Künefe (CuNiFe) boruların özelliklerini ve gemilerin hangi devrelerinde kullanıldıklarını araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

## 1.1.2. Boru Devrelerinde Kullanılan 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 1.23). 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) 90⁰ Kaynaklı**



**b) 90⁰ Dişli**



**c) Kuyruklu**



**ç) 45⁰ Dişli**

**Görsel 1.23: Dirsek çeşitleri**

**b) Te:** Ana boru hatlarından genellikle 90° kol almak (branch- branşman) için kullanılan fitinglerdir (Görsel 1.24). 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 1.24: Te çeşitleri**

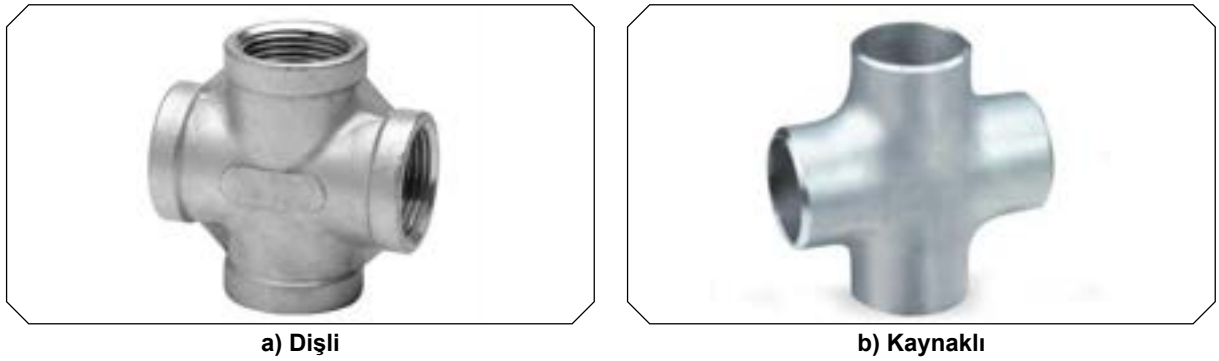
**c) Redüksiyon:** Boru hatlarında çap düşürmek için kullanılan fitinglerdir (Görsel 1.25). Redüksiyon ölçüsü tanımlanırken önce büyük çap sonra küçük çap belirtilir. Redüksiyonlar eksantrik-merkez eksenleri kaçık (eccentric reducer-ECC) ve konsantrik-merkez eksenleri doğrusal (concentric reducer-CONC) 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 1.25: Redüksiyon çeşitleri**

**ç) Kruva:** Boru hatlarına tek bir eleman olarak aynı anda dört farklı yön verebilen fitinglerdir (Görsel 1.26). Düz ve redüksiyonlu tipleri mevcuttur.



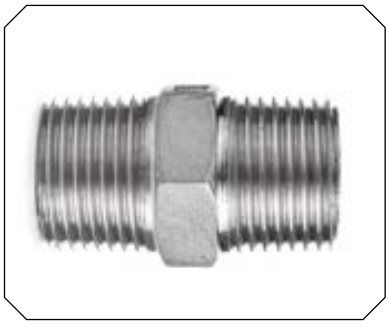
a) Dişli | b) Kaynaklı

**Görsel 1.26: Kruva çeşitleri**

**d) Nipel:** Boruların birbirine uç uca eklenmesini dış yüzeyden sağlayan fitinglerdir (Görsel 1.27). 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 1.27: Nipel çeşitleri**

**e) Diğer Muhtelif Fitingler:** Boruların birbirine uç uca eklenmesini iç yüzeyden sağlayan fitinglere **manşon** denir. Kaynaklı (Görsel 1.28.a) ve dişi dişli (Görsel 1.28.b) olurlar. Çap arttıkça, kullanılan manşonun çapıyla birlikte uzunluğu da artar. **Oynar başlı rakorlar,** daha çok bakım onarım işlerinde tesisatı yerinden çıkarmadan birbirine bağlayan 3 parçalı fitingdir (Görsel 1.28.c). Dişi veya erkek dişli olarak imal edilir. Konik rakor olarakta adlandırılır. **Rakor redüksiyonlar,** bir tarafı erkek dişli bir tarafı dişi dişli olan çaplar arası geçişi sağlayan fitingdir (Görsel 1.28.ç). İçten dişliye boru bağlanırken dıştan dişliye başka bir fiting bağlanabilir. **Kör tapalar,** 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 1.28.d). **Kepler** ise, kaynaklı olarak imal edilirler ve devrenin sonuna kaynaklanır (Görsel 1.28.e).



**a) Kaynaklı manşon**



**b) Dişli manşon**



**c) Oynar başlı rakor**



**ç) Rakor redüksiyon**



**d) Kör tapa**



**e) Kep**

**Görsel 1.28: Muhtelif fitingler**

**ARAŞTIRMA**

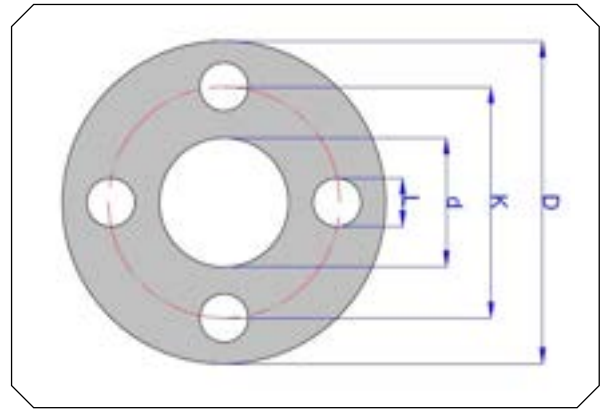
Boru bağlantı elemanlarından olan olet çeşitleri ve bağlantıları hakkında araştırma yapınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

## 1.1.3. Boru Devrelerinde Kullanılan Flanşlar

Borulama elemanlarının birbirine cıvatalarla bağlanmasını sağlayan dairesel kesitli elemanlara **flanş (flange)** denir. Flanşlar; ayrıca boru tesisatının tamamını sökmeden, problem görülen kısımlarda temizlik, bakım, onarım gibi işlemlerin yapılmasını da sağlar. Flanşlı bağlantılar, iki flanşın arasına konulan contalar ve bu flanşların cıvatalarla sıkılması ile yapılır (Görsel 1.29). Flanşlar; cıvata delik çapı (L), iç çap (d), cıvata dairesi çapı (K), dış çap (D), cıvata delik sayısı (n) ve et kalınlığı (t) ölçülerine sahiptir (Şekil 1.2).



**Görsel 1.29: Flanş bağlantısı**




**Şekil 1.2: Flanş ölçüleri**

Flanş üretiminde genellikle paslanmaz çelik ve dökme demir tercih edilir. Gemi boru devrelerinin sahip olduğu basınç, sıcaklık ve çap parametrelerine uygun olarak flanş seçimi yapılır. En sık kullanılan flanş çeşitleri kaynak boyunlu, çıkıntılı, dişli ve kör flanşlardır (Görsel 1.30). Kaynak boyunlu flanş (Welding Neck Flange); V-kaynak ağzı açılarak, alın kaynağı yöntemi ile tam bir nüfuziyet sağlanarak devre elemanıyla birleştirilir. Çıkıntılı flanş (Slip On Flange) ise boruya giydirilerek hem içerden hem de dışardan köşe kaynağı ile kaynatılır. Dişli flanşlar (Threaded Flange); düşük basınç ve sıcaklıklarda kullanılacak olan diş açılmış borulara sızdırmazlık elemanları kullanılarak bağlanır. Kör flanşlar (Blind Flange) da boru devrelerinin sonuna körleme yapmak için monte edilir.



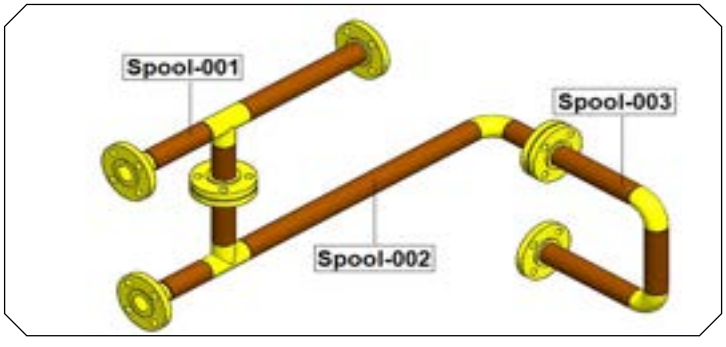
**a) Kaynak boyunlu** **b) Çıkıntılı** **c) Dişli** **ç) Kör**

**Görsel 1.30: Flanş çeşitleri**

## 1.1.4. Devre Üzerinden Ölçü Alarak İzometrik Resim Çizme

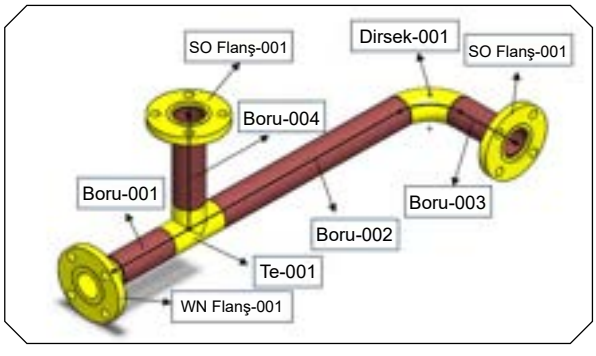
Gemi boru devrelerinde kaynaklı birleştirmeler bütün boru çaplarında uygulanırken dişli birleştirmeler genellikle DN50'nin altındaki çaplarda tercih edilir. Birleştirme tipleri, boru kesim boylarını doğrudan etkiler. Bunun için ölçüm yapılacak devrenin sahip olduğu birleştirme tipi tespit edilir. Mevcut boru devrelerinin yenilenmesi, devrenin izometrik resminin çıkartılması ile gerçekleştirilir. İzometrik devre resmini çizebilmek için kullanılan bağlantı türü dikkate alınarak bağlantı elemanlarının ve boruların ölçüleri ve açıları not edilir. Boru devrelerinin kaynaklı yapıldığı durumlarda borular, fitingler ve flanşlar birbirlerine bir miktar kaynak boşlukları bırakılarak birleştirilir. Te, dirsek, redüksiyon, kaynak boyunlu flanş gibi elemanlar boru ile uç uca getirilip kaynatılır. Manşon, çıkıntılı flanş gibi elemanlarda ise boru; bu elemanların içine geçirilerek birleştirilir. Kaynaklı birleştirmelerde ölçü almanın amacı kesilecek olan borunun boyunu hesaplamaktır. Devre üzerinden ölçü alınırken elemanların merkez eksenleri ve uç noktaları referans alınabilir.

Gemilerde uygulanan boru birleştirmeleri büyük oranda kaynaklı olarak yapılmaktadır. Bu birleştirmelerin yenilenmesinde ölçü alma işleminin nasıl yapıldığı örnek devre üzerinden incelenecektir. Görsel 1.31'deki devre resmindeki Spool-002 parçasının yenileme işlemi için ölçüleri alınarak izometrik resmi çizilecektir.

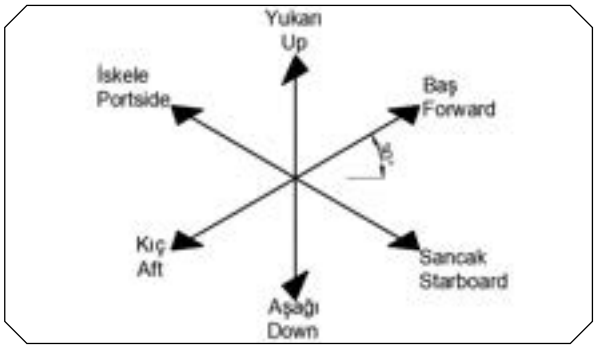



**Görsel 1.31: Devre resmi**

İşleme öncelikle Spool-002'nin sahip olduğu devre elemanlarının neler olduğu tespit edilerek başlanır (Görsel 1.32). Yön pusulası yardımıyla devrenin hangi doğrultularda ilerlediği tespit edilir (Şekil 1.3). Spool-002 devresi; WN Flanş-001 ile başlayarak sırasıyla Boru-001, Te-001 ve Boru-002 elemanlarıyla baş yönünde ilerlemektedir. Ardından Dirsek-001 ile sancak yönüne dönüş yaparak Boru-003 ve SO Flanş-001 ile bitmektedir. Spool; Te-001'in branşmanıyla ise yukarı yönde Boru-004 ve SO Flanş-001 elemanları ile sonlanmaktadır.

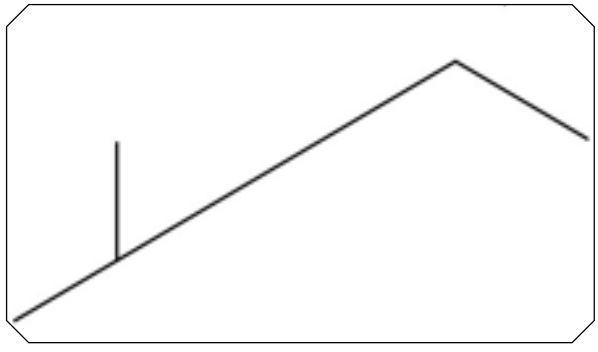



**Görsel 1.32: Spool devre elemanları**

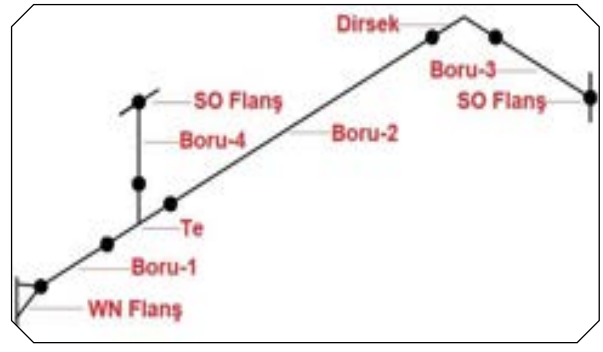



**Şekil 1.3: Yön pusulası**

Boru devresinin tek hat çizimi ilk olarak sadece boru hattını gösterecek şekilde çizilir (Şekil 1.4). Tek hat çizimi tamamlandıktan sonra devredeki bütün elemanların sembolleri izometrik olarak bu resmin üzerinde gösterilir (Şekil 1.5).

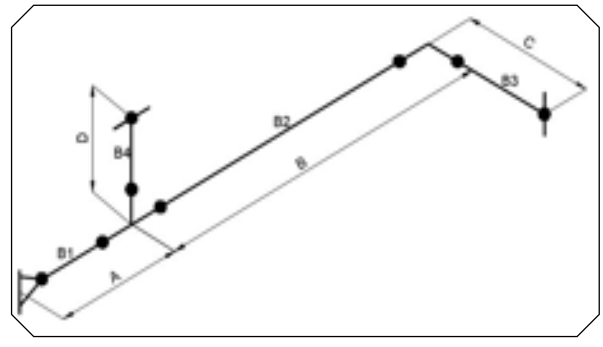


**Şekil 1.4: Boru hattının çizilmesi**



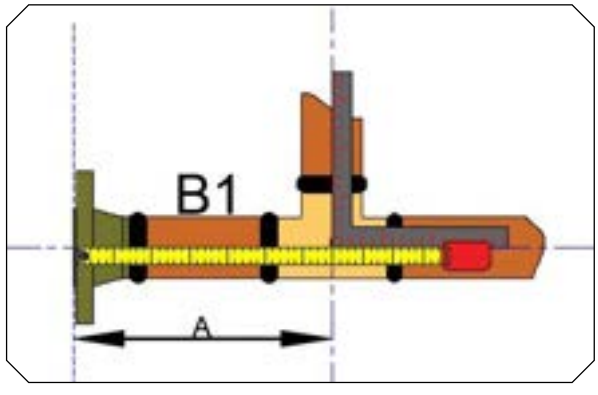

**Şekil 1.5: Devre elemanlarının gösterilmesi**

Boru hattı ve devre elemanlarının izometrik resmin üzerinde çizilmesinin ardından ölçülendirme işlemi yapılır. Flanşların dış yüzeyinden, Te ve dirseğin ise merkez eksenlerinden ölçü alınması gerekir. WN flanşın dış yüzeyi ile Te'nin merkez ekseni arasındaki mesafe **A**, Te ile dirseğin merkezler ekseni arasındaki mesafe **B**, dirseğin merkez ekseni ile SO flanşın dış yüzeyi arasındaki mesafe **C**, Te'nin merkez ekseni ile SO flanşın dış yüzeyi arasındaki mesafe ise **D** olsun (Şekil 1.6).

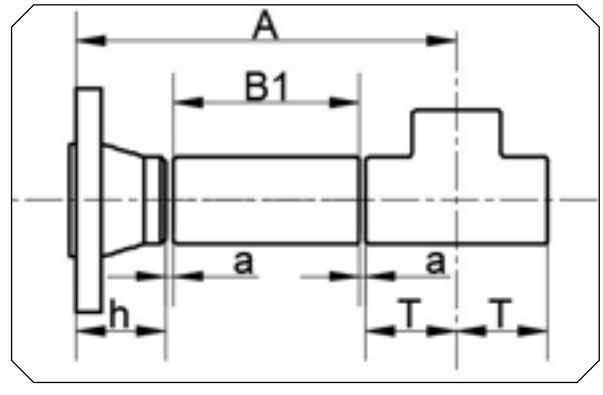



**Şekil 1.6: Ölçülendirme**

Bu ölçülendirmeler; B1, B2, B3 ve B4 boru kesim boylarının hesabı için kullanılır. A, B, C ve D ölçülerini belirlemek için devre üzerinden metre, cetvel, gönye, açıölçer, terazi gibi farklı ölçme aletlerinden yararlanılır. A ölçüsünü belirlemek için bir gönye Te üzerine yerleştirilir. Gönyenin kenarları Te'nin yatay ve dikey merkez eksenleri üzerine konumlandırılır. Metre, flanşın dış yüzeyine tutturularak Te'nin merkezine yerleştirilen gönyeye kadar çekilerek A değeri okunur (Görsel 1.33). Bulunan A değeri; flanşın yüksekliğini (h), kaynak boşluklarını (a), Te'nin merkezden uca uzaklığını (T) ve kesilecek boru boyunu (B1) içerir (Şekil 1.7). B1 ölçüsünü bulmak için **B1=A-(h+T+2a)** işlemi yapılır.

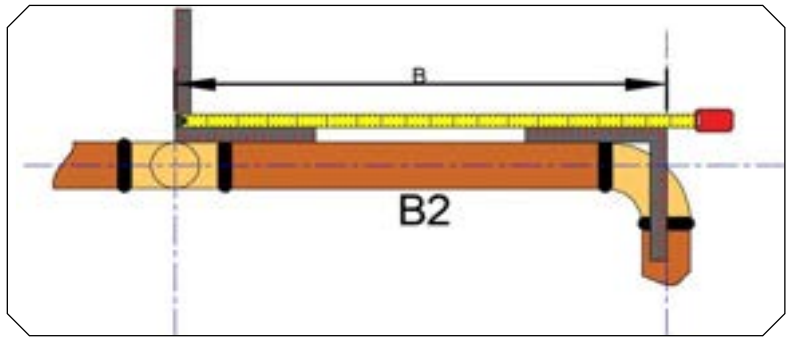



**Görsel 1.33: A ölçüsünün alınması**



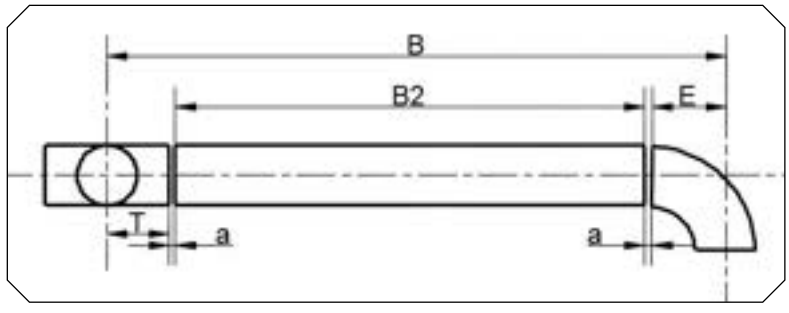

**Şekil 1.7: B1 borusu için ölçülendirme**

B ölçüsünü tespit etmek için bir gönye dirseğin yatay merkez eksenine, diğer bir gönye ise Te'nin dikey merkez eksenine yerleştirilir. Metre gönyelerin birine tutturularak diğer gönyeye kadar çekilir ve B değeri okunur (Görsel 1.34).



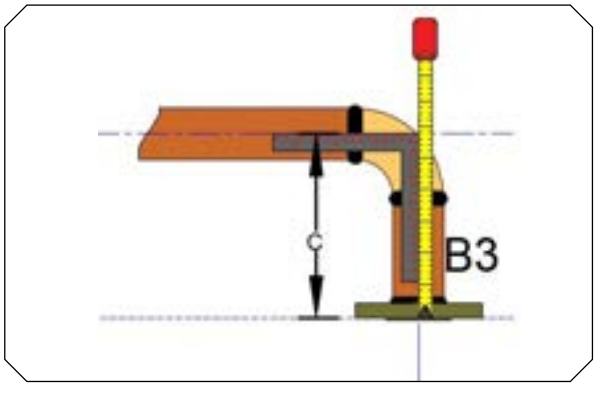

**Görsel 1.34: B ölçüsünün alınması**

Bulunan B değeri; dirseğin merkezden uca uzaklığını (E), kaynak boşluklarını (a), Te'nin merkezden uca uzaklığını (T) ve kesilecek boru boyunu (B2) içerir (Şekil 1.8). B2 ölçüsünü bulmak için **B2=B-(T+E+2a)** işlemi yapılır.

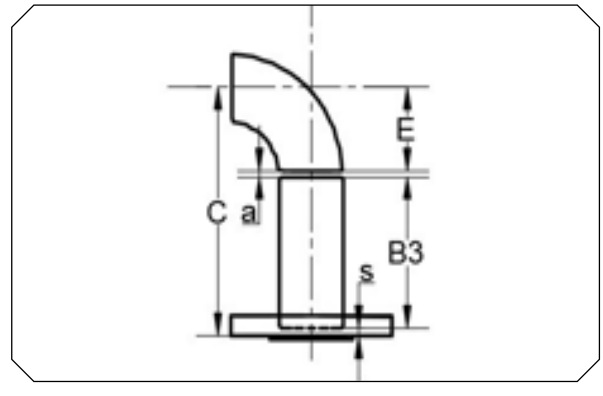



**Şekil 1.8: B2 borusu için ölçülendirme**

C ölçüsünü belirlemek için bir gönye dirsek üzerine yerleştirilir. Gönyenin kenarları dirseğin yatay ve dikey merkez eksenleri üzerine konumlandırılır. Metre, flanşın dış yüzeyine tutturularak dirseğin merkezine yerleştirilen gönyeye kadar çekilerek C değeri okunur (Görsel 1.35). Bulunan C değeri; borunun flanş ucuna mesafesini (s), kaynak boşluklarını (a), dirseğin merkezden uca uzaklığını (E) ve kesilecek boru boyunu (B3) içerir (Şekil 1.9). B3 ölçüsünü bulmak için **B3=C-(E+a+s) i**şlemi yapılır.

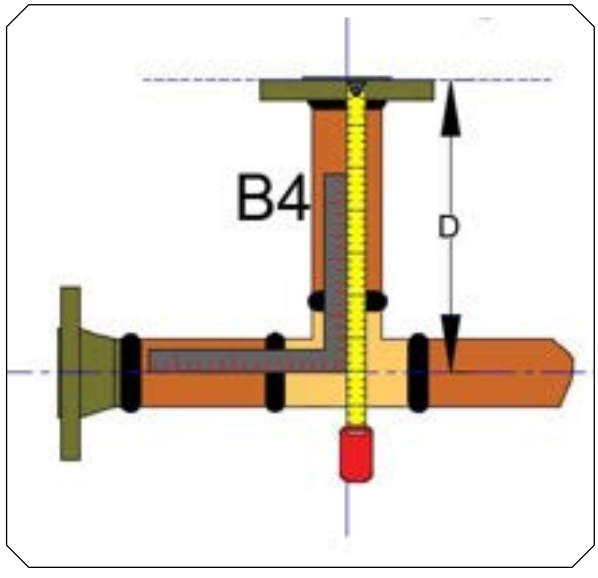



**Görsel 1.35: C ölçüsünün alınması**

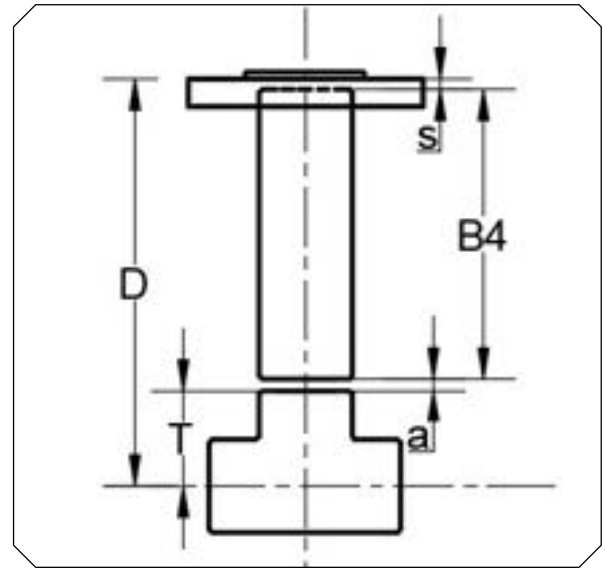



**Şekil 1.9: B3 borusu için ölçülendirme**

D ölçüsünü belirlemek için bir gönye Te üzerine yerleştirilir. Gönyenin kenarları Te'nin yatay ve dikey merkez eksenleri üzerine konumlandırılır. Metre, flanşın dış yüzeyine tutturularak Te'nin merkezine yerleştirilen gönyeye kadar çekilerek D değeri okunur (Görsel 1.36). Bulunan D değeri; borunun flanş ucuna olan mesafesini (s), kaynak boşluklarını (a), Te'nin merkezden uca uzaklığını (T) ve kesilecek boru boyunu (B4) içerir (Şekil 1.10). B4 ölçüsünü bulmak için **B4=D-(T+a+s)** işlemi yapılır.

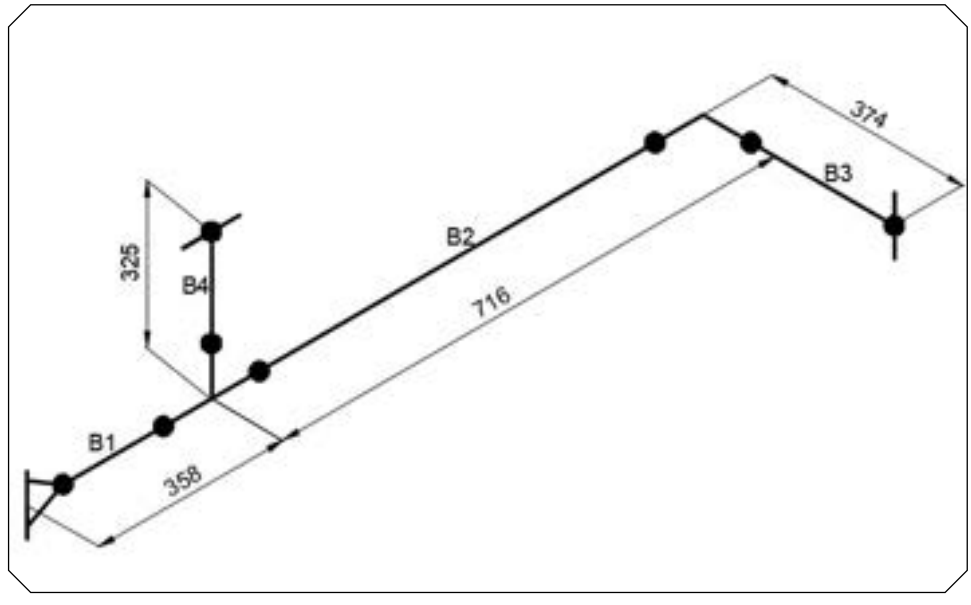



**Görsel 1.36: D ölçüsünün alınması**




**Şekil 1.10: B4 borusu için ölçülendirme**

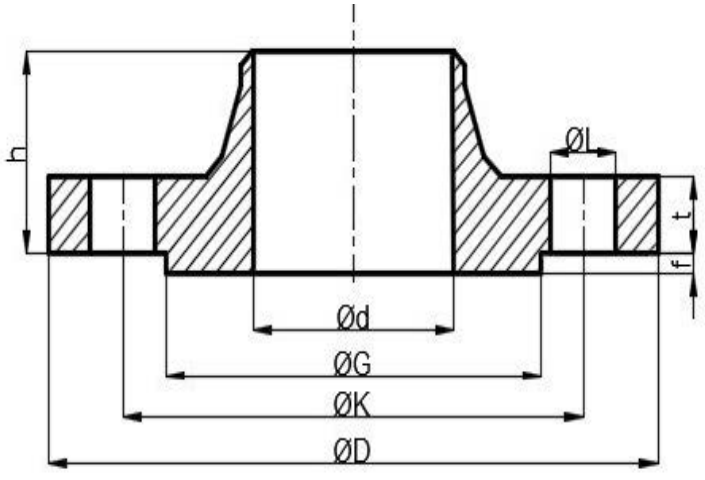
Yapılan ölçümler ile A, B, C ve D değerleri izometrik resmin üzerine yazılır. Ölçüler yardımıyla kesim boyları hesaplanır. Kesim boyları; flanşların yükseklikleri, dirsek ve Te'lerin merkez ölçüleri ile kaynak boşlukları standart tablolarındaki verilere, imalatçıların ve klas kuruluşlarının tavsiyeleri doğrultusunda belirlenir. Örnek olarak yapılan Spool-002'nin boru kesim boyları, belirlenen ölçüler (Şekil 1.11) ve standartlara göre DN50 çap için hesaplanmıştır.




**Şekil 1.11: Spool ölçü değerleri**

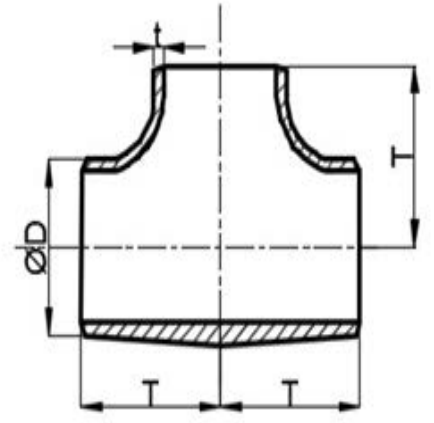
B1 borusu için elimizde kaynak boyunlu flanş ve Te bağlantısı bulunmaktadır. Şekil 1.7'ye dikkat edildiğinde kaynak boyunlu flanş için h, Te için ise T mesafesinin bilinmesi gerekir. h mesafesi için kaynak boyunlu flanşa ait DIN2576/EN1092-1 PN16 (Tablo 1.6), T mesafesi için ise ASME16.9 (Tablo 1.7) standart tablosundaki veriler okunur.

**Tablo 1.6: Kaynak Boyunlu Flanş Ölçüleri**




| DIN 2576-EN 1092/1 PN 16WN FLANŞ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ÇAP | | FLANŞ ÖLÇÜLERİ | | | | | | | |
| DN | NPS | D | K | d | G | L | h | t | f |
| 15 | 1/2 | 95 | 65 | 22 | 45 | 14 | 36 | 14 | 2 |
| 20 | 3/4 | 105 | 75 | 27.5 | 58 | 14 | 38 | 14 | 2 |
| 25 | 1 | 115 | 85 | 34.5 | 68 | 14 | 38 | 16 | 2 |
| 32 | 1 1/4 | 140 | 100 | 43.5 | 78 | 18 | 40 | 16 | 2 |
| 40 | 1 1/2 | 150 | 110 | 49.5 | 88 | 18 | 42 | 16 | 3 |
| 50 | 2 | 165 | 125 | 61.5 | 102 | 18 | 42 | 19 | 3 |
| 65 | 2 1/2 | 185 | 145 | 77.5 | 122 | 18 | 42 | 20 | 3 |
| 80 | 3 | 200 | 160 | 90.5 | 138 | 18 | 47 | 20 | 3 |

**Tablo 1.7: Te Ölçüleri**




| ASME B.16.9-ANSI B.16.25 DÜZ TE | | | |
|---|---|---|---|
| ÇAP | | TE ÖLÇÜLERİ | |
| DN | NPS | D | T |
| 15 | 1/2 | 21.3 | 25 |
| 20 | 3/4 | 26.7 | 29 |
| 25 | 1 | 33.4 | 38 |
| 32 | 1 1/4 | 42.2 | 48 |
| 40 | 1 1/2 | 48.2 | 57 |
| 50 | 2 | 60.3 | 64 |
| 65 | 2 1/2 | 73.0 | 76 |
| 80 | 3 | 88.9 | 86 |

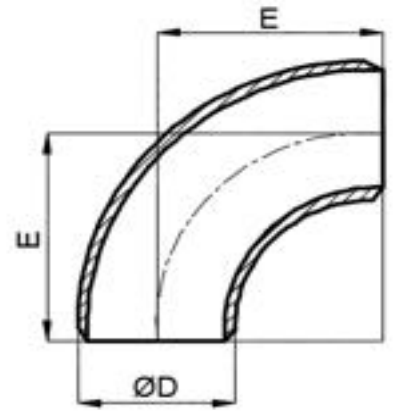
Bu tablolardaki DN 50 satırı ile h ve T sütunlarındaki veriler çakıştırılır. h değeri 42, T değeri 64 mm olarak belirlenir. Kaynaklı boru bağlantılarında kaynak boşluğunu (a) 3 mm olarak kabul edelim. Elde edilen bu değerleri formülde yerine yazıldığında B1 değeri,

B1=A-(h+T+2a)=358-(42+64+2x3) =246 mm olarak bulunur.

B2 borusunun dirsek ve Te ile bağlantısı bulunmaktadır. Şekil 1.8'e bakıldığında T mesafesine ek olarak dirseğe ait E mesafesinin de bilinmesi gerekir. E mesafesi için DIN2605LR standart tablosundaki veriler okunur (Tablo 1.8).

**Tablo 1.8: Dirsek Ölçüleri**

| DIN 2605 LR 90 DİRSEK | | | |
|---|---|---|---|
| ÇAP | | DİRSEK ÖLÇÜLERİ | |
| DN | NPS | D | E |
| 15 | 1/2 | 21.3 | 27 |
| 20 | 3/4 | 26.7 | 29 |
| 25 | 1 | 33.4 | 38 |
| 32 | 1 1/4 | 42.2 | 48 |
| 40 | 1 1/2 | 48.2 | 57 |
| 50 | 2 | 60.3 | 76 |
| 65 | 2 1/2 | 73.0 | 95 |
| 80 | 3 | 88.9 | 114 |



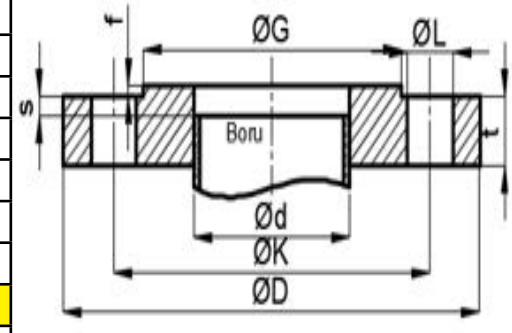

Bu tablodaki DN 50 satırı ile E sütunundaki veriler çakıştırılarak E değeri 76 mm olarak belirlenir. Daha önceden belirlenen T ve a değerleri ile birlikte E değeri de formülde yerine yazıldığında B2 değeri,

B2=B-(T+E+2a)=716-(64+76+2x3) =570 mm olarak bulunur.

B3 borusunun bağlantısı çıkıntılı flanş ve dirsek ile yapılmıştır. Şekil 1.9'a dikkat edildiğinde flanşın yüzeyinden borunun flanş içindeki son noktasına kadar olan s değerinin bilinmesi gerekir. s mesafesi için flanşa ait DIN2576/EN1092-1 PN16 standart tablosundaki veriler okunur (Tablo 1.9).

**Tablo 1.9: Çıkıntılı Flanş Ölçüleri**

| DIN 2576-EN 1092/1 PN 16 SO FLANŞ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ÇAP | | FLANŞ ÖLÇÜLERİ | | | | | | | |
| DN | NPS | D | K | d | G | L | s | t | f |
| 15 | 1/2 | 95 | 65 | 22 | 45 | 14 | 3 | 14 | 2 |
| 20 | 3/4 | 105 | 75 | 27.5 | 58 | 14 | 3 | 14 | 2 |
| 25 | 1 | 115 | 85 | 34.5 | 68 | 14 | 3 | 16 | 2 |
| 32 | 1 1/4 | 140 | 100 | 43.5 | 78 | 18 | 3 | 16 | 2 |
| 40 | 1 1/2 | 150 | 110 | 49.5 | 88 | 18 | 3 | 16 | 3 |
| 50 | 2 | 165 | 125 | 61.5 | 102 | 18 | 3 | 19 | 3 |
| 65 | 2 1/2 | 185 | 145 | 77.5 | 122 | 18 | 3 | 20 | 3 |
| 80 | 3 | 200 | 160 | 90.5 | 138 | 18 | 4 | 20 | 3 |



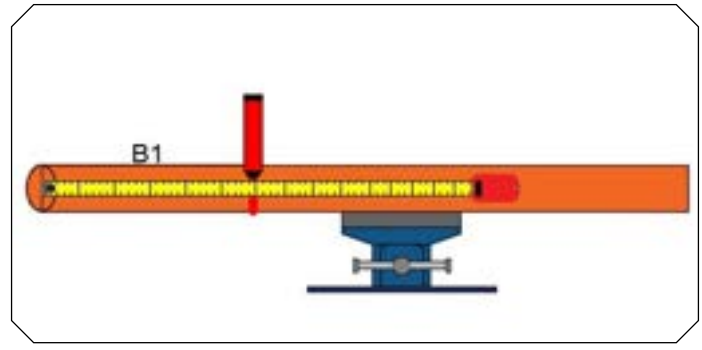

Bu tablodaki DN 50 satırı ile s sütunundaki veriler çakıştırılarak s değeri 3 mm olarak belirlenir. Daha önceden belirlenen E ve a değerleri ile birlikte s değeri de formülde yerine yazıldığında B3 değeri,
B3=C-(E+a+s)=374-(76+3+3) =292 mm olarak bulunur.

B4 borusunun ise yukarıda belirlenmiş olan çıkıntılı flanş ve Te ile olan bağlantısındaki s ve T değerleri formülde yerine yazılır. Buradan B4 değeri,

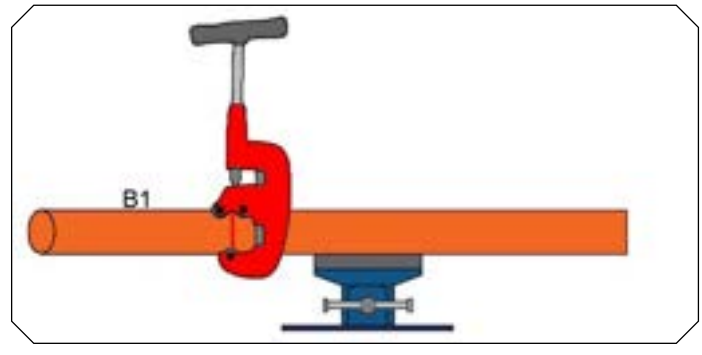
B4=D-(T+a+s)=325-(64+3+3) =255 mm olarak bulunur.
Yapılan bu hesaplamaların sonucunda Spool-002 için gerekli olan boruların kesim boyları belirlenmiş olur. Örnek üzerinde gösterilen bu çalışma farklı çaplarda ve uzunluklardaki devrelerde aynı yöntemlerle uygulanabilir.

## 1.1.5. Spool İmalatı

Spool imalatı yapılacak devre parçası için gerekli olan boruların kesim boyları, fitingler ve flanşlar tespit edildikten sonra imalat aşamasına geçilir. İmalatın nasıl yapılacağı, nelere dikkat edileceği örnek izometrik resmi oluşturulan Görsel 1.32'deki Spool-002 devresi üzerinden anlatılacaktır. Spool imalatına başlamadan önce atölye ortamında gerekli olan iş güvenliği önlemleri alınır. Spool imalatı işleminin sağlıklı ilerleyebilmesi için en az iki kişinin eş güdümlü çalışması gerekir. Bir kişi boruların ve ekipmanların hizalanmasını sağlarken diğer kişi puntalama ve kaynak işlemini gerçekleştirir. Bunun sağlanmasının ardından kesilecek borular mengenede sabitlenerek belirlenen ölçülere göre markalama işlemi yapılır (Görsel 1.37). Borular uygun el aletleri veya makineler kullanılarak markalama çizgileri üzerinden kesilir (Görsel 1.38).

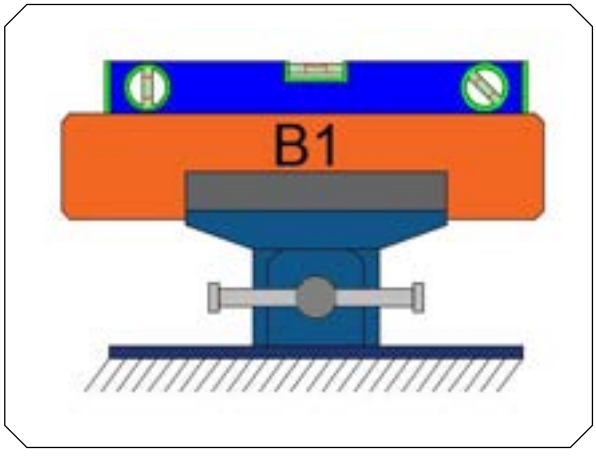



**Görsel 1.37: Markalama**

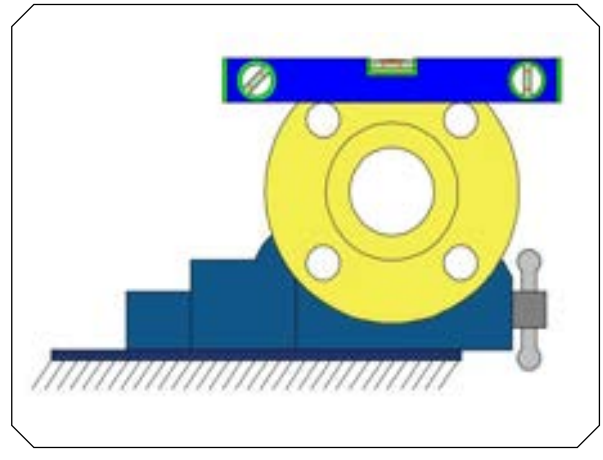



**Görsel 1.38: Boru kesici ile kesim**

Kesimin ardından borularda oluşan çapaklar eğe ya da avuç taşlama motorları ile temizlenir. Uygun açılarda kaynak ağzı oluşturulur. Bu işlem bütün boru parçaları için tekrarlanır. Spool imalatına B1 borusunun mengeneye su terazisi ile yatayda teraziye alınması ile başlanır (Görsel 1.39). Kaynak boyunlu flanş, borunun ucuna getirilir. Flanş ile boru arasına kaynak boşluğu oluşturması için uygun kalınlıkta metal bir parça yerleştirilir. Bu metal parça diğer bütün bağlantı yerlerinde de kullanılır. İki flanş deliğinin tepe noktaları ile su terazisi yatayda hizalanır (Görsel 1.40). Flanş deliklerinin çapraz şekilde (X) hizalanması, spoolların birbirine uyumlu olarak bağlanması için önemlidir.

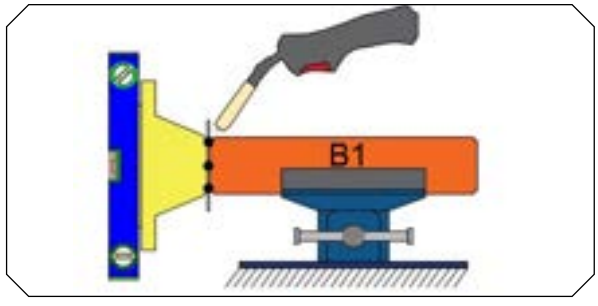



**Görsel1.39: Borunun teraziye alınması**

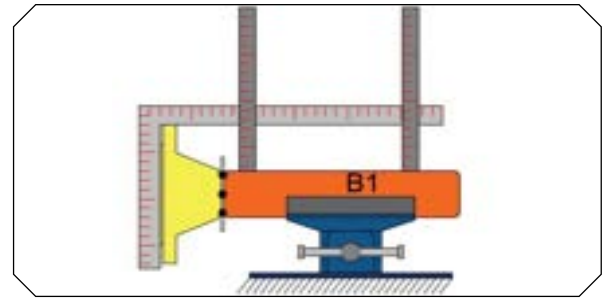


**Görsel 1.40: Flanşın teraziye alınması**

Yatayda teraziye alma işleminin ardından, dikeyde de teraziye alma işlemi yapılarak boru ve flanş, punta ile birbirine kaynatılır (Görsel 1.41). Boru ile flanşın birbirine dik olduğunun kontrolü yapmak için gönye flanş yüzeyine tutulur. İki adet çelik cetvel ile borunun farklı iki noktasından ölçüm yapılır (Görsel 1.42). Bu ölçümün aynı değerde olmasına dikkat edilir. Aksi hâlde teraziye alma işleminde sorun olduğu anlaşılır. Bu durumda puntalar kırılarak tekrar teraziye alma işlemi yapılır.

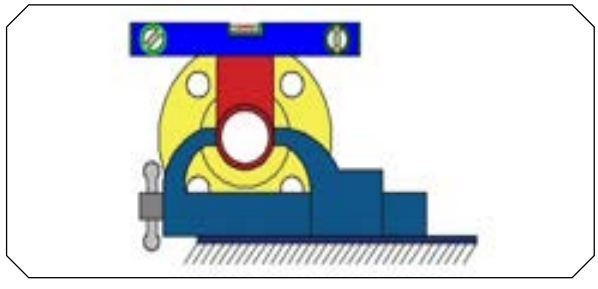



**Görsel 1.41: Flanşın puntalaması**

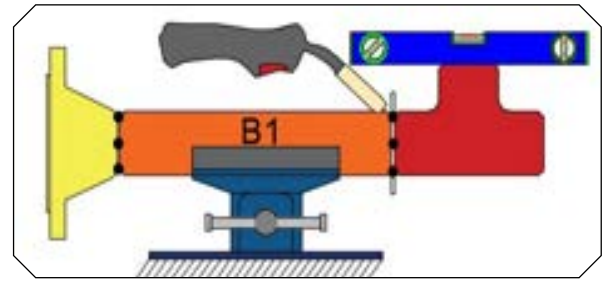



**Görsel 1.42: Diklik kontrolü**

Flanş ve borunun puntalanmasının ardından teraziyi bozmadan Te bağlantısı borunun ucuna yerleştirilir. Te, teraziye alınması için ilk olarak iskele sancak doğrultusunda boruya hizalanır (Görsel 1.43). Ardından su terazisi, boru doğrultusuna göre yerleştirilerek teraziye alınma işlemi yapılır ve boru ile Te birbirine puntalanır (Görsel 1.44).

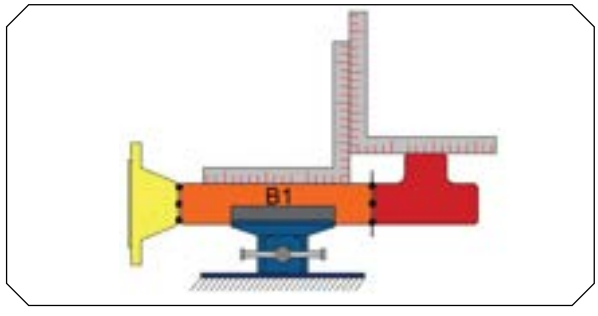


**Görsel 1.43: Te'nin teraziye alınması**

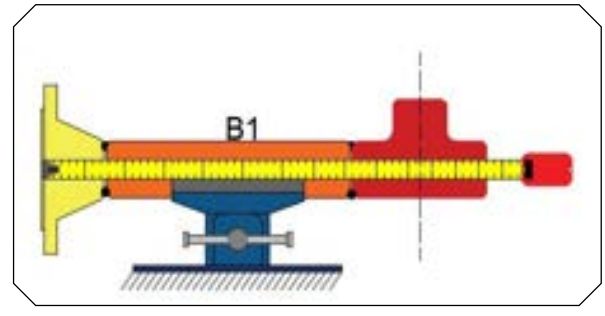



**Görsel 1.44: Te'nin puntalaması**

Boru ile Te'nin birbirine göre dik olduğunu kontrol etmek için iki adet gönye kullanılır. Gönyelerden biri borunun üzerine, diğeri Te'nin üzerine yerleştirilir. İki gönye birbirine hareket ettirilerek aralarında boşluk olup olmadığı gözlemlenir (Görsel 1.45). B1 borusunun flanş ve Te bağlantılarının ardından ölçü alma işleminde okunan ölçünün (A) kontrolünün sağlanması gerekir. Bunun için bir metre ile flanşın dış yüzünden Te'nin merkezine ölçü alınır (Görsel 1.46).

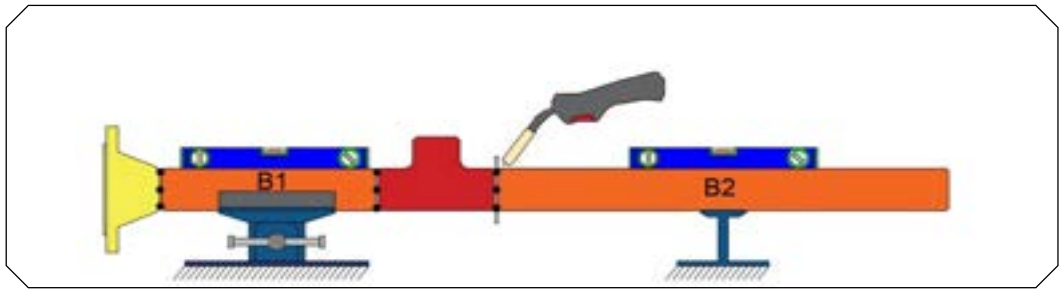



**Görsel 1.45: Diklik kontrolü**



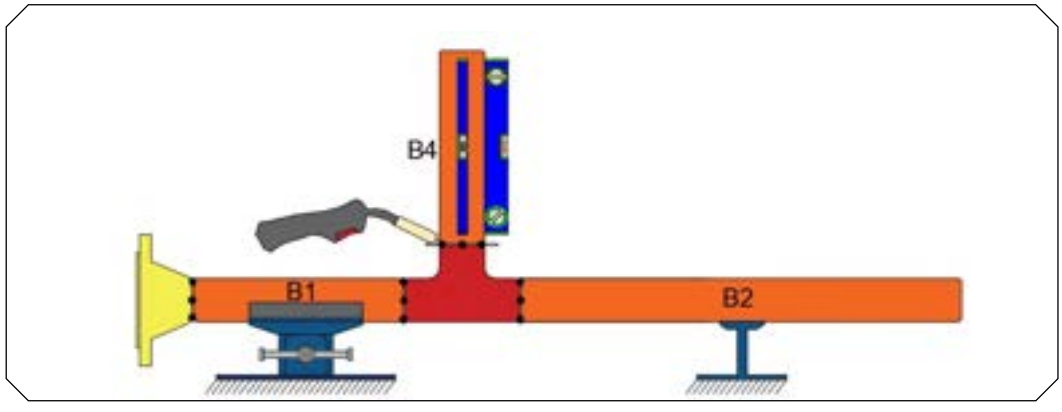

**Görsel 1.46: Mesafe kontrolü**

Spoolun B1 boru bağlantısının yapılmasının ardından B2 boru bağlantılarına başlanır. B2 borusunun ağırlığının terazi işlemini bozmaması için alttan bir destek elemanı ile desteklenir. Üzerine su terazisi konularak B1 ile aynı hizada olması sağlanır. Ardından B2 borusu ile Te bağlantısı puntalanır (Görsel 1.47).



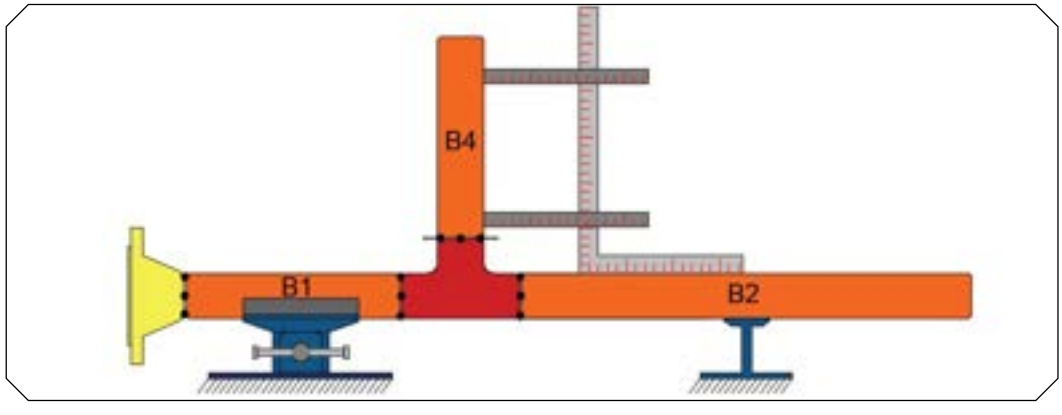

**Görsel 1.47: Teraziye alınan borunun puntalanması**

Spoolun Te bağlantısındaki branşmandan yukarı doğru devam eden B4 borusu su terazisi ile dikey konumda hizalanır. Borunun baş ve kıç veya iskele ve sancak yönlerine meyil yapmaması için bu yönlerden su terazisi ile kontrol edilir. Hizalama işlemi tamamlandıktan sonra Te ve B4 borusu birbirine puntalanır (Görsel 1.48).



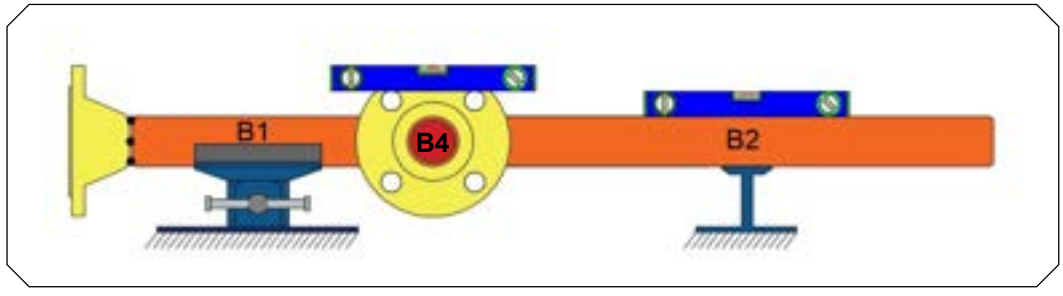

**Görsel 1.48: Yukarı yöndeki borunun puntalanması**

Yatayda ve dikeyde puntalanmış olan boruların birbirine göre diklikleri kontrol edilir. Bir gönye yataydaki boruya (B2) hizalanırken iki adet çelik cetvel ile dikeydeki borunun (B4) farklı noktalarından gönyeye kadar olan mesafeler ölçülür (Görsel 1.49).



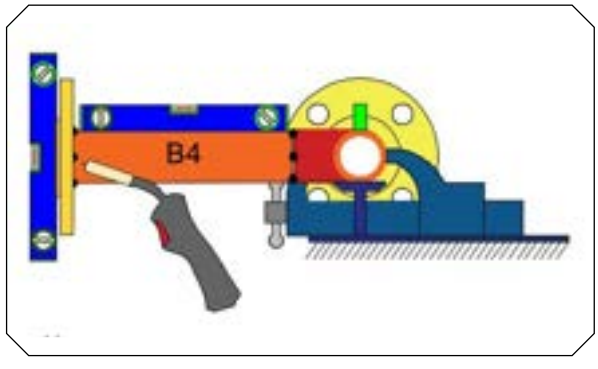

**Görsel 1.49: Diklik kontrolü**

İzometrik resme dikkat edildiğinde B4 borusunun doğrultusu ile B2 borusunun ucundaki dirseğin doğrultusunun birbiriyle 90° açı yaptığı görülür. Bu aşamada B4 borusunun ucundaki flanşın montajını yapabilmek için spoolun döndürülmesi gerekir. Mengene gevşetilir ve B4 borusu yatayda teraziye alınarak sıkılır. Burada kullanılacak olan çıkıntılı flanştan dolayı flanş boruya bir miktar (s) giydirilir. Flanş delikleri tepe noktalarından su terazisi ile yatayda hizalanır (Görsel 1.50).

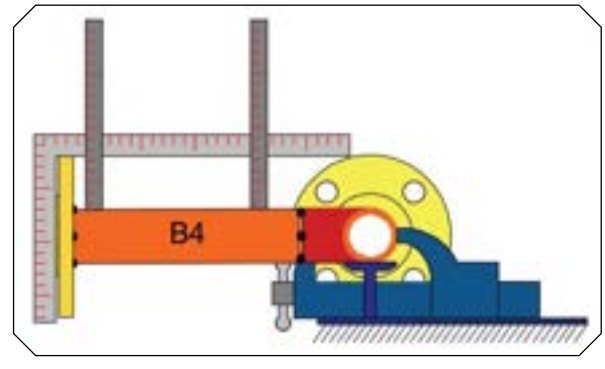



**Görsel 1.50: Çıkıntılı flanşın teraziye alınması**

Flanşın, conta yüzeyine tutulan su terazisi ile dikeyde hizalanmasından sonra puntalama işlemi yapılır (Görsel 1.51). Flanş ile borunun birbirine göre dikliğini kontrolü etmek için gönye flanş yüzeyine tutularak iki adet çelik cetvel ile borunun farklı iki noktasından ölçüm yapılır (Görsel 1.52).

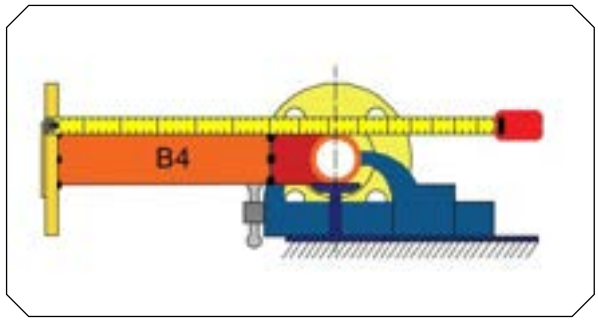



**Görsel 1.51: Çıkıntılı flanşın puntalanması**

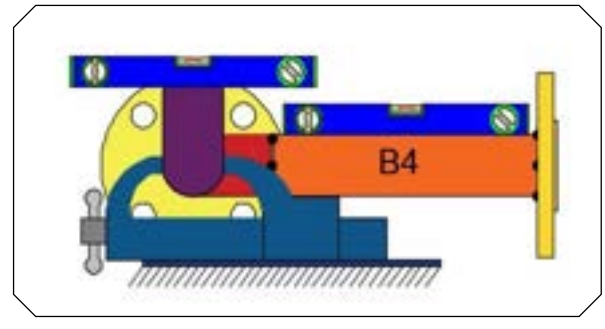



**Görsel 1.52: Diklik kontrolü**

B4 borusunun flanş ve Te bağlantılarının ardından ölçü alma işleminde okunan ölçü (D) kontrol edilir. Bunun için bir metre ile flanşın dış yüzünden Te'nin merkezine ölçü alınır (Görsel 1.53). B2 borusunun ucundaki dirseğin montaj edilebilmesi için spool bu kez 180° döndürülerek dirseğin yukarıya bakması sağlanır. Dirseğin üzerine B2 boru hattına dik olacak şekilde su terazisi konularak hizalanır (Görsel 1.54).

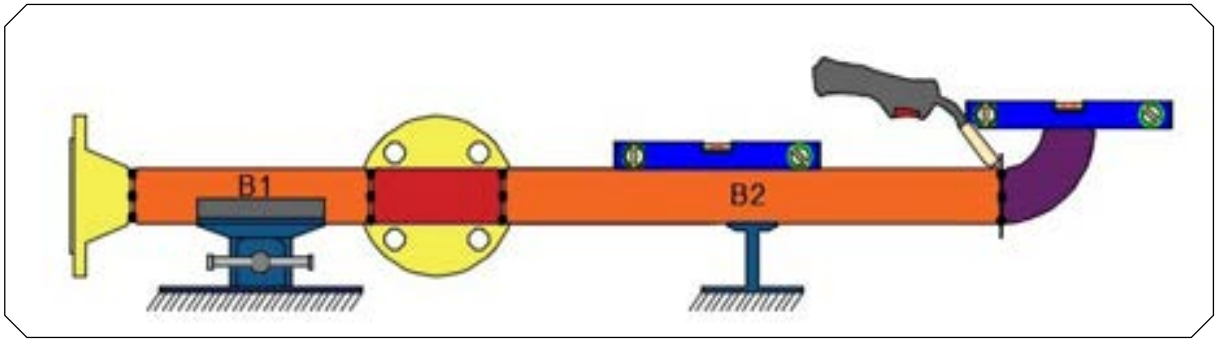



**Görsel 1.53: Mesafe kontrolü**

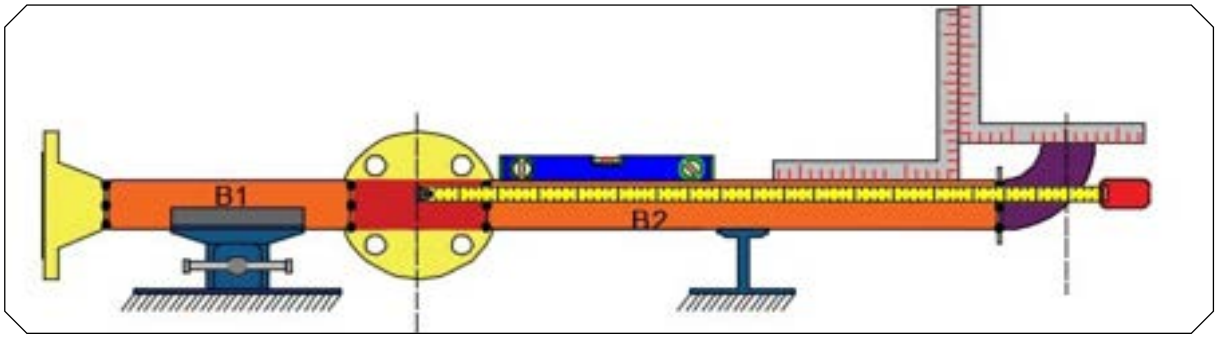



**Görsel 1.54: Dirseğin teraziye alınması**

Dirseğin boru ekseninde de hizalanması yapılarak dirsek ve boru puntalanır (Görsel 1.55). Boru ile dirseğin birbirine göre dikliğini ve mesafesini (B) kontrol etmek için iki adet gönye ile metre kullanılır. Gönyelerden biri borunun üzerine, diğeri dirseğin üzerine yerleştirilir. İki gönye birbirine hareket ettirilerek aralarında boşluk olup olmadığı gözlemlenirken metre ile de dirsek ve Te arasındaki merkez mesafeleri ölçülür (Görsel 1.56).

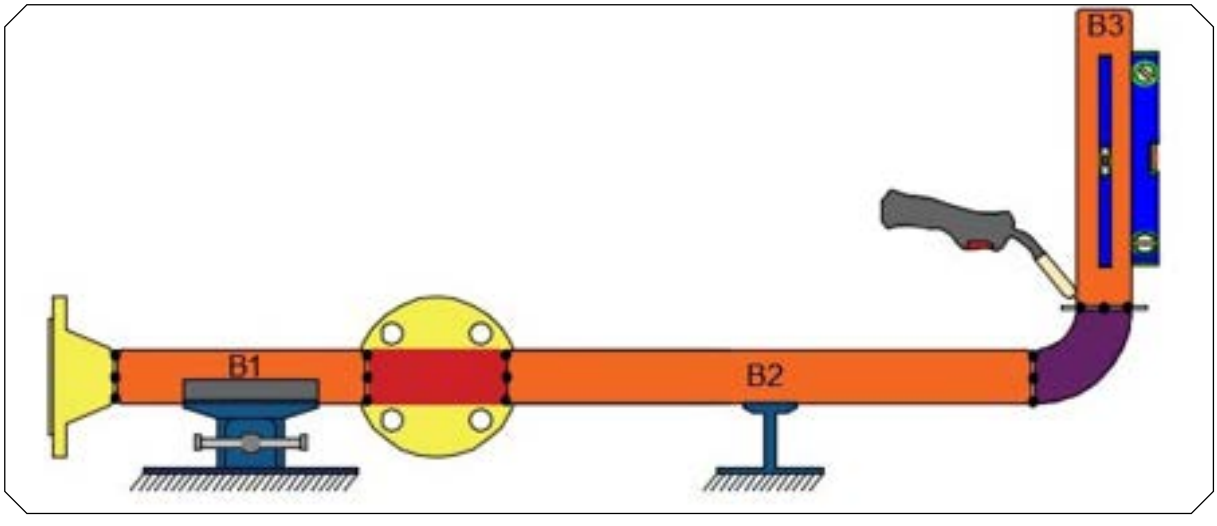



**Görsel 1.55: Dirseğin puntalanması**



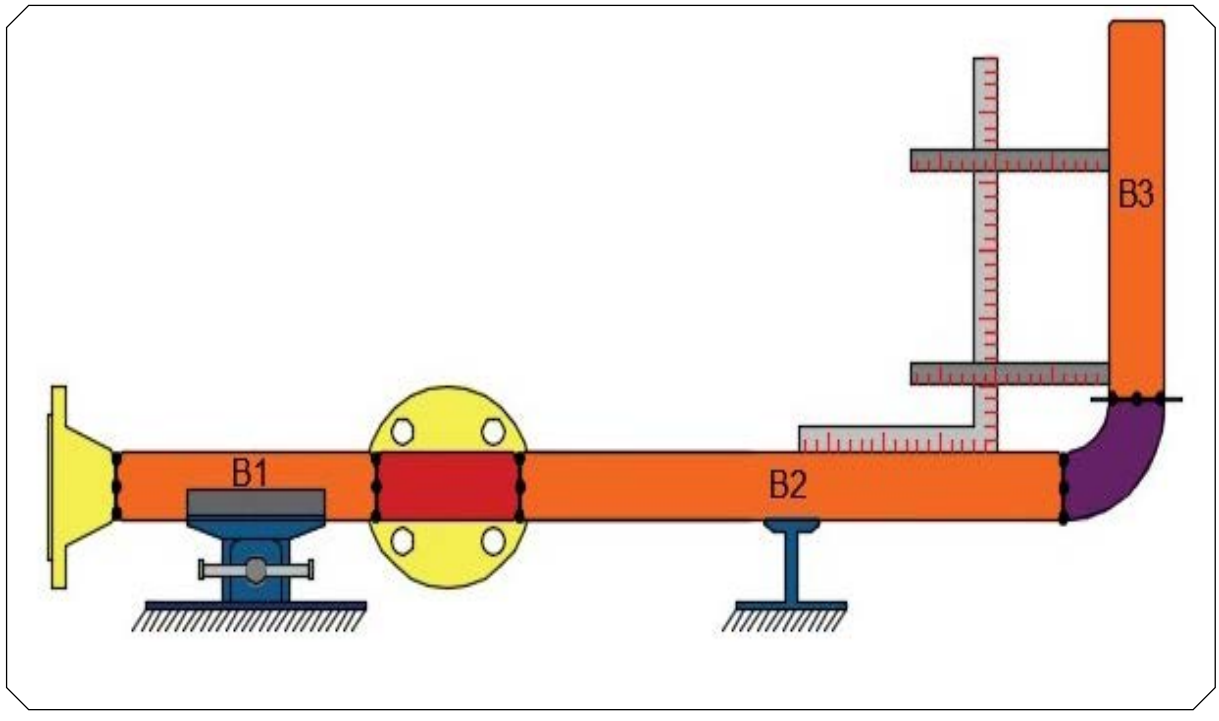

**Görsel 1.56: Diklik ve mesafe kontrolü**

B3 borusu dirseğin üzerine konumlandırılır. Boru, iki adet terazi ile iskele-sancak ve baş-kıç doğrultularında teraziye alınarak puntalanır (Görsel 1.57).



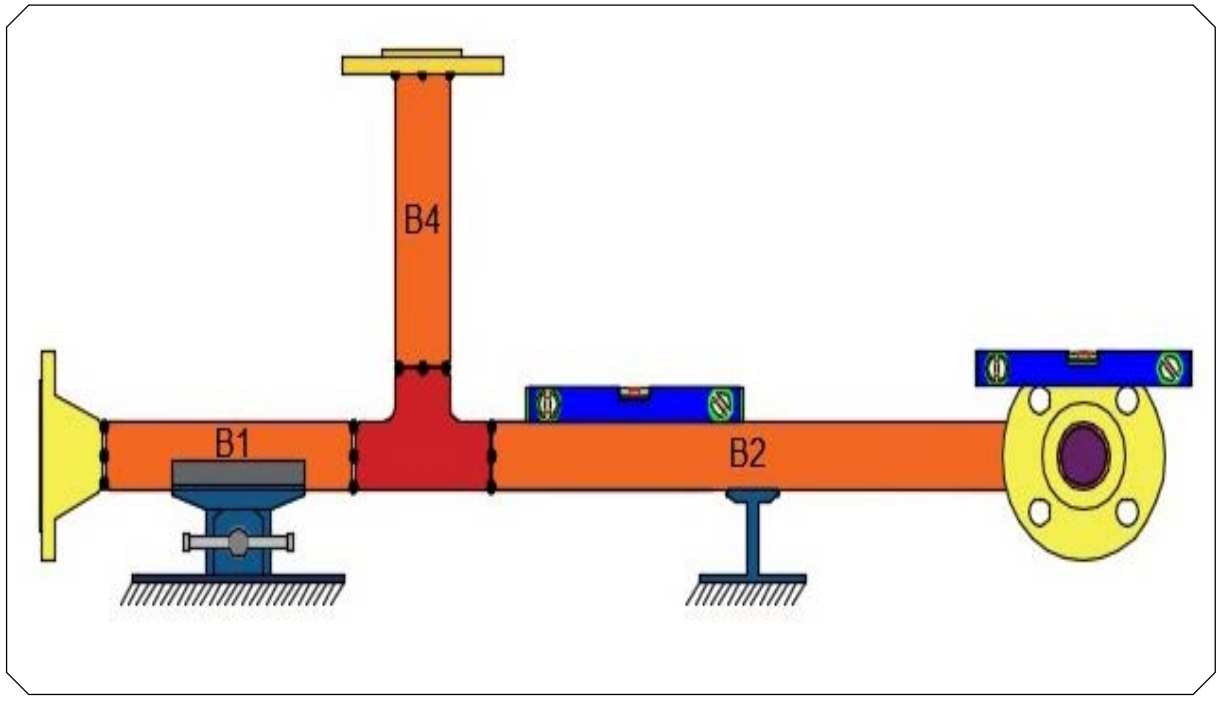

**Görsel 1.57: Borunun dirseğe puntalanması**

B2 ve B3 borularının birbirine göre dikliğini kontrol etmek için gönye ve çelik cetvellerle mesafe kontrolü yapılır (Görsel 1.58).



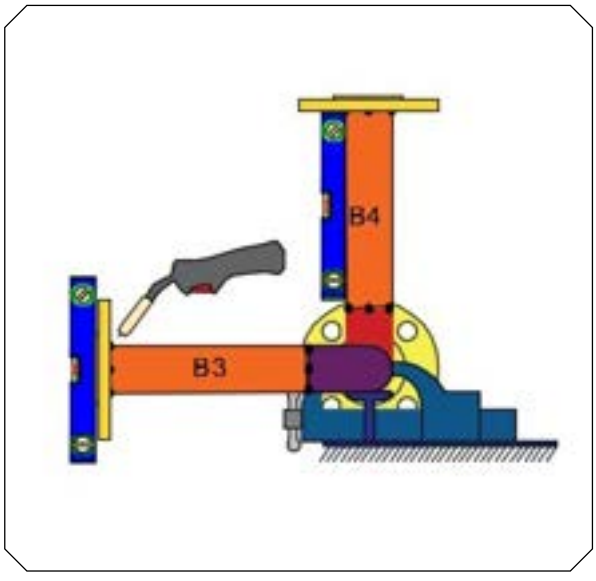

**Görsel 1.58: Diklik kontrolü**

Çıkıntılı flanşın montajı için boru devresi 90° döndürülerek B3 borusu yatay konuma alınır. Flanşın iki adet cıvata deliğinin tepe noktalarına su terazisi yerleştirilerek flanş yatayda teraziye alınır (Görsel 1.59).

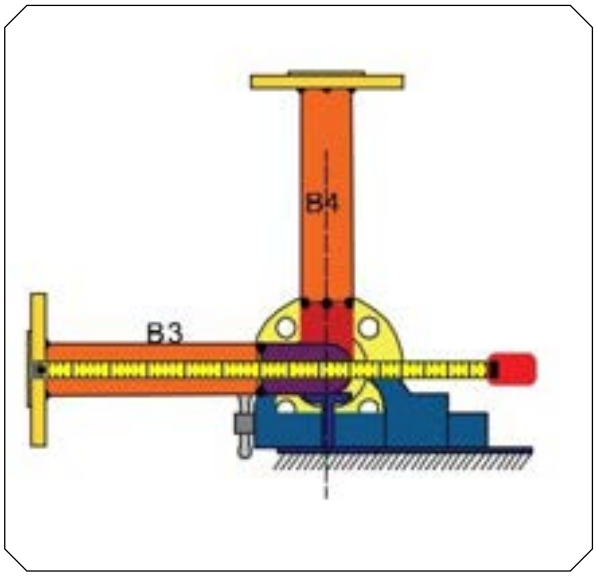



**Görsel 1.59: Çıkıntılı flanşın teraziye alınması**

Flanşın conta yüzeyine de su terazisi konularak dik konuma getirilir ve puntalanır (Görsel 1.60). Flanş yüzeyi ile borunun birbirine göre dikliği gönye ve çelik cetvellerle kontrol edilir. Montaj işleminin ardından flaş yüzeyi ile dirseğin merkezi arasındaki mesafe (C) metre ile ölçülür (Görsel 1.61).

