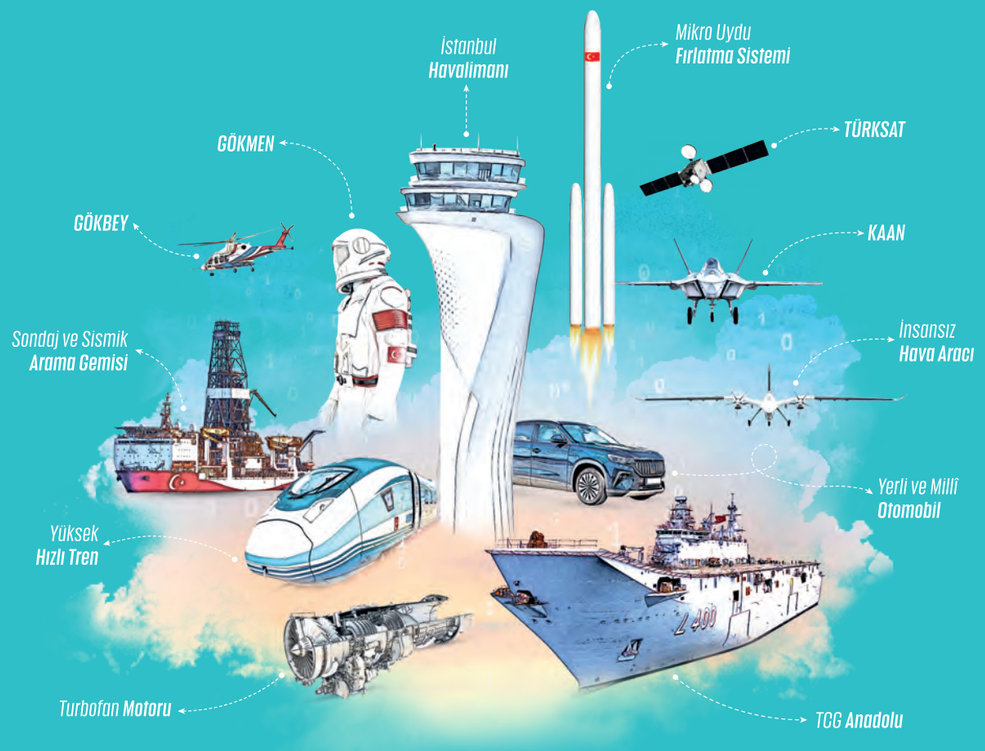
# Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

## Teknoloji Yolculuğumuz




ISBN: 978-625-5496-14-0

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

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

DENİZCİLİK ALANI

GEMİ MAKİNELERİ ATÖLYESİ

11 Ders Materyali

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

DENİZCİLİK ALANI

# GEMİ MAKİNELERİ ATÖLYESİ



11 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

**DENİZCİLİK ALANI**

# GEMİ MAKİNELERİ ATÖLYESİ

# 11

DERS MATERYALİ


**YAZARLAR**

Akif BOZÜYÜK
Ali Rıza KARABÜBER
Cemal KELEŞOĞLU
Eyüp BALTA
Tümay Turgay MISIRLIOĞLU

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 10892
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ ..... : 03811

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

## HAZIRLAYANLAR

**Dil Uzman:** Mehmet SARIKAYA
**Program Geliştirme Uzmanı:** Ali DOĞAN
**Rehberlik ve Gelişim Uzmanı:** Ali İLİŞ
**Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı:** Günay DURUCAN
**Görsel Tasarım Uzmanı:** Özlem YILMAZ
**Görsel Tasarım Uzmanı:** Şelda ÜLKÜSOY



ISBN: 978-625-5496-14-0

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**

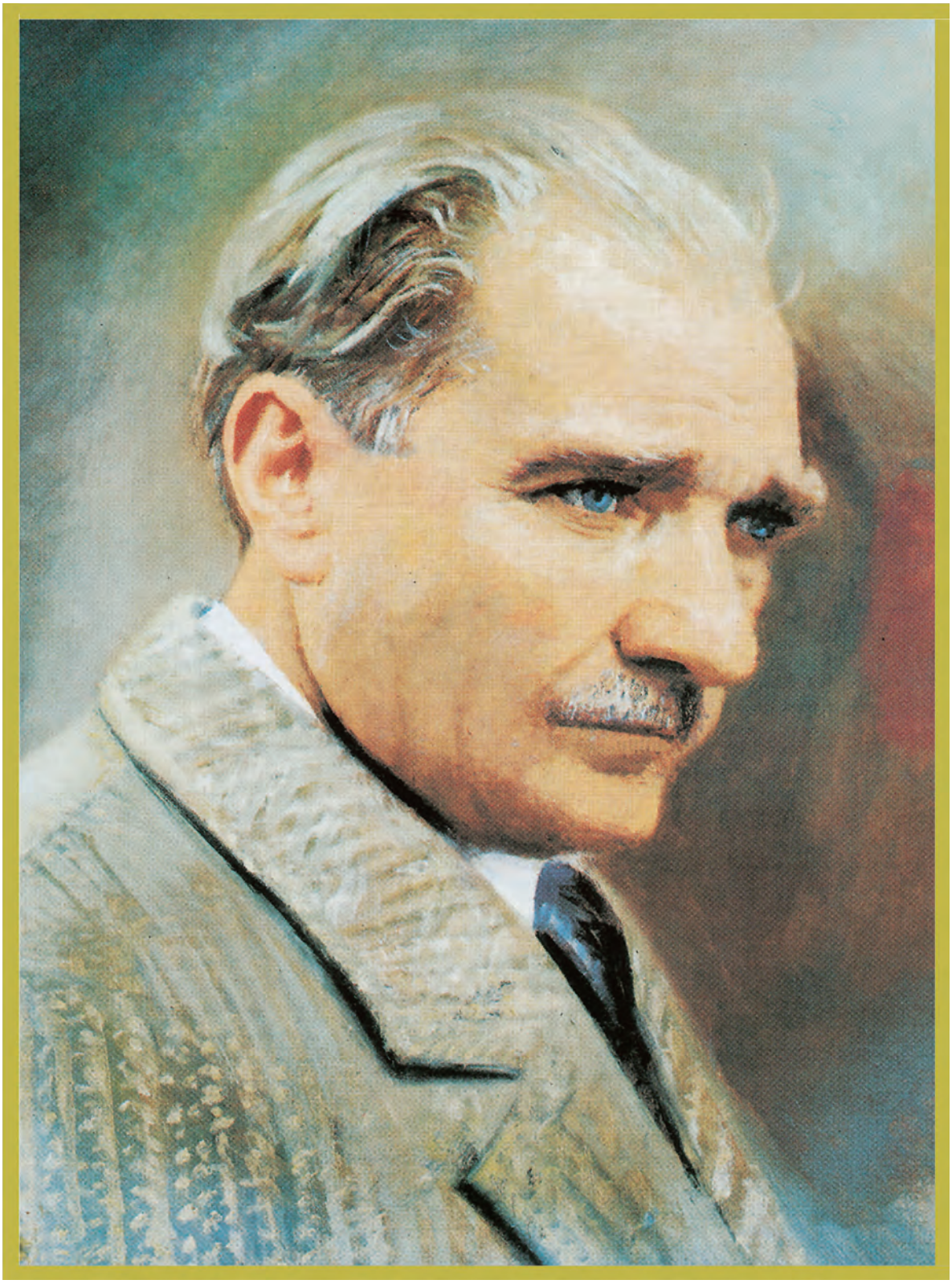
## GENÇLİĞE HİTABE

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

# İçindekiler


**DERS MATERYALİNİN TANITIMI ..... 14**

**GÜVENLİK İŞARETLERİ ..... 17**

1. ÖĞRENME BİRİMİ
**ELEKTRİK ARK KAYNAĞI ..... 16**

**1. KAYNAK MAKİNESİ VE AKIM AYARI ..... 20**
1.1. MALZEMEYE UYGUN ELEKTROT SEÇİMİ ..... 21
1.1.1. Elektrot ..... 22
1.1.2. Elektrot Çeşitleri ..... 24
1.1.3. Elektrot Seçerken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar ..... 26
1.2. KAYNAK MAKİNESİ AMPER AYARI ..... 27
1.2.1. Kaynak Makinesi Çeşitleri ..... 27
1.2.2. Kaynak Makinesinde Amper Ayarının Yapılması ..... 28
1.2.3. Amper Ayarında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar ..... 29
**2. POZİSYON KAYNAKLARI ..... 31**
2.1. YATAY KONUMDA DÜZ KAYNAK DİKİŞİ ..... 31

2.2. YATAY KONUMDA T İÇ KÖŞE KAYNAĞI ..... 31
2.3. YATAY KONUMDA V KAYNAĞI ..... 32
2.4. DÜŞEY KONUMDA DİK KAYNAK ..... 32
2.5. YATAY KONUMDA BİNDİRME KAYNAĞI ..... 33
2.6. TAVAN KAYNAĞI ..... 33
**3. BORU VE FLANŞ KAYNAĞI ..... 46**
3.1. BORU KAYNAĞI ..... 46
3.2. BORU-FLANŞ KAYNAĞI ..... 47

2. ÖĞRENME BİRİMİ
**OKSİ-GAZ KAYNAĞI VE LEHİMLEME ..... 52**

**1. TELSİZ BİRLEŞTİRME ..... 54**
1.1. OKSİ-GAZ KAYNAĞINDA İŞLEME UYGUN ALEV AYARLAMA ..... 54
1.1.1. Asetilen Gazının Özellikleri ve Tehlikeleri ..... 54
1.1.2. Oksi-Asetilen Kaynağında Kullanılan Ekipmanlar ..... 56
1.1.3. Oksi-Asetilen Kaynağında Alev Oluşturma ..... 59
1.2. TELSİZ BİRLEŞTİRME KAYNAĞI ..... 60
**2. TELLİ BİRLEŞTİRME ..... 64**
2.1. TELLİ KÜT EK KAYNAĞI ..... 64
2.2. TELLİ DIŞ KÖŞE KAYNAĞI ..... 65
**3. KAYNAKLA KESME ..... 70**
3.1. TÜPLERİN BASINCINI AYARLAMA ..... 70
3.2. KESME İŞLEMİ İÇİN UYGUN BEK SEÇİMİ ..... 71
3.3. KESME ALEVİNİN OLUŞTURULMASI ..... 71
3.4. KESME İŞLEMİNDE UYGUN AÇI VE HIZ ..... 72
**4. LEHİMLEME ..... 75**
4.1. YUMUŞAK LEHİMLEME ..... 75
4.2. SERT LEHİMLEME ..... 77
**5. BAKIR VE PİRİNÇ KAYNAĞI ..... 83**

3. ÖĞRENME BİRİMİ
**TORNA ..... 86**

**1. ALIN VE SİLİNDİRİK TORNALAMA ..... 88**
**2. KANAL AÇMA ..... 96**
**3. KONİK TORNALAMA ..... 98**
**4. TIRTIL ÇEKME ..... 100**
**5. DİŞ AÇMA ..... 103**

4. ÖĞRENME BİRİMİ

## YAKIT SİSTEMİ ..... 106


**1. YAKITLAR ..... 108**

1.1. YAKITLARIN BAŞLICA ÖZELLİKLERİ ..... 108

1.2. GEMİLERDE KULLANILAN YAKITLAR ..... 109

1.3. YAKIT ALMA OPERASYONU ..... 109

1.4. YAKIT SİSTEMİ ELEMANLARI ..... 111

**2. YAKIT TANKLARI VE TRANSFER POMPALARI ..... 115**

2.1. YAKIT TANKLARI ..... 115

2.1.1. Gemilerde Kullanılan Yakıt Tankı Çeşitleri ..... 115

2.2. TRANSFER POMPASI ..... 117

2.2.1. Transfer Pompası Çeşitleri ..... 118

2.2.2. Transfer Pompasındaki Arızalar ve Çözümleri ..... 119

**3. YAKIT SEPARATÖRÜ ..... 125**

3.1. YAKIT SEPARATÖRÜNÜN ÇALIŞMA PRENSİBİ ..... 127

3.2. YAKIT SEPARATÖRÜNÜN ARIZALARI VE ÇÖZÜMLERİ..... 129

**4. YAKIT FİLTRELERİ ..... 133**

**5. BUSTER POMPA ..... 137**

**6. YAKIT POMPALARI ..... 141**

6.1. SIRA TİPİ YAKIT POMPASI ..... 141

6.2. SIRA TİPİ YAKIT POMPALARININ ARIZALARI VE ARIZA BELİRTİLERİ ..... 142

**7. COMMON RAİL SİSTEM ..... 148**

**8. GOVERNÖR ..... 152**

8.1. GOVERNÖRDE MEYDANA GELEN ARIZALAR VE ÇÖZÜMLERİ ..... 153

**9. ENJEKTÖRLER ..... 158**

9.1. ENJEKTÖR ÇEŞİTLERİ ..... 158

9.1.1. Mekanik Enjektörler ..... 158

9.1.2. Hidrolik Enjektörler ..... 159

9.1.3. Common Rail Enjektörleri ..... 160

9.2. ENJEKTÖRLERDE GÖRÜLEN ARIZALAR VE ÇÖZÜMLERİ ..... 160

9.3. ENJEKTÖRLERİN KONTROL VE AYARLARI ..... 162

**10. YAKIT KONTROL SİSTEMİ ..... 166**

10.1. YAKIT KONTROL SİSTEMİNİN ARIZALARI VE ÇÖZÜMLERİ ..... 166

5. ÖĞRENME BİRİMİ
**YAĞLAMA SİSTEMİ ..... 170**

**1. YAĞ TANKI ..... 172**
1.1. YAĞLAMA SİSTEMİ VE ÖNEMİ ..... 172
1.2. YAĞLAMA YAĞINDA ARANAN ÖZELLİKLER ..... 174
**2. YAĞ POMPASI ..... 178**
**3. YAĞ SEPARATÖRÜ ..... 182**
**4. YAĞ FİLTRESİ ..... 186**
**5. YAĞ KULERİ ..... 190**

6. ÖĞRENME BİRİMİ
**SOĞUTMA SİSTEMİ ..... 194**

**1. DENİZ SUYU SOĞUTMA DEVRELERİ ..... 196**
**2. TATLI SU SOĞUTMA DEVRELERİ ..... 202**
**3. TATLI SU KULERİ ..... 210**

7. ÖĞRENME BİRİMİ
**İLK HAREKET SİSTEMİ ..... 216**

**1. KOMPRESÖRLER ..... 218**
**2. HAVA DEVRESİ ELEMANLARI ..... 224**
2.1. HAVA KOMPRESÖRÜ ..... 225
2.2. BASINÇLI HAVA TANKLARI ..... 225
2.3. VALFLER ..... 226
2.4. BASINÇ ŞALTERİ ..... 227
2.5. HAVA BASINÇ GÖSTERGELERİ (MANOMETRELER) ..... 227
2.6. HAVA KURUTUCULAR ..... 227
2.7. HAVA KONTROL DEVRESİ ..... 228
**3. STARTING VALF ..... 236**
3.1. STARTING VALFİN YAPISI ..... 236
3.2. STARTİNG VALFİN ÇALIŞMA PRENSİBİ ..... 237

8. ÖĞRENME BİRİMİ
**BUHAR SİSTEMİ ..... 240**

**1. BUHAR KAZANLARI VE DEVRESİ ..... 242**
**2. BESLEME (FEED) SUYU DEVRESİ ..... 252**
**3. EVAPORATÖRLER ..... 256**

9. ÖĞRENME BİRİMİ
**GEMİ DEVRELERİ ..... 260**

**1. BALAST DEVRESİ ..... 262**
**2. YANGIN DEVRESİ ..... 269**
2.1. SABİT YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ ..... 269
2.2. TAŞINABİLİR YANGIN SÖNDÜRÜCÜLER ..... 272
2.3. YANGIN DEVRESİNDE YAPILACAK KONTROLLER ..... 273
**3. SİNTİNE DEVRESİ ..... 277**
**4. İNSİNERATÖR DEVRESİ ..... 283**
**5. İKLİMLENDİRME DEVRESİ ..... 290**
**6. BUZLUK DEVRESİ ..... 298**

10. ÖĞRENME BİRİMİ
**GEMİ MAKİNESİNDE ARIZA TESPİTİ VE HATALARIN GİDERİLMESİ ..... 304**

**1. İNDİKATÖR TESTİ ..... 306**
1.1. İNDİKATÖR CİHAZLARI ..... 309
**2. SİLİNDİR KAÇAK TESTİ ..... 316**
2.1. SİLİNDİR KAÇAK TEST CİHAZI VE TEST İŞLEMİ ..... 317

**KAYNAKÇA ..... 324**
**GENEL AĞ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI KAREKODU ..... 324**

# Ders Materyalinin Tanıtımı

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.




Öğrenme biriminde yer alan konuları gösterir.

Öğrenme biriminin karekodunu gösterir.

Öğrenme biriminde neler öğrenileceğini gösterir.

Öğrenme biriminde dikkat edilmesi gereken güvenlik işaretlerini gösterir.




Kitabın içinde yer alan konu adlarını ve sayfa numaralarını gösterir.

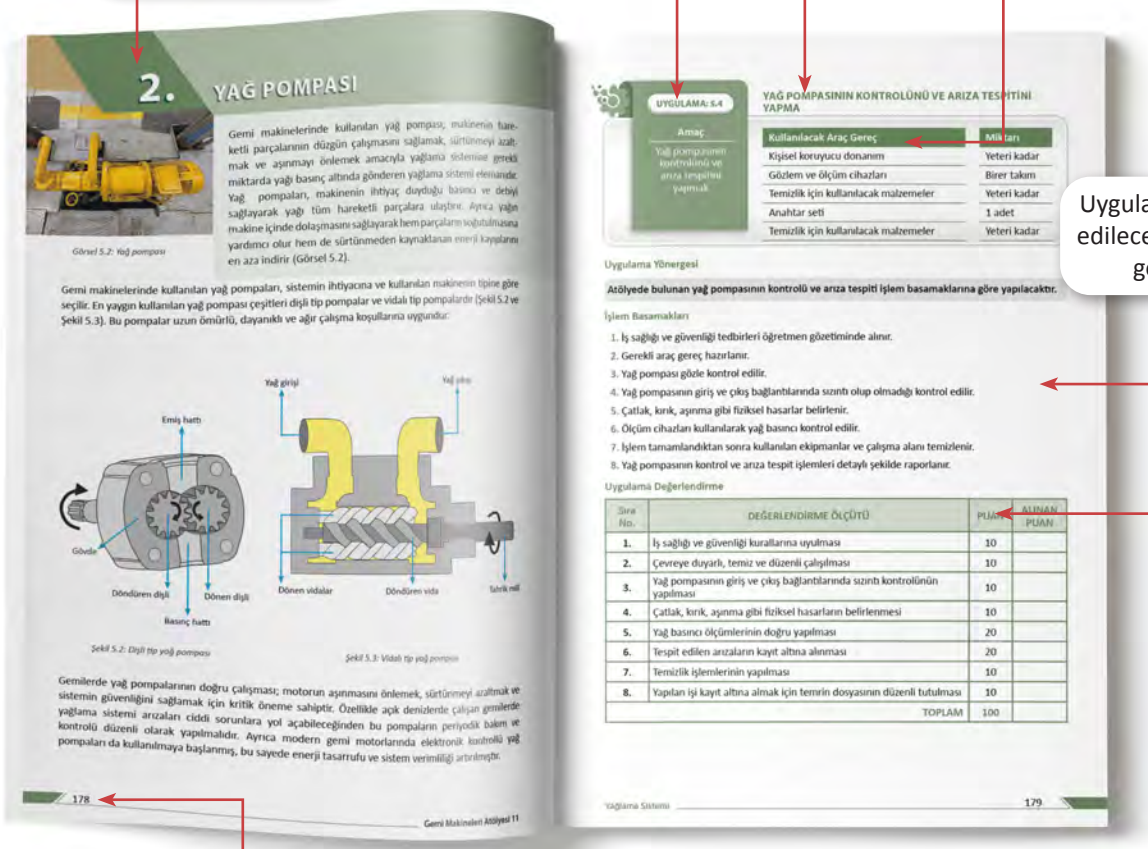
Öğrenme birimindeki konu başlıkları ve başlık numaralarını gösterir.

Uygulama adını gösterir.

Uygulama numarasını gösterir.

Uygulamada kullanılacak araç gereci gösterir.

Uygulamada takip edilecek aşamaları gösterir.



2. YAĞ POMPASI

Germi makinelerinde kullanılan yağ pompası, makinenin hareketli parçalarının düzgün çalışmasını sağlamak, sürtünmeyi azaltmak ve aşınmayı önlemek amacıyla yağlama sistemine gerekli miktarda yağı basınç altında gönderen yağlama sistemi elemanıdır. Yağ pompaları, makinenin ihtiyaç duyduğu basıncı ve debiyi sağlayarak yağı tüm hareketli parçalara ulaştırır. Ayrıca yağın makine içinde dolaşmasını sağlayarak hem parçaların soğutulmasına yardımcı olur hem de sürtünmeden kaynaklanan enerji kayıplarını en aza indirir (Görsel 5.2).

Görsel 5.2: Yağ pompası

Germi makinelerinde kullanılan yağ pompaları, sistemin ihtiyacına ve kullanılan makinenin tipine göre seçilir. En yaygın kullanılan yağ pompası çeşitleri dişli tip pompalar ve vidalı tip pompalardır (Şekil 5.2 ve Şekil 5.3). Bu pompalar uzun ömürlü, dayanıklı ve ağır çalışma koşullarına uygundur.



Şekil 5.2: Dişli tip yağ pompası

Şekil 5.3: Vidalı tip yağ pompası

Gemilerde yağ pompalarının doğru çalışması; motorun aşınmasını önlemek, sürtünmeyi azaltmak ve sistemin güvenliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Özellikle açık denizlerde çalışan gemilerde yağlama sistemi arızaları ciddi sorunlara yol açabileceğinden bu pompaların periyodik bakım ve kontrolü düzenli olarak yapılmalıdır. Ayrıca modern germi motorlarında elektronik kontrollü yağ pompaları da kullanılmaya başlanmış, bu sayede enerji tasarrufu ve sistem verimliliği artırılmıştır.

178 Germi Makineleri Atölyesi 11

UYGULAMA: 5.4

YAĞ POMPASININ KONTROLÜNÜ VE ARIZA TESPİTİNİ YAPMA

Amaç

Yağ pompasının kontrolünü ve arıza tespitini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Gözlem ve ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

Uygulama Yönergesi

Atölyede bulunan yağ pompasının kontrolü ve arıza tespiti işlem basamaklarına göre yapılacaktır.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yağ pompası gözle kontrol edilir.
4. Yağ pompasının giriş ve çıkış bağlantılarında sızıntı olup olmadığı kontrol edilir.
5. Çatlak, kırık, aşınma gibi fiziksel hasarlar belirlenir.
6. Ölçüm cihazları kullanılarak yağ basıncı kontrol edilir.
7. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
8. Yağ pompasının kontrol ve arıza tespit işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yağ pompasının giriş ve çıkış bağlantılarında sızıntı kontrolünün yapılması | 10 | |
| 4. | Çatlak, kırık, aşınma gibi fiziksel hasarların belirlenmesi | 10 | |
| 5. | Yağ basıncı ölçümlerinin doğru yapılması | 20 | |
| 6. | Tespit edilen arızaların kayıt altına alınması | 20 | |
| 7. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

Yağlama Sistemi 179

Sayfa numaralarını gösterir.

Uygulama değerlendirme ölçütlerini gösterir.

Genel Ağ Kaynakçası ve Görsel Kaynakçası Karekodu

Kitabın Genel Ağ Kaynakçası ve Görsel Kaynakçası'na bu karekodu okutarak veya aşağıdaki linke tıklayarak ulaşabilirsiniz.

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2705

Kitabın Genel Ağ Kaynakçası ve Görsel Kaynakçası'nı içeren karekodu gösterir.

* Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

# Güvenlik İşaretleri



**Eldiven Giy:** Bu piktogram, işlemde çok sıcak bir yüzey veya ısıtıcı olduğundaneldiven kullanılması gerektiğini gösterir. Eldiven kullanılmalıdır.



**Koruyucu Elbise Giy:** Bu piktogram, işlemlerde kıyafetlere zarar verici maddelerin kullanılacağını gösterir. Önlük ya da tulum kullanılmalıdır.



**Gözlük Kullan:** Bu piktogram, işlemlerde göz sağlığı için zararlı maddelerin kullanılacağınıgösterir. Gözlük kullanılmalıdır.



**Maske Kullan:** Bu piktogram, işlemlerde kimyasal tepkimeler sonucu gazlar oluşabileceğinden maske kullanılması gerektiğini belirtir. Maske kullanılmalıdır.



**Oksitleyici:** Havasız ortamda bile alev alabilir veya yanabilir. Yanıcı maddelerle karıştırıldıklarında patlayabilir. Yanan maddelerle teması önlenmelidir. Ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır. Kullanılırken uygun mesafede durulmalı ve koruyucu giysi giyilmelidir.



**Patlayıcı:** Kıvılcım, ısınma, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilir. Ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır. Uygun mesafede durulmalı ve koruyucu giysi giyilmelidir.



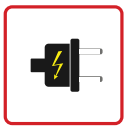
**Korozif:** Canlı dokuyu tahrip eden ya da demiri aşındıran/paslandıran maddelerdir. Deriye ve göze hasar verir. Gözleri ve deriyi korumak için özel önlemler alınmalı, koruyucu giysi giyilmeli ve buharı solunum yoluyla alınmamalıdır. Metallerden uzak tutulmalıdır.



**Çevreye Zararlı Maddeler:** Suya ve doğadaki canlılara zarar verir. Doğaya dökülmemeli ve salınmamalıdır.



**Kesici/Delici Cisim Güvenliği:** Bu piktogram, işlemlerde kesici/delici araçların kullanılacağını gösterir. Dikkatli olunmalıdır.



**Elektrik Güvenliği:** Bu piktogram, işlemlerdeşehir elektriğinin kullanılacağını gösterir. İletken uçlara dokunulmamalıdır. Gerekli önlemler alınmalıdır.



**Sıcak Cisim Güvenliği:** Bu piktogram, işlemlerde bir ısıtıcı ya da sıcak bir yüzeyin olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.



**Yanıcı, Parlayıcı:** Yanıcı ve parlayıcıdır. Alevlenme noktası sıfır derecenin altı, kaynama noktası maksimum 35 derece olan sıvılardır. Bu tür maddeler ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır.



**Zehirli:** Zehirli veya çok zehirlidir. Ağız, deri ve solunum yolu ile zehirlenmelere yol açar. Vücut ile temas ettirilmemelidir. Kanser riski taşır.



**Tahriş Edici:** Bu maddeler deriye, göze ve ozon tabakasına zarar verebilir. Buharı solunmamalıdır ve vücutla temas ettirilmemelidir. Gözleri ve deriyi korumak için özel önlemler alınmalıdır ve koruyucu giysi giyilmelidir.



**Sağlık Etkisi:** İnsan sağlığına kısa veya uzun dönemli hasarlar verebilir. Vücut/cilt ile temas ettirilmemeli, ağız yoluyla alınmamalı ve solunmamalıdır. Ayrıca kanser riski taşır.

# 1. ÖĞRENME BİRİMİ

# ELEKTRİK ARK KAYNAĞI

1. KAYNAK MAKİNESİ VE AKIM AYARI
2. POZİSYON KAYNAKLARI
3. BORU VE FLANŞ KAYNAĞI




## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Kaynak makinesi akım ayarını yapma
- Kaynaklı birleştirme yapma
- Boru ve flanş kaynağı yapma

# 1. KAYNAK MAKİNESİ VE AKIM AYARI



*Görsel 1.1: Kaynaklı birleştirme*

Dolgu kaynak yöntemi dışında kalan tüm kaynak uygulamaları birer birleştirme işlemidir. Birleştirme işlemleri sırasında kaynak yapılmak istenen malzemeye çok yüksek ısı akışı gerçekleşir. Bu, kaynak işlemlerinde istenmeyen bir durumdur. Bundan dolayı mümkün olduğunca saplama, cıvata, perçin gibi diğer birleştirme uygulamaları tercih edilmelidir. Kaynaklı birleştirme kolay, sızdırmaz, sağlam, birleştirme şeklinin sınırsız olması vb. nedenlerle tercih edilir (Görsel 1.1).



*Görsel 1.2: Elektrik arkı*

Elektrik ark kaynağı teriminin içinde yer alan ark, elektriksel bir terimdir. Ark, kaynak işlemi sırasında elektrot ile kaynak yapılacak parça arasında oluşan yüksek sıcaklığa sahip kesintisiz elektriksel boşalma (plazma) kıvılcımı anlamına gelir (Görsel 1.2). Çeliğin ergime sıcaklığı 1.535 °C'tur [derece celsius (selsius)]. Çeliği anında ergitmek için verilen amper akım şiddetine bağlı olarak bu sıcaklık 5.000 °C'a kadar çıkmaktadır. Amper (A) ayarı kaynak makinesi üzerinde bulunan bir kol veya düğme ile yapılır.

Kaynak işleminde topraklama için kaynak şasesi veya diğer bir adıyla topraklama kelepçesi kullanılır. Kaynak şasesi, iş parçasına bağlanan ve kaynak devresini tamamlayan bir iletken bağlantı elemanıdır. Şase, kaynak makinesinden çıkan akımın iş parçasına girip sonrasında kaynaktan geri dönmesini sağlayan ve devreyi tamamlayan önemli bir elemandır.

Elektrik ark kaynağı, kapalı bir elektrik devresi mantığıyla çalışır (Görsel 1.3). Şase bağlantısı kaynak bölgesine ne kadar yakınsa bu devre daha kısa ve verimli olur. Elektrik akımı uzun mesafelerde parça üzerinden geçerken dirence bağlı gerilim düşüşü (voltage drop) gerçekleşir. Bu gerilim düşüşü ark stabilitesini bozar, dikiş kalitesini düşürür; sıçrama, elektrot yapışması gibi sorunlara neden olur.




*Görsel 1.3: Elektrik ark kaynağı devre şeması*

Gemiler çelikten üretildiği için şase bağlantısı gövdenin her noktasından sağlanabilir. Ancak kaynak sırasında özellikle elektrodun parçaya yapışmasıyla birlikte devre tamamlanır. Bu durumda şase ile kaynak noktası arasında kalan yatak, rulman gibi boşluk içeren kısımlarda elektrik arkı meydana gelebilir. Böyle bir durum hem kaynak güvenliğini azaltır hem de akımın geçtiği makine elemanlarının zarar görmesine yol açar.

Kaynak pensesi veya diğer adıyla kaynak pensi, elektrik ark kaynağı ekipmanlarından biridir (Görsel 1.4). Kaynak pensi temel olarak elektrodu tutan, kaynak akımını elektroda ileten ve kaynakçıyı elektrik akımından yalıtarak koruyan bir kaynak ekipmanıdır. Kaynak işleminde kullanılacak pensin özellikleri şunlardır:



*Görsel 1.4: Kaynak pensi*

- Kullanılacak akım değerine uygundur.
- Elle temas edilen kısım kaynak akımına uygun yalıtımdadır.
- Elektrot çapına uygun tutuşa sahiptir.
- Isıya dayanıklı ve aşınmaya karşı dirençli malzemeden yapılmıştır.

## 1.1. MALZEMEYE UYGUN ELEKTROT SEÇİMİ

Denizcilik sektöründe kaynak işlerinin yapılmasından sorumlu personele **fiter *(fitter)*** denir. Fiter, gemilerde güverte veya makine kaynakçısı olarak çalışır. Genellikle tek personel olarak istihdam edilir.

Gemilerde kaynak işlemleri bakım-onarım kapsamına girer. Gemi makine zabitleri; ana makine, yardımcı makine ve diğer mevcut sistemlerin kesintisiz ve verimli bir şekilde çalışmasından doğrudan sorumludur. Ayrıca bu sistemlerin üzerindeki parçaların kaynak işlemine tabi tutulmasının kontrolünden sorumludur.

Gemilerde yapılan kaynak işlemlerinde kullanılan malzemeler çelik, dökme demir, paslanmaz çelik, sarı pirinç ve alüminyum olabilir. Bu alaşımlarla kaynak işlemlerine başlamadan önce kaynak yönteminin belirlenmesi gerekir.