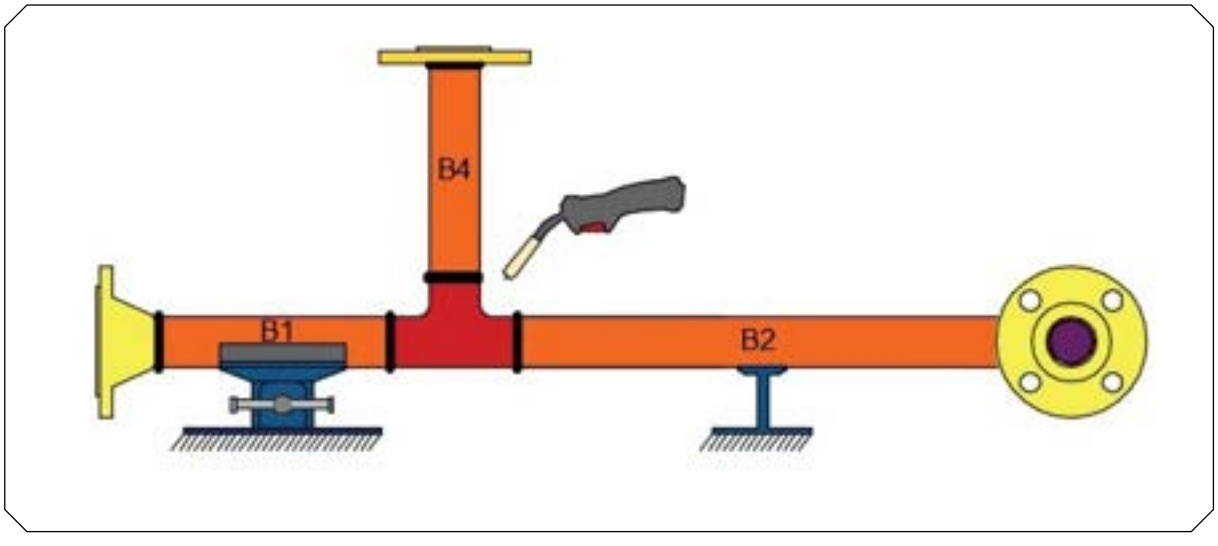



**Görsel 1.60: Çıkıntılı flanşın puntalanması**




**Görsel 1.61: Mesafe kontrolü**

Bütün elemanları montajlanan spoolun puntaları kaynatılmadan önce ölçü kontrolleri yapılır. Yenilenecek spoolun izometrik resme kaydedilen ölçüleri ile imal edilen spoolun ölçüleri kıyaslanır. Ölçülerin birebir tutması sağlandıktan sonra puntaların üzeri çevresel olarak kaynatılır (Görsel 1.62).




**Görsel 1.62: Puntaların kaynatılması**

Kaynak işlemi yapıldıktan sonra kaynak dikişleri tahribatlı ve tahribatsız muayene yöntemleri ile incelenir. Sızdırmazlık testi için flanşlar, kör flanş ile kapatılır. Test cihazı ile spool içerisine su veya hava basılarak basınç yükseltilir. Çalışma basıncının 1,5 katı değerde ortalama 10 dakika boyunca kaynak dikişlerinde sızdırma olup olmağı gözlemlenir. Kaçak olan yerler var ise buralar taşlanarak tekrar kaynatılıp test işlemi yinelenir. Test işlemleri tamamlanan spool devredeki yerine bağlanır.

Süre: 28 ders saati

## 1.1. UYGULAMA

### YENİLENECEK BORU DEVRESİ ÜZERİNDEN İZOMETRİK RESİM ÇIKARARAK SPOOL İMALATI YAPMA

**Amaç:** Yenilenecek olan boru devresinin izometrisini çıkararak imalatını yapmak.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Metre, gönye, çizim takımları, boru kesici, taşlama motoru, kaynak makinesi ve sarf malzemeleri, su terazisi, çelik cetvel.

**Görev:** Atölyenizde bulunan korozyona uğramış bir boru devresi üzerinden izometri çıkartarak spool imalatını yapınız.

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Boru devresinin elemanlarını belirleyiniz.Borunun tek hat izometrik resmini çiziniz.
3. Metre ve gönye yardımıyla devre üzerinden kademeli olarak ölçü alınız ve resim üzerine yazınız.
4. Boru kesim boylarını elde ettiğiniz ölçüler ve standart tablolar yardımıyla hesaplayınız.
5. Boruları ölçüsünde kesiniz ve taşlayarak kaynak ağzı açınız.
6. Hazırladığınız ekipmanlar yardımıyla spool imalatını yapınız.
7. Devre elemanlarını yatayda ve dikeyde su terazisi ile teraziye aldıktan sonra puntalayınız.
8. Devre elemanlarının ve boruların birbirlerine göre dikliklerini kontrol ediniz.
9. Mesafe kontrollerinden sonra kaynak işlemini yapınız.
10. 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 | |
| Yenilenecek devrenin izometrik resmini çizdi. | 10 | |
| Ölçüleri izometrik resme yazmak için ölçü alma işlemini yaptı. | 10 | |
| Boruların kesim boylarını hesaplayarak montaja hazırladı. | 15 | |
| Spool imalatı yaparken su terazisi ile hizalamaları yaptı. | 10 | |
| Devre elemanlarının dikliklerini kontrol etti. | 10 | |
| Ölçü kontrollerini yaptı. | 10 | |
| Çevresel kaynak işlemini gerçekleştirdi. | 15 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

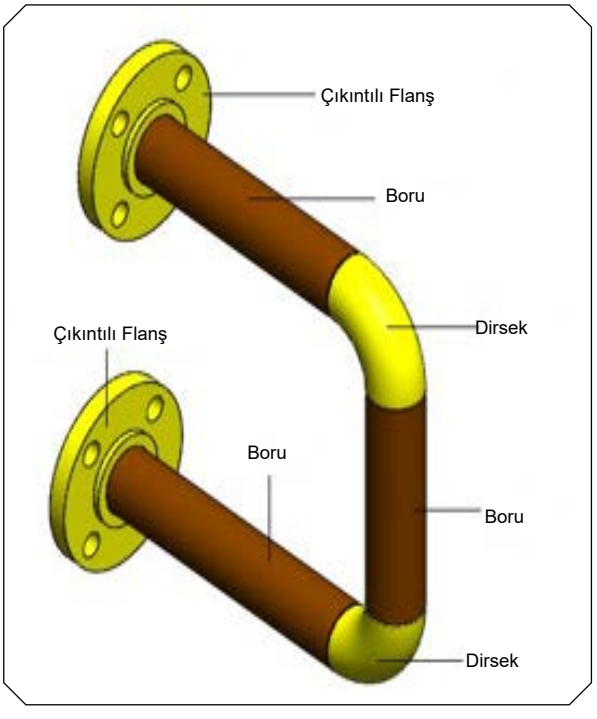
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 1.2. BAKIR BORU YARDIMIYLA ÖLÇÜ ALMA

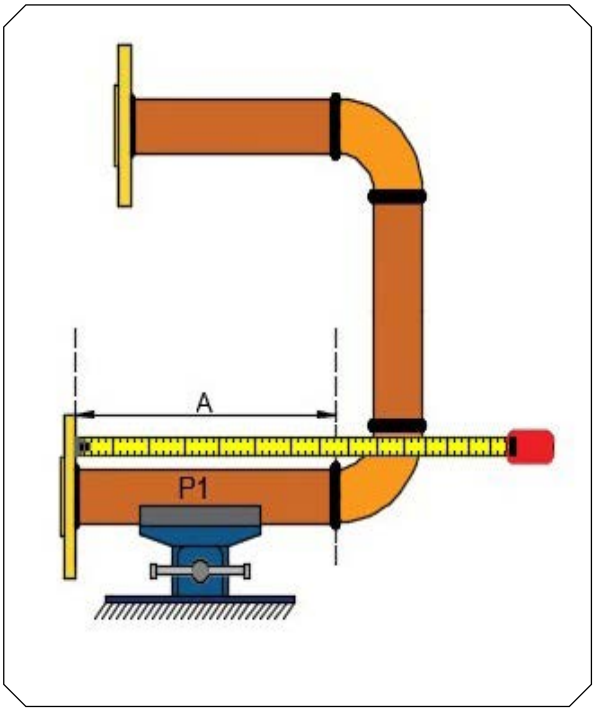
Bakır boru ile ölçü alma işlemi, yenilenecek devrenin şablonunu çıkarma amacıyla yapılır. Yenilenecek olan boru devresinin merkez hattı üzerinden bir ip yardımıyla ölçü alınır. İp, devrenin belirli noktalarına sabitlenmek için bantlanır. Özellikle dirsek gibi dönüşlerin olduğu yerlerde sağlıklı ölçü alabilmek için ipin daha sık bantlanması uygun olur. İşlem tamamlandıktan sonra ip son noktadan kesilir ve bantlar sökülerek ip devreden ayırılır. Elde edilen ipin uzunluğu ince bir bakır boru üzerine hizalanır. İp uzunluğu, bakır boru üzerine markalanır. Bakır boru kesicisi ile boru markalanan yerden kesilir. Hazırlanan bakır boru parçası yenilenecek devrenin merkez hattı üzerine konumlandırılır. Bakır borunun devre üzerinde hareket etmemesi için kelepçeler yardımıyla devre üzerine sabitlenir. Devrenin şekline göre bakır boru bükülerek devrenin şablonu çıkartılır. Şablon çıkartılırken bakır borunun her zaman devrenin merkez hattı üzerinde kalmasına dikkat edilir. Çıkartılan bu şablonun üzerinden ölçüler alınarak yeni bir devre imalatı yapılır. Bakır boru ile ölçü alma işlemi, işlemin uzun sürmesinden ve bakır boru gibi maliyetli ürünlerin kullanımını gerektirdiğinden tercih edilmez. Bunun yerine gemi boru yenileme işlemlerinde yerinden ölçü alarak izometri çıkarmak veya devrenin sökülerek kademeli olarak imalatını yapmak daha uygundur.

## 1.3. BORU DEVRESİ ÜZERİNDEN BİREBİR İMALAT YAPMA

Bu yöntemde yenilenecek olan boru devresi, bulunduğu yerden sökülerek bir çalışma tezgâhına bağlanır. Devre sökülmeden önce devredeki akışkanın kesilmesine ve içindeki sıvının boşaltılmasına dikkat edilmelidir. Tezgâha bağlanan boru devresi üzerinden kademeli olarak ölçü alınıp imalat yapılır. Bu yöntemi Görsel 1.31'deki Spool-003 nolu parçanın (Görsel 1.63) üzerinden örnek vererek açıklayacağız. Ölçü alma işlemleri, kaynaklı bağlantıların merkezinden ve flanşın devreye bakan yüzünden alınarak yapılır. A ölçüsü, flanşın boruya bakan yüzünden kaynaklı bağlantının merkezine kadar metre yardımıyla alınır (Görsel 1.64).

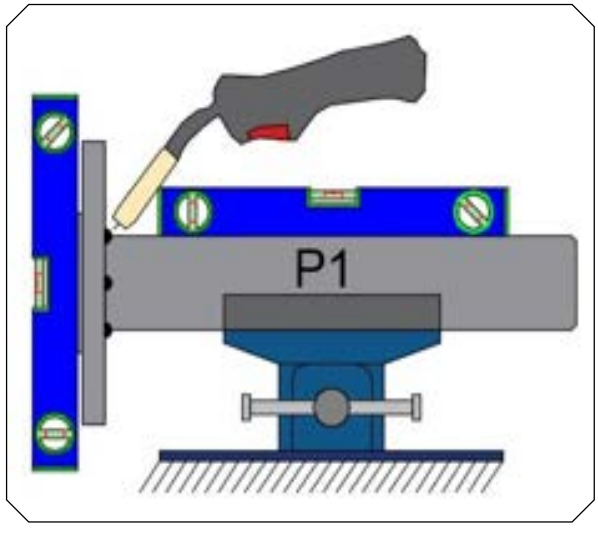



**Görsel 1.63: Spool resmi**

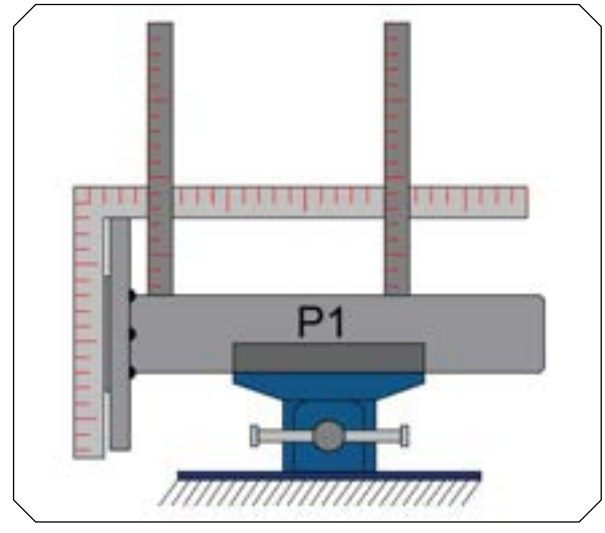



**Görsel 1.64: Ölçü alma**

P1 borusunun kesim boyunu hesaplamak için Tablo 1.9'daki verilere göre borunun çıkıntılı flanşa girinti miktarı ve kaynak boşluğu (a) değerleri dikkate alınmalıdır. Flanşa girinti miktarı (t-s) ile belirlenir. Kaynağın merkezine kadar ölçü alındığından A değerinden a/2 çıkarılıp t-s değeri eklenerek P1 kesim boyu hesaplanır. Bu, P1=(A+t)-(s+a/2) şeklinde ifade edilebilir. P1 değeri boru üzerine markalanarak kesici aletler ile kesim işlemi yapılır. Boru mengeneye bağlanarak teraziye alınır. Çıkıntılı flanş da boruya s değeri kadar giydirilerek cıvata delikleri yatayda olacak şekilde hizalanır. Ardından su terazisi ile dikey konumda teraziye alınır ve flanş ile boru puntalanır (Görsel 1.65). Her puntalama işleminde (a) değerinde bir metal parçası elemanların arasına yerleştirilir. Flanş ile borunun birbirine göre dikliği iki çelik cetvel ve gönye ile kontrol edilir (Görsel 1.66).

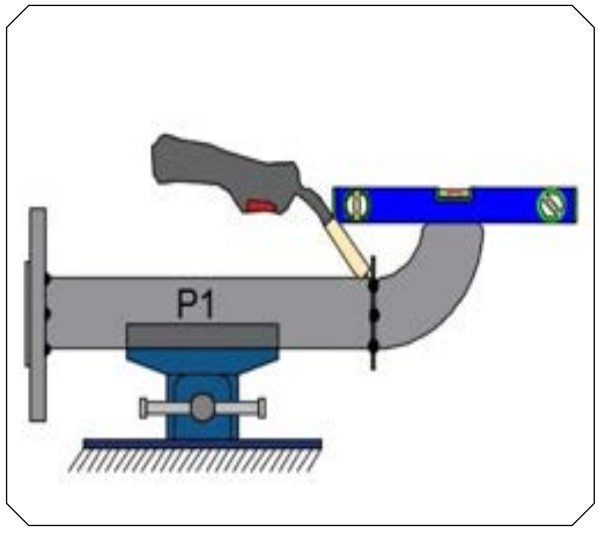



**Görsel 1.65: Teraziye alma ve puntalama**

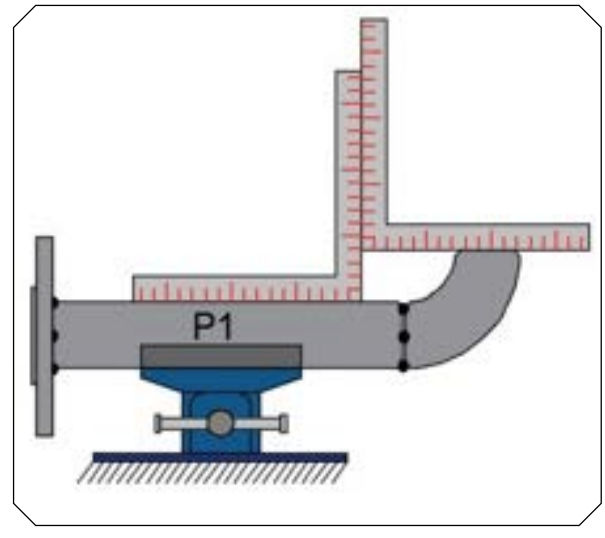



**Görsel 1.66: Diklik kontrolü**

Borunun ucuna yerleştirilecek olan dirsek, boru yönüne dik olacak şekilde teraziye alınır. Ardından dirsek, boru ile aynı yönde su terazisi ile hizalanır ve puntalanır (Görsel 1.67). Diklik kontrolü için iki gönye kullanılarak borunun ve dirseğin üzerine sırt sırta olacak şekilde yerleştirilir ve arada boşluk olup olmadığı kontrol edilir (Görsel 1.68).

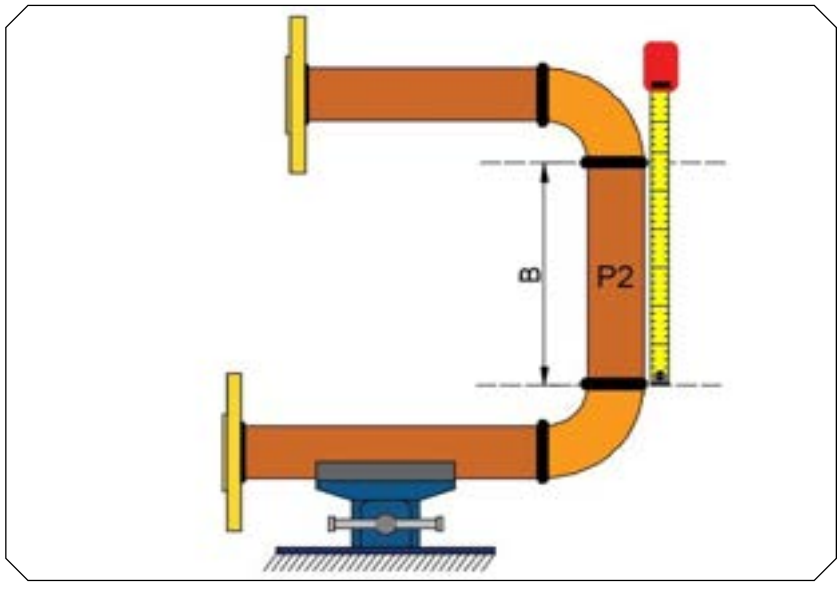



**Görsel 1.67: Dirseğin teraziye alınıp puntalanması**



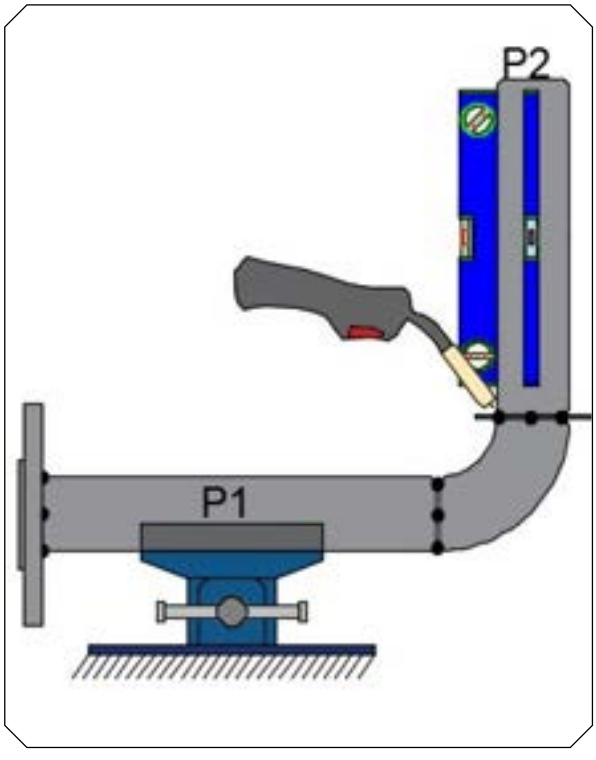

**Görsel 1.68: Diklik kontrolü**

B ölçüsü için yenilenecek spool üzerinden metre ile kaynak bağlantılarının merkezinden merkezine ölçü alınır (Görsel 1.69). Burada kaynak boşluğu iki tarafta eşit olacağı için iki adet a/2 değeri hesaba katılır. Böylece P2 değeri; P2= B-2x(a/2)=B-a şeklinde hesaplanabilir.

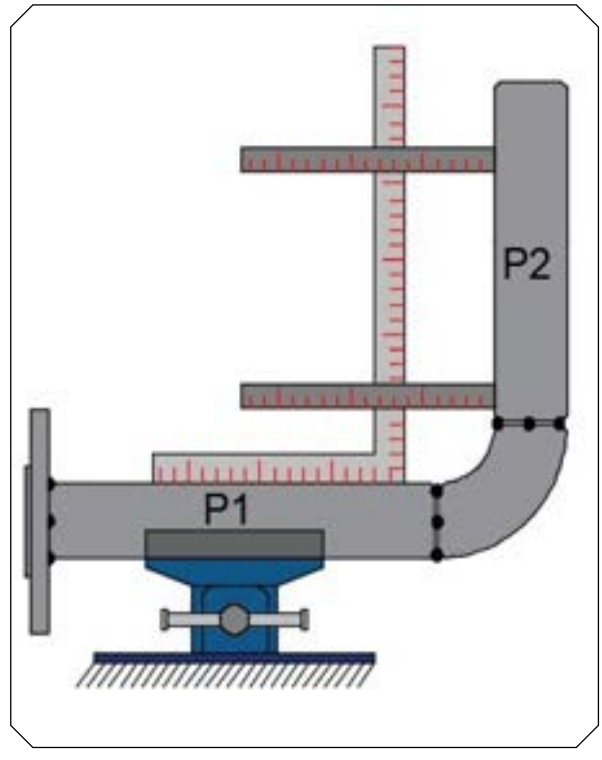



**Görsel 1.69: Ölçü alma**

Hesaplanan P2 değeri boru üzerine markalanır ve borunun kesimi yapılır. Dirseğin üzerine yerleştirilen boru, iki su terazisi ile bütün yönlerden teraziye alınır ve puntalama işlemi yapılır (Görsel 1.70). P1 ve P2 borularının, gönye ve cetveller yardımıyla birbirine göre diklikleri kontrol edilir (Görsel 1.71).

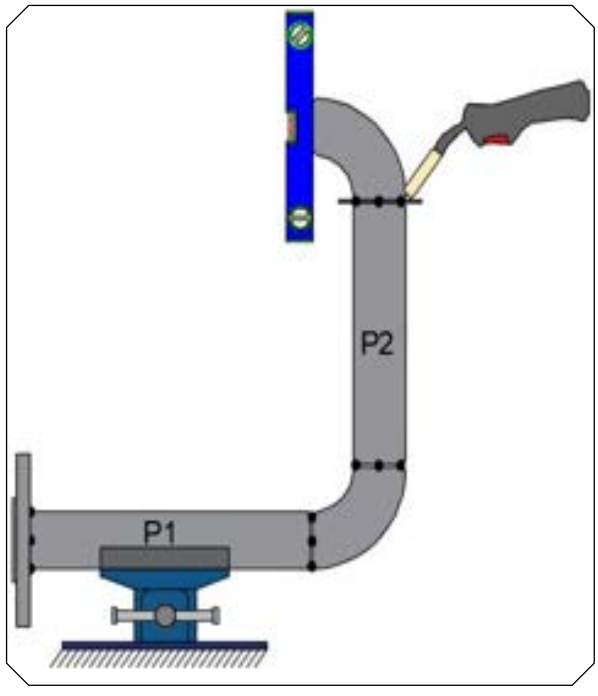



**Görsel 1.70: Borunun teraziye alınıp puntalanması**

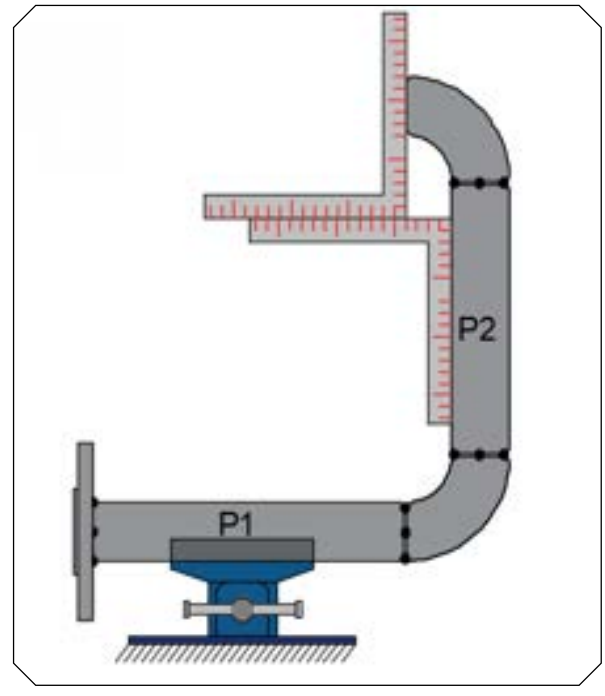



**Görsel 1.71: Diklik kontrolü**

P2 borusunun ucuna yerleştirilecek olan dirsek, su terazisi ile dikey konuma getirilir ve puntalanır (Görsel 1.72). Dirsek ve P2 borusunun birbirine göre dikliğini kontrol etmek için iki gönye kullanılır. Gönyeler bir kenarı dirseğe ve boruya oturtulurken diğer kenarları birbirine dayanır (Görsel 1.73). Arada boşluk olup olmadığı gözlemlenir.

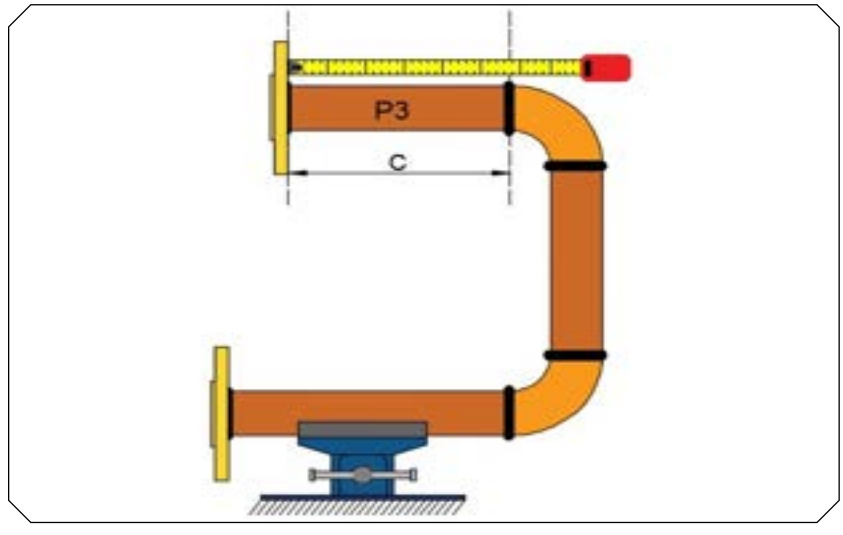



**Görsel 1.72: Dirseğin teraziye alınıp puntalanması**



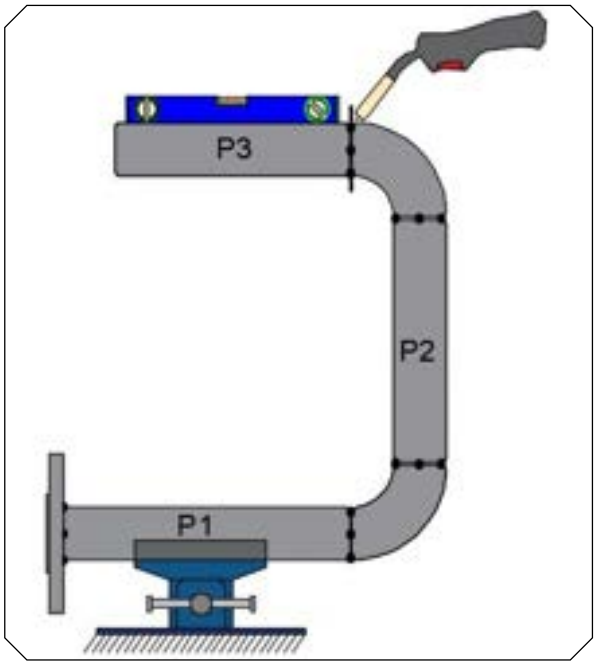

**Görsel 1.73: Diklik kontrolü**

Yenilenecek spool üzerinden C ölçüsü, flanşın boruya bakan yüzünden kaynaklı bağlantının merkezine kadar metre yardımıyla alınır (Görsel 1.74). P3 borusunun kesim boyunu hesaplamak için borunun flanşa olan girinti miktarı ve kaynak boşluğu (a) değerleri dikkate alınır. Kaynağın merkezine kadar ölçü alındığından C değerinden a/2 çıkarılıp t-s değeri eklenerek P3 kesim boyu hesaplanır. Bu, P3=(C+t)-(s-a/2) şeklinde ifade edilebilir.

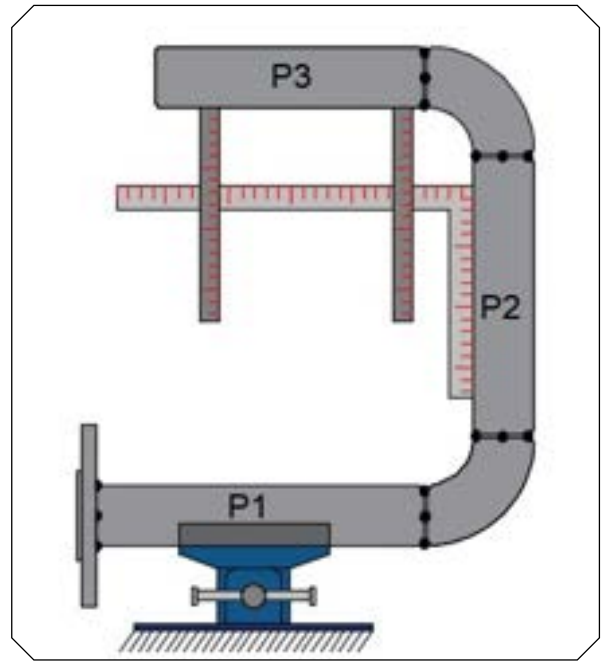



**Görsel 1.74: Ölçü alma**

Hesaplanan P3 değeri boru üzerine markalanır ve boru kesilir. P3 borusu dirseğin ucuna hizalanarak teraziye alınır ve puntalanır (Görsel 1.75). P2 ve P3 borularının, gönye ve cetveller yardımıyla birbirine göre diklikleri kontrol edilir (Görsel 1.76).

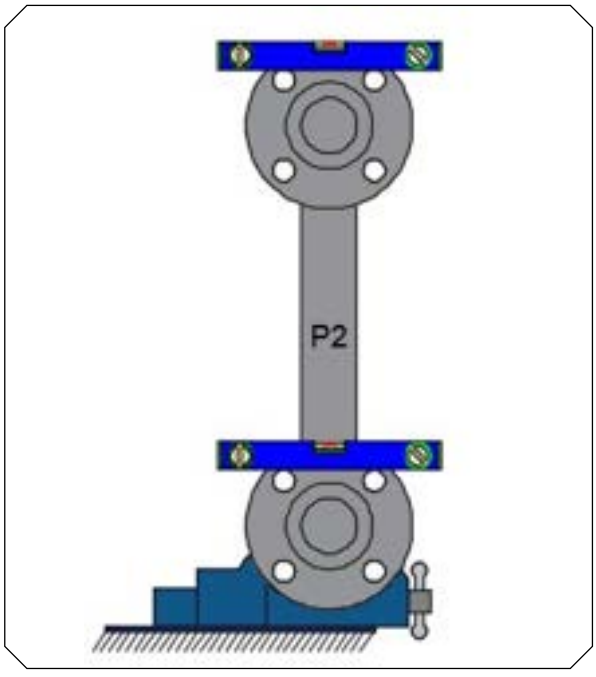



**Görsel 1.75: Borunun teraziye alınıp puntalanması**

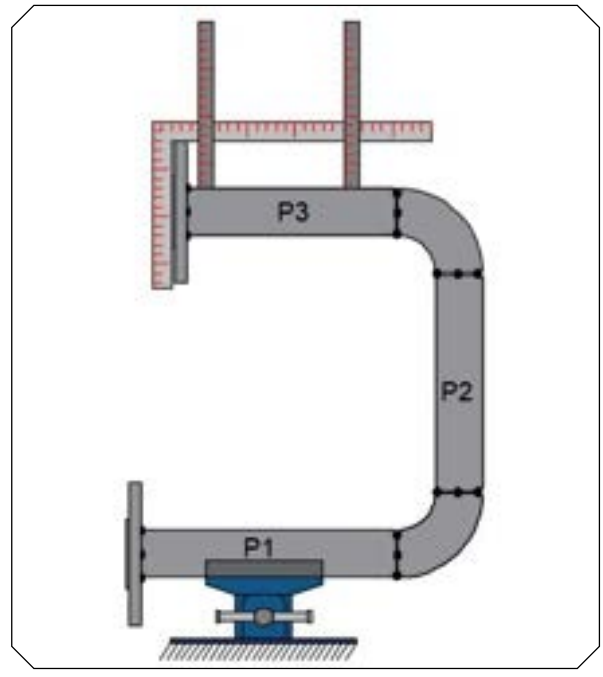



**Görsel 1.76: Diklik kontrolü**

P3 borusunun ucuna yerleştirilecek olan çıkıntılı flanş, (t-s) değeri kadar boruya giydirilir. Cıvata deliklerinin tepe noktalarına su terazisi konularak flanş yatayda hizalanır ve puntalanır (Görsel 1.77). Flanş ile borunun dikliği gönye ve cetvellerle kontrol edilir (Görsel 1.78).

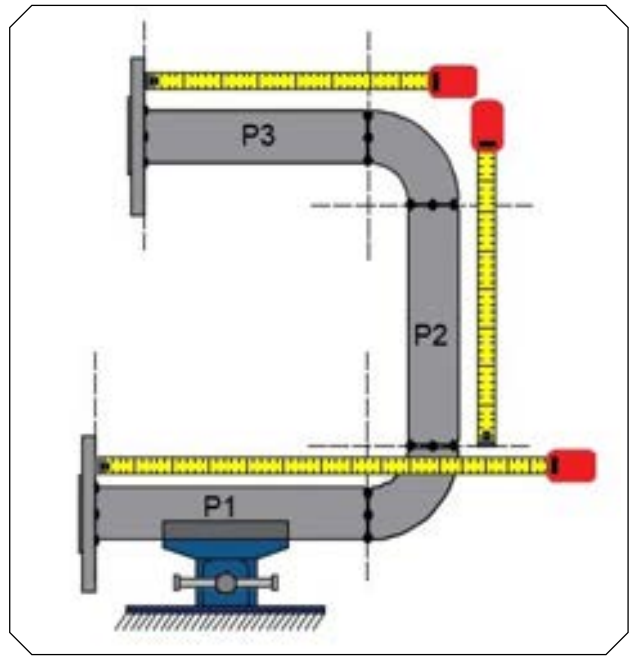



**Görsel 1.77: Flanşın teraziye alınması**



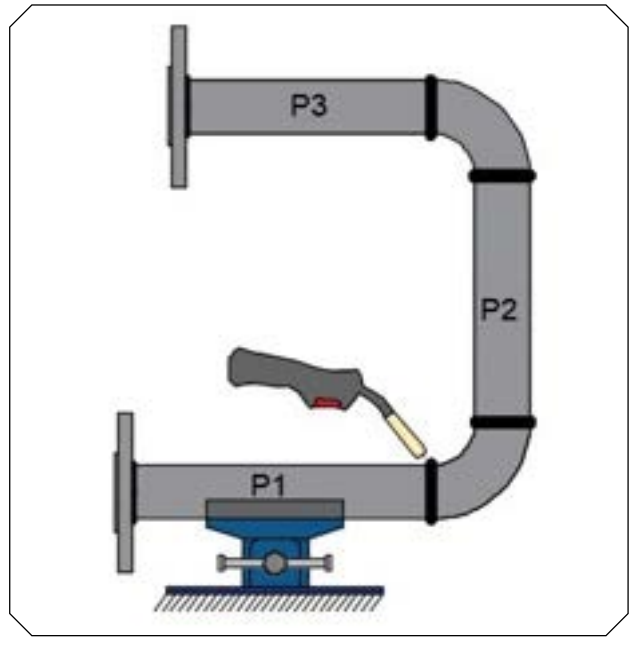

**Görsel 1.78: Diklik kontrolü**

Montaj işleminin ardından yenilenecek spool üzerinden alınan ölçüler ile imal edilen spool ölçüleri kontrol edilir (Görsel 1.79).




**Görsel 1.79: Ölçülerin kontrol edilmesi**

Ölçü işlemlerinin uygun olması durumunda puntaların üzeri çevresel olarak kaynatılır (Görsel 1.80).




**Görsel 1.80: Kaynak işlemi**

Kaynak işlemi tamamlandıktan sonra spool sızdırmazlık testine tabi tutulur. Çalışma basıncının 1,5 katı değerde test edilen spool, testi geçtikten sonra yerine cıvatalarla bağlanır.

## 1.2. UYGULAMA

Süre: 28 ders saati

### YENİLENECEK BORU DEVRESİ ÜZERİNDEN BİREBİR ÖLÇÜ ALARAK SPOOL İMALATI YAPMA

**Amaç:** Yenilenecek olan boru devresi üzerinden ölçü alarak spoolun imalatını yapmak.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Metre, gönye, boru kesici, taşlama motoru, kaynak makinesi ve sarf malzemeleri, su terazisi, çelik cetvel.

**Görev:** Atölyenizde bulunan korozyona uğramış bir boru devresini yerinden sökerek mengenede sabitleyiniz ve üzerinden ölçü alarak spool imalatını yapınız.

| İşlem Basamakları |
|---|
| **1.** İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız. |
| **2.** Yenilenecek boru devresini yerinden sökünüz ve mengenede sabitleyiniz. |
| **3.** Kademeli olarak ölçü alma işlemini yapınız. |
| **4.** Boru kesim boylarını hesaplayınız ve kesiniz. |
| **5.** Spool imalatını yapınız. |
| **6.** Su terazisi ile yatay ve dikeyde teraziye alma işlemlerini yapınız. |
| **7.** Devre elemanlarının birbirlerine göre dikliklerini kontrol ediniz. |
| **8.** Ölçü kontrollerini yapınız. |
| **9.** Kaynak işlemini yapınız. |
| **10.** 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 | |
| Boru devresini mengeneye sabitledi. | 10 | |
| Devre üzerinden kademeli olarak ölçü alma işlemini yaptı. | 10 | |
| Boruların kesim boylarını hesaplayarak montaja hazırladı. | 10 | |
| Spool imalatı yaparken su terazisi ile hizalamaları yaptı. | 15 | |
| Devre elemanlarının dikliklerini kontrol etti. | 10 | |
| Montajın ardından bütün ölçü kontrollerini yaptı. | 10 | |
| Çevresel kaynak işlemini gerçekleştirdi. | 15 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 1. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI

**Aşağıda verilen soruların doğru cevabını işaretleyiniz.**

**1. Farklı metaller arasında elektro-kimyasal bir süreç ile oluşan korozyon türü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Çukur
B) Erozyon
C) Galvanik
D) Genel
E) Grafit

**2. Gemilerin denize elverişliliğini denetleyen görevli aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Planlama mühendisi
B) Sörveyör
C) Dizayn mühendisi
D) İmalat mühendisi
E) Formen

**3. Aşağıdakilerden hangisi flanş ölçülerinden değildir?**

A) Dış çap
B) Uzunluk
C) İç çap
D) Cıvata dairesi çapı
E) Et kalınlığı

**4. Kimyasal tankerlerde diğer gemilerden farklı olarak bulunan yangın söndürme sistemi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Hidrant
B) Karbondioksit
C) Sprinkler
D) Yüksek genleşmeli köpük
E) İnert gaz

**5. Akaryakıt sistemleri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Yakıt boruları sıcak yüzeylerden geçirilebilir.
B) Dizel makinelerin yanma odasına yakıtı ileten borular çift cidarlı olmalıdır.
C) Düşük basınçlı borular, yakıtı depolama tankından servis tankına taşır.
D) Yüksek basınçlı borular, yakıtı makinelerin yanma odasına iletmek için kullanılır.
E) Gemilerin yakıtı çift dip, dinlendirme, servis ve depolama tanklarında depolanır.

**6. Korozyon ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Boru devrelerinde en çok görülen sorundur.
B) Anot, katot, elektrolit ve metalik iletim unsurlarının bir arada olması gerekir.
C) Boru devreleri sadece içten korozyona uğrar.
D) Asidik, bazik, tuzlu, nemli ve kirli ortamlarda daha fazla gerçekleşir.
E) Malzeme sağlamlığını ve işlevselliğini kaybeder.

**7. Aşağıda gemi boru devreleri ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Gemilerde dikişsiz borular kullanılır.
B) Erozyon, en çok dönüş yerlerinde görülür.
C) Sızdırmazlık testi çalışma basıncı değerinde yapılır.
D) Korozyon, boru et kalınlığını azaltır.
E) Akışkanın hızı, viskozitesi ve basıncı boru çapını belirler.

**8. Boru tesisatlarının yönünü değiştiren bağlantı elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Dirsek
B) Flanş
C) Manşon
D) Nipel
E) Redüksiyon

**9. Boru hatlarında çap düşürmek için kullanılan bağlantı elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kep
B) Kruva
C) Rakor
D) Redüksiyon
E) Te

**10. Sintine boru devreleri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Çek valflerle donatılmış sintine pompaları bulunur.
B) Meyil durumlarında bile sintineyi tahliye edecek şekilde tasarlanır.
C) Açık olan uçlarına geri döndürmez valf monte edilmelidir.
D) Sintine boruları besleme suyu, içme suyu, yağ ve yakıt tanklarından geçirilebilir.
E) Kimyasal aşındırmalara dayanıklı filtreler kullanılır.

**11. DN değeri 65 olan borunun NPS değeri aşağıdakilerden hangisidir?**

A) 2
B) 2 1/4
C) 2 1/2
D) 3
E) 3 1/2

**12. NPS değeri 4 olan borunun DN değeri aşağıdakilerden hangisidir?**

A) 25
B) 50
C) 80
D) 100
E) 125

**13. Dış çapı 139.7 mm, et kalınlığı 3.6 mm olan borunun iç çapı kaç mm'dir?**

A) 132.5
B) 136.1
C) 143.3
D) 146.9
E) 148.7

**14. Boru devrelerinin yenilenmesi ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Ölçü almak için metre, gönye ve cetveller kullanılabilir.
B) İzometrik çizim yapıldığında boru kesim boyları hesaplamalıdır.
C) Ölçüler merkezden merkeze veya uçtan uca alınabilir.
D) Montaj sırasında su terazisi ile teraziye alma işlemine dikkat edilmelidir.
E) Bakır boru ile ölçü almak en pratik yöntemdir.

**15. Aşağıdakilerden hangisi boru devrelerinde yaşanacak problemlere karşı alınacak önlemlerden değildir?**

A) Tamir kelepçesi ile sızıntının önüne geçmek.
B) Kazan sistemini kapatıp hızlıca devreye müdahale etmek.
C) Ekipmanların elektrik bağlantısını kesmek.
D) Taşıntı durumuna karşılık sintine alıcı devresini aktif konumda tutmak.
E) Yakıt devresindeki sızıntının sıcak bölgeler ile temas etmemesini sağlamak.

**16. Boru devrelerinin bitim yerlerine devreyi sonlandırmak için kaynatılan fiting aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kep
B) Manşon
C) Nipel
D) Rakor
E) Te

**17. Aşağıdakilerden hangisi flanş türlerinden değildir?**

A) Kaynak boyunlu
B) Dişli
C) Te
D) Kör
E) Çıkıntılı

**18. Aşağıdakilerden hangisi ölçü alma işlemlerinden değildir?**

A) Devrenin izometrisini çıkarmak
B) Dirsekler arası mesafeyi merkez ekseninden almak
C) Flanşın iç veya dış yüzeyinden ölçü almak
D) Boruların kesim boylarını hesaplamak
E) Devre elemanlarını puntalamak

**19. Aşağıdaki boru yenileme işlemlerinden hangisi en son yapılır?**

A) Devre elemanlarını tespit etmek
B) Diklik kontrollerini yapmak
C) Flanşları teraziye almak
D) Sızdırmazlık testi yapmak
E) Boruların ölçülerini çıkarmak

**20. Aşağıdakilerden hangisi boru devresi üzerinden kademeli imalat yapma işlemlerinden değildir?**

A) Markalama yapmak
B) Boru izometrisini çıkarmak
C) Devre üzerinden birebir ölçü almak
D) Devre elemanlarını borular ile hizalamak
E) Montaj sonrası ölçü kontrolü yapmak

**NOT:** Cevaplarınızı, cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz veya cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları tekrar ediniz.

# VALFLERDE BAKIM VE ONARIM İŞLEMLERİ

2. ÖĞRENME BİRİMİ

## KONULAR

2.1. VALFLERİN ÜZERİNDEKİ KOROZYONU GİDERME VE YENİDEN BOYAMA

2.2. VALFLERİN DIŞ YÜZEYİNDE KALAN MEKANİK PARÇALARI YAĞLAMA

2.3. SIZDIRMAZLIK SAĞLAMA

2.4. EMNİYET VE ÇABUK KAPAMA VALFLERİNİN BASINÇ AYARINI YAPMA

## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Valflerin özellikleri ve çeşitleri
- Uygun yöntemlerle korozyon ve boya temizliği
- Farklı araçlarla valfleri boyama
- Uygun ekipmanlarla mekanik parçaları yağlama
- Çeşitli sızdırmazlık elemanlarının hazırlanması ve valflere montajı
- Uygun aletlerle basınç ayarı yapma

## TEMEL KAVRAMLAR

Basınç Ayarı, Boyama, Korozyon, Sızdırmazlık, Valf, Yağlama

## HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Çevrenizde paslanmış malzemelerin ne tür değişikliklere uğradığını gözlemleyiniz. Bu değişikliklere nelerin sebep olabileceğini arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Çok zor açılıp kapanan bir valfin bu hareketine nelerin sebep olabileceğini düşününüz. Ulaştığınız sonuçları arkadaşlarınızla paylaşınız.
3. Çevrenizdeki sızıntı yapan bir valfi gözlemleyiniz. Sızıntının nerelerden kaynaklanabileceğini arkadaşlarınızla paylaşınız.
4. Basınç ayarı yapan bir valfin gerektiği gibi çalışmaması durumunda yüksek basıncın ne tür sorunlar oluşturabileceğini arkadaşlarınızla tartışınız.





# GİRİŞ

Gemi boru devrelerinde su, yağ, yakıt, buhar, hava gibi çeşitli akışkanların geçişini veya durdurulmasını sağlamak, debisini ayarlamak, geri dönüşünü engellemek, yönünü değiştirmek, basıncını sınırlamak ve emniyetini kontrol etmek gibi farklı fonksiyonları yerine getiren mekanik devre elemanlarına **valf (vana)** denir.

Valfler gemi boru donatımlarında çok önemli yer tutar. Genellikle makine dairesinde bulunan valflerin pompalardan filtrelere, tanklardan makine bağlantılarına kadar çok yaygın kullanım alanları vardır (Görsel 2.1).



**a) Soğutma devresi**



**b) Yağlama devresi**



**c) Yangın köpük devresi**



**ç) Basınçlı hava devresi**

**Görsel 2.1: Çeşitli valf uygulamaları**

## Valf Gövdelerinin Üretildiği Malzemeler

Çok farklı özelliklere sahip devrelerde kullanılan valfler, yüksek basınç ve yüksek sıcaklık değerlerinde aşındırıcı, zehirli, yanıcı akışkanların olduğu, temiz veya kirli ortamlarda çalışmasına imkân verecek malzemelerden üretilir. Valflerin üzerine hangi malzemeden üretildiğini gösteren markalamalar yapılır. Farklı malzeme özelliklerine sahip valfler; gemi boru devrelerinde sistemin çapına, amacına ve akışkan çeşidine göre bir arada kullanılabilir.

**a) Dökme Demirden (Cast Iron) Üretilen Valfler:** Dökme demir; su, gaz, korozif olmayan akışkanlar için uygun bir malzemedir. İşlenmesi kolaydır ama korozyon dayanımı zayıftır. Bu valflerin mukavemeti yüksektir, üretim maliyetleri düşüktür. Demir döküm valfler GG (pik döküm) ve GGG (sfero döküm) kısaltmalarıyla gösterilir. Gemilerde basınçlı hava, buhar, tatlı su, içme suyu, ana makine tatlı su soğutma, dizel makinelerin dizel oil yakıt, fuel oil ve dizel oil yakıt transfer, fuel oil ve dizel oil seperasyon, yağlama yağı servis ve transfer, yağlama yağı seperasyon, sintine, balast, ana makine deniz suyu soğutma devrelerinde kullanılabilir (Görsel 2.2).



**Görsel 2.2: Demir döküm valf**

**b) Paslanmaz Çelikten (Stainless Steel) Üretilen Valfler:** Bu valfler yüksek korozyon direncine ve dayanıklılığa sahiptir. Bu nedenle paslanmaz çelik valfler; korozif ortamlarda, yüksek sıcaklık veya basınçta çalışan sistemlerde tercih edilir (Görsel 2.3).

**c) Dövme Çelikten (Forged Steel) Üretilen Valfler:** Bu tip valflerde dövme işlemi ile çeliğin yapısı daha yoğun hâle geldiğinden korozyon direnci yüksektir. Bu valfler yüksek sıcaklıkta ve basınçta çalışmak için uygundur. Gemilerde basınçlı hava, kazan blöf, kazan fuel oil yakıt devrelerinde kullanılabilir (Görsel 2.4).



**Görsel 2.3: : Paslanmaz çelik valf**



**Görsel 2.4: Dövme çelik valf**

**ç) Çelik Döküm (Cast Steel) Valfler:** Karbon ve çelik alaşımlarından yapılan bu valfler, yüksek sıcaklık ve basınçlara dayanıklıdır. Mukavemetleri yüksek olup üretim maliyetleri uygundur. Gemilerde basınçlı hava devresi, dizel makinelerin fuel oil yakıt hazırlama devrelerinde kullanılabilir (Görsel 2.5).



**Görsel 2.5: Çelik döküm valf**

**d) Bronzdan (Bronze) Üretilen Valfler:** Bakır ve kalay elementlerinin alaşımı ile elde edilen bronz valflerin korozyon direnci, dökme demirlere göre daha yüksektir. Korozif ortamlarda ve yüksek sıcaklıklarda çalışabilir. Genellikle küçük çaplı devreler için dişli ve flanşlı olarak üretilir. Gemilerde basınçlı hava, kontrol havası, buhar, tatlı su, içme suyu, sıcak su sirkülasyon, ana makine tatlı su soğutma, dizel makinelerin fuel oil yakıt hazırlama, dizel makinelerin dizel oil yakıt, fuel oil ve dizel oil yakıt transfer, fuel oil ve dizel oil seperasyon, yağlama yağı servis ve transfer, yağlama yağı seperasyon, sintine, balast, ana makine deniz suyu soğutma devrelerinde kullanılabilir (Görsel 2.6).



**Görsel 2.6: Bronz valf**

**e) Pirinçten (Brass) Üretilen Valfler:** Bakır ve çinko elementlerinin alaşımı ile elde edilen pirinç valfler, küçük çaplarda ve dişli bağlantılı olarak imal edilir. Bronz valflere göre maliyeti daha düşük, korozyon dayanımı daha zayıftır. Gemilerde basınçlı hava, kontrol hava, yağlama yağı servis ve transfer, sintine, balast devrelerinde kullanılabilir (Görsel 2.7).



**Görsel 2.7: Pirinç valf**

**f) Plastik Türevli Valfler:** Düşük sıcaklık ve basınçlarda kullanıma uygun olan bu valfler, genellikle küçük çaplı sıhhi tesisatlarda kullanılır. Metalik borulara göre dayanımları oldukça düşüktür. Esnek yapısı, kolay montajı ve düşük maliyetlerden dolayı tercih edilir. Genellikle polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinilklorür (PVC) gibi plastik türevli malzemelerden üretilir (Görsel 2.8).



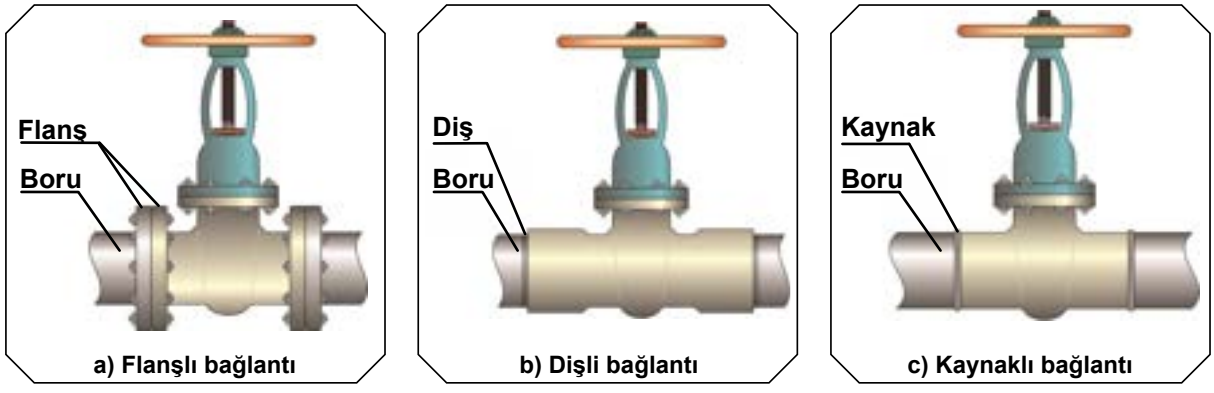
**Görsel 2.8: Plastik türevli valf**

**ARAŞTIRMA**

Gemi devreleri için kullanılacak olan valflerin uygun malzemelerden seçilmemesi durumunda hangi sorunların yaşanabileceğini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

## Valflerin Bağlantı Yöntemleri

Valflerin boru tesisatlarına bağlantıları; flanşlı, dişli ve kaynaklı birleştirmelerle yapılır (Görsel 2.9).




a) Flanşlı bağlantı b) Dişli bağlantı c) Kaynaklı bağlantı

**Görsel 2.9: Valflerin bağlantı şekilleri**

Boru devresine müdahale edilmeden valfin direkt sökülmesini sağladığı için flanşlı tipte olanlar yaygın olarak kullanılır (Görsel 2.10). **Flanşlı valfler**; karşılarına flanşlı bir boru hizalanır ve araya sızdırmazlık elemanı konarak cıvata-somun bağlantısı ile boru hattına bağlanır. Bu tip valfler, her çaptaki boru devrelerinde kullanılır (Görsel 2.11).



**Görsel 2.10: Flanşlı valf**



**Görsel 2.11: Flanşlı valf bağlantısı**

Boru devrelerinde dişli şekilde bağlantı yapılan valfler de kullanılmaktadır (Görsel 2.12). **Dişli valfler**; diş açılmış boruya teflon bant, kendir ipi, sıvı conta gibi sızdırmazlık sağlayacak elemanlar kullanılarak monte edilir. Bu tip valfler genellikle 2 inç ve altındaki boru devrelerinde kullanılır. Bu valflerin bakımı için devrenin sökülmesi gerekir (Görsel 2.13).



**Görsel 2.12: Dişli valf**



**Görsel 2.13: Dişli valf bağlantısı**

Yaygın olmamakla birlikte gemi boru donatımlarında kaynaklı olarak montajı yapılan valfler de kullanılır (Görsel 2.14). **Kaynaklı valfler**in boru hattına montajı, belirlenen kaynak yöntemine göre valf ve borunun birbirine kaynaklanması ile yapılır. İyi yapılan bir kaynak ile devrede kaçak oluşmasının önüne geçilir. Sızdırmazlık elemanı olmadığı için yüksek basınç ve sıcaklıklarda kullanılır. Bakım işlerinin zor olmasından ve istenilen zamanda valfe müdahale imkânı vermediğinden bu valfler, gemi boru devrelerinde çok tercih edilmez (Görsel 2.15).



**Görsel 2.14: Kaynaklı valf**

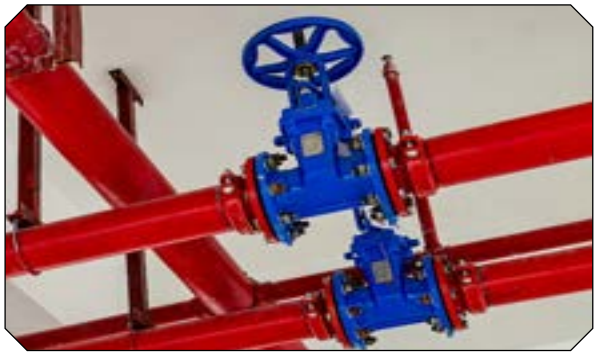


**Görsel 2.15: Kaynaklı valf bağlantısı**

Bir diğer bağlantı şekli olan **yiv açılmış valfler** daha çok yangın tesisatlarında tercih edilir (Görsel 2.16). Yiv bağlantılı valflerin montaj ve söküm işlemleri flanşlı bağlantılar gibi kolaydır. Bu valflerin ve karşısındaki borunun üzerinde bulunan yiv kanallarına sızdırmazlık elemanı yerleştirilir. Valf ile boru aynı eksene alınarak kaplin kelepçeleri yardımıyla birbirlerine bağlanır (Görsel 2.17).



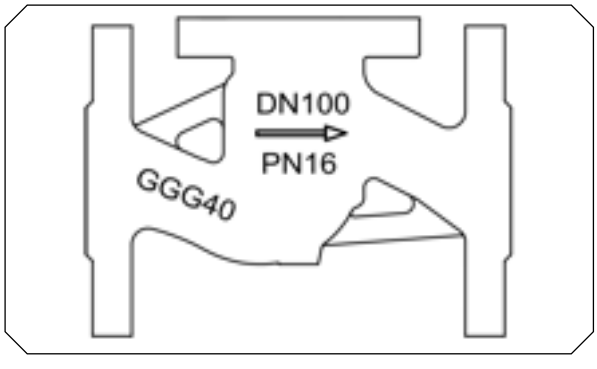
**Görsel 2.16: Yivli valf**



**Görsel 2.17: Yivli valf bağlantısı**

## Valflerin Çap ve Basınç Değerleri

Valflerin üzerinde valfin anma çapını ve anma basıncını gösteren DN ve PN numaraları ile valfin özelliğine göre akış yönünü gösteren ok işareti bulunur (Şekil 2.1). Valf, ok işaretine göre devrenin akış yönü doğrultusunda monte edilir. Boru devresi ile uyum göstermesi açısından valflerin DN değeri, diğer elemanlarla aynı olmalıdır. Valflerin PN değeri, çalışacakları sistemin emniyeti açısından çok önemli olduğundan uygun basınç değerinde çalışacak valfler seçilmelidir.




**Şekil 2.1: DN, PN ve ok işaretlerinin gösterilmesi**

## Valflerin Tahrik Yöntemleri

Gemi boru devrelerinde kullanılan valflerin, açma kapama hareketlerinin kontrolü için farklı tahrik yöntemleri kullanılır.

**a) El Tekeri (Hendıl) ile Tahrik Edilen Valfler:** Yaygın olarak kullanılan hendıl ile kontrol, en geleneksel yöntemdir (Görsel 2.18). El tekeri, aksi belirtilmedikçe saat yönünde döndürüldüğünde valf kapanırken saat yönünün tersine döndürüldüğünde ise valf açılır. Uygulanacak kuvveti artırmak veya ulaşımı zor yerde olan valf hendılını döndürmek için valf anahtarı kullanılır.



**Görsel 2.18: El tekeri (Hendıl)**

Teknolojinin gelişmesi ile valflerin açma ve kapama hareketlerini sağlayan tahrik yöntemleri de değişmektedir. Gemilerde uzaktan kontrol ve iş gücünü azaltma imkânı sağladığı için kumandalı ve aktüatörlü (tahrikli) valflerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu tip valflerin kumanda merkezi genellikle gemilerin makine dairesindeki kontrol odası ve köprü üstündeki kaptan köşkü ile kargo daireleridir.

**b) Hidrolik Aktüatörlü Valfler:** Bu tip valflerde sistemden gelen basınçlı yağ, valf üzerinde bulunan hidrolik silindir içindeki pistonu hareket ettirerek valfin açma ve kapama yapmasını sağlayan elemanını tahrik eder. Üretim maliyetleri yüksek olmasına karşın yüksek tork değerleri üretmelerinden dolayı büyük çaplı valflerde tercih edilir (Görsel 2.19).



**Görsel 2.19: Hidrolik aktüatörlü valf**

**c) Pnömatik Aktüatörlü Valfler:** Bu valflerde sistemden gelen basınçlı hava, valf üzerinde bulunan hidrolik silindir içindeki pistonu hareket ettirerek valfin açma ve kapama yapmasını sağlayan elemanını hareket ettirir. Pnömatik aktüatörlü valflerde çift etkili veya tek etkili silindirler kullanılır. Çift etkili silindirlerde valf, açma/kapama işlemini basınçlı hava ile yapar. Tek etkili silindirlerde ise açma işlemi basınçlı hava ile yapılırken kapama işlemi silindir içindeki yayın pistonu geri itmesi ile gerçekleşir. Pnömatik aktüatörler hidrolik aktüatörlere göre daha az maliyetli ve basit yapıda olmasına rağmen daha hızlı tepki verir (Görsel 2.20).



**Görsel 2.20: Pnömatik aktüatörlü valf**

**ç) Solenoid Bobinli Valfler:** Bu valfte solenoid bobine bir elektriksel gerilim uygulanarak bobinin elektromıknatısa dönüşmesi sağlanır. Bu dönüşüm sonucunda manyetik bir kuvvet üretilir. Bu manyetik kuvvet ise valfin içinde açma ve kapama yapmayı sağlayan elemanı harekete geçirerek valfin açılmasını veya kapanmasını sağlar. Solenoid kontrollü valfler hızlı ve hassas kontrol sağladığı için endüstriyel uygulamalarda sıkça kullanılır (Görsel 2.21).



**Görsel 2.21: Solenoid bobinli valf**

**d) Elektrik Aktüatörlü Valfler:** Bu valflerin üzerinde bulunan elektrik motoru, şebekeden aldığı elektrik gücünü dairesel harekete çevirir. Dairesel hareket, dişliler vasıtasıyla valfin açma ve kapama elemanına iletir. Bu valflerin yapısındaki dişli mekanizmalardan dolayı açma ve kapama işlemi diğer aktüatörlü valflere göre daha yavaş olmasına karşılık, sessiz çalışma ve hassas kontrol imkânı sağlar (Görsel 2.22).

**e) Dişli Aktüatörlü Valfler:** Bu tip valflerde bulunan sonsuz dişliler, hendıl veya farklı tahrik yöntemleri ile harekete geçirilerek açma ve kapama sağlanır. Giriş torkunu artırmak için kullanılan dişli kutusu sayesinde hendıl birkaç tur döndürülerek büyük valfler kolaylıkla tahrik edilir (Görsel 2.23).



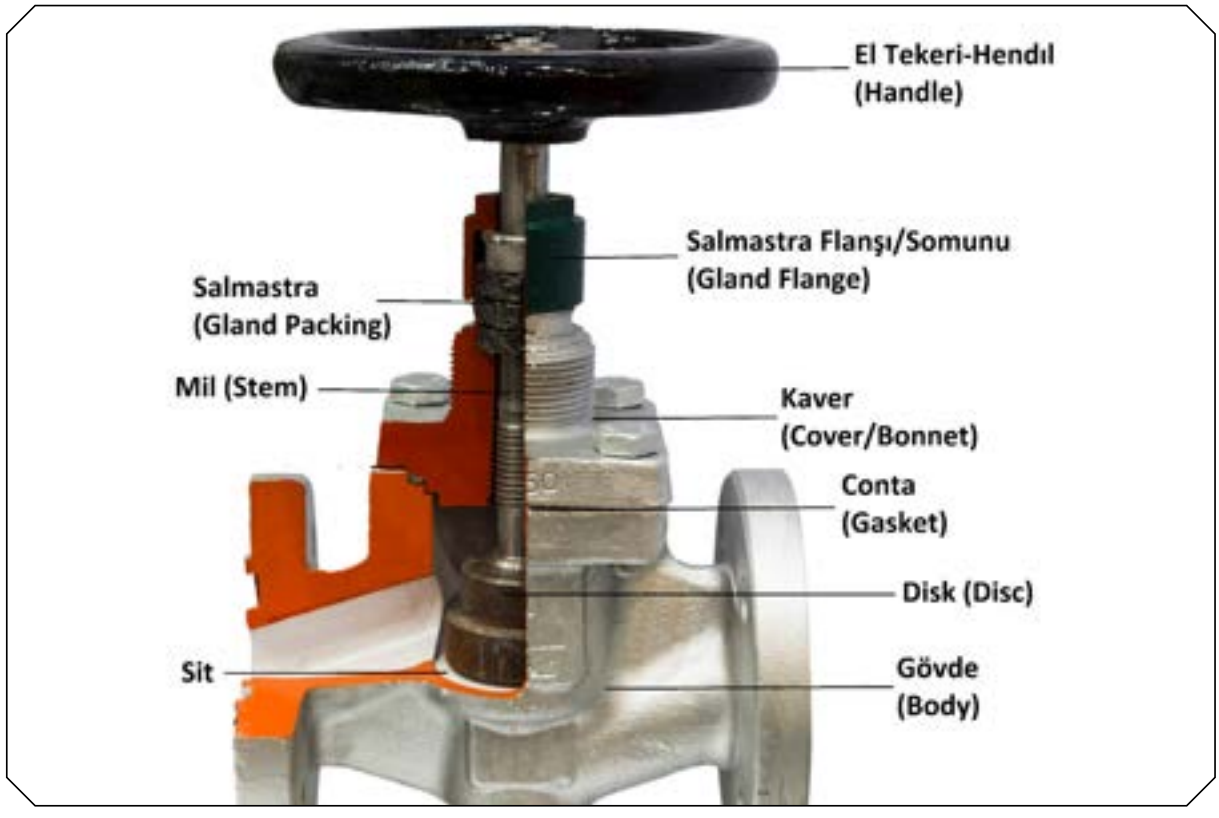
**Görsel 2.22: Elektrik aktüatörlü valf**



**Görsel 2.23: Dişli aktüatörlü valf**

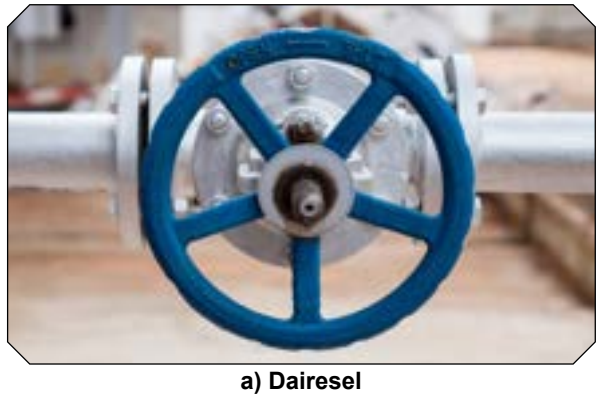
## Valf Elemanları

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 elemanlarda bulunur (Görsel 2.24).




**Görsel 2.24: Valf elemanları**

**a) El Tekeri-Hendıl (Handle):** Açma ve kapama yapmak için valf miline hareket veren elemandır. Hendılın üzerinde hangi devreye ait olduğunu gösteren etiketler ile açma ve kapama (open/shut) yönlerini gösteren markalamalar bulunur (Görsel 2.25.a). Hendıl, devrenin rengine göre boyanarak operasyonlarda kolaylık sağlanmış olur. Hendıllar, dairesel yapıda olabildiği gibi bazı valflerde kol şeklinde de olabilir (Görsel 2.25.b).



**a) Dairesel**



**b) Kollu**

**Görsel 2.25: Valf hendılı**

**b) Gövde (Body):** Valfi oluşturan parçaları bir arada tutan ana elemandır. Akışkanın giriş ve çıkış yaptığı noktalarda gövde boru hatlarına dişli, flanşlı veya kaynaklı olarak bağlanır. Gövdenin çalışma koşullarında korozyona, yüksek sıcaklık ve basınca karşı yeterli dirence sahip olması gerekir. Valf gövdesinin yapıldığı malzeme bu açıdan önemlidir. Bu amaçla da yaygın olarak kullanılan malzemeler; demir döküm, karbon çelik, düşük alaşımlı çelik, bronz, pirinç ve paslanmaz çeliktir. Gövdelerin giriş ve çıkışları genellikle aynı eksende olur (Görsel 2.26.a). Bunun yanı sıra farklı açı değerlerinde olan valf gövdeleri de kullanılır (Görsel 2.26.b,c). Sıcaklık, basınç, akış gibi farklı parametreleri kontrol eden bazı valflerin gövdelerinde ise 3 veya 4 adet giriş çıkış yeri bulunabilir (Görsel 2.26.ç).



a) Düz Tip



b) Y Tip



c) Köşe/Gönye Tip



ç) 3 Yollu

**Görsel 2.26: Valf gövde tipleri**

**c) Kapak-Kaver (Cover/Bonnet):** Gövdeye kapaklık, açma ve kapama miline yataklık yapar. Döndürme organını (aktüatör / hendıl) taşır. Kaver fonksiyonel parçaların montaj ve demontajını kolaylaştırır. Gövde ile aynı malzemeden üretilir. Üç kapak tipi bulunur. Bunlar; dişli, flanşlı ve kaynaklı olarak gövdeye monte edilir.

Dişli kapakların, rutin kontroller ve onarımlar için açılıp kapatılması kolaydır. Genelde anma çapı DN50'nin altındaki valflerde tercih edilir. Flanşlı kapaklar, gövde ile arasına conta koyulması suretiyle cıvata ve somun kullanılarak birbirine bağlanır. Çok büyük valflerin montajında kolaylık sağlar. Kaynaklı kapaklar gövdeye kalıcı olarak kaynaklanır. Kaynak işleminin iyi yapılması hâlinde sızdırmazlık problemi yaşanmaz. Ancak valfin bakım onarımı gerektiği durumda iç parçalarına erişim olmadığı için çok tercih edilmemektedir. Kapak tipi seçilirken bakım ihtiyaçları, potansiyel sızıntı riskleri, valf boyutu ve maliyetler göz önünde bulundurulur. Kaver, sistem basıncına ve sıcaklık dalgalanmalarına dayanıklı olmalıdır. Sızdırmaz, kolay sökülüp takılması ve onarım işlemleri için esneklik sağlamasından dolayı gemi boru devrelerinde dişli ve flanşlı tipteki kaverler tercih edilir (Görsel 2.27).



a) Dişli



b) Flanşlı

**Görsel 2.27: Valf kaver tipleri**

**ç) Valf Trimi:** Akışkan ile doğrudan temas hâlinde olan mil, disk ve sitin oluşturduğu elemandır (Görsel). Trim elemanları, akışkan ile sürekli temas hâlinde olduğu için imal edildiği malzemenin kimyasal etkilere, değişken sıcaklıklara ve aşındırıcı durumlara dayanması gerekir. **Mil (spındıl),** valfin tahrik elemanından aldığı hareketi diske ileten elemandır (Görsel 2.28.a). **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 (Görsel 2.28.b). **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 (Görsel 2.28.c). Bir valfin tam kapalı konumunda iken akışkan geçişinin engellenmesi için, diskin ve sitin boşluk kalmaksızın yüzeylerinin birbirleriyle örtüşmesi gerekir.



a) Mil



b) Disk



c) Sit

**Görsel 2.28: Valf trimi elemanları**

**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. Bazı valflerde tek parça olan salmastralar, bazı valflerde birkaç parçanın bir araya gelmesiyle sızdırmazlığı sağlar (Görsel 2.29). **Salmastra flanşı (gland flange)**, salmastraların salmastra yuvasına uygun sıkılıkta sabitlenmesini saplama ve somunlar yardımıyla sağlar (Görsel 2.30). 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.



**Görsel 2.29: Salmastra**

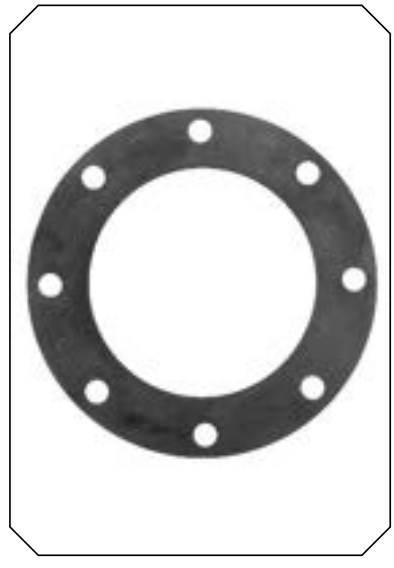


**Görsel 2.30: Salmastra flanşı**

Kaver üzerine açılmış **salmastra kutusu/yuvası (stuffing box)** ise salmastraların belirli bir düzende yerleştirildiği kısımdır (Görsel 2.31). **Conta (gasket)**, valf gövdesi ile kaver arasında sızdırmazlığı sağlayan elemandır (Görsel 2.32). Conta seçimi yapılırken valfin hangi devrede çalışacağına dikkat edilmelidir. Sistemin ihtiyaçlarına cevap verecek, farklı basınç ve sıcaklıkta deforme olmayacak contalar seçilmelidir. Bazı valflerde salmastra yerine mil ile kaver arsındaki sızdırmazlığı **o-ring** denilen halkalar sağlar (Görsel 2.33).



**Görsel 2.31: Salmastra kutusu**



**Görsel 2.32: Conta**



**Görsel 2.33: O-ring**

## Valf Çeşitleri

Gemilerde kullanılacak olan valflerin seçimine çok dikkat edilmelidir. Kullanılacak devrenin amacına, taşınacak malzemenin türüne, basıncına ve sıcaklığına göre valf seçimleri yapılmalıdır. Valflerin sınıflandırılması yapıldığında 3 ana grup göze çarpmaktadır (Tablo 2.1).

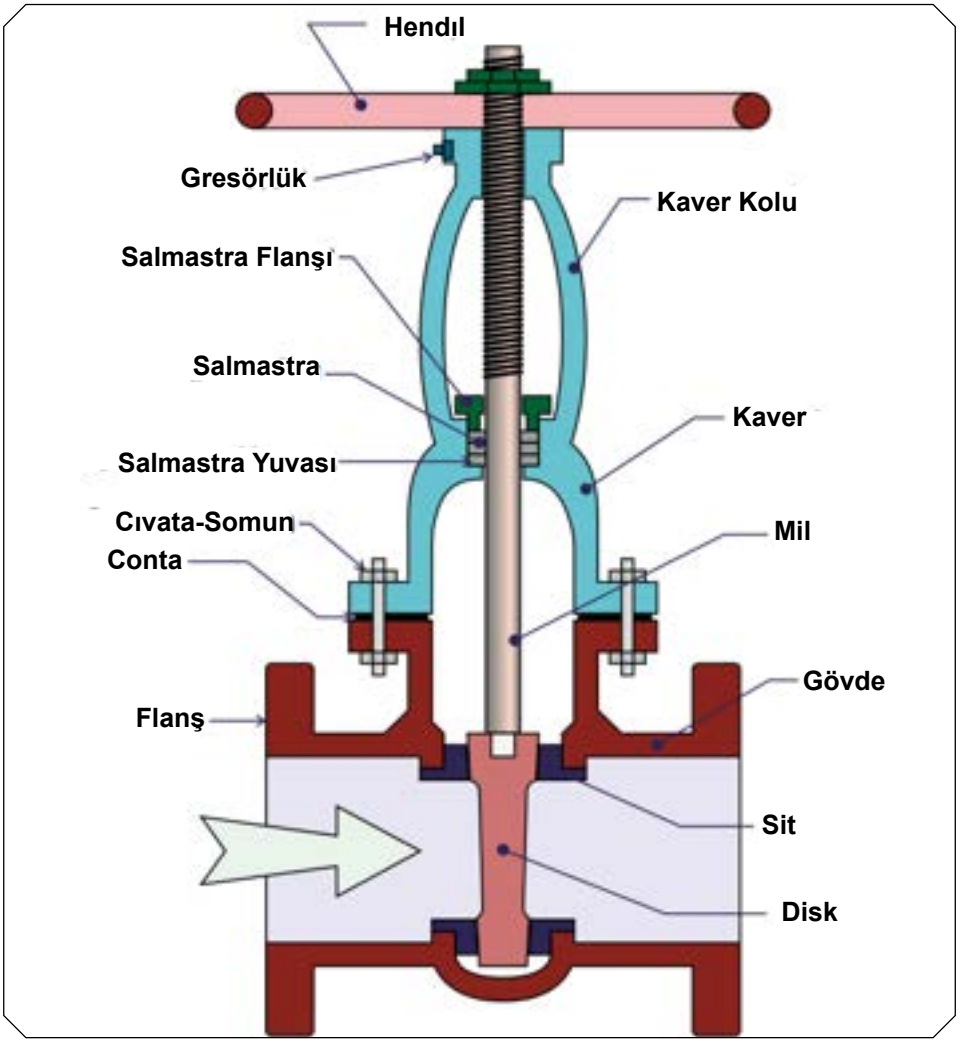
**Tablo 2.1: Valflerin Sınıflandırılması**

| VALF GRUBU | VALF ADI |
|---|---|
| **Stop Valfler** | Sülüs/Geyt Valf (Gate Valve) |
| | Glob Valf (Globe Valve) |
| | Küresel Valf (Ball Valve) |
| | Kelebek Valf (Butterfly Valve) |
| | İğne Valf (Needle Valve) |
| | Diyafram Valf (Diaphragm Valve) |
| | Pistonlu Valf (Piston Valve) |
| | Plug Valf (Plug Valve) |
| | Çabuk Kapama Valfi (Quick Closing Valve) |
| **Çek Valfler** | Yaylı Çek Valf (Lift Check Valve) |
| | Çalpara Çek Valf (Swing Check Valve) |
| | Wafer Çalpara Çek Valf (Wafer Swing Check Valve) |
| | Toplu Çek Valf (Ball Check Valve) |
| | Disko Çek Valf (Disk Check Valve) |
| **Kontrol Valfleri** | Basınç Emniyet Valfi (Rilif/Safety Valve) |
| | Rilif Valf (Relief Valve) |
| | Basınç Kısma Valfi (Reducing Valve) |
| | Sıcaklık Kontrol Valfi (Temperature Control Valve) |
| | Akış Kontrol Valfi (Flow Control Valve) |

## 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.

**a) Sürgülü/Geyt Valf (Gate Valve):** Akışkan kontrolünü tam açık veya tam kapalı pozisyonda gerçekleştiren valf türüdür. Sürgülü valflerde akışkan, valf gövdesinden yön değiştirmeden doğrusal olarak geçer. Bu yüzden akışa karşı direnç azdır ve basınç düşümü minimum düzeydedir. Görsel 2.34'te geyt valfin kesit resmi gösterilmiştir.

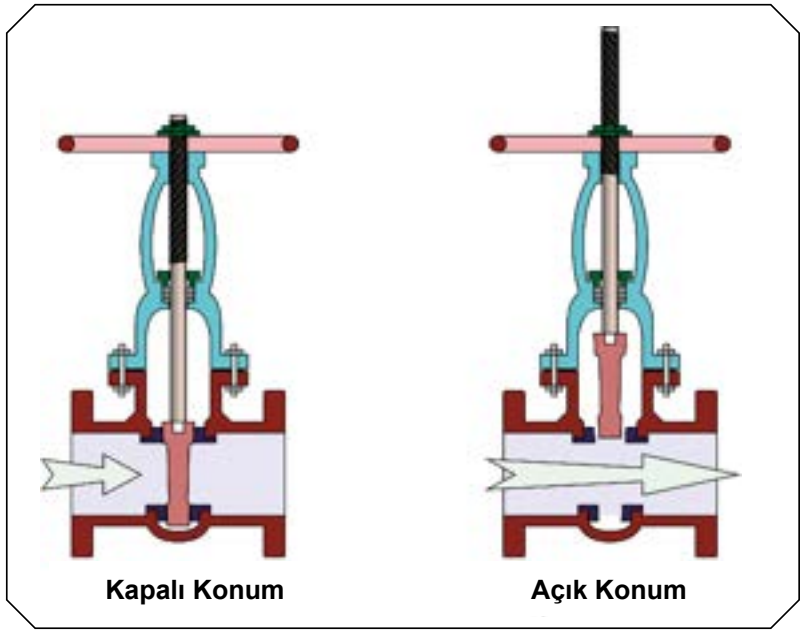



**Görsel 2.34: Geyt valf kesiti**

Geyt valflerde disk, akış yönüne göre dik olarak hareket eder. Hendılın hareketi ile mil, diski valf sitinden ayırmasıyla akış sağlanmış olur. Tam açık konuma getirilmediğinde akışkan diskin arkasında türbülans meydana getirdiği için debi ayarı bu valflerde uygun değildir.

Sürgülü valfler, küçük çaplarda dişli üretilmesinin dışında genellikle flanşlı olarak imal edilir. Boru devrelerine bağlantı yapılırken hendıl yukarıda olacak şekilde dikey biçimde her iki yönde de bağlanabilir. Milin hareketine bağlı olarak geyt valfler, yükselen milli ve yükselmeyen milli olarak iki çeşittir.

**Yükselen milli geyt valflerde** hendıl döndürüldüğünde mil hendılın üzerine çıkar (Görsel 2.35 ve 2.36). Bu valflerde valfin açık veya kapalı konumu milin konumundan anlaşılabilir. Mil ve salmastraya ulaşım imkânından dolayı bakımları daha kolay, aşınma ve sürtünme sorunları daha azdır. Ancak mil hareketinden dolayı daha fazla alana ihtiyaç duyulur. Karmaşık tasarımından dolayı maliyetleri de daha yüksektir.

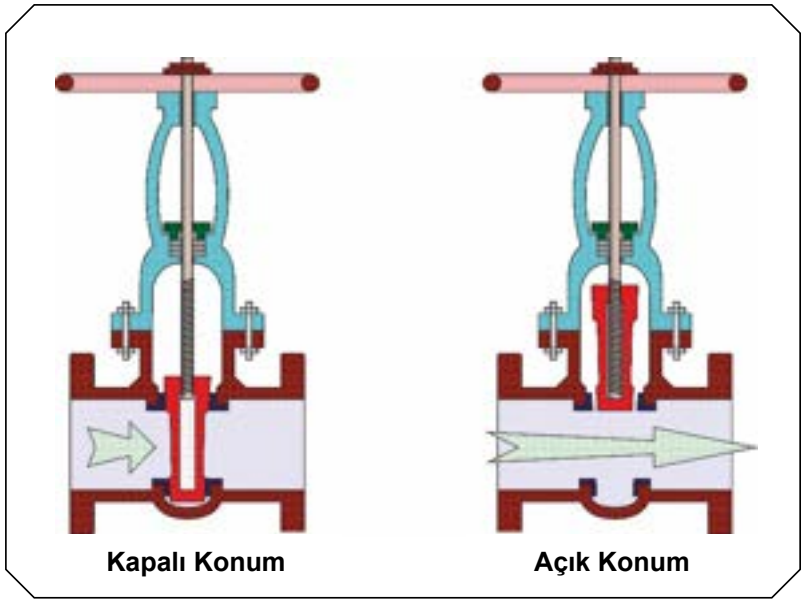



Görsel 2.35: Yükselen milli geyt valf kesiti



Görsel 2.36: Yükselen milli geyt valf

**Yükselmeyen milli geyt valflerde** ise hendıl döndürüldüğünde mil diskin içinde hareket ederek diski yukarıya doğru çeker (Görsel 2.37 ve 2.38). Bu valflerde valfin ne kadar açık olduğu tam tespit edilemeyebilir. Kompakt bir yapıya sahip olduğu için bakımları daha zor, aşınma ve sürtünme sorunları daha fazladır. Ancak dar alanlarda kullanım imkânı sunar. Basit tasarımından dolayı maliyetleri daha düşüktür.




Görsel 2.37: Yükselmeyen milli geyt valf kesiti



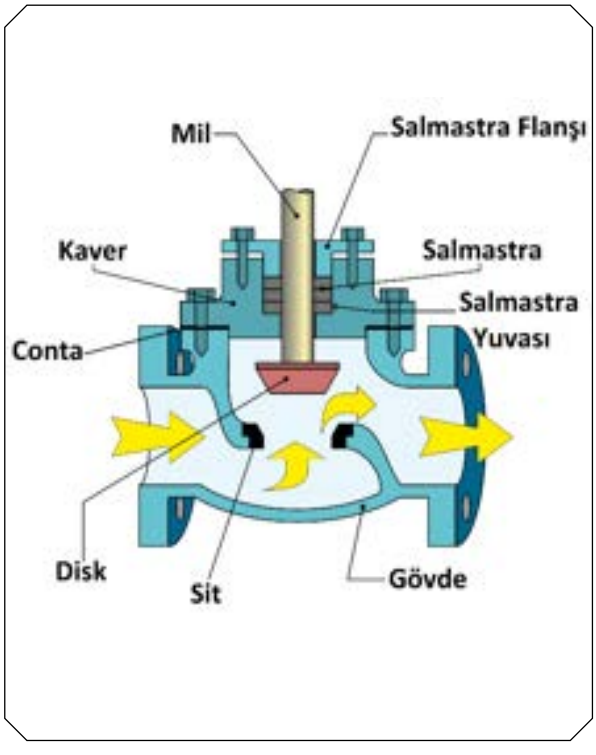
Görsel 2.38: Yükselmeyen milli geyt valf

Paslanma ve sızıntıların önemli problem olduğu boru devrelerinde metal disk ve sitlerin yerine elastomer denilen kauçuk bazlı valfler tercih edilebilir. Elastomer tip geyt valflerde diski kaplayan kauçuk malzeme, elastik şekil değiştirme özelliğine sahip olduğu için üstün bir sızdırmazlık sağlar (Görsel 2.39).



**Görsel 2.39: Elastomer tip geyt valf kesiti**

**b) 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 (Görsel 2.40 ve 2.41).

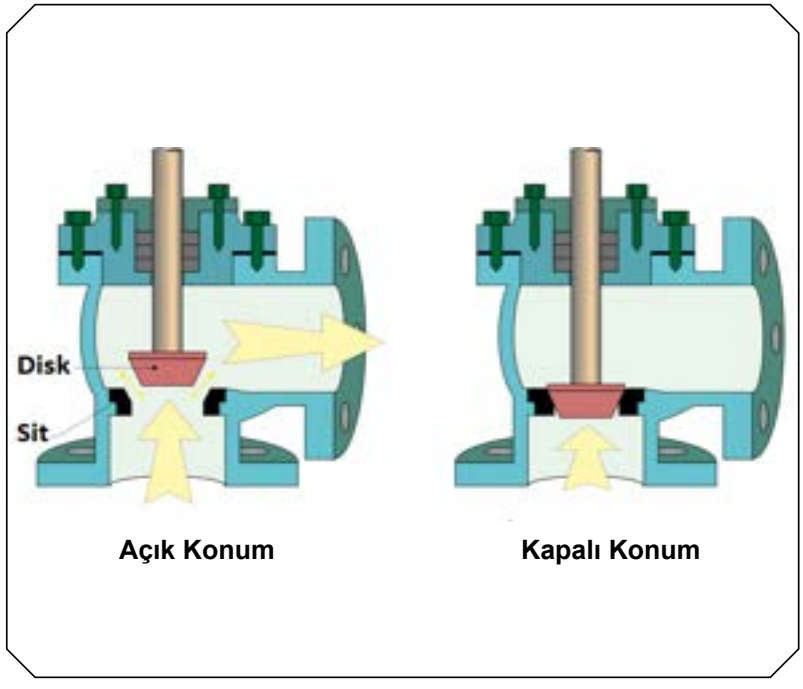



**Görsel 2.40: Glob valf kesiti**



**Görsel 2.41: Glob valf**

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. Giriş ve çıkış açıları $90^0$ olan köşe/gönye tip glob valfler de yaygın olarak kullanılır (Görsel 2.42 ve 2.43).




Görsel 2.42: Köşe/gönye tip glob valf pozisyonları



Görsel 2.43: Köşe tip glob valf

**c) Küresel Valf (Ball Valve):** Bu valfler; valfi açarak, kapatarak veya kısmen açarak akışkanın geçişini kontrol eden, ortası delik küresel bir diske sahiptir (Görsel 2.44 ve 2.45).

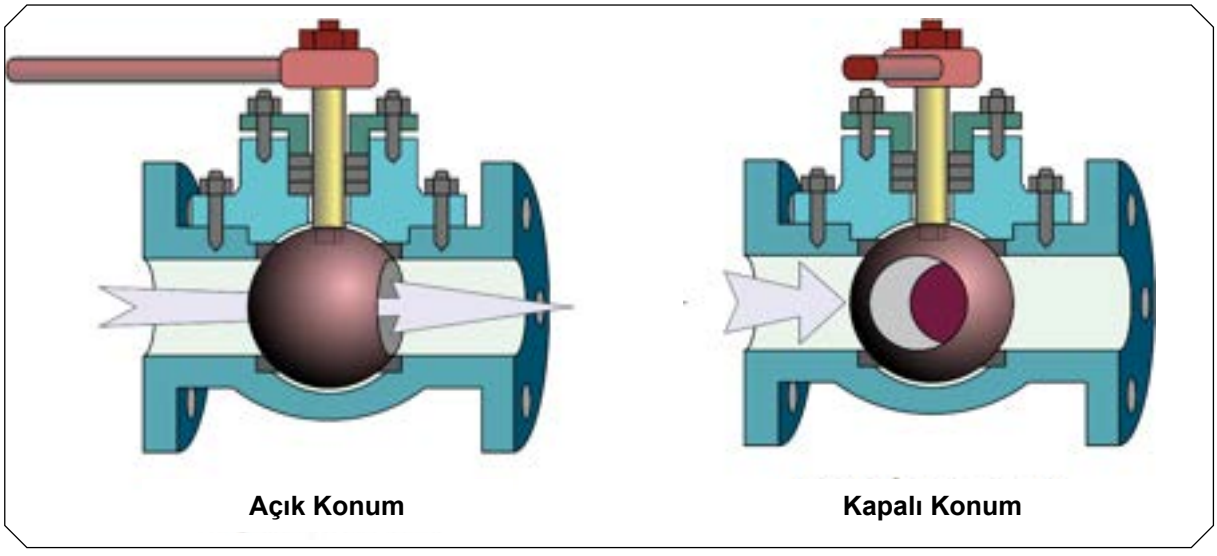


Görsel 2.44: Küresel valf kesiti



Görsel 2.45: Küresel valf

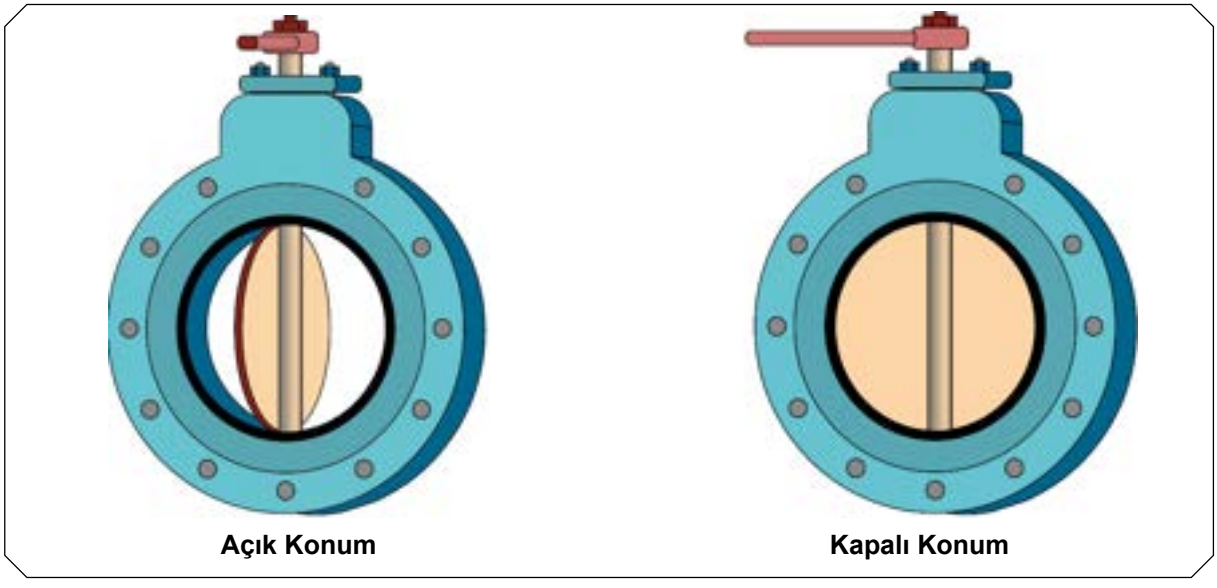
Küresel valfler çeyrek dönüşlü valflerdir ve açılıp kapanması için yalnızca 90 derecelik bir dönüş yeterlidir. Hendıl (kol), boru hattıyla aynı hizada olduğunda açık, boru hattına dik olduğunda kapalıdır (Görsel 2.46).




**Görsel 2.46: Küresel valf pozisyonları**

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.

**ç) 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 (Görsel 2.47).




**Görsel 2.47: Kelebek valf pozisyonları**

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 büyük çaplı boru devrelerinde kullanılan dairesel hendıla sahip valflerde dişli bir aktüatör ile valf kontrol edilir (Görsel 2.48).



**Görsel 2.48: Dişli aktüatörlü kelebek valf**

Kelebek valfler, boru devrelerine montaj edilme şekline göre **wafer** (Görsel 2.49) ve **lug** (Görsel 2.50) adı verilen iki farklı gövde yapısına sahiptir.



**Görsel 2.49: Wafer tip kelebek valf**



**Görsel 2.50: Lug tip kelebek valf**

**Wafer tipi kelebek valfler**, iki flanşın arasına cıvata ve somunlar kullanılarak bağlanır. Bu valflerin maliyetleri daha düşük olmasına karşın yüksek basınçlı yerlerde tercih edilmez. Boru hattının bakımı yapılırken bu valflerin bağlantıları söküldüğünde hat tamamen korumasız kalır (Görsel 2.51). **Lug tipi kelebek valfler** ise her iki taraftan da ayrı ayrı cıvatalar ile boru hattına bağlanır. Bu valflerin maliyetleri daha fazla olmasına karşın yüksek basınçlı yerlerde tercih edilir. Bu valflerde boru hatları tek taraflı olarak sökülebilir ve bakımları yapılabilir (Görsel 2.52).

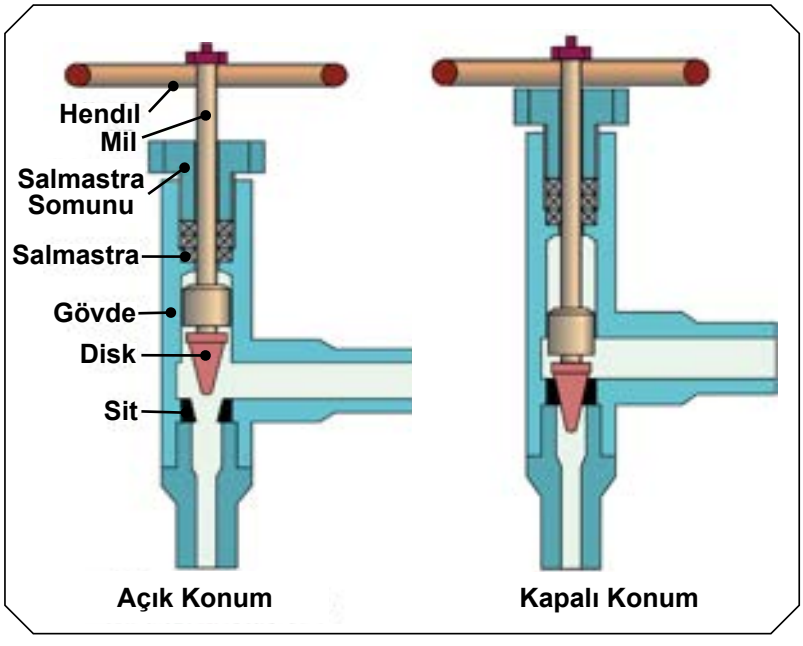


**Görsel 2.51: Wafer tipi bağlantı**



**Görsel 2.52: Lug tipi bağlantı**

**d) 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 (Görsel 2.53 ve 2.54).




**Görsel 2.53: İğne valf pozisyonları**



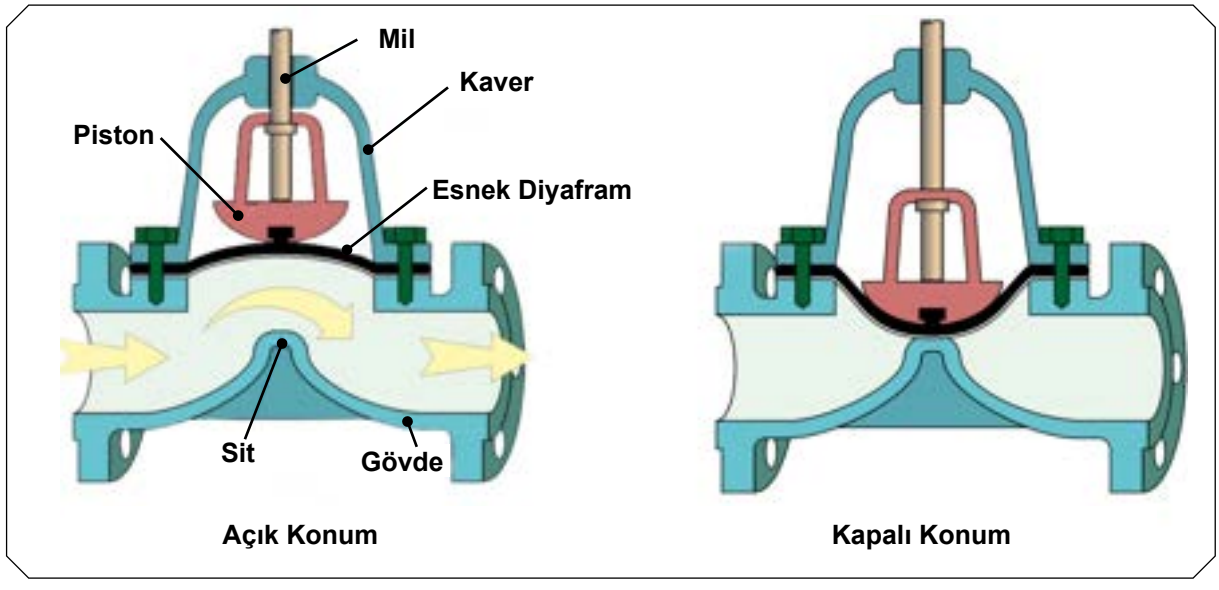
**Görsel 2.54: İğne valf**

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 2.55).



**Görsel 2.55: Manometre önüne iğne valf montajı**

**e) Diyafram Valf (Diaphragm Valve):** Membranlı valf olarak da adlandırılan diyafram valflerde diyafram/membran, akış yönüne dik hareket ettirilerek sızdırmazlığı sağlayan yüzeye oturtulur (Görsel 2.56).




**Görsel 2.56: Diyafram valf pozisyonları**

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. Gövde yapılarına göre düz ve set (Görsel 2.57) tipi olan çeşitleri bulunur.



**Görsel 2.57: Solenoid kontrollü set tipi diyafram valf**

**f) Pistonlu Valf (Piston Valve):** Glob ve geyt valflerin bir karışımı olan pistonlu valfler, disk ve sitin yerine silindirik bir piston ve bu pistonun üzerinde iki elastik, değiştirilebilir sızdırmazlık elemanı kullanılarak üretilir (Görsel 2.58 ve 2.59). 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.

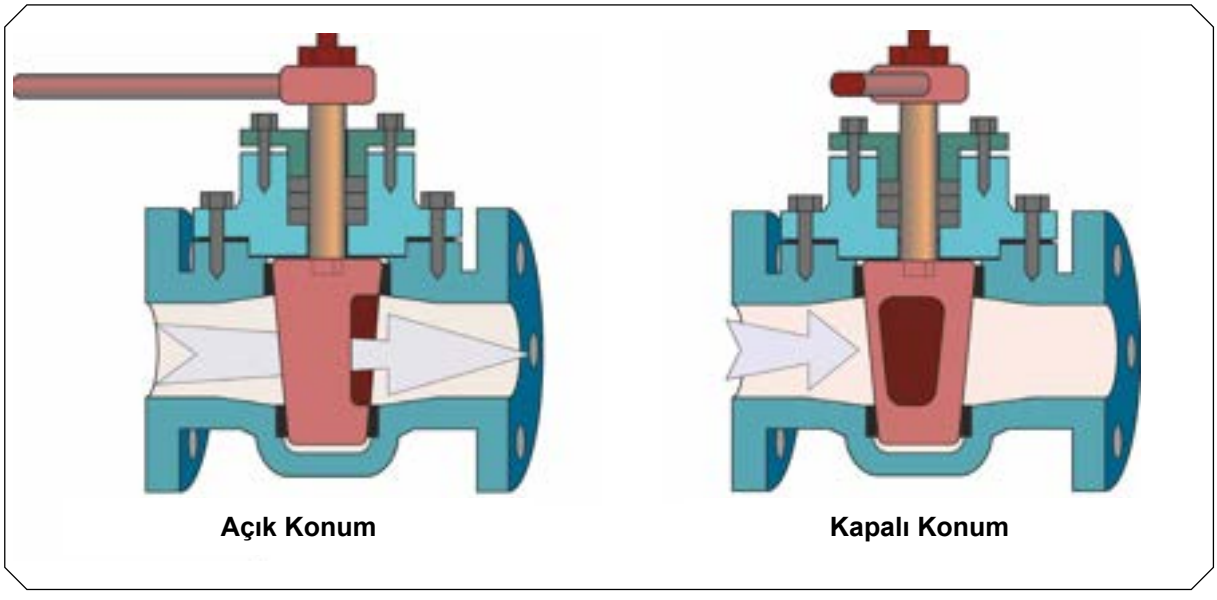


**Görsel 2.58: Pistonlu valf**



**Görsel 2.59: Pistonlu valf kesiti**

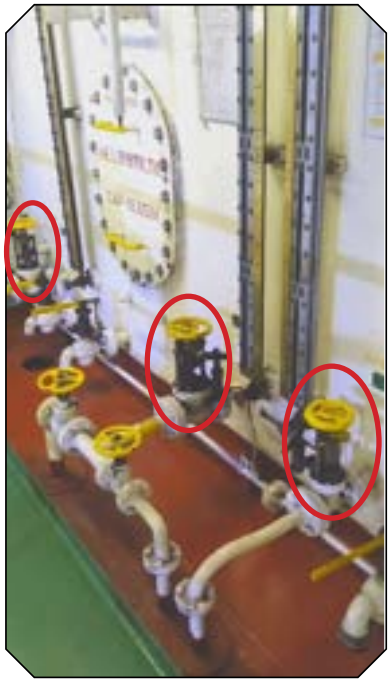
**g) Plug Valf (Plug Valve):** Küresel valflerde olduğu gibi hendılı kol şeklinde olan plug valfler tam açık veya tam kapalı kullanımının yanında debi ayarı da yapabilir. Diskleri konik veya silindirik bir formda olan bu valfler 90 derece hareket edebilir. Konik disklerinin ortasındaki boşluk akışkan geçişini sağlar (Görsel 2.60).



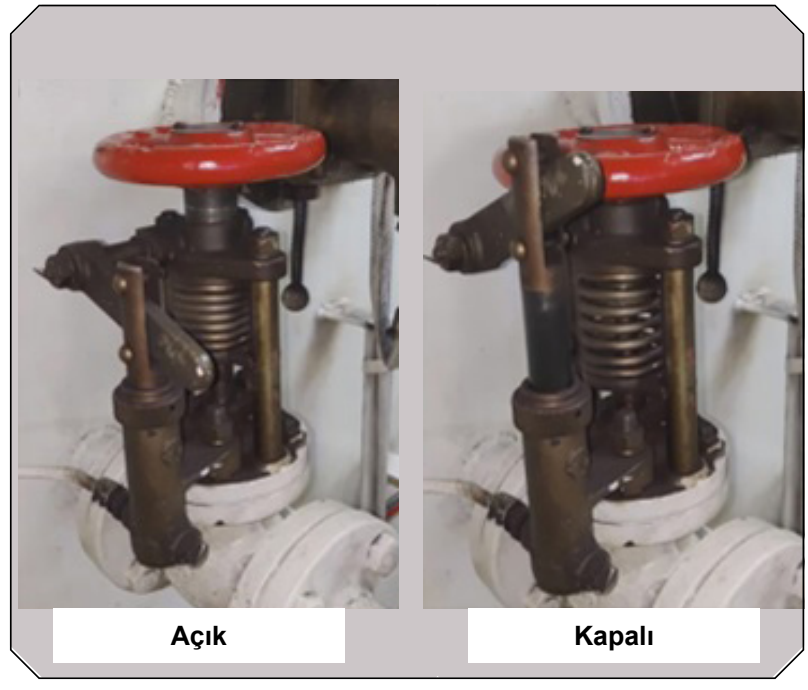

**Görsel 2.60: Plug valf pozisyonları**

Gemilerin yakıt ve sintine devreleri ile kazan sularının boşaltılmasında kullanılan plug valfler iki veya üç yönlü olabilir. Basit, kullanımı hızlı ve bakımı kolay olan plug valfler minimum düzeyde akış direnci oluşturur. Farklı basınç ve sıcaklıktaki devrelerde çalışabilir. Katı partikül içeren akışkanlarla kullanımı uygundur.

**ğ) Çabuk (Ani) Kapama Valfi (Quick Closing Valve):** Bu valfler, gemilerin yakıt ve yağ devreleri gibi alevlenebilen sıvıların depolandığı tankların boru devrelerine monte edilir (Görsel 2.61). 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 2.62).



**Görsel 2.61: Çabuk kapama valfleri**




**Görsel 2.62: Çabuk kapama valfi pozisyonları**

## Çek Valfler

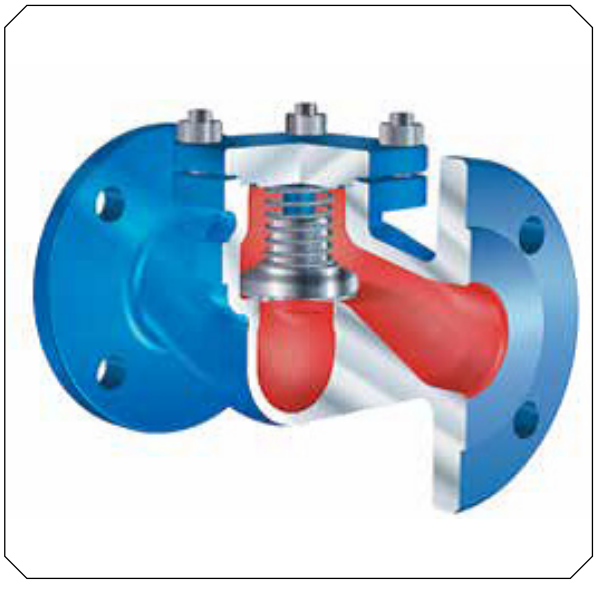
Boru devrelerinde akışkanın tek yönde iletimini sağlayan, tersi yönde akışı kesen valf grubudur.

**a) 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 2.63).



**Görsel 2.63: Stop çek valfin disk hareketi**

**b) Yaylı Çek Valf (Lift Check Valve)**: Gövdeleri glob valfe benzeyen yaylı çek valflerde akış, basınçlı akışkanın yay kuvvetini yenmesi ile sağlanır. Basınç düştüğünde ise yay kuvveti diski yuvasına oturtarak ters yönden gelecek olan akışı keser (Görsel 2.64 ve 2.65).



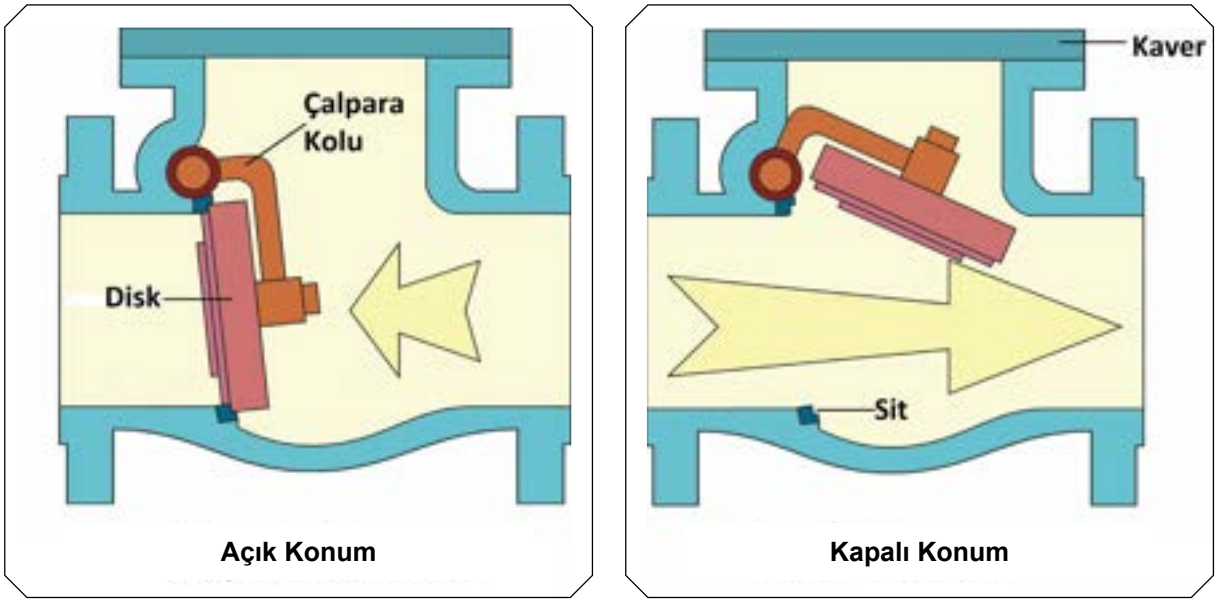
**Görsel 2.64: Yaylı çek valf kesiti**



**Görsel 2.65: Yaylı çek valf**

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.

**c) Çalpara Çek Valf (Swing Check Valve):** Akışkan basıncının etkisiyle disk serbest bir şekilde menteşe ekseninde yukarı kalkarak akış sağlanır. Akış kesildiğinde ise disk kendi ağırlığı ile yuvasına oturur. Böylece ters yönden gelen akış engellenmiş olur (Görsel 2.66).




**Görsel 2.66: Çalpara çek valf pozisyonları**

Flanşlı tipte olan çalpara valfler; disk, gövde, kapak ve flanşlardan oluşur (Görsel 2.67). Wafer tipte olan çalpara valfler ise sadece gövde ve diskten oluşur. Wafer çalpara çek valfler, boru hatlarındaki iki flanşın arasına konarak monte edilir (Görsel 2.68).



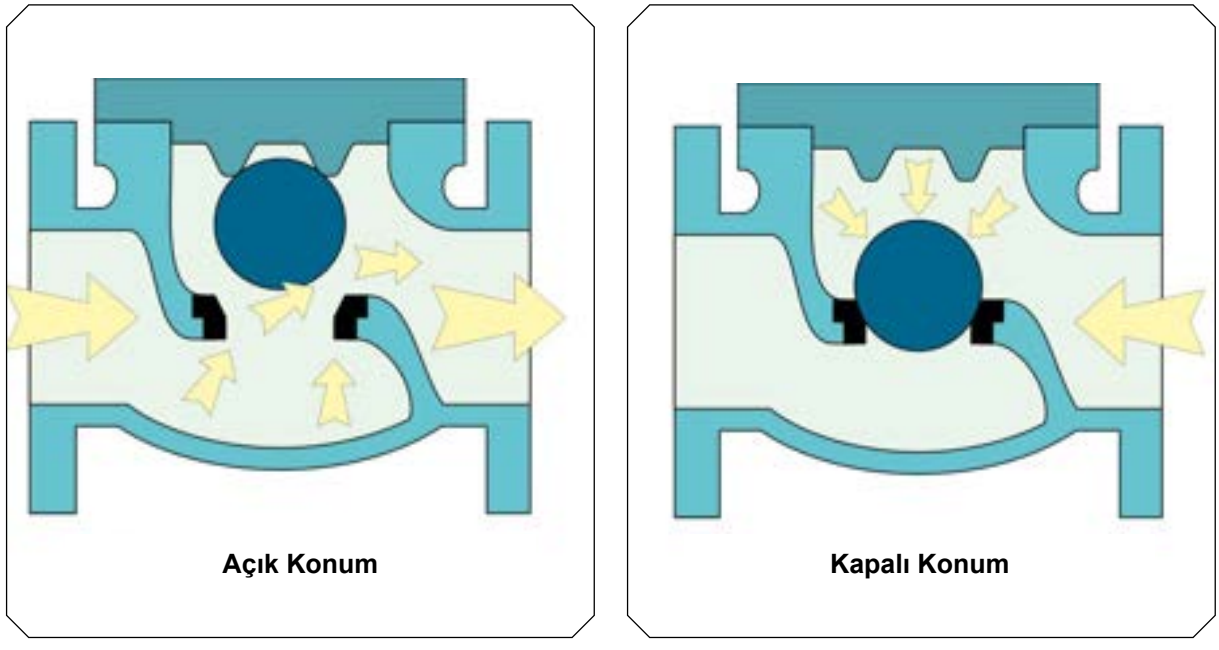
**Görsel 2.67: Flanşlı çalpara çek valf kesiti**



**Görsel 2.68: Wafer çalpara çek valf**

Çalpara çek valfler devrelere yatay veya dikey bağlanabilir ancak akış yönüne dikkat edilmelidir. Diskin kendi ağırlığı ile kapanacağı şekilde bağlantı yapılması gerekir.

**ç) Toplu Çek Valf (Ball Check Valve):** Bu valflerin diskleri küre şeklindeki bilyalardan oluşur. Akışkan basıncı bilyayı kaldırdığında valften akış olurken ters yönde bilya yuvasına oturduğunda akış meydana gelmez (Görsel 2.69).




**Görsel 2.69: Toplu çek valf pozisyonları**

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.




Görsel 2.70: Disko çek valf

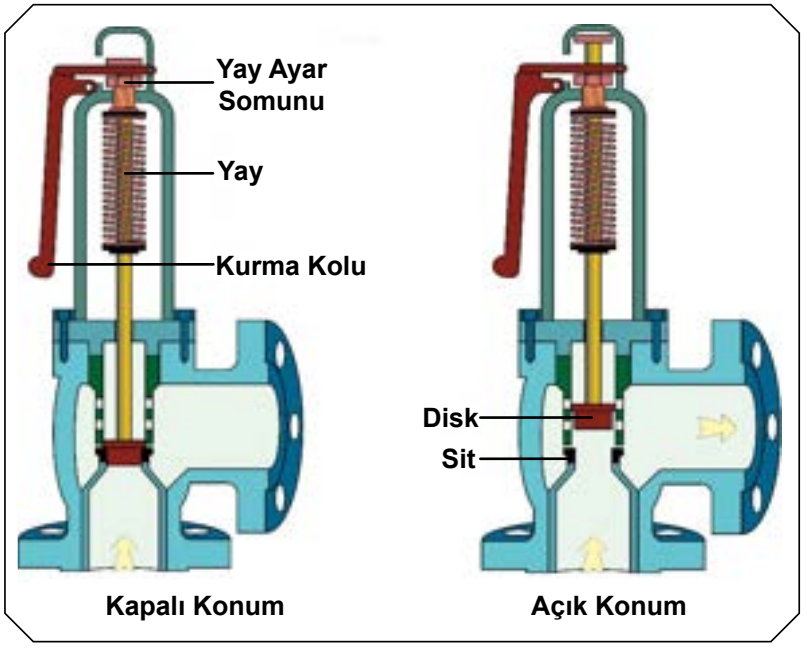
**d) Disko Çek Valf (Disk Check Valve):** Bu valflerde devre basıncı diskin arkasındaki yay kuvvetini yendiğinde diskin etrafından tek yönlü olarak akış geçişi olur. Akışın basıncı düştüğünde yay, diski yuvasına oturtarak akışı sonlandırır (Görsel 2.70).

Akış yönü dikkate alınmak şartıyla yatay ve dikey pozisyonlarda boru hatlarına monte edilir. İki flanş arasına contalar ile birlikte devrelere bağlantıları yapılır.

## Kontrol Valfleri

Boru devrelerinde akışkanın basıncını, sıcaklığını, akış miktarını ayarlayan valf grubudur. Gemi boru devrelerinde sistemlerin optimum değerlerde çalışabilmesi için kontrol valflerinin görevini eksiksiz yerine getirmesi önemlidir.

**a) Basınç Emniyet Valfi (Pressure Safety Valve-PSV):** Gemilerde yüksek basınçlar altında çalışan sistemlerin limit değerlerin üzerinde basınca maruz kalması hâlinde emniyet valfleri bu yüksek basıncı tahliye eder. 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 2.71 ve 2.72).




Görsel 2.71: Emniyet valfi pozisyonları



Görsel 2.72: Emniyet valf kesiti

**b) Rilif Valfi (Relief Valve-PRV):** 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 kapanırken emniyet valfleri sistemin güvenliğini tehlikeye atacak basınç değerlerine ulaşıldığında hızlı bir şekilde açılarak kazaların önüne geçer. Emniyet valflerinin birincil amacı can ve mal güvenliğini sağlamaya yöneliktir. Rilif valfler; pompaların, 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.

**ARAŞTIRMA**

Bir tür emniyet valf görevi yapan PV (Pressure Vacuum) valflerin, hangi tür gemilerde kullanıldığını ve çalışma sistemlerini araştırınız. Araştırma sonucunda edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

**c) Basınç Kısma (Düşürme) Valfi (Reducing Valve):** Bu valfler, boru hattındaki yüksek basınçlı akışkanın daha düşük basınçta iletilmesini sağlar. Redyusing valflerin 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 (Görsel 2.73 ve 2.74).



**Görsel 2.73: Redyusing valf**



**Görsel 2.74: Redyusing valf kesiti**

Gemilerin hava devrelerinde kullanılan basınç düşürme valfleri, hava tüplerinde depolanan 30 bar basınçtaki havayı servis ve operasyonlarda kullanılmak üzere 7 bar basınca düşürür (Görsel 2.75).

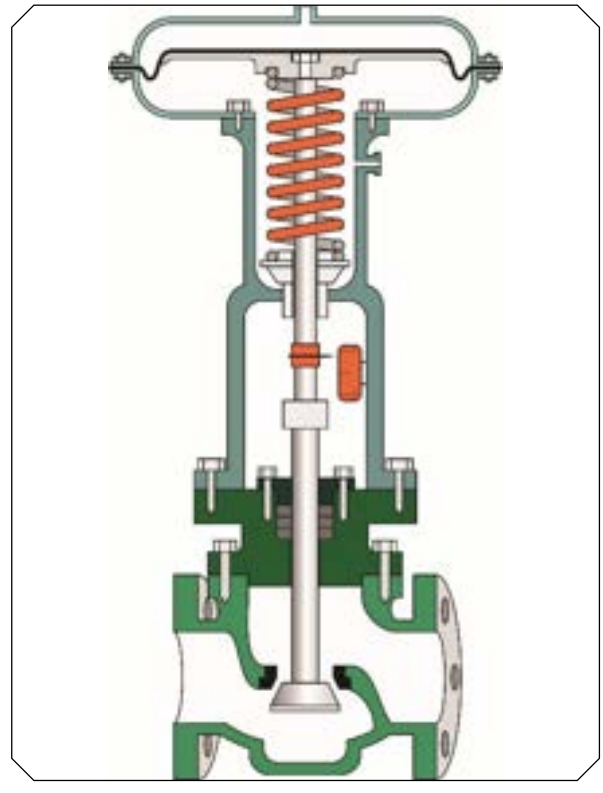


**Görsel 2.75: Hava devresi üzerindeki basınç kısma valfleri**

**ç) Sıcaklık Kontrol Valfi (Temperature Control Valve-TCV):** Boru hatlarındaki akışkanların, sistemin ihtiyaçlarına göre optimum sıcaklık değerlerine sahip olmaları için sıcaklık kontrol valfleri kullanılır (Görsel 2.76 ve 2.77).



**Görsel 2.76: Sıcaklık kontrol valfi**



**Görsel 2.77: Sıcaklık kontrol valf kesiti**

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 (Görsel 2.78).

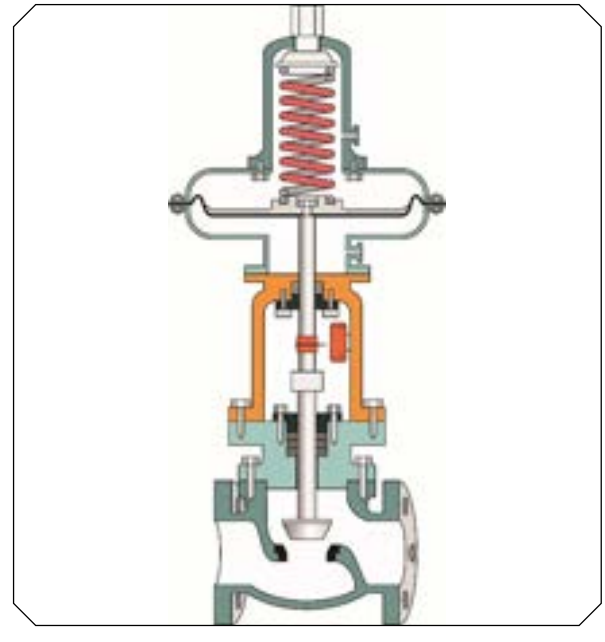



**Görsel 2.78: Sıcaklık kontrol valfi (TCV) ve soğutma suyu bağlantıları**

**d) 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. Akış hızının düzenlenmesini ve ayarlanmasını sağlayan akış kontrol valfleri, aşırı akış sonucu sistemin zarar görmesini önlemek amacıyla akışı da sınırlandırır (Görsel 2.79 ve 2.80).



**Görsel 2.79: Akış kontrol valfi**

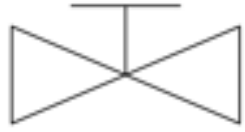
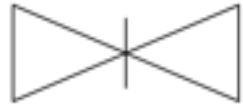
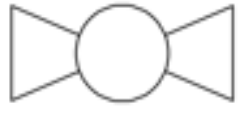
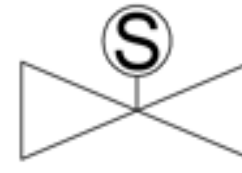
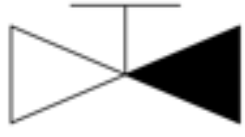
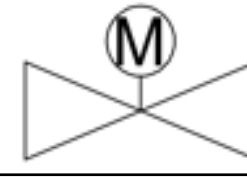
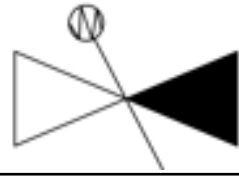
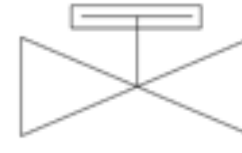


**Görsel 2.80: Akış kontrol valf kesiti**

## Valf Sembolleri

Gemi boru devrelerinde kullanılan valflerin, kolay ve evrensel bir dil oluşturması amacıyla sembollerle çizilmesi gerekir. Tablo 2.2'de gemilerde en çok kullanılan valflerin sembolleri gösterilmiştir.

**Tablo 2.2: Valf Sembolleri**

| Valf Adı | Sembol | Valf Adı | Sembol |
|---|---|---|---|
| Glob Valf |  | Emniyet Valfi |  |
| Geyt Valf |  | Rilif Valf |  |
| Kelebek Valf |  | Redyusing Valf |  |
| Küresel Valf |  | Solenoid Valf |  |
| Stop Çek Valf |  | Elektrik Motorlu Valf |  |
| Yaylı Çek Valf |  | İğne Valf |  |
| Çalpara Çek Valf |  | Piston Valf |  |

## 2.1. VALFLERİN ÜZERİNDEKİ KOROZYONU GİDERME VE YENİDEN BOYAMA

Gemi devrelerinde kullanılan valfler, farklı sıcaklık ve basınçlarda kullanılır. Aşındırıcı etkilere sahip iç ve dış ortamlarda bulunurlar. Bazı valfler, deniz suyu ile sürekli temas hâlinde iken bazıları yüksek sıcaklıklardaki buhar devrelerinde çalışır. Çok farklı çalışma ortamları valflerin yapılarında bazı sorunlara sebep olmaktadır. Bu sorunlar bazen valflerin dış yüzeylerinde olurken bazen iç yapısındaki elemanlarda görülmektedir. Valflerin bakımlarının yapılması bu sorunların büyümemesi için önemlidir. Valflerde en çok yaşanan sorunların başında korozyonun sebep olduğu yapısal bozulmalar gelmektedir. Zamanında yapılacak müdahalelerle korozyonun etkileri en aza indirilebilir.

### 2.1.1. Korozyon ve Korozyon Çeşitleri

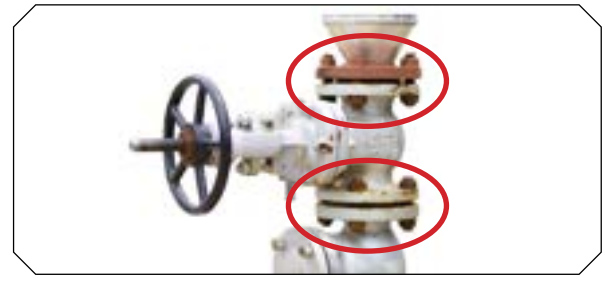
Valfler, deniz ortamında sürekli olarak tuzlu suya ve neme maruz kaldıkları için iç ve dış yüzeylerinde korozyon görülür. Aşındırıcı ve agresif kimyasalların kullanıldığı devrelerde valflerin korozyona uğramaları hızlanır. Aşırı sıcaklık, kimyasalların ve nemin valf malzemesiyle reaksiyonunu hızlandırarak korozyonu artırır. Ayrıca sıcaklık, valflerde gerilim meydana getirerek korozyon çatlaklarına sebep olabilir. En sık karşılaşılan korozyon çeşitleri şunlardır:

**a) Uniform (Genel) Korozyon:** Metal malzemenin bütün yüzeylerine homojen olarak yayılmış olan ve en yaygın olarak görülen korozyon türüdür. Metalin hava, su gibi ortamlar ile doğrudan temas etmesi ile görülür (Görsel 2.81).

**b) Galvanik Korozyon:** Farklı elektrot potansiyelleri olan iki veya daha fazla metalik malzemenin birbirine bağlanmasıyla veya aşındırıcı bir ortamda bulunmasıyla ortaya çıkan korozyon türüdür. Yerel bir korozyon olan galvanik korozyon, malzemelerin 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 2.82).

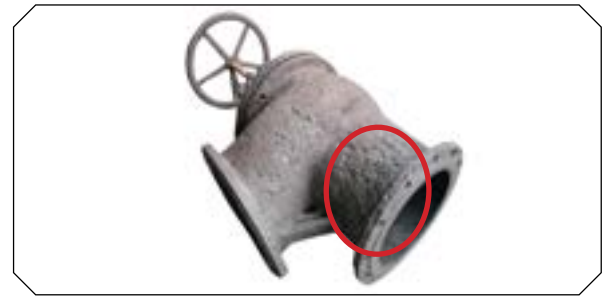


**Görsel 2.81: Uniform korozyon**



**Görsel 2.82: Galvanik korozyon**

**c) Çukur (Pitting) Korozyonu:** Metal malzemenin 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. Metalin yüzeyinde koruyucu bir tabaka olmaması çukur korozyonunu hızlandırır (Görsel 2.83).



**Görsel 2.83: Çukur korozyonu**

**ç) 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. Pirinç malzemeden çinkonun uzaklaşmasıyla oluşan gözenekler geriye kalan bakırın dayanımını azaltır (Görsel 2.84).

**d) Çatlak (Aralık) Korozyonu:** Metal malzemenin üzerinde bulunan bir çatlak veya aralıkta meydana gelen korozyon türüdür. Çatlak veya aralık olan yerlerin iç kısımları, aşındırıcı maddelerle dolarak anot görevi gördüğü için buralarda korozyon ilerler (Görsel 2.85).



**Görsel 2.84: Seçimli korozyon (çinkosuzlaşma)**



**Görsel 2.85: Çatlak (aralık) Korozyonu**

## 2.1.2. Valflerde Korozyonu Önleme

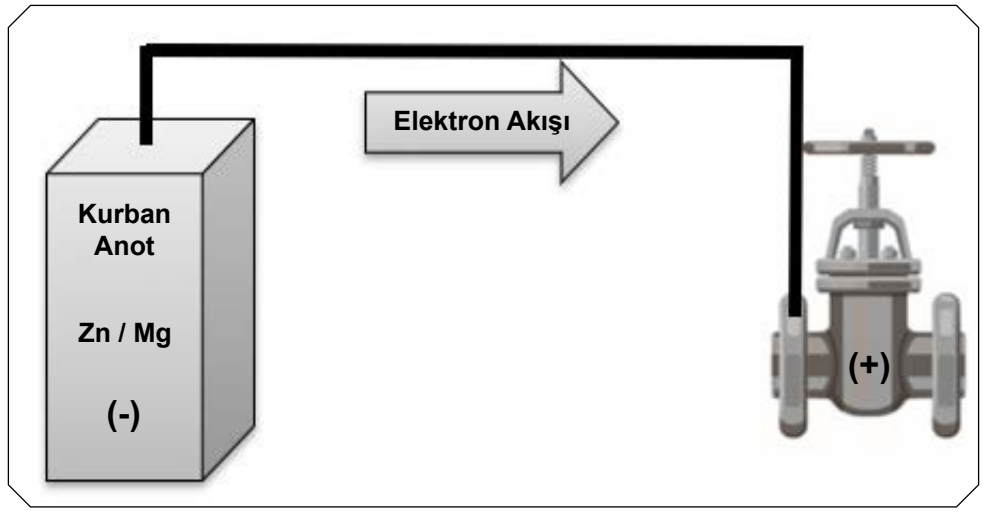
Valflerin hareketli parçalarında ve gövdesinde görülen korozyon, sızdırmazlığı ve akış karakteristiğini bozar. Bunun sonucunda boru devrelerinde istenmeyen verim kayıpları ve arızalar meydana gelir. Bu durumun önüne geçmek için valflerin korozyona uğramalarını en aza indirecek önlemler şunlardır:

**a) Malzeme Seçimi:** Korozyonu önlemede en temel faktör doğru malzeme seçimidir. Valf malzemesi, çalışacağı devrenin özellikleri dikkate alınarak korozyon direnci yüksek malzemelerden seçilmelidir.

**b) Koruyucu Kaplama:** Boya, epoksi, PTFE, seramik gibi kaplamalar yapılarak valf yüzeyi ile aşındırıcı ortam arasında koruyucu bir bariyer oluşturulmalıdır. Bu kaplamaların kontrolü ve bakımı fonksiyonlarının sürekliliği açısından önemlidir.

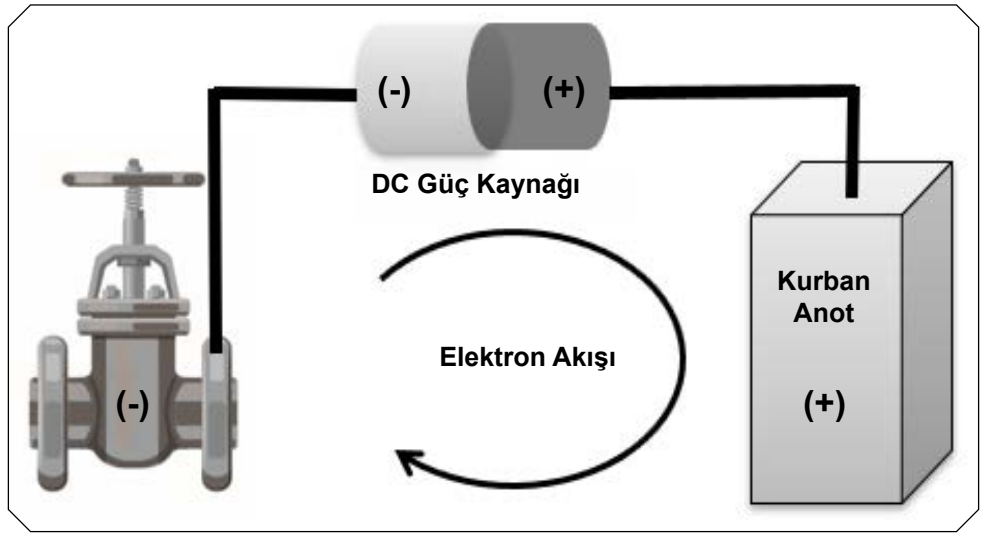
**c) Katodik Koruma:** Bu yöntem valf yüzeyinin yüzey korozyonunu kontrol etmek için onu bir elektrokimyasal hücrenin katodu hâline getiren basit bir mekanizma ile sağlanır. Valf yüzeyinde akımın kendisine akmasına neden olan bir elektrik alanı oluşturulur ve böylece metalik iyonların serbest kalması önlenir. Bu korozyon önleme yönteminin etkili olabilmesi için elektrik alanının kuvveti, herhangi bir metal iyonunun kaçmasını önleyecek kadar yüksek olmalıdır. Bu pasif veya aktif katodik koruma yöntemleriyle sağlanır. **Pasif katodik koruma yöntemi**, valf yüzeyine farklı elektrokimyasal özelliklere sahip olan ve çalışma ortamında daha anodik olan bir metalin eklenmesini içerir.

Bu metal, valf yüzeyine elektriksel olarak bağlı olduğundan valfin yerine elektron kaybeder ve korozyona uğrar. Böylece metal bağlantı, kurban anot hâline gelir. Yaygın kurban anotların örnekleri çinko ve magnezyumdur. Bu yöntemin dezavantajı ise kurban anotların aşındıkça değiştirilmesidir (Görsel 2.86).




**Görsel 2.86: Pasif katodik koruma yöntemi**

**Aktif katodik koruma yönteminde** ise valf; bir güç kaynağından negatif uca, pozitif uç ise anoda bağlanarak doğru akım alır. Tahrik voltajı DC güç kaynağı tarafından sağlandığı için anot oksitlenmez ve metal iyonlarını kaybetmez. Bu yöntem, daha agresif korozif ortamlarda bulunan valflere uygundur ve anotların değiştirilmesi ihtiyacını ortadan kaldırır (Görsel 2.87).




**Görsel 2.87: Aktif katodik koruma yöntemi**

**ç) Korozyon İnhibitörleri:** Korozyonu azaltmak için devredeki akışkana eklenen kimyasal bileşikler olan inhibitörler, metal yüzeyi ile aşındırıcılar arasında doğrudan teması önleyen koruyucu bir film yüzeyi oluşturur. İnhibitör seçiminde valfin ve devre akışkanının özellikleri dikkate alınmalıdır.

**d) Ortam Kontrolü:** Valflerin çalıştığı ortamlarda nemin, sıcaklığın, aşındırıcı gazların kontrolünün sağlanması korozyonu önlemede etkilidir.

## 2.1.3. Valf Üzerindeki Korozyonun ve Boyanın Temizlenmesi

Valflerde, uygun olmayan işletme şartlarında veya koruma yöntemleri uygulansa dahi her zaman korozyon meydana gelebilir. Korozyonun tespitinden sonra en hızlı şekilde çözüm arayışına gidilmelidir. Korozyonun önüne geçilememesi maliyetleri daha da artıracaktır. Bunun için valfler, korozyona maruz kaldığında temizlenmelidir. Korozyon temizliği ile birlikte valf üzerindeki boya, kir, yağ gibi ürünler de temizlenir. Böylece temizlik işleminden sonra yeniden boyama yapmak için altyapı hazırlanmış olur. Valf yüzeyinde ve iç parçalarda görülen korozyonu ve boyayı temizlemek için mekanik ve kimyasal yüzey temizleme yöntemleri kullanılır. Bu temizleme yöntemlerine geçmeden önce valf elemanlarının sökülerek temizlik işlemi için hazır hâle getirilmesi gerekir.

### 2.1.3.1. Valf Elemanlarının Sökülmesi

Sökme işleminde çevresel zararları, kayıpları, yaralanmaları önlemek için devrede akışın tamamen kesilmiş olmasına ve basınç tehlikesinin ortadan kalktığına emin olunmalıdır. Korozyona uğramış olan veya bakımı yapılacak olan valf devreden sökülür. Valf, bakım yapılacağı atölyede bulunan bir mengenede sabitlenir (Görsel 2.88). Sökme işlemine başlamadan önce valf açık konuma getirilir. Hendılı valf miline bağlayan somun, anahtar yardımıyla sökülür (Görsel 2.89).



**Görsel 2.88: Valfin mengenede sabitlenmesi**



**Görsel 2.89: Hendılın sökülmesi**

Kaver ve gövdeyi bir arada tutan somunlar saplama cıvatalarından ayrılır (Görsel 2.90). Salmastra flanşı yuvasından çıkarılır (Görsel 2.91).



**Görsel 2.90: Kaver ve gövdenin ayrılması**



**Görsel 2.91: Salmastra flanşının sökülmesi**

Salmastra kutusundaki salmastralar, salmastra çıkarıcısı ile dışarı alınır (Görsel 2.92). Kaver içindeki mil döndürülerek yerinden çıkarılır (Görsel 2.93).



**Görsel 2.92: Salmastraların çıkartılması**



**Görsel 2.93: Milin sökülmesi**

Mil ve diski birbirinden ayrılır (Görsel 2.94). Sökülen bütün parçalar, masa üstüne düzenli bir şekilde dizilir (Görsel 2.95). Mil, disk gibi hassas parçaların zarar görmemesine dikkat edilir.



**Görsel 2.94: Mil ve diskin ayrılması**



**Görsel 2.95: Valfin sökülmüş hâli**

## 2.1.3.2. Mekanik Yüzey Temizleme

Mekanik yüzey temizleme yöntemleri, genelde valflerin dış yüzeyinde meydana gelen korozyonun ve boyanın temizliğinde tercih edilir. Ortamda oluşacak metal tozları için toz maskesi, metal çapaklarının göze ve yüze gelmemesi için yüz siperliği, iş kıyafeti, iş ayakkabısı, baret ve eldiven giyinerek iş güvenliği önlemleri alınır (Görsel 2.96).

Bu yöntem uygulanırken aşındırıcı özelliklere sahip araç gereç kullanılır. Bu aşındırıcı araç gereçleri seçerken, valfin yapısına zarar verilmemesi için valfin şekli ve malzeme türü göz önünde tutulmalıdır.




**Görsel 2.96: İş güvenliği önlemleri**

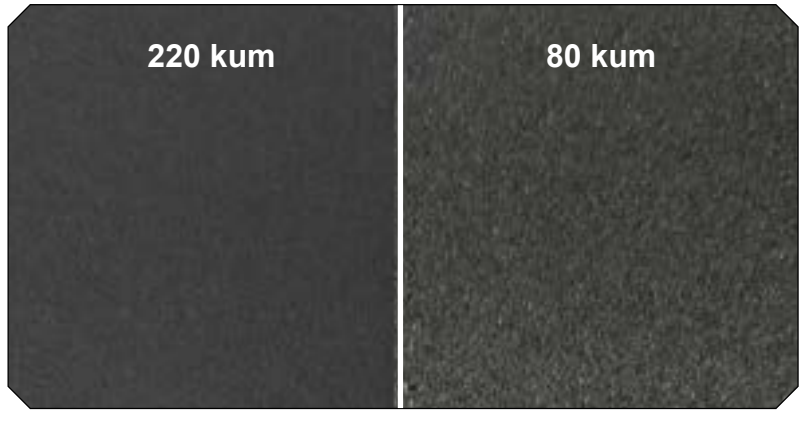
Mekanik yüzey temizliğinde kullanılan bazı araç gereç çeşitleri şunlardır:

**a) Zımpara ile Temizleme:** Zımpara, valf yüzeydeki korozyonu ve boyayı kaldırarak daha pürüzsüz hâle getiren malzemedir. Düz, yuvarlak, silindir gibi şekillere sahip zımparalar aşındırıcı kristalize kum taneciklerinden (grit) oluşur (Görsel 2.97).




**Görsel 2.97: Zımpara çeşitleri**

Zımpara üzerinde belirtilen kum sayısı 1 inç² alanındaki tanecik miktarını belirtir. Birim alandaki kum tanecik sayısı ne kadar fazla ise zımpara kumu o kadar incedir ve daha hassas temizlik yapar. Örneğin 220 kum zımpara, 80 kum zımparadan daha ince taneciklere sahiptir (Görsel 2.98).




**Görsel 2.98: Farklı kum sayıları olan zımparalar**

Kaba temizlik işlemi yapılırken öncelikle kum tanecik sayısı az olan kalın zımparalarla başlanır. Kaba temizlikten sonra kademeli olarak daha ince zımparalarla devam edilir. Her zımparalama işleminden sonra yüzey bezle veya hava ile temizlenir. Zımpara ile temizlik işlemi geleneksel olarak elle veya mekanik aletlerle yapılır. Mekanik aletlerle çalışırken makinelerin emniyetli bir şekilde kullanımına dikkat edilmelidir. Valflerin temizliğinde mekanik alet olarak genellikle spiral taşlama motoru (avuç taşlama) kullanılır. Taşlama motorları ile çalışırken muhafaza kapağı ve destek kolu olmadan çalışma yapılmamalıdır. Zımpara diski üzerindeki devir değerinin (RPM) taşlama motorununkine eşit veya daha fazla olmasına dikkat edilir (Görsel 2.99). Depolama şartlarından veya üretim hatasından kaynaklanabilecek deformasyonlara karşı zımpara diski kontrol edilir. Taşlama motoruna disk takılmadan önce elektrik enerjisinin kesik olduğundan emin olunur. Taş motorunun kilitleme düğmesine basılı tutularak zımpara diski mile tam oturtulur. Anahtar yardımıyla taş motorunun somunu sıkılır (Görsel 2.100).

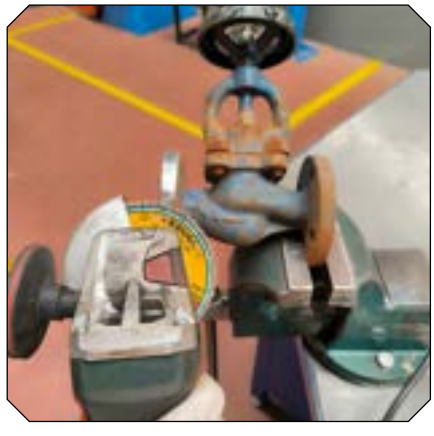



**Görsel 2.99: Disk ve taşlama motorunun değerleri**



**Görsel 2.100: Zımpara taşının takılması**

Temizlik işlemine başlanmadan önce taş motoru bir süre boşta çalıştırılır. Balansında bir sorun görülmediği takdirde işleme başlanır. Valfler, temizlik boyunca mengenelerde sabit tutulmalıdır. Bu makineler çok yüksek devirlerde çalıştıkları için valf gövdesini çok hızlı aşındırabilir. Bu yüzden sürekli kontrol edilerek temizleme işlemine devam edilmelidir (Görsel 2.101). Geleneksel olarak elle yapılan zımpara temizliğinde kâğıt zımparalar tercih edilir. Valfin zor ulaşılan yerleri için kâğıt zımparalar ile temizlik daha uygun olur (Görsel 2.102).



**Görsel 2.101: Taşlama motoru ile temizlik**



**Görsel 2.102: Kağıt zımpara ile temizlik**

**b) Tel Fırça ile Temizleme:** Tel fırçalar, pirinç veya çelikten imal edilen tellerin bir araya getirilip sac malzeme ile sıkıştırılmasıyla üretilir. Manuel veya makine ile çalışmaya imkân veren tel fırçalar (Görsel 2.103), valf üzerindeki korozyonun ve boyanın temizlenmesinde kullanılır.



**a) Burgulu çanak tel fırça**



**b) Burgulu daire tel fırça**



**c) Ondüleli daire tel fırça**



**ç) Saçaklı çanak tel fırça**



**d) Milli tel fırça**



**e) Milli saçaklı tel fırça**



**f) Milli kalem tel fırça**



**g) Ağaç saplı tel fırça**



**ğ) Plastik saplı tel fırça**

**Görsel 2.103: Tel fırça çeşitleri**

Manuel kullanım için olan ağaç ve plastik saplı tel fırçalar ile valf üzerindeki korozyonun ve boyanın kaba kısımları temizlenir. Ağaç saplı olanlar daha geniş yüzeyleri temizlerken (Görsel 2.104) plastik saplı fırçalar ise dar alanların temizlenmesinde tercih edilir (Görsel 2.105).



**Görsel 2.104: Ağaç saplı tel fırça ile temizlik**



**Görsel 2.105: Plastik saplı tel fırça ile temizlik**

Daha derinlemesine korozyon ve boya temizliği yapılabilmesi için elektrikle veya basınçlı hava ile çalışan spiral taşlama makinalarına (avuç taşlama) özgü tel fırçalar kullanılır. Burgulu, saçaklı tel fırçalar valfin geniş yüzeyleri için idealdir (Görsel 2.106). Daire, kalem tel fırçalar ise ulaşılması zor yerler için daha uygundur (Görsel 2.107).