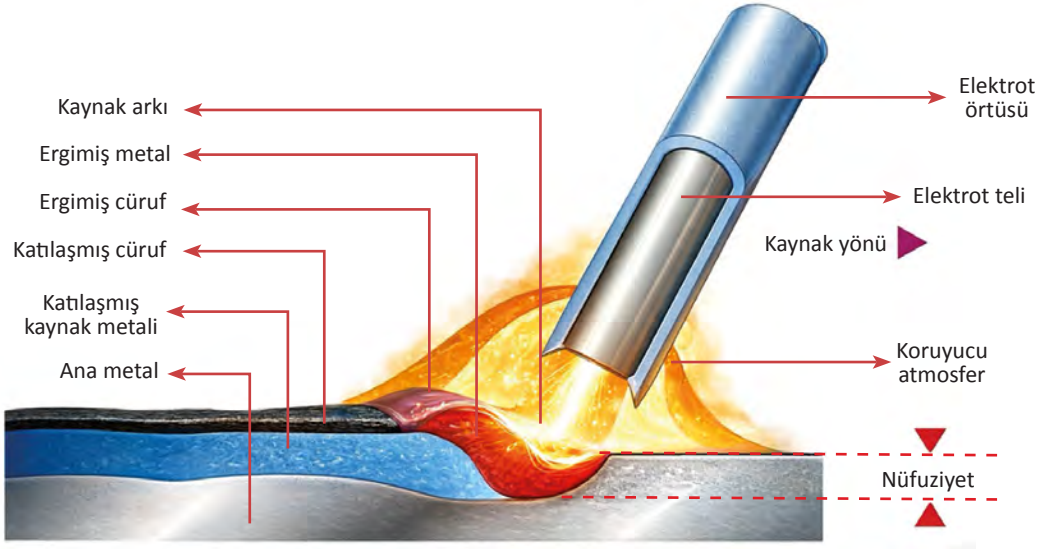
Kaynak tekniği çeşitleri fazla olmakla beraber gemilerde temel olarak elektrik ark kaynağı tekniği kullanılır. Bu teknik kullanılırken elektrot ucunda ortaya çıkan yüksek sıcaklık değerlerinin yol açacağı olumsuz sonuçlar öngörülmeli ve kaynak işlemi sırasında uygulanacak iş güvenliği prosedürlerine ek önlemeler alınmalıdır.

## 1.1.1. Elektrot



*Görsel 1.5: Örtülü elektrot*

Elektrot *(electrode)*, elektrik ark kaynağında ergiyerek parçaları birleştiren ve üzerindeki kaplamanın yanmasıyla koruyucu gaz oluşturan metal çubuktur (Görsel 1.5 ve Şekil 1.1). Malzemeye göre doğru elektrot seçimi kaynak işleminin oluşabilmesi için önemlidir.




*Şekil 1.1: Elektrot kesiti ve kaynak arkı kesiti*

Elektrodun üzerinde bulunan kimyasal kaplamaya **elektrot örtüsü** denir. Bu örtünün görevi, kaynak sırasında yanarak kaynak bölgesini havanın zararlı etkilerinden korumaktır. Elektrot örtüsü aynı zamanda kaynak yapılan bölgenin üzerinde cüruf denilen bir atık madde oluşturur. Bu cüruf kaynak işleminden sonra kaynak çekici ve tel fırçayla temizlenir.

Elektrot örtüsü, temel olarak şunlardan oluşur:

- Metal oksitler
- Selüloz
- Kalsiyum karbonat (kireç)
- Ferro alaşımlar
- Silikatlar (bağlayıcı)

Elektrot örtüsünün faydaları Tablo 1.1'de verilmiştir.

*Tablo 1.1: Elektrot Örtüsünün Özellikleri*

| ELEKTROT ÖRTÜSÜNÜN FAYDALARI | AÇIKLAMA |
|---|---|
| **Koruyucu gaz oluşturur.** | Örtü yanarken açığa çıkan gaz, ergimiş metal banyosunu atmosferdeki oksijen ve azottan korur. |
| **Cüruf *(slag)* meydana getirir.** | Kaynak metali üzerinde donan cüruf, kaynak dikişini dış etkilerden yalıtır ve soğuma sırasında düzgün bir yüzey oluşturur. |
| **Arkın kararlı yanmasını sağlar.** | Örtü sayesinde elektrik arkı sabit ve sürekli hâle gelir, kaynak işlemi kesintisiz yapılabilir. |
| **Kaynak metalini alaşımlandırır.** | Örtü içeriğindeki ferro alaşımlar kaynak metalinin dayanım, tokluk gibi mekanik özelliklerini artırır. |
| **Sıçramayı azaltır.** | Örtü sayesinde ergiyen metal kontrollü bir şekilde iletilir ve kaynak sırasında sıçrama en aza iner. |
| **Yüzeyi düzgünleştirir.** | Cürufun düzgün donması sayesinde kaynak dikişi estetik ve simetrik olur. |
| **Soğuma kontrolü sağlar.** | Örtü, kaynak metalinin soğuma hızını düzenleyerek çatlak oluşumunu önler. |
| **Yüksek konum kaynaklarını kolaylaştırır.** | Özellikle bazik ve selülozik örtüler, dikey ve tavan kaynaklarında ergiyen metalin akmasını engeller. |
| **Elektrik akımı iletimini iyileştirir.** | Örtü, arkın daha kolay başlatılmasını ve daha stabil yanmasını sağlar. |

## 1.1.2. Elektrot Çeşitleri

Elektrot standartlarını belirleme konusunda Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu *(International Organization for Standardization-ISO)* ve Amerikan Kaynak Topluluğu *(American Welding Society-AWS)* kuruluşları ön plana çıkar. Bu kuruluşlardan ISO, Avrupa Normları *(European Norms-EN)* kodlarıyla uyumludur. ISO, AWS'ye göre daha detaylıdır. AWS daha çok saha operatörlerine pratik bir kullanım kılavuzu sunar. Türkiye piyasasında elektrotların büyük bölümü AWS kodlarıyla anılır ve uygulamada bu kodlar kullanılır. Üretimde, resmî ve teknik dokümanlarda EN ISO sınıflandırmaları kullanılır.

Elektrot kutularının üzerindeki etikette elektrotların nasıl kullanılacağı, alternatif akım *(alternative current-AC)* veya doğru akım *(direct current-DC)* olarak hangi akım tipinin seçileceği ve hangi pozisyonlarda daha verimli olduğu, amper ayarı, yapılacak elektrot kutbu gibi bilgiler bulunur (Tablo 1.2).

*Tablo 1.2: Başlıca Elektrot Çeşitleri*

| ELEKTROT TÜRÜ | KODU (AWS/EN) | ÖZELLİKLERİ | KULLANIM ALANI |
|---|---|---|---|
| Rutil Örtülü Elektrot | E6013, E7014 | kolay tutuşma, düzgün kaynak dikişi, kolay cüruf temizliği | genel yapısal çelikler, ince saclar, düşük karbonlu çelikler |
| Bazik Örtülü Elektrot | E7018, E7016 | yüksek mukavemet, düşük hidrojen içeriği, çatlama direnci yüksekliği | basınçlı kaplar, köprüler, ağır sanayi kaynakları |
| Selülozik Örtülü Elektrot | E6010, E6011 | yüksek nüfuziyet, hızlı kaynak, iyi dik kaynak kabiliyeti | boru kaynakları, açık hava uygulamaları, saha çalışmaları |
| Asit Örtülü Elektrot | E7024 | hızlı ergime, düzgün kaynak yüzeyi, orta mukavemet | otomatik kaynak, düşük ve orta karbonlu çelikler |
| Paslanmaz Çelik Elektrot | E308, E309, E316 | yüksek korozyon direnci, paslanmaz çelikler için uygunluk | gıda, kimya ve denizcilik sektörleri, paslanmaz çelik birleşimleri |
| Dökme Demir Elektrot | CENi-CI, ESt, ENiFe-CI | kırılganlığı azaltma, iyi mekanik özellikler sağlama | dökme demir tamiri ve birleşimi |
| Alüminyum Elektrot | E4045, E1100 | düşük ergime noktası | alüminyum kaynakları, gemi ve havacılık sanayi |

Elektrot kutusunun üzerine markalanan etikette (Görsel 1.6) belirtilen AWS kodlarının anlamları aşağıda yer almaktadır.




*Görsel 1.6: Elektrot kutusu etiketi*

### E Harfi

Kutudaki sarf malzemesinin elektrot olduğunu ve kaynak işlemlerinde kullanılacak bir dolgu çubuğu olduğunu belirtir.

### İlk İki Rakam

Kaynak metalinin minimum çekme dayanımını ifade eden koddur. Bu kod grubu, elektrodun mekanik mukavemetini belirler ve hangi uygulamalarda kullanılabileceğine karar verilmesine yardımcı olur. Bu kod grubuna verilen örnekler şunları ifade eder:

- **E60:** Elektrodun 60.000 psi (pound/inç$^2$) çekme dayanımı özelliğine sahip olduğunu
- **E70:** Elektrodun 70.000 psi çekme dayanımı özelliğine sahip olduğunu

### Üçüncü Rakam

Elektrodun hangi kaynak pozisyonlarında kullanılabileceğini gösterir. Bu rakam ifadeleri 1, 2 ve 4 olarak belirtilir. Bu rakamların anlam karşılıkları şunları ifade eder:

- **1:** Tüm pozisyonlarda (yatay, düşey, tavan) kaynak işlemi yapılabileceğini
- **2:** Yatay ve düz pozisyonlarda kaynak işlemi yapılabileceğini
- **4:** Özel uygulama pozisyonlarında kaynak işlemi yapılabileceğini

### Dördüncü Rakam

Elektrodun oluşturduğu örtü ve akım türünü ifade eder. Bu rakam ifadeleri 0, 3 ve 8 olarak belirtilir. Bu rakamların anlam karşılıkları şunları ifade eder:

- **0:** Elektrodun doğru akım altında selülozik kaplama yapabilme özelliğini
- **3:** Elektrodun hem alternatif akım hem de doğru akım altında rutil kaplama yapabilme özelliğini
- **8:** Elektrodun hem alternatif akım hem de doğru akım altında düşük hidrojen kaplama yapabilme özelliğini ve yüksek çekme dayanımı sağlayacağını

AWS elektrot kod gruplarının tamamına yönelik kod analiz örnekleri aşağıda yer almaktadır.

**E6013**

Kod analizi şu şekildedir:

- **E:** Elektrot
- **60:** 60.000 psi çekme dayanımı vardır.
- **1:** Tüm pozisyonlarda kullanılabilir.
- **3:** Rutil kaplama, alternatif ve doğru akımla uyumlu.

**E7018**

Kod analizi şu şekildedir:

- **E:** Elektrot
- **70:** 70.000 psi çekme dayanımı vardır.
- **1:** Tüm pozisyonlarda kullanılabilir.
- **8:** Düşük hidrojen kaplama, alternatif veya doğru akımla uyumludur.

AWS elektrot kod grubunda yer alan çekme dayanımı psi *(pound per square inch-lb/in²)* birimiyle ifade edilir. Psi, bir inç (") kareye etki eden 1 poundluk kuvvet anlamına gelir. Bu birimde geçen İngiliz ağırlık ölçü sisteminde bulunan pound, libre (lb) olarak da bilinir. 1 pound (libre), 0,45 kg'a ve 1 in² (inç kare) yaklaşık olarak 6,4516 cm²ye eşittir. Aynı zamanda 1 psi, yaklaşık olarak 0,06895 bar değerine eşittir. Bazı durumlarda psi cinsinden verilmiş elektrot çekme dayanımını bar birimine dönüştürmek gerekebilir. Örneğin AWS E6013 elektrodunun çekme dayanımı 60.000 psi'dir (4.137 bar).

## 1.1.3. Elektrot Seçerken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Kaynak işlemlerinde doğru elektrot seçimi; kaynak dikişinin kalitesi, dayanıklılığı ve kaynak güvenliği açısından büyük önem taşır. Yanlış elektrot kullanımı çatlaklara, dayanım kaybına ve hatalı kaynaklara yol açabilir. Doğru elektrot seçimi için dikkat edilmesi gereken başlıca hususlar şunlardır:

**Kaynak Metali**

Elektrot, kaynatılacak malzeme ile uyumlu olmalıdır.

**Kaynak Pozisyonu**

Düz, yatay, dikey veya baş üstü pozisyonlara uygun elektrot seçilmelidir.

**Akım Türü**

Elektrodun alternatif akım veya doğru akım ile uyumlu olup olmadığı kontrol edilmelidir.

**Örtü Türü**

Elektrot örtüsü, kaynak dikişinin özelliklerini etkiler.

**Mekanik Özellikler**

Çekme dayanımı, tokluk, sertlik gibi özellikler kaynatılacak metale uygun olmalıdır.

# 1.2. KAYNAK MAKİNESİNE AMPER AYARI

Amper, elektrik akımının şiddetini başka bir deyişle birim zamanda iletken üzerinden geçen elektrik miktarını ifade eden ölçü birimidir. Kaynak makinelerinde amper değeri, arkın oluşturduğu ısının gücünü belirler. Kaynak sırasında ne kadar ısı üretileceğini ve metalin ne kadar eritileceğini belirler (Görsel 1.7).




*Görsel 1.7: Amper ayarı*

## 1.2.1. Kaynak Makinesi Çeşitleri

Elektrik ark kaynağında doğru makine seçimi kaliteli kaynağın yapılabilmesi için önemlidir. Kaynak yöntemi, akım türü ve kullanım alanına göre farklı makineler tercih edilir (Görsel 1.8.a, b, c).

a)



b)




c)




*Görsel 1.8: Kaynak makinesi çeşitleri*

**a) Transformatör Tip MMA Kaynak Makineleri**

Şebekeden gelen yüksek gerilim-düşük akım, transformatörde düşürülerek kaynak için gerekli olan düşük gerilim-yüksek akıma çevrilir. Transformatör tip MMA *(manual metal arc)* kaynak makinelerinin özellikleri şunlardır:

- Alternatif akım ile çalışır, basit mekanik yapıya sahiptir.
- Genellikle endüstriyel ve sabit kullanım için tercih edilir.
- Bobinlerinin arasındaki mesafe ayarlanarak akım kontrolü yapılabilir.

**b) Redresör (Doğrultucu) Tip MMA Kaynak Makineleri**

Şebekeden alınan alternatif akım transformatör yardımıyla istenen seviyeye düşürülür ve ardından redresör ile doğru akım hâline getirilir. Redresör tip MMA kaynak makinelerinin özellikleri şunlardır:

- Alternatif akımı doğru akıma dönüştürerek pürüzsüz dikişler sağlar.
- Endüstriyel kullanıma uygun 380 volt (V) şebeke gerektirir.
- Sabit tesislerde yüksek performans için idealdir.

**c) Inverter Tip MMA Kaynak Makineleri**

Şebekeden gelen alternatif akım önce yüksek frekanslı doğru akıma çevrilir, ardından transistör ve devrelerle kaynak için uygun ayarlarla çıkış akımı sağlanır. Inverter *(invörtır)* tip MMA kaynak makinelerinin özellikleri şunlardır:

- Kompakt tasarım ve hafif yapı ile taşınabilirlik avantajı sunar.
- Yüksek frekanslı dönüştürücüler sayesinde enerji verimliliği sağlar ve jeneratörlerle uyumludur.
- Ayarlanabilir sıcak başlangıç *(hot start)* ve ark kuvveti *(arc force)* özellikleriyle kullanım kolaylığı sağlar.
- Doğru akım çıkışı ile daha kararlı bir ark performansı sunar.

Gemilerde genellikle atölye şartlarında sabit tip redresör kaynak makinesi kullanılır. Ancak gemi güvertesi gibi saha çalışmalarında taşınabilir 220 V inverter tip çanta kaynak makinesi kullanılır. Saha çalışmalarında, inverter tip kaynak makinelerinin amper gücünün yetersiz kaldığı durumlarda 380 V redresör tip kaynak makinesi kullanılabilir.

Doğru akım ile çalışan kaynak makinelerinde kutup bağlantısı; kaynak işleminin kalitesini, nüfuziyetini ve sıçrama miktarını doğrudan etkiler (Tablo 1.3). Bu nedenle elektrot kutusu üzerinde pozitif doğru akım (DC+), negatif doğru akım (DC-) ve alternatif akım (AC) türlerinden hangisinin yazılmış olduğuna dikkat edilmelidir. Elektrot kutuplama şekilleri şunlardır:

**Düz Kutuplama**

Elektrot negatif kutba, iş parçası ise pozitif kutba bağlanır.

**Ters Kutuplama**

Elektrot pozitif kutba, iş parçası ise negatif kutba bağlanır.

*Tablo 1.3: Elektrot Kutup Bağlantıları*

| BAĞLANTI TÜRÜ | ELEKTROT KUTBU | ISI DAĞILIMI | NÜFUZİYET | KULLANIM DURUMU |
|---|---|---|---|---|
| **Düz Kutup** | elektrot (-)<br>iş parçası (+) | %70 iş parçası<br>%30 elektrot | derin | kalın parçalar,<br>yüksek nüfuziyet gereken işler |
| **Ters Kutup** | elektrot (+)<br>iş parçası (-) | %70 elektrot<br>%30 iş parçası | yüzeysel | ince saçlar, galvanizli sac |

## 1.2.2. Kaynak Makinesinde Amper Ayarının Yapılması

Amper ayarının doğru yapılması; kaynak dikişinin kalitesi, nüfuziyet, dolgu miktarı, sıçrama kontrolü gibi önemli unsurlarını doğrudan etkiler. Verimli ve istenen kaynak kalitesinin elde edilmesini sağlar.

Nüfuziyet *(penetration)*, kaynak işlemi sırasında ergiyen elektrodun kaynak yapılan malzemenin iç kısmına nüfuz etme derinliğini ifade eder. Başka bir deyişle kaynak dikişinin, malzemenin içine ne kadar derinlemesine işlediğini gösterir. Bu durum kaynak kalitesinde ve mekanik dayanımda kritik bir öneme sahiptir.

İş parçasının kalınlığı ve elektrot çapı, doğru amper ayarını belirlemede önemlidir. Ayrıca kullanılan elektrot türü, kaynak pozisyonu gibi faktörler amper ayarını belirleyen temel etkenlerdir. Öncelik, elektrot kutusundaki kullanım tablolarında önerilen amper aralığıdır. Kalın malzemelerde elektrot kutusundaki amper aralığından daha yüksek amper, ince malzemelerde ise daha düşük amper gerekebilir. Amper değeri belirlemeye genellikle elektrot kutusundaki tabloya göre minimum değerden başlanır. Bir test kaynağı yaparak kaynak dikişinin nüfuzu, dolgu miktarı ve sıçrama kontrolü gözlemlenir. Test dikişi yeterli nüfuziyet sağlamıyorsa veya dikiş yüzeyi düzensizse amper kademeli olarak artırılır.

Amper ayarı yüksekse aşırı ısınma, yanma, fazla sıçrama ve malzeme ergimesi olabilir. Bu durumda amperi düşürmek gerekir. Ayarlar kaynak makinesinin üstündeki kontrol kolları ya da dijital ayar düğmeleri yardımıyla yapılır.

## 1.2.3. Amper Ayarında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- **Elektrot çapı için dikkat edilmesi gereken hususlar**
  - Elektrot ne kadar kalınsa o kadar yüksek amper gerekir.
  - 1 mm (milimetre) elektrot için amper değeri yaklaşık 35-40 A'dir.
- **Malzeme kalınlığı için dikkat edilmesi gereken hususlar**
  - İnce saclarda düşük amper kullanılmalıdır. Aksi durumlarda sac delinir.
  - Kalın parçalarla yapılan kaynak işlemlerinde nüfuziyet oranının artması için daha fazla akım gerekir.
- **Kaynak pozisyonu için dikkat edilmesi gereken hususlar**
  - Yatay (düz) pozisyonda akım biraz yüksek olabilir.
  - Dikey ve tavan kaynağı pozisyonlarında ergimiş metalin akmaması için amper biraz düşürülür.
- **Malzeme cinsi için dikkat edilmesi gereken hususlar**
  - Yumuşak çelik malzeme için standart amper değerleri kullanılır.
  - Paslanmaz çelik malzemenin fazla ısıya maruz kalarak zarar görmemesi için daha düşük amper değerleriyle çalışılır.
  - Dökme demir malzemesi için özel elektrot kullanılır ve işlem sırasında düşük amper gerekir.

Ayarlanan amper değeri çok düşük olursa elektrot işlem yapılan parçanın üstüne yapışır, ark tutmaz ve ergime yetersiz olur. Ayarlanan amper değeri yüksek olursa aşırı sıçrama olur, kaynak çok yayılır ve işlem yapılan parça üstünde delikler oluşabilir.

UYGULAMA: 1.1

## ELEKTRİK ARK KAYNAĞINDAN ÖNCE HAZIRLIK YAPMA

**Amaç**

Elektrik ark kaynağı işlemine başlamadan önce genel hazırlıkları yaparak uygun elektrodu ve amper değerini belirlemek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kaynak makinesi ve donanımları | 1 takım |
| Elektrik ark kaynağı için kullanılan kişisel koruyucu donanım (KKD) | Yeteri kadar |
| İş parçası | 2 adet |
| Avuç içi taşlama | 1 adet |
| Tel fırça | 1 adet |
| Kaynak çekici | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Elektrik ark kaynağı yapmadan önce gerekli hazırlıklar, elektrot seçimi ve amper ayarı işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kaynak yapılacak parçalar belirlenir.
4. Parçaların yüzeyleri tel fırça veya taşlama ile temizlenir.
5. Malzemeye ve kaynak pozisyonuna uygun elektrot seçilir.
6. Elektrot çapına göre uygun akım değeri belirlenir.
7. Kaynak makinesi seçilen amper değerine ayarlanır.
8. Elektrot pensi ve şase bağlantısı yapılır.
9. Kaynak tezgâhı ve parçalar uygun pozisyonda hazırlanır.
10. Kişisel koruyucu donanımlar kuşanılır.
11. Elektrodun ark oluşturma durumu kontrol edilir.
12. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
13. Elektrik ark kaynağı işlemine başlamadan önce yapılması gereken genel hazırlıklar detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Malzeme yüzeylerinin temizlenip hazırlanması | 10 | |
| 4. | Malzeme cinsine, kalınlığına ve kaynak pozisyonuna uygun elektrot seçilmesi | 20 | |
| 5. | Elektrot çapına göre doğru akım ayarının yapılması | 10 | |
| 6. | Kaynak tezgâhı ve parçaların uygun pozisyonda hazırlanması | 10 | |
| 7. | Kaynak parçalarının puntalanarak sabitlenmesi | 10 | |
| 8. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 2. POZİSYON KAYNAKLARI

Kaynak uygulama pozisyonları yapıldıkları yerlere göre farklı isimler alır. Kaynak pozisyonuna göre işlemin uygulanma süreci de farklılık gösterebilir.

## 2.1. YATAY KONUMDA DÜZ KAYNAK DİKİŞİ

Pozisyon kaynakları arasında en yaygın ve öğrenilmesi en kolay olanlardan biri yatay konumda düz kaynak dikişi yapma işlemidir (Görsel 1.9). Bu pozisyon kaynağında elektrot, kaynak ilerleme yönüne paralel ve iş parçasına yaklaşık 60-70°lik açıyla tutulmalıdır. İş parçası ve elektrot arasındaki mesafenin oluşturduğu ark boyu elektrot çapına yakın olmalı ve bu mesafe kaynak işlemi boyunca korunmalıdır.



*Görsel 1.9: Yatay konumda düz kaynak dikişi*

Kaynak işlemi yapmaya başlamadan önce iş parçasının yüzeyi pas, yağ, boya gibi kalıntılardan tel fırçayla arındırılmalıdır. Kullanılan elektrot çapına göre uygun akım ayarlanmalıdır. Kaynak makinesi üzerinde ayarlanan akımın yüksek olması sıçrama ve delik oluşumuna, düşük olması ise nüfuziyet yetersizliğine, kaynak metali yığılmalarına ve sıçramalara neden olur. Çap işareti (Ø), fi simgesi ile gösterilir. Örneğin Ø3,25 mm olan E6013 tip elektrot için yapılacak akım ayarının 100-130 A arasında olması uygun olur.



*Görsel 1.10: Kaynak cürufu*

Elektrot, kaynak yapma sırasında hafif dairesel hareketlerle ya da zikzaklı şekilde hareket ettirilerek sabit ve kararlı bir hızla ilerletilmelidir. Cüruf (Görsel 1.10), kaynak yapıldıktan sonra dikkatli bir şekilde kaynak çekiciyle temizlenmelidir.

## 2.2. YATAY KONUMDA T İÇ KÖŞE KAYNAĞI

Yatay konumda T iç köşe kaynağı pozisyonunda dikkat edilmesi gereken en önemli husus elektrot açısıdır. Elektrot, iş parçalarına 45°lik ve kaynak ilerleme yönüne 65-70°lik açıyla tutulmalıdır. Elektrot ve iş parçası arasındaki mesafe, elektrot çapının 1-1,5 katı uzunluğunda olmalı ve bu mesafe kaynak hattı boyunca korunmalıdır. Aynı zamanda elektroda zikzak veya dairesel hareketler yaptırılarak ilerlenmelidir (Görsel 1.11).



*Görsel 1.11: Yatay konumda T iç köşe kaynağı*

Yatay konumda T iç köşe kaynağı pozisyonunda yaygın olarak kaynak kenarında yanma olukları hatası, yetersiz nüfuziyet, kaynak dikişi dolgunluğu gibi kaynak kalite kriterlerine uymayan hatalar oluşur. Bu hataları önlemek için uygun amper ayarı, düzgün elektrot hareketleri, ilerleme hızı gibi hususlara dikkat edilmesi gerekir.

## 2.3. YATAY KONUMDA V KAYNAĞI



*Görsel 1.12: Yatay konumda V kaynağı*

Yatay konumda V kaynağı, iki parçanın alın alına getirilerek aralarında V şeklinde bir kaynak ağzı oluşturulması ve bu boşluğun elektrot metaliyle doldurulması yoluyla yapılan bir alın kaynağı türüdür (Görsel 1.12). Genellikle kalın kesitli parçalarda yeterli nüfuziyet sağlamak için tercih edilir. Bu yöntem, kaynak sırasında iyi bir ark kontrolü ve düzgün paso geçişleri gerektirdiğinden düz dikiş kaynaklarına göre daha gelişmiş bir uygulamadır.

V şeklinde kaynak ağzı hem nüfuziyeti artırmak hem de dolgu metallerinin kaynak bölgesine rahatça ulaşmasını sağlamak için hazırlanır. Bu tür kaynaklarda genellikle pasolu (çok katlı) kaynak yapılır. Her pasonun temizliği ve bir sonrakine uygun hazırlanması, kaynak kalitesi açısından önemlidir.

Kaynak yapılacak parçaların uçlarına genellikle 60-90° arasında bir V açısı verilir. İki parça arasında bırakılan kök açıklığı *(root gap)* 1,5-3 mm arasında olmalıdır. Kök açıklığı çok dar olursa nüfuziyet yetersiz kalır, çok geniş olursa ergiyen metal aşağıya düşebilir.

Elektrot, genellikle kaynak dikişine göre 60-70° ilerleme yönüne eğimli, parçalara göre ise dikey eksene yakın tutulmalıdır. Kaynak işlemi sırasında elektrot hareketleri kontrollü ve kararlı olmalı, zikzak ya da dairesel küçük hareketlerle dolgu sağlanmalıdır.

Kalın parçaların kaynakla birleştirilmeleri için genellikle kök paso, ara pasolar ve son dolgu paso sırasıyla uygulanır. Her pasodan sonra cüruf iyice temizlenmeli ve bir sonraki paso için düzgün bir yüzey bırakılmalıdır. Aşırı ısı, parçaların büzülmesine ve eğilmesine neden olabilir. Bu nedenle pasolar arasında soğuma süresi bırakılmalı, gerekiyorsa ara ön ısıtma yapılmalıdır.

## 2.4. DÜŞEY KONUMDA DİK KAYNAK



*Görsel 1.13: Düşey konumda dik kaynak*

Düşey konumda dik *(vertical)* kaynak, kaynak dikişinin aşağıdan yukarıya doğru yapıldığı kaynak çeşididir. Bu yöntemde kaynak banyosu, yer çekimi etkisine karşı tutulduğu için ergiyen metalin akmasını önlemek amacıyla özel teknikler ve kontrollü elektrot hareketleri uygulanır. Düşey kaynakta genellikle zikzak, yarım daire, öteleme veya üçgen hareketler uygulanarak ergime havuzu yukarı doğru taşınır (Görsel 1.13). Düşey konumda dik kaynakta kaynak işleminin aşağıdan yukarıya doğru yapılmasının nedeni nüfuziyeti artırmak ve cürufun ergiyen metalle karışmasını engellemektir.

Elektrot, parça yüzeyine 90° dik olacak şekilde ve kaynak yönüne göre 75-85°lik açıyla eğik tutulmalıdır. Düşey kaynakta düşük sıçrama oranına ve hızlı donan bir ergime yapısına sahip elektrotlar tercih edilmelidir. Genellikle E6011, E6013, E7018 gibi hızlı donan örtülü elektrotlar kullanılır.

Akım değeri, yatay konumlara göre biraz daha düşük tutulmalıdır. Bu sayede ergiyen metalin aşağıya akması engellenir. Kaynak sırasında sıçrama ve cüruf düşme riski fazladır. Koruyucu ekipman eksiksiz kullanılmalıdır.

## 2.5. YATAY KONUMDA BİNDİRME KAYNAĞI

İmalatı kolaylaştırmasının yanı sıra iyi bir mekanik dayanım ve sızdırmazlık sağlar. Elektrot, parçalara yaklaşık 45°lik bir açı ve ilerleme yönüne 75-85°lik bir eğimle tutulur. Bu açı sayesinde hem üst hem alt parçaya yeterli nüfuziyet sağlanır. Elektrot, her iki parçaya ergime sağlayacak şekilde zikzak veya yarım daire şeklinde hareket ettirilerek ve ark boyu mesafesi korunarak ilerletilmelidir (Görsel 1.14).



*Görsel 1.14: Yatay konumda bindirme kaynağı*

## 2.6. TAVAN KAYNAĞI

Tavan konumunda kaynak, kaynak banyosunun yer çekiminin ters yönünde başka bir deyişle kaynakçının başının üstünde yer alan bir birleşim hattında oluşturulduğu zorlu bir pozisyon kaynağıdır (Görsel 1.15). Bu pozisyonda yapılan kaynak uygulaması, yer çekiminin ergiyen metal ve cürufu aşağı doğru çekmesi nedeniyle en zor pozisyon kaynakları arasında yer alır. Bu pozisyonda kaynakçının ısı girdisini çok iyi kontrol etmesi gerekir.



*Görsel 1.15 Tavan kaynağı*

Tavan kaynağında elektrot, kaynak parçalarına göre yaklaşık 90°lik açıyla tutulmalıdır. Kaynak ilerleme yönüne göre ise yaklaşık 75-85°lik açıyla tutulmalıdır.

Tavan kaynağı için düşük akım değerleri tercih edilmelidir. Aşırı akım ergiyen metalin aşağı damlamasına, az akım ise yeterli nüfuziyetin sağlanamamasına neden olur. Hızlı donan, sıçraması az ve cürufu kolay ayrılan elektrotlar tercih edilmelidir. Genellikle E6010, E6011, E6013 gibi elektrotlar kullanılır. Kaynak banyosu çok küçük tutulmalı; zikzak, yarım daire, öteleme veya üçgen hareketlerle ve çok kısa süreli ark ile ilerleme yapılmalıdır. Her adımda kısa süreli beklemeyle ergiyen metalin tutunması sağlanmalıdır.

Tavan kaynağı pozisyonu yüksek sıçrama ve ergimiş metal damlaması riski taşıdığından kaynakçı mutlaka alınlık, ense koruyucu, yanmaz başlık, eldiven gibi tam koruyucu ekipman kullanmalıdır.