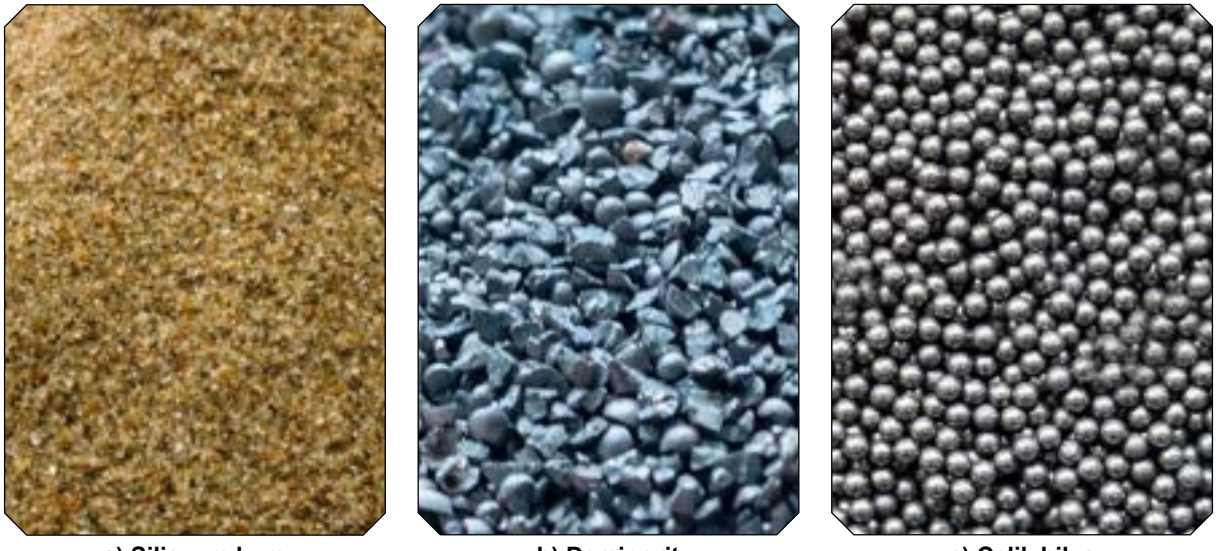
**Görsel 2.106: Saçaklı fırça ile temizlik**



**Görsel 2.107: Milli kalem tel fırça ile temizlik**

Zımpara taşlarında olduğu gibi burada da taşlama motoru kullanımıyla ile ilgili kurallara uyulur. Taşlama makinalarının sahip olduğu yüksek devrilerden dolayı tel fırça ile temizlik yapılmasına çok dikkat edilmelidir. Özellikle dar alanlarda çalışırken geniş yüzeyli tel fırçaların balansını ayarlamak zorlaştığı için tepmelere sebep olur. Tel fırçaya gereğinden fazla baskı uygulandığında ise teller özelliğini kaybederek kırılır. Ayrıca tel fırçayı, valf malzemesinden daha sert malzemeye sahip olandan seçmek daha uygundur.

**c) Kumlama:** Valf üzerinde meydana gelen korozyonu temizlemek ve boya tabakasını kaldırmak için kullanılan en etkili yöntemlerin başında kumlama gelir. Kumlama ile temizlik **kumlama kumu** adı verilen özel imal edilmiş çeşitli aşındırıcı maddelerle yapılır. Kumlama kumlarının silis kumu, bazalt kumu, demir grit, çelik grit, çelik bilya gibi çeşitleri vardır (Görsel 2.108). Silis kumu ince taneciklere sahip olduğu için hafif kumlama işlemlerinde tercih edilir. Tozuması az ama aşındırma gücü yüksek olan demir ve çelik gritleri yüksek korozyonlu yüzeylere uygulanır.



a) Silisyum kum b) Demir grit c) Çelik bilya

**Görsel 2.108: Kumlama kumu çeşitleri**

Kumlama kumları, valf metalinin teknik özelliklerine ve korozyon oranına göre çeşitli büyüklüklerde kullanılır. Kalın malzemelerde ve yoğun korozyona uğrayan valflerde iri taneli kumlar, daha hassas kumlama ve ince malzemelerde ise ince taneli kumlar tercih edilir. Kumlama işlemini yapacak olan çalışanın; kumlama eldiveni, kumlama maskesi, nozul, nozul tutucu gibi ekipmanları kullanması gerekir (Görsel 2.109). Bu malzemeler yardımıyla, kumlama uygulayıcısının çalışma güvenliği ve kumlama veriminin artırılması sağlanır.



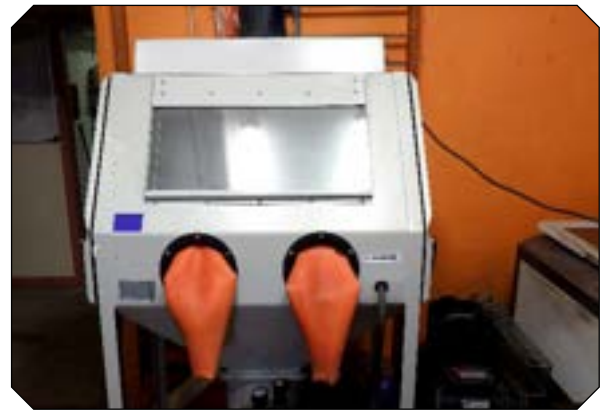
**Görsel 2.109: Kumlama uygulayıcısı**

Kumlama makinesinin hızı, basınç seviyesi ve akış hızı gibi parametreleri temizlenecek valfe göre ayarlanır. Valf malzemesinin sertliğine, şekline ve boyutuna uygun kum seçilir. Kumlama işleminde düzenek üzerinde bulunan hazneye aşındırıcı kumlardan uygun olanı doldurulur. Kum, yüksek basınçtaki hava yardımıyla püskürtme tabancasından veya nozuldan valf yüzeyine püskürtülür. Bu püskürtme sürecinde valf yüzeyi mikron derecesinde aşınırken üzerindeki korozyon, boya gibi istenmeyen maddeler temizlenir. Kumlama süresi temizlenen valfin özelliklerine ve istenen sonuca göre ayarlanır.

Kumlama işlemi açık ortamlarda yapılabildiği gibi (Görsel 2.110) kumlama kabinleri de tercih edilebilir (Görsel 2.111).



**Görsel 2.110: Açık alanda kumlama işlemi**



**Görsel 2.111: Kumlama kabini**

Kumlama işlemi sırasında hem kullanılan kumdan hem de valf yüzeyinden kalkan korozif ve boya artıklarından dolayı ortamda yoğun bir toz ve duman olur. Bu toz ve dumanın hem insan sağlığına hem de kullanılan makine ve ekipmanlara zarar vermemesi için toz toplama üniteleri kurulmalıdır.

**ç) Vibrasyon Makinesi ile Temizleme:** Korozyona uğramış olan valf, vibrasyon (titreşim) makinesine konur ve makine içindeki aşındırıcı malzemeler ile sürtünerek temizlenir. Makinenin kazan kısmına yerleştirilen parçaların aşağı, yukarı ve döner hareketler yaparak aşındırıcı malzemelerle titreşim yoluyla temas etmesi sağlanır (Görsel 2.112).

**d) Ultrasonik Temizleme:** Sıvı dolu bir kap içerisine yerleştirilen parçalara yüksek frekanslı ses dalgalarının uygulanması ile korozyon, boya, kir gibi istenmeyen ürünlerden arındırılması amacıyla kullanılır (Görsel 2.113).



**Görsel 2.112: Vibrasyon makinesi**



**Görsel 2.113: Ultrasonik temizleme cihazı**

Sıvı olarak genellikle su kullanılır. Ultrasonik ses dalgaları sıvı içinde yüksek ve düşük basınç alanları oluşturur. Bu basınç farkının sonucunda **kavitasyon** denilen baloncuklar oluşarak patlar. Bu patlama ile ortaya çıkan enerji, valf yüzeyinden istenmeyen parçaları koparır. Valfin ulaşılması çok zor olan yerlerinin temizliği bu yöntemle daha rahat yapılabilir.

## 2.1. UYGULAMA

Süre: 7 ders saati

### VALF ÜZERİNDEKİ KOROZYONU VE BOYAYI MEKANİK YÖNTEMLER İLE TEMİZLEME

**Amaç:** Korozyona uğramış bir valfin mekanik temizliğini yapmak.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Korozyona uğramış bir valf, anahtar takımı, spiral taşlama makinesi, şarjlı matkap, saçaklı çanak tel fırça, milli kalem tel fırça, ahşap tel fırça, 60 kum kağıt zımpara, toz bezi.

**Görev:** Atölyenizde bulunan korozyona uğramış olan bir valfin zımpara ve tel fırçalar yardımı ile mekanik temizliğini yapınız.

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Kullanacağınız anahtarları ve takımları hazırlayınız.
3. Valfin hendılını sökünüz, kaver ve gövdeyi birbirinden ayırınız.
4. Salmastra flanşını ve salmastraları çıkartınız.
5. Valf trimini kaverden sökünüz. Disk ve mili birbirinden ayırınız.
6. Kaver ve gövdeyi mengeneye bağlayarak kaba temizliğini kâğıt zımpara ile yapınız.
7. Spiral taşlama makinesine emniyetli bir şekilde saçaklı tel fırçayı takınız.
8. Kaver ve gövdenin ulaşılabilir bütün yüzeylerini saçaklı tel fırça ile temizleyiniz.
9. Ulaşılamayan yerler için şarjlı matkaba milli kalem tel fırça takıp temizleyiniz.
10. 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 | |
| Anahtarları ve takımları hazırladı. | 10 | |
| Hendılı söküp kaver ve gövdeyi birbirinden ayırdı. | 10 | |
| Salmastra flanşını ve salmastraları çıkarttı. | 10 | |
| Valf trimini kaverden söküp, disk ve mili birbirinden ayırdı. | 10 | |
| Kaba temizliği kâğıt zımpara ile yaptı. | 10 | |
| Kaver ve gövdenin ulaşılabilir bütün yüzeylerini saçaklı tel fırça ile temizledi. | 10 | |
| Ulaşılamayan yerleri milli kalem tel fırça ile temizledi. | 15 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 15 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 2.1.3.3. Kimyasal Yüzey Temizleme

Valf üzerindeki korozyonu, boyayı ve yağ atıklarını sökmek için kullanılan kimyasal yüzey temizliği, mekanik temizliğin ardından yapılabileceği gibi tek başına da uygulanabilir. Kimyasal temizlik yapılırken en önemli konu seçilecek kimyevi ürünün valf elemanlarına zarar vermemesidir. Uygun olmayan kimyasal ürün seçimi nedeniyle valf elemanları ile istenmeyen reaksiyonlar gerçekleşebilir. Kimyasal temizlik sayesinde valfin her tarafı eşit olarak temizlenir. Hızlı ve zor ulaşılan yerlerin temizliğinde etkilidir. Buna karşılık kimyasal temizlikte kullanılan ürünler insan sağlığı için büyük riskler barındırır. Çalışma yaparken gerekli iş güvenliği önlemleri alınmalı, el ve yüz kısımları mutlaka korunmalıdır. Kimyasal yüzey temizlemede kullanılan yöntemler şunlardır:

**a) Asit ile Temizleme (Pikling):** Korozyon ve boyanın asit çözeltilerine daldırılarak yüzeyden temizlendiği yöntemdir. Genellikle sülfirik asit, hidroklorik asit, nitrik asit, fosforik asit gibi güçlü asitler kullanılır. Güçlü asitlerin gözlerde ve ciltte yanma, dumanlarını soluma gibi risklerinden dolayı güvenli kullanımına dikkat edilmelidir. Eldiven, maske, göz koruması, önlük gibi kişisel koruyucu önlemler alındıktan sonra işlem yapılmalıdır (Görsel 2.114).



**Görsel 2.114: Kimyasal temizlik için kişisel koruyucular**

Valfin bütün elemanları sökülür. Bütün elemanlar 70 °C'taki kostik çözeltisine (Sodyum Hidroksit-NaOH) daldırılır. Parçaların üzerlerindeki yağ ve kirler gidinceye kadar beklenir. Sıcak su ile valf parçaları yıkanır. 80 °C'taki güçlü asit çözeltileri (HCl, $HNO_3$, $H_2SO_4$) ile hazırlanmış banyoya bütün elemanlar yatırılır (Görsel 2.115). Korozyonun durumuna göre belirli bir süre beklenir. Banyonun yüzeyinde korozyonun valften ayrıldığı gözlemlenir (Görsel 2.116). Korozyon valften ayrıldıktan sonra elemanlar tekrar sıcak su ile yıkanarak korozyonun temizlenip temizlenmediği kontrol edilir (Görsel 2.117). Valf parçaları, tekrar korozyona uğramamak için 80 °C'ta fosforik asit ($H_3PO_4$) çözeltisine daldırılır. **Fosfatlama** denilen bu işlem ile valfin metal yüzeyi pasifleştirilmiş olur. Bütün elemanlar yeniden sıcak su ile yıkanır.



**Görsel 2.115: Elemanların asite yatırılması**



**Görsel 2.116: Korozyonun ayrılması**

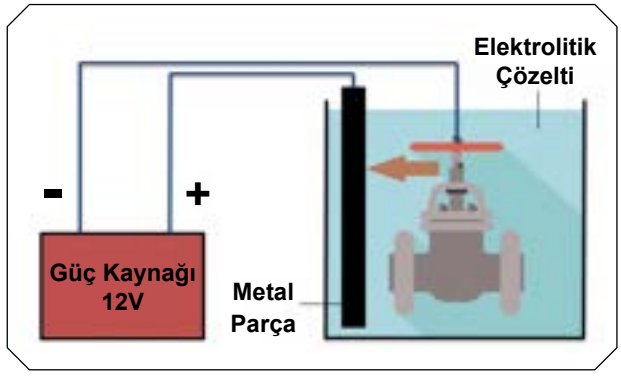


**Görsel 2.117: Korozyonun temizlenmiş hâli**

**ARAŞTIRMA**

Fosfatlama işleminin metal malzeme için neden önemli olduğunu araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

**b) Elektroliz ile Temizleme:** Korozyonun elektrolitik bir sıvı çözeltisi ve elektrik akımı yardımıyla temizlendiği yöntemdir. Bir kabın içinde sodyum klorür veya sodyum karbonat su ile karıştırılarak elektrolitik çözelti elde edilir. Bu çözeltinin içine korozyonlu valf ve bir metal parçası yerleştirilir. Bir güç kaynağı kullanılarak (-) kutup valfe, (+) kutup metal parçasına bağlanır. Güç kaynağından gelen enerji, çözelti içindeki valfin üzerinden metal parçaya doğru elektron akışı sağlar. Elektron akışı ile birlikte valf üzerindeki korozyon metal parçaya taşınır (Görsel 2.118).




**Görsel 2.118: Elektroliz ile temizleme**

**c) Lazer ile Temizleme:** Gelişen teknoloji sayesinde geleneksel yöntemlere alternatif olan lazer temizleme ile yüksek enerjili lazer ışınları valf yüzeyindeki korozyonu temizler. Lazer tarafından yayılan ışın, temizlenecek metal yüzeydeki korozyon tarafından emilir. Bu büyük enerjinin emilmesi, bir şok dalgası oluşturarak korozyonu buharlaştırıp ortadan kaldırır. Korozyon dışında yüksek kalitede yüzey temizliği gerektiren malzemelerin üzerindeki farklı kirletici ürünleri de temizler. Sarf malzeme maliyetlerinin olmadığı düşük maliyetli temizlik sağlamasının yanı sıra çevre dostu bir uygulama tekniğidir (Görsel 2.119).



**Görsel 2.119: Lazer ile temizlik**

Süre: 7 ders saati

## 2.2. UYGULAMA

### VALF ÜZERİNDEKİ KOROZYONU VE BOYAYI KİMYASAL YÖNTEMLER İLE TEMİZLEME

**Amaç:** Korozyona uğramış bir valfin kimyasal temizliğini yapmak.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Korozyona uğramış bir valf, anahtar takımı, sülfirik asit, fosforik asit, sodyum hidroksit, sıcak su.

**Görev:** Atölyenizde bulunan bir valfin asit çözeltileri kullanarak korozyon, boya, yağ ve kir temizliğini yapınız.

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Kullanacağınız anahtarları ve takımları hazırlayınız.
3. Valfin hendılını sökünüz, kaver ve gövdeyi birbirinden ayırınız.
4. Salmastra flanşını ve salmastraları çıkartınız.
5. Valf trimini kaverden sökünüz. Disk ve mili birbirinden ayırınız.
6. Valf elemanlarını sodyum hidroksit çözeltisine daldırınız ve sonra sıcak su ile yıkayınız.
7. Valf elemanlarını sülfirik asit çözeltisine daldırınız. Yeterli süre bekledikten sonra sıcak su ile yıkayınız.
8. Fosfatlama işlemini yapınız. Yeterli süre bekledikten sonra sıcak su ile yıkayınız.
9. Artan asitleri güvenli bir yerde depolayınız.
10. Kullandığınız takımları ve aletleri yerlerine koyunuz. Çalışma ortamını 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 | |
| Anahtarları ve takımları hazırladı. | 10 | |
| Hendılı söküp kaver ve gövdeyi birbirinden ayırdı. | 10 | |
| Salmastra flanşını ve salmastraları çıkarttı. | 10 | |
| Valf trimini kaverden söküp, disk ve mili birbirinden ayırdı. | 10 | |
| Sodyum hidroksit ile yağ ve kirleri temizledi. | 10 | |
| Sülfirik asit ile korozyonu ve boyayı temizledi. | 15 | |
| Fosfatlama işlemini yaptı. | 15 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 2.1.4. Valflerin Boya İşlemleri

Mekanik ve kimyasal temizliklerin bitirilmesi ile valf yüzeyindeki korozyon, boya, yağ vb. istenmeyen ürünler kaldırılmış olur. Ancak valf, bu temizlik işleminin ardından korozyona karşı en korumasız olduğu zamandadır. İçinde bulunduğu ortamdaki havanın neminden dolayı birkaç saat içinde fark edilecek olan renk değişimi ile korozyonun başladığı gözlemlenebilir. Bu yüzden temizlenen valfin en kısa zamanda boyanarak hava ile teması kesilmelidir. Temizlik işlemi ne kadar iyi yapılırsa yapılsın son aşamada boya işleminin kaliteli yapılması korozyonu önleyecektir. Aksi takdirde iğne ucu kadar bir noktadan hava ile temas olması hâlinde, valfin o noktadan korozyona maruz kalması kaçınılmazdır.

### 2.1.4.1. Boya ve Bileşenleri

Korozyonun önüne geçebilmek için uygulanacak en basit yöntem metal yüzey ile çevre arasında bir bariyer meydana getirmektir. Bu görevi yerine getiren boyalar, aynı zamanda görsel bir etkiye de sahip en pratik ve düşük maliyetli çözümdür. Bütün boyalar metal yüzeyde tabaka oluşturarak hava ile teması önler. Geçirimsizlik özelliği gereğince boya tabakası; su, oksijen gibi korozyona sebep olacak maddelerin girişini engeller. Bazı boya türleri metal yüzeyi pasifleştiren inhibitör etkisine sahiptir. Üst tabakalardan geçmeyi başaran su molekülleri, ilk kat uygulamasında kullanılan inhibitör etkili boyalardaki pigmentler tarafından çözünerek korozyon önlenir. Çinko tozu içeren boyalar ise (boya tabakasında meydana gelecek bir çatlamadan dolayı) metal yüzeyinin aşınmaması için galvanik etki meydana getirir. Demirden daha aktif olan çinko, anot gibi davranarak korozyonu üzerine çeker. Boyaları meydana getiren üç temel bileşen bulunur:

**a) Bağlayıcılar (Reçineler):** Boyanın temel bileşeni olan bağlayıcılar; esneklik, sertlik, darbe dayanımı, yapışma, kuruma süresi gibi karakteristik özellikleri belirler. Bağlayıcılar; akrilik, alkid, poliüretan, epoksi gibi boyanın kimyasal grup adını belirler.

**b) Pigmentler:** Boyaya renk ve estetik görünüm kazandıran pigmentler, korozyonun önlenmesinde de etkili olur. Boya tabakasının bozulmaması için güneş ışınlarını emer veya yansıtır. İnert pigmentler, boyayı ortamdaki rutubet, sıcaklık değişimlerine karşı korur. Frenleyici pigmentler ise içeriğindeki inhibitör dolayısıyla metal yüzeyi pasifleştirerek korozyonu önler. Katodik koruma sağlayan pigmentler de içeriğindeki çinko tozu ile galvanik etki meydana getirerek metali korur.

**c) Solventler (Çözücüler):** Boyadaki ana unsur olan bağlayıcının daha akışkan ve yüzeye uygulanabilir hâle gelmesini sağlayan bileşendir. Solventler boyanın özelliğini değiştirmeden inceltir. Kurumalarının ardından boyanın film katmanı, katı hâle gelir. Su, tiner, aseton en yaygın kullanılan solventlerdir.

### 2.1.4.2. Boya Çeşitleri

Gemi inşa sektöründe yüzey boyama işlemlerinde çok farklı özelliklerde boyalar kullanılmaktadır. Valflerin de dış yüzeylerinin boyama işlemi yapılırken çalışacağı sistemin şartlarına ve valf malzemesine uygun boyalar seçilmelidir. Sıklıkla kullanılan boya çeşitleri şunlardır:

**a) Epoksi Boyalar:** Kimyasal ve fiziksel direnci yüksek olan epoksi boyalar yüzeye çok kuvvetli yapışır. Korozif ortamlara dayanıklı olduğu için rutubetli, asidik, bazik ortamlarda rahatlıkla kullanılabilir. Antibakteriyel özelliğinden dolayı boya yüzeyinde mikroorganizmalar yaşayamaz. Yüzeyleri kir tutmaz ve kolay temizlenir. Akışkan özelliğinden dolayı en ince noktalara kadar nüfuz eder. Valf yüzeylerinde boyama için yaygın olarak tercih edilir.

**b) Poliüretan Boyalar:** Genellikle son kat olarak uygulanan poliüretan boyalar dayanıklı, esnek ve akışkan görünüme sahiptir. Korozyona ve aşınmaya karşı önleyici, kimyasal etkilere karşı dirençli, darbe ve çizilmelere karşı dayanıklı olan bir boyadır.

**c) Akrilik Boyalar:** Su bazlı olan akrilik boyalar uygulandıkları yüzeyde iz bırakmadan pürüzsüz bir görüntü verir. Sıcak ortamda yumuşak kıvamda iken soğuk ortamda yumuşaklığı ve kıvamı azalır.

**ç) Alkid Boyalar:** Yoğun olmayan korozif ortamlarda kullanılabilen alkid boyaların kuruma süresi kısa, yapışma gücü yüksek, sürtünmeye karşı dayanıklıdır.

**d) Termoplastik Boyalar:** Korozyona karşı çok iyi koruma sağlayan bu boyalar sıcaklığa maruz kaldığında yapısında değişim olmadan ergiyerek metalin yüzeyini sarar. Soğuduğunda da sertleşerek mekanik ve kimyasal dayanım kazanır. Çok uzun yıllar parlaklığını ve rengini korur. Kimyasal etkilere karşı dayanıklıdır. Darbelere ve çatlamalara karşı dirençlidir.

Valf boyalarında genel olarak kullanılan bu boya çeşitlerinin yanında çok farklı seçenekler de bulunmaktadır. Boya seçimi yapılırken, valf üreticisinin tavsiye ettiği spesifikasyonların göz önüne alınması gerekir.

### 2.1.4.3. Boya Uygulama Yöntemleri

Boya seçimi yapıldıktan sonra boyanın valf yüzeyine hangi araçlarla uygulanacağı belirlenir. Bu araçların seçiminde ortam şartları, teknik imkânlar, maliyet ve boyanın türü etkilidir. Boya uygulamaları genellikle şu yöntemlerle uygulanır:

**a) Fırça ile Boyama:** En geleneksel boyama yöntemidir. Kıvrak ve fonksiyonel olması sayesinde girintili çıkıntılı yerlerin boyanmasında etkilidir. Boyanın delik ve çatlaklara nüfuz etmesi için iyi bir yöntemdir. İlk kat boyası yaparken tercih edilebilir. Fırça ile boyama yapmanın dezavantajı homojen bir boya katmanı oluşturmanın zorluğudur.

**b) Rulo ile Boyama:** Geniş yüzeylerin hızlı bir şekilde boyanmasında elverişli bir yöntemdir. Son kat boyamalarda tercih edilebilir. Boya sarfiyatı diğer yöntemlere göre daha azdır. Homojen bir boya kalınlığı elde etmesi daha kolaydır.

**c) Püskürtme (Sprey) ile Boyama:** Bu yöntemle daha düzgün bir boya filmi elde edilir. Boya, püskürtme tabancası kullanılarak yüksek hava basıncı ile atomize edilir ve yüzeye uygulanır. Bu yöntemde boyamanın dengeli yapılması için uygulayıcının deneyimi çok önemlidir. Hızlı ve seri boya yapma imkânına karşılık çevreye çok fazla boya tozu saçılmaktadır. Bunun için boyama kabinleri kurulmalı ve filtreleri sık sık değiştirilmelidir.

**ç) Daldırma ile Boyama:** Boyanacak metalin, boya tankına daldırılıp çıkarılması şeklinde uygulanan yöntemdir. Boya akışkanlığı ve ürünün çıkış hızı ayarlanarak boyanın homojen dağılması sağlanır. Daldırma uygulamalarında rastlanılan akma, köpüklenme, çökme, kalınlık değişkenliği gibi sorunları önlemek için uygulamanın gerektirdiği parametrelere çok dikkat edilmelidir.

**d) Elektrostatik Boyama:** Toz boyaların ve metalin manyetik bir ortamda birbirini çekmesi esasına göre uygulanan bir yöntemdir. Boyanın neredeyse tamamının yüzeye yapışmasını sağlar. Geleneksel yöntemlere göre daha verimli bir boyama yapar. Solvent içeren kimyasal çözücüler kullanılmadığı için çevre dostu uygulamadır. Seri boyama imkânı sunar. Genellikle mat yüzeyler elde etmede tercih edilir.

### 2.1.4.4. Valf Yüzeyinin Boyanması

Valflerin boya işleminin verimli olabilmesi için boyanacak yüzeyin hazır olması gerekir. Yeterli düzeyde yapılmayan temizliğin ardından çok iyi bir boya uygulaması yapılsa dahi verim alınmaz. Korozyon, kir, yağ, toz gibi istenmeyen ürünler yüzeyden tamamen temizlenmiş olmalıdır. Aksi takdirde boya yüzeye yapışmayacaktır. Mekanik ve kimyasal temizlik işlemlerinde bu ürünler temizlenir.

Boya işleminde, valf malzemesine ve valfin çalışacağı ortama uygun niteliklere sahip boya seçilmelidir. Uygulanacak yöntem doğru seçilmeli ve profesyonel ekipler tarafından boyama yapılmalıdır. Son kullanma tarihi geçmiş boyalar kullanılmamalıdır. Sıcaklık, rutubet, rüzgâr gibi uygulama koşullarının boya için elverişli olmasına dikkat edilmelidir. Serin, kuru, havalandırılmış, ısı kaynaklarından uzak kapalı alanda depolanmış boyalar kullanılmalıdır (Görsel 2.120). Valfin boyama işlemine başlanmadan önce gerekli kişisel iş sağlığı ve güvenliği önlemleri ile birlikte boyama sahası da emniyet altına alınmalıdır. Maske, gözlük, eldiven, tulum giyilmelidir (Görsel 2.121).



**Görsel 2.120: Boya depolama alanı**



**Görsel 2.121: Boyama için iş güvenliği**

Valflerin boya rengi belirlenirken kullanılacakları boru devresinin temsil ettiği renge boyanması uygun olur. Valf operasyonlarında kolaylık sağlaması için bu önemlidir. Tersanelerin belirlediği boya renkleri genellikle benzerdir. Farklılık olması durumuna karşılık imalat projelerinden devre renkleri öğrenilip boya rengi ona göre seçilmelidir (Tablo 2.3).

**Tablo 2.3: Valf Boya Renkleri**

| VALFİN KULLANILDIĞI BORU DEVRESİ | RENK |
|---|---|
| Tatlı Su Soğutma Devreleri | Mavi |
| Deniz Suyu Soğutma Devreleri, Balast Devreleri | Yeşil |
| Basınçlı Hava Devreleri | Gri |
| Yakıt Devreleri | Kırmızı |
| Sintine Devreleri | Siyah |
| Yağlama Devreleri | Sarı |
| Buhar Devreleri | Gümüş |

Boya işlemine valf temizliği tamamlandıktan sonra ara vermeden başlanılmalıdır. Valflerin genellikle gövde, kaver ve hendılları boyanır. Valfin boyanmayacak olan mil, disk, sit, salmastra kutusu gibi yerleri ortamdan uzaklaştırılmalıdır. Eğer valf üzerinde boyama yapılacaksa maskeleme bantı ile bantlanmalıdır. Valf boya işleminde uygulanacak yöntemler belirlenmelidir. Yaygın olarak kullanılan epoksi, poliüretan boyalar fırça, rulo veya püskürtme yöntemi ile uygulanabilir. Daha homojen ve seri uygulama imkânı veren püskürtme yöntemi diğer yöntemlerden daha avantajlıdır. Boya, üreticinin kullanım etiketinde belirttiği talimatlara göre solventlerle inceltilerek belirli oranlarda karıştırılır. Hazırlanan boya karışımı fırça ve rulo ile tatbik edilecekse bir kap haznesine dökülür. Fırça veya rulo boyaya batırıldıktan sonra fazlası süzülür. Homojen boya yüzeyi zor olacağı için bu işlem çok dikkatli yapılmalıdır (Görsel 2.122 ve 2.123).



**Görsel 2.122: Fırça ile boya uygulaması**



**Görsel 2.123: Rulo ile boya uygulaması**

Püskürtme ile boyama yapılacaksa hazırlanan boya, boya tabancasının haznesine dökülür. Kompresörden elde edilen basınçlı hava, boya tabancasına hortum vasıtasıyla bağlanır. Boyanacak yüzeyin genişliğine göre nozul seçimi yapılır. Basınçlı hava, boya tabancasının haznesinden boyayı çekerek nozuldan atomize formda yüzeye püskürtür. Yüzeyde akma meydana gelmemesi için püskürtme mesafesine, hava basıncına ve boyama hareketlerine dikkat edilir (Görsel 2.124).

Valf yüzeyine uygulanan katmanlar arasında boyanın tam olarak kuruması için gerekli olan süre beklenmelidir. Her boya katmanının kurumasının ardından sonraki boyama işleminde boyanın yüzeyde tutunma oranını artırmak için çok ince zımparayla işlem yapılır. Bütün katlar aynı tür boya ile boyanabildiği gibi astar katlar için epoksi, diğer katlar için poliüretan boyalar da kullanılabilir. En uygun olanı valf üreticisinin tavsiyeleri doğrultusunda boya seçimi yapmaktır.



**Görsel 2.124: Boya tabancası ile boya uygulaması**

Valf yüzeyini boyarken genellikle üç katman hâlinde uygulama yapılır. İlk katman olan **astar (primer) boyama** korozyonu önleyen asıl katmandır. Bu yüzden astar boyanın antikorozif özelliklere sahip boyalardan seçilmesi uygundur. Astar boyanın valf yüzeyine iyi yapışması, yüksek mukavemete sahip olması, korozyon ve kimyasallara dirençli, bir sonraki katmanla iyi bağlantı oluşturması gerekir. Bir sonraki katman olan **ara kat boyama** ise toplam boya katmanının büyük kısmını oluşturur. Ara kat boyama, su buharı girişine ve kimyasal etkilere dirençli olmalıdır. Astar boya ve son katman ile iyi bir bütünlük kurmalıdır. **Son kat boyama** ise boyama işleminin koruyucusudur. Kimyasallara, suya, havaya, aşınmaya karşı direnç gösteren ilk tabakadır. Ayrıca boyama işleminin göze hitap eden kısmıdır.

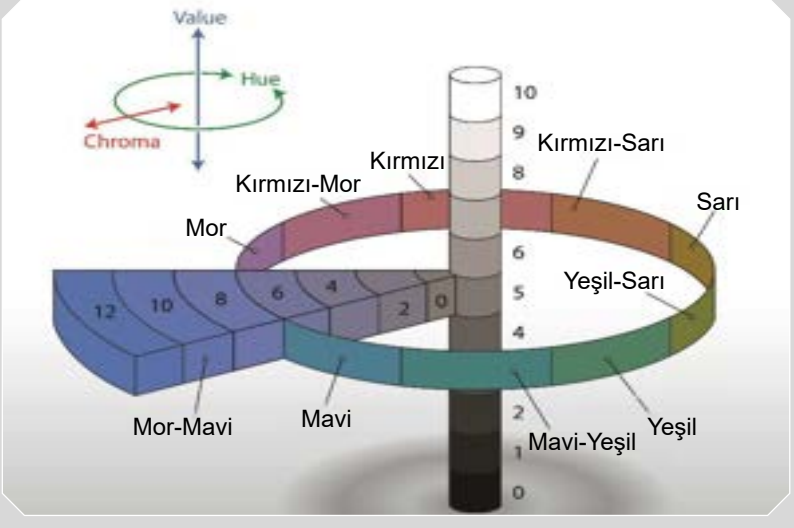
Boya işleminin ardından valf, güneş ışığı görmeyen, rutubetsiz bir ortama alınır. Boyanın yaş iken etrafa sürülmemesi için askılara asılarak kuruması beklenir (Görsel 2.125). Boyama işleminde kullanılan fırça, rulo veya boya tabancasının temizliği yapılır. Özellikle boya tabancasının parçaları ve nozulu çok iyi temizlenmelidir. Aksi hâlde kalan boya kuruyarak nozul deliklerini tıkayacaktır. Artan boya ise hava almayacak şekilde depolanarak bir sonraki işlem için saklanır.



**Görsel 2.125: Valflerin askılara asılması**

**BİLGİ KÜPÜ**

Munsell renk sistemi kullanılarak seçilen rengin tonu (**H**ue), koyuluğu veya açıklığı (**V**alue), matlığı veya parlaklığı (**C**hroma) belirlenir. Munsell renk sistemi, üç renk özelliğinin (HVC) her biri için görsel olarak tekdüze adımlardan oluşan sayısal bir ölçek olarak hazırlanmıştır (Görsel 2.126).




**Görsel 2.126: Munsell renk sistemi**

Süre: 7 ders saati

## 2.3. UYGULAMA

### VALFLERİ BOYAMA

**Amaç:** Temizliği yapılan bir valfin boyasını yapmak.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Valf, 1kg epoksi boya, 1lt epoksi tiner, 1kg poliüretan boya, 1lt poliüretan tiner, 240 kum zımpara, fırça, rulo, boya tabancası, basınçlı hava düzeneği, boya teknesi.

**Görev:** Atölyenizde bulunan boyanacak olan valf için epoksi ve poliüretan boyaları hazırlayınız. Fırça, rulo ve boya tabancası ile valf yüzeyini boyayınız.

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Epoksi boyayı tiner yardımıyla uygun kıvama gelinceye kadar inceltiniz.
3. Valfin yüzeyine fırça ile astar epoksi boya uygulamasını yapınız ve boyanın kurumasını bekleyiniz.
4. Poliüretan boyayı tiner yardımıyla uygun kıvama gelinceye kadar inceltiniz.
5. Valfin yüzeyine rulo ile ara kat poliüretan boya uygulamasını yapınız ve boyanın kurumasını bekleyiniz.
6. Valfin yüzeyine boya tabancası ile son kat poliüretan boya uygulamasını yapınız ve boyanın kurumasını bekleyiniz.
7. Her boya katmanından sonra yüzeyi zımparalayınız ve temizleyiniz.
8. Valfi kuruması için uygun bir ortama alınız.
9. Boya ekipmanlarını temizleyiniz.
10. 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 | |
| Epoksi boyayı hazırladı. | 10 | |
| Astar boyayı yaptı. | 10 | |
| Poliüretan boyayı hazırladı. | 10 | |
| Ara kat boyayı yaptı. | 10 | |
| Son kat boyayı yaptı. | 20 | |
| Boya katmanları arasında zımpara yaptı. | 10 | |
| Boya ekipmanlarını temizledi. | 10 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 2.2. VALFLERİN DIŞ YÜZEYİNDE KALAN MEKANİK PARÇALARI YAĞLAMA

Valflerin yağlanma işlemi, uzun ömürlü olmaları ve fonksiyonlarını yerine getirmede önem arz eder. Yağlama ile valflerin hareketli parçaları arasında oluşacak sürtünme en aza indirerek aşınmaların önüne geçilir. Aşındırıcı maddelere karşı bariyer oluşturarak korozyona önlem alınmış olur. Ayrıca yağlama ile etkili sızdırmazlık sağlanmasına yardımcı olunarak sızıntılar engellenir. Valfin çalışması sırasında oluşan ısı, dengeli bir şekilde dağıtılarak sıcaklık kontrolü sağlanır.

### 2.2.1. Yağlayıcı çeşitleri

Valflerin yağlama işlemini yaparken belirlenen yağlayıcının malzeme ile uyumlu, çalışma ortamının basınç ve sıcaklığına uygun olması gerekir. Yağın viskozitesi ve dayanıklılığı, değişken sıcaklık ve basınçlarda çalışan valfler ile uyumlu olmalıdır. Valflerde kullanılan yağlayıcılar şunlardır:

**a) Gres Yağı:** Yavaş hareket eden veya statik parçalar için uygun kalın, yarı katı yağlayıcıdır (Görsel 2.127). Gres yağı iyi bir sızdırmazlık ve kirletici maddelere karşı koruma sağlar. Yüksek sıcaklıkta karbonlaşmaz, buharlaşmaz, erimez veya sertleşmez. Gres doğru şekilde kullanıldığında, yağlama periyotları uzun olabilir ve bakım maliyetlerini azaltabilir. Gres yağı, su ve diğer korozif maddelere karşı direnç sağlayarak metal parçaların korunmasına yardımcı olur. Yüksek sıcaklıklarda bile stabil kalabilir ve yağlama özelliğini koruyabilir.



**Görsel 2.127: Gres yağı**

**b) Sıvı Yağlayıcı:** Kolayca akan ve hızlı hareket eden parçalar için yaygın olarak kullanılan yağlayıcıdır (Görsel 2.128). Etkili yağlama ve soğutma sağlar. Sentetik ve mineral yağlar kullanılabilir. Mineral yağlar, genellikle ham petrolden elde edilirken, sentetik yağlar laboratuvar ortamında sentezlenen özel moleküllerden oluşur. Sentetik yağlar, mineral yağlara göre daha düzenli moleküler yapıya sahiptir. Bu, daha iyi performans ve daha az bozulma sağlar. Sentetik yağlar genellikle daha yüksek sıcaklıklara dayanabilir. Sentetik yağlar düşük sıcaklıklarda daha iyi performans gösterir, bu da soğuk hava koşullarında daha iyi çalışma sağlar. Geleneksel olarak uygulanan mineral yağlara göre sentetik yağların kullanımı daha yaygın hâle gelmiştir.



**Görsel 2.128: Sıvı yağlayıcı**

**c) Kuru Yağlayıcılar:** Yüksek sıcaklıktaki uygulamalara ve gres veya sıvı yağlayıcıların uygun olmayabileceği yerler için kullanılan grafit veya molibden disülfit gibi katı yağlayıcılardır. Kuru yağlayıcılar, genellikle yağ içermeyen veya çok az yağ içeren formülasyonlardır.

Bu tür yağlayıcılar genellikle aerosol spreyler şeklinde olur ve hızla kuruyarak yüzeyde bir koruyucu tabaka oluşturur. Bu koruyucu tabaka metal parçaların korozyona karşı korunmasına yardımcı olur (Görsel 2.129).



**Görsel 2.129: Kuru yağlayıcı**

## 2.2.2. Valf Parçalarının Yağlanması

Yağlayıcıların etkili bir şekilde uygulanması, valf tasarımının ve çalışma koşullarının dikkatli bir şekilde değerlendirilmesini gerektirir. Valfin tipine ve çalışma koşullarına uygun yağı seçmek önemlidir. Her valf için farklı yağlar kullanılabilir. Bu nedenle doğru yağı seçmek performansı artıracaktır. Yağlayıcı üretici tavsiyeleri doğrultusunda belirlenir. 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. Valf mili yağlanırken kaver üzerinde gresörlük varsa gres tabancası buraya bağlanır. Gres tabancası kolu hareket ettirilerek dişlerin arasından temiz gres gelene kadar yağ pompalanır. Gresörlük bulunmayan valflerde gres yağı milin dişlerine bir fırça yardımıyla tatbik edilir (Görsel 2.130). Valf diskinin gövde üzerinde hareket ettiği yüzeylere bir fırça yardımıyla gres yağı sürülür (Görsel 2.131).



**Görsel 2.130: Milin fırça ile yağlanması**



**Görsel 2.131: Hareket yüzeyi yağlanmış disk**

Diskin mil ile bağlantısını sağlayan dişli parçanın sıvı veya kuru yağlayıcılarla yağlama işlemi yapılır (Görsel 2.132). Aynı şekilde saplama cıvatalarının dişleri de hem korozyona uğramamaları hem de sürtünmeyi azaltmak için yağlanır (Görsel 2.133).



**Görsel 2.132: Disk ve mil bağlantısının yağlanması**



**Görsel 2.133: Cıvata dişlerinin yağlanması**

## 2.4. UYGULAMA

Süre: 7 ders saati

### VALFLERİN MEKANİK PARÇALARINI YAĞLAMA

**Amaç:** Valflerin mekanik parçalarını yağlamak.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Valf, gres yağ, fırça, sentetik yağ, bez, anahtar takımları.

**Görev:** Atölyenizde bulunan bir valfin gres ve sentetik yağlar ile hareketli parçalarını yağlayınız.

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Kullanacağınız anahtarları ve takımları hazırlayınız.
3. Valfin hendılını sökünüz, kaver ve gövdeyi birbirinden ayırınız.
4. Salmastra flanşını ve salmastraları çıkartınız.
5. Valf trimini kaverden sökünüz. Disk ve mili birbirinden ayırınız.
6. Yağlanacak parçaların yüzeylerini bez ile temizleyiniz.
7. Milin dişlerini fırça ile yağlayınız.
8. Diskin gövdedeki kızaklarını gres ile yağlayınız.
9. Cıvataları sentetik yağ ile yağlayınız.
10. 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 | |
| Anahtarları ve takımları hazırladı. | 10 | |
| Hendılı söküp kaver ve gövdeyi birbirinden ayırdı. | 10 | |
| Salmastra flanşını ve salmastraları çıkarttı. | 10 | |
| Valf trimini kaverden söküp, disk ve mili birbirinden ayırdı. | 10 | |
| Yağlanacak parçaların temizliğini yaptı. | 10 | |
| Mili, gres yağ ile yağladı. | 20 | |
| Cıvataları ve somunları yağladı. | 10 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 2.3. SIZDIRMAZLIK SAĞLAMA

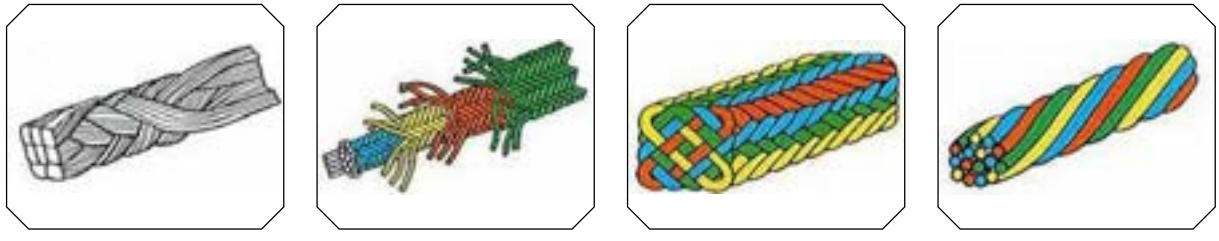
Valflerin sızdırmazlık özelliği boru hatları için çok önemlidir. Valflerde meydana gelen sızıntılar, gemide yapılacak operasyonların durdurulmasına varıncaya kadar hem zaman hem maliyetleri artıracak sorunlara sebep olabilir. Bu sorunların yaşanmasına salmastra, conta, o-ring gibi sızdırmazlık elemanları ve disk ile sit arasındaki deformasyonlar sebep olur. Sızıntı probleminin önüne geçmek için sızdırmazlık elemanlarının yenilenmesi, disk ile sit arasında yüzey alıştırmasının yapılması gerekir.

### 2.3.1 Salmastraların Yenilenmesi

**Salmastra**, valfin sabit elemanı olan kaver veya gövde ile hareketli elemanı olan mil arasında oluşabilecek sızıntıları önleyen dinamik sızdırmazlık elemanıdır. Salmastralar valf içinden geçen akışkanın mil üzerinden ortama akmasını önler. Salmastranın sızdırmazlık özelliği; akışkanın kimyasal özelliklerine, hızına, basıncına, sıcaklığına, yerleştirilme şekline, mil ve salmastra yuvasının temizliğine bağlıdır.

#### 2.3.1.1. Salmastra Çeşitleri

Salmastralar farklı malzemeden üretilen iplikler ve özel yağların emprenye (emdirilme işlemi) edilmesiyle imal edilir. Valflerde kullanılan salmastraların örgü tipleri, kendilerini meydana getiren ipliklerin dokunma şekillerine göre değişir (Görsel 2.134).



a) Kare (Rijit) b) Yuvarlak (Katlı) c) Diyagonal (Çapraz) ç) Bükümlü

**Görsel 2.134: Salmastra örgü tipleri**

Valflerde kullanılan çok farklı malzemelerden üretilen salmastra çeşidi bulunmaktadır. İdeal salmastra seçimi yaparken çalışacağı ortam şartları göz önünde bulundurulmalıdır. En sık kullanılan salmastralar şunlardır:

**a) Cam Elyaf Salmastra:** Tamamen örgülü olan bu salmastra yoğun, yüksek çekme dayanımına sahip kare, dikdörtgen ve yuvarlak kesitlerde üretilir (Görsel 2.135). Grafitli cam elyaf salmastralar, grafit kaplama işleminden geçirilerek sürtünme kayıpları azaltılır (Görsel 2.136).



**Görsel 2.135: Cam elyaf salmastra**



**Görsel 2.136: Grafitli cam elyaf salmastra**

**b) Sarı ve Beyaz Don Yağlı Salmastra:** Kare kesitli olarak 2-3 kat diyagonal tipte örülür. Sentetik katkılı pamuk ipliğinin özel yağlar ve parafin ile emprenye edilmesiyle imal edilir (Görsel 2.137 ve 2.138).

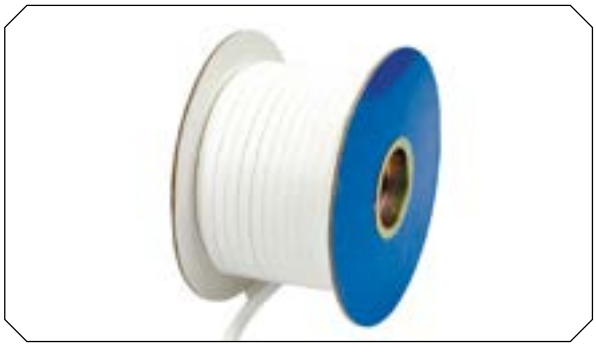


**Görsel 2.137: Sarı don yağlı salmastra**



**Görsel 2.138: Beyaz don yağlı salmastra**

**c) PTFE (Teflon) Salmastra:** Kendinden yağlamalı ve yapışmama özelliğine sahip PTFE salmastraların çok iyi korozyon direnci vardır (Görsel 2.139). Grafitli PTFE salmastralar, grafit tozu ve teflon reçinesinden geçirilerek üretilmiştir. Kimyasal ortamların çoğunda kullanılabilir (Görsel 2.140).



**Görsel 2.139: PTFE salmastra**



**Görsel 2.140: Grafitli PTFE salmastra**

Bu salmastraların dışında valflerde kullanılan grafitli karbon, kevlar, karbon lifli, ramie iplikli gibi çok farklı özelliklere sahip salmastralar da bulunmaktadır. Valf üreticisinin tavsiyeleri doğrultusunda uygun sıcaklık, basınç ve akışkan ortamı için salmastra seçimi yapılmalıdır. Aşağıdaki Tablo 2.4'te farklı salmastraların çalışabilecekleri ortalama sıcaklık, basınç ve pH değerleri verilmiştir.

**Tablo 2.4: Salmastraların Çalışabilecekleri Ortam Değerleri**

| SALMASTRA ÇEŞİDİ | SICAKLIK (°C) | BASINÇ (Bar) | pH |
|---|---|---|---|
| Don Yağlı Salmastra | 70 ~ 80 | 60 | 2-14 |
| Grafitli Cam Elyaf Salmastra | 450 ~ 550 | 500 | 5-9 |
| Yağlı Teflon Salmastra | -150 ~ 260 | 200 | 0-14 |
| Grafitli PTFE Salmastra | -150 ~ 280 | 150 | 0-14 |
| Ramie Fiber Salmastra | -40 ~ 120 | 30 | 5-11 |
| Karbon Fiber Grafit Salmastralar | -220 ~ 550 | 300 | 0-14 |

### 2.3.1.2. Salmastra Montajı

Salmastraların yenilenmesine başlanmadan önce salmastra kutusunun çok iyi temizlenmiş olduğundan emin olunmalıdır. Ardından demonte olan valf mili ile kaver birbirine bağlanır (Görsel 2.141). Mil ile salmastra kutusu arasındaki boşluğun ölçümü yapılarak milin ekseni kontrol edilir (Görsel 2.142). Eksen kaçıklığı varsa ya mevcut mile çözüm bulunmalı ya da yenisi ile değiştirilmelidir.

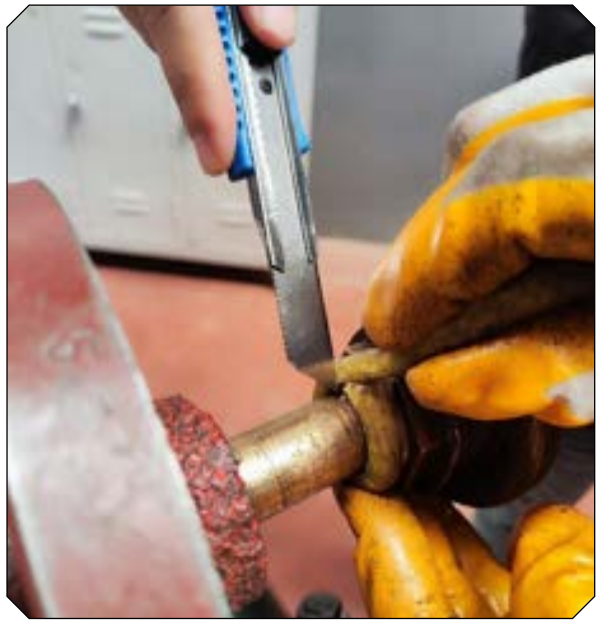


**Görsel 2.141: Milin kavere montajı**

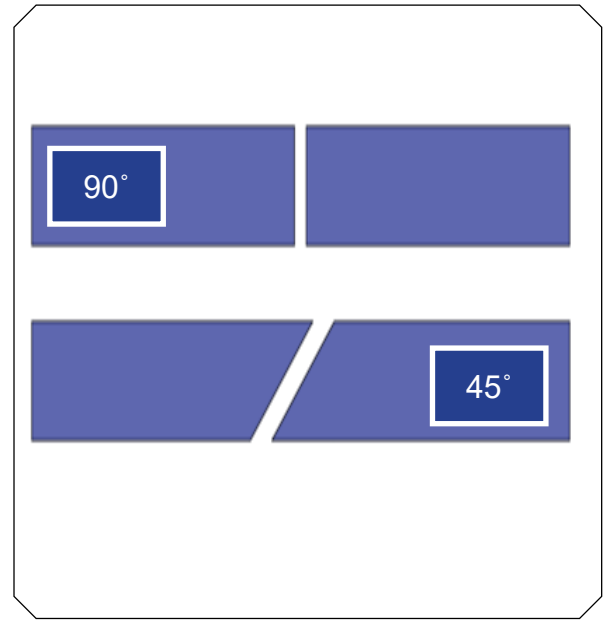


**Görsel 2.142: Milin eksen kontrolü**

Salmastra ölçüleri, mil ile salmastra kutusu arasındaki boşluğa göre seçilmelidir. Seçilen salmastra korozyona dayanıklı, mili aşındırmayacak, yuvaya uyumlu, bükülebilir, esnek yapıda olmalıdır. Valfe uygun salmastra seçildikten sonra, salmastra milin etrafına sarılarak ölçü alınır (Görsel 2.143). Kesim açısı olarak 45 veya 90 derecelik açılar tercih edilir (Görsel 2.144).



**Görsel 2.143: Salmastra ölçüsü alma**




**Görsel 2.144: Kesim açıları**

Ölçü yerinden kesici aletler kullanılarak dikkatli bir şekilde kesim işlemi yapılır (Görsel 2.145). İlk salmastra, milin etrafına sarıldıktan sonra salmastra yuvasına itilir (Görsel 2.146). Her salmastra yerleşiminde bu işlem tekrarlanır.

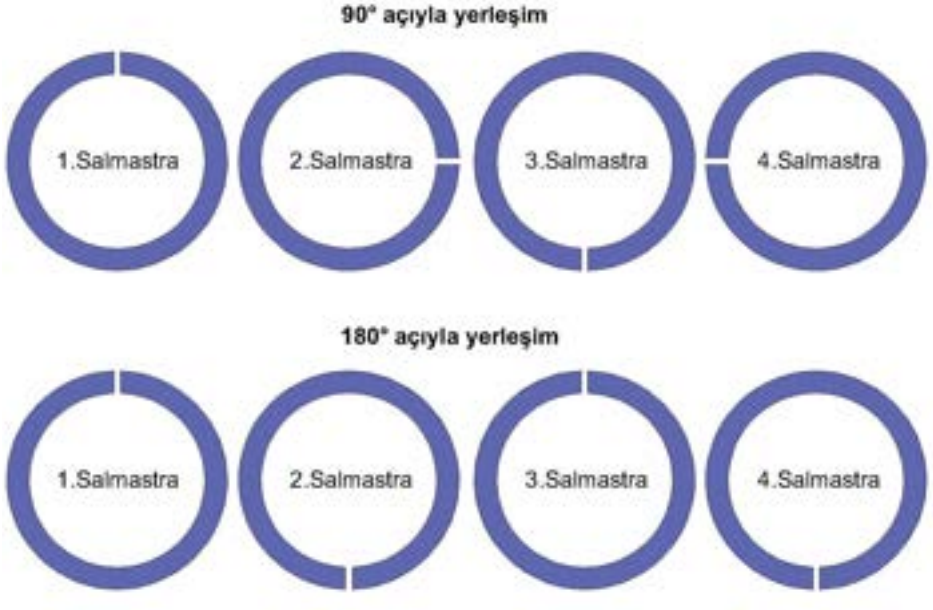


**Görsel 2.145: Salmastranın kesilmesi**



**Görsel 2.146: Salmastraların yerleştirilmesi**

Kesilen salmastra, uç uca getirildiğinde birbirine denk gelmelidir. Salmastra kutusunun boşluğuna göre aynı ölçülerde gerekli sayıda diğer salmastralar da kesilir. Kesim işleminin ardından salmastralar şaşırtmalı bir şekilde yerleştirilmelidir. Bütün salmastraların birleşme yerleri aynı yönde olursa ek yerlerinden sızıntı meydana gelebilir. Bunun önüne geçmek için ilk salmastra yerleştirildikten sonra, diğerleri sırasıyla 90 veya 180 derecelik açılarda döndürülerek yerleştirilir (Görsel 2.147).

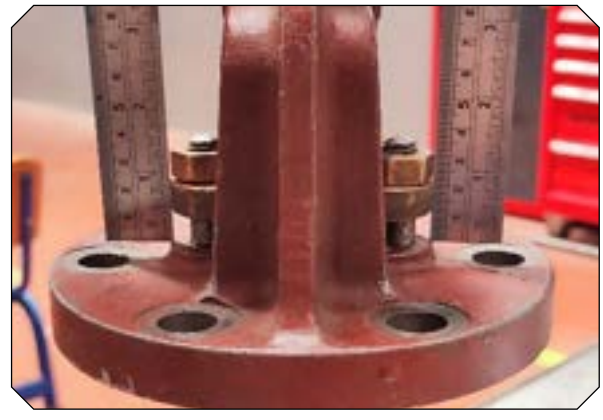



**Görsel 2.147: Salmastra yerleştirme sıralaması**

Yeterli sayıda salmastra yerleştirildikten sonra salmastra flanşı, somunlar vasıtasıyla saplama cıvatalarına monte edilir (Görsel 2.148). Somunların kademeli olarak sıkılmasına dikkat edilmelidir. Salmastralara çevresel olarak eşit kuvvet uygulanması için, salmastra flanşının mesafesi farklı noktalardan ölçülür (Görsel 2.149).



**Görsel 2.148: Salmastra flanşının sıkılması**



**Görsel 2.149: Mesafe kontrolü**

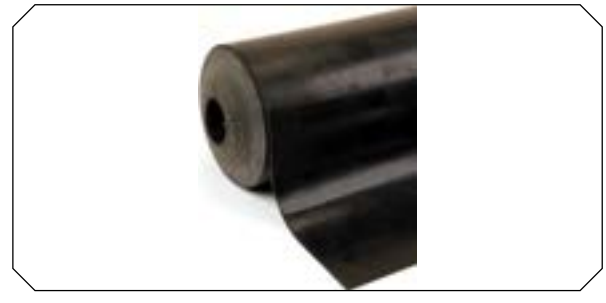
Saplamalara takılan iki somunla, salmastraların üzerine uygun kuvvet uygulanmalıdır. Bu somunlar aşırı sıkıldığı takdirde salmastralar, valf mili üzerinde sürtünme meydana getirecektir. Bu sürtünme sadece mil hareketini engellemekle kalmayacak, aynı zamanda kaver ve salmastra üzerinde aşırı aşınma yaratarak zamanla sızıntıya sebep olacaktır. Salmastra flanşının yetersiz sıkılması ise sızdırmazlığı zayıflatacak ve akışkan, salmastrayı aşıp valften dışarı sızacaktır. Bu yüzden salmastra flanşına uygulanacak kuvvete dikkat edilmelidir.

## 2.3.2. Conta ve O-ringlerin Yenilenmesi

**Contalar**, iki metalik yüzey arasında akışkan sızıntısını önlemek amacıyla, genellikle flanş bağlantılarında tercih edilen sızdırmazlık elemanıdır. Valflerde ise kaver ve gövde flanşları arasında sızdırmazlık sağlamak için kullanılır. **O-ringler** ise genellikle silindirik bir kesite sahip, sıkıştırıldığında sızdırmazlık sağlayan bir elemanlardır. Salmastranın kullanılmadığı valflerde kaver ile mil arasında sızıntı olmasını önler.

### 2.3.2.1. Conta Çeşitleri

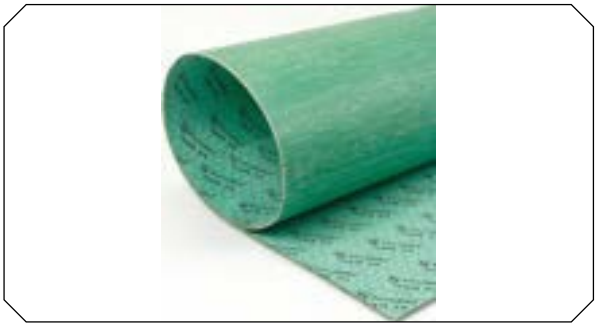
Gemi boru devrelerinde akışkanların sıcaklık, basınç ve kimyasal özellikleri farklı olduğu için conta seçimine dikkat edilmelidir. Gemilerde kullanılan bazı conta çeşitleri şunlardır:



**Görsel 2.150: Lastik conta**

**a) Lastik Conta:** Lastik contalar, genellikle kauçuktan yapılır ve geniş bir sıcaklık aralığında kullanılabilir. 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 2.150).

**b) Asbestsiz Klingrit Conta:** Genellikle yüksek sıcaklık ve basınç uygulamalarında kullanılan bir contadır. Klingrit contaların 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 (Görsel 2.151).



**Görsel 2.151: Asbestsiz klingrit conta**

**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. Bu da yüksek sıcaklık ve basınca dayanmasını sağlar. Montajı ve sıkıştırılması biraz karmaşıktır ve doğru uygulanmadığında sızıntıya neden olabileceğinden spiral sarımlı contaların montajına dikkat edilmelidir (Görsel 2.152).



**Görsel 2.152: Spiral sarımlı conta**

**ç) PTFE (Teflon) Conta:** Genellikle kimyasal direnç gerektiren ve yüksek sıcaklık veya basınç altında çalışan sistemlerde kullanılan bir conta türüdür. PTFE, esnek bir malzemedir ve sıkıştırıldığında iyi bir sızdırmazlık sağlar (Görsel 2.153).

**d) Grafit Conta:** Genellikle yüksek sıcaklık ve basınç altında sızdırmazlık sağlamak için kullanılan bir conta türüdür. Grafit contalar, grafitten yapılmış esnek bir malzeme kullanılarak üretilir ve genellikle yüksek performanslı uygulamalarda tercih edilir. Korozyona karşı dayanıklıdır ve uzun ömürlüdür (Görsel 2.154).



**Görsel 2.153: PTFE (Teflon) conta**



**Görsel 2.154: Grafit conta**

### 2.3.2.2. O-ring Çeşitleri

O-ringler karakteristik özellikleri ve üretim malzemeleri ile farklılıklar gösterir. Genel olarak esnek ve dayanıklı malzemelerden üretilen o-ringler, çalışma ortamlarına veya malzeme seçimlerine göre değişiklik gösterir. Valflerde kullanılan bazı o-ring çeşitleri şunlardır (Görsel 2.155):



**Görsel 2.155: Muhtelif o-ringler**

**a) NBR O-ring:** Dayanıklı ve esnek yapısı ile 100 °C sıcaklığa kadar sorunsuz bir şekilde çalışır. Yağ ve yakıtlara karşı dirençli bir yapıya sahiptir. Ayrıca hızlı ve kolay montaj edilir.

**b) EPDM O-ring:** Genellikle hava ve su sızdırmazlığı için kullanılır. -30 °C ila + 140 °C sıcaklık aralığında kullanılabilen esnek ve dayanıklı bir yapıya sahiptir. Kimyasal tepkimelerden etkilenmez.

**c) Silikon O-ring:** Üst düzey sızdırmazlık sağlayan bu o-ringler, -50 °C ila + 220 °C sıcaklık aralığında çalışabilir. En çok tercih edilen o-ringlerdir.

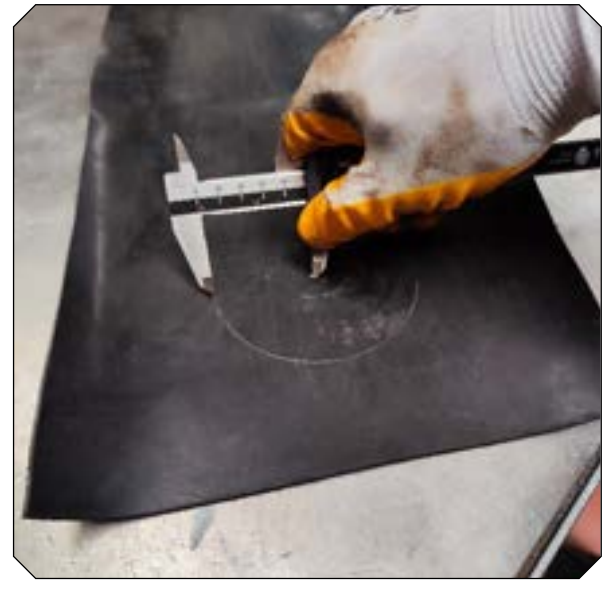
**ç) Viton O-ring:** 260 °C'a kadar sorunsuz çalışabilir. Yağ, yakıt, solvent gibi ürünlerden etkilenmez.

### 2.3.2.3. Contanın Kesilmesi ve Montajı

Özelliğini kaybetmiş, sızıntılara sebep olan contaların değiştirilmesi gerekir. Contalar gemi bünyesinde hazır olarak bulunabildiği gibi conta levhalarından markalanarak kesilmesi de gerekebilir. Valf contaları, hazırlanmadan önce üreticilerin tavsiyeleri doğrultusunda çalışacağı ortama uyumlu conta malzemesi seçilir. Bazı contalar, cıvata delikleriyle birlikte hazırlandığı gibi sadece flanşın faturalı kısmına göre de kesilebilir. Uygun et kalınlığına sahip conta seçimi yapıldıktan sonra bir kumpas yardımıyla gövde veya kaverin iç çapı ölçülür (Görsel 2.156). Ardından ölçülen değerin yarısı kumpasta ayarlanır ve merkez noktaya göre iç çap dairesi conta tabakasına markalanır (Görsel 2.157).



**Görsel 2.156: İç çap ölçüsünün alınması**



**Görsel 2.157: İç çapın markalanması**

Kesici bir alet kullanarak markalanmış olan iç çap ölçüsünün, markalama çizgisi üzerinden kesim işlemi yapılır (Görsel 2.158). Contanın iç çapı çıkarıldıktan sonra tabaka, kaver ve gövde arasına konarak dış çap ölçüsü kesilir (Görsel 2.159).



**Görsel 2.158: İç çap ölçüsünün kesilmesi**



**Görsel 2.159: Dış çap ölçüsünün kesilmesi**

Cıvata deliklerinin her biri ayrı ayrı tabaka üzerine markalanır (Görsel 2.160). Bu delikler için delik zımbası kullanılır. Kesilen conta yumuşak bir zemin üzerine konarak zımba ile delikler kesilir (Görsel 2.161). Deliklerin açılması için zımbaya alternatif olarak conta çekici de kullanılabilir. Markalanan delik yerleri kaver üzerindeki deliklere hizalanır ve çekiç darbeleriyle boşluklar oluşturulur. Bu yöntem her ne kadar pratik olsa da hassas kesim zor olur.



**Görsel 2.160: Cıvata deliklerinin markalanması**



**Görsel 2.161: Zımba ile deliklerin kesilmesi**

Hazırlanan contayı yerine koymadan önce kaver ve gövde flanş yüzeyleri kontrol edilir. Özellikle flanş faturalarında çizik, çatlak gibi deformasyonlar bulunuyorsa contalama işlemi yapılmaz. Bu parçaların işlemden geçmesi veya değiştirilmesi gerekir. Kirlilik varsa yüzeye zarar vermeden tel fırça yardımıyla temizlenip, temiz bez ile silinir (Görsel 2.162). Kesimi tamamlanan conta, gövdedeki saplama cıvatalarına geçirilir (Görsel 2.163). Contanın yırtılıp zarar görmemesine dikkat edilir.

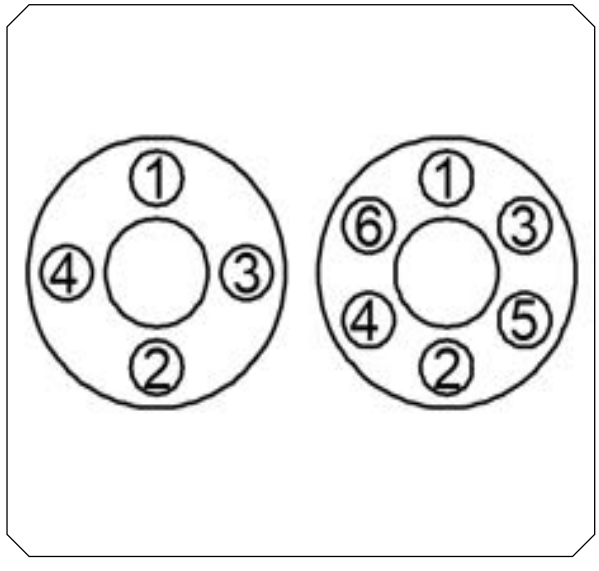


**Görsel 2.162: Flanş yüzeyinin temizlenmesi**



**Görsel 2.163: Contanın cıvatalara oturtulması**

Valf trimi kavere monte edilir. Kaver, delikleri gövde saplama cıvatalarına hizalanarak oturtulur. Burada contanın dalgalanma, katlanma gibi istenmeyen bir şekle girmemesine dikkat edilir. Somunların sıkılması için gereken tork değeri valfin kullanma kılavuzundan tespit edilir. Somunlar el yordamıyla cıvatalara sıkılır. Somunları sıkarken sıkma yönüne dikkat edilmelidir. Kaç tane cıvata bağlantısı yapılacaksa ona göre bir sıralama takip edilmelidir (Şekil 2.2). Buna dikkat edilmediği takdirde dengesiz bir sıkma olacağından flanşlarda zorlanma ve contada yıpranma, katlanma meydana gelebilir. Tork anahtarı kullanılarak belirlenen sıraya göre somunlar önce %30, %60, ardından tam tork değerinde sıkılır. Son olarak da saat yönünde tüm somunların kontrol sıkmaları yapılır (Görsel 2.164).



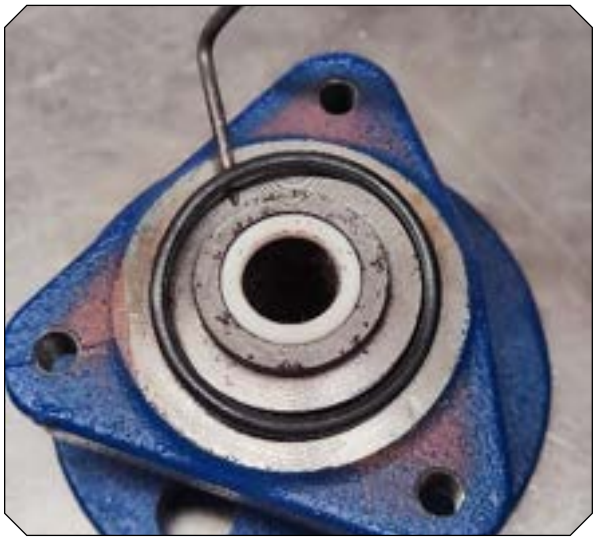

**Şekil 2.2: Sıkma sıralaması**



**Görsel 2.164: Tork anahtarı ile somunların sıkılması**

### 2.3.2.4. O-ringlerin Yenilenmesi

O-ringler zamanla aşınabilir, çatlayabilir veya hasar görebilir. Bu da o-ringin etkinliğini azaltarak sızıntılara neden olur. Bir o-ringi yenilemeden önce değiştirilmesi gerekip gerekmediği tespit edilir. Yüzeyinde yarıklar veya pürüzlü kenarlar oluşursa ve çatlak, boşluk veya renk değişikliği gibi belirtiler varsa o-ring değiştirilir. O-ringler yenileneceği zaman, mevcut o-ring yuvasından ince uçlu bir çıkarma aparatı ile çıkarılır (Görsel 2.165). O-ring yuvası; bez, yumuşak bir fırça veya uygun solventlerle temizlenir (Görsel 2.166). Hava ile yüzeydeki nem kurutulur. Çıkarma aparatının ve temizleme işleminin yüzeye ve o-ring yuvasına zarar vermemesine dikkat edilir.



**Görsel 2.165: O-ringin çıkartılması**



**Görsel 2.166: O-ring yuvasının temizliği**

Yeni bir o-ring seçerken çalışacağı ortama uygun, ideal çapta olmasına özen gösterilir. Bunun için de yine kullanma kılavuzuna başvurulmalıdır. Seçilen o-ring uygun bir yağlayıcı ile yağlanır (Görsel 2.167). Yağlama ile o-ring, yüzey sürtünmesine maruz kalmadan yuvasına oturtulur. O-ringin yuvasına tam oturduğu, bükülmediği ve aşırı sıkışmadığı kontrol edilir (Görsel 2.168).



**Görsel 2.167: O-ringin yağlanması**



**Görsel 2.168: O-ringin yerleştirilmesi**

## 2.3.3. Disk ve Sitin Birbirine Alıştırılması (Lepleme işlemi)

Devre akışını kontrol eden disk ve sit arasında tam bir sızdırmazlık olmalıdır. Bu elemanların yüzeylerinin metal olmasından dolayı buralarda olabilecek korozyon, kirlilik, aşınma gibi durumlarda valfin iç sızdırmazlığı riske girer. Bunun önüne geçmek için **lepleme (lapping) işlemi** denilen ince bir aşındırıcı malzeme ile disk ve sitin yüzeyleri pürüzsüz hâle getirilir. İşlemden önce disk ve sit yüzeyleri büyüteç ile incelenir (Görsel 2.169). Yüzeylerin durumuna göre alıştırma macunları seçilir. Alıştırma macununun, işlem yapılacak yüzey malzemesiyle uyumlu olması önemlidir. İşlemdeki detay ve hassasiyet seviyesine bağlı olarak, tane büyüklüğü seçilir. Daha ince bir yüzey gerekiyorsa daha küçük taneli bir macun tercih edilir. Alıştırma macunları farklı yumuşaklık derecelerine sahiptir. Yumuşak macunlar genellikle daha yüksek yüzey kalitesi sağlar, ancak daha sert macunlar daha hızlı malzeme aşındırır (Görsel 2.170).



**Görsel 2.169: Büyüteçle yüzey incelemesi**



**Görsel 2.170: Diske macun sürülmesi**

Lepleme işlemine önce kalın taneli alıştırma macunu ile başlanır. Diskin yüzüne macun sürüldükten sonra sitin üzerine oturtulur. Mil tam dik olacak şekilde döndürülerek yüzeyler arasında sürtünme meydana getirilir (Görsel 2.171). Bu döndürme işlemi saat yönünde ve saat yönünün tersi yönde sürekli olarak tekrarlanır. Her işlemin ardından yüzeyler temizlenir. Sonrasında daha ince taneli alıştırma macununa geçilir. Kademeli olarak bu geçiş uygulanır. İstenen yüzey pürüzsüzlüğü (Görsel 2.172) sağlandıktan sonra disk ve mil temizlenerek işlem tamamlanır.



**Görsel 2.171: Milin döndürülmesi**



**Görsel 2.172: Pürüzsüz yüzeyin oluşması**

## 2.5. UYGULAMA

Süre: 7 ders saati

### VALFLERİN SIZDIRMAZLIK ELEMANLARINI YENİLEME

**Amaç:** Valflerin sızdırmazlık elemanlarını yenilemek.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Valf, anahtar takımları, salmastra, lastik conta, makas, markalama kalemi, zımba, çelik cetvel, çekiç, kumpas, tel fırça, bez, maket bıçağı.

**Görev:** Atölyenizde bulunan bir valfin conta ve salmastralarını markalayınız ve kesici aletlerle keserek yenileyiniz.

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Valfin kaver ile gövdesini ayırınız.
3. Conta için gerekli markalamaları yapınız.
4. Uygun kesici ile contanın deliklerini açınız.
5. Kestiğiniz contayı gövdeye yerleştiriniz ve uygun torkta kavere monte ediniz.
6. Salmastra flanşını sökünüz. Mevcut salmastraları çıkartınız.
7. Mil üzerinden ölçü alarak gereken sayıda salmastrayı kesiniz.
8. Kestiğiniz salmastraları, salmastra kutusuna uygun şekilde yerleştiriniz.
9. Salmastra flanşını ölçü kontrolü yaparak sıkınız.
10. 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 | |
| Valfin kaver ile gövdesini ayırdı. | 10 | |
| Conta için gerekli markalamaları yaptı. | 10 | |
| Uygun kesici ile contanın deliklerini açtı. | 15 | |
| Contayı gövdeye yerleştirerek uygun torkta kavere monte etti. | 10 | |
| Mil üzerinden ölçü alarak gereken sayıda salmastrayı kesti. | 10 | |
| Salmastraları, salmastra kutusuna uygun şekilde yerleştirdi. | 15 | |
| Salmastra flanşını ölçü kontrolü yaparak sıktı. | 10 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 2.4. EMNİYET VE ÇABUK KAPAMA VALFLERİNİN BASINÇ AYARINI YAPMA

Gemilerin güvenli bir şekilde seyir yapabilmeleri için emniyet ve çabuk kapama valfleri fonksiyonlarını tam olarak yerine getirmelidir. Aksi takdirde gemi operasyonlarının durması hatta can güvenliğinin riske girmesi söz konusu olabilir. Bu yüzden bu valflerin basınç ayarları uzmanlar tarafından periyodik olarak yapılmalıdır.

### 2.4.1. Emniyet ve Çabuk Kapama Valflerinin Önemi

Gemilerde yüksek basınç altında çalışan ekipmanların sorunsuz çalışmasını sağlamak çok önemlidir. Bu konudaki kilit oyuncular arasında sistem basıncını kontrol altında tutan basınç emniyet valfi yer alır (Görsel 2.173). Emniyet valfleri, önceden belirlenmiş basınç sınırını aştığında maddeleri (gaz, buhar veya sıvı gibi) kazandan, basınçlı kaptan veya başka bir sistemden serbest bırakan otomatik valflerdir. Güvenliği sağlamak ve olası kazaları veya ekipman arızalarını önlemek için belirli bir basınçta açılacak şekilde tasarlanmıştır. Çabuk kapama valfleri (Quick Closing Valve) ise makine dairesi, kazan dairesi ve acil durum jeneratörü odasındaki yağlama ve yakıt depolama, dinlendirme ve servis tanklarının çıkışlarına bağlanır (Görsel 2.174). Bu yay yüklü valfler; çekme telleri, hidrolik veya basınçlı hava ile yerinden ya da uzaktan kontrol edilebilir. Makine dairesi yangınlarının çoğu yakıt ve yağ gibi petrol ürünlerinden kaynaklanır. Bu durumda yangının ana tetikleyici unsurlarının hızla izole edilmesi gerekir. Çabuk kapama valflerinin yerinden veya uzaktan kapatılması, yangının önüne geçmede en etkili yoldur.



**Görsel 2.173: Emniyet valfi**

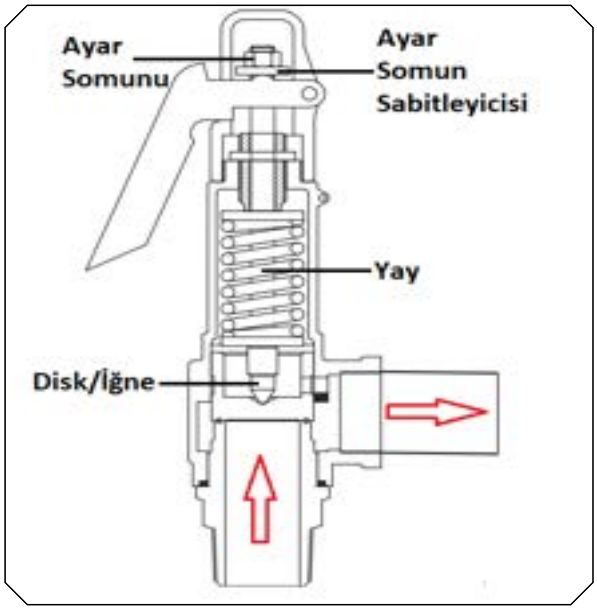


**Görsel 2.174: Çabuk kapama valfi**

### 2.4.2. Basınç Ayarı

Emniyet valfinin basınç ayarının yapılması, valfin mekaniğinin ve koruduğu basınçlı sistemin hassasiyetle ve anlaşılarak yapılmasını gerektiren kritik bir işlemdir. Herhangi bir ayar yapmadan önce valfin ilgili loyd kurallarına ve standartlara uygun olduğundan emin olunmalıdır. Yetkisiz veya yanlış ayarlamalar, sistem arızasına ve tehlikeli durumlara yol açabilir. Mümkünse valf sistemden izole edilir. Bunun için sistemin veya valfin olduğu bölümün kapatılması gerekir.

Devam etmeden önce sistemde basınç olmadığından emin olmak için manometre kontrol edilir. Emniyet valflerinin basınç ayarı genellikle yayı sıkıştıran veya gevşeten bir vida ya da somunun döndürülmesiyle yapılır (Şekil 2.3). Vida veya somuna ulaşabilmek için öncelikle koruyucu kaput çıkartılır (Görsel 2.175).

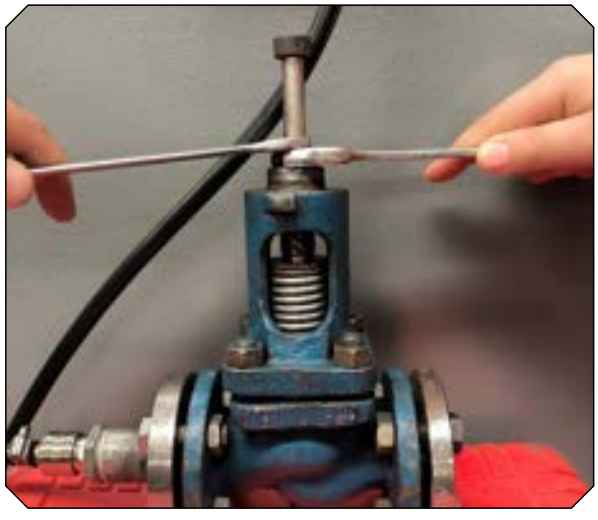



**Şekil 2.3: Emniyet valf kesiti**

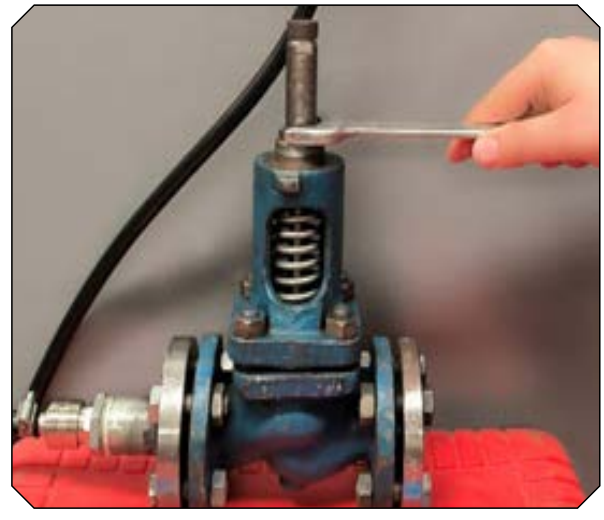


**Görsel 2.175: Kaputun çıkarılmış hâli**

Mevcut yayın kondisyonu iyi ise bu yay kullanılmaya devam edilir. Çatlama, kırılma, eğilme gibi deformasyonlar varsa yeni bir yay takılır. Ayar basıncını arttırmak için ayar somunu, yayı sıkıştıracak şekilde (genellikle saat yönünde) döndürülür ve somun sabitleyici sıkılır (Görsel 2.176.a). Bu, yayın valfi açmak için daha fazla kuvvete ve dolayısıyla daha fazla basınca ihtiyaç duyacağı anlamına gelir. Ayar basıncını azaltmak için ise ayar somunu yayı serbest bırakacak şekilde (genellikle saat yönünün tersine) döndürülür ve yine somun sabitleyici sıkılır (Görsel 2.176.b). Bu da yayın valfi açmak için daha az kuvvete ihtiyaç duyacağı anlamına gelir.



**a- Ayar basıncı artırılmış hâli**



**b- Ayar basıncı azaltılmış hâli**

**Görsel 2.176: Emniyet valfinin basınç ayarı**

Ayarlamalar, küçük adımlarla yapılır ve dikkatli ilerlenir. Aşırı sıkma veya kuvvetli ayarlamalar valfe zarar verebilir. Somun ile sıkma veya gevşetme işleminin ardından ayar somun sabitleyicisi sıkılarak yapılan ayarlamanın değişmesi önlenir. Ayarlama sonrasında valfin doğru ayar basıncında açıldığından emin olmak için test edilmesi gerekir. Bu genellikle bir test tezgâhı veya yerinde test ekipmanı kullanılarak yapılır (Görsel 2.177). İstenilen ayar basıncında güvenli bir şekilde çalıştığından emin olmak için valfin performansı doğrulanmalıdır.



**Görsel 2.177: Test ünitesine bağlanmış emniyet valfi**

Yapılan değişiklikler, ileride başvurmak ve uyumluluk sağlamak üzere belgelenir. Ayarlama sürecinin herhangi bir yönünden emin olunmadığında bir uzmana veya üreticiye danışılmalıdır. Emniyet valfleri, kritik ekipmanlardır ve yanlış ayarlamalar ciddi sonuçlara yol açabilir. Basınç ayarlama sorunlarını gidermek için emniyet valfinin düzenli olarak test edilmesi çok önemlidir. Sağlam bir test prosedürünün uygulanması, valflerin basınç değişikliklerine uygun şekilde yanıt vermesini sağlar ve herhangi bir arızanın tespit edilmesine yardımcı olur. Emniyet valfinin çalışmasının sürekli izlenmesi, performansı hakkında bilgi verir.

**ARAŞTIRMA**

Emniyet valfinden kaynaklanan iş kazaları hakkında araştırma yapınız. Öğrendiğiniz kaza örneklerini arkadaşlarınız ile paylaşınız.

## 2.6. UYGULAMA

Süre: 7 ders saati

### EMNİYET VALFİNİN BASINÇ AYARINI YAPMA

**Amaç:** Emniyet valfinin basınç ayarını yapmak.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Emniyet valfi, anahtar takımı, manometre.

**Görev:** Ayar somunu vasıtasıyla emniyet valfinin basıncını ayarlayınız.

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Emniyet valfinin koruyucu kaputunu sökünüz.
3. Emniyet valfine manometre bağlayınız.
4. Ayar somununu istenilen basınca getirmek için sıkınız veya gevşetiniz.
5. İstenen açılma basıncına geldiğinde ayar somun sabitleyicisini sıkınız.
6. Elde edilen verileri kaydediniz.
7. Sistemdeki basıncı tahliye ediniz.
8. 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 | |
| Emniyet valfinin koruyucu kaputunu söktü. | 10 | |
| Emniyet valfine manometre bağladı. | 15 | |
| Ayar somununu istenilen basınca getirmek için sıktı veya gevşetti. | 20 | |
| Ayar somun sabitleyicisini sıktı. | 15 | |
| Elde edilen verileri kaydetti. | 10 | |
| Sistemdeki basıncı tahliye etti. | 10 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 2. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI

**Aşağıda verilen soruların doğru cevabını işaretleyiniz.**

**1. Aşağıdakilerden hangisi dökme demir valflerin özelliklerinden değildir?**

A) Mukavemetleri yüksektir.
B) Korozyona dayanıklıdır.
C) Gemi devrelerinin çoğunda kullanılır.
D) İşlenmesi kolaydır.
E) Pik döküm ve sfero döküm çeşitleri vardır.

**2. Aşağıdakilerden hangisi valflerde bulunan bir eleman değildir?**

A) Çark
B) Gövde
C) Hendıl
D) Kaver
E) Sit

**3. Milden aldığı hareket ile akışkanı kontrol eden eleman aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Disk
B) Flanş
C) Gövde
D) Hendıl
E) Salmastra

**4. Aşağıdakilerden hangisi stop valf değildir?**

A) Emniyet
B) Geyt
C) İğne
D) Kelebek
E) Küresel

**5. Geyt valfler ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Sıcaklık ayarı için uygundur.
B) Diskleri akışa dik konumda olur.
C) Genellikle flanşlı üretilir.
D) Yükselen veya yükselmeyen milli olur.
E) Akışı tek yönde iletir.

**6. Kelebek valfler ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?**

A) Diskleri 360 derece dönebilir.
B) Debi ayarı için uygun değildir.
C) Çek valf grubunda bulunur.
D) Devreye yatay veya dikey monte edilebilir.
E) Buhar devrelerinde sıkça kullanılır.

**7. Akışı tek yönde ileten valf aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Çek
B) İğne
C) Küresel
D) Plug
E) Rilif

**8. Aşağıdakilerden hangisi çek valf değildir?**

A) Çalpara
B) Disko
C) Pistonlu
D) Toplu
E) Yaylı

**9. Yüksek basınçlı akışkanı daha düşük basınç ile ileten valf aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Çabuk kapama
B) Emniyet
C) Glob
D) Redyusing
E) Rilif

**10. Aşağıdakilerden hangisi emniyet valfinin özelliklerinden değildir?**

A) Sistemi yüksek basınçtan korur.
B) Basıncın hızlı yükseldiği yerlere bağlanır.
C) Kazan ve hava tüplerinde bulunur.
D) Ayar somunu ile yay basıncı ayarlanır.
E) Ayar basıncına ulaşıldığında kademeli açılır.

**11. Valflerin cıvata bağlantılarında yoğunlaşan korozyon türü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Çatlak
B) Çukur
C) Galvanik
D) Genel
E) Seçimli

**12. Valflerin en etkili mekanik temizliği aşağıdakilerden hangisi ile yapılır?**

A) Kumlama
B) Sülfirik asit
C) Tel Fırça
D) Vibrasyon
E) Zımpara

**13. Kimyasal temizlikte aşağıdakilerden hangisi kullanılmaz?**

A) HCl
B) $NH_3$
C) $HNO_3$
D) $H_2SO_4$
E) $H_3PO_4$

**14. Aşağıdaki yöntemlerden hangisi valflerin boyanmasında kullanılmaz?**

A) Daldırma
B) Elektrostatik
C) Püskürtme
D) Rulo
E) Vibrasyon

**15. Aşağıdakilerden hangisi valflerin yağlanmayan parçasıdır?**

A) Cıvata
B) Disk ve mil bağlantısı
C) Hendıl
D) Mil
E) O-ring

**16. Aşağıdakilerden hangisi conta kesim işlemlerinden değildir?**

A) Markalama yapılması
B) Yüzeyin yağlanması
C) Deliklerin açılması
D) Conta yüzeyinin temizlenmesi
E) Uygun et kalınlığında conta seçilmesi

**17. Emniyet valfinin basınç ayarı için en önemli parça aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Disk
B) Kaver
C) Mil
D) Salmastra
E) Yay

**18. Valflerin mil ile kaver arasındaki sızdırmazlığı sağlayan eleman aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Conta
B) Disk
C) Salmastra
D) Salmastra flanşı
E) Sit

**19. Çabuk kapama valflerinin görevi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Debi ayarı yapmak
B) Tek yönde akış sağlamak
C) Basınç düşürmek
D) Sıcaklığı kontrol etmek
E) Yangın anında tankları izole etmek

**20. Aşağıdakilerden hangisi salmastra montajında dikkat edilecek hususlardan değildir?**

A) İstenilen açılarda kesilmesi
B) Çalışacağı basınç ve sıcaklığa uygun olması
C) Şaşırtmalı bir şekilde yerleştirilmesi
D) Salmastra flanşının dengeli sıkılması
E) Mil üzerinden ölçü alınması

**NOT:** Cevaplarınızı, cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz veya cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları tekrar ediniz.

# POMPALARDA BAKIM VE ONARIM İŞLEMLERİ

3. ÖĞRENME BİRİMİ

## KONULAR

3.1. POMPALARIN ÜZERİNDEKİ KOROZYONU GİDERME VE YENİDEN BOYAMA

3.2. EMME HATTI FİLTRESİNİ DEĞİŞTİRME

3.3. MEKANİK VE SIZDIRMAZLIK PARÇALARINI DEĞİŞTİRME

## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Pompaların özellikleri ve çeşitleri
- Uygun yöntemlerle pompa üzerindeki korozyon ve boya temizliği
- Farklı araçlarla pompayı boyama
- Uygun ekipmanlarla filtre temizliği
- Çeşitli sızdırmazlık elemanlarının hazırlanması ve pompalara montajı

## TEMEL KAVRAMLAR

Boyama, Çark, Filtre, Korozyon, Mekanik Salmastra, Pompa, Rulman

## HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Bir pompa üzerinde meydana gelen korozyonu gözlemleyiniz. Buna nelerin sebep olabileceğini arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Tıkanmış filtrenin ne tür sorunlara yol açabileceği hakkında arkadaşlarınızla fikir alışverişinde bulununuz.
3. Sızdırmazlık elemanlarının zamanında yapılmayan değişimlerinin nelere sebep olabileceği hakkında arkadaşlarınızla beyin fırtınası yapınız.





## GİRİŞ

Gemi boru devrelerinde elektrik motoru, dizel makine, basınçlı buhar, basınçlı hava gibi tahrik unsurlarından aldığı mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çevirerek akışkanların iletimini sağlayan ekipmanlara **pompa** denir. Gemilerin bünyesinde soğutma, ısıtma, yağlama, yakıt gibi farklı amaçlar için kullanılan akışkanlar bulunur. Bu akışkanların boşaltılması, doldurulması veya sirküle edilmesi için pompaların verimli bir şekilde çalışması gerekir. Bunun için de devrelere uygun pompa seçimlerinin yanı sıra mevcut pompa bakımlarının da planlanan bakım periyotlarında yapılması gerekir. Bakımları yapılmayan pompalar gemi operasyonlarının durdurulmasına kadar varabilecek yüksek maliyetli sonuçlara sebep olabilir.

## Gemilerde Kullanılan Pompa Çeşitleri

Gemilerde farklı özelliklere ve kullanım amacına sahip pompalar kullanılmaktadır. Bu pompalar, pozitif deplasmanlı (hacimsel) pompalar ve dinamik pompalar olmak üzere iki ana grupta incelenir. **Pozitif deplasmanlı pompalar,** kendinden emiş özelliğine sahip pompalardır. Akışkan viskozitesinin yüksek olduğu devrelerde tercih edilir. Basma hızları düşük olmasına karşın çıkış basınçları yüksektir. Yüksek güç gerektiren makine ve ekipmanlarda kullanılır. **Dinamik pompalar** ise pompalama işlemi sırasında çarkın dönmesi ile akışkanın ivmelenmesini sağlayan teğetsel kuvvetin uygulandığı pompalardır. Düşük viskoziteli akışkanların olduğu devrelerde tercih edilir. Basma hızları ve debileri yüksek olmasına karşın çıkış basınçları düşüktür. Pozitif deplasmanlı pompalar ile dinamik pompaların özelliklerine göre karşılaştırılması ve çeşitleri sırasıyla Tablo 3.1 ve 3.2'de verilmiştir.

**Tablo 3.1: Özelliklerine Göre Pompaların Karşılaştırılması**

| ÖZELLİK | POZİTİF DEPLASMANLI POMPALAR | DİNAMİK POMPALAR |
|---|---|---|
| Basınç | Yüksek | Düşük |
| Akış Oranı | Düşük | Yüksek |
| Uygulama Amacı | Akışkan Gücü Elde Etme | Akışkan Transferi |
| Akışkan | Yüksek Viskozite | Düşük Viskozite |
| Emniyet Valfi | Gerekli | Gerekli Değil |
| Akış Kontrol Valfi | Kullanılmayabilir | Kullanılır |
| Çek Valf | Sadece Çıkış Tarafında | Çıkış ve Bazen Giriş Tarafında |
| Filtrasyon | İnce | Kaba |

**Tablo 3.2: Pompa Çeşitleri**

| Pompa Grubu | Pompa Çeşitleri |
|---|---|
| Pozitif Deplasmanlı Pompalar | Dişli Pompa (Gear Pump)<br>Vidalı Pompa (Screw Pump)<br>Loblu Pompa (Lobe Pump)<br>Kanatlı Pompa (Vane Pump)<br>Diyaframlı Pompa (Diaphragm Pump)<br>Pistonlu Pompa (Piston Pump) |
| Dinamik Pompalar | Santrifüj Pompa (Centrifugal Pump)<br>Dalgıç Pompa (Submersible Pump)<br>Eksenel Akışlı Pompa (Axial Flow Pump)<br>Pervane Tip Pompa (Propeller Pump)<br>Türbin Tip Pompa (Turbine Pump) |

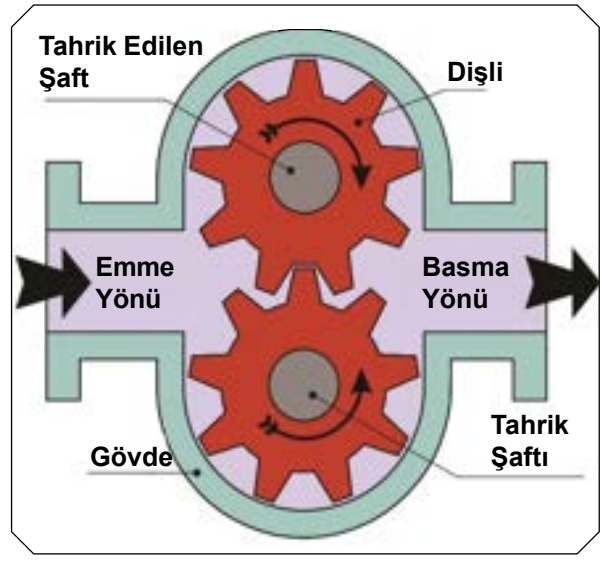
Piyasada çok sayıda ve farklı özelliklere sahip pompa bulunmaktadır. Bu pompalardan gemilerde en sık kullanılanları dişli, vidalı, kanatlı, loblu, pistonlu, diyaframlı ve santrifüj pompadır.

**a) Dişli Pompa (Gear Pump):** Birbirini tahrik eden dişlilerin meydan getirdiği döner tipteki pozitif deplasmanlı pompa türüdür. Akışkan, birbirine geçen dişlilerin döngüsel hareketi ile yeri değiştirilerek pompalanır. Dönen eleman, pompa gövdesi ile sızdırmaz bir sınır oluşturur ve pompa girişinde emme kuvveti meydana getirir. Pompanın içine çekilen akışkan, birbirini döndüren dişlilerin arasındaki hacimsel alanda taşınarak çıkış hattına yönlendirilir. Dişli pompalar, hidrolik akışkan gücüne ihtiyaç duyulan uygulamalarda en çok tercih edilen pompa türüdür. Dişlilerin ve gövdenin sağlam tasarımı dolayısıyla yüksek basınç ve viskozitelerde çalışma imkânı sunar. Dişli pompalar, dişlilerin dönüş hızıyla orantılı olarak darbesiz ve düzgün bir akış sağlar. Sınırlı sayıda hareketli parçasıyla kompakt ve basit yapıdadır. Pistonlu pompaların ürettiği basıncı veya santrifüj pompaların sağladığı akış hızlarını karşılayamaz ancak kanatlı veya loblu pompalardan daha yüksek basınç ve verim sunarlar. Dişli pompalar kendi aralarında dıştan dişli ve içten dişli olmak üzere ikiye ayrılır.

**1. Dıştan Dişli Pompa:** Ayrı şaftlara bağlı özdeş ve birbirine kenetlenen iki dişliden oluşur (Görsel 3.1). Genellikle dişlilerden biri motor ile döndürülür ve bu dişli de diğer dişliyi tahrik eder. Bazı özel dıştan dişli pompalarda her iki dişli de ayrı motorlar tarafından tahrik edilebilir. Dişli şaftlar, gövdenin her iki tarafındaki rulmanlarla desteklenir. Pompa dişlileri, dönüşün etkisi ile giriş tarafında vakum oluşturur. Akışkan, dişliler arasındaki boşluklara akmaya başlayarak gövde ile dişliler arasında kalan boşlukta taşınır. Bu akışkan, dişliler ile gövde arasında oluşturulan bölgeden çıkışa doğru iletilir. Dişliler, pompanın çıkış tarafında birbiri ile kenetlendiğinden hacim azalır ve akışkan, basıncı artırılmış olarak pompadan tahliye edilir (Görsel 3.2).



**Görsel 3.1: Dıştan dişli pompa**




**Görsel 3.2: Dıştan dişli pompanın hareketi**

**ARAŞTIRMA**

Dişli pompalarda akışkanın nasıl transfer edildiği ile ilgili videolar izleyerek gözlem yapınız. Gözlem sonuçlarınızı arkadaşlarınız ile paylaşınız.

Dişliler, pompa merkezinde birbiri ile kenetlendiği için merkezden akışkan geçişi olmaz. Dişlilerin birbiriyle ve gövdeyle olan sıfıra yakın toleransı sayesinde giriş tarafında vakum oluşurken çıkış tarafında akışkanın geri dönmesi engellenir. Dıştan dişli pompaların tasarımında düz, helisel, balık sırtı şeklinde dişliler kullanılabilir (Görsel 3.3). Dıştan dişli pompalar genellikle gemilerin yağlama, yakıt ve slaç devrelerinde kullanılır.



a) Düz b) Helisel c) Balık sırtı

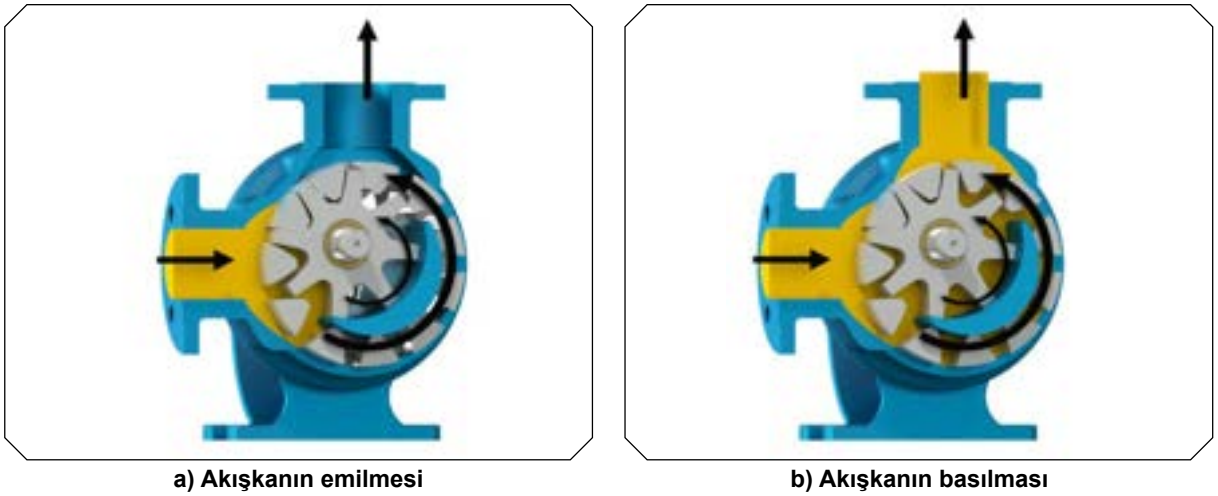
**Görsel 3.3: Dıştan dişli pompaların farklı diş tasarımları**

**2. İçten Dişli Pompa:** Dıştan dişli pompalardan farklı olarak birbirine kenetlenen dişlilerin boyutları farklıdır ve biri diğerinin içinde döner (Görsel 3.4). Büyük olan dişli iç dişlidir ve diş yönleri merkeze doğrudur. Bunun içinde merkezin dışına monte edilmiş daha küçük harici bir dişli bulunur.



**Görsel 3.4: İçten dişli pompa**

Dişlilerin bir noktada birbirine geçmesi ile akışkan transferi gerçekleşir. Pompa gövdesine takılan pinyon ve burç, iç dişliyi yerinde tutar. Sabit hilal şeklindeki bölüm, iç dişlinin merkez dışı konumu ile oluşan boşluğu doldurur ve giriş ile çıkış portları arasında conta görevi görür. İçten dişli pompaların akışkan transfer prensibi dıştan dişli pompalar ile aynıdır (Görsel 3.5). Diş tasarımları sadece düz olarak imal edilir.



a) Akışkanın emilmesi b) Akışkanın basılması

**Görsel 3.5: İç dişli pompa akış şeması**

Dıştan dişli pompalar, sabit şaft desteği ve sıfıra yakın toleranslar nedeniyle daha yüksek basınç (200 bar basınca kadar) ve akış hızlarına dayanma kapasitesine sahiptir. İçten dişli pompalar ise daha iyi emme kapasitesine ve yüksek viskoziteli sıvılarla çalışma imkânına sahiptir. Dişli pompalar agresif sıvıları da taşıyabilecek şekilde tasarlanabilir. Genellikle dökme demir ve paslanmaz çelikten imal ediliyor olsalar da yeni alaşımlar ve kompozit türevli pompalar; sülfirik asit, sodyum hidroksit gibi aşındırıcı sıvılarla çalışabilir.

**b) Vidalı Pompa (Screw Pump):** Bu pompalar, yüksek veya düşük viskoziteli akışkanları bir eksen boyunca aktarmak için bir veya daha fazla vidaya sahip olabilen döner tipteki pozitif deplasmanlı pompalardır (Görsel 3.6). Her vida dişi, her döngüde belirli kapasitede akışkan taşıyacak şekilde hacim oluşturarak birbiri ile eşleşir. Akışkan, pompanın emme tarafından girer ve birbirine geçen vidalar boyunca doğrusal olarak pompanın basma tarafına doğru hareket eder. Akışkan, vidalar arasında hareket ederken çok düşük boşluklardan dolayı basınç kazanır.

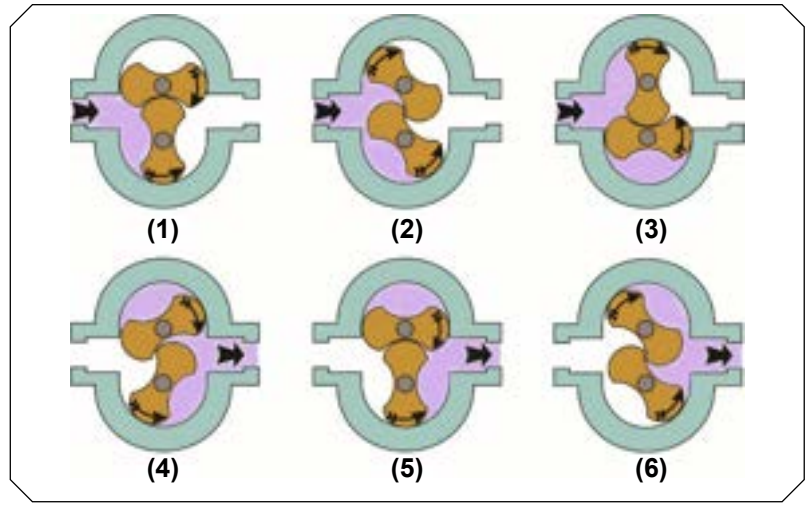


a) Bir vidalı b) İki vidali c) Üç vidalı

**Görsel 3.6: Farklı vida sayısına sahip vidalı pompa kesitleri**

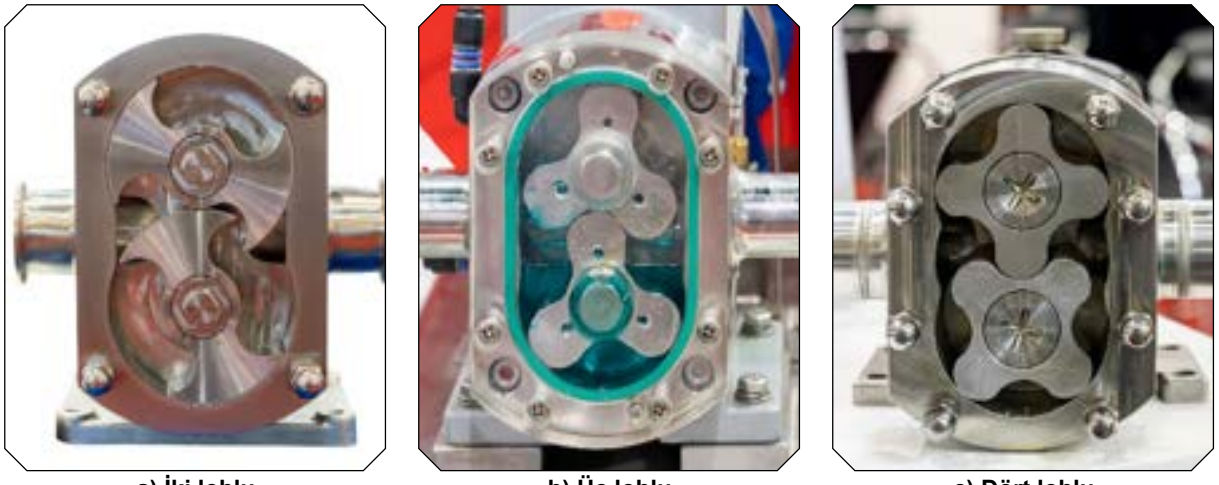
Vidalı pompalar, dişli pompalara göre daha iyi emiş kapasitesine sahiptir. Bu yüzden daha uzun boru hatlarında ve daha viskoz akışkanların transferinde tercih edilir. Vidalı pompanın içindeki vida elemanları, aynı kapasitedeki dişli pompanın dişlilerinden daha küçük çaplıdır. Bu sayede akışkanda daha az türbülans oluşur ve daha yumuşak bir pompalama sağlanır. Verimli bir çalışma sağlamak için vidalar gibi iç bileşenlerin de genellikle aynı anda değiştirilmesi gerektiği için dişli pompalara göre bakımları oldukça maliyetlidir. Tek vidalı pompalar, vakum özellikleri yüksek olduğu için gemilerin slaç transferlerinde kullanılabilir. İki ve üç vidalı pompalar ise yağlama ile yakıt devrelerinde tercih edilebilir.

**c) Loblu Pompa (Lobe Pump):** Akışkanın taşınma şeklinden dolayı dıştan dişli pompa ile benzer çalışma prensibine sahiptir. Lobların hareketi, pompa girişinde genişleyen hacim oluşturarak vakum meydana getirir. Akışkan, loblar ile gövde arasında kalan boşlukta taşınırken merkezden akışkan geçişi olmaz. Lobların birbirine kenetlenmesi ile basınç artırılarak akışkan, çıkış tarafına yönlendirilir (Görsel 3.7).




**Görsel 3.7: Loblu pompanın hareketi**

Dıştan dişli pompadan farklı olarak loblu pompada loblar birbiri ile temas etmez. Loblar, pompanın dişli kutusundaki zamanlama dişlileri tarafından ayrı ayrı hareket ettirilir. Loblu pompalar, lob sayına göre adlandırılır. İki, üç ve dört loblu pompalar yaygın olarak kullanılır (Görsel 3.8).

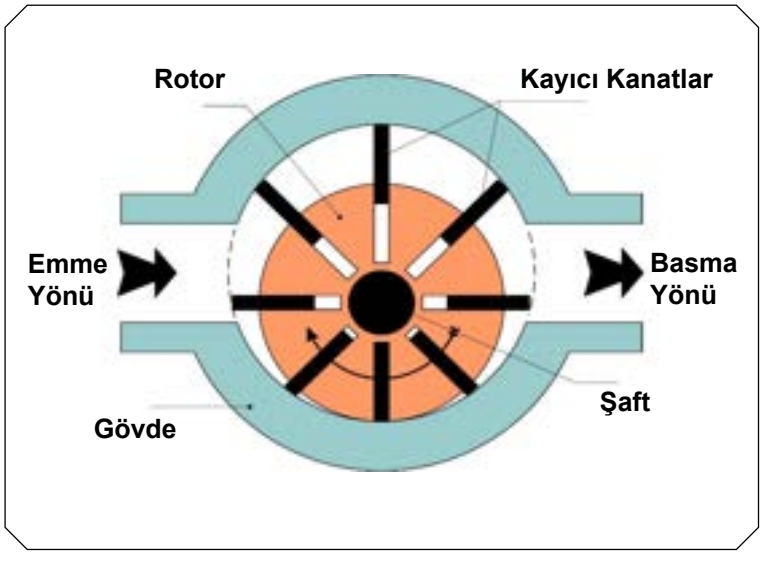


a) İki loblu b) Üç loblu c) Dört loblu

**Görsel 3.8: Farklı lob sayısına sahip loblu pompalar**

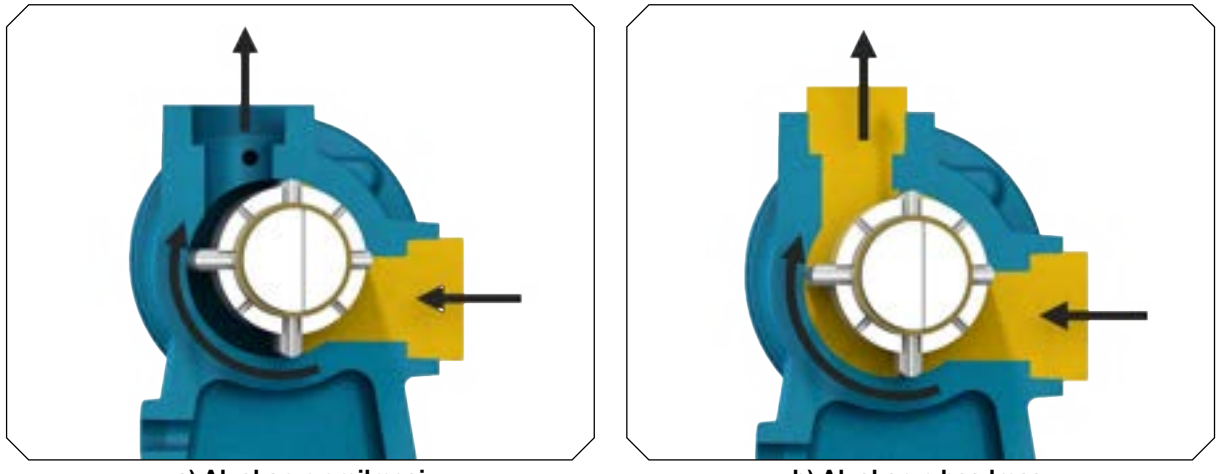
Loblu pompalar, yüksek viskoziteli ve katı içerikli olanlar da dahil çok geniş yelpazede akışkanı pompalayabilir. Bu pompaların birbirine temas etmeyen lobları, akışkanın hassas bir şekilde taşınmasını sağlar. Emiş yeteneğinin yüksek olmasından dolayı kavitasyon riski azdır. Bu pompaların bakımları, basit tasarımları ve minimum hareketli parçaları nedeniyle nispeten kolaydır ancak aşınmanın ve olası sızıntıların önüne geçmek için yağlamaya ve contalara dikkat edilmelidir.

**ç) Kanatlı (Paletli) Pompa (Vane Pump):** Pompanın gövde boşluğu içinde dönen rotoruna yerleştirilmiş, kayıcı kanatlardan oluşan pozitif deplasmanlı pompadır (Görsel 3.9). Silindirik bir rotor üzerine radyal olarak yerleştirilen kanatlar, akışkanın pompa ile rotor arasında tutunabileceği ve taşınabileceği bir dizi bölme oluşturur. Kanatlar, akışkanın pompa boyunca geri sızmasını önleyerek sızdırmazlık sağlar.




**Görsel 3.9: Kanatlı pompa elemanları**

Rotor üzerindeki yuvalarda bulunan kanatlar, dönüş hareketi ile kayarak gövde çeperine temas eder. Pompanın dönüş hareketi, rotorun eksantrik konumu ve merkezkaç kuvvetin etkisi ile bitişik kanatlar arasındaki hacmi değiştirerek pompalama işlemini gerçekleştirir (Görsel 3.10).



a) Akışkanın emilmesi b) Akışkanın basılması

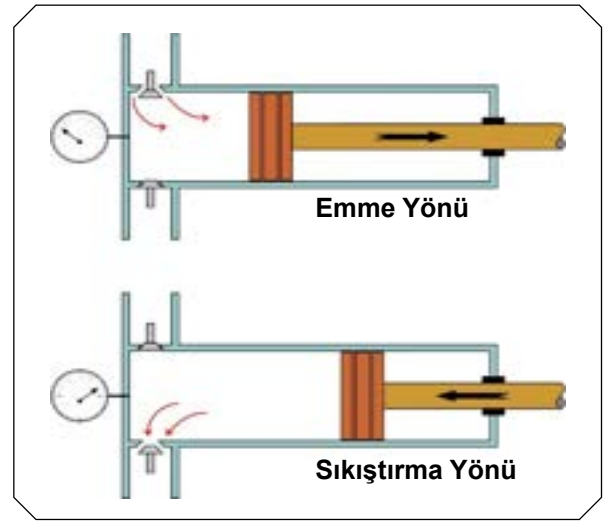
**Görsel 3.10: Kanatlı pompa akış şeması**

Kanatlı pompalar, özellikle düşük viskoziteli akışkanların yüksek basınçta pompalanması için tercih edilir. Bu pompalar, düşük titreşim ve hassas akış sunar. Aşınmaya karşı dayanıklı ve pompa ömrünü uzatan malzeme yapısına sahiptir. Kanatlı pompaların verimliliği viskozitenin artması ile azalır. Çift yönlü olarak çalışabildiğinden yükleme ve boşaltma işlemini gerçekleştirebilir. Gemilerin dümen, ırgat, kreyn gibi hidrolik sistemlerinde kullanılır.

**d) Pistonlu Pompa (Piston Pump):** Bir silindirin içinde ileri-geri hareket eden pistondan oluşan doğrusal hareketli pozitif deplasmanlı pompadır (Görsel 3.11). Piston emiş yönünde hareket ettiğinde silindir içindeki hacim artarak giriş çek valfinden akışkan içeri çekilir. Piston sıkıştırma yönünde hareket ettiğinde ise giriş çek valfi kapanır, silindir içindeki hacim azalır ve çıkış çek valfinden akışkan basınçlandırılarak tahliye edilir (Görsel 3.12).



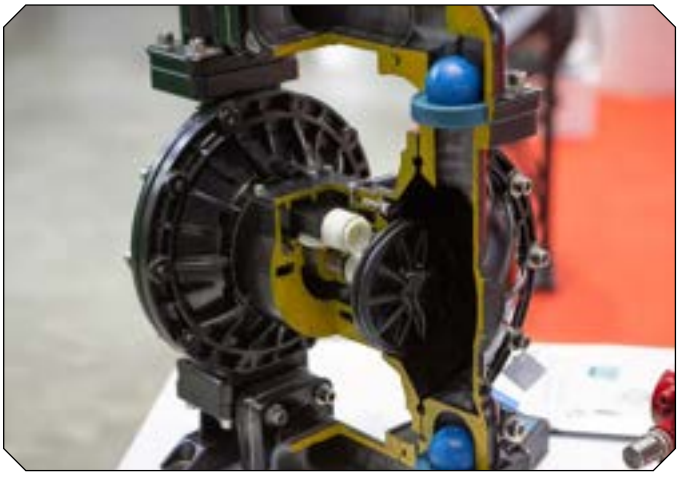
**Görsel 3.11: Pistonlu pompa kesiti**



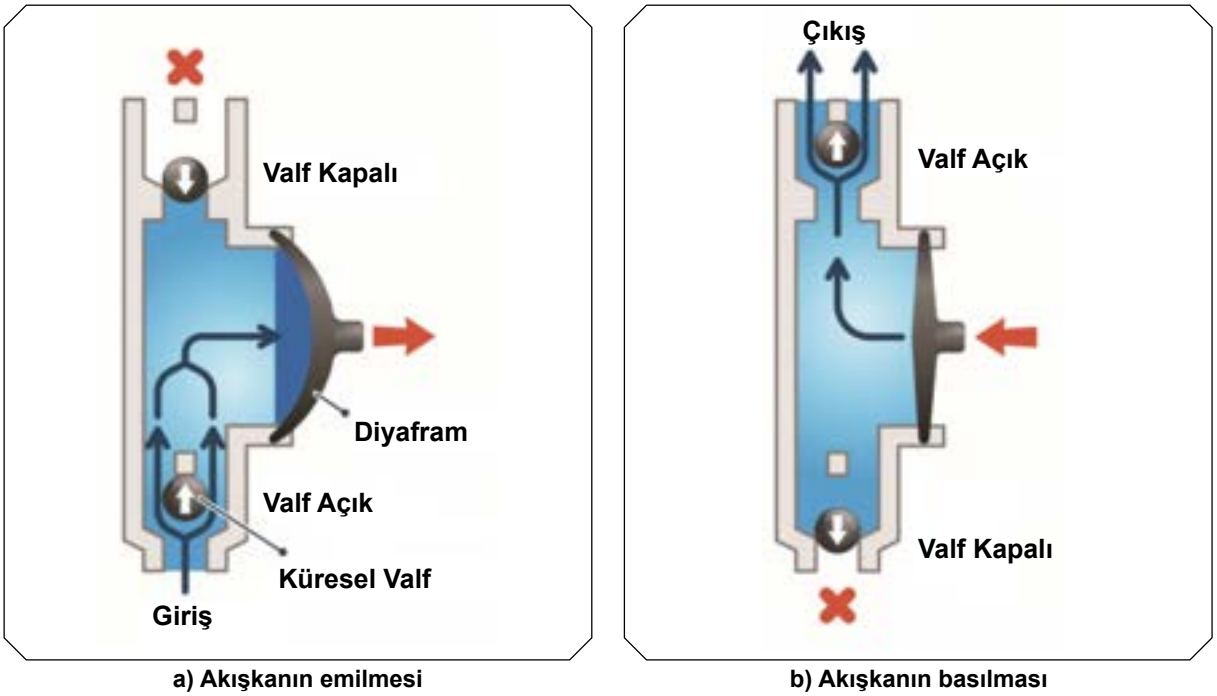

**Görsel 3.12: Pistonlu pompa hareketi**

Pistonlu pompalar, yüksek basınç üreterek geniş viskozite aralığındaki akışkanları pompalama kabiliyetine sahiptir. Yüksek basınçta çalışmalarından dolayı piston, valf ve sızdırmazlık sağlayan parçaların yağlanması ve bakımı önemlidir. Pistonlu pompalar, gemilerin sintine devrelerinde tercih edilir.

**e) Diyaframlı Pompa (Diaphragm Pump):** Akışkanı pompalamak için kauçuk, termoplastik veya teflon diyaframın ileri-geri hareketini kullanan doğrusal hareketli pozitif deplasmanlı pompadır (Görsel 3.13). Membran pompa olarak da adlandırılan diyaframlı pompalar, pistonlu pompanın çalışma prensibine benzer şekilde akışkanı pompalar. Pompalama haznesi, esnek diyafram ile giriş ve çıkıştaki çek valflerin hareketiyle dönüşümlü olarak doldurulur ve boşaltılır (Görsel 3.14).



**Görsel 3.13: Diyaframlı pompa kesiti**




**a) Akışkanın emilmesi** **b) Akışkanın basılması**

**Görsel 3.14: Diyaframlı pompa hareketi**

Diyaframlı pompalar, esasında sızdırmaz bir yapıya sahiptir. Islak parçalar ile dış ortam arasında herhangi bir conta bulunmadığından sızıntı yalnızca diyaframın arızalanması durumunda olur. Yağlama ve soğutma gerektiren dâhili contalar veya hareketli parçalar bulunmadığından pompa hasar görmeden uzun süre kuru çalışabilir. Pompalama eyleminin iki aşaması olan emme ve sıkıştırma/boşaltma zamanında, boşaltma hattında darbelere yol açar. Bu etki iki veya daha fazla diyafram kullanılarak azaltılabilir. Hava ile çalışan çift diyaframlı pompa bu tipteki en yaygın pompadır ancak çalışma performansı hava basıncıyla sınırlıdır.

**f) Santrifüj Pompa (Centrifugal Pump):** Çark (impeller) adı verilen bir veya daha fazla sayıdaki tahrikli rotorun dönme enerjisini (merkezkaç kuvveti) aktarması yoluyla akışkanı transfer eden dinamik pompadır. Elektrik motorlarının pozisyonuna göre devrelere yatay (Görsel 3.15) veya dikey (Görsel 3.16) olarak bağlanabilir.

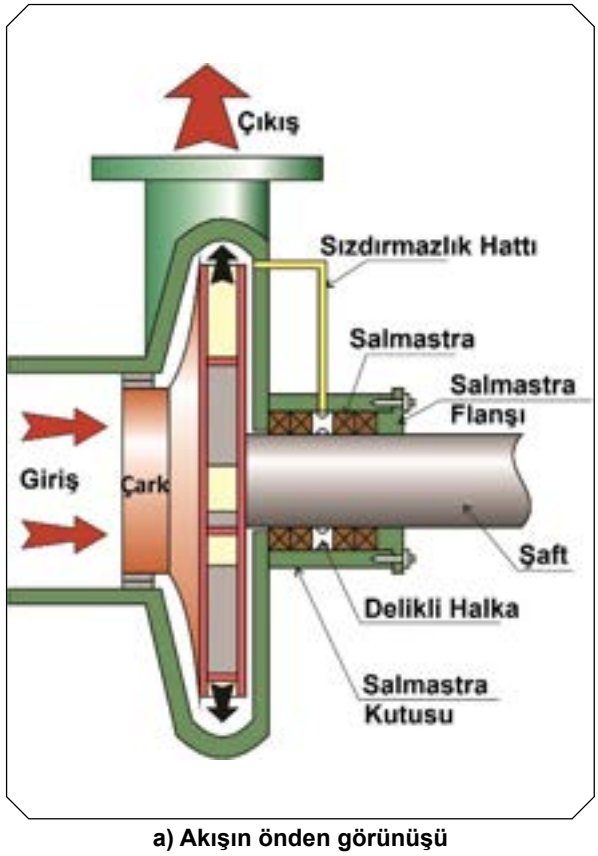


**Görsel 3.15: Yatay konumlu santrifüj pompa**

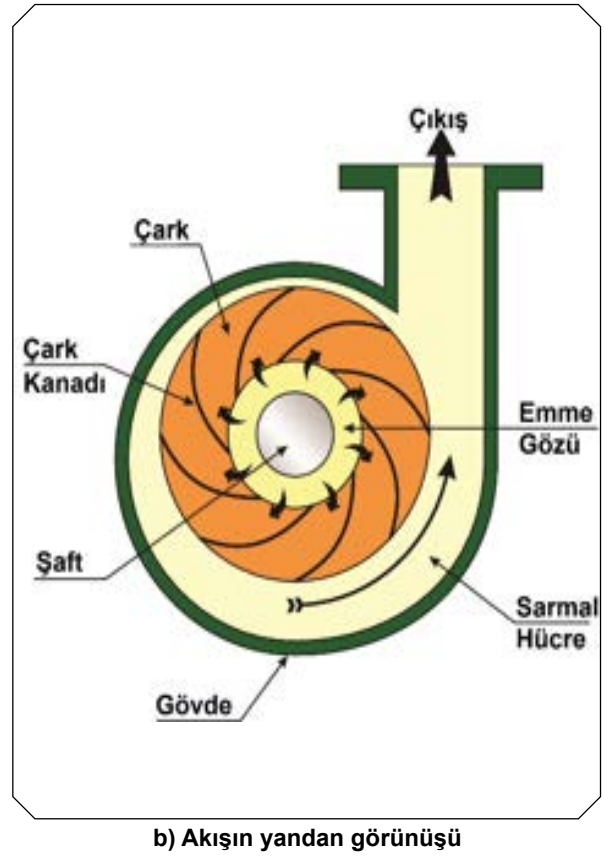


**Görsel 3.16: Dikey konumlu santrifüj pompa**

Merkezkaç pompa olarak da adlandırılan santrifüj pompalarda akışkan, hızla dönen çarka kendi ekseni boyunca girer ve çarkın kanat uçlarından merkezkaç kuvvetiyle tahliye edilir (Görsel 3.17).



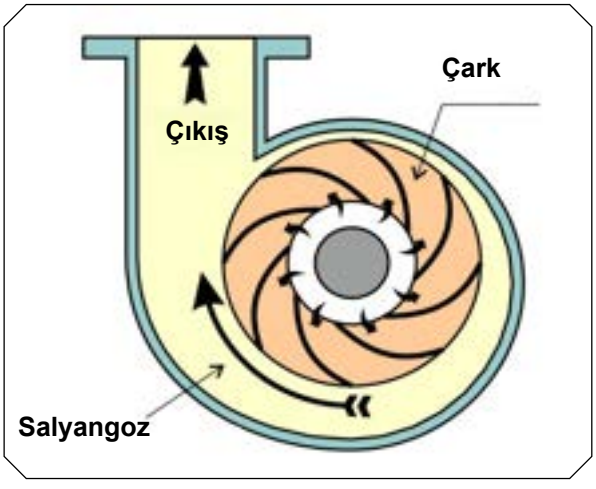

**a) Akışın önden görünüşü**



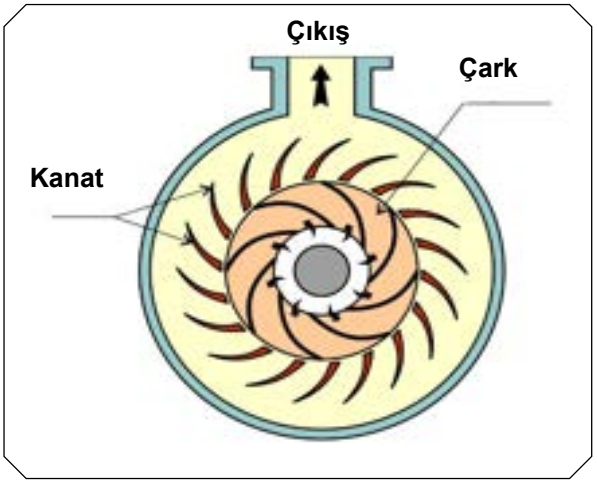

**b) Akışın yandan görünüşü**

**Görsel 3.17: Santrifüj pompa akış hareketi**

Santrifüj pompaların ana elemanları pompa gövdesi (casing), çark ve sızdırmazlık elemanlarıdır. Pompa gövdesi; akışkanı pompa girişinde daraltmak, çarka yönlendirmek ve ardından boşaltmadan önce akışkanı yavaşlatmak ve kontrol etmek için özel olarak tasarlanır. Genellikle salyangoz (volute) ve difüzör (diffuser) adı verilen iki farklı yapıda imal edilir. Akışkan, emme hattından çarka giriş yaptığında salyangoz gövde akış hızını kontrol ederek basınca dönüştürür. Salyangozun çarka en yakın yeri olan kesici uçtan itibaren çark ile salyangoz arasındaki mesafe artar. Bu mesafenin artması ile sarmal içindeki basınç da artar. Kesici uca geldiğinde maksimum basınca ulaşan akışkan, çıkış tarafından tahliye edilir (Görsel 3.18). Difüzörde ise kesici uç yerine gövdeye yerleştirilmiş sabit kanatlar bulunur. Bu kanatlar, akışkanın hızını azaltmak için daha kademeli hacimsel genişlemeye ve daha az türbülanslı alana izin vererek pompa verimini artırır. Difüzör kanatları, çarktan çıkan akışkana daha geniş bir alan sunacak şekilde tasarlanır (Görsel 3.19). Akış alanındaki bu artış, hızı düşürürken kinetik enerjiyi basınca dönüştürür.




**Görsel 3.18: Salyangoz gövde**




**Görsel 3.19: Difüzör gövde**

Santrifüj pompalar basit tasarıma, az sayıda hareketli parçaya ve uzun servis ömrüne sahiptir. Akış debisi, pompa çıkışındaki valf ile kolaylıkla ayarlanabilir. Elektrik motoru ile doğrudan tahrik edilerek yüksek hızlarda kullanılabilir. Basınç tahliyesi için emniyet valfine ihtiyaç yoktur. İyi bir ağırlık dengelemesine sahip olduğu için sessiz çalışır. Gemilerin deniz suyu ve tatlı su devrelerindeki akışkanların transferinde verimli bir şekilde kullanılır. Santrifüj pompaların bu avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da vardır. Kendinden emişli olmadığı için vakum yetenekleri zayıftır ve yüksek viskoziteli sıvıların transferinde tercih edilmezler. Santrifüj pompalarda kavitasyon riskinden dolayı aşınmalar meydana gelmektedir. Akış hızı, çıkış basıncına bağlıdır. Yüksek basınçlara ulaşmak için kademe sayısı artırılmalıdır.

**BİLGİ KÜPÜ**

Pompa seçimi yapılırken şu hususlara dikkat edilir:

- Uygulama alanı
- Akışkanın özellikleri
- Debi ve basınç gereksinimleri
- Pompa tipi
- Malzeme dayanıklılığı
- Gürültü ve titreşim
- Enerji verimliliği

## 3.1. POMPALARIN ÜZERİNDEKİ KOROZYONU GİDERME VE YENİDEN BOYAMA

Korozyonun neden olduğu yapısal bozulmalar pompalar için kaçınılmazdır. En ideal ortamlar sağlansa dahi pompa parçalarını aşındıran, pas oluşturan, erozyona neden olan etkenler her zaman meydana gelir. Korozyon ile birlikte pompalarda görülen erozyon ve kavitasyon problemleri; aşınma ve yıpranmalar meydana getirerek pompa elemanlarının hasar görmesine, pompa performansının düşmesine ve gemi operasyonlarının aksamasına neden olur. Maliyeti yüksek olabilecek olumsuz durumların yaşanmaması için pompaların bu tür olumsuzluklara karşı korunması ve bakımlarının yapılması gerekir.

### 3.1.1. Pompalarda Görülen Yapısal Bozulmaların Nedenleri

Pompa parçaları genellikle dökme demir, düşük alaşımlı çelik ve bronz gibi maliyeti düşük ve değiştirilmesi kolay malzemelerden seçilir. Ancak bu parçaların erken arızası veya beklenmeyen servis ihtiyacı daha maliyetli sonuçlar ortaya çıkarabilir. Pompalarda bu tür problemlere en çok korozyon, erozyon ve kavitasyon sebep olur.

#### 3.1.1.1. Korozyon ve Korozyonun Etkileri

Pompanın metal parçalarının bulunduğu ortam ile kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyonlara girmesiyle ortaya çıkan korozyon, yıkıcı etkilere sebep olur. Pompalarda görülen korozyon türleri şunlardır:

**a) Çukur Korozyonu:** Deniz suyu gibi klorür içeren sıvılarda çalışan alüminyum ve paslanmaz çeliklerde görülür. Bu malzemelerin korozyona karşı korunabilmesi için yüzeylerinin ince bir oksit tabakası ile kaplanması gerekir. Oksit filmindeki mekanik hasar veya homojen olmayan bir nokta korozyonun başlangıcı olabilir. Çukurlaşma, genellikle küçük bir alanın pasifleşmesi sonucu metalde küçük bir delik veya boşluk oluştuğunda ortaya çıkar. Bu alan anodik hâle gelirken metalin geri kalan kısmı katodik hâle gelerek lokal bir galvanik reaksiyon üretir. Bu küçük alanın bozulması metale nüfuz eder ve deformasyona neden olur.

**b) Taneler Arası Korozyon:** Bu korozyon metal içindeki tanecik sınırları arasında gerçekleşir. Taneler arası korozyon 500 $^0$C ila 800 $^0$C arasındaki sıcaklıklarda çalışan paslanmaz çelik malzemelerde görülür. Krom, bu sıcaklıkta tane sınırları arasında karbonla reaksiyona girerek karbürler oluşturur. Bu da tane sınırlarındaki kromun tükenmesine neden olur. Krom içeriğinin %12'nin altına düşmesi ile korozyon başlar.

**c) Yüksek Sıcaklık Korozyonu:** Sıcaklık artışının bir sonucu olarak malzeme yapısının kimyasal olarak bozulmasıdır. Bu korozyon şekli; bir metal malzemeyi oksitleyebilen oksijen, kükürt veya diğer bileşikleri içeren sıcak bir ortama maruz kalındığında meydana gelir. Yüksek sıcaklık korozyonu, sıvı elektrolitin varlığını gerektirmeyen bir korozyon türüdür. Bu korozyonda metaller çözeltideki iyonlarla değil, atmosferdeki gaz hâlindeki atomlarla doğrudan reaksiyona girer.

**ç) Aralık Korozyonu:** Metal-metal veya metal-metal olmayan parçalar arasındaki küçük aralıklar, boşluklar, gözenekler lokal olarak aralık korozyonunu etkilemektedir. Genellikle pompaların flanş, conta, o-ring ve cıvatalı bağlantılarında görülür. Çatlağın türü, geometrisi, metalin bileşimi ve çevre şartları aralık korozyonunun ilerlemesini etkileyen faktörlerdir.

**d) Genel Korozyon:** Açıkta kalan bir metal yüzeyinin bir bütün olarak sürekli bozulmasını ifade eder (Görsel 3.20). Bu korozyon, metal yüzeylerin koruyucu bir tabaka ile kaplanması veya paslanmaz çelik ve nikel bazlı alaşımlar gibi daha dayanıklı malzemeler ile imal edilmiş bir pompada en aza indirilebilir.

**e) Erozyon Korozyonu:** Akışkanın yüksek hızlarda hareketi ve oksijenin korozyon ürünlerini yüzeyden aşındırmasıyla gerçekleşir (Görsel 3.21). Genellikle türbülanslı akışa sahip alanlarda lokalize olan saldırılar, gaz kabarcıkları ve katı parçacıklar mevcut olduğunda daha da şiddetlidir.



**Görsel 3.20: İç yapısı genel korozyona uğramış pompa**



**Görsel 3.21: Erozyon korozyonuna uğramış pompa çarkı**

**f) Mikrobiyolojik Korozyon:** Arıtılmamış su ile çalışan pompalarda görülebilir. Bazı bakterilerin varlığı korozyonun ilerlemesine neden olur.

**g) Galvanik Korozyon:** Asit veya alkali gibi elektrolit bir ortamın varlığında paslanmaz çelik ile bakır gibi farklı metal yüzeylerin kombinasyonları olduğunda ortaya çıkar.

**ğ) Gerilim Korozyonu:** Bir parça üzerindeki gerilimlerin neden olduğu lokal bir etkidir. Mekanik stres ve korozyonunun birleşimi kırılmaya neden olabilir.

### 3.1.1.2. Kavitasyon ve Kavitasyonun Etkileri

Bir pompadaki kavitasyon, basıncın yerel olarak sıvı buharı basıncına düştüğü alanlarda buhar kabarcıklarının patlamasıdır. Kavitasyonun derecesi, pompadaki basıncın ne kadar düşük olduğuna bağlıdır. Kavitasyon ilk olarak pompada basıncın en düşük olduğu çark girişindeki kanat kenarlarında meydana gelir. Su normal şartlar altında 100 °C'da, 1 bar atmosfer basıncında kaynar ancak pompa içindeki yerel basınç düşüşünün bir sonucu olarak kaynama sıcaklığı ortam sıcaklığında gerçekleşebilir. Su basıncı, çark girişinde düşmeye başlar ve çark çıkışına doğru hareket ettikçe artar. Düşük su basıncı, basınç arttığında patlayacak olan buhar kabarcıkları oluşturur. Kabarcıkların bu patlamasıyla çarka zarar veren büyük bir enerji açığa çıkar. Sudaki buhar kabarcıkları patlayarak gürültüye neden olur. Bunu ağır bir mekanik darbe izleyerek çark ve pompa gövdesinde çukurlaşmalar meydana gelir. Kavitasyon, yüksek ses ve titreşim olarak duyulabilir.

**ARAŞTIRMA**

Pompa çarkında kavitasyon olayını videolar izleyerek gözlemleyiniz. Gözlem sonuçlarınızı arkadaşlarınız ile paylaşınız.

## 3.1.2. Pompa Üzerindeki Korozyonun ve Boyanın Temizlenmesi

Pompalar, çalışma ortamları gereği her zaman korozyona maruz kalmaktadır. Korozyonun tespit edilmesinden sonra iyi bir temizliğin yapılması ve tekrar korozyon oluşumunun önüne geçilmesi için pompanın boyanması gerekir. Korozyon temizliği yapılırken pompa üzerinde bulunan boya, yağ, kir gibi atıklar da malzemeden uzaklaştırılmalıdır.

### 3.1.2.1. Pompanın Sökülmesi

Pompaların fiziksel temizliğinin iyi bir şekilde yapılması, pompa elemanlarındaki korozyon ve boyanın yüzeyden temizlenmesinin ilk adımıdır. Her bir pompa elemanının temizlenebilmesi için pompayı bir araya getiren parçaların birbirinden ayrılması gerekir. Bunun için pompa, devredeki yerinden sökülmelidir. İş emniyetini sağlamak için elektrik akımı kesilir ve ilgili panoya pompanın bakımda olduğunu belirten uyarı levhaları asılır. Pompanın giriş ve çıkışındaki valfler kapatılarak sıvı akışı engellenir. Pompa içinde kalan sıvı, dreyn tapalarından boşaltılır. Pompa devre bağlantılarından ayrılmadan önce tekrar montaj yapılacağı zaman kolaylık olması açısından pompanın; kablo, bağlantı şekli ve akış yönü işaretlenmelidir. Pompanın flanş bağlantılarındaki cıvataları ve somunları sökülür. Pompa büyük ve ağırsa kaldırma ekipmanı (vinç, kriko vb.) kullanılarak dikkatlice devreden çıkartılır. Pompanın elle taşınması gerekiyorsa uygun kaldırma teknikleri ile sırt ve omuz yaralanmaları önlenir. Devreden sökülen pompa atölye ortamına alınır (Görsel 3.22). Pompa gövdesindeki kapak cıvataları dengeli bir şekilde anahtar yardımıyla gevşetilip sökülür (Görsel 3.23).

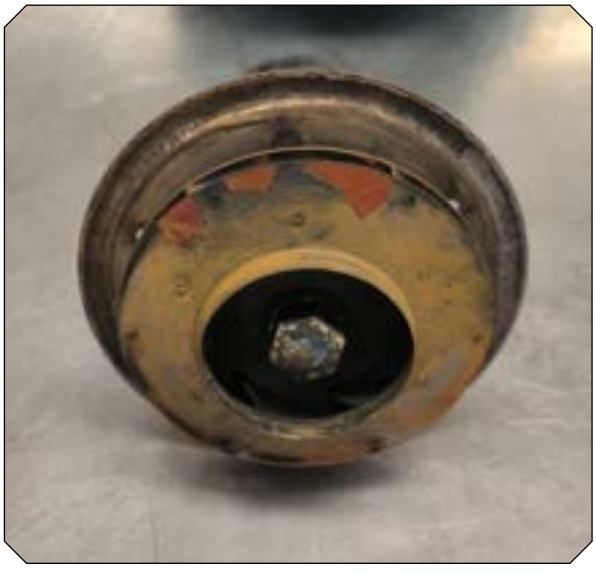


**Görsel 3.22: Devreden sökülmüş pompa**



**Görsel 3.23: Kapak cıvatalarının sökülmesi**

Pompa çarkları pompa mili eksenine uygulanan kuvvet ile çıkartılır. Çarklar pompa miline somun veya cıvata ile bağlı olabilir (Görsel 3.24). Bu somun veya cıvata, anahtar yardımıyla sökülerek çark çıkarılır. Bazı pompalarda ise çark, mil üzerine açılan kama yuvalarına yerleştirilen düz veya yarım ay şeklindeki kamalar ile sabitlenmiştir. Çark sökülürken çarkın zarar görmemesine özen gösterilmelidir. Bunun için çektirme aparatı kullanılabilir. Çektirme aparatının kolları çarkın çevresine konumlandırılır. Aparatın mili, pompa miline hizalanır ve anahtar yardımıyla sıkılarak çark milden ayrılır (Görsel 3.25).



**Görsel 3.24: Cıvata ile mile bağlı çark**



**Görsel 3.25: Çektirme aparatı ile çarkın sökülmesi**

Pompa gövde kapakları, genellikle conta ile sıkı şekilde yerleştirilmiştir. Kapaklar yavaşça gevşetilir ve gerektiğinde yumuşak bir çekiç kullanarak dikkatlice çıkarılır (Görsel 3.26). Pompa gövdesinde bulunan ve milin dönerken aynı eksende kalmasını sağlayan rulmanlar çıkartılır (Görsel 3.27). Bazı rulmanlar, mile sıkı geçme monte edildiği için çektirme aparatı ile çarkın çıkarılma işlemine benzer şekilde sökülür.



**Görsel 3.26: Gövde kapakların çıkartılması**



**Görsel 3.27: Rulmanın çıkartılması**

Sızdırmazlığı sağlayan o-ring (Görsel 3.28), mekanik salmastra (Görsel 3.29), conta gibi elemanlar pompa gövdesinden çıkartılır. Bu elemanları çıkartırken yüzeylerinin zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Durumu iyi olan sızdırmazlık ürünleri tekrar kullanılabilir.




**Görsel 3.28: Gövdede bulunan o-ring**



**Görsel 3.29: Mekanik salmastranın çıkartılması**

### 3.1.2.2. Fiziksel (Mekanik) Temizlik

Pompa elemanlarının söküm işlemi tamamlandıktan sonra parçaların temizliğine başlanır. Plastik malzemeden olan sızdırmazlık ürünleri, yüzeyleri zarar görmemesi için bir bez yardımıyla çeşitli sabun, deterjan gibi ürünlerle üzerindeki kir ve tortudan arındırılır. Yüzeyinde deformasyon olan sızdırmazlık elemanları mutlaka yenilenmelidir. Mekanik veya fiziksel temizlik işlemi sırasında iç yüzeyden korozyon, boya, tortu ile birlikte malzemeden de aşındırma olabileceğinden pompanın dış yüzeylerinde bu işlemin uygulanması uygun olacaktır. İç yüzeylerin hassas olması ve sızdırmazlık problemleri meydana gelebileceğinden fiziksel temizlik yapılırken kullanılacak ekipmanlara dikkat edilmelidir. Mekanik temizliğe başlanmadan önce kişisel koruyucu donanımlar giyilmelidir. Ortamda oluşacak metal tozları için toz maskesi, metal çapaklarının göze ve yüze gelmemesi için yüz siperliği, iş kıyafeti, iş ayakkabısı, baret ve eldiven kullanılarak iş güvenliği önlemleri alınır. Mekanik temizlikte seçilecek temizlik ekipmanlarının pompa malzemesi ile uyumlu olmasına dikkat edilir. Bu temizlik için tel fırça, zımpara, kumlama gibi temizleyiciler; birlikte veya ayrı ayrı kullanılabilir. Pompa elemanlarının kaba temizliği yapılırken kalın zımparadan ince zımparaya geçilecek şekilde kademeli zımparalama işlemi yapılır. Her zımparalama kademesinde yüzeyin temizliği ve kontrolü yapılır. Zımparalama işlemi elle (Görsel 3.30) veya makine ile yapılabilir. Makine ile zımparalama yapılırken yüksek devrin sebep olabileceği aşınmalara karşı dikkatli olunmalıdır. Pompa elemanının zor ulaşılan girintili çıkıntılı bölgelerinin temizliği, kâğıt zımparalarla daha kolay yapılır. Tel fırça kullanılırken pompa elemanı ile fırça telinin malzemesi arasında uyum olmasına dikkat edilir. Saplı tel fırçalar ile korozyon ve boyanın kabası temizlenir (Görsel 3.31). Makine ile daha derinlemesine temizlik yapılabilir (Görsel 3.32). Dar alanların temizliği yapılırken milli kalem tel fırçalar kullanılır. Makine kullanılırken tepmelerin önüne geçmek için dar alanlarda çalışırken dikkatli olunmalıdır.



**Görsel 3.30: Zımpara ile temizlik**



**Görsel 3.31: Tel fırça ile temizlik**



**Görsel 3.32: Makine ile temizlik**

## 3.1. UYGULAMA

Süre: 4 ders saati

### POMPA ÜZERİNDEKİ KOROZYONU VE BOYAYI MEKANİK YÖNTEMLER İLE TEMİZLEME

**Amaç:** Korozyona uğramış bir pompanın mekanik temizliğini yapmak.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Korozyona uğramış bir pompa, anahtar takımı, spiral taşlama makinesi, şarjlı matkap, saçaklı çanak tel fırça, milli kalem tel fırça, ahşap tel fırça, 60 kum kağıt zımpara, toz bezi.

**Görev:** Atölyenizde bulunan korozyona uğramış olan bir pompanın zımpara ve tel fırçalar yardımı ile mekanik temizliğini yapınız.