UYGULAMA: 1.2

## YATAY KONUMDA DÜZ KAYNAK DİKİŞİ YAPMA

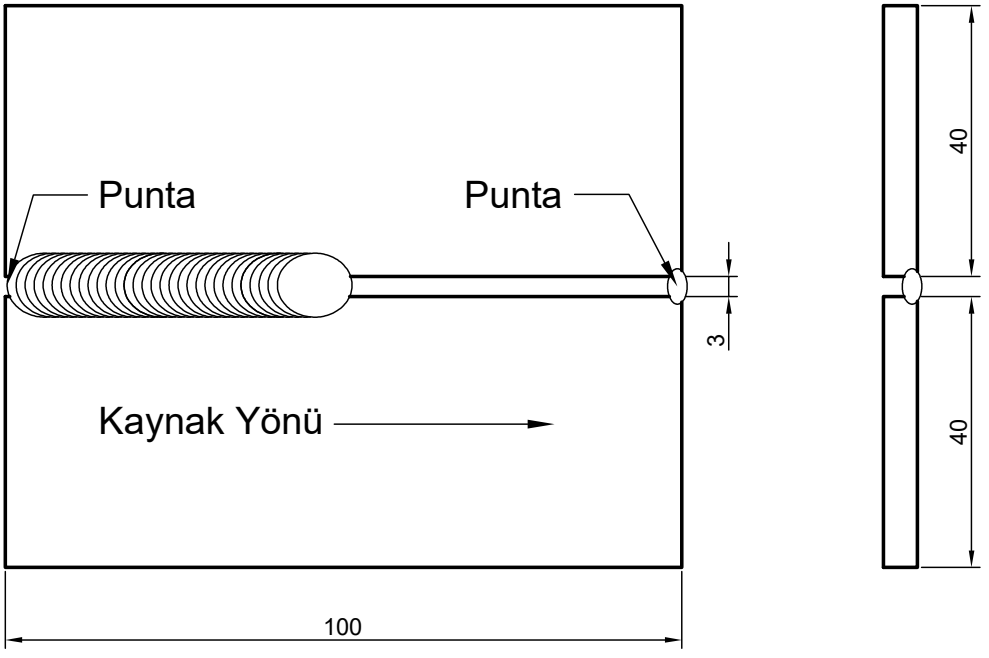
**Amaç**

Yatay konumda düz kaynak yaparak düzgün bir kaynak dikişi çekmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kaynak makinesi ve donanımları | 1 takım |
| Elektrik ark kaynağı için kullanılan kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| İş parçası | 2 adet |
| Avuç içi taşlama | 1 adet |
| Tel fırça veya zımpara | 1 adet |
| Kaynak çekici | 1 adet |
| Lama demir (5×40×100 mm) | 2 adet |
| Demir testere makinesi veya el testeresi | 1 adet |
| Eğe | 1 adet |
| Elektrot | 2 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Yatay konumda düz kaynak dikişi, elektrik ark kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**




*Şekil 1.3: Düz kaynak dikişi*

## İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Lama demirler ölçülerine göre hazırlanır.
4. Kaynak tezgâhı ve gereci hazırlanır (pens, şase, elektrot).
5. Parçalar tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
6. Parçaların çapakları eğeyle giderilir.
7. Malzemeye uygun elektrot seçilir.
8. İki parça, punta kaynağı ile sabitlenir.
9. Uygun akım ayarı yapılır (100-130 A).
10. Elektrot doğru açıyla tutularak kaynak çekilir.
11. Kaynak yapıldıktan sonra cüruf temizlenir.
12. Tel fırçayla kaynak dikişi parlatılır.
13. Dikiş yüzeyi kontrol edilir, gerekirse ikinci paso uygulanır.
14. Kalın parçalar için çoklu paso kaynağı yapılır.
15. Her pasodan sonra cüruf temizlenir.
16. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
17. Yatay konumda düz kaynak işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

## Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | İş parçalarının kaynağa hazır hâle getirilmesi | 15 | |
| **4.** | Kaynak dikişinin hat boyunca düzgün ve simetrik yapılması | 15 | |
| **5.** | Kaynak dikişi nüfuziyeti yeterliliğinin sağlanması | 15 | |
| **6.** | Kaynak hatalarının (sıçrama, delik, çatlak vb.) önlenmesi | 15 | |
| **7.** | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| **8.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 1.3

## YATAY KONUMDA T İÇ KÖŞE KAYNAĞI YAPMA

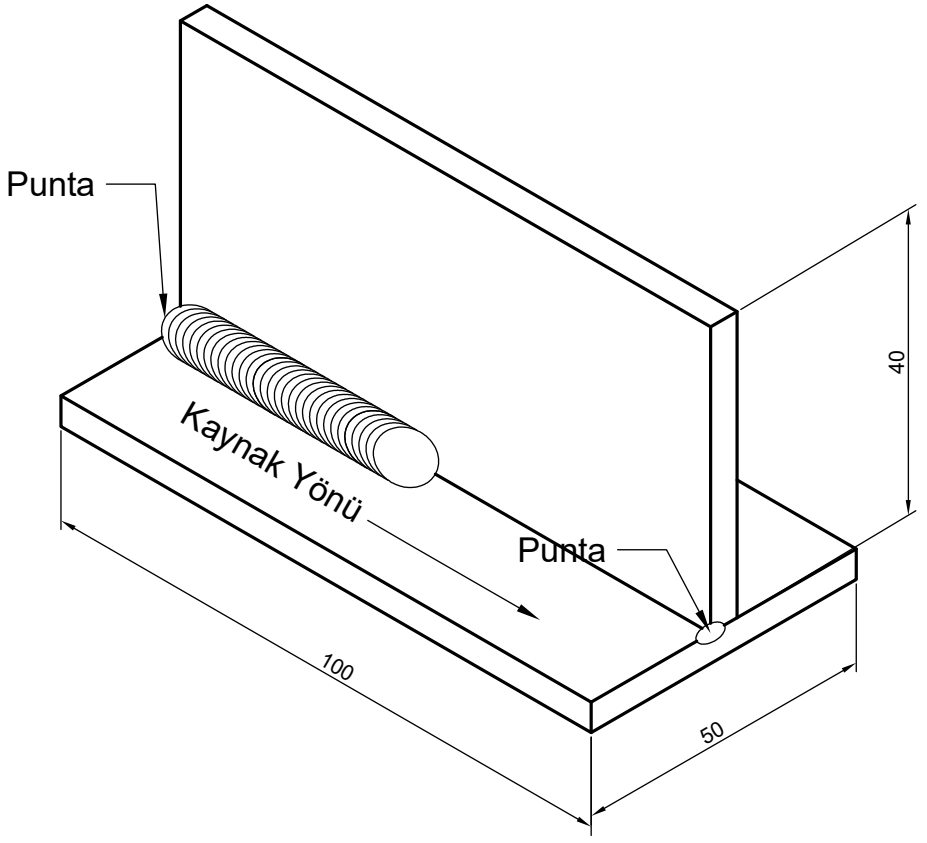
**Amaç**

Yatay konumda T iç köşe kaynağı yaparak düzgün bir kaynak dikişi çekmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kaynak makinesi ve donanımları | 1 takım |
| Elektrik ark kaynağı için kullanılan kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| İş parçası | 2 adet |
| Avuç içi taşlama | 1 adet |
| Tel fırça veya zımpara | 1 adet |
| Kaynak çekici | 1 adet |
| Lama demir (5×40×100 mm) | 2 adet |
| Demir testere makinesi veya el testeresi | 1 adet |
| Eğe | 1 adet |
| Elektrot | 2 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Yatay konumda T iç köşe kaynağı, elektrik ark kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**




*Şekil 1.4: Yatay konumda T iç köşe kaynağı*

## İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Lama demirler ölçülerine göre hazırlanır.
4. Tezgâh ve gereci hazırlanır.
5. Parçalar T şeklinde konumlandırılır.
6. Yüzeyler tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
7. Parçaların çapakları eğeyle giderilir.
8. İç köşe hizası çizilir.
9. Parçalar punta kaynağı ile sabitlenir.
10. Uygun akım ayarı yapılır (100-120 A).
11. Kaynak makinesi açılır, akım tipi kontrol edilir.
12. Ark oluşturulur.
13. Elektrot 45°lik açıyla tutulur, köşe boyunca ilerletilir.
14. Kaynak düzgün ve dengeli hızda çekilir.
15. Kaynak yapıldıktan sonra cüruf temizlenir.
16. Gerektiğinde ikinci paso yapılır.
17. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
18. Yatay konumda T iç köşe kaynağı işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

## Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | İş parçalarının kaynağa hazır hâle getirilmesi | 15 | |
| 4. | Kaynak dikişinin hat boyunca düzgün ve simetrik yapılması | 15 | |
| 5. | Kaynak dikişi nüfuziyeti yeterliliğinin sağlanması | 15 | |
| 6. | Kaynak hatalarının (sıçrama, delik, çatlak vb.) önlenmesi | 15 | |
| 7. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 1.4

## YATAY KONUMDA V KAYNAĞI YAPMA

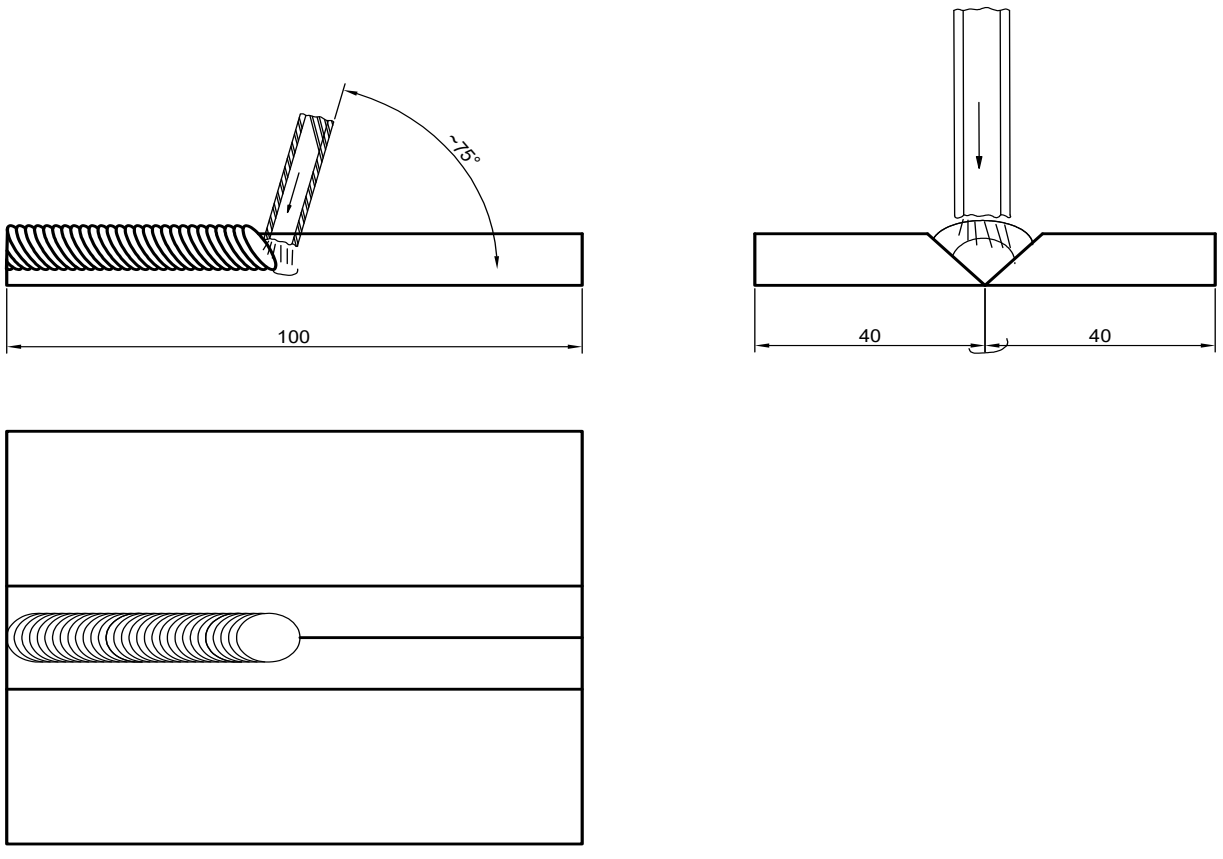
**Amaç**

Yatay konumda V kaynağı yaparak düzgün bir kaynak dikişi çekmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kaynak makinesi ve donanımları | 1 takım |
| Elektrik ark kaynağı için kullanılan kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| İş parçası | 2 adet |
| Avuç içi taşlama veya zımpara | 1 adet |
| Tel fırça | 1 adet |
| Kaynak çekici | 1 adet |
| Lama demir (5×40×100 mm) | 2 adet |
| Demir testere makinesi veya el testeresi | 1 adet |
| Eğe | 1 adet |
| Elektrot | 2 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Yatay konumda V kaynağı, elektrik ark kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**




*Şekil 1.5: Yatay konumda V kaynağı*

## İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Lama demirler ölçülerine göre hazırlanır.
4. Tezgâh ve gereci hazırlanır.
5. Parçalar tel fırça ile temizlenir.
6. İki parçaya 60°lik kaynak ağzı açılır.
7. 2-3 mm kök aralığı bırakılarak parçalar puntalanır.
8. Uygun akım ayarı yapılır (100-130 A).
9. Akım tipi kontrol edilir.
10. Ark oluşturulur.
11. Kök paso hafif zikzaklı hareketlerle yapılır.
12. Katmanlar arasındaki cüruf temizlenir.
13. Son paso düzgün yüzey sağlayacak şekilde çekilir.
14. Kaynak dengeli hızda yapılır.
15. Kaynak yapıldıktan sonra cüruf temizlenir.
16. Kaynak dikişi tel fırça ile parlatılır.
17. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
18. Yatay konumda V kaynağı işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

## Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Elektrot açısının doğru verilmesi | 10 | |
| 4. | Kaynağın katman dolgu düzeninin sağlanması | 10 | |
| 5. | Kaynak dikişinin hat boyunca düzgün ve simetrik yapılması | 15 | |
| 6. | Kaynak dikişi nüfuziyeti yeterliğinin sağlanması | 15 | |
| 7. | Kaynak hatalarının (sıçrama, delik, çatlak vb.) önlenmesi | 10 | |
| 8. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 1.5

## DÜŞEY KONUMDA DİK KAYNAK YAPMA

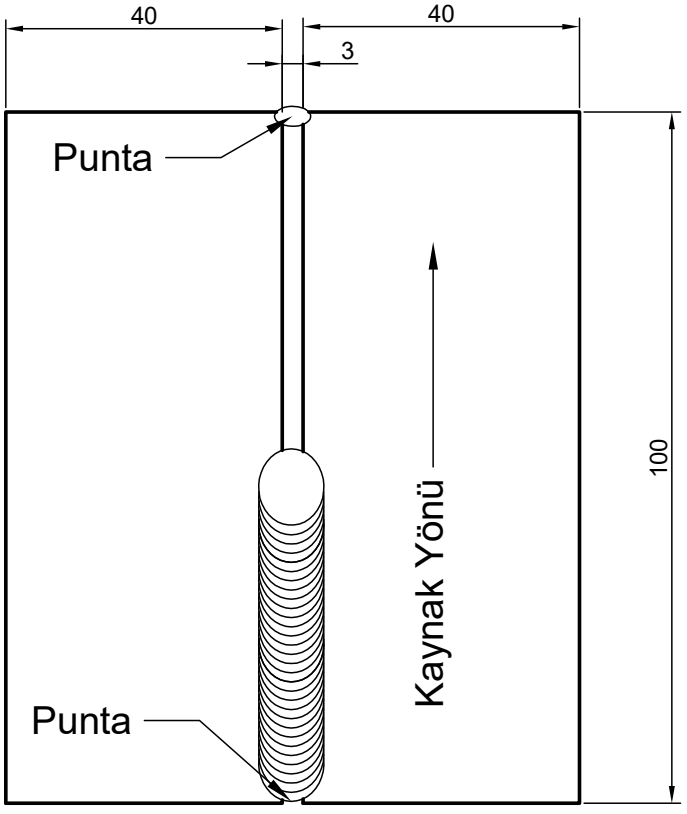
**Amaç**

Düşey konumda dik kaynak yaparak düzgün bir kaynak dikişi çekmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kaynak makinesi ve donanımları | 1 takım |
| Elektrik ark kaynağı için kullanılan kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| İş parçası | 2 adet |
| Avuç içi taşlama | 1 adet |
| Tel fırça veya zımpara | 1 adet |
| Kaynak çekici | 1 adet |
| Lama demir (5×40×100 mm) | 2 adet |
| Demir testere makinesi veya el testeresi | 1 adet |
| Eğe | 1 adet |
| Elektrot | 2 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Düşey konumda dik kaynak, elektrik ark kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**




*Şekil 1.6: Düşey konumda dik kaynak*

## İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Lama demirler ölçülerine göre hazırlanır.
4. Kaynak tezgâhı ve gereci hazırlanır (pens, şase, elektrot).
5. Parça üzerindeki kir, pas ve yağ tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
6. Kaynak yapılacak bölgelerdeki çapak ve pürüzler eğeyle giderilir.
7. İş parçaları punta kaynak ile sabitlenir.
8. Elektrot çapına göre amper ayarı yapılır (90-100 A).
9. Kaynak makinesi açılır, alternatif ve doğru akım seçimi kontrol edilir.
10. Elektrot hafifçe sürtülerek kaynak arkı oluşturulur.
11. Elektrot 45°lik eğimle tutulup köşe boyunca ilerletilir.
12. Kaynak düz ve dengeli hızda çekilir.
13. Cüruf soğuduktan sonra kırılır ve tel fırçayla temizlenir.
14. Kalın parçalarda ikinci dolgu pasosu gerekirse çekilir.
15. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
16. Düşey konumda dik kaynak işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

## Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Dik kaynak işlemine uygun elektrot açısının verilmesi | 10 | |
| **4.** | Kaynak dikişinin hat boyunca düzgün ve simetrik yapılması | 10 | |
| **5.** | Kaynak işleminin uygun hızda yapılması | 10 | |
| **6.** | Kaynak dikişi nüfuziyeti yeterliğinin sağlanması | 15 | |
| **7.** | Kaynak hatalarının (sıçrama, delik, çatlak vb.) önlenmesi | 15 | |
| **8.** | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| **9.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 1. 6

## YATAY KONUMDA BİNDİRME KAYNAĞI YAPMA

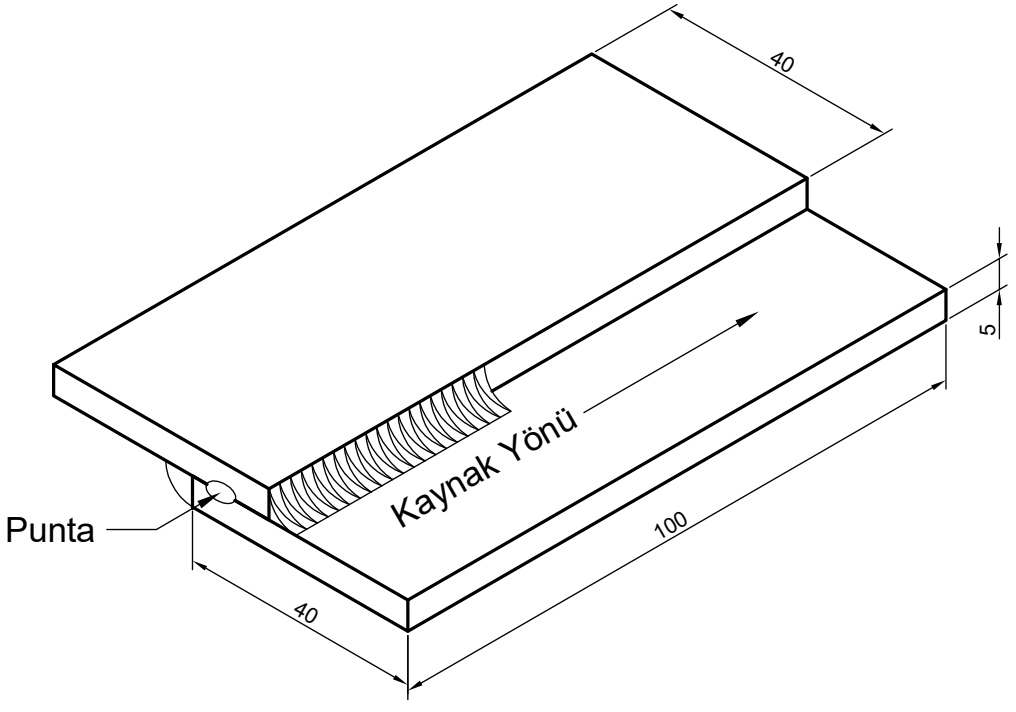
**Amaç**

Yatay konumda bindirme kaynağı yaparak düzgün bir kaynak dikişi çekmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kaynak makinesi ve donanımları | 1 takım |
| Elektrik ark kaynağı için kullanılan kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| İş parçası | 2 adet |
| Avuç içi taşlama | 1 adet |
| Tel fırça veya zımpara | 1 adet |
| Kaynak çekici | 1 adet |
| Lama demir (5×40×100 mm) | 2 adet |
| Demir testere makinesi veya el testeresi | 1 adet |
| Eğe | 1 adet |
| Elektrot | 2 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Yatay konumda bindirme kaynağı, elektrik ark kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**




*Şekil 1.7: Yatay konumda bindirme kaynağı*

## İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Lama demirler ölçülerine göre hazırlanır.
4. Kaynak tezgâhı ve gereci hazırlanır (pens, şase, elektrot).
5. Parça yüzeyi tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
6. Kaynak yapılacak bölgelerdeki çapak ve pürüzler eğeyle giderilir.
7. Üst parça, alttaki parçanın üzerine 15-20 mm binecek şekilde yerleştirilir.
8. İş parçaları punta kaynak ile sabitlenir.
9. Elektrot ve parça kalınlığına göre amper ayarı yapılır (90-100 A).
10. Kaynak makinesi açılır, alternatif ve doğru akım kontrol edilir.
11. Elektrot hafifçe sürtülerek ark oluşturulur.
12. Elektrot 70-80°lik açı ile tutulur ve kaynak çekilir.
13. Kaynak düz ve dengeli hızda yapılır.
14. Cüruf soğuduktan sonra kırılır, tel fırçayla temizlenir.
15. Gerekirse ikinci dolgu pasosu çekilir.
16. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
17. Yatay konumda bindirme kaynağı işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

## Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Bindirme kaynağına uygun elektrot açısının verilmesi | 10 | |
| 4. | Kaynak dikişinin hat boyunca düzgün ve simetrik yapılması | 10 | |
| 5. | Kaynak işleminin uygun hızda yapılması | 10 | |
| 6. | Kaynak dikişi nüfuziyeti yeterliğinin sağlanması | 15 | |
| 7. | Kaynak hatalarının (sıçrama, delik, çatlak vb.) önlenmesi | 15 | |
| 8. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 1.7

## TAVAN KAYNAĞI YAPMA

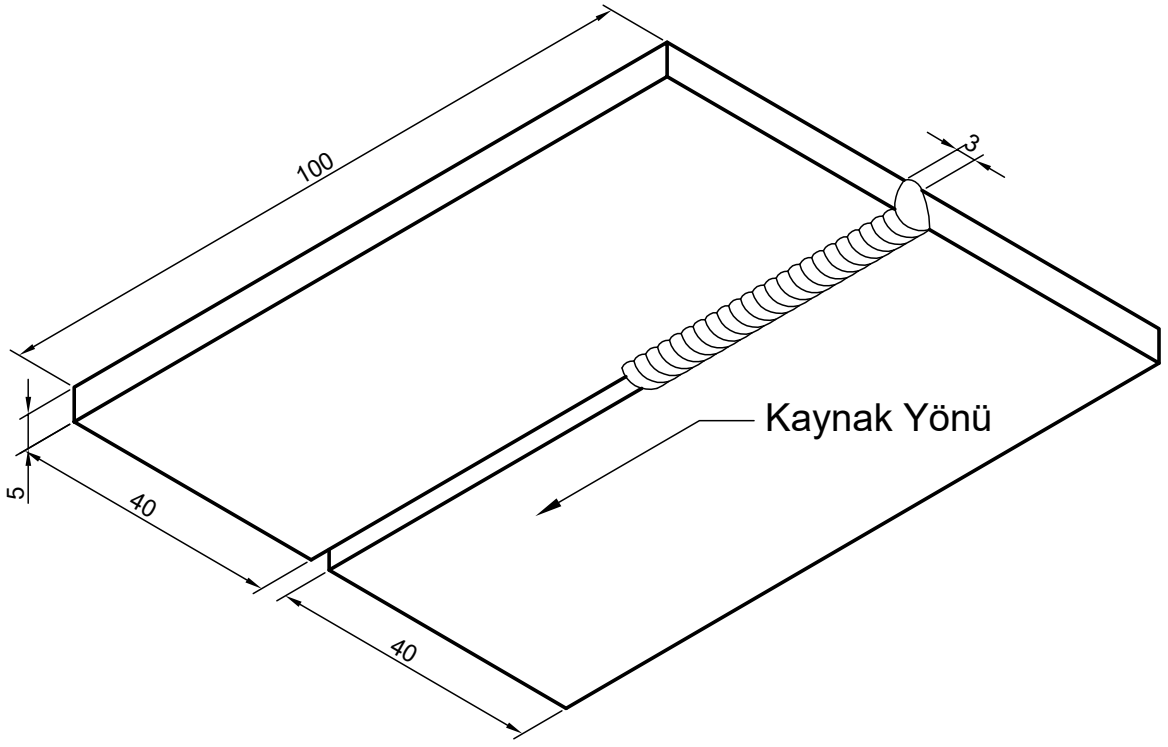
**Amaç**

Tavan kaynağı yaparak düzgün bir kaynak dikişi çekmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kaynak makinesi ve donanımları | 1 takım |
| Elektrik ark kaynağı için kullanılan kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| İş parçası | 2 adet |
| Avuç içi taşlama | 1 adet |
| Tel fırça veya zımpara | 1 adet |
| Kaynak çekici | 1 adet |
| Lama demir (10×60×150 mm) | 2 adet |
| Demir testere makinesi veya el testeresi | 1 adet |
| Eğe | 1 adet |
| Elektrot | 2 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Tavan kaynağı, elektrik ark kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**




*Şekil 1.8: Tavan kaynağı*

## İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Lama demirler ölçülerine göre hazırlanır.
4. Kaynak tezgâhı ve gereci hazırlanır (pens, şase, elektrot).
5. Parça yüzeyi tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
6. Kaynak yapılacak bölgelerdeki çapak ve pürüzler eğeyle giderilir.
7. İş parçaları punta kaynak ile sabitlenir.
8. Elektrot ve parça kalınlığına göre amper ayarı yapılır (90-100 A).
9. Kaynak makinesi açılır, alternatif ve doğru akım kontrol edilir.
10. Elektrot, tabana dik (90°) ve ilerleme yönüne eğik (10-15°) tutulur.
11. Kaynak düz ve dengeli hızda çekilir.
12. Cüruf soğuduktan sonra kırılır ve tel fırçayla temizlenir.
13. Gerekirse ikinci dolgu pasosu çekilir.
14. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
15. Tavan kaynağı işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

## Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Tavan kaynağına uygun elektrot açısının verilmesi | 10 | |
| 4. | Kaynak dikişinin hat boyunca düzgün ve simetrik yapılması | 10 | |
| 5. | Kaynak işleminin uygun hızda yapılması | 10 | |
| 6. | Kaynak dikişi nüfuziyeti yeterliğinin sağlanması | 15 | |
| 7. | Kaynak hatalarının (sıçrama, delik, çatlak vb.) önlenmesi | 15 | |
| 8. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 3. BORU VE FLANŞ KAYNAĞI

Boru ve flanş (düz yüzeyli bağlantı elemanı) kaynağı, özellikle gemi makineleri ve tesisat sistemlerinde sıkça kullanılan bir birleştirme yöntemidir. Bu kaynak işlemi sayesinde borular ya da boru ve flanş parçaları birbirine sağlam ve sızdırmaz şekilde bağlanır. Böylece hem akışkanların güvenli bir şekilde taşınması sağlanır hem de sistemin mekanik dayanımı artar. Kaynak sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli noktalar ise kaynak hareketlerinin dairesel şekilde uygulanması, uygun pozisyonda çalışılması ve doğru kaynak sırasının izlenmesidir. Tüm bu unsurlar, elde edilecek kaynak dikişinin sağlamlığını ve kalitesini doğrudan etkiler.

## 3.1. BORU KAYNAĞI

Boru kaynağı, diğer kaynak türlerinden farklı olarak dairesel bir yüzey üzerinde sürekli pozisyon değiştirilerek gerçekleştirilir. Kaynak sırasında pozisyon sürekli değiştiği için yüksek düzeyde beceri ve kontrol kabiliyeti beklenir (Görsel 1.16).



*Görsel 1.16: Boru kaynağı*

Boru kaynağında nüfuziyetin tam sağlanması için kök açıklığı 2-3 mm olacak şekilde ayarlanır. Amper ayarı daha düşük akımla yapılır. Amper ayarı boru kalınlığına bağlı olarak hassas bir şekilde yapılmalıdır. Çünkü düşük amper ayarı, yetersiz nüfuziyet sonucunda sızdırmazlık özelliğini kaybedebilir veya yüksek amper ayarı, kaynak metalinin boru içine akmasına neden olur. Bu durum boru kaynağı işlemlerinde istenen bir durum değildir. Borularda mümkün olduğunca, el ve vücut koordinasyonu ile borunun etrafında elektrot açısı değiştirilerek adım adım kaynak yapılır.

## 3.2. BORU-FLANŞ KAYNAĞI

Bir boru ucunun flanşa kaynakla birleştirilmesi işlemidir. Flanşlar, vidalı bağlantı elemanlarıyla sistemin diğer bölümlerine bağlanmak üzere tasarlanmıştır. Bu nedenle kaynak bağlantısının dayanıklı, sızdırmaz ve düzgün olması büyük önem taşır. Borunun flanşa eksenel olarak tam oturması, flanş yüzeyi dikliğinin bozulmaması ve kaynak dikişinin düzgün dairesel bir şekilde çekilmesi gerekir. Ayrıca flanş deliklerinin boru eksenine paralel kalması, sistemin sızdırmazlık ve mekanik uyumluluğu açısından önemlidir (Görsel 1.17).