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Kullanacağınız anahtarları ve takımları hazırlayınız.
3. Pompanın kapak cıvatalarını sökünüz.
4. Çark ile mili birbirinden ayırınız.
5. O-ring ve salmastraları çıkarınız.
6. Pompa elemanlarını sırasıyla mengeneye bağlayarak kaba temizliğini kâğıt zımpara ile yapınız.
7. Spiral taşlama makinesine saçaklı tel fırçayı emniyetli bir şekilde takınız.
8. Elemanların bütün yüzeylerini saçaklı tel fırça ile temizleyiniz.
9. Ulaşılamayan yerler için şarjlı matkaba milli kalem tel fırça takıp bu yerleri temizleyiniz.
10. 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 | |
| Anahtarları ve takımları hazırladı. | 10 | |
| Pompanın kapak cıvatalarını söktü. | 10 | |
| Çark ile mili birbirinden ayırdı. | 10 | |
| O-ring ve salmastraları çıkardı. | 10 | |
| Kaba temizliği kâğıt zımpara ile yaptı. | 10 | |
| Elemanların ulaşılabilir bütün yüzeylerini saçaklı tel fırça ile temizledi. | 15 | |
| Ulaşılamayan yerleri milli kalem tel fırça ile temizledi. | 15 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

### 3.1.2.3. Kimyasal Temizlik

Kimyasal çözeltiler hazırlayarak yapılan temizleme işlemiyle pompa elemanları üzerindeki atıklar, pas, kir, boya temizlenebilir. Kimyasal temizlik tek başına uygulanabileceği gibi mekanik temizliğin ardından da yapılabilir. En etkili temizlik yöntemlerinden olan kimyasal temizlik ile parçaların ulaşılamayan bölgelerinin temizliği kolaylıkla yapılmış olur. Kimyasal temizlik yaparken en çok dikkat edilmesi gereken nokta, hazırlanan çözeltinin pompa elemanlarına zarar vermemesidir. Çözelti ile ana malzeme arasında reaksiyon meydana gelebilir. Bunun için seçilen kimyevi ürünlere dikkat edilmelidir. Ayrıca kimyasal temizlik yapılırken iş güvenliği önlemlerine çok önem verilmelidir. İnsan sağlığını riske sokacak çok tehlikeli ürünler olan kimyasallar ile çalışırken iyi havalandırılan bir ortamda gerekli tüm kişisel koruyucular giyilerek çalışılmalıdır. Asit ile temizleme (pikling) en çok kullanılan kimyasal temizlik yöntemidir. Sülfirik asit, nitrik asit, fosforik asit, hidroklorik asit gibi güçlü asitler ile hazırlanan çözeltiler kullanılarak yapılır. Sökülen pompa elemanları bir kap içine yerleştirilir (Görsel 3.33). 70 $^0$C'taki kostik çözeltisine (Sodyum Hidroksit-NaOH) daldırılır. Parçaların üzerlerindeki yağ ve kirler gidinceye kadar beklenir. Sıcak su ile pompa elemanları yıkanır. 80 $^0$C'taki güçlü asit çözeltileri (HCl, $HNO_3$, $H_2SO_4$) ile hazırlanmış banyoya bütün elemanlar yatırılır (Görsel 3.34).



**Görsel 3.33: Elemanların kaba yerleştirilmesi**




**Görsel 3.34: Elemanların asite yatırılması**

Korozyonun durumuna göre belirli bir süre beklenir. Çözelti yüzeyinde korozyonun pompa elemanlarından ayrıldığı gözlemlenir (Görsel 3.35). Korozyon, parçalardan ayrıldıktan sonra tekrar sıcak su ile yıkanarak korozyonun temizlenip temizlenmediği kontrol edilir. Pompa elemanları, tekrar korozyona uğramaması için 80 $^0$C'ta fosforik asit ($H_3PO_4$) çözeltisine daldırılır. **Fosfatlama** denilen bu işlem ile pompanın metal yüzeyi pasifleştirilmiş olur. Bütün elemanlar, yeniden sıcak su ile yıkanarak temizlenir (Görsel 3.36).



**Görsel 3.35: Korozyonun yüzeyde toplanması**



**Görsel 3.36: Temizlenen pompa elemanları**

## 3.2. UYGULAMA

Süre: 4 ders saati

### POMPA ÜZERİNDEKİ KOROZYONU VE BOYAYI KİMYASAL YÖNTEMLER İLE TEMİZLEME

**Amaç:** Korozyona uğramış bir pompanın kimyasal temizliğini yapmak.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Korozyona uğramış bir pompa, anahtar takımı, sülfirik asit, fosforik asit, sodyum hidroksit, sıcak su.

**Görev:** Atölyenizde bulunan bir pompanın korozyon, boya, yağ ve kir temizliğini asit çözeltileri kullanarak yapınız.

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Kullanacağınız anahtarları ve takımları hazırlayınız.
3. Pompanın kapak cıvatalarını sökünüz.
4. Çark ile mili birbirinden ayırınız.
5. O-ring ve salmastraları çıkarınız.
6. Pompa elemanlarını sodyum hidroksit çözeltisine daldırınız ve sonra sıcak su ile yıkayınız.
7. Pompa elemanlarını sülfirik asit çözeltisine daldırınız ve sonra sıcak su ile yıkayınız.
8. Fosfatlama işlemini yapınız. Yeterli süre bekledikten sonra sıcak su ile yıkayınız.
9. Artan asitleri güvenli bir yerde depolayınız.
10. 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 | |
| Anahtarları ve takımları hazırladı. | 10 | |
| Pompanın kapak cıvatalarını söktü. | 10 | |
| Çark ile mili birbirinden ayırdı. | 10 | |
| O-ring ve salmastraları çıkardı. | 10 | |
| Sodyum hidroksit ile yağ ve kirleri temizledi. | 10 | |
| Sülfirik asit ile korozyonu ve boyayı temizledi. | 15 | |
| Fosfatlama işlemini yaptı. | 15 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

### 3.1.3. Pompanın Boyanması

Mekanik ve kimyasal temizlik işlemlerinin ardından pompa yüzeyindeki yağ, boya, korozyon vb. istenmeyen ürünler temizlenmiş olur. Fakat pompanın korozyona karşı en korumasız olduğu an, temizlik işleminden sonraki zaman dilimidir. İçinde bulunduğu ortamdaki nemin sebep olacağı etkiden ötürü birkaç saat içinde fark edilecek renk değişimi ile korozyonun başladığı görülebilir. Bundan dolayı temizlenen pompanın kısa sürede boyanarak hava ile teması kesilmelidir. Temizlik işlemi ne kadar iyi yapılmış olursa olsun, boya işleminin kaliteli yapılması korozyonu önlemede birincil etken olacaktır. Aksi takdirde küçük bir noktadan hava ile temas olması durumunda, pompa o noktadan korozyona uğramaya başlayacaktır.

#### 3.1.3.1. Boyanın Hazırlanması

Pompaların boyanması hem estetik hem de korozyona karşı koruyucu katman oluşturmak için yapılan bir işlemdir. Özellikle metal malzemeden yapılan pompaların denizel ortamda uzun süre dayanabilmesi için doğru tekniklerle boyanması gereklidir. Bunun için ilk olarak malzemeye ve çalışacağı ortama uygun boya seçimi yapılır. Metal malzemeli pompalar için pas önleyici ve ortam koşullarına dayanıklı endüstriyel boyalar tercih edilmelidir. Epoksi veya poliüretan bazlı boyalar, korozyona karşı iyi bir koruma sağlar. Boyanın hazırlanma süreci, boyanın yüzeye düzgün uygulanması ve iyi yapışması için önemlidir. Metal boyaları genellikle kullanıma hazır satılsa da bazı durumlarda boyanın kıvamının ayarlanması ve kullanılacağı yüzeyin durumuna göre katkı maddeleri eklenmesi gerekebilir. Durduğu yerde zamanla boya bileşenleri birbirinden ayrışabilir. Bu nedenle alt kısımdaki yoğun pigmentler ile üst kısımdaki ince sıvının birleşmesi önemlidir. Boya kutusu açıldıktan sonra boya, homojen kıvama gelene kadar iyice karıştırılır. Karıştırma işlemi sırasında, boya kutusunun dibindeki kalıntıların da tamamen çözündüğünden emin olunmalıdır. Karıştırma işlemi için bir karıştırıcı çubuk veya elektrikli karıştırıcı kullanılabilir. Boyanın uygulanacağı yüzeyin türüne, hava koşullarına ve boyama yöntemine göre boyanın inceltilmesi gerekebilir. Özellikle püskürtme tabancası ile uygulama yapılacaksa boyayı biraz inceltmek daha uygun olur. Boya solvent bazlıysa, üretici tarafından önerilen tiner veya solvent kullanılarak boya inceltilir. Su bazlı metal boyası ise uygun miktarda su eklenir. Boyayı çok fazla inceltmek, kaplama gücünü azaltabilir. Genellikle boyaya %5-10 oranında inceltici eklemek yeterlidir. Ancak, boya kutusu üzerinde belirtilen oranlara dikkat edilmesi daha uygun olur. Boyayı inceltirken azar azar ekleme yaparak homojen bir kıvam tutturulmaya çalışılır. Eğer boya soğuk hava koşullarında uygulanacaksa kuruma süresini kısaltmak için kurumayı hızlandırıcı maddeler eklenebilir. Ancak, bu tür katkıları eklerken üretici talimatlarına uymak önemlidir. Parlak boyaların görünümünü daha mat hâle getirmek için de matlaştırıcı katkılar eklenebilir. Boyayı hazırladıktan sonra, küçük bir yüzeyde test uygulaması yapılır. Bu, boyanın kıvamının uygun olup olmadığını, yüzeye ne kadar iyi yapıştığını ve pürüzsüz bir kaplama sağlayıp sağlamadığını anlamamıza yardımcı olur. Boya düzgün yayılmıyorsa veya çok kalınsa biraz daha inceltici eklenebilir ama çok inceyse ek inceltici kullanmaktan kaçınılmalıdır. Metal boyası uygularken boyanın ve yüzeyin sıcaklığına dikkat edilmelidir. Çok sıcak veya soğuk koşullarda boya performansı düşebilir. İdeal sıcaklık aralığı genellikle 10 ila 30 $^{0}$C'tur. Nemli havalarda da boyama yapmak uygun değildir. Aşırı nem, boyanın kuruma sürecini etkileyebilir ve metal üzerinde kabarcıklar oluşturabilir.

#### 3.1.3.2. Boyanın Uygulanması

Temizliği yapılan pompa elemanlarının astarlama işlemleri tek tek veya birbirlerine montajı yapıldıktan sonra yapılmalıdır. Astar, boyanın yüzeye daha iyi yapışmasını sağlar ve paslanmaya karşı malzemeyi korur. Özellikle metal yüzeylerde paslanmayı önlemek için pas önleyici bir astar uygulanmalıdır. Astar öncesinde boyanmaması gereken conta, salmastra, rulman ve hareketli parçalar maskeleme bandı ile kapatılmalıdır. Astar, yüzeye eşit şekilde püskürtülmeli veya fırça/rulo ile sürülmelidir. Astar tamamen kuruduktan sonra yüzeye zımpara yapılarak pürüzsüzlük artırılabilir.

Ardından pompanın boyanması için püskürtme (sprey) tabancası, fırça, rulo gibi araç gereçler kullanılır. Sprey tabancası hava kompresörüne bağlıdır ve hava basıncını doğru ayarlamak önemlidir. Genellikle 20-30 psi basınç uygundur. Ancak boyanın viskozitesine ve tabancanın modeline göre bu ayar değişebilir. Tabanca nozul ucu seçimi, boyanın akışını etkiler. İnce detaylar için dar nozul uçları, geniş alanlar için ise geniş nozul uçları tercih edilmelidir. Püskürtme yöntemi boyanın yüzeye eşit dağılımını sağlar ve düzgün bir kaplama yapmak için idealdir. Sprey boya tabancası kullanılarak yüzeye ince bir boya tabakası uygulanır. Sprey tabancası yüzeye 20-30 cm uzaklıkta ve yüzeye dik tutularak püskürtülür (Görsel 3.37). Tabanca ile yüzey arasında mesafe korunur. Katmanlar arasında kuruma süresi verilerek 2-3 ince kat boya uygulaması yapılır. Boya tabancası ile sürekli hareket ederek, bir noktada fazla boya birikmesini önlenir. Hareket ederken bile püskürtmeye devam edilmelidir, aksi takdirde boyada dalgalanmalar oluşabilir. Fırça veya rulo ile boyama ise pompanın daha küçük alanlarında ve detaylı işlerinde kullanılabilir. İnce katlar hâlinde ve fırça darbeleri görünmeyecek şekilde tek yönde boya sürülür. Geniş yüzeyler için küçük boyutlu rulo kullanılabilir (Görsel 3.38). Metal yüzeylerde ince tüylü rulo daha pürüzsüz boyama sağlar.



**Görsel 3.37: Püskürtme ile boyama**



**Görsel 3.38: Rulo ile boyama**

İlk katman uygulandıktan sonra boya tamamen kuruyana kadar beklenir. Bu süre, kullanılan boyanın türüne ve çevresel koşullara bağlı olarak değişebilir. Genellikle 4-6 saat kuruma süresi verilmesi gerekebilir. İlk katman tamamen kuruduktan sonra, aynı yöntemle bir veya iki kat daha boya uygulanır. Boyayı ince katmanlar hâlinde uygulamak daha dayanıklı ve pürüzsüz bir kaplama sağlar. Ekstra dayanıklılık ve parlaklık için, pompanın boyanmış yüzeyine son bir şeffaf koruyucu vernik uygulanabilir. Bu işlem, dış koşullara karşı ekstra koruma sağlar. Boyanın tamamen kuruması için yeterli süre beklenir. Genellikle boya türüne ve hava koşullarına göre bu süre 24 ila 48 saat arasında değişebilir. İlk birkaç saat kritik olduğu için yüzeye dokunmaktan veya üzerine herhangi bir şey koymaktan kaçınılmalıdır. Boya yapılan alanın iyi havalandırıldığından emin olunmalıdır. Hava akışı, boyanın daha hızlı ve düzgün bir şekilde kurumasına yardımcı olur. Ancak doğrudan rüzgâr alması boyada tozlanmaya neden olabilir, bu yüzden kontrollü hava akışı sağlanmalıdır. Boya tamamen kurumadan önce damlamalar veya pürüzler olup olmadığı kontrol edilir. Eğer bu tür problemler fark edilirse hafif bir zımpara ile bu bölgeler düzeltilir. Pompa, boya tamamen kuruduktan sonra devredeki yerine monte edilir. Boyama işleminde kullanılan sprey tabanca, fırça veya ruloların temizlenmesi çok önemlidir. Su bazlı boyalar kullanıldıysa su ile, solvent bazlı boyalar kullanıldıysa tiner veya uygun solvent ile temizleme yapılmalıdır. Bu, boyama ekipmanlarının tıkanmamasını ve bir sonraki kullanıma hazır olmasını sağlar. Maskeleme bantları boya tamamen kurumadan önce dikkatlice çıkarılır. Eğer boya kuruduktan sonra bantlar çıkarılırsa boyanın kalkmasına neden olabilir. Boyanın pompa yüzeyinde düzgün kuruduğundan ve herhangi bir eksiklik veya dalgalanma olmadığından emin olunmalıdır. Eğer düzeltilmesi gereken alanlar varsa hafif bir zımpara ile yüzey pürüzsüz hâle getirilmelidir ve gerektiğinde son bir ince kat boya uygulanmalıdır.

Süre: 4 ders saati

## 3.3. UYGULAMA

### POMPANIN BOYANMASI

**Amaç:** Temizliği yapılan bir pompanın boyasını yapmak.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Pompa, 1 kg epoksi boya, 1 lt epoksi tiner, 1 kg poliüretan boya, 1 lt poliüretan tiner, 240 kum zımpara, fırça, rulo, boya tabancası, basınçlı hava düzeneği, boya teknesi.

**Görev:** Atölyenizde boyanacak olan pompa için epoksi ve poliüretan boyaları hazırlayınız. Fırça, rulo ve boya tabancası ile pompa yüzeyini boyayınız.

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Epoksi boyayı tiner yardımıyla uygun kıvama gelinceye kadar inceltiniz.
3. Pompanın yüzeyine fırça ile astar epoksi boya uygulamasını yapınız ve boyanın kurumasını bekleyiniz.
4. Poliüretan boyayı tiner yardımıyla uygun kıvama gelinceye kadar inceltiniz.
5. Pompanın yüzeyine rulo ile ara kat poliüretan boya uygulamasını yapınız ve boyanın kurumasını bekleyiniz.
6. Pompanın yüzeyine boya tabancası ile son kat poliüretan boya uygulamasını yapınız ve boyanın kurumasını bekleyiniz.
7. Her boya katmanından sonra yüzeyi zımparalayınız ve temizleyiniz.
8. Pompayı kuruması için uygun bir ortama alınız.
9. Boya ekipmanlarını temizleyiniz.
10. 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 | |
| Epoksi boyayı hazırladı. | 10 | |
| Astar boyayı yaptı. | 10 | |
| Poliüretan boyayı hazırladı. | 10 | |
| Ara kat boyayı yaptı. | 10 | |
| Son kat boyayı yaptı. | 20 | |
| Boya katmanları arasında zımpara yaptı. | 10 | |
| Boya ekipmanlarını temiz bıraktı. | 10 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 3.2. EMME HATTI FİLTRESİNİ DEĞİŞTİRME

Filtreler zamanla tıkanır, kirlenir veya aşınır. Bu da sistem performansını düşürebilir veya sistemde ciddi arızalara neden olabilir. Filtrelerin düzenli olarak temizlenmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi, sistemlerin verimli ve güvenli çalışması için hayati önem taşır.

### 3.2.1. Filtrelerin Önemi

Gemi boru devrelerinde filtreler, sistemin verimli ve güvenli çalışmasını sağlayan çok önemli devre elemanlarıdır. Gemi boru devrelerinde su, yakıt, yağ, hava gibi akışkanlar dolaşır. Bu akışkanlar; kir, tortu, pas veya metal parçacıkları gibi yabancı maddeler içerebilir. Filtreler; bu maddeleri süzerek boru hattına, pompalara veya diğer ekipmanlara zarar vermelerini önler. Yabancı partiküller, boruların içinde birikerek tıkanmalara yol açabilir. Bu, akışkanların taşınmasını zorlaştırır ve sistemin performansını düşürür. Filtreler, bu partikülleri tutarak tıkanma riskini en aza indirir. Pompalarda çalışan hareketli parçalar, yabancı cisimlerle temas ettiğinde aşınabilir veya zarar görebilir. Filtreler, bu parçacıkların pompaya ulaşmasını engelleyerek pompa ömrünü uzatır. Geminin çeşitli sistemlerinde valfler, basınç regülatörleri ve sensörler bulunur. Bu elemanlar, kirlilik nedeniyle işlevlerini yitirebilir veya bozulabilir. Filtreler, bunların sorunsuz çalışmasını sağlar. Filtrasyon; geminin yakıt, hidrolik ve yağlama sistemlerinde akışkanın kalitesini korur. Böylece makineler ve diğer sistemler daha verimli çalışır. Örneğin yakıt filtresi makinelere temiz yakıt temin eder ve yanma verimini artırır. Filtreler, sistemi koruyarak daha az bakım ve onarım gereksinimi sağlar. Bu da gemi işletme maliyetlerini düşürür. Özellikle deniz ortamında suyla temas eden metal yüzeylerde korozyon riski yüksektir. Filtreler, su devrelerinde dolaşan partikülleri süzerek bu korozyon riskini azaltır ve ekipman ömrünü uzatır. Gemi sistemlerinde hidrolik devreler veya yakıt enjeksiyon sistemleri gibi hassas bileşenler bulunur. Bu ekipmanlar kir ve partiküllere karşı oldukça hassastır. Filtrasyon, bu bileşenlerin uzun süre sağlıklı çalışmasını sağlar.

### 3.2.2. Kullanım Yerine Göre Filtre Çeşitleri

Gemi devrelerinde taşıdıkları akışkanın özelliklerine göre çeşitli su, hidrolik ve hava filtreleri kullanılır.

**a) Su Filtreleri:** Deniz sandığı / kinistin süzgeçleri (sea chest strainer), geminin deniz suyu giriş sisteminin ana emme hattına monte edilir. Bu filtreler, genellikle makine dairesinde iskele ve sancak hatlarında bulunur ve sadece biri kullanılır. Yangın emme hattı filtresi (fire line suction filter) ise yangın pompasının ve yangın hattının içine herhangi bir katı kirlilik gelmesini önler. Sintine filtresi (bilge well filter), sintine kuyuları yoğun katı kirlenmeyi içerdiğinden sintine kuyusu emişlerinin tamamı bu filtreyle donatılır. Tatlı su sistemi filtresi (fresh water system filter) ise içme suyu, makine soğutma suyu, kazan besleme suyu sistemi gibi tüm tatlı su sistemlerindeki pompaların emiş tarafına konur.

**b) Hidrolik Filtreler:** İnce ağlı eleme filtreleri (fine mesh screen filter), gemilerdeki yağ ve fuel oil sistemlerinde en çok kullanılan filtredir. Sistemin hem emme hem de basma tarafında kullanılabilir. Manyetik filtre (magnetic filter) ise sisteme karışan ince metal veya demir parçacıkların yakalanmasına yardımcı olan filtre elemanlarından oluşur. Bu elemanlar, bir filtre görevi de gören ve filtrenin temizliğini kolaylaştıran bir sepet eleği ile çevrelenmiştir. Manyetik filtreler, yağlama yağı sisteminde kullanılır. Otomatik geri yıkama filtresinde (auto back wash filter) ise basınç farkı arttığında filtrenin tıkanmış olduğuna dair bir gösterge yanar ve otomatik sistem filtreye akışı keser. Otomatik yıkama, filtreyi temizleyen bir şafta bağlı bir elektrik motorunun yardımı ile gerçekleşir. Santrifüj filtre ise yağdan yüksek yoğunluklu sıvı ve partikülleri santrifüj kuvvet ile uzaklaştırır. Yağlama sistemlerinde kullanılır.

**c) Hava Filtreleri:** Gemilerde kullanılan basınçlı hava, ana veya yardımcı hava kompresörü tarafından sağlanır. Hava, ilk aşamada bir hava filtresi aracılığıyla kompresöre emilir. Bu filtre kâğıt ve metal ağlardan oluşur. Kontrol hava filtresi ise kontrol hava sisteminde geçişleri engelleyebilecek herhangi bir nemi giderir ve tahliye edeceği yerde toplar. Turboşarj filtresi, turboşarjere ortamdaki havadan katı partiküllerin girmesini engeller.

**BİLGİ KÜPÜ**

Gemi devrelerinde filtre ve streyner 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 streyner arasındaki en önemli fark ise süzdükleri parçacıkların boyutundadır. Filtreler, 40 mikrondan küçük partikülleri süzerken streynerler ise 40 mikrondan daha büyük partikülleri süzer. Filtreler hem düşük basınçlı emiş hatlarında hem de yüksek basınçlı basma hatlarında kullanılırken streynerler genellikle düşük basınçlarda kullanılır.

## 3.2.3. Yapılarına Göre Filtre Çeşitleri

Gemilerde gövde şekillerine göre Y, tekli, ikili, konik gibi çeşitli filtreler bulunur:

**a) Y Filtre:** Adını Y şeklindeki gövdesinden alır ve boru hatlarındaki sıvıların veya gazların içerisinde bulunan istenmeyen partikülleri süzmek için tasarlanmıştır (Görsel 3.39). Boru hatlarına kolayca entegre edilebilir. Y filtrenin bir kolu akışkanın geçtiği boru hattı yönüne, diğer kolu ise filtreleme elemanına (elek kısmına) yerleştirilmiştir. Filtrenin kolayca temizlenebilmesi için alt kısmında bir kapak bulunur. Bu kapak açılarak filtre elemanı çıkartılıp temizlenebilir. Y tipi filtreler genellikle paslanmaz çelik, dökme demir, bronz veya dökme çelik gibi dayanıklı malzemelerden üretilir. Kullanım alanına ve sıvının özelliklerine göre malzeme seçilir. Y tipi filtre, boru hattındaki sıvının veya gazın içindeki katı parçacıkları, filtrenin içinde bulunan ince bir elek yardımıyla süzer. Akışkan boru hattında ilerlerken partiküller elekte tutulur ve temiz akışkan sisteme devam eder. Filtre elemanları, sıvı veya gaz akışını ciddi şekilde kesintiye uğratmadan partikülleri süzmek üzere tasarlanmıştır. Bu da basınç kaybını en aza indirir.



**Görsel 3.39: Y filtre**

**b) Tekli filtre (Basket / Simplex Filter):** Sıvı veya gaz akışını temizlemek için kullanılan ve tek bir filtreleme ünitesine sahip olan bir filtre çeşididir (Görsel 3.40). Tekli filtreler, genellikle basit yapıları ve kullanım kolaylığı nedeniyle tercih edilir. Temel olarak filtreleme elemanı, sıvı veya gaz hattı üzerinde tek başına çalışır ve bir yedeği ya da ikincil bir filtresi yoktur. Tekli filtreler, boru hatlarına dikey ya da yatay olarak monte edilebilir. Paslanmaz çelik, bronz, dökme demir ve diğer dayanıklı malzemelerden üretilebilir. Filtrenin malzeme yapısı, kullanıldığı ortamın özelliklerine göre seçilir. Tekli filtreler, akışkanın içindeki yabancı maddeleri (toz, kir, tortu, pas) filtreleme elemanı yardımıyla süzer. Süzülen maddeler filtre içinde tutulur ve temiz akışkan boru hattına devam eder. Tekli filtrelerde filtre tıkandıkça sistemde basınç artabilir. Bu nedenle filtrelerin düzenli temizlenmesi veya değiştirilmesi gerekir. Tekli filtrelerin temizlenmesi veya değiştirilmesi gerektiğinde akış kesilir. Bu da sistemde kısa süreli beklemelere yol açar.

**c) İkili Filtre (Duplex Filter):** Adından da anlaşılacağı gibi iki filtreleme ünitesinden oluşur (Görsel 3.41). Bu tasarım, bir filtrenin bakım veya temizlik için devre dışı kalması gerektiğinde sistemin kesintiye uğramadan çalışmaya devam etmesini sağlar. İkili filtreler, özellikle sürekli çalışması gereken kritik sistemlerde tercih edilir. Akışın bir filtreden diğerine yönlendirilmesi manuel valflerle ya da otomatik bir sistemle yapılabilir. İki filtre ünitesinin kullanılması, her bir filtrenin kullanım ömrünü uzatır. Çünkü sürekli kullanımda olmadıklarından daha az yıpranır. İkili filtreler, tekli filtrelere göre daha fazla alan kaplar ve maliyetleri daha yüksektir.

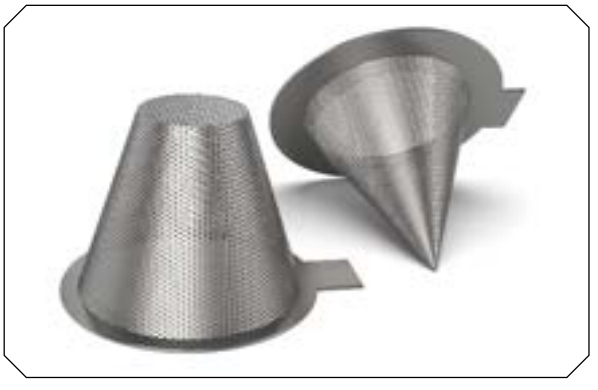


**Görsel 3.40: Tekli filtre**



**Görsel 3.41: İkili filtre**

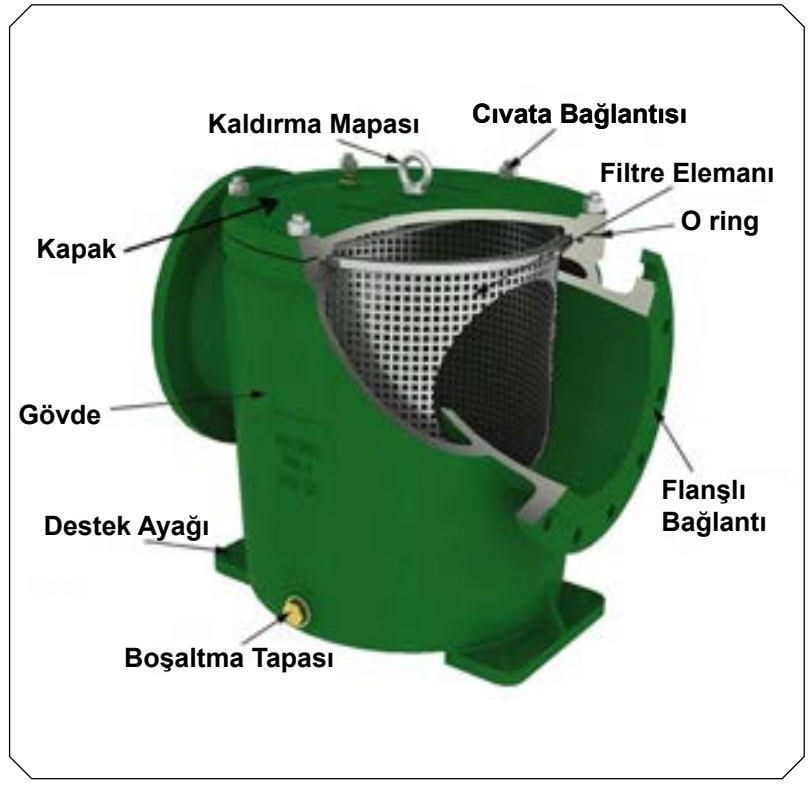
**ç) Konik Filtre:** Koni şeklinde bir filtreleme elemanına sahip olan bir filtre türüdür (Görsel 3.42). Genellikle sıvıların veya gazların içindeki partikülleri, yabancı maddeleri süzmek için kullanılır ve çeşitli endüstriyel uygulamalarda olduğu gibi gemi sistemlerinde de tercih edilir. Konik filtreler, geometrik yapısı sayesinde geniş bir filtreleme alanı sunar ve filtre elemanının tıkanmadan uzun süre kullanılmasına olanak tanır. Konik filtreler, düz veya diğer basit filtrelere kıyasla daha karmaşık bir tasarıma sahip olduğu için maliyetli olabilir.



**Görsel 3.42: Konik filtre elemanı**

## 3.2.4. Filtre Elemanları

Bir filtrenin elemanları, filtreleme işleminin verimli ve etkili bir şekilde yapılabilmesi için birlikte çalışan parçalardır (Görsel 3.43). Filtreler farklı amaçlara göre çeşitli tiplerde olabilir ancak genel olarak filtrelerin temel elemanları benzerlik gösterir.




**Görsel 3.43: Filtre elemanları**

**a) Gövde:** Filtre elemanlarını, akışkanın giriş ve çıkış bağlantılarını içeren ana dış yapıdır. Filtreleme işleminin gerçekleştiği bölmeyi korur ve filtre elemanlarını muhafaza eder. Filtre gövdesi, filtreleme işleminin çevre şartlarından etkilenmeden yapılmasını sağlar ve basınca dayanıklı olmalıdır. Üzerinde filtrenin 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. Kağıt, 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 filtrenin düzgün bir şekilde monte edilmesini sağlar. Ayrıca sızdırmazlık sağlar ve akışkanın filtre elemanının etrafından geçmesini önler.

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

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

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

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

## 3.2.5. Filtrelerin Bakımı ve Temizliği

Filtreyi sökmeden önce sistemi tamamen durdurmak önemlidir. Özellikle basınçlı sıvı veya gaz sistemlerinde filtrenin bulunduğu hattın devre dışı bırakılması ve sistemde kalan basıncın kontrol edilmesi gerekir. Basınç boşaltılmadan filtreyi sökmek tehlikeli olabilir ve akışkanın kontrolsüz bir şekilde fışkırmasına yol açabilir. Basıncı düşürmek için tahliye valfleri kullanılabilir. Eğer sıcak sıvılar veya gazlarla çalışan bir sistemde filtre sökülecekse sistemin soğuduğundan emin olunmalıdır. Aksi takdirde sıcak akışkanlar ciddi yanıklara veya yaralanmalara yol açabilir. Özellikle buhar sistemleri, yakıt hatları gibi sıcak hatlarda çalışılıyorsa söküm işlemi sırasında uygun kişisel koruyucu ekipmanlar (eldiven, gözlük, yanmaz giysi) kullanılmalıdır. Filtreyi sökmeden önce filtrenin giriş ve çıkış bağlantıları kontrol edilir ve valfleri kapatılır. Bu, sistemin diğer bölümlerine akışın durdurulmasını sağlar ve filtrenin sökülmesi sırasında sıvı veya gaz sızıntılarını önler. Filtre haznesinde sıvı kalmış olacağından sökmeden önce güvenli bir şekilde dreyn tapası açılarak bu sıvı boşaltılır (Görsel 3.44). Bu, filtrenin çıkartılması sırasında sıvı dökülmesini ve çevreye zarar verilmesini önler. Filtre kapağının cıvata bağlantıları sökülerek kapak gövdeden ayrılır (Görsel 3.45).



**Görsel 3.44: Dreyn tapasının açılması**

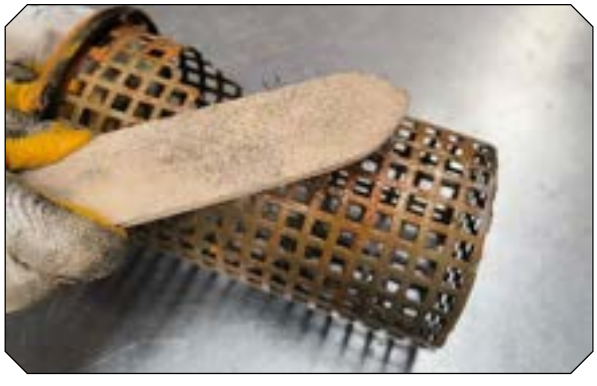


**Görsel 3.45: Kapağın sökülmesi**

Filtre elemanı hazneden çıkartılır (Görsel 3.46). Filtre çıkarıldığında akışkanın çevreye yayılmasını engellemek için filtrenin altında bir kap bulundurmak faydalı olur. Filtre elemanlarının temizlenmesi, filtre 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 3.47) veya basınçlı hava kullanılarak temizlenir.



**Görsel 3.46: Filtre elemanının çıkartılması**



**Görsel 3.47: Tel fırça ile temizlik**

Basınçlı hava, özellikle metal filtrelerde etkili olur. Filtre üzerinde ince toz veya tortu birikmişse yumuşak bir fırça ile bunlar dikkatlice temizlenir. Hassas filtrelerde fırça veya bez kullanımı, filtrenin gözeneklerine 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 kullanırken filtrenin malzemesine 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 iyice kuruması beklenir. Nemli bir filtre, 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 olduktan sonra yeniden filtre gövdesine yerleştirilir. Filtreyi yeniden monte ederken conta ve sızdırmazlık elemanlarının doğru şekilde yerleştirildiğinden emin olunur. Sızdırmazlık elemanlarında yıpranma, ezilme, yırtılma gibi deformasyonlar varsa yenisi ile değiştirilir. Filtreyi monte ettikten sonra sistemi çalıştırarak 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 tıkandığında sistemdeki basınç farkı artar. Bu, filtrenin 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**

Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte akıllı filtrasyon sistemleri yaygınlaşmaktadır. Filtrasyon süreçlerini izleme ve optimize etmede nesnelerin interneti (IoT) kullanımı; gerçek zamanlı izleme ve veri toplama imkânı sunarak proaktif bakım, verimli kaynak yönetimi ve iyileştirilmiş sistem performansı sağlar. Bu sayede gelişmiş kontrol, öngörücü bakım yetenekleri ve süreç optimizasyonu için değerli veriler elde edilir.

## 3.4. UYGULAMA

Süre: 4 ders saati

### FİLTRE TEMİZLİĞİ

**Amaç:** Kirlenen filtrenin temizliğini yapmak.
**Kullanılacak Araç Gereç:** Kirlenmiş filtre, anahtar takımı, tel fırça, toz bezi, basınçlı hava.
**Görev:** Atölyenizde bulunan kirli bir filtrenin temizliğini yapınız.

| İşlem Basamakları |
|---|
| **1.** İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız. |
| **2.** Kullanacağınız anahtarları ve takımları hazırlayınız. |
| **3.** Devrenin giriş ve çıkış valfleriniz kapatınız. |
| **4.** Dreyn tapasını açarak haznede kalan sıvıyı boşaltınız. |
| **5.** Kapak somunlarını sökünüz ve kapağı kaldırınız. |
| **6.** Filtre elemanını çıkartınız. |
| **7.** Filtre elemanının kaba temizliğini tel fırça ile yapınız. |
| **8.** Basınçlı hava tutarak hassas temizlik yapınız. |
| **9.** Filtre elemanını hazneye yerleştirerek kapak somunlarını sıkınız. |
| **10.** Valfleri açarak sızdırmazlık kontrolü yapınız. |
| **11.** Temizlik işleminin ardından kullandığınız takımları ve aletleri yerlerine koyunuz. |
| **12.** 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 | |
| Anahtarları ve takımları hazırladı. | 10 | |
| Filtreyi dreyn tapasından boşalttı. | 10 | |
| Kapak somunlarını sökerek filtre elemanını çıkarttı. | 15 | |
| Filtre elemanını temizledi. | 20 | |
| Filtre elemanını hazneye yerleştirerek kapak somunlarını sıktı. | 10 | |
| Valfleri açarak sızdırmazlık kontrolü yaptı. | 15 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 3.3. MEKANİK VE SIZDIRMAZLIK PARÇALARINI DEĞİŞTİRME

Bir pompayı meydana getiren en önemli parçalar; çark, rulman ve sızdırmazlık elemanlarıdır. Bu parçalarda meydana gelecek arıza, hasar veya deformasyon pompanın verimini ve performansını doğrudan etkiler. İşletme maliyetlerini en aza indirmek için bu parçaların kontrolü, bakımı ve yenilenmesi gerekir.

### 3.3.1. Pompa Çark Kanatlarının Değişimi

Çark (impeller), bir dizi kavisli kanattan oluşur ve pompanın en önemli parçasıdır. Çarkın hareketi, akışkanın hızını ve basıncını artırarak pompa çıkışına doğru yönlendirir. Yapılarına göre açık, yarı kapalı ve tam kapalı tipte çarklar bulunur (Görsel 3.48). Açık tipte sadece göbeğe tutturulan kanatlar bulunur. Basıncın düşük, debinin yüksek olması istenen pompalarda kullanılır. Yarı kapalı tipte ise kanatları tek taraftan kapatan dairesel plaka mevcuttur. Kapalı tipte ise kanatlar her iki taraftan da dairesel plaka ile muhafaza altına alınmıştır. Gemilerin soğutma suyu, balast ve yangın pompalarında tercih edilir.



a) Açık b) Yarı kapalı c) Kapalı

**Görsel 3.48: Çark tipleri**

Santrifüj pompalar, sahip oldukları çark sayısına göre tek veya çok kademeli olarak kullanılır. Tek kademeli pompalar, bir çark ve gövdeden oluşurken (Görsel 3.49) çok yüksek basınç istenmeyen yerlerde tercih edilir. Çok kademeli pompalar ise iki veya daha fazla çarka sahiptir (Görsel 3.50). Akışkanın basıncı ilk kademede artırılır ve bir sonraki kademeye basınçlı bir şekilde aktarılır. Böylece her kademede basıncı artırılan akışkan çıkış tarafından yüksek basınçla tahliye edilir.



**Görsel 3.49: Tek kademeli pompa kesiti**



**Görsel 3.50: Beş kademeli pompa kesiti**

### 3.3.1.1. Çarklarda Görülen Sorunların Sebepleri

Pompa çark kanatlarının zarar görmesi, genellikle pompanın çalışma koşulları, tasarımı ve bakım durumu ile ilgili çeşitli nedenlerden kaynaklanır. Pompa çark kanatlarının zarar görmesine yol açan başlıca sebepler şunlardır:

**a) Kavitasyon:** Pompa içinde düşük basınç bölgeleri oluştuğunda, sıvı buharlaşarak küçük buhar kabarcıkları oluşturur. Bu kabarcıklar, daha yüksek basınçlı bölgelere taşındığında aniden patlar ve çark yüzeyine yüksek hızda çarpan küçük şok dalgaları oluşturur. Uzun süre devam eden kavitasyon; oyuklara, pürüzlere, aşınmalara ve çarkın işlevselliğini kaybetmesine neden olur. Pompa tasarımında ve çalışma koşullarında kavitasyonu önleyecek önlemler alınmalıdır. Emiş tarafındaki basıncı artırmak, akış koşullarını optimize etmek ve doğru pompa boyutunu seçmek önemlidir.

**b) Erozyon:** Pompa tarafından taşınan sıvı içinde kum, çakıl, metal parçacıkları veya diğer katı parçacıklar bulunuyorsa bu parçacıklar çark kanatlarına çarparak zamanla aşınmaya neden olur. Aşındırıcı maddeler; çark kanatlarında pürüzlenmelere, keskin kenarların aşınmasına ve genel malzeme kaybına neden olabilir. Bu da pompanın verimini düşürür ve çarkın ömrünü kısaltır. Aşındırıcı maddelerin bulunduğu ortamlarda özel tasarıma sahip aşınmaya dayanıklı malzemelerden yapılan çarklar kullanılmalı ve sıvı filtreden geçirilmelidir.

**c) Korozyon:** Pompa sıvısında bulunan asidik veya bazik kimyasallar, çark malzemesi ile reaksiyona girerek korozyona yol açabilir. Özellikle metal çarklar, agresif kimyasallarla temas ettiğinde daha hassas olabilir. Kimyasal korozyon; çark kanatlarında malzeme zayıflaması, yüzeyde pürüzlenme ve sonunda çarkın yapısal bütünlüğünü kaybetmesine neden olur. Pompa çarkı, taşınan sıvının kimyasal özelliklerine uygun malzemeden yapılmalıdır. Kimyasal olarak dayanıklı malzemeler (örneğin paslanmaz çelik, bronz veya özel alaşımlar) veya kaplamalar kullanılabilir.

**ç) Yüksek Hız ve Titreşim:** Pompa çarkı yüksek hızda döndüğünde, özellikle yanlış hizalanma veya dengesizlik varsa titreşimler artar ve bu da kanatlarda hasara yol açabilir. Yüksek hızlar ayrıca çark üzerinde büyük merkezkaç kuvvetleri oluşturur. Bu da kanatların deformasyonuna veya kopmasına neden olabilir. Uzun süreli yüksek hızda çalışma, özellikle zayıf noktalarda çatlaklara ve metal yorgunluğuna yol açabilir. Titreşimler çark kanatlarının yapısal bütünlüğünü bozabilir. Pompa düzgün bir şekilde hizalanmalı ve dengelenmelidir. Dengesizlik varsa giderilmeli ve titreşim analizleri yapılmalıdır. Ayrıca çarkın çalışma hız aralığına uygun olduğundan emin olunmalıdır.

**d) Yanlış Montaj veya Dengesizlik:** Çark yanlış monte edilirse veya yanlış boyutlandırılmışsa, dengesizlikler ortaya çıkabilir. Dengesiz çarklar, pompada titreşime ve düzensiz yük dağılımına neden olur. Dengesizlik, çarkın bir kısmının daha fazla aşınmasına ve zarar görmesine yol açar. Bu durum, özellikle yüksek hızlarda çalışan pompalar için ciddi bir sorun olabilir. Çark düzgün bir şekilde monte edilmeli, denge kontrolü ve gerekiyorsa balans ayarı yapılmalıdır.

**e) Yüksek Basınç ve Sıcaklık:** Pompa, yüksek basınç ve sıcaklık altında çalışıyorsa ve çark kanatları bu koşullara karşı dayanıklı değilse deformasyona veya malzeme yorulmasına uğrayabilir. Yüksek sıcaklıklar, çark malzemesinin mukavemetini düşürebilir. Bu da çatlaklara, eğilmelere veya farklı yapısal hasarlara yol açabilir. Pompa, çalışma koşullarına uygun basınç ve sıcaklık aralığında çalıştırılmalıdır. Çark malzemesi, sıcaklığa ve basınca dayanıklı olmalıdır.

**f) Yetersiz Bakım:** Pompa sisteminde düzenli bakım yapılmadığında, çark kanatlarının aşınması fark edilmeyebilir. Bu durumda küçük hasarlar büyüyerek büyük sorunlara dönüşebilir. Erken aşınmalar tespit edilip giderilmediğinde çark kanatları tamamen işlevini yitirebilir veya pompanın genel performansı düşebilir. Düzenli bakım programları uygulanmalı, çark kanatları periyodik olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde temizlenmeli veya değiştirilmelidir.

### 3.3.1.2. Çarkın Yenilenmesi

Pompa çark kanatlarında görülen hasarın giderilmesi için en doğru işlem çarkın tamamen yenilenmesidir. Bunun için gerekli iş güvenliği önlemleri alınarak pompanın elektrik bağlantısı kesilir. Pompa gövdesi birbirinden ayrılır. Çarkı pompa miline bağlayan somun sökülür. Çektirme aparatının mili, pompa milindeki yuvaya yerleştirilirken aparatın kolları çarkın etrafına konumlandırılır (Görsel 3.51). Anahtar yardımıyla aparatın mili döndürülür ve kademeli olarak çark milden ayrılır.



**Görsel 3.51: Çarkın çıkartılması**

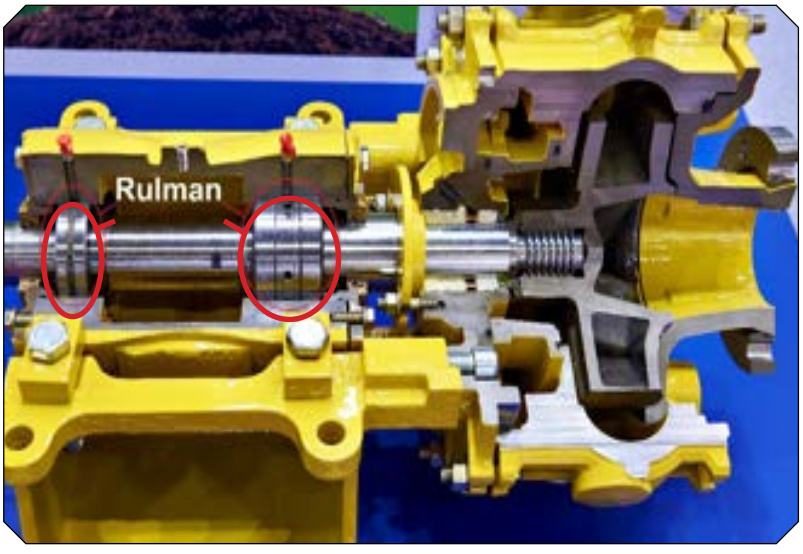
Pompa çarkı yenilenirken dikkat edilmesi gereken adımlar, pompanın verimli ve güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamak için büyük önem taşır. Yanlış montaj veya ihmal edilen detaylar, pompanın performansını olumsuz etkileyebilir ve çarkın ömrünü kısaltabilir. Yenilenecek çarkın, pompa modeline ve uygulama gereksinimlerine uygun olması gerekir. Pompa tipine göre çark boyutu, malzemesi ve tasarımı doğru seçilmelidir. Çark, taşınacak sıvının kimyasal ve fiziksel özelliklerine dayanıklı bir malzemeden yapılmış olmalıdır. Örneğin aşındırıcı sıvılar için dayanıklı metal veya özel alaşımlı çarklar, kimyasal maddeler için ise korozyona dayanıklı malzemeler tercih edilmelidir. Yeni çark; montajdan önce çatlaklar, yüzeyde deformasyonlar veya montaj sırasında sorun yaratabilecek herhangi bir kusur açısından dikkatlice incelenmelidir. Çarkın dengesiz olup olmadığı kontrol edilmelidir. Dengesiz bir çark, titreşimlere ve erken aşınmaya neden olabilir. Çarkın monte edileceği mil ve diğer montaj yüzeyleri temiz olmalıdır. Kir, pas, yağ veya metal parçacıkları gibi maddeler çarkın doğru bir şekilde yerleştirilmesini engelleyebilir. Mil veya gövde yüzeyinde herhangi bir pürüz veya aşınma olup olmadığı kontrol edilmelidir. Eğer yüzeyde aşınma veya deformasyon varsa, bu bölge düzeltilmelidir. Çark, pompaya doğru bir şekilde hizalanmalıdır. Yanlış hizalama, pompanın verimsiz çalışmasına, aşırı titreşime ve erken arızalara yol açabilir. Özellikle eksensel ve radyal hizalamanın doğru yapılması önemlidir. Çark, el yordamıyla mile oturtulur. Eğer çark mile zor giriyorsa yumuşak bir malzeme ile vurularak oturtulabilir. Yeni çark, anahtar yardımıyla mile uygun tork değerinde sıkılarak sabitlenir (Görsel 3.52). Çark kanatlarının aşınması ve arızasının erken tespiti; daha fazla hasarı, maliyetli onarımları ve bekleme sürelerini önlemek için çok önemlidir. Görsel incelemeleri, performans takibini ve analiz sonuçlarını birleştirerek pompalardaki kanat aşınması ve arızası etkili bir şekilde belirlenebilir ve zamanında düzeltici önlemler alınabilir.



**Görsel 3.52: Yenilenen çarkın yerleştirilmesi**

## 3.3.2. Rulman Değişimi

Rulman, pompada dönen parçaların desteklenmesi ve düzgün çalışması için kullanılan elemandır (Görsel 3.53). Rulmanlar, pompanın şaftı ile diğer hareketli parçalar arasındaki sürtünmeyi en aza indirerek verimli bir çalışma sağlar.




**Görsel 3.53: Pompa üzerindeki rulmanlar**

Pompa rulmanlarının başlıca işlevleri şunlardır:

**a) Destekleme:** Pompanın dönen şaftını mekanik olarak destekleyerek, eksenel ve radyal yükleri taşır. Bu, pompanın güvenli ve stabil çalışmasını sağlar.

**b) Sürtünmeyi Azaltma:** Rulmanlar, şaftın serbest ve kolay bir şekilde dönmesini sağlamak için sürtünmeyi minimumda tutar. Böylece enerji kayıplarını azaltır ve sistem verimliliğini artırır.

**c) Aşınma ve Yıpranmayı Azaltma:** Sürtünmeyi azaltarak pompanın iç parçalarının aşınmasını önler ve bileşenlerin ömrünü uzatır.

**ç) Isı Dağılımı:** Rulmanlar, sürtünme nedeniyle oluşan ısının dağıtılmasına yardımcı olarak aşırı ısınmayı önler.

**d) Hareketin İletilmesi:** Rulmanlar, dönen parçaların hareketini diğer parçalara aktarmak için de kullanılır. Bu, makinelerde enerji aktarımını sağlar.

### 3.3.2.1. Rulman çeşitleri

Pompa rulmanları, yapısal özelliklerine göre çeşitli kategorilere ayrılır ve her bir rulman tipi, farklı çalışma koşullarına ve yük türlerine uygun olarak tasarlanmıştır. Pompa uygulamalarında en yaygın kullanılan rulman türleri şunlardır:

**a) Bilyeli Rulmanlar (Ball Bearings):** İç ve dış bilezikler arasında çelik bilyeler bulunur (Görsel 3.54). Bilyeler, düşük sürtünme ve rulmanın kolay dönmesini sağlar. Bilyeli rulmanlar, hem eksenel (itme) hem de radyal (yanal) yükleri taşıyabilir ancak daha çok düşük ila orta yüklerde tercih edilir. Dönüş hızlarının yüksek olması gereken yerlerde kullanılır. Küçük ve orta boyutlu pompalar; özellikle su pompaları, santrifüj pompalar ve bazı endüstriyel uygulamalarda yaygındır.



**Görsel 3.54: Bilyeli rulman**

**b) Makaralı Rulmanlar (Roller Bearings):** İç ve dış bilezikler arasında silindirik veya konik makaralar yer alır (Görsel 3.55). Makaralar, daha geniş yüzey teması sağlar. Makaralı rulmanlar, genellikle daha yüksek radyal yük taşıma kapasitesine sahiptir. Düşük hızlarda ağır yüklere dayanıklı olduklarından büyük pompa uygulamalarında tercih edilir.



**a) Silindirik** **b) Konik**

**Görsel 3.55: Makaralı rulman**

**c) Eksenel (İtme) Rulmanlar (Thrust Bearings):** Bu rulmanlar, eksenel yükleri taşımak için tasarlanmıştır. Yataklar bilyeli veya makaralı olabilir (Görsel 3.56). Eksenel rulmanlar, özellikle şaft üzerinde eksenel kuvvetlerin yoğun olduğu yerlerde kullanılır. Bu rulmanlar, sadece eksenel yükleri taşıyabilir, radyal yük taşımazlar.



**a) Bilyeli** **b) Makaralı**

**Görsel 3.56: Eksenel rulman**

**ç) Manyetik Rulmanlar (Magnetic Bearings):** Bu rulmanlar, manyetik alan kullanarak şaftı askıda tutar ve temas olmadan çalışır. Sürtünmesiz çalışma sağlar, dolayısıyla aşınma olmaz ve bakım gerektirmez. Yüksek hızlarda ve hassas uygulamalarda kullanılır. Yüksek hız ve hassasiyet gerektiren özel pompa uygulamaları, turbo makineleri, enerji santrallerinde tercih edilir.

**d) Seramik Rulmanlar (Ceramic Bearings):** Bilyeler veya makaralar seramik malzemelerden yapılır. Seramik rulmanlar, yüksek hızlarda çalışan uygulamalar için uygun olup düşük sürtünme ve yüksek ısı dayanımı sunar. Korozyon ve aşındırıcı ortamlara karşı dayanıklıdır. Kimyasal, yüksek sıcaklık ve korozif ortamlarda çalışan pompalarda kullanılır.

Bu rulman türleri; pompa uygulamalarında yük, hız, ortam koşulları ve dayanıklılık gereksinimlerine göre seçilir. Doğru rulman seçimi, pompanın verimli çalışması ve uzun ömürlü olması için kritik bir unsurdur.

**BİLGİ KÜPÜ**

Dünyada bugüne kadarki en büyük rulman Çin'de üretilmiştir. 10 bin megatonluk vinç için imal edilen rulmanın çapı 30 metredir.

### 3.3.2.2. Rulmanlarda Görülen Arızaların Sebepleri

Pompalarda bulunan rulmanlar çeşitli nedenlerden dolayı arızalanabilir. Bu arızalar, pompanın verimliliğini düşürüp maliyetli onarımlara veya tamamen bozulmasına neden olabilir. Rulmanların arızalanmasının başlıca nedenleri şunlardır:

**a) Yetersiz veya Yanlış Yağlama:** Rulmanlarda sürtünmenin azaltılması için uygun yağlama kritik öneme sahiptir. Yağlayıcı yetersizse sürtünme artar, bu da aşırı ısınmaya ve metal yüzeylerin aşınmasına neden olur. Uygun viskozite ve özellikte olmayan bir yağlayıcı kullanılması, rulmanın verimli çalışmasını engelleyebilir. Fazla yağ da rulmanda aşırı basınç oluşturarak rulman bileşenlerinin hasar görmesine yol açabilir (Görsel 3.57).



**Görsel 3.57: Yetersiz yağlama sonucu dağılmış rulman**

**b) Kirlenme:** Yağlayıcıya toz, kir, nem veya diğer yabancı maddelerin girmesi rulmanın yüzeyine zarar vererek aşınmayı hızlandırır (Görsel 3.58). Bu, rulman ömrünü ciddi şekilde kısaltabilir.

**c) Yanlış Montaj:** Rulmanın yanlış hizalanması, eksenel veya radyal yüklerin dengesiz bir şekilde dağılmasına neden olur. Bu tür yükler, rulmanın erken aşınmasına ve bozulmasına yol açar. Montaj sırasında rulman yüzeyine zarar verilmesi de arızalara yol açabilir (Görsel 3.59).



**Görsel 3.58: Kirlenmiş bir rulman**



**Görsel 3.59: Yanlış montaj sonucu oluşan deformasyon**

**ç) Vibrasyon (Titreşim):** Pompa sisteminde oluşan titreşimler, rulmanlara zarar verebilir. Özellikle dengesiz rotorlar, yanlış hizalama veya gevşek parçalar titreşimlere neden olur. Uzun süreli titreşim rulman ömrünü kısaltır.

**d) Aşırı Yüklenme:** Pompanın tasarımından daha fazla yük altında çalıştırılması, rulmanların üzerinde gereğinden fazla stres oluşturur. Bu aşırı yük, rulmanın deformasyonuna ve erken arızalanmasına neden olabilir (Görsel 3.60).

**e) Korozyon:** Pompa ortamında aşındırıcı kimyasallar, nem veya su bulunuyorsa bu durum rulmanın korozyona uğramasına yol açabilir (Görsel 3.61). Korozyon; rulman yüzeyinde çatlaklar ve oyuklar oluşturur, bu da rulmanın düzgün çalışmasını engeller.



**Görsel 3.60: Aşırı yüke maruz kalmış bir rulman**



**Görsel 3.61: Korozyona uğramış bir rulman**

**f) Elektriksel Boşalmalar:** Elektrik motoruyla çalışan pompaların rulmanlarında elektriksel akım boşalması meydana gelebilir. Bu durum, rulmanlarda mikroskobik delikler ve izler bırakarak hasara neden olur.

**g) Yorgunluk ve Aşınma:** Rulmanların kullanım ömrü, çalışma saatleri ve yük koşullarına bağlıdır. Rulmanlar, sürekli yük altında çalıştıkça metal yorgunluğu oluşur. Bu yorgunluk, rulman yüzeylerinde küçük çatlakların ve hasarların oluşmasına yol açar.

Rulmanların arızalanmaması için düzenli bakım, doğru yağlama, uygun montaj ve çalışma koşullarına dikkat edilmesi çok önemlidir.

### 3.3.2.3. Rulmanlarda Görülen Arızaların Belirtileri

Pompa rulmanlarının bozulduğunu gösteren bazı belirgin işaretler vardır. Bu belirtiler, rulmanın arıza yapmaya başladığını ve potansiyel olarak daha büyük sorunlara yol açabileceğini işaret eder. Pompa rulmanlarının bozulduğunu anlamanın başlıca yolları şunlardır:

**a) Gürültü ve Titreşim:** Rulmanlar düzgün çalışırken sessizdir. Ancak rulman aşınmaya başladığında yüksek frekanslı sesler, uğultular, tıkırtılar veya gıcırdamalar oluşabilir. Özellikle rulmandaki metal yüzeylerin aşınması bu tür seslere neden olur. Rulman bozulduğunda pompa sisteminde artan titreşimler de gözlemlenebilir. Bu titreşimler genellikle dengesiz çalışma, rulmanlardaki hasar veya yanlış hizalama nedeniyle oluşur.

**b) Aşırı Isınma:** Bozuk rulmanlar, sürtünme nedeniyle normalden daha fazla ısı üretir. Rulman yataklarının aşırı ısınması, rulmanın yağlanmasında bir sorun olduğunu veya rulmanın iç yapısısnın hasar aldığını gösterebilir.

**c) Yağ Kaçakları veya Kirlenmiş Yağlayıcı:** Pompa rulmanlarında yağlayıcı kaçakları gözlemlenirse bu, rulman contalarında veya yağlama sisteminde bir sorun olduğunu işaret edebilir. Yağlayıcıya kir, metal parçacıkları veya su gibi yabancı maddeler karıştığında rulmanın yüzeyinde aşınma ve yıpranma hızlanır. Yağın renginin değişmesi veya içinde metal parçacıklarının bulunması, rulman arızasının yaklaştığını gösterir.

**ç) Pompanın Verimliliğinin Düşmesi:** Rulmanlardaki sorunlar, pompanın verimliliğini doğrudan etkiler. Pompanın normalde çalıştığı hızda veya basınçta çalışmadığı fark edildiğinde bu durum rulmanların performansının düştüğünü gösterebilir.

**d) Eksenel veya Radyal Hareket:** Rulmanlar düzgün çalıştığında şaftın hareketi sabit ve kontrollüdür. Ancak rulmanlar bozulmaya başladığında şaftta eksenel (ileri-geri) veya radyal (yanal) hareket artar. Bu, rulmanın destek görevini tam olarak yerine getiremediğini gösterir.

**e) Rulman Muayenesi ve Testleri:** Rulman sıcaklığı, termal kamera ile gözlemlenebilir. Aşırı sıcaklık farkları, rulmanın hasar gördüğüne işaret edebilir. Titreşim analiz cihazları kullanılarak rulmanların titreşim seviyeleri ölçülebilir. Artan titreşimler, rulmanın aşındığını veya dengesiz çalıştığını gösterir. Ses analiz cihazlarıyla rulmandan gelen sesler dinlenerek anormal seslerin kaynağı belirlenebilir.

**f) Fiziksel Gözlem:** Rulmanlar; demonte edildiğinde yüzeylerinde çizikler, çatlaklar, aşınma izleri veya renk değişimleri gözlemlenebilir. Bu tür fiziksel hasarlar rulmanın bozulduğuna dair açık işaretlerdir.

**g) Motor Akımı Anormallikleri:** Elektrikli pompalar için rulman arızaları motorda aşırı akım çekimine neden olabilir. Motorun daha fazla güç çektiğini veya aşırı ısındığını fark edildiğinde bu, rulman arızasının bir belirtisi olabilir.

Bu belirtilerden bir veya birkaçı gözlemlendiğinde rulmanların hemen kontrol edilmesi ve gerekli onarımların yapılması önemlidir. Erken müdahale daha büyük arızaların ve yüksek maliyetli onarımların önüne geçer.

### 3.3.2.4. Rulman Yenileme Öncesinde Yapılması Gerekenler

Pompa rulmanlarının değiştirilmesi hassas bir işlemdir ve rulman değiştirilmeden önce dikkatli hazırlık yapılması hem yeni rulmanın ömrünü uzatmak hem de pompa performansını artırmak için önemlidir. Bakım yapılacağı veya sorunun kaynağını tespit etmek gerektiği zaman pompanın durumunun incelenmesi gerekir. Bunun için bazı analizler yapılabilir. Titreşim analizi ile titreşim seviyelerinin yüksek olup olmadığı kontrol edilir ve rulman aşınmasının hangi düzeyde olduğu belirlenir (Görsel 3.62).



**Görsel 3.62: Titreşim kontrolü**

Ses analizi ile de çalışma sırasında çıkan anormal sesler tespit edilir (Görsel 3.63). Rulman sesleri, bilye ya da makara hasarlarını gösterebilir. Sıcaklık kontrolü yapılarak rulmanın çalışırken ne kadar ısındığı termal kameralar veya sıcaklık ölçüm cihazlarıyla kontrol edilir (Görsel 3.64). Aşırı ısınma, aşınmış rulmanların işareti olabilir. Rulman bölgelerinde yapılan titreşim, ses ve sıcaklık kontrolleri sonucu tolerans değerlerini aşan ölçüler alınması hâlinde gerekli işleme başlanır.



**Görsel 3.63: Ses kontrolü**

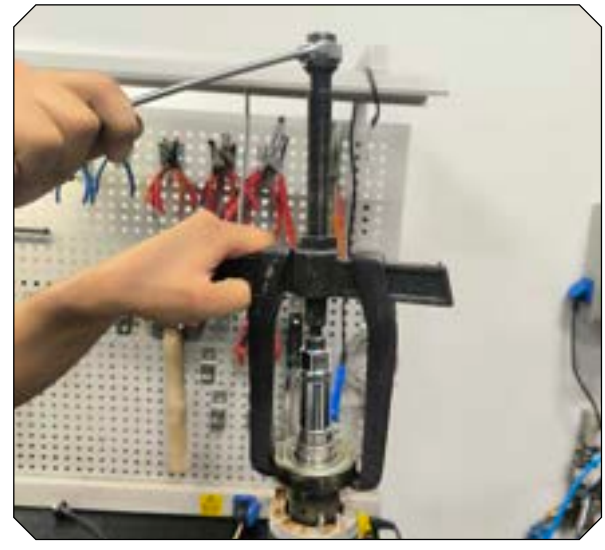


**Görsel 3.64: Sıcaklık kontrolü**

Sorun tespit edildikten sonra rulman değişimi için pompayı çalıştıran elektrik motorunun gücü tamamen kesilir. Pompanın rulmana erişilebilecek şekilde uygun adımlarla sökülmesi gerekir. Mil (şaft), kapaklar ve rulman yuvaları zarar görmeden çıkarılır (Bknz 3.1.2.1). Rulman yatağı ve mil çevresi tüm kir, yağ, pas veya yabancı maddelerden arındırılır. Rulman yatağı dikkatlice incelenir. Çatlaklar, çizikler, ovalleşme gibi deformasyonlar olup olmadığı kontrol edilir. Eğer yatakta bir hasar varsa, yalnızca rulman değişimi yeterli olmayabilir. Şaftta aşınma, deformasyon, paslanma veya çizikler olup olmadığı kontrol edilir. Eğer milde sorun varsa bu da rulmanın düzgün oturmasını engelleyebilir. Milin yatak ve rulmanla doğru hizalanmış olduğundan emin olunmalıdır. Eski rulmanı çıkarmak için uygun araçlar (rulman sökme/çektirme aparatları veya presler) kullanılır (Görsel 3.65). Rulmanın çapına uygun olarak seçilen çektirme aparatının kolları açılarak rulmanı kavrar ve bir anahtar yardımıyla aparatın cıvatası döndürülerek rulman milden ayrılır (Görsel 3.66).



**Görsel 3.65: Farklı ebatlarda çektirme seti**



**Görsel 3.66: Çektirme aparatının bağlanması**

Eski rulman çıkarıldıktan sonra gözlem yapılmalıdır. Aşırı ısınma izleri, çatlaklar veya bilyelerde deformasyon olup olmadığı incelenmelidir. Bu, rulmanın neden bozulduğunun anlaşılmasına yardımcı olur. Bu adımlar tamamlandıktan sonra yeni rulmanın montajı yapılabilir.

**ARAŞTIRMA**

Rulmanın dıştan çektirilmesinin mümkün olmadığı durumlarda bunun nasıl yapılacağını ve yerine hangi yöntemlerle yerleştirileceğini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

### 3.3.2.5. Yeni Rulman Montajı

Pompa rulmanının yenilenmesi sırasında rulmanın doğru şekilde takılması, rulmanın uzun ömürlü ve verimli çalışmasını sağlamak için kritik öneme sahiptir. Montaj sırasında yapılacak hatalar, rulmanın erken arızalanmasına yol açabilir. Değiştirilecek rulmanların pompa üreticisinin belirlediği teknik özelliklere uygun olduğundan emin olunmalıdır. Uygun rulman tipinin (bilyeli, makaralı vb.) ve boyutlarının kontrol edilmesi önemlidir. Pompa üreticisinin tavsiye ettiği ölçülere göre rulman seçimi yapılır. Yeni rulmanın dış çapı, iç çapı ve kalınlığı bir kumpas yardımıyla ölçülerek kontrol edilir (Görsel 3.67).



**a) Dış çap ölçümü** **b) İç çap ölçümü** **c) Kalınlık ölçümü**

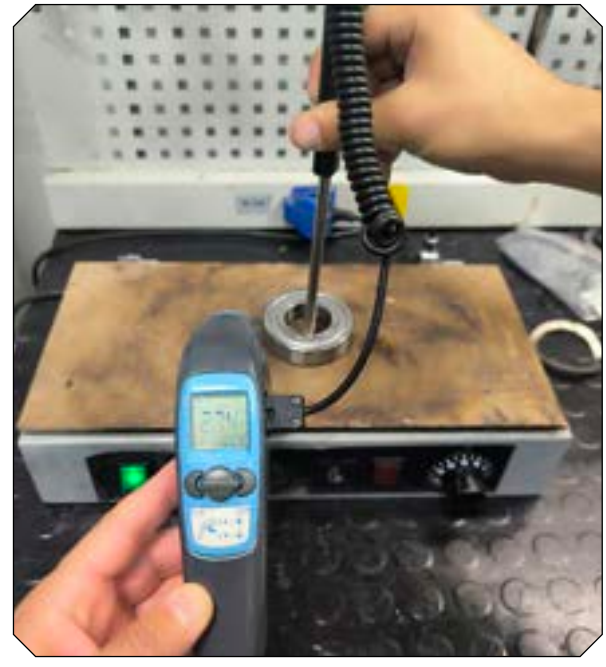
**Görsel 3.67: Kumpas ile ölçme**

Rulman montajı yapılırken ısıtma veya soğuk çakma yöntemleri uygulanır. Isıtma yönteminde rulman yerine yerleştirilirken ısıl genleşme prensibini kullanmak faydalı olur. Rulman bileziklerinin mil üzerinde daha kolay kaymasını sağlamak için rulman, ısıtma cihazında ısıtılır (Görsel 3.68).



**Görsel 3.68: Rulmanın ısıtılması**

Ancak bu ısıtma işlemi kontrollü bir şekilde yapılarak rulmanın çok fazla ısıya maruz kalmamasına dikkat edilir. Genellikle ısıtma işlemi 110 °C'u geçmemelidir. Bunun kontrolünü sağlamak için bir sıcaklıkölçer ile rulman sıcaklığı takip edilir (Görsel 3.69). Yeterli sıcaklığa ulaşan rulman, ısıya dayanıklı bir eldiven ile alınır ve mil üzerine getirilerek yerleştirilir (Görsel 3.70). Yönün önemli olduğu rulmanlarda buna dikkat edilerek montaj yapılır. Rulmanlar, genellikle her iki yöne çalışabilse de bazı rulmanların montajda belirli bir yönde montaj edilmesi gerektirdiği unutulmamalıdır. Diğer bir rulman montaj yöntemi olan soğuk çakma işleminde ise rulman bir çakma aparatı kullanılarak çekiç yardımıyla mildeki yerine oturtulur (Görsel 3.71). Rulmanları yerine oturtmak için doğrudan çekiç veya sert darbe uygulanmamalıdır. Bu durum rulmanın iç bileziklerine, makaralarına veya bilyelerine zarar verebilir.



**Görsel 3.69: Rulmanın sıcaklık kontrolü**



**Görsel 3.70: Isıtılan rulmanın yerleştirilmesi**



**Görsel 3.71: Soğuk çakma işlemi**

Montaj tamamlandıktan sonra rulmanın serbestçe ve düzgün bir şekilde döndüğünden emin olunmalıdır. Herhangi bir sıkışma veya sertlik hissediliyorsa bu yanlış montajın veya hizalamada bir sorun olduğunun işaretidir. Montaj sonrası titreşim analizi yapılabilir. Yeni rulmanlar, düzgün şekilde yerleştirilmişse titreşim minimum seviyede olmalıdır. Rulman montajından sonra pompa dikkatlice çalıştırılmalıdır. Pompa normal çalışma hızına ulaştığında ses, titreşim ve sıcaklık artışı olup olmadığı gözlemlenmelidir. Bu adımlara dikkat edilerek yapılan rulman montajı, rulmanın uzun süre verimli çalışmasını sağlar ve arıza riskini minimuma indirir.

## 3.5. UYGULAMA

Süre: 4 ders saati

### POMPALARDA ÇARK VE RULMAN YENİLEME

**Amaç:** Bir pompanın zarar gören çark ve rulman değişimini yapmak.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Pompa, anahtar takımı, uygun ölçülerde çark, uygun ölçülerde rulman, çektirme aparatı, rulman çakma aparatı, kumpas, plastik tokmak, bez.

**Görev:** Atölyenizde bulunan bir pompanın çark ve rulmanlarını uygun yöntemlerle değişimini yapınız.

| İşlem Basamakları |
|---|
| **1.** İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız. |
| **2.** Kullanacağınız anahtarları ve takımları hazırlayınız. |
| **3.** Pompanın kapak cıvatalarını sökünüz. |
| **4.** Çark ile mili birbirinden ayırınız. |
| **5.** Çektirme aparatı ile rulmanları çıkartınız. |
| **6.** Pompa elemanlarının temizliğini yapınız. |
| **7.** Kumpas ile çark ve rulman ölçülerini kontrol ediniz. |
| **8.** Yeni çarkı el yordamıyla ve tokmak ile mile oturtunuz. Somununu sıkınız. |
| **9.** Çakma aparatı ile yeni rulmanı mildeki yerine yerleştiriniz. |
| **10.** Çarkın ve rulmanın serbest döndüğünü kontrol ediniz. |
| **11.** Pompanın montajını yapınız. |
| **12.** 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 | |
| Pompanın kapak cıvatalarını söktü. | 10 | |
| Çark ile mili birbirinden ayırdı. | 10 | |
| Çektirme aparatı ile rulmanları çıkarttı. | 10 | |
| Kumpas ile ölçme kontrol yaptı. | 10 | |
| Yeni çarkı mile oturttu. | 10 | |
| Yeni rulmanı aparat ile mile çaktı. | 10 | |
| Rulman ve çarkın dönüşlerini kontrol etti. | 10 | |
| Pompanın montajını yaptı. | 10 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

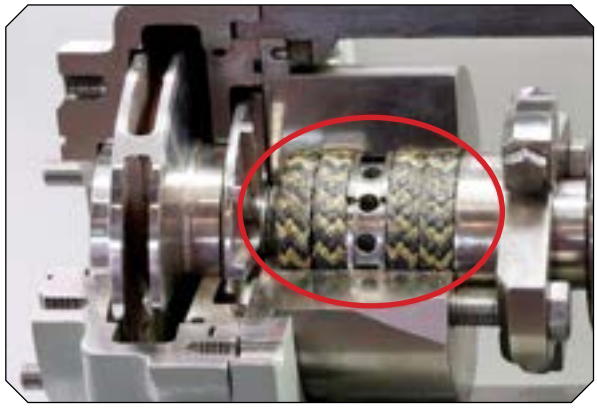
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 3.3.3. Sızdırmazlık Elemanlarının Yenilenmesi

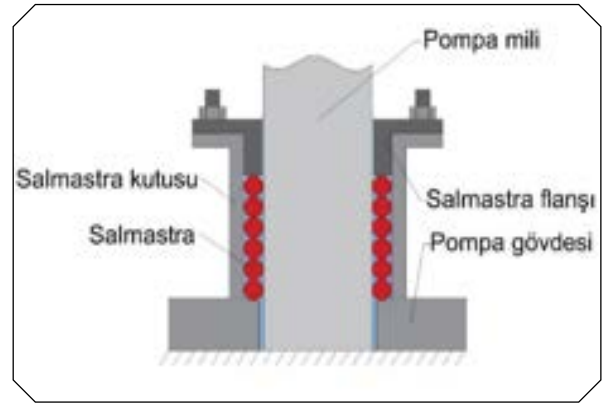
Pompanın yaptığı akışkan transferi sırasında ortama kaçak olmasının önüne geçmek için sızdırmazlık elemanları kullanılır. Bu sızdırmazlık elemanları; pompa şaftı, gövde elemanları ve flanş bağlantılarında bulunur. Pompa şaftı üzerinde yumuşak salmastra, mekanik salmastra veya keçeler kullanılırken gövde elemanları ve flanş bağlantılarında o-ring veya contalar kullanılır. Bu elemanların kontrolü, bakımı ve yenilenmesi sızdırmazlığın sağlanması için önemlidir.