*Görsel 1.17: Boru-flanş kaynağı 1*



*Görsel 1.17: Boru-flanş kaynağı 2*

UYGULAMA: 1.8

## BORU KAYNAĞI YAPMA

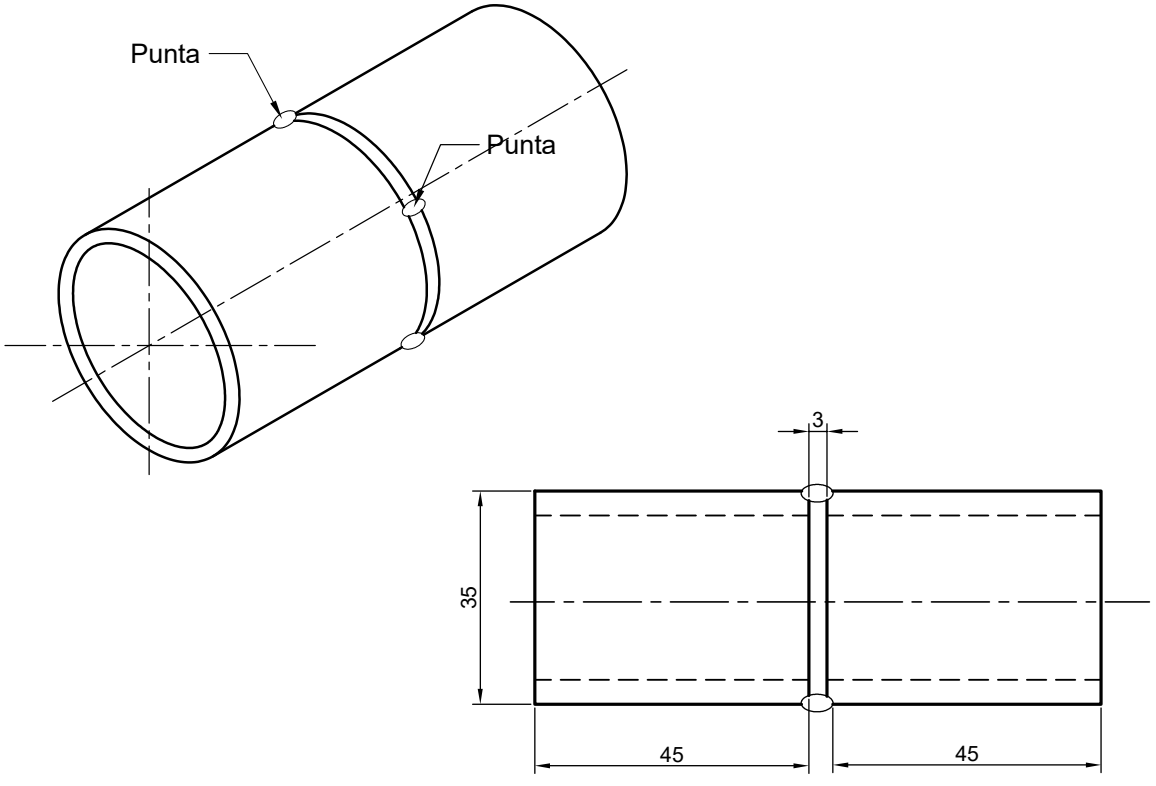
**Amaç**

Uygun elektrot kullanıp, boru kaynağı yaparak düzgün bir kaynak dikişi çekmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kaynak makinesi ve donanımları | 1 takım |
| Elektrik ark kaynağı için kullanılan kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| İş parçası | 2 adet |
| Avuç içi taşlama | 1 adet |
| Tel fırça veya zımpara | 1 adet |
| Kaynak çekici | 1 adet |
| Çelik boru (¾ inç×45 mm) | 2 adet |
| Demir testere makinesi veya el testeresi | 1 adet |
| Eğe | 1 adet |
| Elektrot | 2 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Boru kaynağı, uygun elektrot seçilerek elektrik ark kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**




*Şekil 1.9: Boru kaynağı*

## İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Borular testere yardımıyla hazırlanır.
4. Borulara eğe yardımıyla kaynak ağzı açılır.
5. Kaynak tezgâhı ve gereci hazırlanır (pens, şase, elektrot).
6. Parça yüzeyi tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
7. Kaynak yapılacak bölgelerdeki çapak ve pürüzler eğeyle giderilir.
8. Borular hizalanarak borulara 4 noktadan punta yapılır (90° aralıklarla).
9. Elektrot ve parça kalınlığına göre amper ayarı yapılır (70-80 A).
10. Kaynak makinesi açılır, alternatif ve doğru akım kontrol edilir.
11. Elektrot hafifçe sürtülerek ark oluşturulur.
12. Saat yönünde veya tersi yönde çevresel kaynak yapılır.
13. Kaynak düz ve dengeli hızda çekilir.
14. Cüruf soğuduktan sonra kırılır, tel fırçayla temizlenir.
15. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
16. Boru kaynağı işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

## Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Boruların eksenel olarak aynı düzleme getirilmesi | 10 | |
| **4.** | Borunun iç çapına kaynak metalinin akmasının önlenmesi | 10 | |
| **5.** | Kaynak dikişinin hat boyunca düzgün ve simetrik yapılması | 10 | |
| **6.** | Kaynak işleminin uygun hızda yapılması | 10 | |
| **7.** | Kaynak dikişi nüfuziyeti yeterliğinin sağlanması | 10 | |
| **8.** | Kaynak hatalarının (sıçrama, delik, çatlak vb.) önlenmesi | 10 | |
| **9.** | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| **10.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 1.9

## BORU-FLANŞ KAYNAĞI YAPMA

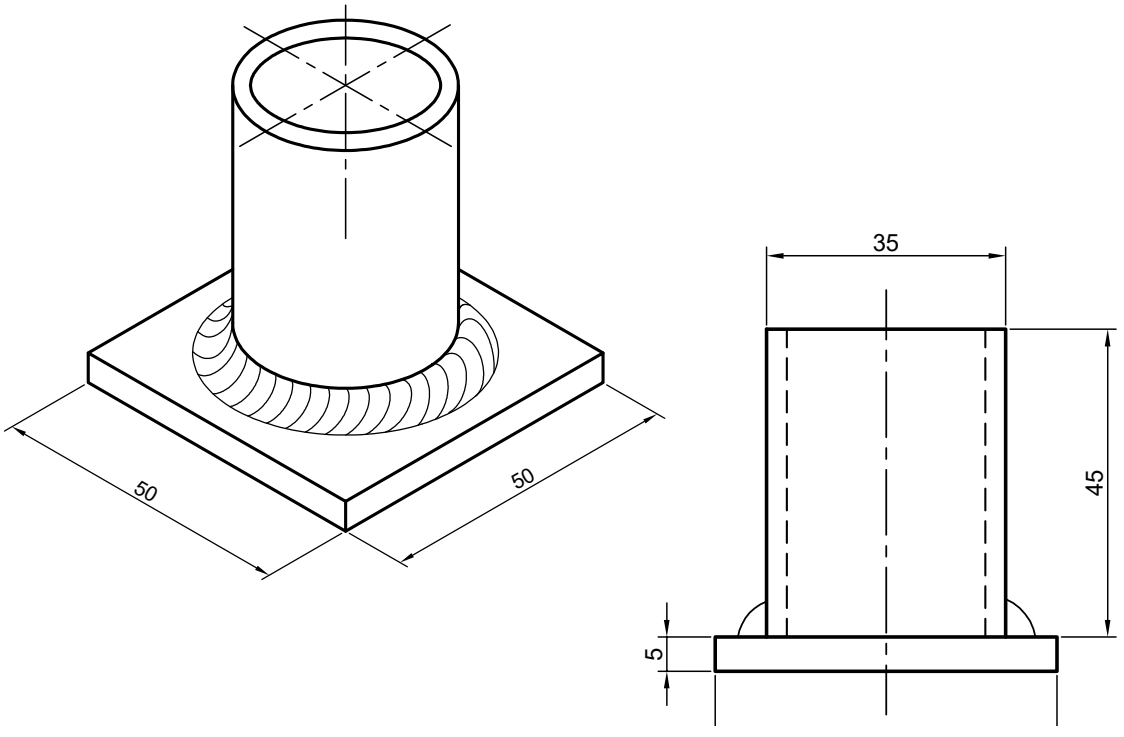
**Amaç**

Uygun elektrot kullanıp, boru-flanş kaynağı yaparak düzgün bir kaynak dikişi çekmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kaynak makinesi ve donanımları | 1 takım |
| Elektrik ark kaynağı için kullanılan kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| İş parçası | 2 adet |
| Avuç içi taşlama | 1 adet |
| Tel fırça veya zımpara | 1 adet |
| Kaynak çekici | 1 adet |
| Çelik boru (¾ inç×45 mm) | 1 adet |
| Çelik flanş levha (3×50×50 mm) | 1 adet |
| Demir testere makinesi veya el testeresi | 1 adet |
| Eğe | 1 adet |
| Elektrot | 2 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Boru-flanş kaynağı, uygun elektrot seçilerek elektrik ark kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**




*Şekil 1.10: Boru-flanş kaynağı*

## İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Boru ve flanş parçaları testere-giyotin makas yardımıyla hazırlanır.
4. Kaynak tezgâhı ve gereci hazırlanır (pens, şase, elektrot).
5. Parça yüzeyi tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
6. Kaynak yapılacak bölgelerdeki çapak ve pürüzler eğeyle giderilir.
7. Parçalara 4 noktadan punta yapılır (90° aralıklarla).
8. Elektrot ve parça kalınlığına göre amper ayarı yapılır (70-80 A).
9. Kaynak makinesi açılır, alternatif ve doğru akım kontrol edilir.
10. Elektrot hafifçe sürtülerek ark oluşturulur.
11. Saat yönünde veya saat yönünün tersi yönde çevresel kaynak yapılır.
12. Kaynak düz ve dengeli hızda çekilir.
13. Cüruf soğuduktan sonra kırılır, tel fırçayla temizlenir.
14. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
15. Boru-flanş kaynağı işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

## Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | İş parçalarının kaynağa hazır hâle getirilmesi | 10 | |
| 4. | Boru ve flanşın dik açı konumuna getirilmesi | 10 | |
| 5. | Borunun iç çapına kaynak metalinin akmasının önlenmesi | 10 | |
| 6. | Kaynak dikişinin hat boyunca düzgün ve simetrik yapılması | 10 | |
| 7. | Kaynak dikişi nüfuziyeti yeterliğinin sağlanması | 10 | |
| 8. | Kaynak hatalarının (sıçrama, delik, çatlak vb.) önlenmesi | 10 | |
| 9. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 10. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 2. ÖĞRENME BİRİMİ

# OKSİ-GAZ KAYNAĞI VE LEHİMLEME

1. TELSİZ BİRLEŞTİRME
2. TELLİ BİRLEŞTİRME
3. KAYNAKLA KESME
4. LEHİMLEME
5. BAKIR VE PİRİNÇ KAYNAĞI



## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Telsiz birleştirme kaynağı yapma
- Telli birleştirme kaynağı yapma
- Oksi-gaz yardımı ile malzeme kesme
- Lehimleme yapma
- Bakır ve pirinç kaynağı yapma

# 1. TELSİZ BİRLEŞTİRME



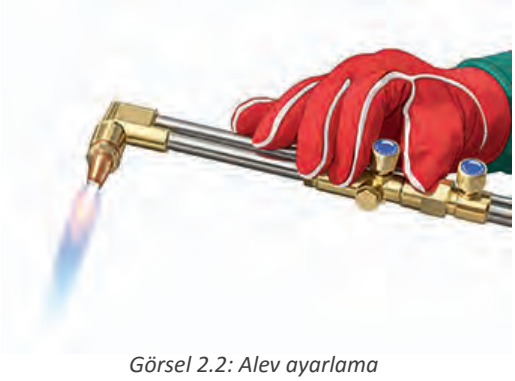
Oksi-gaz kaynağında tüm birleştirme tekniklerinin bilinmesi gerekir. Ayrıca oksi-gaz kaynak gerecinin tanınması ve bu gerece ait teknik özelliklerin doğru anlaşılması büyük önem taşır (Görsel 2.1).

Telsiz birleştirme kaynağı dışındaki oksi-gaz kaynağı uygulamaları telli birleştirme kaynağı, kaynakla kesme işlemi, bakır ve pirinç kaynağıdır.

*Görsel 2.1: Telsiz birleştirme*

## 1.1. OKSİ-GAZ KAYNAĞINDA İŞLEME UYGUN ALEV AYARLAMA

Oksi-gaz terimi, kaynak ve kesme işlemlerinde kullanılan iki gazın birleşimini ifade eder. Oksi, oksijen; gaz ise kaynak birleştirme ve kesme işlemlerinde kullanılan yanıcı gazdır. Bu kaynak tipinde oluşturulacak gaz karışımının içerisindeki oksijen oranı sabit olmakla beraber yanıcı gaz değişken olabilir. Oksijen, yakıcı bir gazdır ama tek başına yanmaz. Kaynak alevinin oluşabilmesi için oksijene mutlaka bir yanıcı gazın eklenmesi gerekir. Genellikle bu kaynak alevi oksijen ve asetilen karışımından elde edilir. Bunun yanı sıra özellikle propan, diğer yanıcı gazlardan maliyetinin düşük olması nedeniyle sanayide yapılan kesme işlemlerinde yanıcı gaz olarak yaygın şekilde kullanılır (Görsel 2.2). Oksi-gaz kaynağında kullanılan başlıca yanıcı gazlar asetilen ($C_2H_2$), propan ($C_3H_8$), hidrojen ($H_2$) ve doğal gazdır (Metan-$CH_4$).



*Görsel 2.2: Alev ayarlama*

### 1.1.1. Asetilen Gazının Özellikleri ve Tehlikeleri

Asetilen, kaynak işlemlerinde kullanılan en yüksek sıcaklığı veren yanıcı gazdır (Görsel 2.3). Oksijenle birlikte kullanıldığında yaklaşık 3.100 °C sıcaklıkta bir alev oluşturur. Bu nedenle hem kaynak hem de kesme işlemlerinde son derece etkilidir.



*Görsel 2.3: Asetilen gazı*

Asetilenin elde edilmesi nispeten ekonomik olsa da tüpler içinde güvenli bir şekilde saklanması için özel sistemler gerekir. Bu da maliyeti artırır ve güvenlik açısından dikkatli olmayı gerektirir. Asetilenin tehlikeli olma nedenleri şunlardır:

**Basınç Altında Patlama Riski**

Asetilen, saf hâlde 1,5 barın üzerinde sıkıştırıldığında kendi kendine patlayabilir. Bu yüzden tüpler özel gözenekli [*porous* (poröz)] malzeme ile doldurulur. Asetilen gazı, genellikle asetonla birlikte çözünmüş şekilde bu poröz yapının içinde depolanır.

**Düşük Tutuşma Sıcaklığı**

Asetilen, yaklaşık 305 °C gibi oldukça düşük bir tutuşma sıcaklığına sahiptir. Bu özellik, gazın çok küçük bir kıvılcım, sıcak yüzey ya da statik elektrik boşalmasıyla bile kolayca alev alabileceği anlamına gelir. Bu nedenle asetilenle çalışılan ortamlarda açık alev kaynaklarından, kıvılcım oluşturabilecek ekipmanlardan ve elektriksel boşalmalardan kesinlikle kaçınılmalıdır. Düşük tutuşma sıcaklığı, asetileni diğer yanıcı gazlara oranla çok daha hassas ve potansiyel olarak tehlikeli hâle getirir. Bu yüzden asetileni güvenli depolama, dikkatli taşıma, uygun havalandırma gibi önlemler hayati önem taşır.

**Alev Geri Tepme *(Backfire)* Riski**

Asetilen, oldukça reaktif bir gaz olduğundan gaz akışındaki dengesizlikler veya yanlış yapılan alev ayarları sonucunda alevin bekten geriye doğru, hortumun içine kadar ilerlemesine neden olabilir. Geri tepme olarak adlandırılan bu tehlikeli durum, hortum içerisinde yanma meydana getirerek ciddi yangınlara ve patlamalara yol açabilir. Geri tepme; alevin hortum içinde hızla ilerleyip, tüpe ulaşması hâlinde tüpün içindeki gazla etkileşerek çok daha büyük bir tehlike oluşturabilir. Bu nedenle asetilen kullanılan sistemlerde alev tutucu *(flashback arrestor)* gibi emniyet donanımlarının kullanılması ve alev ayarlarının doğru yapılması her zaman hayati öneme sahiptir.

Asetilen gazı, kimyasal yapısı itibarıyla oldukça kararsız ve hassas bir gazdır. Özellikle yüksek basınç altında patlama eğilimi, düşük tutuşma sıcaklığı gibi riskler taşır. Bu nedenle yalnızca bu konuda eğitim almış yetkin kişiler tarafından standartlara uygun ekipmanlar, regülatörler, alev tutucular gibi güvenlik donanımları eşliğinde kullanılmalıdır. Ayrıca asetilenin kullanıldığı her ortamda iyi havalandırma sağlanmalı ve güvenlik prosedürlerine titizlikle uyulmalıdır.

## 1.1.2. Oksi-Asetilen Kaynağında Kullanılan Ekipmanlar

### Oksijen Tüpleri




*Görsel 2.4: Oksijen tüpleri (a) ve asetilen tüpleri (b)*

Endüstriyel kaynak uygulamalarında oksijen gazı, özel olarak üretilmiş yüksek basınçlı çelik tüpler içinde taşınır ve depolanır. Bu tüpler, genellikle mavi renkle kodlanır ve üzerinde uyarı etiketleri yer alır. Tüplerin içindeki gaz basıncı yaklaşık 150-200 bar arasında olup kullanım sırasında regülatör yardımıyla istenilen çalışma basıncına düşürülür (Görsel 2.4.a).

Oksijen tüpleri, sadece kaynak işlemlerinde değil medikal, metalürji, cam sanayi ve kimya sektörlerinde de önemli rol oynar. Ancak bu gazın yanmayı şiddetle artırıcı etkisi, bazı güvenlik önlemlerinin eksiksiz alınmasını zorunlu kılar. Özellikle yağ gibi yanıcı maddelerle teması, çok ciddi yangın ve patlama riskleri doğurabilir.

### Asetilen Tüpleri

Asetilen tüpleri (Görsel 2.4.b), gaz güvenliği standartlarına uygun olarak genellikle sarı renkle kodlanır ve maksimum iç basınçları yaklaşık 15 bar seviyesindedir. Bu tüplerin içi poröz bir malzeme ile doldurulmuş olduğundan asetilen gazı genellikle çözücü bir sıvı olan aseton içine emdirilmiş şekilde depolanır. Tüp yatay konuma getirildiğinde bu çözücü sıvı da beraberinde dışarı çıkabileceğinden cihazlara zarar verme riski doğar ve alev stabilitesi bozulabilir. Bu nedenle asetilen tüplerinin kullanımı sırasında her zaman dikey konumda bulundurulmaları hayati önem taşır. Ayrıca bu uygulama, tüp içerisindeki gaz-sıvı dengesinin korunmasına ve güvenli akışın sağlanmasına yardımcı olur.

### Oksijen Regülatörü



*Görsel 2.5: Oksijen regülatörü*

Oksijen, 150-200 barlık yüksek basınçta ve sıkıştırılmış hâlde tüpte bulunur. Kaynak işlemlerinde ise 2-6 bar arası çok daha düşük bir basınçta kullanılır. Oksijen regülatörleri bu farkı güvenli şekilde dengelemek amacıyla özel olarak tasarlanmıştır. Oksijen regülatörlerinin renk kodu mavi olup üstünde çift manometre bulunur. Tüpe yakın olan manometre tüp içindeki basıncı gösterirken uzak olanı ise çalışma basıncını gösterir. Gövdesi pirinç, paslanmaz çelik gibi malzemelerden yapılır. Oksijen regülatörleri yağsız ve temiz olmalıdır çünkü oksijenle temas eden yağlar patlamaya neden olabilir. Oksijen regülatörleri genellikle sol dişli bağlantıya sahiptir (Görsel 2.5).

## Asetilen Regülatörü

Asetilen regülatörü, doğası gereği yüksek basınçlara dayanamayan asetilenin düşük basınçlarda güvenli çıkışını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır (Görsel 2.6). Renk kodu kırmızıdır. Oksijen regülatöründe olduğu gibi çift manometreye sahiptir. Tüpe yakın olan manometre, tüpün içindeki dolum basıncı olan 15 bar değerini gösterirken uzak olan manometre ise 0,5-1 bar arasında bir çalışma basıncı değerini gösterir. Gövdesi asetilen ile reaksiyona girmeyen özel alaşımlardan üretilir. Asetilen regülatörlerini oksijen regülatöründen ayırt etmek için sağ dişli bağlantı kullanılır. Düşük basınçla çalıştığı için bu regülatörlere hassas ayar yapılmalıdır.



*Görsel 2.6: Asetilen regülatörü*

## Asetilen Hortumları

Kırmızı renk koduyla tanımlanır ve bu sayede sistemdeki diğer gaz hortumlarından kolaylıkla ayırt edilebilir (Görsel 2.7). Genellikle 1,5-2 bar arası çalışma basıncına uygun olarak tasarlanır. Hortumun iç kısmı, asetilen gazıyla kimyasal tepkimeye girmeyen yanmaya ve gaz etkilerine dayanıklı kauçuk veya sentetik bir malzeme ile kaplanır.

Asetilen hortumları, yumuşak yapısı sayesinde kolayca yönlendirilebilir olduğundan kullanıcının ergonomik çalışmasına olanak sağlar. Asetilen hortumlarının bağlantı uçları genellikle hortum kelepçesi veya rakorla sabitlenerek sisteme bağlanır. Dış yüzeyi ise sürtünme, kesilme ve güneş ışınlarına *(ultraviolet-UV)* karşı dayanıklı olacak şekilde güçlendirilmiştir.



*Görsel 2.7: Asetilen hortumu*

## Oksijen Hortumları

Hortumlar, uluslararası standartlara göre mavi renkle kodlanır (Görsel 2.8). Bu renk ayrımı sayesinde asetilen gibi diğer gazlarla karıştırılma riski önlenmiş olur. Genellikle 2 ile 6 bar arasındaki çalışma basınçları için üretilir. Oksijen hortumlarıyla çalışırken dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri, hortumun kesinlikle yağ veya gresle temas etmemesidir.



*Görsel 2.8: Oksijen hortumu*

## Alev Tutucu *(Flashback Arrestor)*

Oksi-gaz kaynağı ve kesme sistemlerinde gazların hortumlar aracılığıyla üfleçlere taşınırken oluşabilecek tehlikelerden biri alev geri tepmesidir. Alev geri tepmesi; kaynak alevinin normal akış yönünün tersine giderek hortum içine, regülatöre hatta tüpe kadar ilerlemesidir. Bu durum oldukça tehlikelidir ve ciddi patlama veya yangınlara neden olabilir. Alev geri tepmesi genellikle şu nedenlerle gerçekleşir:

- Dengesiz alev
- Yanlış gaz basıncı
- Tıkalı gaz hattı
- Yanlış ekipman kullanımı
- Hortum içindeki gazın düzgün karışamaması
- Hatalı bağlantılar

Asetilen gibi düşük tutuşma sıcaklığına sahip ve hassas gazlarla çalışılırken alevin geri tepme riski daha da artar. Bu tehlikeyi önlemek için oksi-gaz sistemlerine mutlaka alev tutucu (Görsel 2.9) adı verilen güvenlik elemanları yerleştirilmelidir. Bu cihazlar, alevin geri yönlü hareketini durdurur ve gaz akışını anında keserek olası bir felaketi engeller. Alev tutucuların Uluslararası Denizcilik Örgütü *(International Maritime Organization-IMO)* standartları gereği regülatör çıkışı ve üfleç girişi olmak üzere iki yerde kullanılma zorunluluğu vardır.



*Görsel 2.9: Alev tutucu*

## Üfleç veya Hamlaç



*Görsel 2.10: Üfleç veya hamlaç*

Üfleç, oksi-gaz kaynağında oksijen ve yanıcı gaz olan asetilenin kontrollü şekilde karıştırılarak dışarıya çıkmasını ve yanarak alev oluşturmasını sağlayan el aletidir (Görsel 2.10). Genellikle pirinçten yapılır ve kullanıcı tarafından elle tutulur. Kaynak ve kesme işlemleri için iki tiptedir. Bunlar kaynak üfleci *(welding torch)* ve kesme üflecidir *(cutting torch)*. Kaynak ve kesme işlemlerinde doğrudan kullanılan bu ekipman, sistemin önemli bileşenlerindendir. Gaz akışı, üflecin üzerinde bulunan gaz kolları olarak bilinen musluk vanaları yardımıyla ayarlanır. Bu vanalar sayesinde oksijen ve yanıcı gaz oranı dengelenerek nötr, karbürleyici veya oksitleyici tip üfleçlerde uygun alev tipi elde edilir.

### Bekler

Oksi-gaz kaynağıyla birleştirme ve kesme işlemlerinde kullanılan bekler iki çeşittir. Bunlardan birleştirme için kaynak beki *(torch tip)*, kesme işlemi için kesme beki *(cutting tip)* kullanılır. Bekler (Görsel 2.11), oksi-gaz kaynağıyla birleştirme veya kesme işlemlerinde alevin çıktığı ucu oluşturan parçalardır. Kaynak üfleci üzerine takılan bek, oksijen ve yanıcı gazın karışımından oluşan alevin dışarı çıkış şeklini, yoğunluğunu ve yönünü belirler. Alevin şekli, sıcaklığı ve verimliliği doğrudan bekin tipine ve boyutuna bağlıdır. Bek, genellikle pirinç veya ısıya dayanıklı alaşımlardan yapılır. Bekin uç kısmı hassas işlenmiş bir delik şeklindedir ve bu delik sayesinde alev düzgün, odaklı ve işleme uygun biçimde dışarı verilir. Farklı kalınlıktaki malzemeler için farklı çapta bekler kullanılır.



*Görsel 2.11: Bek*

## 1.1.3. Oksi-Asetilen Kaynağında Alev Oluşturma

Oksi-asetilen kaynağında alev oluşturma işlemi, kaynak yapmanın ilk ve en kritik adımlarından biridir. Bu işlem sırasında oksijen ve asetilen gazları üfleç aracılığıyla belirli oranlarda karıştırılır ve uygun sırayla tutuşturularak kaynak alevi elde edilir. Doğru alev ayarı, kaynak kalitesini ve işlem güvenliğini doğrudan etkiler.

Alev oluşturma işlemine başlamadan önce tüm hortum, bağlantı, regülatör ve üfleç sisteminin sızdırmazlığı kontrol edilmelidir. Tespit edilen arızalı ekipman yenileriyle değiştirilmelidir.

Alev oluşturma sırasında sıralama çok önemlidir. Önce az miktarda asetilen gazı açılır ve tutuşturulur. Asetilen tek başına yandığında isli, koyu sarı-turuncu renkte ve düzensiz bir alev oluşturur. Daha sonra oksijen vanası yavaşça açılarak alev ayarlanır. Oksijen eklendikçe, alev rengi açılarak is ortadan kalkar ve alev ucu daralarak yoğunlaşır. Doğru alev tipi elde edildikten sonra kaynak işlemine geçilir. Oksi-asetilen kaynağında üç temel alev tipi bulunur:

**Nötr Alev:** Oksijen ve asetilenin eşit oranlarda karıştırılmasıyla elde edilir ve özellikle oksi-gaz kaynağında en çok tercih edilen alev tipidir. Bu alev türü; metali oksitlemeden, yeterli ısı sağlayarak düzgün ve kontrollü bir ergime sağlar. Alevin ucunda, kısa ve belirgin şekilde görülen keskin mavi renkli bir çekirdek (iç alev) bulunur. Bu çekirdeğin 1-2 mm ön kısmı alevin en yüksek sıcaklığa ulaştığı bölgedir. Nötr alev, kaynak banyosunun kararlı kalmasını sağlar ve dolgu telinin düzgün ergimesine yardımcı olur. Bu nedenle çelik başta olmak üzere çoğu metalin kaynaklanmasında ideal ve güvenli bir alev tipi olarak kullanılır (Görsel 2.12).



*Görsel 2.12: Nötr alev*



*Görsel 2.13: Karbürleyici alev*

**Karbürleyici Alev:** Diğer adıyla karbonlu veya az oksijenli alev olarak da bilinir. Bu alev tipi, karışımda asetilenin oksijene oranla fazla olmasıyla oluşur. Serbest karbon içermesi nedeniyle metale karbon katabilir ve düşük oksitleyici etkiye sahiptir. Genellikle yumuşak lehimleme, bazı demir dışı metallerin ısıl işlemleri, yüzey karbonlama işlemleri gibi düşük oksidasyon hassasiyetine sahip uygulamalarda tercih edilir. Karbürleyici alevin görünümünde, iç alevin ucunda uzamış ve sarımtırak renkte parlayan bir dış alev belirgindir. Bu sarımsı uç, tam yanmamış karbon içeriğini gösterir ve özellikle çelik gibi karbonu emebilecek metallerde dikkatli kullanılmalıdır (Görsel 2.13).



*Görsel 2.14: Oksitleyici alev*

**Oksitleyici Alev:** Oksijen-asetilen karışımına oksijenin daha fazla katılmasıyla elde edilir (Görsel 2.14). Fazla oksijenli alev olarak da bilinir. Yüksek sıcaklık üretmesi ve oksijenin yakıcı etkisi nedeniyle özellikle sert lehimlemede ve bazı demir dışı metallerin kaynağında tercih edilir. Sivri kısa ve iç alevi parlak mavi renkte olup genellikle daha gürültülü bir yanma sesi ile karakterizedir. Bazı metallerin yüzeyini oksitleyerek zararlı etki oluşturabileceği için dikkatle kullanılmalıdır. Çelik gibi oksijenle kolay tepkimeye giren malzemelerde genellikle önerilmez.

## 1.2. TELSİZ BİRLEŞTİRME KAYNAĞI



*Görsel 2.15: Telsiz birleştirme kaynağı*

Oksi-gaz kaynağı yönteminde uygulanan, kaynak teli kullanılmaksızın iki metal parçanın yalnızca uçlarının ergitilerek birleştirildiği bir kaynak yöntemidir (Görsel 2.15). Bu yöntemde ısı doğrudan parçaların kenarlarına uygulanır ve ergiyen yüzeyler birleştirilerek kaynak işlemi tamamlanır. Telsiz kaynakta dolgu metali kullanılmadığı için işlem hızlı ve basittir. Ancak uygulama, hassas ısı kontrolü ve dikkatli alev yönlendirmesi gerektirir.

Telsiz birleştirme kaynağı özellikle 1-3 mm aralığındaki çelik sac levhalar gibi ince kesitli metal parçaların birleştirilmesinde tercih edilir. Bu kaynak türünün en önemli avantajı, ilave dolgu malzemesine ihtiyaç duymadan pratik bir şekilde birleştirme yapılabilmesidir. Ancak bu kolaylık, aynı zamanda sınırlı bir kullanım alanı anlamına gelir. Telsiz birleştirme kaynağı; kalın parçalar, yük taşıyan yapılar veya yüksek mukavemet gerektiren yerlerde uygun değildir.

Telsiz birleştirme kaynağı uygulanırken kaynak beki, kaynak ilerleme yönüne paralel olacak şekilde ve parçaya 45-60°lik açıyla tutulur. Alevin iç çekirdeği, parça yüzeyine 1-2 mm uzaklıkta konumlandırılmalı ve doğrudan parçaların birleşim noktasına odaklanmalıdır. Kaynak işlemi sırasında bu odaklanmış ısıyla birleşim bölgesinde ergime başlar ve kaynak banyosu oluşur.

Dolgu teli kullanılmadığı için telsiz kaynak banyosunun her iki parça yüzeyine de dengeli şekilde yayılması büyük önem taşır. Kaynakçı, bu amaçla alevi küçük dairesel hareketlerle yönlendirir. Bu hareketler sayesinde kaynak banyosu, birleştirilecek her iki metal yüzeye eşit olarak dağılır ve düzgün bir birleştirme elde edilir. İşlem sırasında alevin kararlılığı, ısı miktarı ve parçaların ısıl dengesi sürekli olarak gözlemlenmelidir.