### 3.3.3.1. Yumuşak Salmastra Değişimi

Yumuşak salmastralar, pompanın döner elemanı olan şaft ile gövde arasında oluşacak sızıntıları önleyen sızdırmazlık elemanlarıdır (Görsel 3.72). Salmastra yuvasına yerleştirilen salmastraların üzerine salmastra flanşı / somunu vasıtasıyla baskı uygulanarak sızdırmazlık sağlanır (Görsel 3.73). Salmastranın verimli kullanımı; akışkanın özelliğine, basıncına, sıcaklığına, yerleştirilme şekline, mil ve salmastra yuvasının temizliğine bağlıdır.



**Görsel 3.72: Pompa şaftındaki salmastralar**




**Görsel 3.73: Salmastra yerleşimi**

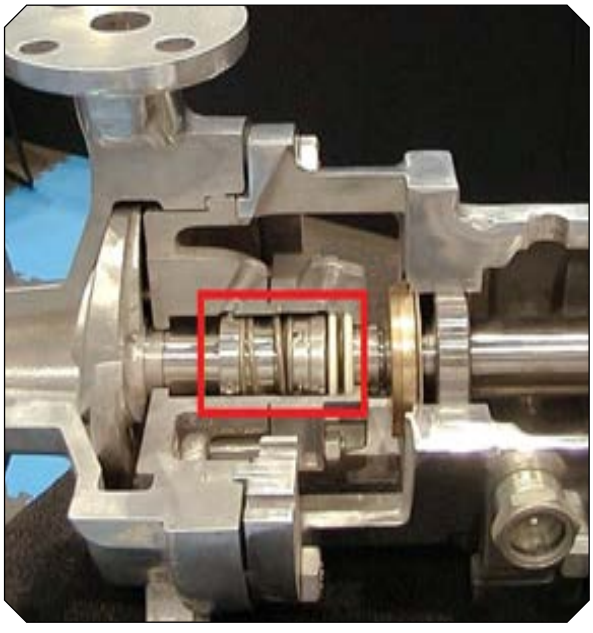
Yumuşak salmastra zamanla yıpranabilir veya işlevini yitirebilir. Bu durumda değiştirilmeleri gerekir. Değiştirileceği zaman pompanın basınçsız ve emniyetli olduğundan emin olunmalıdır. Bunun için elektrik bağlantısı kesilir, pompa giriş ve çıkışındaki valfler kapatılır. Salmastra flanşı / somunu sökülür. Salmastra kutusunda kalan eski salmastralar çıkarılır. Salmastranın yerleşeceği yüzey iyice temizlenir. Salmastra pompa şaftına sarılarak ölçüsü alınır ve kesici bir aletle kesilir (Görsel 3.74). Uygun sayıda salmastra kesilerek uçları birbirine zıt olacak şekilde yuvaya yerleştirilir. Salmastra flanşı ile uygun miktarda sıkılır fakat aşırı sıkmamaya dikkat edilmesi gerekir. Aşırı sıkmak salmastrayı deforme edebilir ve sızıntıya neden olabilir. Sistem yavaşça tekrar devreye alınır. Basınç altında yeni takılan salmastra çevresinde herhangi bir sızıntı olup olmadığını gözlemlenir.



**Görsel 3.74: Salmastranın kesilmesi**

### 3.3.3.2. Mekanik Salmastra Değişimi

Mekanik salmastralar, tekniğin ilerlemesi ile yumuşak salmastraların yerine kullanılan sızdırmazlık elemanıdır. Pompa şaftı ile gövde arasında bulunur (Görsel 3.75). Mekanik salmastra yüksek derecede cilalanmış yüzey çiftinden oluşur. Biri muhafazada sabit, diğeri döner ve pompa miline bağlıdır (Görsel 3.76).



**Görsel 3.75: Mekanik salmastranın yeri**




**Görsel 3.76: Mekanik salmastra**

**BİLGİ KÜPÜ**

Mekanik salmastra seçiminde dikkat edilecek hususular şunlardır:

- Çalışma ortamı
- Malzeme seçimi
- Şaft ve gövde boyutları
- Soğutma ve yağlama
- Montaj kolaylığı

Sızdırmazlık, dönen ve sabit yüzeyler arasındaki temas ile sağlanır. Bu yüzeyler, salmastra mekanizmasında bulunan yayın ürettiği kuvvet tarafından birbirine itilir. Bu kuvvet, şaft dönerken bile sızdırmazlığı sağlamak ve yüzeyler arasındaki teması sürdürmek için kritik öneme sahiptir. Sabit parça gövde içinde hareketsiz kalırken hareketli parça şaftla birlikte döner. Mil döndükçe hareketli parça ve sabit parça yüzeyleri arasında ince bir sıvı filmi oluşur. Bu sıvı filmi, iki parça arasındaki sürtünmeyi ve aşınmayı azaltır. Yay kuvveti ve sıvı filmi; conta yüzeylerinin temas hâlinde kalmasını sağlamak, boşluğu etkili bir şekilde kapatmak ve sızıntıyı önlemek için birlikte çalışır.

Uygun olmayan montaj, kirlenme, sıcaklık değişimleri, korozyon, yağlama eksikliği gibi etkenler; mekanik salmastranın zamanla işlevini kaybetmesine neden olur. Bunun sonucunda değişim işlemi yapılması gerekir. Gerekli iş güvenliği önlemleri alındıktan sonra pompanın gövde kapakları ve çarkı sökülür. Salmastranın hareketli parçası el yordamıyla, gövde kapağına gömülü olan sabit parça ise tornavida kullanılarak yuvasından çıkarılır.

Yeni salmastrayı monte etmeden önce mil ve yuvanın temizliği yapılır. Sabit parça, el yordamı ile gövdedeki yuvasına oturtulur (Görsel 3.77). Hareketli parça da şafta geçirilerek sabit parçanın üzerine konumlandırılır (Görsel 3.78). Salmastra montajının ardından çark mile somunla sıkılır ve gövde kapakları kapatılır. Pompa devreye alınır ve sızdırmazlık kontrolü yapılır.



**Görsel 3.77: Sabit parçanın takılması**



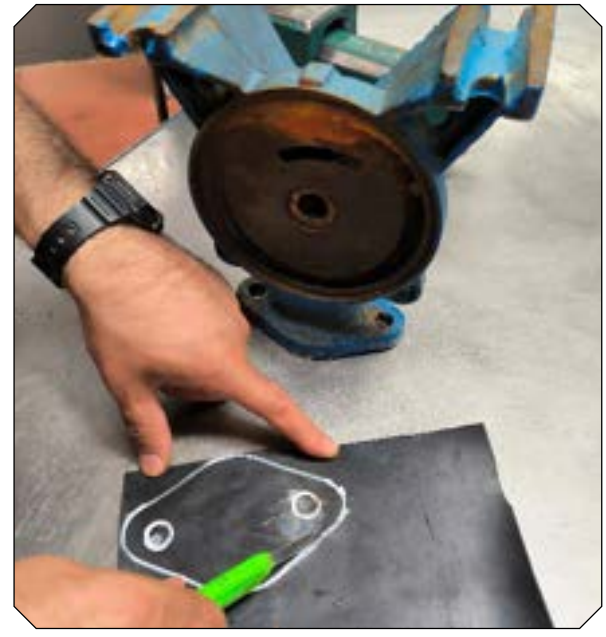
**Görsel 3.78: Hareketli parçanın takılması**

### 3.3.3.3. Conta Değişimi

Contalar, pompalarda genellikle giriş ve çıkış hatlarındaki flanş bağlantılarında ve gövde parçalarının arasında kullanılır. Pompanın çalışacağı akışkanın özelliklerine göre contanın seçilmesi gerekir. Conta değişimi için gerekli önlemler alındıktan sonra eski conta çıkarılır ve yüzey temizliği yapılır. Seçilen conta malzemesinin üzerine kesimi yapılacak pompa flanşı yerleştirilerek kalem yardımıyla markalama işlemi yapılır (Görsel 3.79). Conta kesici bir alet kullanılarak markalanan çizgiler üzerinden kesilir (Görsel 3.80). Kesilen contalar, flanşların arasına yerleştirilir ve cıvatalar yardımıyla sıkılır. Cıvataların sıkılması sırasında conta yüzeyinde deformasyon olmaması için sıkma sıralamasına ve torkuna dikkat edilir. Pompa devreye alınarak contalardan sızıntı olup olmadığı gözlemlenir.



**Görsel 3.79: Markalama işlemi**



**Görsel 3.80: Kesim işlemi**

## 3.6. UYGULAMA

Süre: 4 ders saati

### POMPALARDA SIZDIRMAZLIK ELEMANLARINI YENİLEME

**Amaç:** Bir pompanın işlevini kaybeden sızdırmazlık elemanlarını değiştirmek.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Pompa, anahtar takımı, salmastra, conta, salmastra çıkarıcısı, maket bıçağı, tork anahtarı.

**Görev:** Atölyenizde bulunan bir pompanın sızdırmazlık elemanlarının değişimini yapınız.

| İşlem Basamakları |
|---|
| **1.** İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız. |
| **2.** Kullanacağınız anahtarları ve takımları hazırlayınız. |
| **3.** Salmastra flanşını sökünüz. |
| **4.** Salmastra yuvasından eski salmastraları çıkartınız ve temizleyiniz. |
| **5.** Yeni salmastrayı mil üzerine yerleştirerek ölçü alınız ve kesiniz. |
| **6.** Hazırladığınız salmastraları yerleştiriniz. Salmastra flanşını sıkınız. |
| **7.** Pompa flanş bağlantılarındaki contaları çıkarınız. |
| **8.** Flanşları yeni conta üzerinde markalayınız. |
| **9.** Markama çizgileri üzerinden contayı kesiniz. Hazırladığınız contayı flanşlar arasına yerleştiriniz. |
| **10.** Cıvataları sıkma sırasına ve torkuna göre sıkınız. |
| **11.** Pompayı devreye alarak salmastra ve contalarda sızdırmazlık kontrolü yapınız. |
| **12.** 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 | |
| Eski salmastraları çıkardı. | 10 | |
| Salmastraları ölçüsünde hazırladı. | 10 | |
| Salmastraları yuvaya yerleştirdi. | 10 | |
| Salmastra flanşını sıktı. | 10 | |
| Yeni contayı markaladı. | 10 | |
| Yeni contayı kesti. | 10 | |
| Contayı flanşların arasına monte etti. | 10 | |
| Sızdırmazlık kontrolü yaptı. | 10 | |
| Temizlik işleminin ardından çalışma ortamını düzenledi. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 3. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI

**Aşağıda verilen soruların doğru cevabını işaretleyiniz.**

**1. Mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştüren boru devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Filtre
B) Kompresör
C) Pompa
D) Silindir
E) Valf

**2. Aşağıdakilerden hangisi pozitif deplamanlı pompa değildir?**

A) Dişli
B) Loblu
C) Pistonlu
D) Santrifüj
E) Vidalı

**3. Dinamik pompalarla ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi doğrudur?**

A) Yüksek akış oranına sahiptir.
B) Yüksek basınç üretirler.
C) Yüksek viskoziteli akışkan basarlar.
D) Akışkan gücü elde etmek için kullanılırlar.
E) Emniyet valfi kullanımı zorunludur.

**4. Dişli pompalar ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Birbirini tahrik eden dişlilerden meydana gelir.
B) Dişlilerin dönüş hızıyla orantılı olarak darbesiz ve düzgün bir akış sağlar.
C) Hidrolik akışkan gücüne ihtiyaç duyulan uygulamalarda en çok tercih edilen pompadır.
D) Sınırlı sayıda hareketli parçasıyla kompakt ve basit yapıdadır
E) Düşük basınç ve viskozitelerde çalışma imkânı sunar.

**5. Loblu pompalar ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Dıştan dişli pompa ile benzer çalışma prensibine sahiptir.
B) Yüksek viskoziteli akışkan pompalayabilir.
C) Emiş yeteneğinin yüksek olmasından dolayı kavitasyon riski azdır.
D) İçten dişli pompa ile benzer çalışma prensibine sahiptir.
E) Loblar birbiri ile temas etmez.

**6. Santrifüj pompalar ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Merkezkaç kuvveti ile akışkanı transfer eder.
B) Vakum yetenekleri güçlüdür.
C) Basınç tahliyesi için emniyet valfine ihtiyaç yoktur.
D) Yüksek viskoziteli sıvıların transferinde tercih edilmezler.
E) Yatay veya dikey yerleştirilebilirler.

**7. Pompalarda basınç farkından dolayı gerçekleşen olay aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Aşınma
B) Erozyon
C) Kavitasyon
D) Korozyon
E) Paslanma

**8. Pompalarda korozyon temizliği ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Kimyasal temizlik kapalı bir ortamda yapılır.
B) Tel fırça kullanılırken pompa elemanı ile fırça telinin malzemesi uyumlu olmalıdır.
C) Pompanın dar bölümlerinin temizliğini yaparken milli kalem tel fırçalar kullanılır.
D) Sülfirik asit, nitrik asit, fosforik asit, hidroklorik asit gibi güçlü asitler kullanılabilir.
E) Pompa elemanları kalından inceye doğru kademeli zımparalama yapılır.

**9. Pompalarda boyama ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Metal yüzeylerde paslanmayı önlemek için pas önleyici bir astar uygulanmalıdır.
B) Püskürtme yöntemi boyanın yüzeye eşit dağılımını sağlar
C) Koruyucu vernik uygulanması dış koşullara karşı ekstra koruma sağlar.
D) Hava akışı, boyanın daha hızlı ve düzgün bir şekilde kurumasına yardımcı olur.
E) Metal yüzeylerde kalın tüylü rulo daha pürüzsüz boyama sağlar.

**10. Sistemi kesintiye uğratmadan süzme işlemi yapan filtre türü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) İkili
B) Konik
C) Silindirik
D) Tekli
E) Y

**11. Filtreleme işleminin gerçekleştiği bölümü koruyan filtre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Filtre elemanı
B) Conta
C) Kapak
D) Gövde
E) Basınç göstergesi

**12. Bir dizi kavisli kanattan oluşan pompanın en önemli parçası aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Çark
B) Mil
C) Rulman
D) Gövde
E) Mekanik salmastra

**13. Aşağıdakilerden hangisi rulmanların görevlerinden değildir?**

A) Isıyı dağıtma
B) Sızdırmazlık sağlama
C) Aşınma ve yıpranmayı azaltma
D) Sürtünmeyi azaltma
E) Destekleme

**14. Aşağıdakilerden hangisi rulmanların arıza sebeplerindendir?**

A) Yetersiz veya yanlış yağlama
B) Kirlenme
C) Yanlış montaj
D) Korozyon
E) Hepsi

**15. Rulman yenilenmeden önce aşağıdakilerden hangisi yapılmaz?**

A) Titreşim, ses ve sıcaklık kontrolleri sonucu arızalı rulman belirlenir.
B) Yeni rulmanın dış çapı, iç çapı ve derinliği bir kumpas yardımıyla ölçülerek kontrol edilir.
C) Rulmanın rahat çıkması için mil ısıtılır.
D) Eski rulmanı çıkarmak için çektirme aparatı kullanılır.
E) Çatlaklar, çizikler, ovalleşme gibi deformasyonlar olup olmadığı kontrol edilir.

**16. Yeni rulman montaj edilirken aşağıdakilerden hangisi yapılmaz?**

A) Mil ve rulman yuvası temizlenir.
B) Rulman ısıtma cihazında ısıtılır.
C) Yönün önemli olduğu rulmanlarda buna dikkat edilerek montaj yapılır.
D) Rulmanları yerine oturtmak için rulmanlara doğrudan çekiç ile vurulur.
E) Montaj tamamlandıktan sonra rulman serbestçe dönmelidir.

**17. Aşağıdakilerden hangisi pompalarda kullanılan sızdırmazlık elemanlarından değildir?**

A) Burç
B) Conta
C) Keçe
D) O-ring
E) Salmastra

**18. Yağ ve yakıt devrelerinde kullanılan filtre türü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Deniz suyu
B) Hidrolik
C) Hava
D) Tatlı su
E) Turboşarj

**19. Aşağıdakilerden hangisi conta kesim işlemlerinden değildir?**

A) Markalama yapılması
B) Yüzeyin yağlanması
C) Deliklerin açılması
D) Conta yüzeyinin temizlenmesi
E) Uygun et kalınlığında conta seçilmesi

**20. Aşağıdakilerden hangisi salmastra montajında dikkat edilecek hususlardan değildir?**

A) İstenilen açılarda kesilmesi
B) Çalışacağı basınç ve sıcaklığa uygun olması
C) Şaşırtmalı bir şekilde yerleştirilmesi
D) Salmastra flanşının dengeli sıkılması
E) Çark üzerinden ölçü alınması

**NOT:** Cevaplarınızı, cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz veya cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları tekrar ediniz.

# HİDROLİK – PNÖMATİK SİSTEMLERDE BAKIM VE ONARIM İŞLEMLERİ

4. ÖĞRENME BİRİMİ



## KONULAR

4.1. HİDROLİK SİSTEMLER ÜZERİNDEKİ ATIKLARI TEMİZLEME

4.2. HİDROLİK SİSTEMLERDEKİ SIZDIRMAZLIK ELEMANLARINI DEĞİŞTİRME

4.3. PNÖMATİK SİSTEMLERDEKİ SIZDIRMAZLIK ELEMANLARINI DEĞİŞTİRME

## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Hidrolik sistemler üzerindeki atıkları uygun yöntemler ile temizleme
- Hidrolik sistemlerdeki özelliğini kaybetmiş sızdırmazlık elemanlarını değiştirme
- Pnömatik sistemlerdeki özelliğini kaybetmiş sızdırmazlık elemanlarını değiştirme

## TEMEL KAVRAMLAR

Basınç, Hidrolik, Kompresör, Pnömatik, Pompa, Silindir, Valf

## HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Çevrenizde bulunan hidrolik sistemlerde yağ kaçağı olup olmadığını gözlemleyerek görüşlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Hidrolik sistemlerdeki yağ kaçaklarının sebeplerini arkadaşlarınız ile tartışınız.
3. Pnömatik sistemlerde hava kaçağı olup olmadığını gözlemleyerek görüşlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

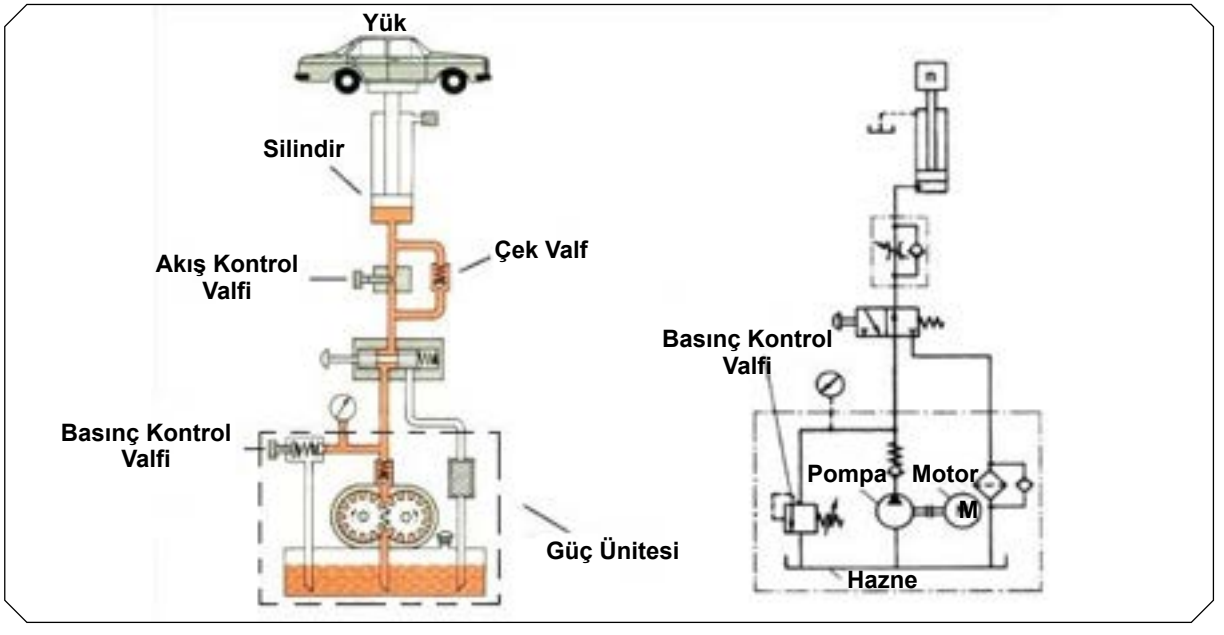


# GİRİŞ

Hidrolik ve pnömatik sistemlerde sızdırmazlık büyük bir öneme sahiptir. Sızdırmazlık özelliğini kaybeden hidrolik ve pnömatik sistemlerde güç kaybı yaşanacağından sistemler istendiği gibi iş üretemez. Hidrolik ve pnömatik sistemlerin planlandığı gibi üstlendikleri işleri aksatmadan yapmaları için düzenli olarak bakımlarının yapılması gerekmektedir.

## Hidrolik Sistemler

Hidrolik enerjinin hidrolik sıvılar ve çeşitli devre elemanlarının kullanılması ile mekanik enerjiye dönüştürüldüğü sistemlere **hidrolik sistem** denir (Görsel 4.1).




**Görsel 4.1: Hidrolik sistem örneği**

Hidrolik sistemler; gemilerin yükleme ve boşaltma sistemlerinde, dümen mekanizmalarında, ambar kapaklarında, taşıt rampalarında (Görsel 4.2), liman yükleme ve boşaltma elemanlarında, imalat sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.



**Görsel 4.2: Ro-ro gemisi taşıt rampası**

Hidrolik sistemlerin avantajları ve dezavantajları vardır. Sistem tercihi yapılırken bunlar göz önünde bulundurulmalıdır.

### Hidrolik Sistemlerin Avantajları

- Büyük kuvvet gerektiren iş elemanlarında kullanılabilir.
- Hassas hız ve güç ayarı yapılabilir.
- Hidrolik sıvı basınç iletiminin yanında soğutma ve yağlama işlemi gerçekleştirir.
- Emniyetli ve sessiz (darbesiz, vuruntusuz) çalışır.

### Hidrolik Sistemin Dezavantajları

- Bakım ve onarım maliyetleri yüksektir.
- Sistemde oluşabilecek yağ kaçakları, çevre güvenliğini tehlikeye sokar.
- Yüksek basınç sebebiyle bağlantı noktalarında hidrolik sıvı kaçakları olabilir.
- Uzun mesafeli çalışma hatlarında sürtünme kuvveti basınç düşümüne sebep olur.
- Aşırı ısınma, hidrolik sıvının viskozite (akışkanlık) değerlerini değiştirebilir.

## Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Teknik Terimler

Hidrolik sistemlerde kullanılan teknik terimler vardır. Sistem özelliklerinin ve yapısının anlaşılabilmesi için hidrolik sistemlerde kullanılan terimlerin bilinmesi gerekir.

- **Debi (Q):** Belirli bir kesitten birim zamanda geçen akışkan miktarına denir. Debi ölçüm birimi olarak litre/dakika (lt/dk) veya $cm^3$/saniye kullanılır.

- **Basınç (P):** Belirli bir hacme sahip kabın içerisinde sıkıştırılan sıvının, bulunduğu kabın bütün yüzeylerine uyguladığı eşit kuvvete **basınç** denir. Basınç birimi ‘’bar’’dır. Hidrolik sistemlerde basınç, manometreler yardımı ile ölçülür.

- **Kavitasyon:** Sistem içerisine karışan gazların (sıcaklık ve basınca bağlı olarak) çok hızlı bir şekilde gaz-sıvı fazları arasındaki hareketleri nedeniyle sistem parçalarının yüzeylerinde oluşturdukları aşındırma olayına **kavitasyon** denir.

## Hidrolik Akışkanlar

Hidrolik sistemlerde hidrolik pompa yardımı ile elde edilen basıncı iş elemanlarına iletmek için hidrolik yağlar kullanılmaktadır. Hidrolik yağlar, kullanılacak sistem çalışma şartlarına uygun seçilmelidir. Gemi hidrolik devrelerinde kullanılacak yağların alevlenme veya parlama sıcaklığı 150 °C’un altında olmamalıdır. Sistem bakımları yapılırken hidrolik yağ mutlaka kontrol edilmelidir. Hidrolik yağın viskozitesi, hidrolik yağda çamurlanma veya polimerleşme olup olmadığına bakılmalıdır. Tank üzerindeki hidrolik yağ seviye göstergesine bakılarak hidrolik yağ seviyesi kontrol edilir. Hidrolik akışkanda eksilme varsa seviye göstergesi üzerindeki dolum noktasına kadar hidrolik yağ ilave edilir.

Hidrolik yağların başlıca görevleri şunlardır:

- Hareket ve güç iletimini gerçekleştirir.
- Hidrolik devre elemanlarını yağlar.
- Hidrolik sistemin soğutulmasına katkı sağlar.
- Devre elemanlarını, korozyona karşı korur.
- Sistem içerisinde oluşabilecek atıkları filtreye ulaştırarak sistem temizliğini gerçekleştirir.

Hidrolik yağlar, sistem içerisindeki görevlerini yerine getirebilmeleri için bazı özelliklere sahip olmalıdırlar. Bu özellikler şunlardır:

**a) Viskozite:** Sıvıların akmaya karşı gösterdiği dirence denir. Sıvı akışkanlığı yüksekse viskozite düşüktür.

**b) Akma Noktası:** Hidrolik yağın akış özelliğini kaybettiği sıcaklık değeridir.

**c) Alev Alma Noktası:** Hidrolik yağın alevlenme değeridir.

**ç) Polimerleşme:** Yağ moleküllerinin birleşerek daha büyük moleküler yapı oluşturması olayıdır. Yüksek basınç ve ısı, polimerleşmeyi hızlandırır.

**d) Köpüklenme:** Basınç altında çalışan hidrolik yağın içinde oluşan hava kabarcıklarıdır. Köpüklenme, hidrolik sistemlerde vuruntu ve titreşime yol açar.

**e) Yağlama Yeteneği:** Hidrolik sıvılar, hareketli devre elemanlarının arasında makro boyutta çok ince film tabakası oluşturarak yağlama işlevini yerine getirebilecek özellikte olmalıdır.

**f) Oksidasyon:** Hidrolik yağlar, oksitlenmeye (oksijenle reaksiyona girmeye) karşı dirençli olmalıdır. Oksitlenme, yağın yapısını bozarak işlevselliğini kaybetmesine sebep olur.

## Hidrolik Devre Elemanları

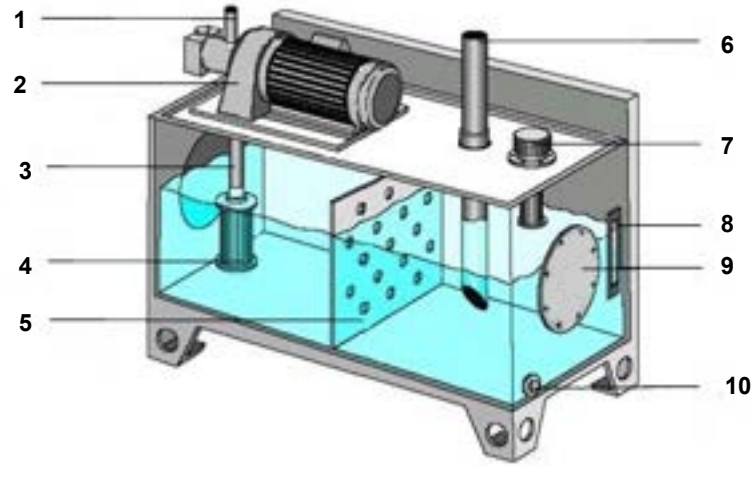
Hidrolik devre elemanları; güç üretim ve iletim birimi elemanları, kontrol birimi elemanları ve iş (tahrik) birimi elemanları olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.

### a) Güç Üretim ve İletim Elemanları

Sistem çalışma basıncının elde edildiği birimdir. Elde edilen basınçlı akışkan iletim elemanları yardımı ile kontrol birimi ve iş birimi elemanlarına iletilir.

**1. Hidrolik Yağ Tankları**

Hidrolik sistemlerde hidrolik yağların depolandığı devre elemanıdır (Görsel 4.3).




1) Basınç hattı
2) Pompa ve elektrik motoru
3) Yağ emiş hattı
4) Emiş hattı filtresi
5) Dinlendirme plakası
6) Dönüş hattı
7) Dolum kapağı
8) Hidrolik yağ seviye ve sıcaklık göstergesi
9) Menfez
10) Boşaltma tapası

**Görsel 4.3: Yağ tankı**

### 2. Hidrolik Pompalar

Pompalar gerekli olan çalışma basıncını elde etmek için kullanılan devre elemanlarıdır.

#### I. Dişli Pompalar

- **Dış Dişli Pompa:** İki dişlinin zıt yönlere dönmesi ile hidrolik akışkana basınç kazandıran pompa çeşididir.
- **İç Dişli Pompa:** Farklı merkezlere yerleştirilmiş, iç içe geçmiş iki adet dişlinin aynı yönde dönmesi ile basınç elde eden pompa çeşididir.

#### II. Vidalı Pompa

Hidrolik yağı, vida boşlukları arasında iterek hidrolik akışkana basınç kazandıran pompa çeşididir.

#### III. Pistonlu Pompalar

- **Eksenel Pistonlu Pompa:** Pompa içerisindeki pistonların, emme (vakum) ve basma işlemlerini gerçekleştirerek hidrolik basınç oluşturan pompa çeşididir.
- **Radyal Eksenli Pistonlu Pompa:** Hareket miline dik pistonlar sayesinde emme (vakum) ve basma işlemlerini yaparak basınç elde eden pompalardır.

#### IV. Paletli Pompalar

Ekseni kaçık bir rotorun dönmesi ile pompa içindeki paletlere (kanatlara) hidrolik yağ vakumlanır. Daha sonra vakumlanan yağın sıkıştırılarak sisteme basınçlı olarak verilmesini sağlayan pompalardır.

### 3. Filtreler

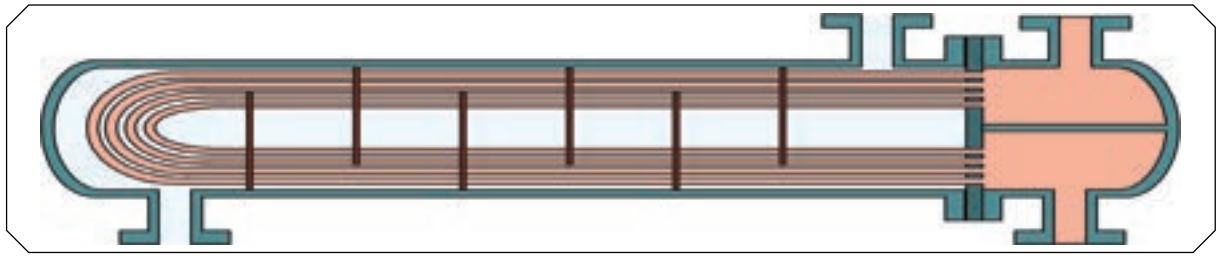
Hidrolik sistem içerisinde devre elemanlarında meydana gelen aşınmalardan kaynaklı oluşan atıkları tutarak hidrolik yağa karışmasını engelleyen devre elemanıdır (Görsel 4.4).



**Görsel 4.4: Hidrolik yağ filtreleri**

### 4. Hidrolik Yağ Isıtıcıları

Çalışma şartlarına bağlı olarak düşen yağ sıcaklığını, çalışma sıcaklığına yükseltmek için hidrolik sistemlerde yağ ısıtıcıları kullanılmalıdır (Görsel 4.5).



**Görsel 4.5: Hidrolik yağ ısıtıcısı**

**5. Hidrolik Yağ Soğutucuları**

Çalışma ortamı veya uzun süreli yük altında çalışma sonucunda ısınan hidrolik yağların sıcaklıklarını çalışma sıcaklığında tutabilmek için hava veya su ile soğutma yapan yağ soğutucuları kullanılmalıdır.

**6. Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Borular, Hortumlar, Bağlantı ve Sızdırmazlık Elemanları**

Hidrolik yağın devre elemanlarına iletilmesi için borular, hortumlar, bağlantı elemanları ve sızdırmazlık elemanları kullanılmaktadır.

**I. Borular:** Hidrolik sistemlerde korozyon direnci yüksek, dikişiz, çelik borular kullanılmalıdır. Hidrolik boruların çapları çalışma basıncına uygun çapta olmalıdır (Görsel 4.6).

**II. Hortumlar:** Hidrolik yağ iletimi için yüksek basınçlara dayanıklı kauçuk malzemeden imal edilmiş devre elemanıdır. Genellikle hareketli parçaların bağlanmasında ve kısa mesafeli bağlantılarda hidrolik hortumlar tercih edilir (Görsel 4.7).



**Görsel 4.6: Hidrolik boru devresi**



**Görsel 4.7: Hidrolik hortum**

**BİLGİ KÜPÜ**

Hidrolik hortumlar üç katmanlı yapıya sahiptir. Hortumun iç tabakası polyester elastomer malzemeden yapılır. İkinci tabaka basınç dayanımını artırmak için çelik örgü telden, dış yüzeyi oluşturan son tabaka ise kauçuk özlü sentetik malzemeden oluşur.

**ARAŞTIRMA**

Hidrolik hortum basınç testinin nasıl yapıldığını araştırarak elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

**III. Bağlantı Elemanları:** Hidrolik devrelerde boruların, hortumların ve devre elemanlarının birbirleri ile olan bağlantılarını gerçekleştirmek için nipel, Te, dirsek, rakor ve çabuk bağlantı elemanları kullanılarak hat bağlantıları gerçekleştirilir (Görsel 4.8).

**IV. Sızdırmazlık Elemanları:** Hidrolik devre elemanlarının bağlantı noktalarından hidrolik yağ sızıntısını engellemek için conta, o-ring, keçe, teflon bant ve sıvı contalar sızdırmazlık elemanı olarak kullanılmaktadır (Görsel 4.9).



**Görsel 4.8: Hidrolik devre bağlantı elemanları**



**Görsel 4.9: O-ring**

### 7. Seviye ve Sıcaklık Göstergesi

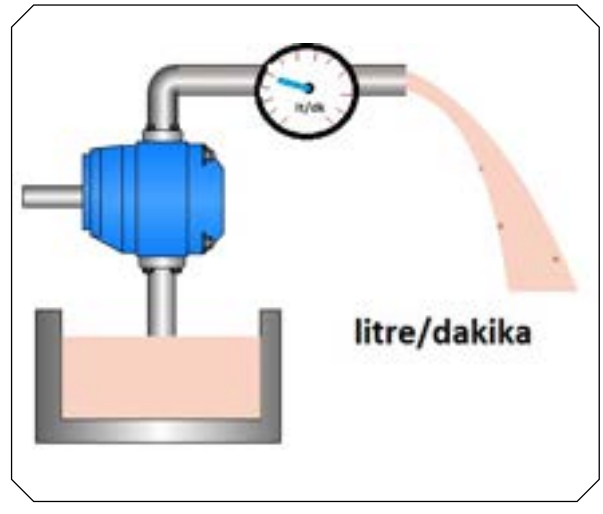
Seviye göstergesi, hidrolik yağ tankı üzerinde bulunur. Tank içerisindeki yağ miktarını gösteren devre elemanıdır. Sıcaklık göstergesi ise seviye göstergesi ile bir arada bulunan ve hidrolik yağın sıcaklığını ölçen elemandır (Görsel 4.10).

### 8. Debimetre

Bir borudan veya hortumdan geçen akışkanın hacim cinsinden miktarını ölçen devre elemanıdır (Görsel 4.11).



**Görsel 4.10: Hidrolik yağ sıcaklık ve yağ seviyesi göstergesi**




**Görsel 4.11: Debi ölçümü**

**9. Manometre**

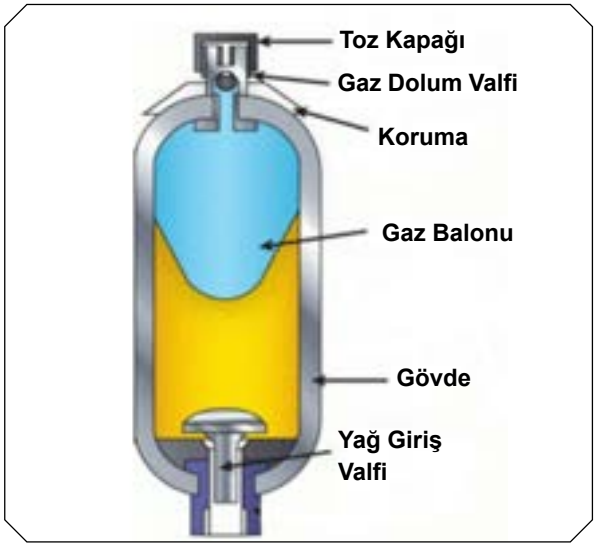
Hidrolik sistemde akışkanın basıncını gösteren devre elemanıdır (Görsel 4.12).

**10. Hidrolik Akümülatörler**

Ani basınç düşümlerine karşı sistem güvenliğini sağlamak için kullanılır. Enerji akışını kısa süreliğine sağlamaktadır (Görsel 4.13).



**Görsel 4.12: Manometre**




**Görsel 4.13: Akümülatör**

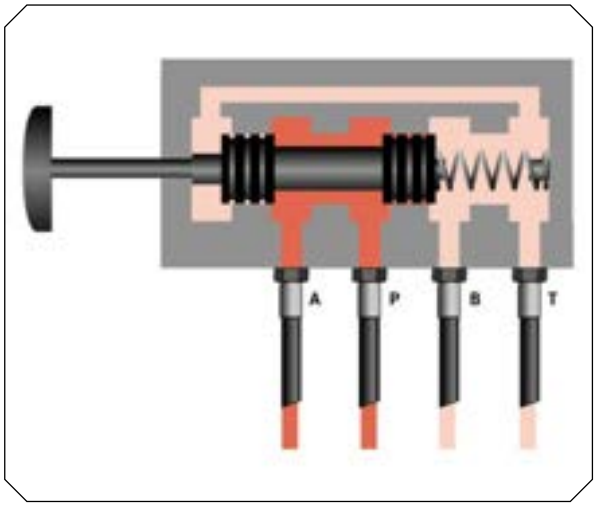
**b) Kontrol Birimi Elemanları**

Basınçlı akışkanı yönlendiren, akışkanın basınç ve akış değerlerini ayarlayan devre elemanlarına kontrol birimi elemanları denir. Kontrol birimi elemanları; yön kontrol valfleri, basınç kontrol valfleri, akış kontrol valfleri ve çek valflerdir.

**1. Yön Kontrol Valfleri:** Hidrolik yağı istenilen yöne ileten kontrol birimi elemanıdır (Görsel 4.14 ve 4.15).

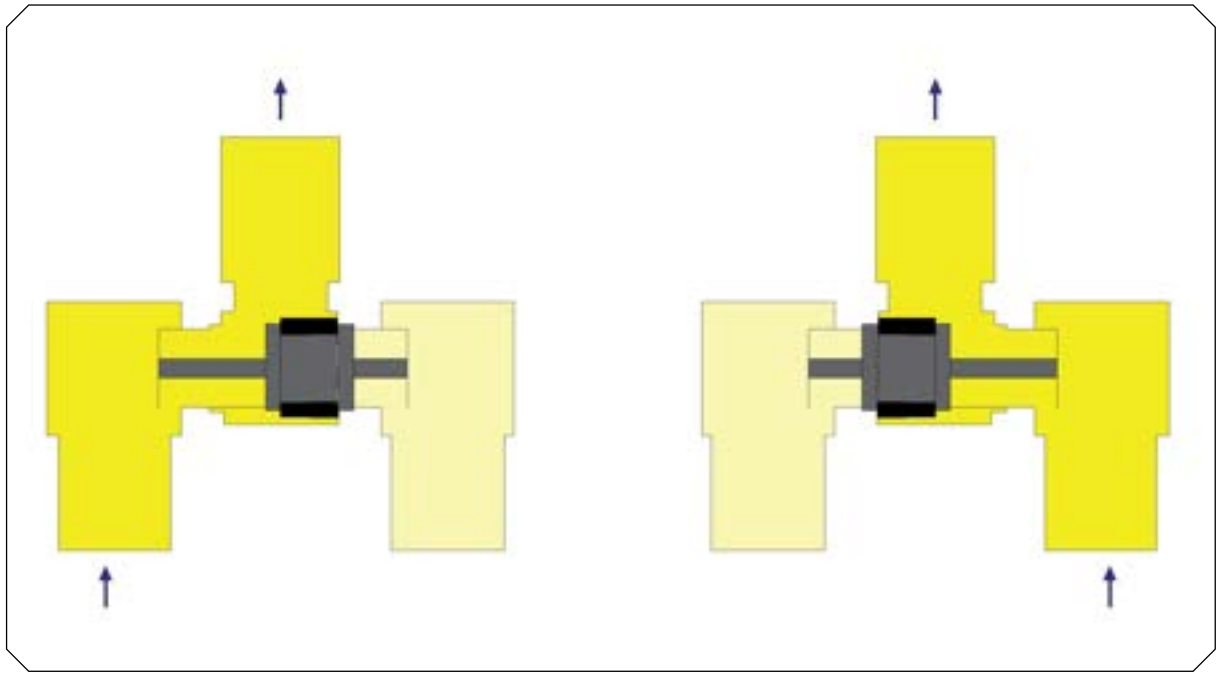


**Görsel 4.14: 4/3 Yön kontrol valfi**



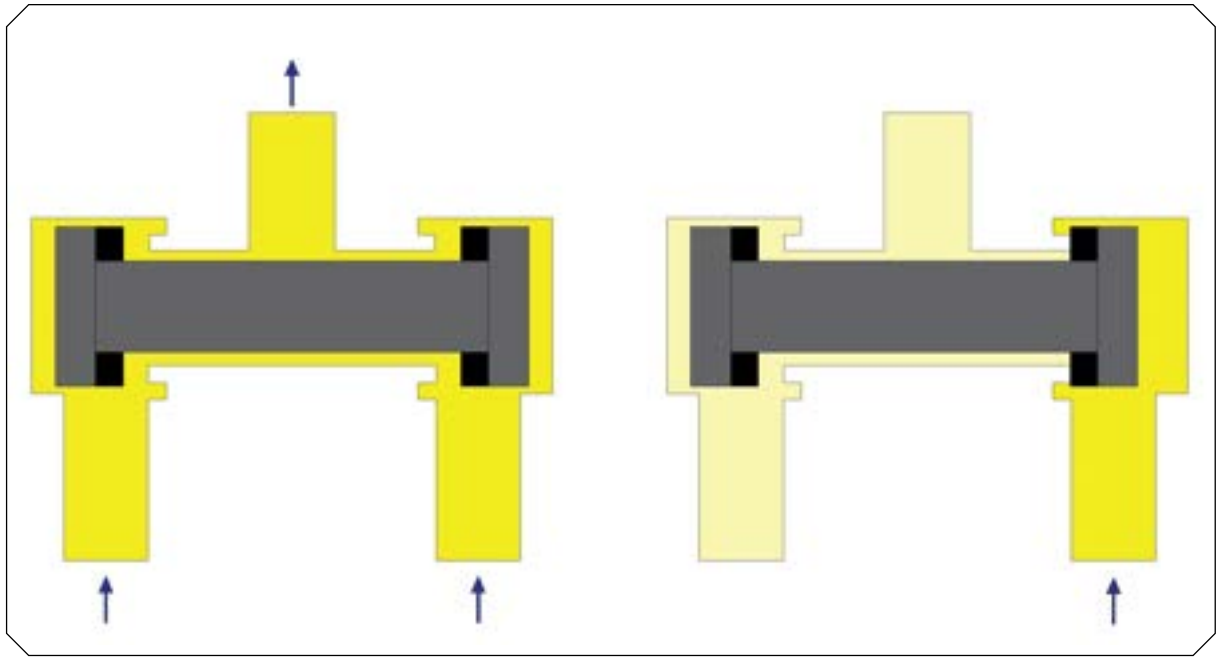

**Görsel 4.15: 4/2 Yön kontrol valfi**

**2. Veya Valfi:** Hidrolik sistemde iki kontrol merkezinin bulunduğu ve her iki merkezden de sistemin kumanda edilmesi gereken durumlarda kullanılır. Valfte bulunan giriş noktalarından herhangi birinden akış sağlandığında sistem çalışır (Görsel 4.16).



**Görsel 4.16: Veya valfi**

**3. Ve Valfi:** İki kumanda merkezi olan ve kumanda merkezlerinden aynı anda komut verilerek çalıştırılmak istenen sistemlerde kullanılan devre elemanıdır. Valfin akışkan geçişine izin vermesi için valf giriş noktalarının her ikisinden de aynı anda sinyal gönderilmelidir (Görsel 4.17).



**Görsel 4.17: Ve valfi**

**4. Basınç Kontrol Valfleri**

Hidrolik sistemlerde basıncı düşürmeye veya sıralamaya yarayan devre elemanlarıdır.

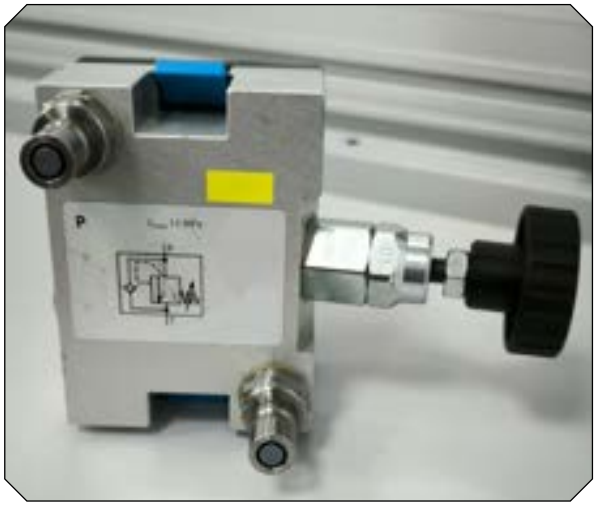
**I. Basınç Sıralama Valfi:** Hidrolik sistem üzerinde birden çok iş elemanının belirli bir sıralamayla çalışmasının istendiği durumlarda kullanılan devre elemanıdır.

**II. Basınç Düşürme Valfi:** Çalışma basıncını devre elemanına göre ayarlamak için kullanılan valflerdir.

**III. Basınç Emniyet Valfi:** Sistem üzerinde oluşabilecek ani basınç yükselmelerine karşı basıncı istenen seviyede tutan devre elemanıdır (Görsel 4.18).

**5. Akış Kontrol Valfleri**

Hidrolik yağın debisini deştirerek silindir veya hidrolik motorların çalışma hızını ayarlayan devre elemanıdır (Görsel 4.19).



**Görsel 4.18: Basınç emniyet valfi**



**Görsel 4.19: Akış kontrol valfi**

**6. Çek Valfler**

Hidrolik sistemde akışın tek yönlü olmasını sağlayan devre elemanıdır (Görsel 4.20).



**Görsel 4.20: Çek valf**

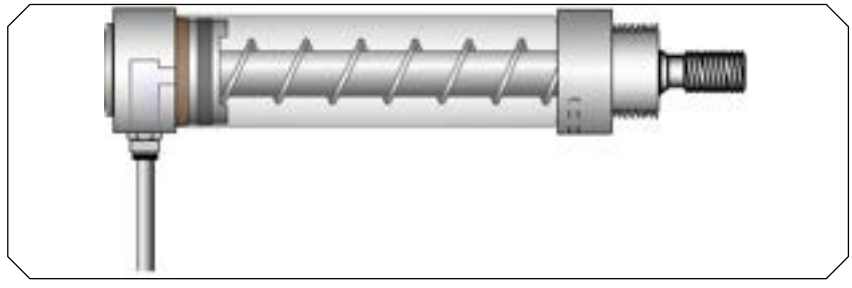
## c) İş (Tahrik) Birimi Elemanları

Hidrolik sistemlerde hidrolik enerjiyi işe aktaran elemanlardır. Silindirler yardımı ile doğrusal, hidrolik döndürücüler yardımı ile açısal, hidrolik motorlar yardımı ile dairesel hareket elde edilir.

### 1. Hidrolik Silindirler

Hidrolik enerjiyi doğrusal harekete dönüştüren devre elemanıdır.

**I. Tek Etkili Silindir:** Hidrolik yağın piston içine tek bir noktadan giriş-çıkış yaptığı silindirlerdir. Piston kolu, ilk konumuna içinde bulunan yay yardımı ile veya üzerindeki yük etkisiyle gelir. Yay yardımı ile ilk konumuna gelen silindirlere yay geri getirmeli silindir denir (Görsel 4.21).



**Görsel 4.21: Tek etkili yay geri getirmeli hidrolik silindir**

**II. Çift Etkili Silindir:** Silindir üzerinde iki tane giriş çıkış noktası bulunan silindirlerdir (Görsel 4.22).



**Görsel 4.22: Çift etkili hidrolik silindir**

**III. Tandem Silindir:** Silindir bloğu içinde aynı piston koluna bağlı, birden çok pistonu olan silindirlerdir. Elde edilen güç miktarını artırmak için tercih edilir.

**IV. Yastıklamalı Silindir:** Pistonun silindir tabanına çarparak oluşturabileceği zararları engellemek için piston üzerine yastıklama burçları takılarak elde edilen silindirlerdir.

### 2. Hidrolik Motorlar

Hidrolik enerjiyi, dairesel enerjiye çeviren devre elemanlarıdır (Görsel 4.23).



**Görsel 4.23: Hidrolik motor**

### 3. Hidrolik Döndürücüler

Hidrolik sistemlerde 180, 240 ve 360 derecelik açısal hareketlerin elde edilebildiği hidrolik devre elemanlarıdır.

**I. Kanatlı Hidrolik Döndürücüler:** Silindir bloğu içinde bulunan kanadın hareketi ile döndürme hareketi yapan devre elemanıdır.

**II. Pistonlu Hidrolik Döndürücüler:** Blok içine yerleştirilmiş pistonlara basınçlı akışkan verilmek suretiyle açısal hareket elde edilebilen döndürücülerdir.

**III. Kramayer Dişli Hidrolik Döndürücüler:** Bu döndürücülerde basınçlı hidrolik akışkanın devreye verilmesiyle hareket eden kramayer dişlisi, aldığı hareketi dairesel dişliye ileterek açısal hareket elde eder.

## Pnömatik Sistemler

Sıkıştırılmış hava kullanılarak elde edilen enerji ile mekanik iş üretilmesini sağlayan sistemlere **pnömatik sistemler** denir. Pnömatik sistemler; gemilerin ana makine ve jeneratörlerin ilk hareket sistemlerinde, dişli donanımlar ve kaplinlerde, yangından korunma ve yangın söndürme teçhizat sistemlerinde kullanılabilmektedir.

### Pnömatik Sistemin Avantajları

- Pnömatik sistemde kullanılan hava, atmosferden sınırsız olarak elde edilebilir.
- Hava çevreyi kirletmez.
- Basınçlı havadan kaynaklı yangın oluşma riski yoktur.
- Basınçlı hava uzak mesafelere taşınabilir.
- Devre elamanlarının yapıları basittir.
- Yüksek hız elde edilebilir.

### Pnömatik Sistemin Dezavantajları

- Pnömatik sistemde kullanılan hava, iş bittikten sonra egzoz hattından dışarı atıldığı için sarfiyat fazladır.
- Hidrolik sistemlere göre daha düşük kuvvetler elde edilir.
- Susturucu takılmayan egzoz hatlarında gürültü oluşur.
- Kullanıldığı sisteme göre havanın içindeki nemin alınması, yağlanması, filtrelenmesi gerekebilir.
- Hava sıkıştırılabilir olması nedeniyle sabit hız elde etmek zordur.

## Pnömatik Sistemlerde Kullanılan Teknik Terimler

Pnömatik sistemlerin doğru bir şekilde anlaşılabilmesi için bazı teknik terimlerin ne anlama geldiğinin bilinmesi gerekir.

**a) Hava:** Hava içinde yaklaşık olarak %78 azot, %21 oksijen ve %1 diğer gazlar bulunur. Bunların dışında hava, içinde bir miktar nem ve çeşitli partiküller de içerebilir. Havada bulunan su buharına nem denir.

**b) Vakum:** Bir yerdeki hava basıncının atmosfer basıncına göre azlığına veya yokluğuna **vakum** denir.

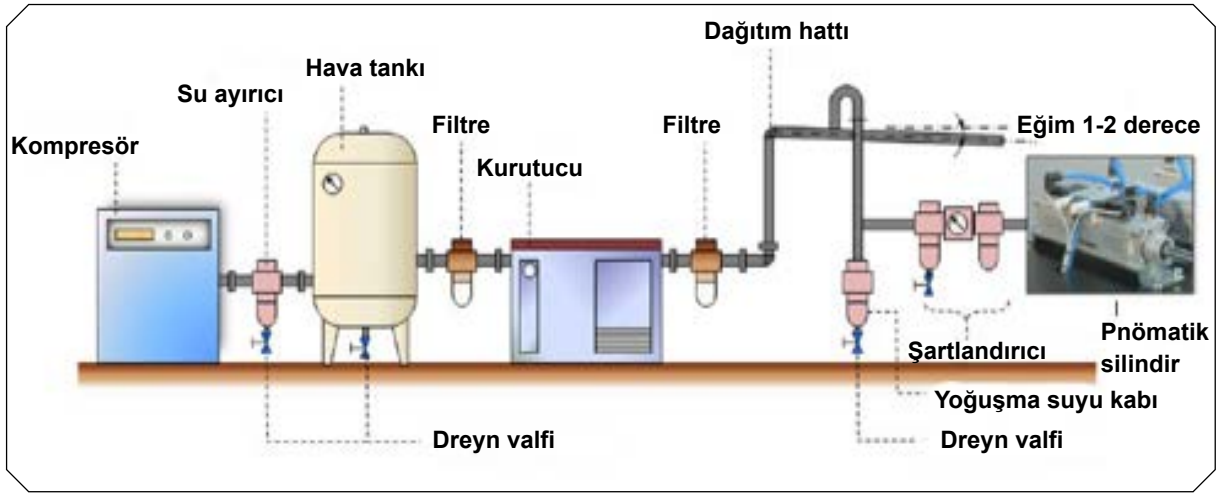
**c) Atmosfer Basıncı:** Atmosferdeki gazlar, ağırlıkları ile birim yüzey üzerine bir kuvvet uygular. Bu kuvvete **atmosfer basıncı** denir. Normal koşullarda deniz seviyesindeki atmosfer basıncı 76 cm/hg' dır. Deniz seviyesinden yukarı doğru çıkıldıkça atmosfer basıncı azalır.

**ç) Gösterge Basıncı (Efektif Basınç):** Manometre tarafından ölçülen basınç değerini ifade eder. Manometrelerde sıfır değeri, 1 atmosfer basıncına eşittir.

**d) Mutlak Basınç:** Gösterge basıncı ile atmosfer basıncı değerlerinin toplamıdır.

## Pnömatik Devre Elemanları

Havanın pnömatik sistemler için hazırlanmasını, basınçlandırılıp hareket ve güç ortaya çıkmasını sağlayan elemanlara **pnömatik devre elemanları** denir (Görsel 4.24). Pnömatik devre elemanları güç üretim ve iletim birimi elemanları, kontrol birimi elemanları ve iş (tahrik) birimi olmak üzere üç ana grupta toplanır.




**Görsel 4.24: Pnömatik sistem**

### a) Güç Üretim ve İletim Birimi Elemanları

Basınçlı havanın elde edildiği birimdir. Elde edilen basınçlı hava iletim elemanları yardımı ile kontrol birimi ve iş birimi elemanlarına iletilir.

#### 1. Kompresörler

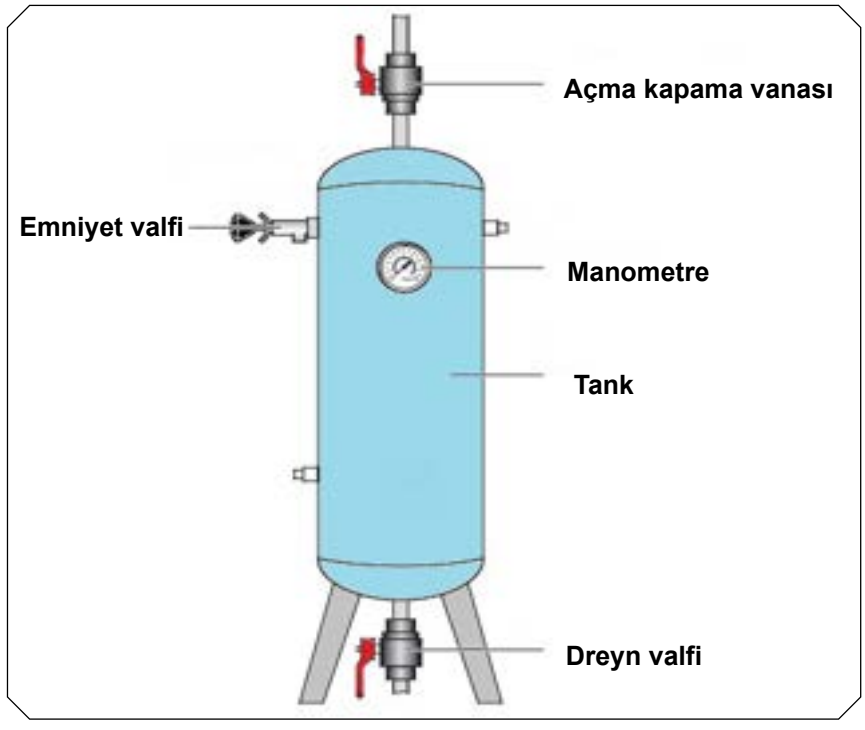
Atmosferden filtre yardımıyla içine çektiği temizlenmiş havayı, artan hacimde emme, azalan hacimde sıkıştırma ve basma yoluyla basınçlandıran elemanlara **kompresör** denir. Kompresörler, hareketini benzinli motor, dizel motor veya elektrikli motordan alır (Görsel 4.25).



**Görsel 4.25: Kompresör**

### 2. Hava Tankları

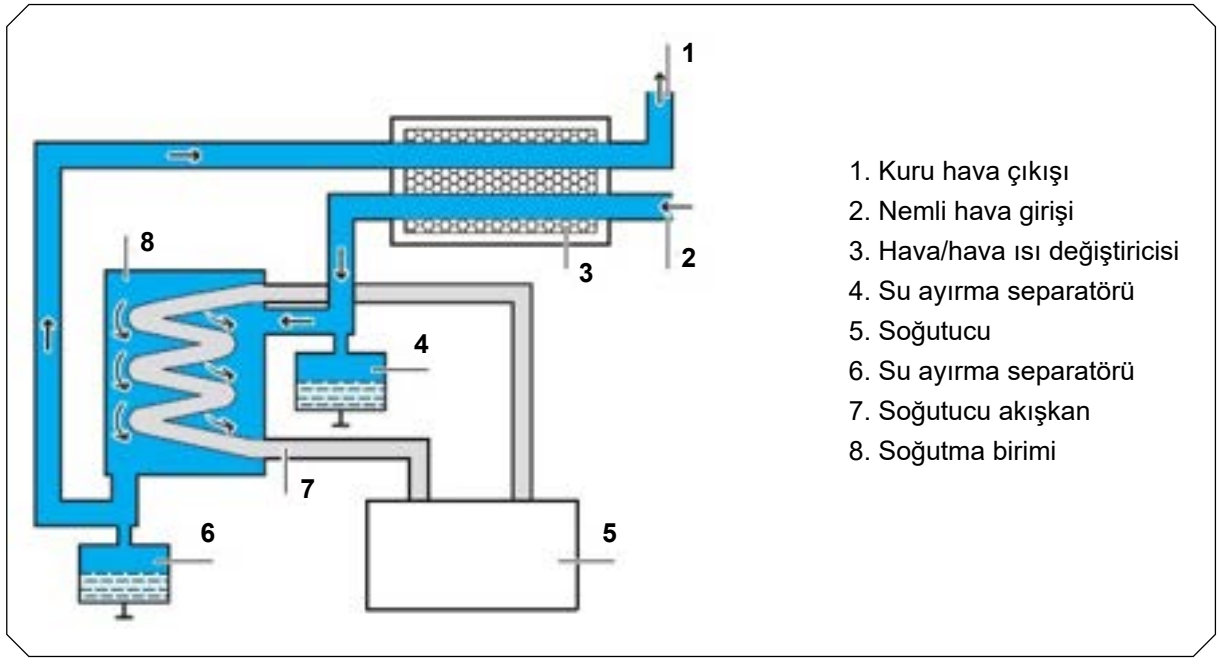
Hava tankı, kompresörün ürettiği basınçlı havayı depolayan elemandır (Görsel 4.26).




**Görsel 4.26: Hava tankı ve üzerindeki elemanlar**

### 3. Kurutucular

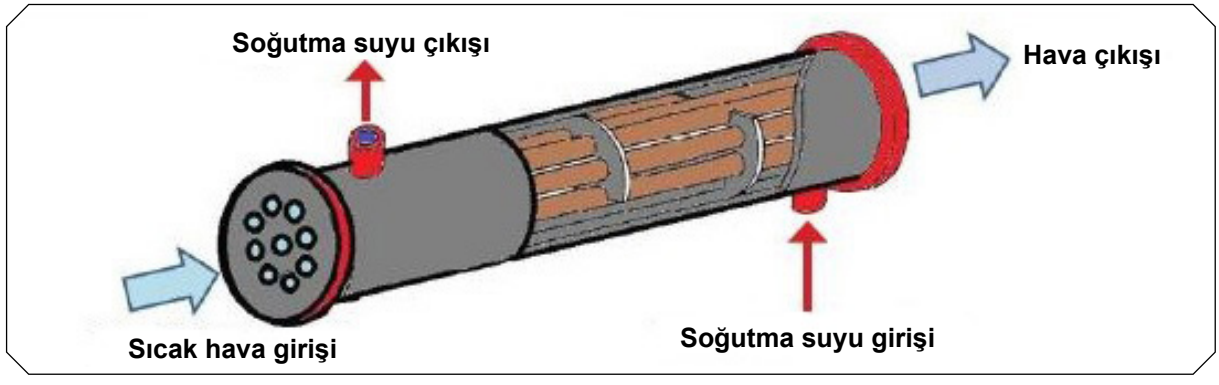
Kurutucular atmosferde bulunan havanın içerisindeki nemin atılmasını sağlayan elemanlardır (Görsel 4.27).




**Görsel 4.27: Soğutmalı hava kurutucu**

### 4. Soğutucular

Pnömatik sistemlerde kompresörde basınçlı havanın üretilmesi esnasında havanın hareketinden kaynaklı sürtünme, havanın basınçlanması, kompresörün sürekli çalışmasına bağlı sıcaklığının artması gibi nedenlere bağlı olarak basınçlı havanın sıcaklığı yükselir. Sıcaklığı yükselen hava çok yer kaplayıp yoğunluğu azaldığından sistem verimini düşürür. Soğutucular ısınmış havayı soğutarak havayı istenilen çalışma sıcaklığına düşürür. Isınan hava, soğutma suyu boruları vasıtasıyla ısı transferi sağlanarak soğutulur (Görsel 4.28).




**Görsel 4.28: Su ile soğutmalı hava soğutucusu**

### 5. Şartlandırıcılar

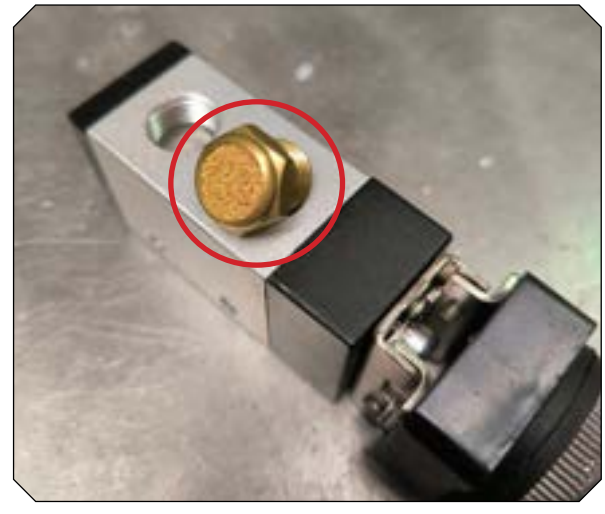
Basınçlı havanın pnömatik sisteme verilmeden önce filtre edilmesini, yağlanmasını ve hava basıncının ayarlanmasını sağlayan pnömatik devre elemanıdır (Görsel 4.29).

### 6. Susturucular

Pnömatik sistemlerde kullanılan havanın geri dönüşü yoktur. Kullanılan hava atmosfere salınır. Bu salınma esnasında hava basıncı, atmosfer basıncına göre yüksek olduğu için gürültü çıkmaktadır. Aynı şekilde havanın kompresöre çekildiği esnada da gürültü oluşur. Susturucular havayı tek bir noktadan değil birçok noktadan çektiği veya bıraktığı için gürültüyü azaltan devre elamanlarıdır (Görsel 4.30).



**Görsel 4.29: Şartlandırıcı**



**Görsel 4.30: Susturucu**

### 7. Basınç Anahtarları

Basınçlı havanın depolandığı tank basıncını, istenen basınç değerlerinde tutmaya yarayan devre elemanıdır.

### 8. Bağlantı Elemanları

Basınçlı havanın pnömatik sistem içerisinde iletimini sağlamak için kullanılan devre elemanlarıdır. Hortum, rakor, Te, dirsek en sık kullanılan bağlantı elemanlarıdır (Görsel 4.31).



**Görsel 4.31: Pnömatik sistem bağlantı elemanları**

### 9. Ölçme Elemanları

Pnömatik sistemlerindeki basınç (Görsel 4.32), debi, sıcaklık gibi değerlerin ölçülüp takip edilmesini sağlayan elemanlardır.



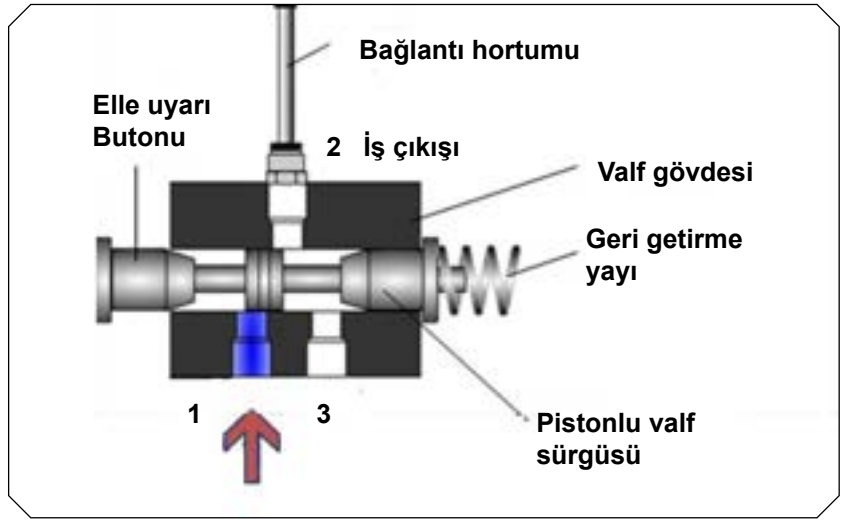

**Görsel 4.32: Manometre**

### b) Kontrol Birimi Elemanları

Pnömatik sistemlerde havanın akışını kontrol eden, basıncını ayarlayan ve yönünü belirleyen devre elemanlarıdır.

#### 1. Yön Kontrol Valfleri

Pnömatik sistemlerde havanın yönünü kumanda etmeyi sağlayan devre elemanlarıdır (Görsel 4.33).




**Görsel 4.33: 3/2 Yön kontrol valfi**

#### 2. Basınç Kontrol Valfleri

Pnömatik sistemlerde hava basıncının istenen çalışma basıncı değerinde tutulmasını sağlayan devre elemanlarıdır (Görsel 4.34).

#### 3. Akış Kontrol Valfleri

Pnömatik sistemlerde iş elemanlarına giden hava miktarını ayarlayan devre elemanlarıdır (Görsel 4.35).



**Görsel 4.34: Basınç kontrol valfi**



**Görsel 4.35: Pnömatik sistem akış kontrol valfi**

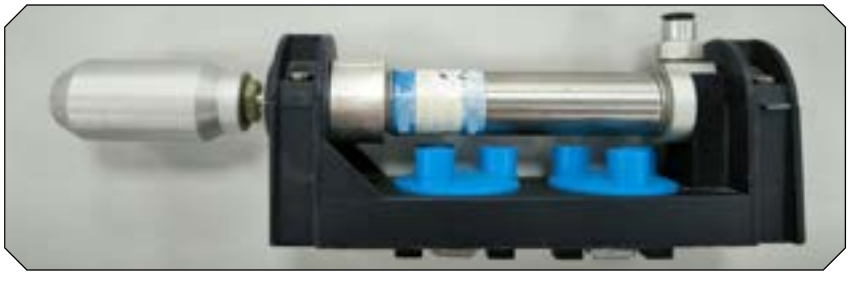
### c) İş (Tahrik) Birimi Elemanları

Pnömatik sistemlerde basınçlı havayı kullanarak doğrusal, dairesel ve açısal hareketler elde etmeye yarayan devre elemanlarıdır.

#### 1. Pnömatik Silindirler

Pnömatik sistemlerde basınçlı hava vasıtasıyla ileri veya geri yönde doğrusal olarak hareket eden devre elemanlardır.

**I. Tek Etkili Silindirler:** Basınçlı havanın piston içine tek bir noktadan giriş çıkış yaptığı silindirlerdir. Piston kolu, ilk konumuna içinde bulunan yay yardımı ile veya üzerindeki yük etkisiyle gelir (Görsel 4.36).



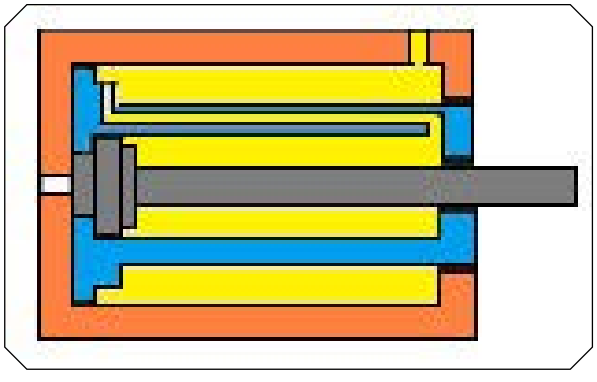
**Görsel 4.36: Tek etkili pnömatik silindir**

**II. Çift Etkili Silindirler:** Hava basıncının silindir üzerinde iki tane giriş çıkış noktası bulunan silindir tipidir (Görsel 4.37).

**III. Teleskopik Silindirler:** Farklı çaplarda ve iç içe geçen birden fazla silindirden oluşan silindir çeşididir (Görsel 4.38).



**Görsel 4.37: Çift etkili pnömatik silindir**



**Görsel 4.38: Teleskopik silindir**

**IV. Tandem Silindirler:** Piston kuvvetini artırmak amacıyla tek bir piston koluna birden fazla pistonun bağlandığı pnömatik silindirlerdir.

#### 2. Pnömatik Döndürücüler

Pnömatik sistemlerde açısal hareketlerin elde edilebildiği devre elemanlarıdır.

#### 3. Pnömatik Motorlar

Basınçlı hava yardımı ile dairesel hareket elde etmeye yarayan devre elemanlarıdır.

**ARAŞTIRMA**

Gemilerde bulunan hidrolik ve pnömatik sistemleri araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

## 4.1. HİDROLİK SİSTEMLER ÜZERİNDEKİ ATIKLARI TEMİZLEME

Hidrolik sistemler, çalışma ortamına bağlı olarak yüzeysel kirliliklere maruz kalabilir. Hidrolik yağ kaçakları ve çalışma ortamı sistemin yüzeysel kirlenmeye sebep olur (Görsel 4.39). Hidrolik sistemde oluşabilecek yağ kaçakları, toz ve atıkların yüzeye daha sıkı tutunmasını sağlar (Görsel 4.40).



**Görsel 4.39: Yağ kaçakları ve çevresel etkilerle kirlenmiş monoblok valf**



**Görsel 4.40: Yağ kaçakları ve çevresel etkilerle kirlenmiş hidrolik devre elemanları**

### 4.1.1. Hidrolik Valf Yüzey Temizliği

Hidrolik valflerin yüzeyinde bulunan hidrolik yağ ve çevresel atıklar uygun çözeltiler yardımı ile temizlenir. Valf, çalışma koşullarına bağlı olarak sökülerek veya sökülmeden temizlik işlemi yapılabilir. Valf sökülerek temizleniyorsa sistem kapalı duruma getirilerek basınç kesilir. Hortumlarda ve valf içerisinde kalan yağ, toplama kabı içerisine boşaltılır. Bağlantı noktaları kapatılarak valfin içerisine atık kaçması engellenir ( Görsel 4.41).



**Görsel 4.41: Temizlik sıvısı uygulanan valf**

Fırça yardımı ile kaba atıklar valf üzerinden temizlenir. Valf yüzeyine temizlik sıvısı uygulanır. Daha sonra temizlik bezi kullanılarak yüzeydeki yağ kalıntıları temizlenir. Valf yüzeyinde oksitlenme varsa pas sökücü yardımı ile oksitlenme temizlenir (Görsel 4.42). Temizlik işlemleri yapılırken kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalı ve çevresel güvenlik tedbirleri alınmalıdır. Hidrolik valflerin, bağlantı noktalarının sızdırmazlığını ve valfin gövdesinde hasar olup olmadığını kontrol edebilmek için valf yüzeyleri her zaman temiz tutulmalıdır. Valf yüzeylerinde atıkların uzun süre temizlenmeden bekletilmesi valf yüzeyindeki boyaya zarar vererek korozyon oluşumunu hızlandırır.