UYGULAMA: 2.1

## OKSİ-ASETİLEN KAYNAĞINDAN ÖNCE HAZIRLIK YAPMA

**Amaç**

Oksi-asetilen kaynağı işlemine başlamadan önce gerekli hazırlıkları yaparak ekipmanı güvenli kullanıma hazır hâle getirmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Oksijen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Asetilen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Kişisel koruyucu donanım (eldiven, önlük, iş ayakkabısı, kaynak gözlüğü) | 1 set |
| Bek (2 veya 3 No.lu) | 1 adet |
| Kaynak üfleci | 1 adet |
| Ateşleme çakmağı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Oksi-asetilen alevini oluşturmadan önce gerekli hazırlıklar yerine getirilerek nötr alev ayarı işlem basamaklarına göre yapılacak, ardından kaynak tüpleri kapatılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Tüp vanalarının kapalı, hortumların sağlam ve bağlantıların uygun olduğu kontrol edilir.
4. Regülatör basınç ayar vidaları gevşetilir.
5. Oksijen tüpü yavaşça açılır ve hortum hattı kısa süre havalandırılır.
6. Üfleçten gaz akışı sağlanarak vanalar kapatılır.
7. Asetilen tüpü yaklaşık bir tur açılır ve hattı kısa süre havalandırılır.
8. Regülatör basınçları ayarlanır (oksijen: 3-5 bar, asetilen: 0,5-1 bar).
9. Üfleç asetilen vanası hafif açılır ve çakmakla tutuşturulur.
10. Oksijen vanası açılarak nötr alev elde edilir.
11. İşlemin tamamlanmasının ardından önce asetilen, sonra oksijen vanası kapatılır.
12. Hortumun içindeki gaz boşaltılır ve regülatörler sıfırlanır.
13. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra soğutulup temizlenir ve yerine yerleştirilir.
14. Oksi-asetilen kaynağı işlemlerinden önce yapılan hazırlıklar detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Tüplerin doğru sırayla açılması | 15 | |
| 4. | Nötr alevin doğru şekilde oluşturulması | 15 | |
| 5. | Alevin doğru şekilde söndürülmesi | 15 | |
| 6. | Tüplerin doğru sırayla kapatılması | 15 | |
| 7. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 2.2

## TELSİZ KAYNAK ALIŞTIRMASI YAPMA

**Amaç**

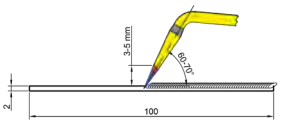
Oksi-asetilen kaynağı ile telsiz kaynak alıştırması yapmak

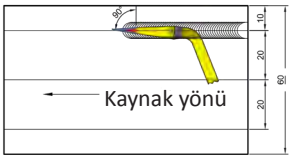
| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Oksijen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Asetilen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Kişisel koruyucu donanım (eldiven, önlük, iş ayakkabısı, kaynak gözlüğü) | 1 set |
| Bek (2 veya 3 No.lu) | 1 adet |
| Çelik sac levha (2×40×90 mm) | 1 adet |
| Tel fırça veya zımpara | 1 adet |
| Kaynak üfleci | 1 adet |
| Ateşleme çakmağı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Telsiz kaynak, oksi-asetilen kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları




1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Çelik sac levhalar tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
4. Oksi-asetilen kaynağı ekipmanı kurulup kontrol edilir.
5. Nötr alev elde edilir.
6. Parça, kaynak pozisyonuna getirilir.
7. Alev uygun açıyla yönlendirilerek kaynak banyosu oluşturulur.
8. Kaynak işlemi aynı parça üzerinde, üç sıra dikiş olacak şekilde uygulanır.
9. Kaynak işlemi bittikten sonra önce asetilen, ardından oksijen kapatılır.
10. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra soğutulup temizlenir ve yerine yerleştirilir.
11. Oksi-asetilen kaynağı ile telsiz kaynak alıştırma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | İş parçasının kaynağa hazır hâle getirilmesi | 15 | |
| 4. | Kaynak dikişinin düzgün ve simetrik yapılması | 15 | |
| 5. | Kaynak dikişi nüfuziyeti yeterliğinin sağlanması | 15 | |
| 6. | Parçada yanma, delik, çatlama veya ergime olmasının önlenmesi | 15 | |
| 7. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

**UYGULAMA: 2.3**

## TELSİZ BİRLEŞTİRME KAYNAĞI YAPMA

**Amaç**

Oksi-asetilen kaynağı ile iki parçanın telsiz birleştirme kaynağını yapmak

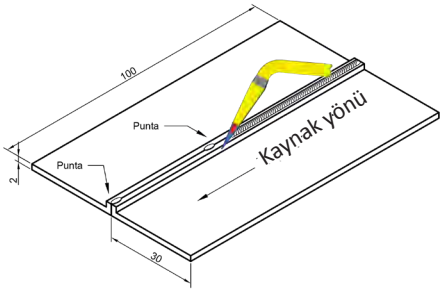
| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Oksijen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Asetilen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Kişisel koruyucu donanım (eldiven, önlük, iş ayakkabısı, kaynak gözlüğü) | 1 set |
| Bek (2 veya 3 No.lu) | 1 adet |
| Çelik sac levha (2×40×90 mm) | 2 adet |
| Tel fırça veya zımpara | 1 adet |
| Kaynak üfleci | 1 adet |
| Ateşleme çakmağı | 1 adet |

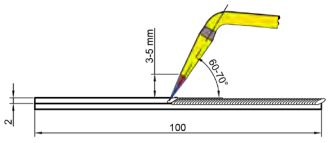
### Uygulama Yönergesi

**Telsiz birleştirme kaynağı, oksi-asetilen kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Çelik sac levhalar tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
4. Oksi-asetilen kaynağı ekipmanı kurulup kontrol edilir.
5. Nötr alev elde edilir.
6. Parçalar sabitlenir, parçaların uçlarına punta kaynağı yapılır.
7. Kaynak banyosu oluşturularak kaynak yapılır.
8. Kaynak tamamlanınca önce asetilen, sonra oksijen kapatılır.
9. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra soğutulup temizlenir ve yerine yerleştirilir.
10. Oksi-asetilen kaynağı ile iki parçanın telsiz birleştirme kaynağı işlemleri detaylı şekilde raporlanır.




### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | İş parçasının kaynağa hazır hâle getirilmesi | 15 | |
| 4. | Kaynak dikişinin düzgün ve simetrik yapılması | 15 | |
| 5. | Kaynak dikişi nüfuziyeti yeterliğinin sağlanması | 15 | |
| 6. | Parçada yanma, delik, çatlama veya ergime olmasının önlenmesi | 15 | |
| 7. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 2. TELLİ BİRLEŞTİRME



*Görsel 2.16: Telli birleştirme*

Oksi-gaz kaynağında yaygın olarak kullanılan ve dolgu teli yardımıyla yapılan bir birleştirme yöntemidir (Görsel 2.16). Bu yöntemde parçaların kaynak bölgesi alevle ergitilerek kaynak banyosu oluşturulur. Aynı anda ergime noktasına gelen dolgu teli de kaynak banyosuna eklenerek birleştirme gerçekleştirilir. Telli kaynak işlemi sayesinde hem parçalar kaynaşır hem de eklenen dolgu metali birleşim bölgesinin dayanımını artırır.

Telli kaynak yöntemi hem birleşim bölgesinin doldurulmasını hem de kaynak dikişinin dayanımını artırmayı sağlar. Bu nedenle özellikle yük taşıyan yapılar, çelik konstrüksiyonlar, boru bağlantıları ve makine parçalarının birleştirilmesinde sıklıkla tercih edilir.

Telli kaynak uygulamasında, nüfuziyetin sağlanması amacıyla iki parça arasında parça kalınlığına göre 1-2 mm kaynak boşluğu bırakılır. Dolgu teli kaynak banyosunun hemen önüne, yaklaşık 15-20°lik açıyla tutulmalıdır. Tel, alevin doğrudan içine değil ısının yoğun olduğu dış bölgesine tutularak kontrollü bir şekilde ergitilir. Bek ise yaklaşık 45-60°lik eğimle tutulur ve kaynak dikişi boyunca ilerleme yönüne paralel olarak küçük, dairesel hareketlerle hareket ettirilir. Bu hareketler sayesinde ısı homojen biçimde dağılır, kaynak banyosu kararlı kalır ve dolgu telinin ergiyerek birleşim bölgesine düzgün şekilde yayılması sağlanır.

## 2.1. TELLİ KÜT EK KAYNAĞI

Uygulanışında dolgu teli kullanılan bir birleştirme yöntemidir (Görsel 2.17). Bu teknikte iki metal parça, uç uca getirilir ve aralarındaki boşluk, ısı yardımıyla ergitlien tel ile doldurularak birleştirilir. Genellikle birleştirilecek parçaların kalınlıklarının birbirilerine eşit veya yakın olması durumlarında tercih edilir.



*Görsel 2.17: Telli küt ek kaynağı*

Kaynak işlemi sırasında üfleç ve bekten çıkan alev her iki parçayı eşit şekilde ısıtır. Bu sırada dolgu teli, kaynak banyosunu kontrollü bir biçimde besleyerek ergir ve iki parçayı birbirine bağlar. Kaynak kalitesi için alevin doğru ayarlanması, telin uygun açıda tutulması ve ısı dağılımının dengeli olması oldukça önemlidir.

Telli küt ek kaynağı ile yapılan birleştirmeler; sağlam, sızdırmaz ve estetik açıdan düzgün bir kaynak dikişi ortaya çıkarır. Ancak başarılı bir sonuç için dikkat edilmesi gereken bazı önemli noktalar vardır. Özellikle dolgu telinin doğrudan alevin iç çekirdeğine değil ısıtılan kaynak bölgesine yönlendirilmesi gerekir. Alev, kaynak yönüne paralel olacak şekilde tutulmalı ve küçük dairesel hareketlerle ilerletilmelidir. Bu sayede dolgu teli, tam zamanında ergiyerek kaynak banyosuna düzgün şekilde yayılır ve kaliteli bir birleştirme elde edilir.

## 2.2. TELLİ DIŞ KÖŞE KAYNAĞI

Telli dış köşe kaynağı, dolgu teli kullanılarak yapılan ve iki parçanın dış köşe hattından birleştirilmesini sağlayan bir kaynak türüdür (Görsel 2.18). Bu kaynak tekniği, özellikle L şeklinde birleştirilen sac parçaların veya ince metallerin dış kenarlarının sağlam ve estetik şekilde birleştirilmesinde kullanılır.



*Görsel 2.18: Telli dış köşe kaynağı*

Kaynak sırasında parçaların birleşim hattı alevle eşit şekilde ısıtılır. Ardından kaynak banyosu dolgu teliyle beslenerek birleşme sağlanır. Telin açısı, alevin tipi ve ilerleme hızı kaynak kalitesini doğrudan etkiler. Bu nedenle hem alevin nötr olarak ayarlanması hem de üfleç ile dolgu telinin doğru açıda tutulması büyük önem taşır.

Telli dış köşe kaynağı, özellikle gemi yapımında ve sac metal işlerinde sıkça tercih edilen bir yöntemdir. Hem mekanik sağlamlık hem de düzgün kaynak dikişi elde etmek için dikkatli ve kontrollü bir şekilde uygulanmalıdır.

UYGULAMA: 2.4

## TELLİ KÜT EK KAYNAĞI YAPMA

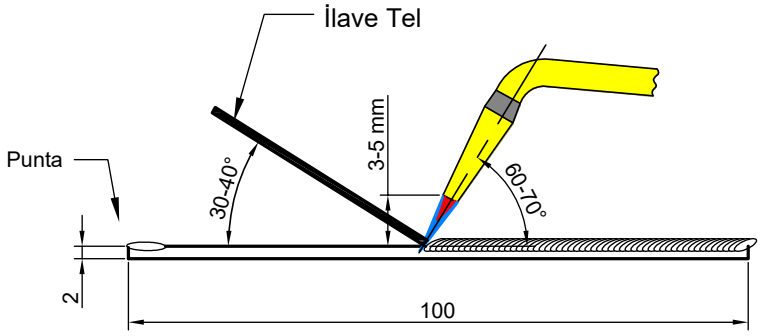
**Amaç**

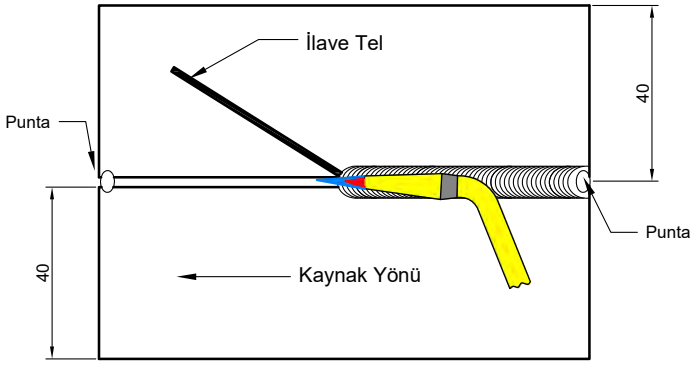
Oksi-asetilen kaynağı ile telli küt ek kaynağı yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Oksijen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Asetilen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Kişisel koruyucu donanım (eldiven, önlük, iş ayakkabısı, kaynak gözlüğü) | 1 set |
| Bek (2 veya 3 No.lu) | 1 adet |
| Çelik sac levha (2×40×90 mm) | 2 adet |
| Kaynak teli (2 mm) | 1 adet |
| Tel fırça veya zımpara | 1 adet |
| Kaynak üfleci | 1 adet |
| Ateşleme çakmağı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Telli küt ek kaynağı, oksi-asetilen kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Çelik sac levhalar tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
4. Oksi-asetilen kaynağı ekipmanı kurulup kontrol edilir.
5. Nötr alev elde edilir.
6. Parçalar aralarında 1-2 mm boşluk kalacak şekilde sabitlenir, uçlarına punta kaynağı yapılır.
7. Alev 45-60°lik açıyla yönlendirilerek kaynak banyosu oluşturulur.
8. Kaynak teli, kaynak banyosunun önüne 15-20°lik açıyla tutulur.
9. Alev dairesel hareketlerle ilerletilerek kaynak yapılır.
10. İşlem sonunda önce asetilen, sonra oksijen kapatılır.
11. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra soğutulup temizlenir ve yerine yerleştirilir.
12. Oksi-asetilen kaynağı ile küt ek kaynağı işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | İş parçalarının kaynağa hazır hâle getirilmesi | 15 | |
| **4.** | Kaynak dikişi sürekliliğinin sağlanması | 10 | |
| **5.** | Kaynak yüzey kalitesinin sağlanması | 5 | |
| **6.** | Kaynak dikişi nüfuziyeti yeterliğinin sağlanması | 15 | |
| **7.** | Dikişte çatlak, krater, çökme veya gözenek hatalarının önlenmesi | 15 | |
| **8.** | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| **9.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

**UYGULAMA: 2.5**

## TELLİ DIŞ KÖŞE KAYNAĞI YAPMA

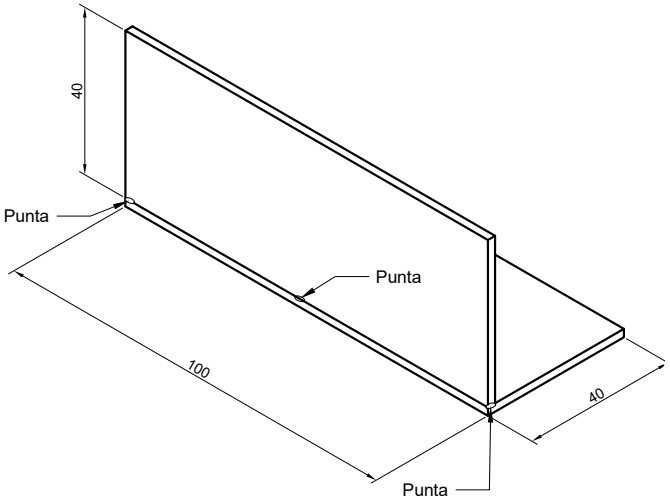
**Amaç**

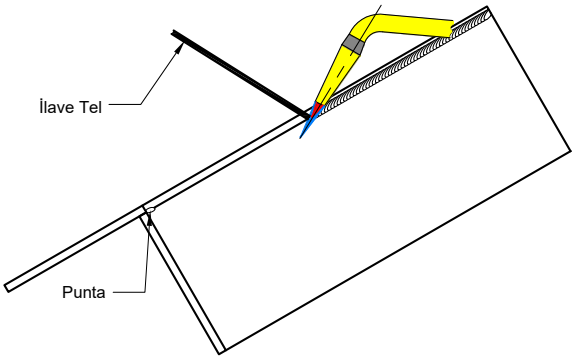
Oksi-asetilen kaynağı ile telli dış köşe kaynağı yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Oksijen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Asetilen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Kişisel koruyucu donanım (eldiven, önlük, iş ayakkabısı, kaynak gözlüğü) | 1 set |
| Bek (2 veya 3 No.lu) | 1 adet |
| Çelik sac levha (2×40×90 mm) | 2 adet |
| Kaynak teli (2 mm) | 1 adet |
| Tel fırça veya zımpara | 1 adet |
| Kaynak üfleci | 1 adet |
| Ateşleme çakmağı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Telli dış köşe kaynağı, oksi-asetilen kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Çelik sac levhalar tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
4. Oksi-asetilen kaynağı ekipmanı kurulup kontrol edilir.
5. Nötr alev elde edilir.
6. Parçalar 90°lik açıyla sabitlenir, uçlarına punta kaynağı yapılır.
7. Alev 45-60°lik açıyla yönlendirilerek kaynak banyosu oluşturulur.
8. Kaynak teli, kaynak banyosunun önüne 15-20°lik açıyla tutulur.
9. Alev dairesel hareketlerle ilerletilerek kaynak yapılır.
10. İşlem sonunda önce asetilen, sonra oksijen kapatılır.
11. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra soğutulup temizlenir ve yerine yerleştirilir.
12. Oksi-asetilen kaynağı ile küt ek kaynağı işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | İş parçalarının kaynağa hazır hâle getirilmesi | 15 | |
| **4.** | Kaynak dikişi sürekliliğinin sağlanması | 10 | |
| **5.** | Kaynak yüzey kalitesinin sağlanması | 10 | |
| **6.** | Kaynak dikişi nüfuziyeti yeterliğinin sağlanması | 15 | |
| **7.** | Dikişte çatlak, krater, çökme veya gözenek hatalarının önlenmesi | 10 | |
| **8.** | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| **9.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 3. KAYNAKLA KESME



*Görsel 2.19: Kaynakla kesme*

Oksi-gaz kaynağıyla kesme; asetilen, propan, doğal gaz gibi yanıcı bir gaz ile oksijenin birlikte kullanıldığı oldukça etkili bir kesme yöntemidir (Görsel 2.19). Bu yöntem, metalin ergitilmesini değil ısıtılarak yanmasını ve oksijenle tepkimeye girip oksitlenmesini sağlar. Kesme işlemi sırasında oluşan bu metal oksitleri, yüksek basınçla verilen saf oksijen yardımıyla kesim bölgesinden dışarı atılır.

Oksi-gaz kaynağıyla kesme yöntemi özellikle düşük karbonlu ve alaşımsız çeliklerin kesiminde başarılıdır. Çünkü bu tür metaller, yüksek sıcaklıkta oksijenle kolayca reaksiyona girdiği için kesilmesi mümkün olur. Ancak her metal bu tepkiye uygun değildir. Paslanmaz çelik vb. alaşımlar oksijenle yeterli düzeyde tepkimeye girmediği için bu yöntemle kesilemez. Bu yüzden oksi-gaz kaynağıyla kesme işlemi uygulanmadan önce malzemenin cinsi ve uygunluğu mutlaka kontrol edilmelidir.

Oksi-gaz kaynağıyla kesme yöntemi, doğru metal seçimi ve uygun ekipman kullanımıyla oldukça etkili bir çözüm sunar. Özellikle atölyelerde, gemilerde ve tersanelerde yapılan kesme işlemleri için kolay taşınabilir, ekonomik ve elektrik gerektirmeyen bir seçenek olmasından dolayı tercih edilir.

## 3.1. TÜPLERİN ÇALIŞMA BASINCINI AYARLAMA

Oksi-gaz kesme işlemi, metal yüzeyin sıcaklığının ön ısıtma aleviyle uygun sıcaklık olan 1.000-1.100 °C'a getirilmesi ve yüksek basınçlı oksijen jetiyle oksitlenerek kesilmesi esasına dayanır. Başarılı bir kesme işlemi için hem ön ısıtma hem de kesme oksijeni basınçlarının doğru ayarlanması gerekir. Bu ayarlar; kesilecek metalin kalınlığı, kullanılan bek numarası ile asetilen, propan gibi seçilen yakıcı gazın türüne göre yapılır.

Oksi-gaz kaynak ile kesme yöntemi elektrikli kesme sistemlerinden farklı olarak pratik taşınabilir ve özellikle tersane veya gemi içi uygulamalarda idealdir. Ancak yanlış basınç ayarları; düzensiz kesim, alev geri tepmesi ve güvenlik risklerini beraberinde getirir. Bu nedenle oksi-gaz kaynağı, kesme işlemine başlamadan önce üretici verilerine göre dikkatle ayarlanmalıdır (Tablo 2.1).

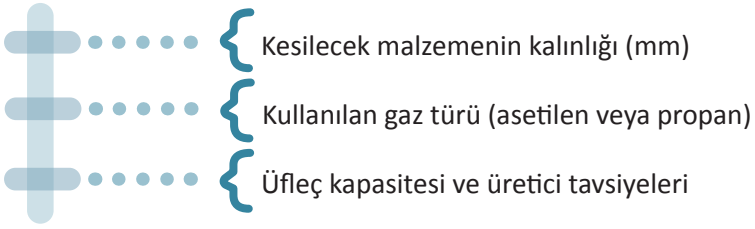
*Tablo 2.1: Oksi-Gaz Kesme İşlemi İçin Basınç Ayar Tablosu*

| MALZEMENİN KALINLIĞI (mm) | BEK NUMARASI | OKSİJEN BASINCI (bar) | ASETİLEN BASINCI (bar) | PROPAN BASINCI (bar) |
|---|---|---|---|---|
| 3-6 | 1 | 1,5 | 0,15 | 0,15 |
| 6-12 | 2 | 2,0 | 0,20 | 0,25 |
| 12-50 | 3 | 2,5-3,5 | 0,25 | 0,30 |
| 50-100 | 4 | 3,0-4,0 | 0,30 | 0,35-0,45 |
| 100-150 | 5 | 4,0-4,5 | 0,35 | 0,50 |
| 150-300 | 6 | 4,5-5,0 | 0.40 | 0,60 |

Asetilen gazı, 1,5 barın üzerinde basınçla kullanılmamalıdır. Bu sınır, güvenlik açısından hayati öneme sahiptir. Basınç değerleri yaklaşık öneriler olmakla birlikte kullanılan ekipmanın marka ve modeline göre üretici kataloglarından kesin değerler kontrol edilmelidir.

## 3.2. KESME İŞLEMİ İÇİN UYGUN BEK SEÇİMİ

Oksi-gaz ile kesme işleminin başarısı doğru bek seçimiyle doğrudan ilişkilidir. Bek; alevin şekli, kesme verimi, gaz tüketimi ve güvenlik açısından önemli bir rol oynar. Kesilecek metalin kalınlığına uygun bek kullanmak hem düzgün bir kesim yüzeyi elde edilmesini sağlar hem de gazın ekonomik kullanılmasına yardımcı olur. Yanlış bek kullanımı; düzensiz kesikler, alev geri tepme riski, alev kontrol zorlukları gibi sorunlara yol açabilir. Bek seçimi yapılırken dikkate alınması gereken ana faktörler şunlardır:




Propan, maliyetinin daha düşük olması nedeniyle yanıcı gaz olarak daha çok tercih edilir. Ancak gemilerde yüksek verim ve alev sıcaklığı sağladığı için asetilen kullanılır. Asetilen, propana oranla daha verimli ve etkili bir gazdır. Özellikle hassas ve güçlü ısı gerektiren kesme işlemlerinde avantaj sağlar.

Kesme işlemlerinde dikkat edilmesi gereken önemli detay, kesme üflecinin baş kısmında yer alan işaretlemelerdir. Bu bölümde genellikle A (asetilen) veya P (propan) harfleri bulunur. Bu işaret, üflecin hangi yanıcı gazla uyumlu olduğunu belirtir.

Gemilerde yalnızca asetilen gazı kullanıldığı için üflecin A işaretli olmasına özellikle dikkat edilmelidir. Yanlış gazla uyumsuz üfleç kullanımı hem güvenlik açısından tehlike oluşturur hem de kesme performansını olumsuz etkiler.

## 3.3. KESME ALEVİNİN OLUŞTURULMASI

Oksi-gazla kesme işleminde en kritik adımlardan biri, kesme için uygun ve güvenli bir alevin doğru şekilde oluşturulmasıdır. Alevin doğru şekilde oluşturulması sadece üflecin gaz vanalarının açılması anlamına gelmez. Bu yüzden elde edilen alevin türü, şiddeti ve yoğunluğunun kesilecek malzemenin özelliklerine uygun hâle getirilerek ayarlanması gerekir. Alev ayarının düzgün yapılmaması durumunda hem işin kalitesi düşer hem de iş güvenliği tehlikeye girer.

Kesme alevi üç aşamalı bir süreçle oluşturulur.

**Gazların Kontrollü Açılması**

Öncelikle asetilen veya propan gazı düşük basınçla açılır ve bek ucundan çıkan gaz bir çakmakla yakılır. Oluşan alev dumanlı ve sarı renktedir. Alev bu aşamada karbürleyici etkiye sahiptir.

**Oksijenin Ayarlanarak Nötr Alevin Elde Edilmesi**

Oksijen valfi dikkatlice açılarak alevin içindeki mavi çekirdek oluşana kadar oksijen verilir. Bununla beraber alevin rengi maviye döner, duman azalır ve nötr alev oluşur. Bu alev tipi, kesme için temel ısıtmayı sağlar.

**Kesme Oksijeninin Verilmesi**

Nötr alev oluşturulduktan sonra kesme üflecinin üzerindeki kesme oksijen valfi açıldığında alevin merkezinden yüksek basınçlı bir oksijen jeti çıkar. Bu jet, metalin oksitlenmesini sağlayarak kesme işlemini mümkün kılar. Bu aşamadan itibaren alev, kesme alevi adını alır. Üflecin üzerindeki kesme mandalına basılmadığı sürece alev yalnızca nötr alev olarak kalır ve sadece ön ısıtma sağlar. Metal, uygun sıcaklığa ulaştıktan sonra kesme mandalına basılarak oksijen jeti devreye sokulur ve kesme işlemi başlatılır.

## 3.4. KESME İŞLEMİNDE UYGUN AÇI VE HIZ

Oksi-gaz ile yapılan kesme işlemlerinde düzgün, temiz ve verimli bir sonuç alabilmek için kesme üflecinin tutulma açısı ve ilerleme hızı büyük önem taşır. Kesme üflecinin tutulma açısı ve ilerleme hızı doğru ayarlanmazsa kesilen yüzeyde çapak oluşumu, kesim çizgisinden sapma, yüzeyde pürüzler, eksik kesim gibi çeşitli problemler ortaya çıkabilir.

Kesme sırasında kesme üflecinin parça yüzeyine olan açısı genellikle 60-90° arasında tutulur. Düz kesimlerde, bek ucu parçaya dik olacak şekilde konumlandırılır. Kesme işleminin başlangıcında metalin delinmesi gereken durumlarda olduğu gibi bazı özel durumlarda daha eğimli bir açı tercih edilebilir. Ancak kesme başladığında kesme üflecinin tekrar dik konuma getirilmesi gerekir. Uygun bek açısı, alevin metal yüzeyinde düzgün ve eşit şekilde yayılmasını sağlar. Beke doğru açı verilememesi durumunda yanma dengesizleşir ve düzgün bir kesim mümkün olmaz.

İlerleme hızı kesim kalitesini etkileyen önemli faktörlerdendir. Üfleç çok yavaş ilerletilirse metal fazla ısınır, kesim hattı genişler ve kenarlarda ergime veya eğrilik görülebilir. Üfleç aşırı hızlı ilerletilirse metalin yeterince oksitlenmeden kesilmesi zorlaşır ve kesim eksik, düzensiz veya çapaklı olur. İdeal kesme hızı, alevle ısıtılan metalin yüzeyi kızıl bir renk aldığında sabit bir hızla ilerlenerek sağlanır. Bu sayede oksijen jetinin etkisiyle metal düzgün şekilde kesilir ve cüruf kolayca dışarı atılır.

Bek ucu ile metal arasındaki mesafe genellikle 2-3 mm arasında olmalıdır. Bu mesafe alev gücünün doğrudan kesme yüzeyine etkili bir şekilde ulaşmasını sağlar. Alevi normalden yakın tutmak, metalin yüzeyini yakabilir. Alevi normalden uzak tutmak ise metalde ısı kaybına neden olur ve kesim verimini düşürür.

Başarılı bir oksi-gaz kesme işlemi için kesme üfleci açısı, mesafesi ve hareket hızı birbiriyle uyum içinde ayarlanmalıdır. Bu sayede düzgün kenarlı, çapaksız ve kaliteli kesimler elde edilirken gaz tüketimi ve zaman kaybı da en aza indirilmiş olur.

UYGULAMA: 2.6

## OKSİ-ASETİLEN İLE KESME İŞLEMİ YAPMA

**Amaç**

Oksi-asetilen ile kesme işlemi yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Oksijen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Asetilen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Kişisel koruyucu donanım (eldiven, önlük, iş ayakkabısı, kaynak gözlüğü) | 1 set |
| Kesme üfleci | 1 adet |
| Ateşleme çakmağı | 1 adet |
| Mengene | 1 adet |
| Tel fırça ve çekiç | Birer adet |
| Yangın söndürücü | 1 adet |
| Lama demir (10×60×150 mm) | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Kesme işlemi, oksi-asetilen ile işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Lama demir mengeneye bağlanır.
4. Kesme üfleci takılır, ekipman kontrol edilir.
5. Nötr alev elde edilir.
6. Kesim bölgesine ön ısıtma yapılır.
7. Kesme mandalı ile oksijen jeti açılır ve kesim yapılır.
8. Kesimden sonra cüruflar tel fırça ve çekiçle temizlenir.
9. İşlem sonunda önce asetilen, sonra oksijen vanası kapatılır.
10. Kullanılan ekipmanlar kaynak yapıldıktan sonra soğutulup temizlenir ve yerine yerleştirilir.
11. Oksi-asetilen ile kesme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Doğru gaz basıncı ve nötr alevin elde edilmesi | 15 | |
| 4. | Kesme üflecinin uygun açıda kullanılması | 15 | |
| 5. | Kesimin sabit ve uygun hızda yapılması | 10 | |
| 6. | Kesim hattının düzgünlüğünün sağlanması | 10 | |
| 7. | Çapak oluşumunun en az seviyede olmasının sağlanması | 10 | |
| 8. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 4. LEHİMLEME



Görsel 2.20: Lehimleme

Metallerin sağlam ve kalıcı şekilde birleştirilmesi gerektiğinde lehimleme yöntemi oldukça etkili ve pratik bir çözümdür (Görsel 2.20). Düşük ısı gerektiren hassas işler ve dayanıklı bağlantılar için yaygın olarak kullanılır. Lehimleme, temel olarak iki metal parçanın birleştirilmesini sağlayan bir dolgu metalinin ısı ile ergitilmesi esasına dayanır. Bu işlemde esas metal parçalar ergimez, sadece araya giren dolgu metali ergiyerek metal yüzeylerini birbirine bağlar.

Lehimleme işlemi, kullanılan ısı miktarına ve dolgu metalinin türüne göre **yumuşak lehimleme *(soft soldering)*** ve **sert lehimleme *(hard soldering)*** olarak iki gruba ayrılır. Her iki lehimleme türü de doğru teknik ve uygun malzeme ile uygulandığında başarılı sonuç verir. Ancak kullanım alanları, işlem sıcaklıklarına ve dolgu metallerinin özelliklerine göre farklılık gösterir. Bu nedenle hangi lehimleme türünün kullanılacağına karar verilirken malzemenin türü, bağlantının maruz kalacağı kuvvet ve işin hassasiyeti dikkate alınmalıdır.

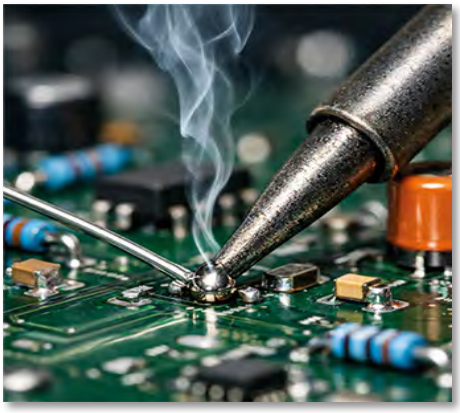
Lehimleme işleminin sağlam ve güvenilir olabilmesi için sadece doğru lehim malzemesi veya uygun ekipman kullanmak yeterli değildir. Lehimlemede başarı, birleştirilecek parçaların düzgünce hazırlanmasında gizlidir. Bu hazırlık sürecinin en kritik adımlarından biri ise parçaların biçimlendirilmesidir.

Biçimlendirme işlemi, parçaların birbirine tam oturmasını sağlar. Böylece lehim, aradaki boşluklara kolayca yayılır (kapiler etki). Bu sayede hem estetik hem de güçlü bir bağlantı elde edilir. Aynı zamanda sızdırmazlık sağlanarak elektriksel iletkenlik artırılır.

Biçimlendirme işlemi sırasında parçaların kenarları çapaklardan arındırılır ve gerekirse parçaların uçlarına hafifçe eğim verilir ya da parçaların uçları yuvarlatılır. Özellikle sert lehimlemede parçaların bir miktar iç içe geçmesi ve bu geçmeye uygun bir boşluk bırakılması çok önemlidir. Yumuşak lehimlemede ise düzgün temas yüzeyi ve yüzey temizliği ön plandadır. Lehimlemeden önce yapılan yüzey hazırlığı ve biçimlendirme, bağlantının sağlamlığını ve uzun ömürlü olmasını doğrudan etkiler.

## 4.1. YUMUŞAK LEHİMLEME

Yumuşak lehimlemede işlem sıcaklığı 450 °C'un altındadır. Genellikle ince sac parçaların, kablo uçlarının ya da hassas metal yüzeylerin birleştirilmesinde tercih edilir (Görsel 2.21). Dolgu malzemesi olarak çoğunlukla kalay esaslı lehim telleri kullanılır. Yumuşak lehimleme uygulaması kolay ve hızlı olup, görsel olarak düzgün sonuçlar verir.



Görsel 2.21: Yumuşak lehimleme

Yumuşak lehimleme, elektronik devrelerdeki ince işler ile sac gibi büyük metal parçaları birleştirmek için kullanılan pratik ve etkili bir yöntemdir. Ancak bu iki alanda yapılan uygulamalar, kullanılan malzemelerden dikkat edilmesi gereken detaylara kadar birçok yönden farklılık gösterir. Elektronik devrelerde hassasiyet ve düşük sıcaklık ön plandayken sac parçaların lehimlenmesinde daha fazla ısıya ve güçlü ekipmanlara ihtiyaç duyulur. Bu yüzden her iki uygulamada da başarılı sonuç almak için doğru araçları seçmek ve uygun tekniği kullanmak oldukça önemlidir. Denizcilik sektöründe sacların lehimlenmesinde kullanılan ekipmanlar şunlardır:

### Havya *(Soldering Iron)*

Lehimleme işleminde ısıtıcı ve ergitici olarak kullanılan metal parçadır. İki farklı havya tipi bulunur.