**Görsel 4.42: Yüzey temizliği yapılarak yerine bağlanmış valf**

## 4.1.2. Hidrolik Silindir Yüzey Temizliği

Hidrolik silindir üzerinde biriken atıklar piston koluna bulaşarak silindir üzerindeki sızdırmazlık elemanlarını (silindir boğaz keçelerini) deforme eder. Sızdırmazlık elemanlarının üzerindeki bozulmalar, atıkların silindir içerisine girerek devre elemanlarının işlevlerini yitirmelerine yol açar. Aynı zamanda silindir içerisine giren atıklar hidrolik yağa karışarak yağın bozulup özelliklerini yitirmesine sebebiyet verir. Hidrolik silindirler üzerinden hidrolik sisteme karışan atıklar filtreleri tıkar. Tıkalı filtreler, hidrolik sisteme istenen basınçta yağ pompalanmasını engeller. Düzenli olarak ve kirlenmenin oluştuğu zamanda yapılmayan temizlik işlemi devre elemanlarının işlevlerini kaybetmelerine sebep olur. Bu durum işletmenin maliyetlerini artırır. Temizlik öncesinde hidrolik sistem kapatılmalıdır. Silindir sökülerek temizlenecekse hortumlarda ve silindir içerisinde kalan yağ toplama kabı içerisine boşaltılır. Hidrolik silindirler uygun temizlik sıvıları ile temizlenerek yağ ve katı atıklardan arındırılır (Görsel 4.43). Temizlik işlemi yapılırken silindir üzerindeki giriş çıkış noktaları kapatılmalıdır. Fırça yardımı ile kaba atıklar silindir üzerinden temizlenir. Daha sonra temizlik bezi kullanılarak yüzeydeki yağ kalıntıları temizlenir.



**Görsel 4.43: Temizlik sıvısı uygulanan silindir**

## 4.1.3 Hidrolik Devre Borularının Temizliği

Hidrolik sistemde akışkanın iletilmesine kullanılan boruların temizliği ihmal edilmemelidir. Hidrolik boruların temizliği pickling (asitle temizleme) ve flushing (hidrolik yağ ile temizleme) yöntemleri ile yapılmaktadır.

**a) Pickling (Asitle Temizleme):** Kaynaklı imalatı yapılan boru devrelerinde (kaynak çapağı, kaynak cürufu ve metal talaşı atıklarını temizlemek için) ve boruların içerisinde oluşan korozyonun (Görsel 4.44) temizliğinde pickling (asitle temizleme) yöntemi tercih edilir. Pickling yöntemi, daldırma ve sirkülasyon şeklinde yapılabilir. Daldırma yönteminde borular sökülerek asit banyosu içerisine sokulur. Sirkülasyon yönteminde ise borular sökülmeden harici bir asit pompası ve tank düzeneği kurularak asit borular içerisinde dolaştırılır. Filtreleme işlemi büyük gözenekli filtre ile başlayıp küçük gözenekli filtre olacak şekilde aşamalı olarak değiştirilmelidir. Filtreler dönüş hattına takılır.



**Görsel 4.44: İç yüzeyleri korozyona uğramış boru**

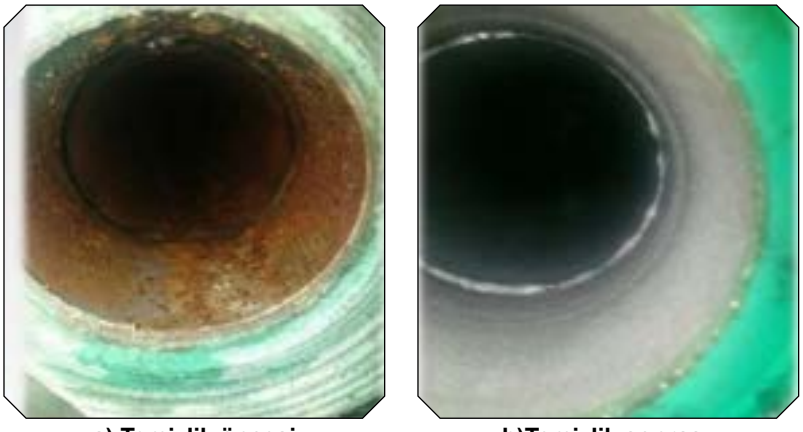
Sirkülasyon yöntemi pickling (asitleme) işlemi aşamaları şunlardır:

1. Sistemdeki hidrolik yağ boşaltılır.
2. Hidrolik sistem üzerinde bulunan silindirler, valfler ve diğer devre elemanları atlanarak borular birbirine bağlanır.
3. Hidrolik boruların içi 50 °C – 60 °C ısıtılan su ile yıkanır.
4. Boru iç yüzeylerinde kalan yağın temizlenmesi için devre tankı haricinde pompa ve tank sistemi kurulur. Tank içerisine su – sodyum hidroksit (NAOH) karışımı doldurularak pompa ile sisteme basılarak yağ alma işlemi yapılır.
5. Harici tank içerisine su – hidroklorik asit (HCl) konularak pompa yardımı ile devrede dolaşması sağlanır (Görsel 4.45). Temizlik işlemi esnasında borulara zarar vermeyecek şekilde çekiçle vurularak atıkların ve partiküllerin borulara tutunması engellenir.



**Görsel 4.45: Harici asit tankı**

6. Asitleme işlemi sonrasında devreye kostik verilerek boru iç yüzeylerine nötralize işlemi yapılır.
7. Sisteme ayrı bir tanktan basınçlı su verilerek durulama işlemi yapılır.
8. Pas oluşumunu engellemek için yeni bir tanka sitrik asit monohidrat ilave edilir ve sistem içerisinde dolaşımı sağlanarak pasivasyon işlemi gerçekleştirilir.
9. Son olarak basınçlı hava veya azot yardımı ile boru devresi kurutulur. Böylece sirkülasyonlu pickling işlemi tamamlanır (Görsel 4.46).

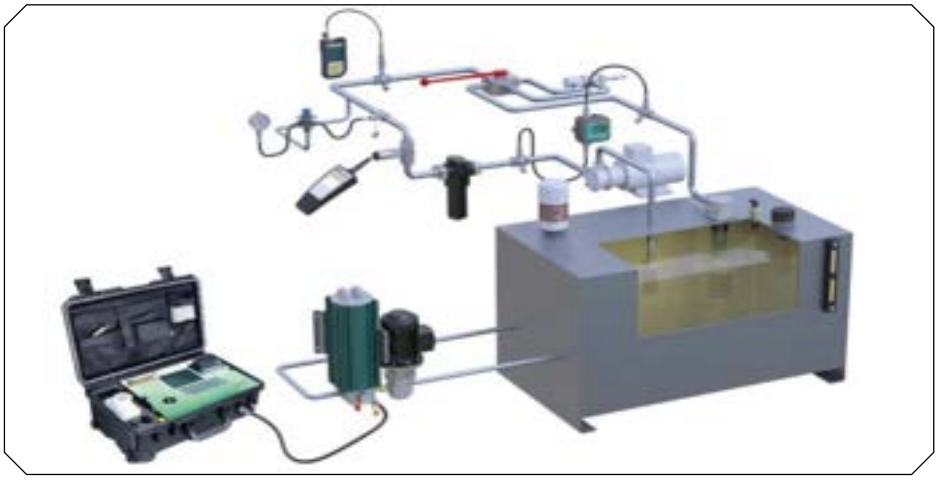


**a) Temizlik öncesi** **b)Temizlik sonrası**

**Görsel 4.46: Boru iç yüzeyi pickling işlemi**

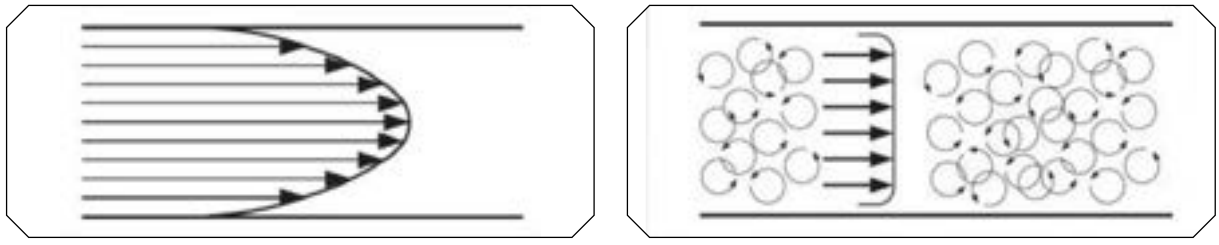
Pickling (asitleme) işlemi yapılırken kullanılan kimyasallara dayanıklı kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Bağlantı noktalarında oluşabilecek sızıntıların çevreye yayılmasını engellemek için toplama tavaları kullanılmalıdır. Çalışma alanı zemini dayanıklı malzemelerle kapatılmalıdır.

**b) Flushing (Hidrolik Yağla Temizleme):** Hidrolik yağ kullanılarak yapılan temizlik işlemidir. Sistem içerisindeki atıkların temizlenmesi için yapılır. Hidrolik yağ değişimi öncesi, hidrolik yağda ölçümler sonucunda kirlilik tespit edildiğinde (Görsel 4.47) veya devre elemanları değişimine sebep olan sistem arızları giderildikten sonra flushing (hidrolik yağ ile boru içi temizle) işlemi yapılır. Temizlik işlemi esnasında yağ sıcaklığı 50 °C – 60 °C arasında tutulmalıdır. Sıcaklığın 60 °C'u geçmemesi için soğutucular kullanılmalıdır.



**Görsel 4.47: Hidrolik yağ partikül sayım ve kirlilik tespit işlemi**

Flushing işlemi sırasında temizliğin etkili yapılabilmesi için yağ debisi sistemin normal çalışma debisinden daha yüksek olmalıdır. Debi yüksekliği hidrolik yağ akışını laminer akıştan türbülanslı akışa geçirir (Görsel 4.48).



**a) Laminer akış** **b) Türbülanslı akış**

**Görsel 4.48: Hidrolik akış türleri**

Flushing işlemi; önce devreye ayrı bir güç ünitesi (pompa-tank) (Görsel 4.49) bağlanarak, daha sonra ise sistemin kendi güç ünitesi kullanılarak yapılır. Her iki aşamada da güç ünitesi seçimi haricinde uygulama farklılığı yoktur. Filtreleme işlemi büyük gözenekli filtre ile başlayıp küçük gözenekli filtre olacak şekilde aşamalı olarak değiştirilmelidir. Filtreler dönüş hattına takılır. Temizlik işleminde kullanılacak yağın sistemde kullanılacak yağla aynı olması tercih edilir. Temizlik işlemi esnasında borulara zarar vermeyecek şekilde çekiçle vurularak atıkların ve partiküllerin borulara tutunması engellenir.



**Görsel 4.49: Flushing (hidrolik yağ ile boru içi temizle) ünitesi**

Sistem dışı güç ünitesi ile flushing işlemi aşamaları şunlardır:

1. Sistemdeki hidrolik yağ boşaltılır.
2. Hidrolik sistem üzerinde bulunan silindirler, valfler ve diğer devre elemanları atlanarak borular birbirine bağlanır.
3. Sıcaklığı 50 °C – 60 °C olan yağ yüksek debi ile boru hattına pompalanır.
4. Kirlilik kontrolü yapılır. Sistem temizliği istenen değerde ise temizlik işlemi sonlandırılır.
5. Son olarak sisteme çalışma basıncının bir buçuk katı basınç verilerek sızdırmazlık testi yapılır.

Flushing işlemi yapılırken uygun kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Bağlantı noktalarında oluşabilecek sızıntıların çevreye yayılmasını engellemek için toplama tavaları kullanılmalıdır. Hidrolik yağın çevreye yayılmasını engellemek için çalışma alanı zemini dayanıklı malzemelerle kapatılmalıdır.

**ARAŞTIRMA**

Hidrolik sistemlerde yüzey kirliliğinin sebeplerini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

## 4.1. UYGULAMA

Süre: 7 ders saati

### SÖKÜLEN HİDROLİK VALF YÜZEY TEMİZLİĞİNİN YAPILMASI VE YERİNE BAĞLANMASI

**Amaç:** Hidrolik valf yüzey temizliği yapmak.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Hidrolik valf, anahtar takımı, temizlik sıvısı, temizlik fırçası, temizlik bezi ve kişisel koruyucu donanımlar.

**Görev:** Yüzeyinde kirlilik tespit edilen hidrolik valfi söküp yüzey temizliğini yaparak yerine bağlayınız.

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Hidrolik sistemi kapalı duruma getiriniz.
3. Uygun anahtarla valf - hortum bağlantılarını sökünüz.
4. Hortum ve valf içerisinde kalan yağı atık yağ kabı içine boşaltınız.
5. Valf giriş çıkış noktalarını kapatınız.
6. Valf yüzeyine temizlik sıvısı uygulayınız.
7. Fırça yardımı ile kaba atıkları temizleyiniz.
8. Bez yardımı ile yağ kalıntılarını temizleyiniz.
9. Uygun anahtar ile valfi yerine bağlayınız.
10. Bağlantı noktalarının sızdırmazlığını kontrol ediniz.

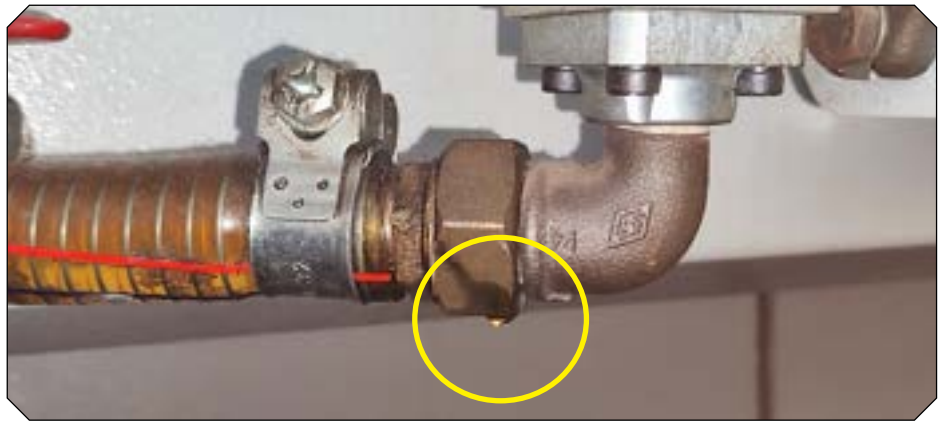
**Değerlendirme:** Yapacağınız uygulama çalışması aşağıda verilen ölçek kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken değerlendirme ölçütlerini dikkate alınız.

| DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ | | |
|---|---|---|
| **DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ** | **ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN** | **ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN** |
| İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu. | 10 | |
| Hidrolik sistemi kapalı duruma getirdi. | 10 | |
| Uygun anahtarla valf - hortum bağlantılarını söktü. | 10 | |
| Hortum ve valf içerisinde kalan yağı atık yağ kabı içerisine boşalttı. | 10 | |
| Valf giriş çıkış noktalarını kapattı. | 10 | |
| Valf yüzeyine temizlik sıvısı uyguladı. | 10 | |
| Fırça yardımı ile kaba atıkları temizledi. | 10 | |
| Bez yardımı ile yağ kalıntılarını temizledi. | 10 | |
| Uygun anahtar ile valfi yerine bağladı. | 10 | |
| Bağlantı noktalarının sızdırmazlığını kontrol etti. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 4.2. HİDROLİK SİSTEMLERDEKİ SIZDIRMAZLIK ELEMANLARINI DEĞİŞTİRME

Hidrolik sistemlerde kullanılan hidrolik akışkanın devre dışına sızarak kaçak oluşturması engellenmelidir. Hidrolik yağ kaçakları genellikle devre elemanlarının bağlantı noktalarında oluşmaktadır. Bağlantı noktalarında oluşan kaçaklar kullanılan sızdırmazlık elemanının işlevini kaybetmesine bağlı olarak karşımıza çıkmaktadır. Zarar görmüş veya yıpranmış, hortumlar, borular, silindirler, valfler ve diğer devre elemanları da hidrolik yağ kaçağına sebep olabilir (Görsel 4.50).



**Görsel 4.50: Bağlantı noktası hidrolik yağ kaçağı**

### 4.2.1. Hidrolik Valf Sökme ve Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme İşlemi

Hidrolik valf üzerinde bulunan sızdırmazlık elemanları belirli dönemlerde veya kaçak durumlarında yenisi ile değiştirilmelidir. Değiştirilmeyen sızdırmazlık elemanları bakım maliyetlerinden daha fazla masraf çıkarabilir. Yağ kaçakları, hidrolik sistemin ve çalışanların güvenliğini tehlikeye sokabilecek durumların ortaya çıkmasına sebep olabilir.

#### 4.2.1.1. Hidrolik Valf Sökme İşlemi

Hidrolik valf sızdırmazlık elemanlarını değiştirmeye başlamadan önce valf yüzey temizliğinin yapılarak valfin sökülmesi gerekmektedir (Görsel 4.51). Yüzey temizliği yapılmadan gerçekleştirilen bakım onarım işlemlerinde valf yüzeyinde bulunan atıklar valfin içerisine kaçarak valfe hasar verebilir. Sökme işlemleri yapılırken kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Valf mengene yardımı ile sabitlenir. Valfin sabitlenmesi esnasında valf gövdesinin ve bağlantı noktalarının hasar görmemesi için mengene çok fazla sıkılmaz. Gerekirse ahşap veya yumuşak malzemelerden yapılmış ağızlıklar kullanılmalıdır.



**Görsel 4.51: Yüzey temizliği yapılmış valf**

Temizlik işleminden sonra valf üzerindeki elemanlar ve bağlantı noktaları (nipel) uygun anahtar yardımı ile sökülür (Görsel 4.52 ve 4.53).



**Görsel 4.52: Valf bağlantı noktası sökme işlemi**



**Görsel 4.53: Bağlantı noktaları sökülmüş valf**

Sökülen bağlantı elemanları kontrol edilir (Görsel 4.54). Dişlerde sıyırma ve aşınma olup olmadığına bakılır. Yapısal bir bozulma yoksa temizliği yapılarak tekrar kullanılır. Nipelin valfe bağlandığı noktalarda kullanılan bakır pullar (Görsel 4.55) yenisi ile değiştirilir.



**Görsel 4.54: Valf bağlantı nipeli**

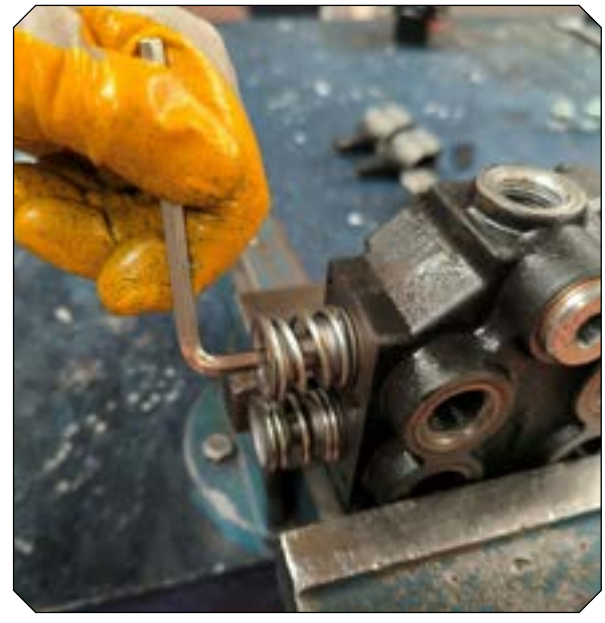


**Görsel 4.55: Bakır pul**

Bağlantı noktaları söküldükten sonra valf üzerindeki kumanda kolu kapakları ve sürgü yay kapakları uygun anahtarla sökülür (Görsel 4.56 ve 4.57). Valf sürgü yayları sökülürken yayların sıçramasına karşı kontrollü hareket edilmelidir.



**Görsel 4.56: Valf kumanda kolu kapağı sökme işlemi**



**Görsel 4.57: Valf sürgü yayı sökme işlemi**

Kapaklarda çatlak olup olmadığı kontrol edilerek kapak iç temizliği yapılır. Sürgü yaylarında eksensel kaçıklık olup olmadığı kontrol edilir (Görsel 4.58 ve 4.59). İşlevini yitirmiş parçalar değiştirilir. Diğer parçaların temizliği yapılarak parçalar yerine takılır.



**Görsel 4.58: Sürgü yayı sökülmüş valf**



**Görsel 4.59: Sürgü yayı ve bağlantı elemanları**

Valf sürgü kapakları ve sürgü yayları söküldükten sonra valf sürgüsü dikkatli bir şekilde çıkarılır (Görsel 4.60). Valf sürgüsü (Görsel 4.61) üzerinde aşınma olup olmadığı kontrol edilir. Sürgü üzerindeki aşınmalar hidrolik yağ sızıntısına sebep olur. Aynı zamanda aktüatörlerin istenen yönde ve istenen basınçta kumanda edilmesini zorlaştırır.



**Görsel 4.60: Valf sürgü elemanı çıkarma işlemi**



**Görsel 4.61: Valf sürgüsü**

### 4.2.1.2. Hidrolik Valf Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme

Hidrolik valf üzerindeki elemanlar söküldükten sonra valfte bulunan sızdırmazlık elemanları cımbız veya sivri uçlu bir aparat yardımı ile çıkartılır (Görsel 4.62). O-ring kanalı temizlenir. Çıkarılan o-ring yenisi ile değiştirilir. O-ringler elle veya takma aparatları kullanılarak yerine takılır (Görsel 4.63). O-ringler takılırken bir miktar yağlanması o-ringin yerine takılmasını kolaylaştırır.



**Görsel 4.62: O-ring çıkarma işlemi**



**Görsel 4.63: O-ring takma işlemi**

Valf sürgüsü (Görsel 4.64) üzerinde bulunan o-ringler sökme aparatları yardımı ile çıkarılarak (Görsel 4.65) hasarlı olup olmadığına bakılmaksızın yenisi ile değiştirilir (Görsel 4.66).



**Görsel 4.64: O-ringli valf sürgüsü**



**Görsel 4.65: Sürgü o-ringi çıkarma işlemi**



**Görsel 4.66: O-ringleri yenilenmiş sürgü**

Bakır, yumuşak bir metal olduğu için sökme takma işlemlerinde şekil değişikliğine uğrar. Bu sebeple sürgü üzerinde bulunan bakır pul yenisi ile değiştirilir (Görsel 4.67). Sürgü içerisinde yay varsa yayın gerginliği ve doğrusallığı kontrol edilir (Görsel 4.68).



**Görsel 4.67: Bakır pul yenileme işlemi**



**Görsel 4.68: Sürgü iç yayı ve sızdırmazlık elemanları**

### 4.2.1.3. Hidrolik Valf Bağlantı Noktaları Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme

Hidrolik valfin hortum bağlantı noktalarındaki bakır ringler çıkarılarak yenileri ile değiştirilir. Bağlantı noktalarındaki ringler değiştirildikten sonra sökülen bağlantı elemanlarının valfe bağlanacak olan dişlerine sıvı conta sürülerek yerlerine takılır (Görsel 4.69). Böylelikle bağlantı elemanları dişleri arasından meydana gelebilecek sızıntılar önlenmiş olur. Sızdırmazlık elemanları değişimi tamamlanan valfte kaçak olup olmadığını tespit etmek için hat bağlantıları yapılarak test edilir (Görsel 4.70). Test basıncı çalışma basıncından bir buçuk kat olarak ayarlanmalıdır. Hidrolik yağ kaçağı varsa kaçak noktası tespit edilerek bakım onarım işlemleri tekrar yapılır.



**Görsel 4.69: Sıvı conta sürülen bağlantı elemanı**



**Görsel 4.70: Test için hat bağlantıları yapılan valf**

## 4.2.2. Hidrolik Silindir Sökme ve Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme İşlemi

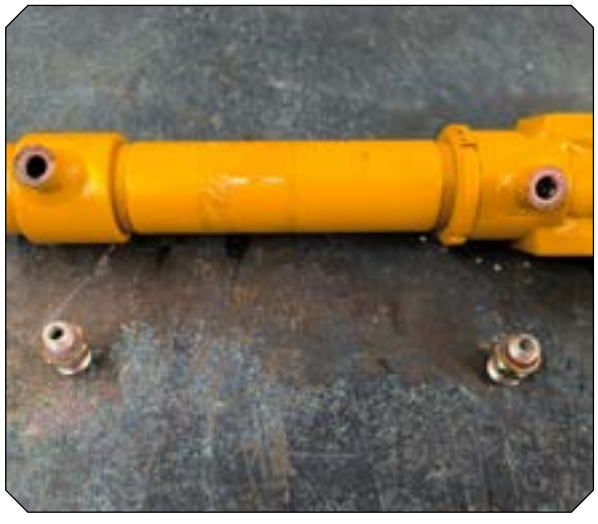
Hidrolik silindirlerin sızdırmazlık elemanlarının değiştirilmesi için öncelikle temizliğinin yapılması gerekmektedir. Sökülen hidrolik silindirlerin üzerindeki sızdırmazlık elemanları tekrar takılmaz. Sızdırmazlık elemanları yenileri ile değiştirilir. Sızdırmazlık elemanlarının silindir ölçülerine ve çalışma şartlarına uygun olması gerekmektedir.

### 4.2.2.1. Hidrolik Silindir Sökme İşlemi

Hidrolik silindirler sökülmeden önce içerisindeki hidrolik yağ boşaltılarak dış yüzey temizliğinin yapılması gerekir. Silindir yüzeyinde bulunan yağ ve atıklar sökme işlemlerini zorlaştırır. Yüzeyde bulunan atıklar, silindir borusuna ve silindir miline zarar verebilir. Sökme işlemleri yapılırken silindir sabitlenmelidir. Sabitleme yapılırken silindir gövdesinde veya bağlantı noktalarında ezilme ve şekil değişliği oluşmaması için sıkma kuvveti yeteri kadar uygulanmalıdır. Sabitlenen silindirin hortum bağlantı noktaları sökülür (Görsel 4.71 ve 4.72).



**Görsel 4.71: Silindir hortum bağlantı noktası sökme işlemi**



**Görsel 4.72: Bağlantı noktaları sökülmüş silindir**

Bağlantı noktaları sökülen silindirin kapak ve boğazı uygun anahtarlarla sökülerek (Görsel 4.73) piston kolu (silindir mili) silindir borusundan çıkartılır (Görsel 4.74).



**Görsel 4.73: Silindir boğazı sökme işlemi**




**Görsel 4.74: Piston kolu çıkarma işlemi**

### 4.2.2.2. Hidrolik Silindir Piston Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme İşlemi

Hidrolik silindir milleri çalışma esnasında çalışma basıncı altında devamlı hareket hâlindedirler. Çalışma şartlarına bağlı olarak sürtünme kuvveti (aşınma-parçalanma) (Görsel 4.75), sistemde oluşan arızalar, hidrolik yağ sıcaklığı ve çalışma basıncı piston üzerindeki sızdırmazlık elemanlarının zamanla özelliklerini yitirerek zarar görmelerine sebep olur. Hidrolik sistemlerde devre içerisine hava girmesi **dizel etkisi** denen olayı meydana getirebilir (Görsel 4.76). Dizel etkisi, yüksek basınç sebebiyle hava kabarcıklarının patlayarak yanmasıdır. Piston üzerindeki sızdırmazlık elemanlarının (keçelerin) sızdırmazlık özelliklerini yitirmesi, pistonun ani boşalmalar yapmasına ve istenen çalışma basıncında düşüşler meydana gelmesine sebep olur. Pistonun basıncının ani düşmesi iş güvenliğini tehlikeye sokacak durumlarla karşılaşmamıza neden olur.



**Görsel 4.75: Aşınmış-parçalanmış sızdırmazlık elemanı**



**Görsel 4.76: Dizel etkisi ile zarar görmüş sızdırmazlık elemanı**

Piston keçeleri, sökme aparatları yardımı ile veya uygun aletler kullanılarak pistona zarar vermeden çıkarılır (Görsel 4.77). Çıkarılan parçalarda hasar olup olmadığına bakılarak arıza tespiti yapılır (Görsel 4.78).



**Görsel 4.77: Piston keçesi çıkarma işlemi**



**Görsel 4.78: Sızdırmazlık elemanları sökülmüş piston**

Piston üzerinden çıkarılan sızdırmazlık elemanları yenileri ile değiştirilir (Görsel 4.79). Yeni keçeler, takma işlemini kolaylaştırmak için bir miktar yağlanarak yerlerine takılır (Görsel 4.80)



**Görsel 4.79: Piston keçesi takma işlemi**



**Görsel 4.80: Sızdırmazlık elemanları değiştirilmiş piston**

### 4.2.2.3. Hidrolik Silindir Boğazı Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme İşlemi

Silindir boğaz sızdırmazlık elemanları sistem temizliği ve güvenliği bakımından büyük öneme sahiptir. Boğaz sızdırmazlık elemanları, hidrolik sıvının silindir dışına çıkmasını ve dışarıdan silindir içerisine girebilecek katı veya sıvı maddeleri engelleyebilecek nitelikte olmalıdır. Hidrolik sıvının sistem dışına çıkması hidrolik sistemin ve çevrenin güvenliğini tehlikeye sokar. Boğaz sıyırma keçesi dış ortamdan silindir içerisine toz, atık madde ve sıvı geçişini engellemelidir. Hidrolik yağa karışacak olan sıvılar yağın özelliklerini kaybetmesine ve devre elemanlarının korozyona uğramalarına sebep olarak sistemde arızaların oluşmasına sebebiyet verir. Toz ve katı atıklar silindir mili üzerinden iyi sıyrılmaz ise silindir üzerinden hidrolik yağa karışarak sistem içerisine girer. Sisteme giren katı atıklar yağın özelliklerini kaybetmesine, devre elemanlarının aşınarak tahrip olmasına ve filtrelerin erken tıkanmasına sebep olur.

Silindir boğazı uygun anahtarlar ile sökülerek boğaz üzerinde bulunan sıyırma keçesi (Görsel 4.81) ve o-ring çıkarılır (Görsel 4.82). Sızdırmazlık elemanları sökme ve takma işlemleri öncesinde silindir boğazı iç yüzey temizliği yapılır. Sızdırmazlık elemanları takma öncesinde daha detaylı temizlik işlemi yapılmalıdır.



**Görsel 4.81: Silindir boğazı sıyırma keçesi çıkarma işlemi**



**Görsel 4.82: Silindir boğazı o-ring çıkarma işlemi**

Yeni sıyırma keçesi (Görsel 4.83) ve o-ring (Görsel 4.84) bir miktar yağlanarak yerine takılır. Seçilen keçe ve o-ringin yuvalarına göre uygun ölçülerde olmasına dikkat edilir.



**Görsel 4.83: Silindir boğazı sıyırma keçesi takma işlemi**



**Görsel 4.84: Silindir boğazı o-ring takma işlemi**

### 4.2.2.4 Hidrolik Silindir Bağlantı Noktası Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme İşlemi

Hidrolik silindirlere hidrolik akışkan iletimini sağlamak için kullanılan hortum bağlantı noktalarında bulunan sızdırmazlık elemanları, zamanla sızdırmazlık özelliklerini yitirmektedir. Bağlantı noktalarında bulunan sızdırmazlık elemanları periyodik bakımlarda veya sızıntı durumlarında değiştirilir. Bağlantı noktaları uygun anahtarlar ile sökülür. Silindir üzerindeki bağlantı yeri (Görsel 4.85) ve bağlantı elemanları (Görsel 4.86) kontrol edilerek temizlikleri yapılır.



**Görsel 4.85: Silindir bağlantı noktası temizlik işlemi**



**Görsel 4.86: Silindir hortum bağlantı elemanları**

Bağlantı elemanları ve bağlantı noktası sızdırmazlık elemanları (o-ringli pul) değiştirilir (Görsel 4.87). Bağlantı elemanlarının dişleri arasından oluşabilecek sızıntıları engellemek için bağlantı elemanı dişleri üzerine sıvı conta sürülür (Görsel 4.88). Bağlantı elemanının silindir üzerine bağlantısı yapılır. Sızdırmazlık elemanları değişimi tamamlanan hidrolik silindirin devre bağlantıları yapılarak sızdırmazlık testi yapılır.



**Görsel 4.87: O-ringli pul**



**Görsel 4.88: Bağlantı elemanı dişlerine sıvı conta sürme**

### 4.2.3. Hidrolik Sistem Hortum Bakımı ve Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme İşlemi

Hidrolik sistemde kullanılacak hortumlar, sistemin çalışma basıncına uygun seçilmelidir. Bakım veya kontrol işlemi yapılırken hortum üzerinde yazan standart numaraları, hortum çapı ve hortum basınç değerlerinin hidrolik devreye uygunluğu kontrol edilmelidir (Görsel 4.89). İstenen standartları taşımayan hortumlar kullanılmamalıdır. Standart dışı kullanılan hortumlar patlayarak veya yırtılarak hasara uğrar.




**Görsel 4.89: Hidrolik hortum standart değerleri**

Hortumların bakım ve kontrolleri yapılırken hortum üzerinde çatlak olup olmadığı kontrol edilmelidir. Hortumlar üzerinde çatlamalar (Görsel 4.90) veya hasar varsa yenileri ile değiştirilmelidir. Hortumların bağlantı rakorlarında paslanma, dişlerinde sıyırma ve bağlantı parçalarında hasar olup olmadığı kontrol edilir (Görsel 4.91).



**Görsel 4.90: Çatlamış hidrolik hortum**



**Görsel 4.91: Hidrolik hortum bağlantı rakorları**

Hidrolik hortumların bağlantı noktalarındaki o-ringler kontrol edilir. Hasar görmüş sızdırmazlık elemanları (Görsel 4.92) çıkarılarak yenisi ile değiştirilir (Görsel 4.93). Kullanım ömrü dolan veya işlevini kaybeden hortumlar değiştirildikten sonra yeni takılan hortumlara sızdırmazlık testi yapılmalıdır.



**Görsel 4.92: Kopmuş hidrolik hortum o-ringi**



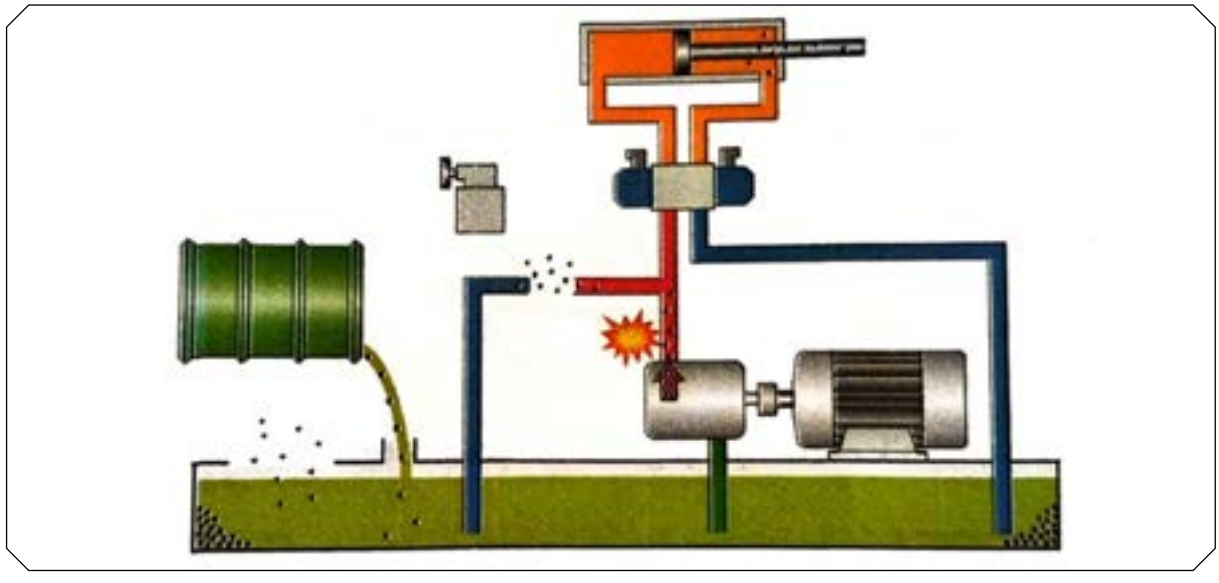
**Görsel 4.93: Yenilenmiş hidrolik hortum o-ringi**

**ARAŞTIRMA**

Hidrolik sistemlerde yağ kaçaklarının sebep olacağı çevresel sorunları araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

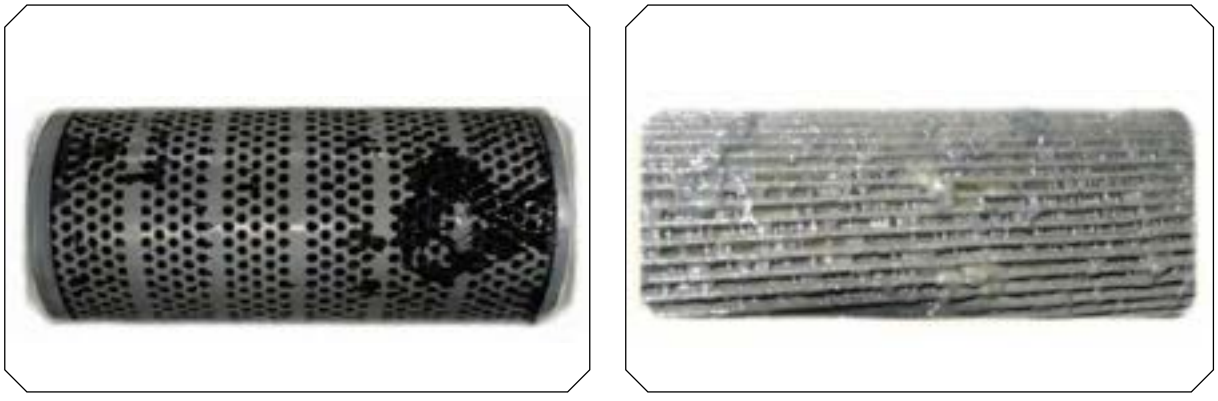
## 4.2.4. Hidrolik Tank Bakımı ve Temizliği

Hidrolik tank içerindeki hidrolik yağ, sistemin çalışması ile beraber devreyi dolaşarak tekrar tanka geri dönmektedir. Devre üzerinde dolaşan yağ, sistem içerisindeki atıkları da beraberinde tanka getirir. Filtrelerden kaçan atıkların bazıları tankın dibinde toplanırken bazıları hidrolik sistem hattı boyunca dolaşır (Görsel 4.94). Sistem temizliği yapılarak atıklar sistemden uzaklaştırılmazsa devre elemanları zarar görebilir.



**Görsel 4.94: Kirlenmiş hidrolik tank ve hidrolik sistem**

Hidrolik sistem içerisine karışan katı, sıvı ve gaz; sistem kirlenmesinin başlıca unsurlarıdır. Katı atıklar valflerin ve silindirlerin hareketlerini kısıtlar. Devre elemanlarının aşınmasına yol açar. Katı atıkların hidrolik yağ ile taşınarak sistem içerisine karışmasını engellemek için emiş hattı filtreleri, dönüş hattı filtreleri ve yüksek basınç filtreleri kullanılır. Filtreler zamanla tıkanabilir (Görsel 4.95). Tıkanan filtreler değiştirilmelidir. Hidrolik yağ tankı boşaltılarak içerisindeki katı atıklar temizlenir.



**a) Katı partiküllerin sebep olduğu kirlenme** **b) Çamurlaşmanın sebep olduğu kirlenme**

**Görsel 4.95: Kirlenmiş hidrolik yağ filtreleri**

Hidrolik yağa karışan sıvı atıklar hidrolik yağın bozulmasına ve devre elemanlarının korozyona uğramasına yol açar. Hidrolik yağda bozulma varsa hidrolik yağ değiştirilir. Hidrolik yağ özelliklerinde bozulma yoksa hidrolik yağ, içerisindeki sıvı atıklardan arındırılmalıdır. Hidrolik sisteme giren gazlar kavitasyona ve vuruntulu (titreşimli) çalışmaya sebep olur. Sistem içerisindeki havanın, devrenin üst noktalarında bulunan hava tahliye noktalarından veya devre üzerine hava tahliye valfi takılarak devre dışına çıkması sağlanır.

**BİLGİ KÜPÜ**

Hidrolik mineral yağlar özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Hidrolik yağlar özelliklerine göre HLP68 şeklinde harflerle ve sayılarla gösterilmektedir. HLP 68 olarak tanımlanan yağ çeşidinde HLP yağın cinsini, 68 rakamı ise hidrolik yağın viskozite derecesini gösterir.

- **H:** İçerisinde herhangi bir katkı maddesi içermeyen yağlar.
- **HL:** Korozyon direnci yüksek yağlar.
- **HLP:** Aşınmaya karşı katkı maddeleri katılmış yağlar.
- **HV:** Viskozite özellikleri iyileştirilmiş yağlar.
- **HLPD:** Su tutma özelliğine sahip, deterjan katkılı ve yapışma engelleyici yağlar.

**ARAŞTIRMA**

Kirlenmiş ve özelliğini yitirmiş hidrolik yağın, devre elemanlarına verebileceği zararları araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

Süre: 7 ders saati

## 4.2. UYGULAMA

### HİDROLİK VALF BAĞLANTI NOKTASI SIZDIRMAZLIK ELEMANLARININ DEĞİŞTİRİLMESİ

**Amaç:** Hidrolik valf bağlantı noktası sızdırmazlık elemanlarını değiştirmek.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Hidrolik valf, anahtar takımı, temizlik sıvısı, temizlik fırçası, temizlik bezi, nipel, bakır pul, sıvı conta ve kişisel koruyucu donanımlar.

**Görev:** Hidrolik valf bağlantı noktalarını söküp bağlantı noktası sızdırmazlık elemanlarını yenileri ile değiştirerek yerine takınız.

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız.
2. Hidrolik sistemi kapalı duruma getiriniz.
3. Uygun anahtarla valf - hortum bağlantılarını sökünüz.
4. Hortum ve valf içerisinde kalan yağı atık yağ kabı içerisinde boşaltınız.
5. Valf yüzey temizliğini yapınız.
6. Valf bağlantı noktalarını sökünüz.
7. Valf bağlantı elemanlarının (nipel) gözle kontrolünü yapınız.
8. Valf bağlantı noktası sızdırmazlık elemanlarını yenisi ile değiştiriniz.
9. Valf bağlantı noktası temizliğini yapınız.
10. Bağlantı elemanının valfe bağlanacak dişlerine sıvı conta sürünüz.
11. Bağlantı elemanlarını yerine takarak sızdırmazlığını 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 | |
| Hidrolik sistemi kapalı duruma getirdi. | 10 | |
| Uygun anahtarla valf - hortum bağlantılarını söktü. | 5 | |
| Hortum ve valf içerisinde kalan yağı atık yağ kabı içerisine boşalttı. | 5 | |
| Valf yüzey temizliğini yaptı. | 5 | |
| Valf bağlantı noktalarını söktü. | 5 | |
| Valf bağlantı elemanlarının (nipel) gözle kontrolünü yaptı. | 10 | |
| Valf bağlantı noktası sızdırmazlık elemanlarını yenisi ile değiştirdi. | 10 | |
| Valf bağlantı noktası temizliğini yaptı. | 10 | |
| Bağlantı elemanının valfe bağlanacak dişlerine sıvı conta sürdü. | 10 | |
| Bağlantı elemanlarını uygun anahtar yardımı ile yerine taktı. | 10 | |
| Bağlantı noktalarının sızdırmazlığı kontrol etti. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 4.3. PNÖMATİK SİSTEMLERDEKİ SIZDIRMAZLIK ELEMANLARINI DEĞİŞTİRME

İşlevini yitiren sızdırmazlık elemanları, pnömatik sistem içerisinde dolaşan basınçlı havanın devre dışına çıkarak hava kaçakları oluşturmasına sebep olur. Hava kaçakları genellikle bağlantı noktaları, borular, hortumlar, iş birimi elemanları ve valflerde görülmektedir. Pnömatik sistemde kullanılan basınçlı havanın kaçak noktalarından sistem dışına çıkması güç kaybına ve ani basınç düşüşlerine neden olur. İstenen çalışma basıncına ulaşamayan pnömatik sistemde iş birimi elemanları (pnömatik silindirler, pnömatik döndürücüler ve pnömatik motorlar) üstlendikleri görevleri yerine getiremez. Ani basınç kayıpları, çalışanların ve çalışma ortamının güvenliğini tehlikeye sokarak iş kazalarının yaşanmasına yol açabilir. Sızdırmazlık elemanları, belirli periyotlarla veya kaçak durumlarında yenileri ile değiştirilmelidir.

### 4.3.1. Pnömatik Valf Sökme ve Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme İşlemi

Pnömatik valf, belirli dönemlerde veya kaçak durumlarında sökülerek (Görsel 4.96) üzerinde bulunan sızdırmazlık elemanları yenisi ile değiştirilmelidir. Yön kontrol valflerinde oluşan hava kaçakları, basınç kaybı sebebiyle iş birimi elemanlarının istenen yönde kumanda edilmesini zorlaştırır.



**Görsel 4.96: Bağlantı noktaları ve sızdırmazlık elemanları sökülmüş pnömatik valf**

### 4.3.1.1. Pnömatik Valf Sökme İşlemi

Yüzey temizliği yapılan valf, uygun anahtarlar kullanılarak sökülür. Çalışmaya başlamadan önce kişisel koruyucu donanımlar mutlaka kullanılmalıdır. Valf, sökme işleminin rahat yapılabilmesi için gerekirse tezgâh üzerine sabitlenecek şekilde bağlanmalıdır. Valf sabitlenirken zarar görmemesi için gerekli tedbirler alınmalı ve yeteri kadar sıkma kuvveti uygulanmalıdır. Valf bağlantı noktaları uygun anahtarlar kullanılarak sökülür (Görsel 4.97 ve 4.98).



**Görsel 4.97: Pnömatik valf bağlantı noktası sökme işlemi**



**Görsel 4.98: Bağlantı noktaları sökülmüş pnömatik valf**

Tornavida yardımı ile valf kapağı vidaları sökülerek (Görsel 4.99) valf kapağı ve valf sürgüsü çıkarılır (Görsel 4.100).



**Görsel 4.99: Pnömatik valf kapağı sökme işlemi**



**Görsel 4.100: Pnömatik valf kapağı ve valf sürgüsü**

### 4.3.1.2. Pnömatik Valf Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme

Pnömatik valf üzerinde bulunan sızdırmazlık elemanları (o-ringler) cımbız veya sivri uçlu bir aparat yardımı ile çıkartılır (Görsel 4.101). O-ring kanalı temizlenir. Çıkarılan o-ringler yenisi ile değiştirilir (Görsel 4.102). O-ringler elle veya takma aparatları kullanılarak yerine takılır. O-ringler takılırken bir miktar yağlanması o-ringin yerine takılmasını kolaylaştırır.



**Görsel 4.101: Pnömatik valf o-ring çıkarma işlemi**



**Görsel 4.102: Pnömatik valf o-ring takma işlemi**

### 4.3.1.3. Pnömatik Valf Bağlantı Noktaları Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme

Pnömatik valf hortum bağlantı noktalarındaki o-ringler sökülerek yenileri ile değiştirilir. Bağlantı noktalarındaki o-ringler değiştirildikten sonra sökülen bağlantı elemanlarının valfe bağlanacak olan dişlerine sıvı conta sürülerek yerlerine takılır (Görsel 4.103). Böylelikle bağlantı elemanları dişleri arasından meydana gelebilecek sızıntılar önlenmiş olur.



**Görsel 4.103: Pnömatik bağlantı elemanı dişlerine sıvı conta sürme**

## 4.3.2. Pnömatik Silindir Sökme ve Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme İşlemi

Pnömatik sistemlere iş birimi elemanlarının üstlendikleri görevi yerine getirebilmeleri için gerekli basınç değerlerinin sağlanması gerekmektedir. İş birimlerindeki hava kaçakları, basınç kayıplarına neden olmaktadır. Hava kaçakları ise sızdırmazlık elemanlarının özelliklerini kaybederek işlevlerini yerine getirememesinden kaynaklanmaktadır. İşlevini kaybeden sızdırmazlık elemanları değiştirilmelidir.

### 4.3.2.1. Pnömatik Silindir Sökme İşlemi

Silindir yüzeyinde varsa yağ ve atıklar temizlenir. Yüzeyde bulunan atıklar, silindir borusuna ve silindir miline zarar verebilir. Sabitleme yapılırken silindir gövdesinde veya bağlantı noktalarında ezilme ve şekil değişikliği oluşmaması için sıkma kuvveti yeteri kadar uygulanmalıdır. Sabitlenen silindirin hortum bağlantı noktaları sökülür (Görsel 4.104). Bağlantı noktaları sökülen silindirin kapağı ve boğazı uygun anahtarlarla sökülür (Görsel 4.105).



**Görsel 4.104: Pnömatik silindir hortum bağlantı noktası sökme işlemi**



**Görsel 4.105: Pnömatik silindir boğazı sökme işlemi**

Piston kolu (silindir mili) (Görsel 4.106) silindir borusundan (Görsel 4.107) çıkartılır.



**Görsel 4.106: Pnömatik silindir mili ve pistonu**



**Görsel 4.107: Pnömatik silindir borusu**

Pnömatik silindir, sızdırmazlık elemanlarını değiştirmek için parçalarına ayrılır (Görsel 4.108).



**Görsel 4.108: Parçalarına ayrılmış pnömatik silindir**

**ARAŞTIRMA**

Pnömatik silindirlerin nasıl üretildiğini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.

### 4.3.2.2. Pnömatik Silindir Piston Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme İşlemi

Pnömatik silindirler, çalışma esnasında yüksek basınç kuvvetlerine maruz kalmaktadır. Sürtünme kuvveti, çalışma basıncı, sisteme karışan atıklar ve yetersiz yağlanma basınç altında çalışan piston üzerindeki sızdırmazlık elemanlarının (keçelerin) tahrip olmalarına sebep olarak sızdırmazlık özelliklerini yitirmesine yol açar. Kullanım ömrü dolan piston keçeleri de sızdırmazlığı olumsuz yönde etkilemektedir. Sistemin planlandığı gibi çalışması için tahrip olan veya kullanım ömrü dolan keçeler yenileri ile değiştirilmelidir.

Piston keçesi bağlama cıvatası uygun anahtar yardımı ile sökülür (Görsel 4.109). Piston keçesi çıkarılarak parçalarda hasar olup olmadığına bakılarak arıza tespiti yapılır (Görsel 4.110). Arıza tespiti sistemde var olan sıkıntıların giderilerek aynı problemlerin tekrar yaşanmaması için yapılır. Piston üzerinden çıkarılan sızdırmazlık elemanları yenileri ile değiştirilir.



**Görsel 4.109: Pnömatik piston keçesi çıkarma işlemi**



**Görsel 4.110: Pnömatik piston keçesi**

### 4.3.2.3. Pnömatik Silindir Boğaz ve Kapak Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme İşlemi

Silindir boğaz sızdırmazlık elemanları, basınçlı havanın silindir dışına çıkmasını ve dışarıdan silindir içerisine girebilecek katı veya sıvı maddeleri engeller. Basınçlı havanın sistem dışına çıkması güç kayıplarına yol açar. Pnömatik sisteme giren yabancı maddeler devre elemanlarına zarar vererek sistemde arızaların oluşmasına neden olur. Silindir kapağı sızdırmazlık elemanları, basınçlı havanın sistem dışına çıkmasını ve sistem içine katı ve sıvı maddelerin girişini engeller.

Silindir boğazı üzerinde bulunan toz keçesi (sıyırma keçesi) ve silindir boğaz sızdırmazlık elemanı uygun aletler ile çıkarılır (Görsel 4.111). Boğaz temizliği yapıldıktan sonra keçe yenisi ile değiştirilir. Silindir kapak o-ringi çıkarılır. Kapak temizliği yapılır. Yeni o-ring takma işlemini kolaylaştırmak için bir miktar yağlandıktan sonra yerine takılır (Görsel 4.112).




**Görsel 4.111: Pnömatik silindir boğazı**



**Görsel 4.112: O-ring takma işlemi**

### 4.3.2.4. Pnömatik Silindir Bağlantı Noktası Sızdırmazlık Elemanları Değiştirme İşlemi

Pnömatik silindirlere basınçlı hava iletimini sağlamak için kullanılan hortumların bağlantı elemanları ve bağlantı noktası sızdırmazlık elemanları, periyodik bakımlarda veya kaçak durumlarında değiştirilir. Bağlantı elemanı dişlerine sıvı conta sürülür (Görsel 4.113). Bağlantı noktaları uygun anahtarlar ile takılır (Görsel 4.114). Pnömatik silindirin devre bağlantıları yapılarak kaçak testi yapılır.



**Görsel 4.113: Pnömatik silindir bağlantı noktası sıvı conta sürme işlemi**



**Görsel 4.114: Pnömatik silindir bağlantı noktası takma işlemi**

### 4.3.3. Pnömatik Sistemlerde Hortumların Bakımı ve Onarımı

Pnömatik sistem hortumları (Görsel 4.115) sistemin çalışma basıncına uygun seçilmelidir. Pnömatik devrenin ilk kurulumunda ve bakımları yapılırken hortumlar üzerinde yazan standart numaraları ve hortum basınç değerlerinin pnömatik sistem uygunluğu kontrol edilmelidir. İstenen standartları taşımayan hortumlar kullanılmamalıdır. Aksi takdirde çalışma esnasında çalışma şartlarına dayanamayan hortumlar patlayarak veya yırtılarak hava kaçaklarının oluşmasına sebebiyet verir. Hortumlarda meydana gelen hava kaçakları, istenen basınç değerlerinde düşüş yaşanmasına sebep olarak sistemin çalışmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Hortumların bakım ve kontrolleri yapılırken hortum üzerinde çatlak olup olmadığı kontrol edilmelidir. Hortumlar üzerinde çatlamalar veya hasar (Görsel 4.116) varsa hava kaçağı olup olmadığına bakılmaksızın eski hortumlar yenileri ile değiştirilmelidir.



**Görsel 4.115: Pnömatik hava hortumları**



**Görsel 4.116: Hasarlı hava hortumu**

Çalışma basıncı ve çalışma ortamı koşulları nedeniyle hortumlar zaman içerisinde özelliklerini yitirmektedir. Kullanım ömrü dolan hortumlar sistem dışı bırakılarak yenilenmelidirler. Pnömatik sistem hortumları çabuk bağlantı rakorları (Görsel 4.117) sayesinde hızlı bir şekilde çıkarıp takılabilmektedir (Görsel 4.118).



**Görsel 4.117: Pnömatik hortum çabuk bağlantı rakoru**

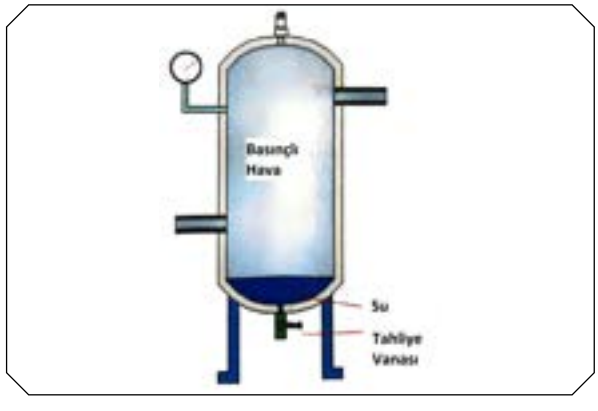


**Görsel 4.118: Çabuk bağlantı rakoru ile yerine takılmış hortum**

Kullanım ömrü dolan veya işlevini kaybeden hortumlar değiştirildikten sonra yeni takılan hortumlara sızdırmazlık testi yapılmalıdır.

## 4.3.4. Pnömatik Sistem Hava Tankı ve Kompresör Bakımı

Pnömatik sistem için gerekli havanın depolandığı tank içerisinde sıkışan hava, üzerindeki basıncın etkisi ile içerisindeki nemi bırakır. Hava içerisinden ayrılan nem hava tankı dibinde toplanır (Görsel 4.119). Tank dibinde biriken su, hava tankının en alt noktasında bulunan tahliye vanası açılarak boşaltılır. Tank içerisinde biriken su belirli bir hacme sahip olduğu için tahliye edilmezse tankın hava depolama kapasitesi düşecektir. Tank içerisinde biriken su aynı zamanda korozyonu hızlandırarak tankın delinmesine yol açar. Tank bağlantı noktalarının sızdırmazlığı kontrol edilir. Tank yüzey temizliği yapılmalıdır. Temizlik işlemi yapılmazsa, tank üzerindeki boya bozularak tank sacını koruma görevini yerine getiremez. Yani tankın dış yüzeylerini korozyona karşı koruyamaz (Görsel 4.120). Korozyona uğrayan tank gövdesinde delinmeler meydana gelebilir.




**Görsel 4.119: Hava tankı**

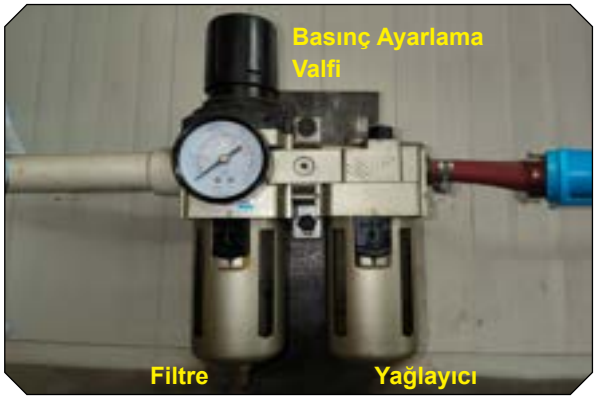


**Görsel 4.120: Bakımları yapılmamış kompresör ve korozyona uğramış hava tankı**

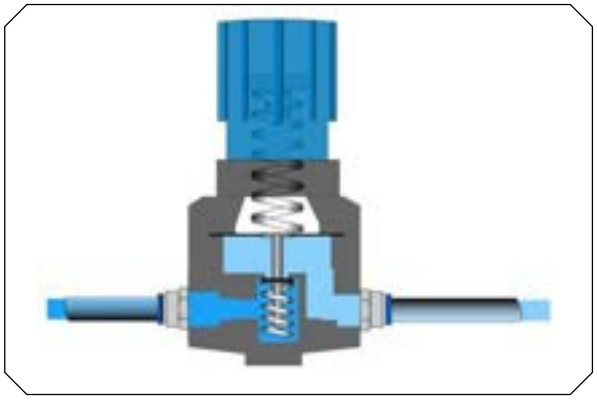
Havayı sıkıştırarak tank içerisinde depolanmasını sağlayan kompresörün yağ seviyesi kontrol edilir. Eksilme varsa tam dolum seviyesine kadar mevcut yağla aynı nitelikte yağ ile doldurulur. Kompresör kayışında yıpranma ve çatlama olup olmadığı düzenli olarak kontrol edilir. Yıpranan kayışlar değiştirilmelidir.

## 4.3.5. Pnömatik Sistem Şartlandırıcı Bakımı

Bakım işlemleri yapılırken kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalı ve basınçlı hava kapatılmalıdır. Pnömatik sistemlerde basınçlı hava, şartlandırıcıdan geçirilerek devreye gönderilir. Şartlandırıcı üzerinde basınç ayarlama valfi, basınçlı hava filtresi ve yağlayıcı bulunmaktadır (Görsel 4.121). Basınç ayarlama valfi ile sisteme gönderilecek havanın basınç değeri ayarlanır (Görsel 4.122).

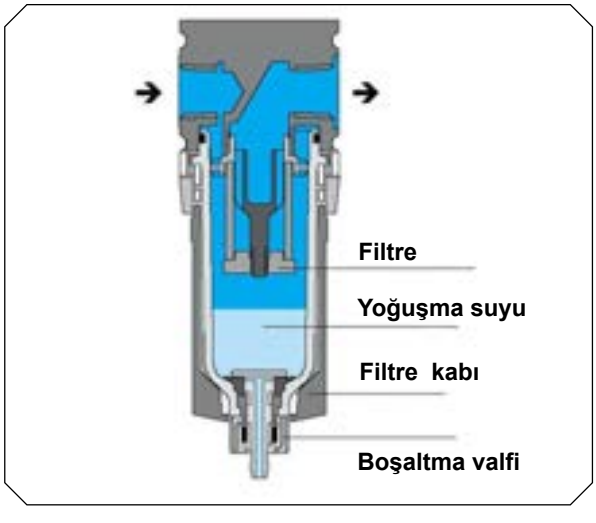



**Görsel 4.121: Şartlandırıcı**



**Görsel 4.122: Basınç ayarlama valfi**

Basınçlı hava filtresi, hava içerisindeki katı ve sıvı atıkları tutarak devre içerisine girmesini engeller (Görsel 4.123). Filtre kabı ve filtre sökülerek temizliği yapılır (Görsel 4.124). Filtre çalışma sıklığına bağlı olarak belirli aralıklarla yenisi ile değiştirilir. Filtre, hava içerisinde bulunan suyun filtre kabında toplanmasını sağlar. Filtre kabı içerisine giren havanın dönmesi ile havadaki su ayrıştırılır. Filtre kabı içerisinde toplanan yoğuşma suyunun belirlenen en yüksek seviyeye ulaşması beklenmeden boşaltma valfinden dışarı atılması sağlanır.

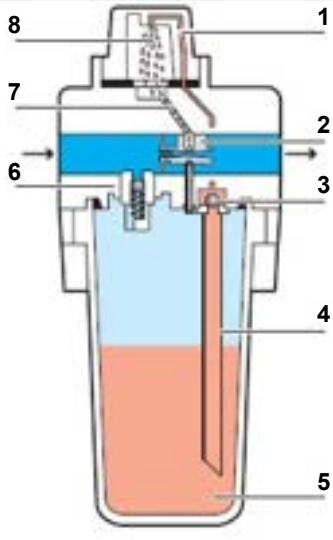



**Görsel 4.123: Hava filtresi**



**Görsel 4.124: Sökülmüş hava filtresi**

Hava yağlayıcısı basınçlı havayı yağlayarak devre elemanlarının yağlanmasını sağlar (Görsel 4.125). Basınçlı havanın taşıdığı yağla devre elemanları korozyona karşı korunmuş olur.




1. Yükseltme hattı
2. Kısma noktası
3. Küresel kapama parçası
4. Yükseltme borusu
5. Yağlama yağı
6. Çek valf
7. Hava geçiş hattı
8. Damlama odacığı

**Görsel 4.125: Yağlayıcı**

Yağ seviyesi, yağ kabı üzerinde bulunan en düşük ve en yüksek seviyeleri arasında olmalıdır (Görsel 4.126). Düşük yağ miktarı devrenin yetersiz yağlanmasına sebep olur. Fazla yağ ise devre elemanları bağlantı noktalarından dışarı çıkarak kirlilik oluşturur. Yağ haznesinde kirlilik görülürse (Görsel 4.127) içerisindeki yağ boşaltılır, temizliği yapılır ve yeni yağ doldurulur.



**Görsel 4.126: Yağ seviyesi kontrolü**



**Görsel 4.127: Kirlenmiş yağ haznesi**

**BİLGİ KÜPÜ**

- Yağlayıcı yağ miktar ayarı yapılırken genel olarak bir metreküp hava için sistem gereksinimlerine göre en fazla on damla yağın havaya karışması sağlanmalıdır.
- Kompresör yağı pnömatik sistem içerisine karışmamalıdır.
- Pnömatik sistem ilk kurulumunda mümkün olduğu kadar çalışma esnasında yağ gereksinimi olmayan devre elemanları tercih edilmelidir.
- Sistem ilk çalışmada yağlanmış hava ile tahrik edilmişse sonrasında yağ ile çalışması sağlanmalıdır.

## 4.3. UYGULAMA

Süre: 7 ders saati

### PNÖMATİK VALF BAĞLANTI NOKTASI SIZDIRMAZLIK ELEMANLARININ DEĞİŞTİRİLMESİ

**Amaç:** Pnömatik valf bağlantı noktası sızdırmalık elemanlarını değiştirmek.

**Kullanılacak Araç Gereç:** Pnömatik valf, anahtar takımı, temizlik sıvısı, temizlik fırçası, temizlik bezi, bağlantı elemanları, sıvı conta ve kişisel koruyucu donanımlar.

**Görev:** Pnömatik valf bağlantı noktalarını söküp bağlantı noktalarında bulunan sızdırmazlık elemanlarını yenileri ile değiştirerek yerine takınız.

| İşlem Basamakları |
|---|
| **1.** İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız. Kişisel koruyucularınızı giymeden çalışmaya başlamayınız. |
| **2.** Pnömatik sistemi kapalı duruma getiriniz. |
| **3.** Uygun valf - hortum bağlantılarını sökünüz. |
| **4.** Valf yüzey temizliğini yapınız. |
| **5.** Valf bağlantı noktalarını sökünüz. |
| **6.** Valf bağlantı elemanlarının gözle kontrolünü yapınız. |
| **7.** Valf bağlantı noktası sızdırmazlık elemanlarını yenisi ile değiştiriniz. |
| **8.** Valf bağlantı noktası temizliğini yapınız. |
| **9.** Bağlantı elemanının valfe bağlanacak dişlerine sıvı conta sürünüz. |
| **10.** Bağlantı elemanlarını yerine takarak sızdırmazlığını 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 | |
| Pnömatik sistemi kapalı duruma getirdi. | 10 | |
| Uygun anahtarla valf - hortum bağlantılarını söktü. | 5 | |
| Valf yüzey temizliğini yaptı. | 10 | |
| Valf bağlantı noktalarını söktü. | 5 | |
| Valf bağlantı elemanlarının (nipel) gözle kontrolünü yaptı. | 10 | |
| Valf bağlantı noktası sızdırmazlık elemanlarını yenisi ile değiştirdi. | 10 | |
| Valf bağlantı noktası temizliğini yaptı. | 10 | |
| Bağlantı elemanının valfe bağlanacak dişlerine sıvı conta sürdü. | 10 | |
| Bağlantı elemanlarını uygun anahtar yardımı ile yerine taktı. | 10 | |
| Bağlantı noktalarının sızdırmazlığını kontrol etti. | 10 | |
| **TOPLAM** | 100 | |
| Tam puan alamadığınız ölçütlere dönüş yaparak eksiklerinizi tamamlayınız. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Öğrencinin | Adı/Soyadı | | Öğretmenin Adı/Soyadı | | Tarih | |
| | Numara | | | | İmza | |

## 4. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI

**Aşağıda verilen soruların doğru cevabını işaretleyiniz.**

**1. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik yağın görevlerinden biri değildir?**

A) Hidrolik sistemin ısıtılmasına katkı sağlar.
B) Hareket ve güç iletimini gerçekleştirir.
C) Hidrolik devre elemanlarını yağlar.
D) Hidrolik sistemin soğutulmasına katkı sağlar.
E) Devre elemanlarını korozyona karşı korur.

**2. Hidrolik yağın tank içerisinde çalkalanmasını engelleyen tank elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Menfez
B) Dolum kapağı
C) Dinlendirme plakası
D) Basınç hattı
E) Boşaltma tapası

**3. Hidrolik sistemde gerekli olan çalışma basıncını sağlayan devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Valf
B) Silindir
C) Yağ tankı
D) Hidrolik motor
E) Pompa

**4. Hidrolik sistemlerde doğrusal hareket elde etmemizi sağlayan devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Hidrolik devre
B) Hidrolik silindir
C) Elektrik motoru
D) Hidrolik döndürücü
E) Ve valfi

**5. Hidrolik sistem içerisinde meydana gelen aşınmalardan kaynaklı oluşan atıkları tutarak hidrolik yağa karışmasını engelleyen devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Akümülatör
B) Filtre
C) Hidrolik hortumlar
D) Manometre
E) Motor

**6. Hidrolik yağı istenilen yöne ileten kontrol birimi elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Çek valf
B) Basınç emniyet valfi
C) Yön kontrol valfi
D) Basınç sıralama valfi
E) Yaylı valf

**7. Hidrolik sistemlerde dairesel hareket elde etmemizi sağlayan devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Debimetre
B) Hidrolik yağ
C) Emniyet valfi
D) Çift etkili silindir
E) Hidrolik motor

**8. Hidrolik sistemlerde ani basınç düşümlerine karşı sistem güvenliğini sağlamak için kullanılan devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Veya valfi
B) Aktüatör
C) Silindir
D) Akümülatör
E) Akış kontrol valfi

**9. Hidrolik yağın debisini deştirerek silindir veya hidrolik motorların çalışma hızını ayarlayan devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Akış kontrol valfi
B) Çek valf
C) Basınç düşürme valfi
D) Tandem silindir
E) Basınç sıralama valfi

**10. Aşağıdakilerden hangisi sıvıların akmaya karşı gösterdiği direnci tanımlar?**

A) Basınç
B) Debi
C) Oksidasyon
D) Polimerleşme
E) Viskozite

**11. Aşağıdakilerden hangisi şartlandırıcının görevleri arasında değildir?**

A) Yağlama
B) Filtreleme
C) Basınç ayarlama
D) Havanın nemini alma
E) Basınçlı hava üretme

**12. Pnömatik sistemlerde basınçlı hava üreten devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kompresör
B) Kurutucu
C) Silindir
D) Tank
E) Valf

**13. Aşağıdakilerden hangisi pnömatik silindir çeşitlerinden değildir?**

A) Güç etkili
B) Tek etkili
C) Çift etkili
D) Teleskopik
E) Tandem

**14. Aşağıdakilerden hangisi pnömatik sistem sızdırmazlık elemanlarından değildir?**

A) Sıvı conta
B) O-ring
C) Teflon band
D) Tutkal
E) Keçe

**15. Flushing işlemi yapılırken yağ sıcaklığının tutulması gereken sıcaklık aralığı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) 40-50
B) 50-60
C) 60-70
D) 70-80
E) 80-90

**16. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik sistemde yüksek basınç sebebiyle hava kabarcıklarının patlayarak yanmasını tanımlar?**

A) Kavitasyon
B) Aşınma
C) Kabarma
D) Dizel etkisi
E) Sızıntı

**17. Hidrolik devrelerde kullanılacak yağların alevlenme veya parlama sıcaklığı kaç derecenin altında olmamalıdır?**

A) 110
B) 120
C) 130
D) 140
E) 150

**18. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik sistem test basıncının çalışma basıncının kaç katı olması gerektiğini gösterir?**

A) Bir buçuk
B) İki
C) İki buçuk
D) Üç
E) Üç bucuk

**19. İki farklı noktadan kumanda edilmek istenen devrede kullanılması gereken valf türü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) 2/2 yön kontrol
B) Veya
C) Basınç
D) 4/3 yön kontol
E) Hız ayar

**20. Silindir mili üzerindeki atıkları temizlemeye yarayan sızdırmazlık elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Silindir boğaz o-ringi
B) Piston keçesi
C) Silindir kapak o-ringi
D) Toz keçesi
E) Silindir boğazı

**NOT:** Cevaplarınızı, cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz veya cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları tekrar ediniz.

# ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI CEVAP ANAHTARI

| 1. ÖĞRENME BİRİMİ | |
|---|---|
| 1 | C |
| 2 | B |
| 3 | B |
| 4 | E |
| 5 | A |
| 6 | C |
| 7 | C |
| 8 | A |
| 9 | D |
| 10 | D |
| 11 | C |
| 12 | D |
| 13 | A |
| 14 | E |
| 15 | B |
| 16 | A |
| 17 | C |
| 18 | E |
| 19 | D |
| 20 | B |

| 2. ÖĞRENME BİRİMİ | |
|---|---|
| 1 | B |
| 2 | A |
| 3 | A |
| 4 | A |
| 5 | E |
| 6 | D |
| 7 | A |
| 8 | C |
| 9 | D |
| 10 | B |
| 11 | C |
| 12 | A |
| 13 | B |
| 14 | E |
| 15 | C |
| 16 | B |
| 17 | E |
| 18 | C |
| 19 | E |
| 20 | A |

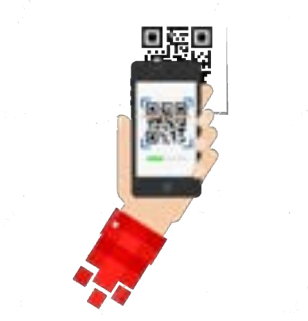
| 3. ÖĞRENME BİRİMİ | |
|---|---|
| 1 | C |
| 2 | D |
| 3 | A |
| 4 | E |
| 5 | D |
| 6 | B |
| 7 | C |
| 8 | A |
| 9 | E |
| 10 | A |
| 11 | D |
| 12 | A |
| 13 | B |
| 14 | E |
| 15 | C |
| 16 | D |
| 17 | A |
| 18 | B |
| 19 | B |
| 20 | E |

| 4. ÖĞRENME BİRİMİ | |
|---|---|
| 1 | A |
| 2 | C |
| 3 | E |
| 4 | B |
| 5 | B |
| 6 | C |
| 7 | E |
| 8 | D |
| 9 | A |
| 10 | E |
| 11 | E |
| 12 | A |
| 13 | A |
| 14 | D |
| 15 | B |
| 16 | D |
| 17 | E |
| 18 | A |
| 19 | B |
| 20 | D |

# KAYNAKÇA


- MEB, Meslekî ve Teknik Anadolu Lisesi Anadolu Meslek ve Anadolu Teknik Programı Gemi Yapımı Alanı Çerçeve Öğretim Programı, Ankara, 2020.
- *Türkçe Sözlük*. (2023). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- *Yazım Kılavuzu*. (2023). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.


# 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=1932

Kaynakça, TDK referanslama sistemi kullanılarak hazırlanmıştır.