**Yüksek Güçlü Elektrikli Havya:** Genellikle 150-300 watt (W) gücündedir. Geniş sac yüzeylerin lehimlenmesinde kullanılır. Sabit ısı sağlar ve atölye ortamında kullanıma uygundur.

**Gazlı Havya:** LPG [liquefied petroleum gas (likufayt petrolyum gas-sıvılaştırılmış petrol gazı)], bütan, propan gibi gazların havya başını ısıtması ile ısı girdisi oluşturulur. Sahada, elektriksiz ortamlarda yüksek ısı sağlama ve taşınabilir olma avantajı vardır.

### Lehim Teli

Sacların yumuşak lehimlenmesinde kullanılan lehim telleri, kalın çaplı ve iyi akışkanlık sağlayan alaşımlardan oluşur. Bu teller düşük sıcaklıkta ergiyerek sac yüzeyler arasında sağlam ve düzgün bir birleştirme sağlar. Yaygın olarak kullanılan lehim teli türleri, içerikleri, ve uygulama alanları Tablo 2.2'de gösterilmektedir.

*Tablo 2.2: Yumuşak Lehimlemede Kullanılan Lehim Telleri ve Özellikleri*

| LEHİM TELİ TÜRÜ | İÇERİĞİ | UYGULAMA ALANI |
|---|---|---|
| Sn60-Pb40 | kalay-kurşun | yaygın sac lehimleme |
| Sn99,3-Cu0,7 | kalay-bakır | sağlık-gıda sektörüne uygun |
| kalın lehim telleri | 1,5-3 mm çapında | sac, boru lehimleme |

### Nişadır *(Ammonium Chloride)*

Nişadır malzemesi amonyum klorür ($NH_4Cl$) olarak bilinir. Nişadır, lehimleme sırasında kullanılır ve oksidasyonu azaltır. Ayrıca havya temizliğinde kullanılır. Sacların Sacların yumuşak lehimlenmesinde kaliteli ve dayanıklı bir birleştirme elde edebilmek için temizlik işlemi büyük önem taşır. Lehimlemeden önce yüzeylerin uygun şekilde temizlenmemesi; lehimin yüzeye yapışmamasına, zayıf birleştirmelere ve zamanla oluşabilecek korozyona neden olabilir. Lehimlemeden önce aseton, izopropil alkol gibi çözücüler ile kimyasal temizlik sağlanır.

Sacların yumuşak lehimlenmesi, özenli bir hazırlık ve dikkat gerektirir. Lehimleme işleminden istenilen verimi alabilmek için işe önce yüzey temizliğiyle başlanır. Zamanla sacların üzerinde oluşan yağ, kir, pas ya da boya kalıntıları, lehimin yüzeye tutunmasını engeller. Bu yüzden yüzeyler tel fırça, zımpara ya da uygun temizlik malzemeleriyle iyice temizlenir. Böylece metalin parlak ve saf yüzeyi ortaya çıkarılır.

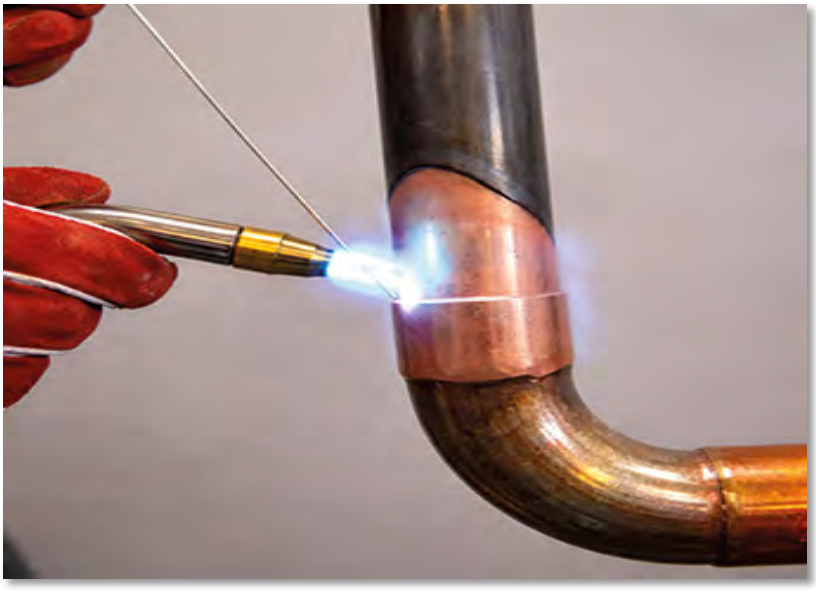
Sac yüzeylerde temizlik yapıldıktan sonra lehimlenecek parçaların birbirine düzgün oturtulması sağlanmalıdır. Parçaların birleşim yerlerinde çapak kalmamalı, kenarlar pürüzsüz olmalı ve parçalar arası boşluk minimum düzeyde olmalıdır. Bu işlemler, lehimin iki parça arasında rahatça ilerlemesini sağlamak için gereklidir.

Lehimleme işleminden önce yüzeye nişadır veya özel lehim pastaları sürülmelidir. Bu madde, kaynak sırasında yüzeyde oluşabilecek oksitlenmeyi engeller, lehimin daha iyi yayılmasını ve bağlantının daha sağlam olmasını sağlar.

Lehimleme işleminden önce kullanılacak alet ve malzemeler hazır olmalıdır. Lehim teli temiz ve uygun kalınlıkta seçilmeli, havya ise yeterli sıcaklığı sağlayabilecek güçte ve ucu temiz olmalıdır. Büyük boyutlu saclarda gazlı havyalar gibi güçlü havya türleri tercih edilir. Havyanın ucu işlemden önce nişadırla temizlenmeli ve parlak bir görünüme kavuşturulmalıdır.

## 4.2. SERT LEHİMLEME

Sert lehimleme, iki veya daha fazla metal parçanın ana metali ergitmeden yalnızca daha yüksek sıcaklıkta ergiyen bir dolgu metali yardımıyla birleştirilmesini sağlayan kalıcı bir birleştirme yöntemidir (Görsel 2.22). Bu işlem, genellikle 450 °C üzerindeki sıcaklıklarda gerçekleştirilir. İşlemde alev tipi olarak nötr alev tavsiye edilir. Çünkü nötr alev oksitleyici ve karbürleyici etkiye sahip olmadığı için yüksek kalitede lehim oluşturur.



*Görsel 2.22: Sert lehimleme*

Sert lehimleme; yüksek mekanik dayanım, sızdırmazlık, ısı ve elektrik iletkenliği gibi özelliklerin önemli olduğu uygulamalarda tercih edilir. Özellikle bakır, pirinç, çelik, paslanmaz çelik gibi metallerin birleştirilmesinde yaygın olarak kullanılır.

Sert lehimleme işlemindeki önemli faktörler şunlardır:

| Mekanik Dayanım | Farklı Metalleri Birleştirme | Yüksek Sızdırmazlık | Isıl ve Elektriksel İletkenlik |
|---|---|---|---|
| Yüksek sıcaklıkta yapılan birleştirmeler ile kaynakla yapılan işlemler kadar sağlamdır. Yumuşak lehimden daha dayanıklıdır. | Ana metali ergitmeden birleştirme yapılabildiği için hassas parçalar zarar görmez. Örneğin bakır, pirinç gibi farklı ergime noktasına sahip metaller, sert lehim ile kolayca birleştirilebilir. | Özellikle sıvı veya gaz taşıyan boru sistemlerinde güvenli ve sızdırmaz birleştirmeler oluşturur. | Isıl ve elektriksel iletkenlik özelliği, uygun dolgu metalleriyle korunur. |

Oksi-gaz ile sert lehimlemede kullanılan malzemeler şunlardır:

### Dolgu Metali

Sert lehim telleri olarak da bilinir. Ana metalden daha düşük sıcaklıkta ergiyen özel alaşımlardır. Genellikle 450 °C'un üzerinde ergir. Yaygın olarak kullanılan dolgu metali türleri ise şunlardır:

- **Gümüş Esaslı Lehimler:** Yüksek akışkanlık ve güçlü bağlantı sağlar. Gümüş (Ag)-bakır (Cu), gümüş-çinko (Zn) alaşımları kullanılır.
- **Bakır-Fosfor Lehimler:** Bakır-fosfor (P) alaşımlı lehimler özellikle bakır boru birleştirmelerinde tercih edilir.
- **Pirinç Lehimler:** Pirinç alaşımı bakır ve çinko elementlerinin birleştirilmesiyle oluşturulur. Bu alaşımdaki lehimler sert, dayanıklı ve gümüşlü lehimlere göre daha ekonomiktir.

### Dekapan *(Flux)*

Lehimleme sırasında yüzey oksitlerini temizler, lehimin yayılmasını kolaylaştırır. Yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. Genellikle toz, macun ya da sıvı formda bulunur. Boraks esaslı dekapanlar en yaygın kullanılanlardandır.

### Temizlik Malzemeleri

Temizlik işlemi lehimleme öncesi ve sonrası için önemlidir. Zımpara, tel fırça, aseton, ispirto gibi maddelerle yüzeyler yağ, pas ve oksitten arındırılır.

UYGULAMA: 2.7

## YUMUŞAK LEHİMLEME YAPMA

**Amaç**

Yumuşak lehimleme yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Koruyucu gözlük | 1 adet |
| Koruyucu eldiven | 1 adet |
| Tel fırça veya zımpara | 1 adet |
| Temizleme solventi | 1 adet |
| Nişadır | Yeteri kadar |
| Lehim teli | 1 adet |
| Lehim havyası (150 W ve üzeri) | 1 adet |
| Mengene | 1 adet |
| Galvanizli sac levha (1,5×50×100 mm) | 2 adet |
| Ayarlı pense | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Uygulama parçalarına yumuşak lehimleme, işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Galvaniz sac levhalar pense ile sabitlenir.
4. Çelik sac levhalar tel fırça, zımpara ve solventle temizlenir.
5. Havya ısıtılır ve nişadırla temizlenir.
6. Lehimlenecek yüzey ısıtılır.
7. Lehim teli, ısıtılmış bölgeye uygulanır (Lehim teli gerekirse boraksa batırılır.).
8. Parça soğumaya bırakılır.
9. Kullanılan ekipmanlar temizlenir ve yerine yerleştirilir.
10. Yumuşak lehimleme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Galvanizli sac levhaların kaynak için hazırlanması | 10 | |
| 4. | Yüzey temizliğinin yapılması | 10 | |
| 5. | Lehim telinin düzgün ergitilmesi | 10 | |
| 6. | Kapiler etkinin sağlanması | 15 | |
| 7. | Lehim dikişinin düzgün ve sızdırmaz olması | 15 | |
| 8. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 2.8

## SERT LEHİMLEME YAPMA

**Amaç**

Oksi-asetilen kaynağı ile sert lehimleme yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Oksijen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Asetilen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Kişisel koruyucu donanım (eldiven, önlük, iş ayakkabısı, kaynak gözlüğü) | 1 set |
| Kaynak üfleci | 1 adet |
| Bek (2 veya 3 No.lu ) | 1 adet |
| Ateşleme çakmağı | 1 adet |
| Mengene | 1 adet |
| Tel fırça ve zımpara | 1 adet |
| Sert lehim teli | 1 adet |
| Boraks | Yeteri kadar |
| Çelik sac levha (2×40×100 mm) | 2 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Sert lehimleme, oksi-asetilen kaynağı yöntemiyle işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Çelik sac levhalar tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
4. Çelik sac parçaları 15-20 mm bindirme payı ile yerleştirilir.
5. Nötr alev elde edilir.
6. Kaynak bölgesi ısıtılır, kaynak bölgesinin üzerine boraks serpilir.
7. Lehim teli, ısıtılmış bölgeye uygulanır, gerekirse boraksa batırılır.
8. Parça soğumaya bırakılır.
9. Kullanılan ekipmanlar temizlenir ve yerine yerleştirilir.
10. Oksi-asetilen kaynağı ile sert lehimleme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Çelik sac levhaların kaynak için hazırlanması | 10 | |
| **4.** | Doğru gaz basıncı ve nötr alevin elde edilmesi | 10 | |
| **5.** | Isıtmanın kontrollü uygulanması | 10 | |
| **6.** | Lehim telinin doğru uygulanması | 15 | |
| **7.** | Lehim dikişinin düzgün olması | 15 | |
| **8.** | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| **9.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 5. BAKIR VE PİRİNÇ KAYNAĞI

Bakır ve pirinç kaynağı, genellikle sert lehimleme yöntemiyle gerçekleştirilen özel bir birleştirme işlemidir (Görsel 2.23). Yüksek ısı iletkenliğine ve oksitlenmeye eğilimli yüzey yapısına sahip olduklarından bu metallerin kaynak işlemleri dikkat ve bilgi gerektirir. Özellikle boru bağlantıları, tesisat sistemleri, klima-soğutma devreleri ve sanayi tipi montajlarda yaygın olarak kullanılır.



*Görsel 2.23: Bakır ve pirinç kaynağı*

Bakır ve pirinç kaynağı işleminde genellikle oksijen-asetilen alevi ile ısı sağlanır. Dolgu metali olarak fosfor-bakır, gümüş-bakır veya pirinç alaşımlı lehim telleri tercih edilir. Sağlam ve sızdırmaz bir bağlantı için alevin ve dolgu telinin doğru konumlandırılması, yeterli ön ısıtma ve uygun dekapan (flux, boraks) kullanımı önemlidir.

Bakır ve pirinç malzemelerin birleştirilmesinde yüzey temizliği, uygun ısı kontrolü ve dikkatli bir uygulama ile estetik ve dayanıklı kaynak dikişleri elde edilir. Bu yöntem özellikle gaz sızdırmazlığı ve uzun ömürlü bağlantıların istendiği uygulamalarda oldukça güvenilir sonuçlar verir.

UYGULAMA: 2.9

## BAKIR VE PİRİNÇ KAYNAĞI YAPMA

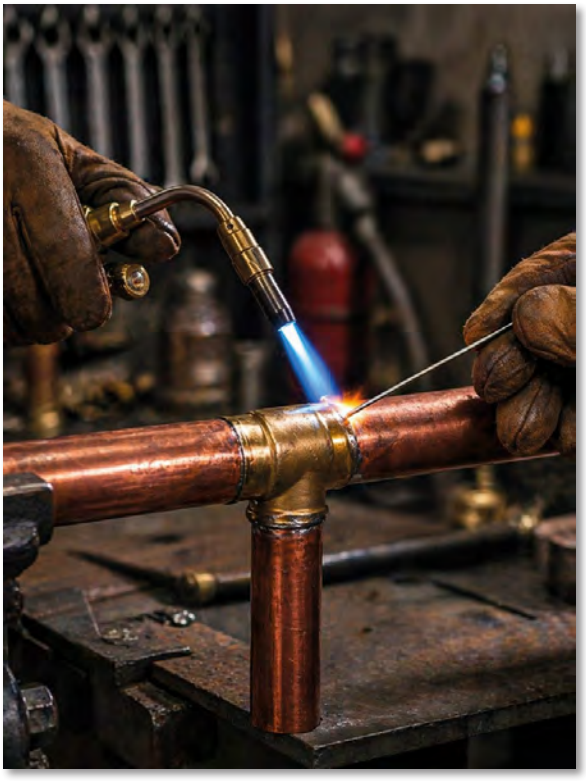
**Amaç**

Bakır ve pirinç malzemelerin kaynağını yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Oksijen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Asetilen tüpü (regülatör, hortum, alev tutucu) | 1 set |
| Kişisel koruyucu donanım (eldiven, önlük, iş ayakkabısı, kaynak gözlüğü) | 1 set |
| Kaynak üfleci | 1 adet |
| Bek (2 veya 3 No.lu ) | 1 adet |
| Ateşleme çakmağı | 1 adet |
| Mengene | 1 adet |
| Tel fırça ve zımpara | 1 adet |
| Sert lehim teli | 1 adet |
| Boraks | Yeteri kadar |
| Bakır veya pirinç levha (2×40×80 mm) | 2 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Bakır ve pirinç malzemelerin kaynağı işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Bakır veya pirinç levhalar tel fırça veya zımpara ile temizlenir.
4. Bakır veya pirinç levhalar 15-20 mm bindirme payı ile yerleştirilir.
5. Nötr alev elde edilir.
6. Bakır veya pirinç levhalar, homojen şekilde ısıtılarak üzerine boraks serpilir.
7. Bakır veya pirinç levhaların birleşim bölgesine lehim teli uygulanır.
8. Bakır veya pirinç levhalar soğumaya bırakılır.
9. Yüzey temizlenir ve yüzeyin görsel kontrolü yapılır.
10. Kullanılan ekipmanlar temizlenir ve yerine yerleştirilir.
11. Bakır ve pirinç malzemelerin kaynak işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Bakır veya pirinç levhaların kaynak için hazırlanması | 10 | |
| **4.** | Doğru gaz basıncı ve nötr alevin elde edilmesi | 10 | |
| **5.** | Isıtmanın kontrollü uygulanması | 10 | |
| **6.** | Lehim telinin doğru uygulanması | 15 | |
| **7.** | Lehim dikişinin düzgün ve homojen olması | 15 | |
| **8.** | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| **9.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 3. ÖĞRENME BİRİMİ

# TORNA

1. ALIN VE SİLİNDİRİK TORNALAMA
2. KANAL AÇMA
3. KONİK TORNALAMA
4. TIRTIL ÇEKME
5. DİŞ AÇMA





## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Alın ve silindirik tornalama işlemleri yapma
- İş parçasına istenilen ölçülerde kanal açma
- İş parçasını konik tornalama
- İş parçasına tırtıl çekme
- İş parçasına istenilen ölçülerde diş açma

# 1. ALIN VE SİLİNDİRİK TORNALAMA



*Görsel 3.1: Tornalama işlemi*

Tornalama, talaşlı imalatta kullanılan yaygın malzeme işleme yöntemlerinden biridir (Görsel 3.1). Tornalama işleminde iş parçası kendi ekseni etrafında dönerken, tek uçlu bir kesici takım doğrusal şekilde ilerleyerek malzemeden talaş kaldırır. Tornalama, kesici takım ile iş parçası arasındaki göreceli hareket sonucunda malzemeden tabakalar hâlinde talaş koparır. Talaşlı imalat genellikle yüksek hassasiyet ve yüzey kalitesi gerektiren parça üretiminde kullanılır. Bu kapsamda tornalama, frezeleme ile birlikte talaşlı üretimin en yaygın işlemlerindendir. Tornalama sayesinde mil, yatak yüzü, silindir gibi yuvarlak profilli parçalar elde edilir.

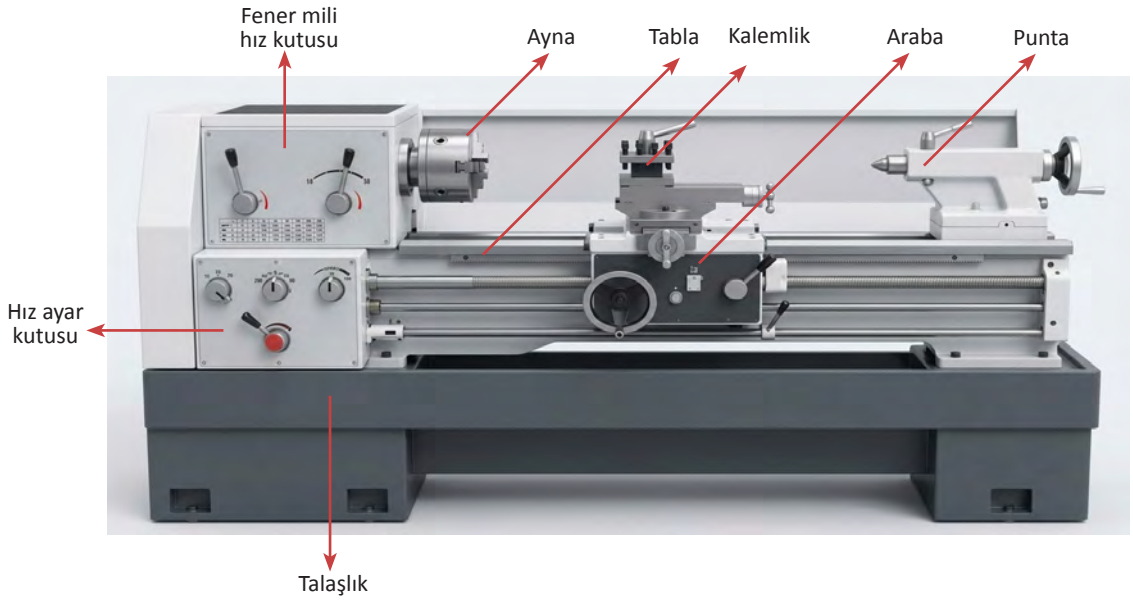
Günümüzde yüksek hız ve hassasiyet gerektiren üretimde bilgisayar kontrollü (CNC) tornalar kullanılmaktadır. Tornalama; havacılık, otomotiv, gemi yapımı gibi birçok sanayi kolunda simetrik parçaların işlenmesinde kritik önemdedir. Özellikle ağır makine ve gemi sanayisinde mil gibi dönen elemanlar hassas tornalamayla üretilir. Gemi ve tersane atölyelerinde genellikle manuel kumandalı, üniversal (evrensel) torna tezgâhları kullanılır (Görsel 3.2).



*Görsel 3.2: Gemilerde kullanılan üniversal torna tezgâhı*

Üniversal tornalar, gemi makine dairelerinde bakım ve onarım için gerekli mil, yatak, valf gibi parçaların işlenmesine uygun basit bir yapıya sahiptir. Gemilerde alan kısıtlı olduğundan genellikle küçük boyutlu tezgâhlar seçilir fakat motor parçalarının işlenebilmesi için yeterli güçte tasarlanır. Örneğin yardımcı motor krank şaftları, sürgü parçaları, motor flanşları gibi yuvarlak profilli aksamlar bu tezgâhlarda tornalanır. Gemilerdeki torna tezgâhları, gemi motoru ve yardımcı sistemlerin onarımında vazgeçilmezdir.

Torna tezgâhının temel kısımları şunlardır (Görsel 3.3):




*Görsel 3.3: Torna tezgâhının temel kısımları*

**Gövde:** Tornanın dökümden yapılmış ana kaidesi ve birleşik yapısıdır. Üzerinde hassas işlenmiş düz ve V-kenar kayar kayıtlar (raylar) bulunur. Bu raylar, tornanın taşıyıcı elemanlarının fener mili eksenine paralel ve düzgün hareketini sağlar. Gövde, torna üzerinde sabit ve hareketli parçaları taşır.

**Fener Mili (Ana Mil):** İş parçasının bağlandığı dönel eksendir. Fener miline bir torna aynası veya punta donanımı takılarak iş parçası sabitlenir. Fener mili hız kutusu yardımıyla tornadaki dişli oranları değiştirilerek gerekli dönme hızları ayarlanır. Motorun hareketi, dişli kutusu (devir hız kutusu) veya kayış-kasnak mekanizması ile fener miline iletilir.

**Ayna:** İş parçasının bağlandığı yerdir. İş parçasının şekline göre farklı türleri vardır.

**Tabla (Enine Kızak):** Araba (vagonet) üzerinde bulunan enine hareket sistemidir. Kalemi fener mili eksenine dik yönde hareket ettirerek parçanın çap yönünde talaş kaldırmasını sağlar.

**Araba:** Tablanın üzerine monte edilen parçalardandır. Araba tornanın boyuna hareketini, tabla ise enine hareketini sağlar. Bu parçalar sayesinde kalem, istenen pozisyona getirilerek talaş kaldırılır.

**Kalemlik (Takım Tutucu):** Kesici takımın bağlandığı parçadır. Kalemlik sayesinde torna kalemi doğrudan veya bir aparatla bağlanır. Kalemliğin açısı ve yüksekliği, iş parçasının dönme eksenine uygun olmalıdır. Kalemlik, torna kaleminin doğru olarak açılandırılmasını sağlar.

**Torna Kalemi:** Kesici başka bir deyişle yüzeyi işleyen takımlardır. Torna kalemlerinin kalemliğe bağlanması için kullanılan elemanlara **kater** denir. Kalemin doğru açılarla bilenmesi, verimli tornalama ve takım ömrü için önemlidir. Malzeme uyumu açısından iş parçasının cinsine göre uygun kalem ucu ve açı seçilmelidir. Örneğin sert malzemeleri işlerken düşük talaş açılı ve sert malzemeden yapılmış (sert metal vb.) takımlar tercih edilir. Yumuşak metallerde ise daha yüksek talaş açıları ve ince kenarlar kullanılarak verimli talaş kırma sağlanır.

**Puntalar (Uç Tespit Elemanları):** İş parçasının desteklenmesi ve merkezlenmesi için kullanılır. Tornada sabit (sabitleyici) punta ve hareketli (gezer) punta bulunur. Gezer punta, kayar kızak üzerinde hareket edebilen ve 60° konik uçlu bir destek aygıtıdır. İş parçasının işlenen tarafının diğer ucuna punta havşası yardımıyla tutunur. Gezer punta gerektiğinde matkap veya mors kovanı takılarak delme için kullanılır. Gezer puntanın ucu fener mili ucu ile aynı eksendedir.

**Soğutma Sistemi:** Tornalama sırasında meydana gelen yüksek ısı, malzemenin yapısını bozarak tornalama işleminin olması gerektiği gibi sonuçlanmasını engeller. Bu nedenle oluşan ısının bertaraf edilmesini sağlayan soğutma sistemleri kullanılır.

Gemilerde alın ve silindirik tornalama işlemleri; şaft, mil, flanş, pim gibi birçok makine elemanının yüzeylerini düzelterek montaj kolaylığı sağlamak ve parçaların uzun ömürlü, verimli çalışmasını garanti altına almak için yapılır. Torna işlemine başlamadan önce uyulması gereken kurallar şunlardır:

- İş elbisesi, gözlük ve koruyucu ekipman mutlaka kullanılmalıdır.
- Gevşek kıyafet, takı veya uzun saç torna tezgâhında tehlike oluşturacağından dikkat edilmelidir.
- Tezgâh çalışırken ölçüm yapılmamalıdır.
- Talaş elle temizlenmemelidir.
- Kesici takımın bağlanması ve ayarları tezgâh kapalıyken yapılmalıdır.
- İş parçası ve kalem sağlam bir şekilde bağlanmadan tezgâh çalıştırılmamalıdır.
- Tezgâh üzerinde el aleti ve yardımcı takımlar bırakılmamalıdır.
- Çalışma sırasında dikkatin dağılmasına neden olacak davranışlardan kaçınılmalıdır.

Torna tezgâhında yapılan en temel işlemlerden ikisi alın tornalama ve silindirik tornalamadır. Bu işlemler sırasında torna tezgâhı, torna kalemleri, ayna veya punta, ölçü aletleri (kumpas, mikrometre), kesme sıvısı gibi ekipmanlar kullanılır. Alın ve silindirik tornalama işlemleri gemilerde kullanılan makine elemanlarının montaja uygun hâle getirilmesi, aşınmış yüzeylerin yenilenmesi ve parçaların uzun ömürlü çalışmasının sağlanması için büyük önem taşır.

**Alın Tornalama:** İş parçası uygun şekilde torna aynasına bağlanır. Daha sonra alın tornalama kalemi, iş parçasının yüzeyine dik olacak şekilde ayarlanır. Tezgâh çalıştırıldıktan sonra uygun devir sayısı seçilir ve kalem yavaşça iş parçasının uç yüzeyine ilerletilerek fazla malzeme alınır. İşlem, yüzey tamamen düzelinceye kadar devam eder. Son kesimde düşük talaş derinliğiyle çalışılarak pürüzsüz ve düzgün bir yüzey elde edilir. Bu yöntem, gemilerde şaftların uçlarını montaja uygun hâle getirmek, bağlantı yüzeylerini düzeltmek ve pervane mili gibi parçaların kaplin (bağlantı noktaları) bağlantısını sağlamak amacıyla kullanılır (Görsel 3.4).



*Görsel 3.4: Alın tornalama*

**Silindirik Tornalama:** İş parçası aynaya veya punta arasına bağlanır. Düz tornalama kalemi, iş parçası eksenine paralel olacak şekilde ayarlanır. Uygun devir ve ilerleme hızı seçildikten sonra kalem, iş parçasının boyu kadar ilerletilerek talaş kaldırılır. Parçanın çapı düzenli aralıklarla ölçülür ve istenilen ölçüye ulaşılıncaya kadar işlem sürdürülür. Silindirik tornalama gemilerde ana makine ve yardımcı makinelerin millerinin çapını işlemek, piston pimlerini veya yatak millerini uygun ölçüye getirmek, vinç ve makara millerini düzgün yüzeyli hâle getirmek amacıyla yaygın şekilde uygulanır (Görsel 3.5).



*Görsel 3.5: Silindirik tornalama*

**UYGULAMA: 3.1**

## KALEM BİLEME

**Amaç**

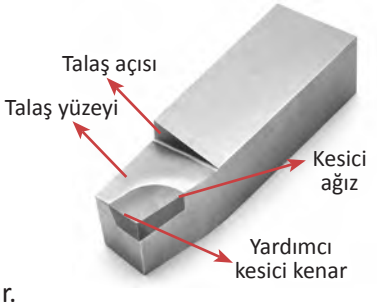
Torna kalemininin kesme ucunu taşlama tezgâhında doğru açıyla ve güvenli şekilde bilemek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Taşlama tezgâhı | 1 adet |
| Bilenecek kesici kalem | 1 adet |
| Bağlama aparatı (kalem tutucu) | 1 adet |
| Temizlik ekipmanı | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Kesici uç, taşlama tezgâhında uygun açılar korunarak işlem basamaklarına göre doğru şekilde bilenecektir.**

### İşlem Basamakları




1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Taşlama tezgâhı motoru çalıştırılır ve motorun devri kontrol edilir.
4. Kesici kalem taş tutucuya sabitlenir ve kalemin ölçüsü ayarlanır.
5. Kesici kalem kontrollü olarak taş yüzeyine bastırılır.
6. Kesici kenar doğrultusunda geçiş yapılarak kalemin yüzeyi parlatılır.
7. Tezgâh kapakları kapatılır, kalem tutucu açılır ve bilemeden sonra kalem temizlenir.
8. Kesici kalem, taşlama sıvısıyla temizlenir ve kurulanır.
9. Kesici kalem bağlama aparatına yerleştirilir, sıkma ile sabitlenir.
10. Kalem bileme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kalem açısı ve ölçüsünün doğru ayarlanması | 20 | |
| 4. | Bileme işleminin pürüzsüz ve dengeli yapılması | 20 | |
| 5. | Kalemin doğru bağlanıp sıkılması | 20 | |
| 6. | Kullanılan ekipmanların temizlenip yerine konulması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 3.2

## İLERLEME HIZI VE DEVİR SAYISINI AYARLAMA

**Amaç**

Torna tezgâhını iş parçası malzemesine göre doğru devir ve ilerleme hızında ayarlayarak talaş kalınlığı ve yüzey kalitesini uygun hâle getirmek için düzenlemek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Torna tezgâhı | 1 adet |
| Dijital devir göstergeli panel | 1 adet |
| Test iş parçası | 1 adet |
| Kumpas ve mikrometre | Birer adet |

### Uygulama Yönergesi

**İş parçası belirlenerek işlem basamaklarına göre tezgâh üzerinde uygun devir, ilerleme hızı ve kesme derinliği hesaplanacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İş parçası aynaya bağlanır, puntayla desteklenir.
4. Tezgâh panelinden devir ayarı 1.200'e getirilir.
5. İlerleme vidası, eksenel ilerleme için 0,2 mm/dönüş değerine getirilir.
6. Derinlik talaşı 0,5 mm olarak ayarlanır.
7. Deneme işlemi başlatılır, talaş telinin kalınlığı ölçülür.
8. Talaş telinin 0,5 mm'ye eşitlenmesi için devir veya ilerleme hızı düzeltilir.
9. İş parçası üzerinden alınan talaş miktarı kumpasla kontrol edilir.
10. İlerleme hızı ve devir sayısının ayarlanması işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Devir ve ilerleme ayarlarının taleplere uygun yapılması | 10 | |
| 4. | Talaş kalınlığının hedef değerde tutulması | 20 | |
| 5. | Yüzey pürüzlülüğünün ölçülüp standart toleransa uygunluk sağlanması | 10 | |
| 6. | Ayar değişikliklerinin kaydedilmesi ve raporlanması | 10 | |
| 7. | Temizlik ve ekipman bakımının yapılması | 10 | |
| 8. | İşlemden sonra iş parçası ölçüm sonuçlarının düzenli olarak kaydedilmesi | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 3.3

## ALIN TORNALAMA

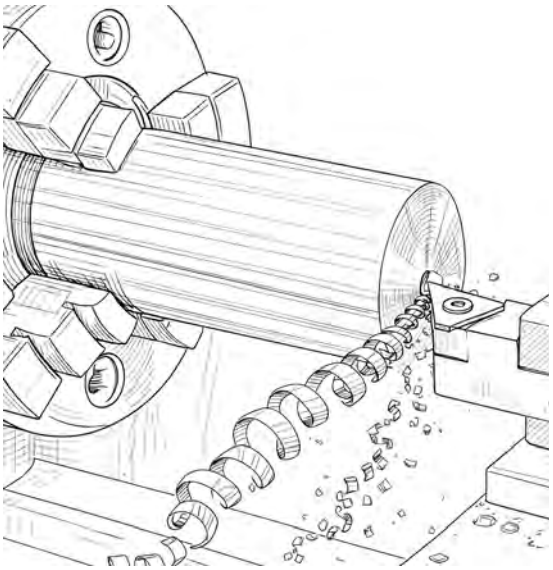
**Amaç**

Parça ucunda düzgün, pürüzsüz ve uygun düzlem alın yüzeyi oluşturmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanımlar | Yeteri kadar |
| Torna tezgâhı | 1 adet |
| Alın kalemi | 1 adet |
| Kalem taşıma aparatı | 1 adet |
| Mikrometre ve kumpas | Birer adet |

### Uygulama Yönergesi

**Tornada devir ve ilerleme ayarları yapılarak yüzey pürüzsüzlüğü işlem basamaklarına göre sağlanacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç ve gereç hazırlanır.
3. İş parçası aynaya sabitlenir, puntayla desteklenir.
4. Alın kalemi bağlanır, devir ve ilerleme ayarlanır.
5. İki geçişte alın yüzeyi tornalanır.
6. Yüzey pürüzlülüğü kumpas ve yüzey kontrolü ile değerlendirilir.
7. Gerekiyorsa son rötuş geçişi uygulanır.
8. Talaşlar fırça ile temizlenir.
9. Alın tornalama işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Alın yüzeyi düzleme hassasiyetinin sağlanması | 20 | |
| 4. | Talaş yüzeyi pürüzsüzlüğünün kontrol edilmesi | 20 | |
| 5. | Ölçüm sonuçlarının belgelenip rapor edilmesi | 20 | |
| 6. | Tezgâh ve takım bakımının eksiksiz yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

**UYGULAMA: 3.4**

## SİLİNDİRİK TORNALAMA

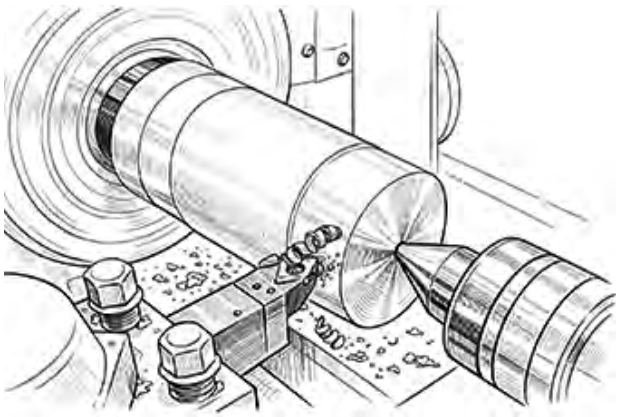
**Amaç**

Parçanın dış çapını istenen ölçüde silindirik olarak tornalamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Torna tezgâhı | 1 adet |
| Silindirik kalem | 1 adet |
| Kalem taşıma aparatı | 1 adet |
| Mikrometre ve kumpas | Birer adet |

### Uygulama Yönergesi

**Silindirik tornalama işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İş parçası sabitlenir, puntayla desteklenir.
4. Silindirik kalem bağlanır, devir ve ilerleme ayarlanır.
5. Silindirik yüzeyden kaba ve ince talaş geçişleri yapılır.
6. Mikrometre ile çap ölçümü yapılır.
7. Talaşlar temizlenir, yüzey ve ölçü kontrolü tamamlanır.
8. Silindirik tornalama işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Silindirik yüzey çap toleransının yakalanması | 20 | |
| 4. | Talaş yüzeyi pürüzsüzlüğünün kontrol edilmesi | 20 | |
| 5. | Ölçüm sonuçlarının belgelenip rapor edilmesi | 20 | |
| 6. | Tezgâh ve takım bakımının eksiksiz yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 2. KANAL AÇMA

Tornada kanal açma, iş parçası üzerine belirli genişlik ve derinlikte oluklar oluşturma işlemidir. Bu işlem genellikle segman, emniyet pulu, yağ kanalı gibi yuvaların hazırlanması amacıyla yapılır. Kanal açma sırasında kullanılan başlıca ekipmanlar; torna tezgâhı, uygun kanal açma kalemleri, iş parçasını sabitlemek için ayna veya punta, ölçü aletleri ve yüzey kalitesini artırmak için kesme sıvısıdır (Görsel 3.6).



*Görsel 3.6: Kanal açma*

İşlem sırasında öncelikle iş parçası tezgâha güvenli bir şekilde bağlanır. Daha sonra kanal açma kalemi, iş parçasına dik konumda ayarlanır ve tezgâh çalıştırılarak uygun kesme hızı seçilir. Kalem, kanalın açılacağı noktaya getirilir ve talaş kademeli olarak kaldırılarak istenilen derinlik ve genişlik elde edilir. Gerektiğinde kaleme birkaç geçiş yaptırılarak kanal genişletilebilir. İşlem sonunda kanal ölçülerek kontrol edilir ve yüzey düzgün hâle getirilir.

Gemilerde kanal açma işlemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin segmanların oturacağı yuvalar, şaft uçlarındaki emniyet pulları için gerekli kanallar veya rulman ve yataklarda yağlamayı kolaylaştıran yağ kanalları tornada kanal açma yöntemiyle işlenir. Ayrıca kaplin ve flanşlarda özel bağlantı parçalarının yerleşmesi için kanal açma işlemi uygulanır. Bu işlem, parçaların montaj kolaylığını sağlamak ve işlevselliğini artırmak açısından büyük önem taşır.

**UYGULAMA: 3.5**

## KANAL AÇMA

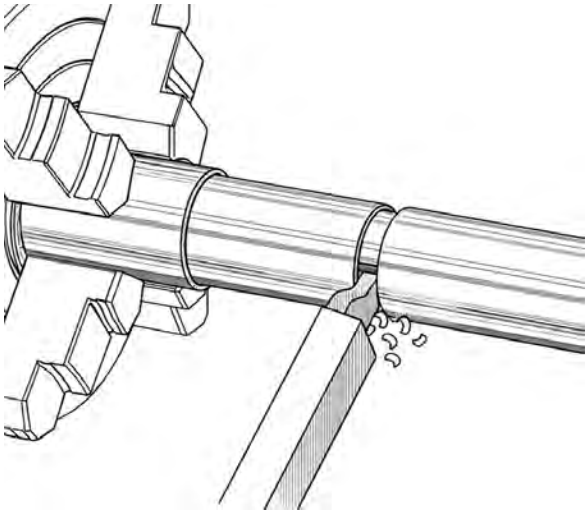
**Amaç**

Silindirik yüzeye segman kanalı açarak segmanın oturma yatağını hazırlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Torna tezgâhı | 1 adet |
| Kanal kalemi | 1 adet |
| Kalem taşıma aparatı | 1 adet |
| Mikrometre ve kumpas | Birer adet |

### Uygulama Yönergesi

**Kanal açma işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İş parçası aynaya sıkıca bağlanır.
4. Aparatına takılan kanal kalemi, yüksek hassasiyetle merkezlenir.
5. Devir 800 RPM [dakikadaki devir sayısı *(revolutions per minute)*], ilerleme 0,1 mm/dönüş değerine ayarlanır.
6. Gövde yüzeyinde 10 mm derinlikte ve 3 mm genişlikte kanal açılır.
7. Kesmeden sonra pafta ile talaş temizliği yapılır.
8. Kanal ölçüsü mastar ile kontrol edilir, toleransın ±0,05 mm içinde olması sağlanır.
9. Kanal açma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kanalın genişlik ve derinliğinin istenen ölçüde açılması | 20 | |
| 4. | Kanal yüzey pürüzsüzlüğünün sağlanması | 20 | |
| 5. | Ölçüm ve kontrol işlemlerinin doğru yapılması | 10 | |
| 6. | İş sonu temizliği ve düzeltmelerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Ekipman bakımının zamanında yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 3. KONİK TORNALAMA

Konik tornalama; iş parçası üzerinde eksen boyunca çapı değişen başka bir deyişle bir ucu diğer ucundan daha geniş veya dar olan konik yüzeylerin işlenmesi işlemidir. Bu yöntem, gemilerde mil uçlarının konik yapılması, yatakların ve rulman yuvalarının konik yüzeylerinin işlenmesi veya bağlantı parçalarının uyumlu şekilde oturmasını sağlamak amacıyla sıkça kullanılır (Görsel 3.11).



*Görsel 3.7: Konik tornalama*

Konik tornalama işlemi için torna tezgâhı, konik tornalama kalemleri, ölçü aletleri (kumpas, mikrometre, açıölçer), iş parçasını sabitlemek için ayna veya punta ve gerektiğinde kesme sıvısı kullanılır. İşleme başlamadan önce iş parçası tezgâha bağlanır ve konik yüzeyin açısına göre ayarlama yapılır. Konik tornalama yapılırken uygulanan yöntemlerden bazıları şunlardır:

- Üst kalemi belirli bir açıya kaydırma
- Araba gövdesini çapraz kaydırma
- Konik şablon aparatını kullanma

Konik tornalama sırasında kalem, belirlenen açıya uygun şekilde iş parçası boyunca ilerletilerek talaş kaldırılır. Her geçişte az miktarda talaş alınarak yüzey pürüzsüz hâle getirilir ve istenen ölçüye ulaşılır. Son paso düşük talaş derinliğiyle alınarak düzgün bir konik yüzey elde edilir.

Gemilerde konik tornalama işlemi; pervane mili uçlarının konik olarak hazırlanması, şaftların kaplinlere uyumlu hâle getirilmesi, yatak yüzeylerinde konik yuvaların açılması ve makine parçalarının montaj kolaylığı için özel konik geçmelerin işlenmesi gibi alanlarda yaygın olarak uygulanır. Bu işlem, parçaların sağlam ve sızdırmaz bir şekilde bağlanmasını sağlayarak gemi makinelerinin güvenilir çalışmasına katkıda bulunur.

**UYGULAMA: 3.6**

## KONİK TORNALAMA

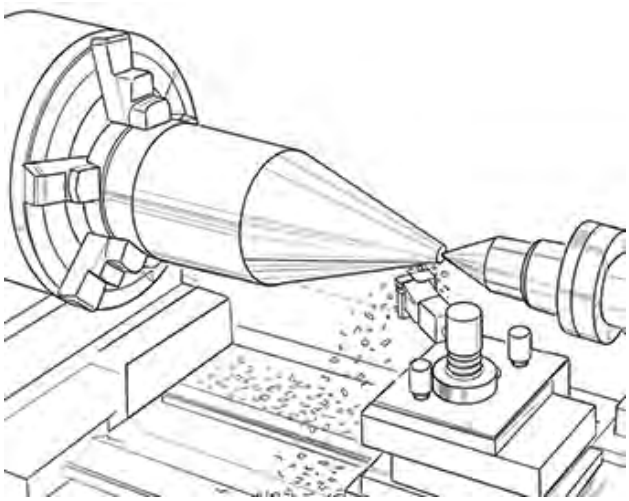
**Amaç**

İş parçasının üzerinde istenilen koniklik eğimiyle konik yüzey oluşturarak parçayı montaja hazır hâle getirmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Konik kalem ve kalem taşıma aparatı | Birer adet |
| Konik mastar (1/10 format) | 1 adet |
| Kumpas ve mikrometre | Birer adet |

### Uygulama Yönergesi

**Konik tornalama işlem basamaklarına göre gerçekleştirilecektir.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kızak, tabla açısı 5,71° (1/10) olacak şekilde ayarlanır.
4. Konik kalem bağlanır (Devir 900 RPM, ilerleme 0,12 mm/dönüş olacak şekilde ayarlanır.).
5. Tek geçişte koniklik işlenir.
6. Konik mastar ile ölçüm yapılır (tolerans ±0,03 mm).
7. Gerekirse son düzeltme 0,05 mm derinlikte yapılır.
8. Konik tornalama işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Tabla açısının doğru ayarlanması | 10 | |
| 4. | Konik yüzeyin hedef profil toleransında oluşturulması | 20 | |
| 5. | Ölçüm ve kontrol adımlarının eksiksiz yapılması | 20 | |
| 6. | Tezgâh ve ekipman bakımının zamanında yapılması | 10 | |
| 7. | İş sonu temizliği ve talaş yönetiminin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 4. TIRTIL ÇEKME

Tırtıl çekme, tornada vida açma işlemine başlamadan önce iş parçası üzerine vida profilinin başlayacağı yerde kılavuz oluşturan hazırlık kanalının açılması işlemidir. Bu kanal; vida açma sırasında kesici takımın rahat hareket etmesini sağlar, vida sonunun düzgün ve temiz olmasına yardımcı olur. Tırtıl çekme işlemi; özellikle gemilerde kullanılan büyük çaplı cıvata, şaft, somun ve bağlantı elemanlarının vida açma sürecinde önemli bir basamaktır (Görsel 3.8).



*Görsel 3.8: Tırtıl çekme*

Tırtıl çekme işlemi için torna tezgâhı, kanal açma veya tırtıl kalemi, ölçü aletleri ve iş parçasını sabitlemek için ayna veya punta kullanılır. Öncelikle iş parçası tezgâha bağlanır ve kanal açma kalemi vida yönüne dik olacak şekilde ayarlanır. Daha sonra uygun devir seçilerek kalem, iş parçası yüzeyine ilerletilir ve vida adımına uygun derinlikte bir kanal açılır. Bu kanal, vida açma sırasında kesici kalemin başlangıç ve bitiş noktası için kılavuz görevi görür.

Gemilerde tırtıl çekme işlemi; motor parçaları, şaftlar, kaplin bağlantıları ile cıvata ve somun gibi bağlantı elemanlarının üretiminde ve onarımında uygulanır. Bu işlem, vida açma kalitesini artırarak parçaların sağlam olmasını ve kolay monte edilmesini sağlar.

UYGULAMA: 3.7

## TIRTIL ÇEKME

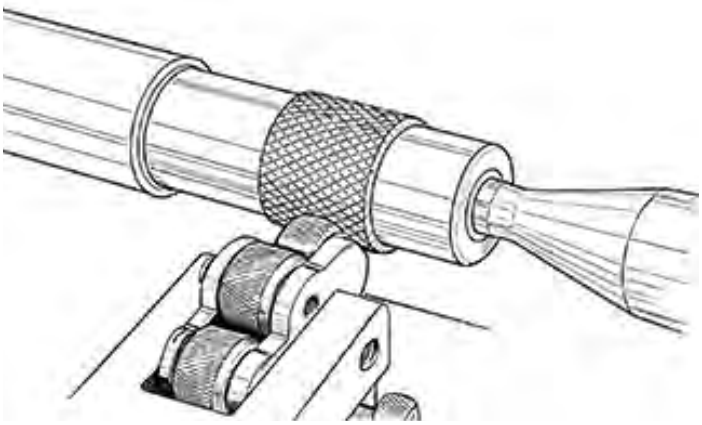
**Amaç**

Silindirik yüzey üzerine dekoratif ve kaymayı önleyici tırtıl deseni oluşturmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Tırtıl çekme kalemi | 1 adet |
| Temizlik fırçası ve kum bezi | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Tırtıl çekme, tırtıl çekme kalemi sabitlenerek işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Tırtıl çekme kalemi bağlanır (Devir 600 RPM, ilerleme 0,08 mm/dönüş olacak şekilde ayarlanır.).
4. Parça üzerinden paralel tırtıl profili geçirilir.
5. Talaşlar fırça ve vakumla temizlenir.
6. Görünüm ve ölçü kontrolü kumpas ile yapılır.
7. Tırtıl çekme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Tırtıl deseni düzgünlüğünün sağlanması | 20 | |
| 4. | Talaş temizliğinin eksiksiz yapılması | 20 | |
| 5. | Bakım ve ekipman temizliğinin yapılması | 20 | |
| 6. | İşlemden sonra ölçüm sonuçlarının kaydedilmesi | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 3.8

## PAH KIRMA

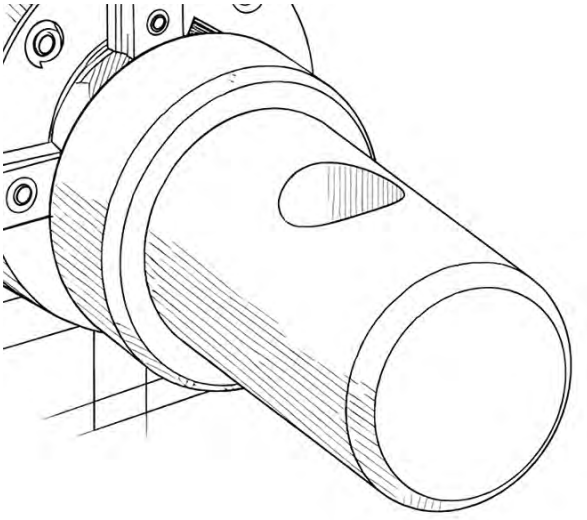
**Amaç**

Parça kenarında düzgün ve toleransa uygun pahlı yüzey oluşturmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Pah kırma kalemi | 1 adet |
| Temizlik fırçası ve kum bezi | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Parça kenarını işleyerek istenilen ölçülerde pah oluşturma, işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Pah kırma kalemi takılır.
4. Parça kenarına uygun açıyla pahlama işlemi yapılır.
5. Talaşlar fırça ve vakumla temizlenir.
6. Görünüm ve ölçü kontrolü kumpas ile yapılır.
7. Pah kırma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Pahlı kenar toleransının yakalanması | 20 | |
| 4. | Talaş temizliğinin eksiksiz yapılması | 20 | |
| 5. | Bakım ve ekipman temizliğinin yapılması | 20 | |
| 6. | İşlemden sonra ölçüm sonuçlarının kaydedilmesi | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 5. DİŞ AÇMA

Tornada diş açma, bir iş parçasının dış veya iç yüzeyine vida dişleri oluşturma işlemidir. İşlem, iş parçasına helezonik (sarmal) bir kanal açarak ve vida profiline uygun ilerleme ile gerçekleştirilir. Tornada dış diş açmak için pafta veya üçgen uçlu vida kalemleri, iç diş açmak için kılavuz *(taps)* veya tırtıl operatörleri kullanılır (Görsel 3.9).



*Görsel 3.9: Diş açma*

Diş açma işlemi sırasında iş parçası güvenli bir şekilde tezgâha bağlanır ve kalem veya pafta iş parçası eksenine tam hizalanır. Kesme hızı ve ilerleme vida adımına uygun şekilde seçilir. Örneğin M6×1 vidada ilerleme her devirde 1 mm olmalıdır. Kesme derinliği başlangıçta küçük adımlarla alınır ve gerektiğinde birkaç paso ile tamamlanır. İşlem boyunca kesme sıvısı kullanımı çok önemlidir. Bu işlem talaşları soğutur, takım ömrünü artırır ve diş profilinin temiz oluşmasını sağlar.

Diş açarken güvenlik ve kaliteye dikkat edilmelidir. İş parçası sağlam bağlanmalı, kalem eksen dışı olmamalı ve talaş birikmesi durumunda işlem durdurularak talaşlar temizlenmelidir. İş sonunda dişler kırık olmamalı, çapaklar temizlenmiş olmalıdır. Vida adımı, diş sayısı ve profili standartlara uygun olmalıdır.

Kontrol ve ölçüm için dış dişlerde vida tarağı, iç dişlerde özel iç diş kalemleri veya kepçeler kullanılır. Üst ve alt çaplar mikrometre veya kumpas ile ölçülerek vida ölçülerinin standartlara uygunluğu kontrol edilir. Bu sayede vida, montaj sırasında düzgün çalışır ve parça güvenli bir şekilde bağlanabilir.

**UYGULAMA: 3.9**

## DIŞ DİŞ AÇMA (VİDA KALEMİ VE PAFTA İLE)

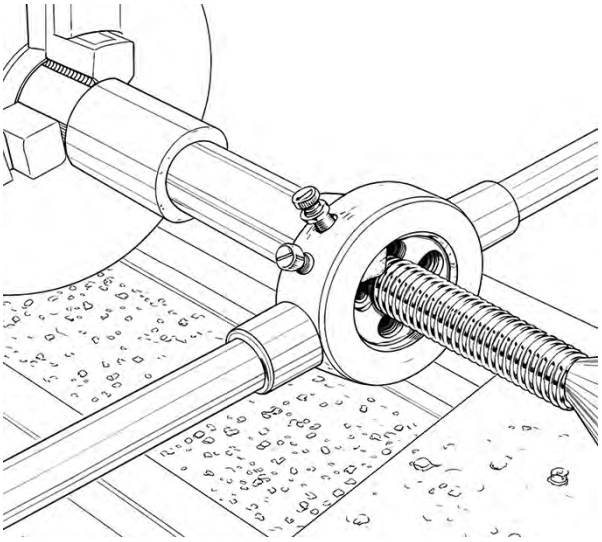
**Amaç**

Vida kalemiyle kaba dış dişi hazırlamak ve pafta ile nihai dış diş profilini tamamlayarak bağlantı elemanı montajına hazır hâle getirmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Vida kalemi (M12) | 1 adet |
| Pafta (M12) | 1 adet |
| Kesme sıvısı ve pompa sistemi | Yeteri kadar |
| Temizleme fırçası | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Nihai dış diş profili tamamlama, işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İş parçası aynaya bağlanır.
4. Vida kalemi ile kaba dış diş açılır.
5. Kesme sıvısı sürekli beslenir
6. Pafta, açılan kaba diş üzerine yerleştirilir ve kontrollü biçimde ilerletilir.
7. Diş yüzeyi pürüzsüzleştirilir ve son profil oluşturulur.
8. Mikrometre ile diş çapı ve adım ölçümü yapılır.
9. Talaşlar fırçayla temizlenir.
10. Dış diş açma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kaba dış dişinin doğru derinlikte açılması | 20 | |
| 4. | Pafta ile dış diş profilinin hatasız tamamlanması | 20 | |
| 5. | Diş yüzey kalitesinin sağlamlaştırılması | 10 | |
| 6. | Ölçüm ve kontrol adımlarının belgelenmesi | 10 | |
| 7. | Temizlik ve ekipman bakımının yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

**UYGULAMA: 3.10**

## İÇ DİŞ AÇMA (KILAVUZ İLE)

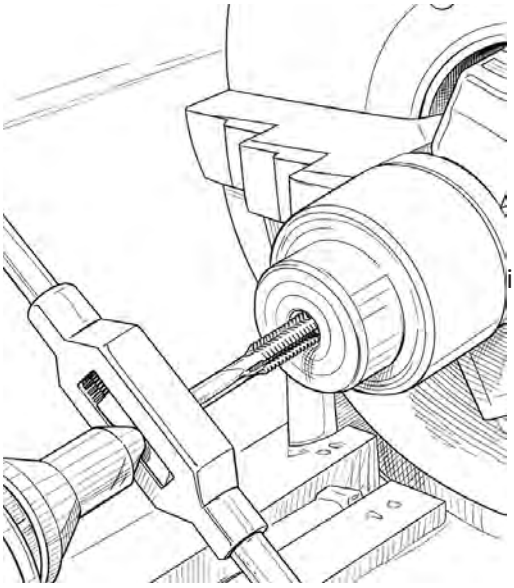
**Amaç**

Ön delik açılmış bir iş parçasında kılavuz kullanarak iç diş açmak ve montaja uygun son diş profili oluşturmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Kılavuz (M12) | 1 adet |
| Kesme sıvısı | Yeteri kadar |
| İş parçası | 1 adet |
| Temizleme fırçası | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**İç diş açma, işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İç diş için uygun çapta ön delik açılmış iş parçası tezgâha bağlanır.
4. Kılavuz, delik ağzına dik konumda yerleştirilir.
5. Kesme sıvısı uygulanır.
6. Kılavuz elle, dengeli kuvvetle çevrilerek ilerletilir.
7. Her 1-2 turda yarım tur geri alınarak talaş kırılır.
8. Diş tamamlandıktan sonra mikrometre ve vida mastarı ile kontrol edilir.
9. Talaş ve sıvı kalıntıları temizlenir.
10. İç diş açma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | İş parçasının ön deliğine kılavuzun doğru yerleştirilmesi | 20 | |
| 4. | Kılavuzla iç dişin hatasız tamamlanması | 20 | |
| 5. | Diş yüzey kalitesinin doğru sağlanması | 10 | |
| 6. | Ölçüm ve kontrol adımlarının belgelenmesi | 10 | |
| 7. | Temizlik ve ekipman bakımının yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 4. ÖĞRENME BİRİMİ

# YAKIT SİSTEMİ

1. YAKITLAR
2. YAKIT TANKLARI VE TRANSFER POMPALARI
3. SEPARATÖR
4. YAKIT FİLTRELERİ
5. BUSTER POMPA
6. YAKIT POMPALARI
7. COMMON RAİL SİSTEM
8. GOVERNÖR
9. ENJEKTÖRLER
10. YAKIT KONTROL SİSTEMİ (FCM)

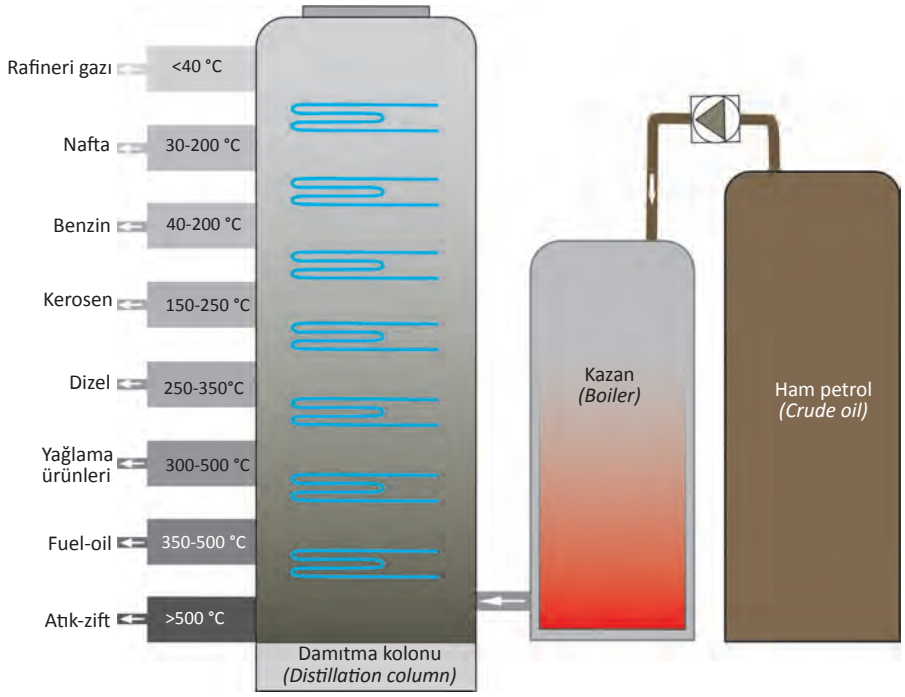


## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Gemiye alınan motorin ve fuel-oilin özellikleri
- Yakıt tanklarının bakımları
- Yakıt separatörlerinin işletimi
- Yakıt filtrelerinin bakımları
- Buster pompaların bakımları ve onarımları
- Yakıt pompalarının bakımları ve onarımları
- Common rail sisteminin bakımı ve onarımı
- Governörlerin bakımları
- Enjektörlerin bakımları ve onarımları
- Yakıt kontrol sisteminin işletimi

# 1. YAKITLAR

İçten yanmalı motorlarda enerji üretmek için kullanılan yanıcı maddelere **yakıt** denir. Yakıtlar, hidrokarbon (CH) bileşenleri içeren ham petrolün damıtılmasıyla elde edilir. Damıtma işlemi, ham petrolün belirli sıcaklıklarda buharlaştırılarak, bileşenlerine ayrılması ve ardından farklı sıcaklıklarda soğutulup yoğuşturulmasıyla gerçekleştirilir. Bu süreç sonucunda ham petrolden LNG ve LPG olarak kullanılan rafineri gazı; plastik ve kimyasal üretiminde kullanılan nafta; otomobil, motosiklet ve küçük motorlu araçlarda kullanılan benzin; uçaklarda kullanılan kerosen; kamyon, otobüs, traktör, iş makineleri ve gemilerde kullanılan dizel; motor ve makinelerde kullanılan yağlama ürünleri; büyük gemiler ve santrallerde kullanılan fuel-oil; yol yapımında kullanılan zift elde edilir Şekil 4.1).




*Şekil 4.1: Ham petrolün damıtılması*

## 1.1. YAKITLARIN BAŞLICA ÖZELLİKLERİ

**Yoğunluk:** Bir yakıtın birim hacimde sahip olduğu kütleyi ifade eder. Yoğunluk arttıkça birim hacimde taşınan enerji miktarı da artar. Ancak yoğunluğu yüksek yakıtların işlenmesi ve ısıtılması daha fazla enerji gerektirir.

**Viskozite:** Yakıtın akışa karşı gösterdiği dirençtir. Yakıt viskozitesi, gemi operasyonları başta olmak üzere güvenli, verimli ve ekonomik kullanım açısından dikkatle izlenmesi gereken bir değişkendir.

**Alevlenme (Parlama) Noktası:** Yakıt buharının havayla temas ettiğinde tutuşmaya başlayabileceği en düşük sıcaklıktır.

**Akma Noktası:** Bir yakıtın akıcılığını kaybetmeye başladığı en düşük sıcaklıktır. Örneğin dizel yakıt yaklaşık -10 °C'ta donarken benzinin donma noktası -65 °C civarındadır.

**Kaynama Noktası:** Yakıtın sıvı hâlden gaz hâle geçtiği sıcaklıktır.

**Isıl Değer:** Bir yakıtın birim kütlesi yandığında açığa çıkan toplam enerji miktarıdır.

## 1.2. GEMİLERDE KULLANILAN YAKITLAR

Gemilerde kullanılan yakıtlar; makinenin yapısına, seyir bölgesine ve çevresel düzenlemelere göre değişiklik gösterir. Yakıt türü belirlenirken enerji verimliliği, maliyet ve emisyon değerleri dikkate alınmalıdır. Genel olarak gemilerde şu yakıt türleri kullanılır:

**Ağır Yakıt *(Heavy Fuel Oil-HFO)*:** Yoğunluğu ve viskozitesi yüksek, ham petrol türevi bir yakıttır. Büyük ticari gemilerde kullanılır. Yakılmadan önce ısıtılması gerekir.

**Ara Yakıt *(Intermediate Fuel Oil-IFO)*:** Ağır yakıt ile rafinerilerde damıtma işlemiyle elde edilen yakıtların belirli oranlarda karıştırılmasıyla oluşturulan bir yakıt türüdür. Belirli viskozite ve kalite aralıklarında üretilir, büyük kargo gemileri ve tankerlerin ana makinelerinde kullanılır.

**Dizel Yakıt *(Diesel Fuel Oil-DFO)*:** Hafif ve rafine edilmiş bir yakıttır. Küçük ve orta ölçekli gemilerde, balıkçı teknelerinde ve feribotlarda kullanılır.

**Marin Dizel Jeneratör Yakıtı *(Marine Diesel Generator Oil-MDGO)*:** Liman manevralarında ve jeneratörlerde kullanılan temiz ve düşük viskoziteli bir yakıttır.

**Marin Gaz Yakıtı *(Marine Gas Oil-MGO)*:** Küçük gemiler ve yardımcı makinelerde kullanılan düşük sülfürlü, çevre dostu bir yakıttır.

**Sıvılaştırılmış Doğal Gaz *(Liquefied Natural Gaz-LNG)*:** Yolcu gemileri ve LNG tankerlerinde tercih edilen çevreci bir yakıttır. Düşük karbon salınımı sağlar.

**Nükleer Yakıt *(Nuclear Fuel-NF)*:** Denizaltılarda ve uçak gemilerinde kullanılır. Uzun ömürlü ve yüksek enerji verimliliğine sahiptir.

**Hibrit Yakıt *(Hybrid Fuel-HF)*:** Geleneksel yakıtlarla yenilenebilir enerji kaynaklarının birleşiminden oluşur. Kısa mesafeli gemilerde ve çevre dostu projelerde tercih edilir.

## 1.3. YAKIT ALMA OPERASYONU

Yakıt alma, dikkatli planlama ve kontrol gerektiren bir gemi operasyonudur. Geçmişte birçok kaza ve çevresel felakete yol açtığı için prosedürlere dikkat edilerek titizlikle uygulanmalıdır. Gemide yakıt alma süreci, olası yangın ve sızıntıları önlemek amacıyla üç aşamada gerçekleştirilir. Bunlar yakıt alma operasyonu öncesi, anı ve sonrasıdır (Görsel 4.1).



*Görsel 4.1: Yakıt alma istasyonu*

**a) Yakıt Alma Operasyonundan Önce Yapılanlar**

**Yakıt Miktarının Teyidi:** Başmühendis kıyı ofisinden kabul edilecek yakıt miktarını teyit ettikten sonra hangi tankların doldurulacağı hesaplanır ve kontrol edilir.

**Tanklardaki Mevcut Yakıt Seviyelerinin Kaydı:** Gemideki mevcut yakıt kaydını tutmak için diğer yakıt depolama tanklarının seviye ölçümleri başka bir deyişle iskandilleri alınır.

**Personel Toplantısı ve Güvenlik Prosedürleri:** Gemiye yakıt alacak personele tankların doldurulacağı miktar, güvenlik prosedürleri, acil durum planları ve sorumluluklar anlatılır. Ayrıca iletişim ve sinyaller net bir şekilde belirlenir.

**Hazırlıklar**

- Güvertede bulunan frengi deliklerinin kapalı olduğundan emin olunur.
- Taşıntı tankı boş tutulur.
- Yeterli aydınlatma sağlanır ve sigara içilmez uyarısı uygun bir yere yerleştirilir.
- Yakıt alınan tarafa emniyet amacıyla gündüz Bravo sancağı çekilir, gece ise kırmızı ışık yakılır.
- Yakıt manifoldu valfleri kapatılır ve uygun şekilde körlenir.
- Petrol Kirliliği Acil Durum Planı *(Shipboard Oil Pollution Emergency Plan-SOPEP)* ekipmanları kontrol edilir.
- Yakıt tedarikçisi evrakı kontrol edilir.
- Hortum bağlantısı yapılmadan önce hortumun durumu kontrol edilir.

**Acil Durum Kontrolü**

- Acil durdurma sisteminin çalıştığı kontrol edilir.

**b) Yakıt Alma Operasyonu Sırasında Yapılanlar**

**Pompalama Başlangıcı:** Pompalama hızı düşük tutulur ve tanka yakıtın gelip gelmediği kontrol edilir.

**Tank Kontrolü:** Seçilen tank dışında başka bir tanka yakıt alınmadığından emin olmak için iskandiller kontrol edilir.

**Pompalama Hızının Artırılması:** Yakıt doğru tanka geldikten sonra pompalama hızı artırılır.

**Sıcaklık ve Numune Kontrolü:** Yakıt sıcaklığı sürekli olarak kontrol edilir ve yakıttan numune alınır. Özellikle ağır yakıtlar için sıcaklık önemli bir değişkendir.

**Kontrol Listesi**

- Ana makine ve yardımcı makinelerin yakıt besleme hatları kapalı tutulur.
- Geminin boyuna dengesi *(trim)* ve suya batma derinliği *(draft)* kontrol edilir.
- Her 1 °C sıcaklık artışında yoğunluk 0,64 kg/m³ azaltılır.
- Numune alınarak kaydedilir.
- Yakıt makbuzu doldurulur. Yakıt alma sırasında herhangi bir sorun, eksiklik veya anlaşmazlık varsa bu durumu resmî olarak belgelemek amacıyla protesto notu hazırlanır.

**c) Yakıt Alma Operasyonundan Sonra Yapılanlar**

**Sızıntı ve Atık Kontrolü:** Yakıt alma operasyonu alanında sızıntı olup olmadığı kontrol edilir ve atık olmadığından emin olunur.

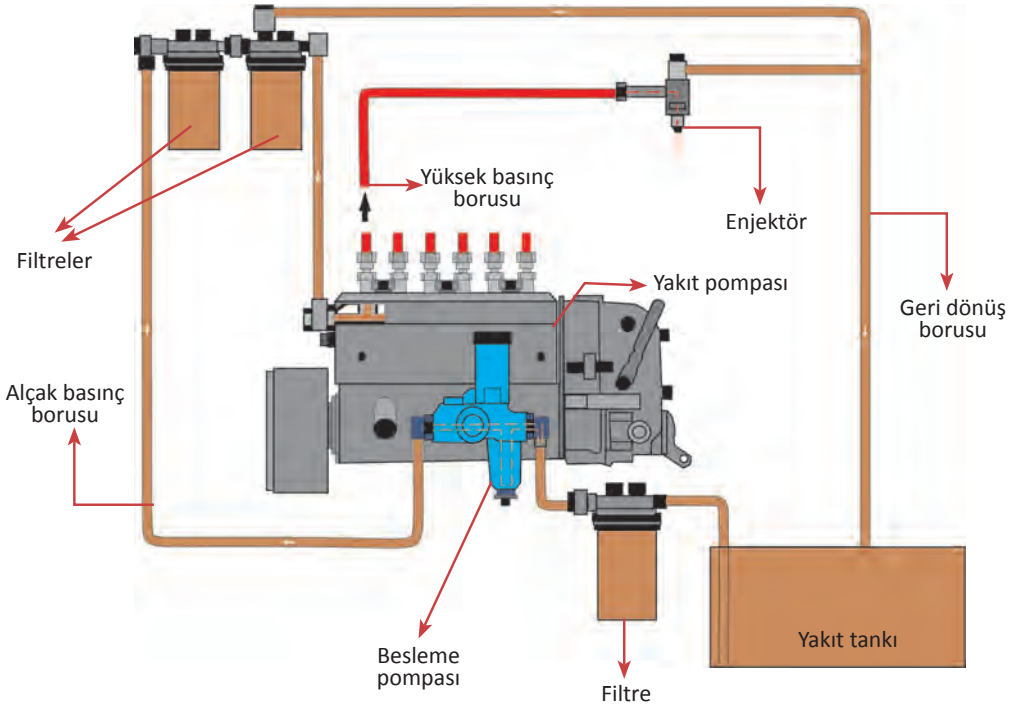
**Örnek *(Sample)* Alma:** Yakıt alma tamamlandıktan sonra gemideki herhangi bir tanktan alınan yakıt numunesi şirket prosedürlerine göre yetkili bir laboratuvara gönderilir. Numune üzerinde yapılan incelemelerde yakıt özelliklerinin Bunker Teslim Belgesi'nde *(Bunker Delivery Receipt)* beyan edilen değerlerle uyumu değerlendirilir. Analiz sonuçlarını içeren yakıt raporu, genellikle birkaç gün içinde laboratuvar tarafından gemi işletmecisine veya doğrudan gemi kaptanlığına iletilir.

**Ekipman Bakımı ve Toplanması:** Kullanılan ekipmanlar toplanır, temizlenir ve ekipmanların bakımı yapılır.

**Raporlama:** Yakıt alma sürecinde temin edilen yakıtın miktarı ve cinsi, işlemin süresi ile yakıt alınırken yaşanan aksaklıklar kayıt altına alınır. Yakıt alma faaliyeti, IMO tarafından belirlenen kurallar ile MARPOL (International Convention for the Prevention of Pollution From Ships-Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşme) Ek VI'da yer alan hava kirliliğini önlemeye yönelik düzenlemelere uygun şekilde yürütülür.

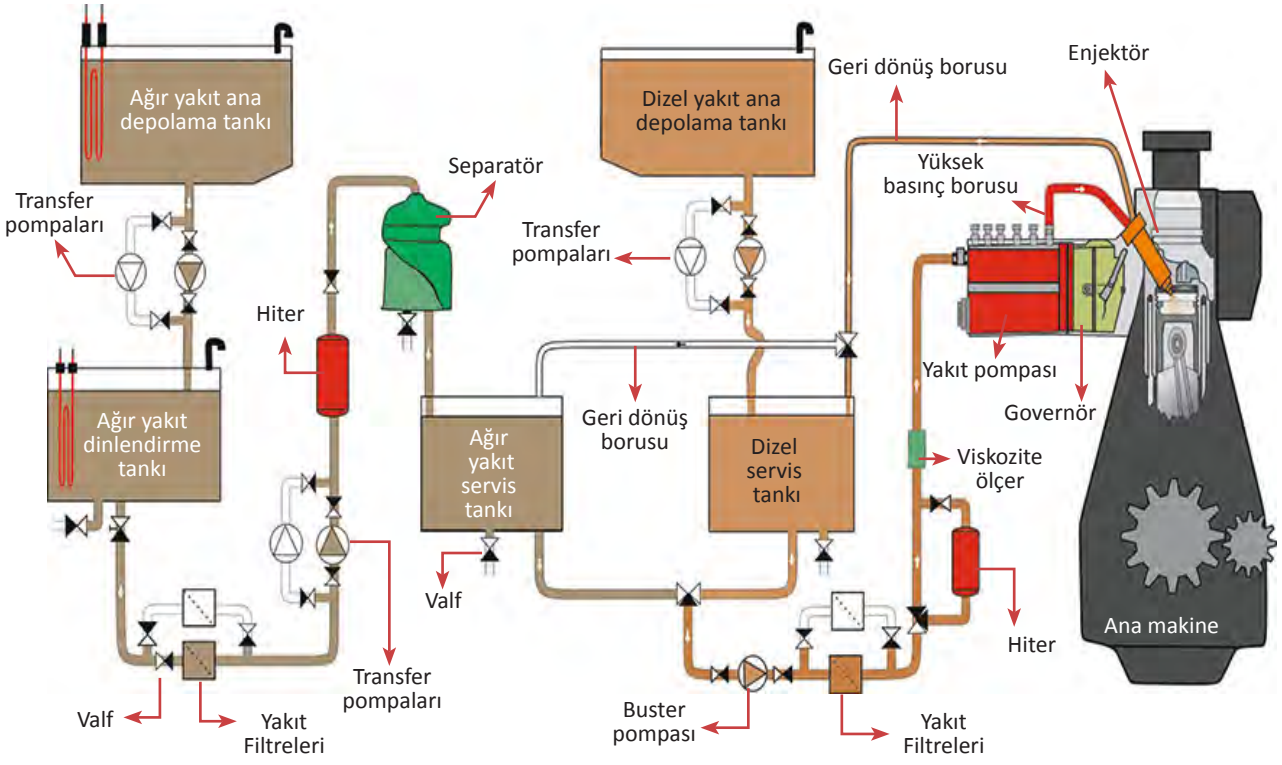
## 1.4. YAKIT SİSTEMİ ELEMANLARI

Gemilerde kullanılan yakıt sistemleri, geminin boyutuna ve operasyonel ihtiyaçlarına göre farklılık gösterir. Küçük gemilerde (balıkçı tekneleri ve yatlar) genellikle dizel yakıt sistemi tercih edilir. Dizel yakıt sistemi basit bir yapıya sahiptir ve özel bir arıtma veya ön ısıtma gerektirmez. Bu sistemin görevi, motora gereken yakıtı emniyetli bir şekilde depolamak, motor çalışırken motorun ihtiyaç duyduğu yakıtı besleme pompası yardımıyla tanktan çekmek, yakıt filtreleri ile yakıtın temizlenmesini sağlamak ve yakıt pompası aracılığıyla silindire püskürtülecek yakıtın miktarını yük ve devir durumuna göre ayarlayıp, yakıt basıncını yükselterek sırası gelen silindire göndermektir (Şekil 4.2).




*Şekil 4.2: Dizel yakıt sitemi ve elemanları*

Büyük gemilerde (tankerler, konteyner gemileri ve dökme yük gemileri) hem ağır yakıt sistemi hem dizel yakıt sistemi bir arada kullanılır (Şekil 4.3). Dizel yakıtın maliyetli olması nedeniyle ana makinelerde genellikle ağır yakıt tercih edilir. Ancak çevre düzenlemelerinin devreye girdiği kükürt emisyon kontrol alanlarında *(sulphur emission control areas-SECA)* (limanlar, boğazlar ve yoğun deniz trafiği olan bölgeler) veya düşük hızda yapılan manevralar sırasında dizel yakıta geçiş yapılır. Bu nedenle sistemde, iki yakıt arasında güvenli geçişi sağlayan valfler yer alır.




*Şekil 4.3: Ağır yakıt ve dizel yakıt sistemi ile elemanları*

Ağır yakıt sisteminde ilk aşama yakıtın ana depolama tankından alınarak transfer pompaları aracılığıyla dinlendirme tankına aktarılmasıyla başlar. Bu tankta ağır yakıtın tortuları çökeltilir. Ağır yakıt filtrelerden geçirilerek katı parçacıklardan arındırılır. Bir ön ısıtıcıdan (hiter) geçirilerek viskozitesi düşürülür. Daha sonra separatöre giren ağır yakıt, su ve kirden ayrılarak ağır yakıt servis tankında toplanır. Servis tankından çıkan temizlenmiş ve ısıtılmış yakıt, valflerle yönlendirilerek buster pompaya gönderilir. Genellikle küçük ölçekli gemilerde besleme pompası, büyük ölçekli gemilerde ise buster pompa kullanılır. Buster pompa, gelen yakıtı hat basıncına yükseltir. Yakıt, ikinci bir ısıtıcıdan geçirilerek viskoziteölçer yardımıyla istenen akışkanlık değerine ulaştırılır. Son aşamada yakıt pompası tarafından yüksek basınçla enjektöre iletilen yakıt, governör (devir düzenleyici) kontrolüyle silindirlere püskürtülerek yakılır. Artan yakıt ise geri dönüş borusuyla ağır yakıt servis tankına döndürülerek sisteme kazandırılır.

Dizel yakıt sistemi, ağır yakıt sisteminden daha sade bir yapıya sahiptir. Yakıt, dizel yakıt ana depolama tankında depolanır ve transfer pompalarıyla dizel servis tankına aktarılır. Servis tankından çıkan yakıt, valfler yardımıyla ağır yakıt sistemine uygun olacak şekilde aynı hatta verilir. Basınçlandırma için yine buster pompa kullanılır ve gerekirse düşük seviyede çalışan bir ısıtıcı devreye alınabilir. Dizel yakıt, daha temiz ve düşük viskoziteli olması nedeniyle ağır yakıtta olduğu gibi kapsamlı filtreleme ve ısıtma işlemlerine ihtiyaç duymaz. Yakıt pompası, governör ve enjektör sistemi üzerinden ana makineye gönderilir ve artan yakıt geri dönüş hattıyla tekrar sisteme dâhil edilir.

UYGULAMA: 4.1

## GEMİ YAKITINI TESLİM ALMA VE NUMUNE SAKLAMA

**Amaç**

Gemi yakıtını teslim almak ve numune saklamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Numune kapları (standartlara uygun) | Yeteri kadar |
| Yakıt sıcaklık ölçer | 1 adet |
| Temizlik bezi | Yeteri kadar |
| İskandil ölçüm cihazı | 1 adet |
| Teslim evrakı ve kayıt formları | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan gemi makinesi için yakıt, işlem basamaklarına göre teslim alınacak ve yakıttan alınan numune saklanacaktır.**



## İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yakıt alma öncesi hazırlıkları yapılır.
   a) Teslim edilecek yakıt miktarı teyit edilir.
   b) Dolum yapılacak tankların doluluk seviyesi iskandil ile ölçülerek kayıt altına alınır.
   c) Yakıt alma ekibi ile iletişim kurulur ve sinyal sistemi belirlenir.
   ç) Tank havalandırmaları ve taşma tankı durumu kontrol edilir.
4. Yakıt alma hortumları güvenli şekilde bağlanır, hortumların sağlamlığı kontrol edilir.
5. Yakıt alma işlemi düşük debiyle başlatılır, yakıtın doğru tanka aktığı gözlemlenir.
6. Yakıt alınırken yapılması gereken işlemler yerine getirilir.
   a) Tank seviyeleri düzenli aralıklarla iskandil ile kontrol edilir.
   b) Yakıt sıcaklığı ölçülür ve kaydedilir.
   c) Başlangıç numunesi, orta numune, son numune ve gemide saklanacak uzun süreli numune olmak üzere dört adet standart numune alınır.
   ç) Numuneler uygun şekilde etiketlenir (tarih, saat, tank No., sıcaklık bilgisi vb.).
7. Yakıt alma tamamlandıktan sonraki işlemler yapılır.
   a) Yakıt boruları hava ile temizlenir.
   b) Vanaların kapalı olduğundan emin olunur.
   c) Hortumlar sökülür ve temizlenir.
8. Yakıt alma sonrası işlemleri yapılır.
   a) Tank seviyeleri tekrar iskandil ile ölçülür ve kayıt altına alınır.
   b) Yakıt makbuzu doldurulur. Yakıt alma sırasında herhangi bir sorun, eksiklik veya anlaşmazlık varsa bu durumu resmî olarak belgelemek amacıyla protesto notu hazırlanır.
   c) Alınan numuneler serin ve karanlık bir ortamda muhafaza edilir.
9. Yakıt teslimi ve numune alma işlemleri tamamlandıktan sonra kontroller yapılarak detaylı şekilde raporlanır.

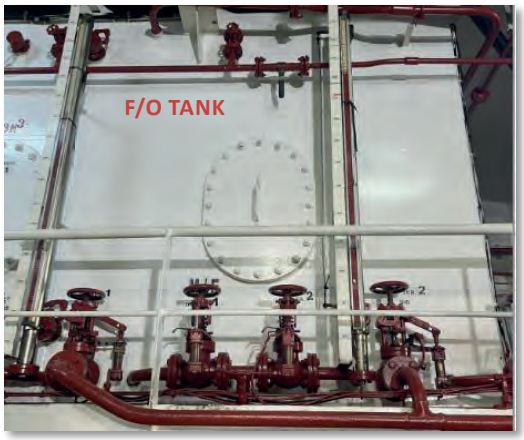
## Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yakıt sıcaklığı ve numune kontrollerinin doğru yapılması | 20 | |
| 4. | Numune kaplarının doğru doldurulması ve etiketlenmesi | 20 | |
| 5. | Boru hatlarının temizlenmesi ve hortumların güvenli sökülmesi | 20 | |
| 6. | Teslim makbuzlarının doğru doldurulması ve raporlanması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 2. YAKIT TANKLARI VE TRANSFER POMPALARI

## 2.1. YAKIT TANKLARI

Yakıt tankları *(fuel tanks)*, gemilerde kullanılacak yakıtın depolandığı bölmelerdir. Bu tanklar genellikle makine dairesine yakın bölgelerde konumlandırılır. Yakıt türüne bağlı olarak ayrı ayrı tasarlanır ve iskele ile sancak taraflarında dengeli dağılım sağlayacak şekilde eşit kapasitelerde yerleştirilir. Tank tasarımında, gemi bordasında meydana gelebilecek hasarlara karşı yakıtın denize sızmasını önlemek amacıyla tank ile borda arasına koferdam adı verilen boş bir bölme yerleştirilir. Yakıt tankları, yakıtı güvenli ve temiz bir şekilde depolayacak kapasitede çelik saclardan üretilir. İç yüzeyleri, paslanmayı önlemek için çeşitli yalıtıcı malzemelerle kaplanır. Yakıt seviyesinin izlenebilmesi için ölçüm cihazlarıyla donatılır (Görsel 4.2).



*Görsel 4.2: Yakıt tankı*

### 2.1.1. Gemilerde Kullanılan Yakıt Tankı Çeşitleri

**a) Ana Depolama Tankı**

Ana depolama tankı *(storage tank)*, depo amacıyla kullanılan büyük kapasiteli yakıt tanklarıdır (Görsel 4.3). Yakıt, gerektiğinde buradan dinlendirme tanklarına transfer edilerek kullanılır. Bu tanklar genellikle ambarların altında ve balast tanklarının arasında yer alır. Makine dairesinin altında ise dip tankı *(deep tank)* olarak kullanılır. Ayrıca gemide dengeyi sağlamak amacıyla bazı ana depolama tankları çift cidarlı dip tankı *(double bottom tank)* şeklinde tasarlanabilir.



*Görsel 4.3: Ana depolama tankı*

Ana depolama tanklarında en sık karşılaşılan arızalar; paslanma, korozyon, tortu ve su birikmesi, seviye göstergesi arızaları ile havalandırma tıkanmalarıdır. Bu tür sorunların önlenmesi için tankın iç yüzeyleri düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve uygun kaplamalarla korozyona karşı korunmalıdır. Tortu ve su birikmesini önlemek amacıyla tankın en alt noktasında bulunan boşaltma [*drain* (dreyn)] valfi aracılığıyla belirli periyotlarla su ve tortu tahliyesi yapılmalıdır. Ayrıca yakıt, kullanılmadan önce filtrelenmelidir. Havalandırma sistemleri temizlenmeli ve seviye göstergeleri rutin testlerle kalibre edilmelidir.

**b) Dinlendirme Tankı**




*Görsel 4.4: Dinlendirme tankı*

Makine dairesinde bir veya iki adet dinlendirme tankı *(settling tank)* bulunur (Görsel 4.4). Yakıt, ana depolama tanklarından dinlendirme takına transfer edilir. Burada belirli sıcaklıkta ısıtılıp dinlendirilir. Buradaki temel amaç, yakıtın içindeki yanmaya elverişsiz maddelerin (su, yakıt parçacıkları vb.) yoğunluk nedeniyle tankın dibinde birikmesini sağlamak ve bu maddeleri boşaltma vanası ile tahliye etmektir.

Dinlendirme tanklarında tortu birikmesi, ısıtıcı tıkanıklıkları, yetersiz su-çamur ayrışması, valf kaçakları gibi sorunlar görülür. Bu problemlerin önüne geçmek için tank düzenli aralıklarla boşaltılıp temizlenmeli, ısıtıcı elemanlar kontrol edilmeli ve gerekirse değiştirilmelidir. Ayrışmayı artırmak için sıcaklık ve bekleme süresi uygun şekilde ayarlanmalı, valfler ise sızdırmazlık açısından düzenli olarak test edilmelidir.

**c) Servis Tankı**




*Görsel 4.5: Servis tankı*

Ana makine ve yardımcı makineler için gerekli yakıtın sağlandığı servis tanklarıdır (*service tank*) (Görsel 4.5). Yakıt, bu tanklardan pompa yardımıyla ana makineye iletilir. Yardımcı makinelere ise dizel servis tankından pompa veya yerçekimi kuvveti ile aktarılır. Dizel servis tankları, yakıt akışı sürekliliğinin sağlanması için makine dairesinde belirli bir yüksekliğe yerleştirilir.

Servis tanklarında besleme hattı tıkanıklıkları, seviye ölçüm arızaları, aşırı ısınma ve otomatik geçiş sorunları yaygındır. Bu nedenle filtre ve hat temizliği düzenli olarak yapılır. Ölçüm cihazları ve sensörler belirli aralıklarla test edilir. Isıtıcılar için sıcaklık sınırlandırıcıları kullanılır. Otomatik geçiş sistemleri kontrol edilerek arızalara karşı güvenlik önlemleri alınır.

**ç) Yakıt Taşıntı Tankı**




*Görsel 4.6: Yakıt taşıntı tankı*

Yakıt taşıntı tankları *(overflow tank)*, dolum sırasında taşan veya geri dönen yakıtın tekrar kullanıma verilmek üzere depolandığı tanklardır (Görsel 4.6). Geri dönen veya taşan yakıtı toplar ve yakıtın israf edilmeden yeniden kullanılmasını sağlar.

Taşıntı tanklarında aşırı dolum nedeniyle oluşan çevresel sızıntılar, sensör bozulmaları ve tahliye hattı tıkanıklıkları sıklıkla görülür. Bu sorunlara karşı yakıt alma süreci dikkatle izlenir. Taşma sensörleri düzenli olarak test edilir ve tahliye hattı temiz tutulur. Taşma ihtimaline karşı alarm sistemleri aktif hâlde tutulur ve gerektiğinde yedek taşıntı tankı devreye sokulur.

**d) Asma Tanklar**

Asma tanklar *(independent tank)*, yakıtın geçici olarak depolanmasında önemli rol oynayan tanklardır (Görsel 4.7). Makine dairesinin alabandalarına yerleştirilerek sınırlı alanda yakıtın en iyi şekilde depolanmasını ve kullanım kolaylığı sağlar. Asma tankların kapasiteleri ana depolama tanklarına göre daha az olmakla birlikte bu tanklar genellikle depo tankı olarak kullanılır.



*Görsel 4.7: Asma tank*

**e) Yakıt Atık Tankı**

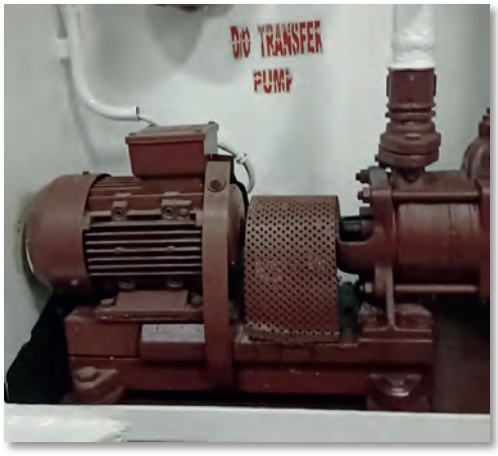
Yakıt atık tankları, servis tanklarına gitmeden önce separatöre gönderilen ve orada ayrıştırılarak temizlenen yakıttan çıkan çamur ve diğer yabancı maddelerin biriktirildiği tanklardır (Görsel 4.8). Temizlenmiş yakıt, daha sonra servis tanklarında depolanır. Böylece makine ve jeneratörlerin daha verimli çalışması sağlanır.




*Görsel 4.8: Yakıt atık tankı*

## 2.2. TRANSFER POMPASI

Gemilerde kullanılan transfer pompaları *(transfer pump)* yakıt veya diğer sıvıların ana depolama tankı, dinlendirme tankı, servis tankı, taşıntı tankı gibi farklı tanklar arasında aktarımını sağlar. Örneğin ana depolama tankından dinlendirme veya servis tankına yakıt transferi bu pompalar aracılığıyla gerçekleştirilir. Transfer pompaları, yakıtın tanklar arasında güvenli ve kontrollü bir şekilde dolaşımını sağlar (Görsel 4.9).

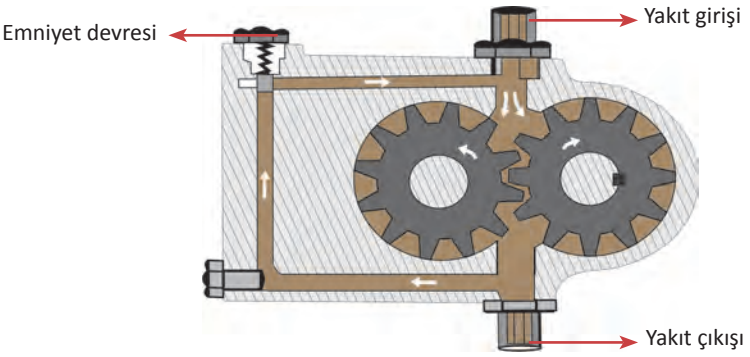



*Görsel 4.9: Transfer pompası*

## 2.2.1. Transfer Pompası Çeşitleri

### a) Dişli Tip Pompa

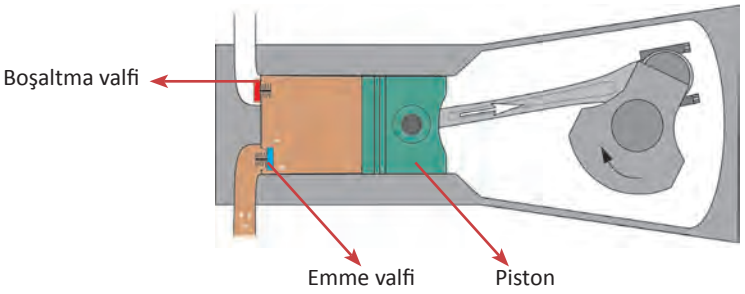
Özellikle düşük ve orta basınç uygulamalarında yaygın olarak kullanılır. Dayanıklı yapıları ve basit çalışma prensipleri sayesinde gemi operasyonlarında güvenle kullanılabilir. Çalışma prensibi, karşılıklı dönen iki dişlinin yarattığı vakum etkisiyle sıvının hareket ettirilmesine dayanır (Şekil 4.4). Bu mekanizma, sabit bir akış oranı sunarak yakıtın kesintisiz ve güvenli bir şekilde taşınmasını sağlar. Mekanik yapısında hareketli parçaların az olması, aşınma ve arıza riskini en aza indirir. Bu nedenle dişli tip pompaların bakımı kolay, parça değişimi ve onarım maliyeti düşüktür.




*Şekil 4.4: Dişli tip transfer pompası*

### b) Pistonlu Pompa

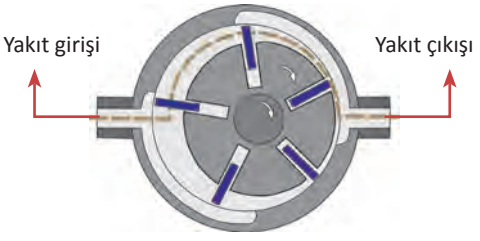
Dişli tip pompaların aksine yüksek basınç gerektiren uygulamalar için tasarlanmıştır. Özellikle ağır yük taşıyan gemilerde ve aynı anda birden fazla sistemin yakıt ihtiyacının karşılanması gereken durumlarda tercih edilir. Pistonlu pompaların temel çalışma prensibi, pistonun ileri ve geri hareketiyle çalışır. Piston geri çekildiğinde silindirdeki basınç düşer, emme valfi açılır ve yakıt emme borusundan silindire dolar. Piston ileri itildiğinde ise silindirdeki basınç artar, boşaltma valfi açılır ve yakıt, boşaltma borusundan istenilen yere iletilir. Bu işlem pistonun sürekli ileri geri hareketiyle tekrarlanır. Bu mekanizma, yakıt akışının hassas bir şekilde kontrol edilmesini sağlar. Pistonlu pompalar, yüksek basınçlı ortamlarda uzun süre çalışabilmesi için özel malzemelerden üretilir ve ağır deniz koşullarına karşı yüksek direnç gösterir. Ancak bakım ve onarım süreçleri uzun ve maliyetlidir (Şekil 4.5).




*Şekil 4.5: Pistonlu tip yakıt pompası*

### c) Paletli Tip Pompa

Yakıtın akış oranı ve basıncını kontrol edebilme özelliği ile ön plana çıkar. Değişken koşullarda konteyner, tank gemileri gibi geniş kapalı alanlarda kullanılır. Çalışma prensibi, rotorun içinde hareket eden paletlerin sıvıyı bir bölmeden diğerine taşıması esasına dayanır (Şekil 4.6). Pistonlu pompalara oranla daha düşük gürültü seviyesinde çalışır.




*Şekil 4.6: Paletli tip transfer pompası*

Yakıt transfer pompaları genellikle boru hatları, vanalar, basınç sensörleri gibi ekipmanlarla birlikte çalışır. Bütün bu sistemin verimli ve güvenli çalışabilmesi için bakımları düzenli yapılır. Yakıt sızıntılarının önlenmesi ve sistemdeki aksaklıkların tespiti için pompaların kontrolleri düzgün şekilde yapılır.

## 2.2.2. Transfer Pompasındaki Arızalar ve Çözümleri

Transfer pompalarında oluşabilecek arızaların önlenmesi için transfer pompalarına periyodik bakım uygulanması, pompa sisteminin performansının düzenli olarak izlenmesi ve olası arıza belirtilerinin erken tespit edilmesi büyük önem taşır. Sistemdeki olası arızalar ve çözümleri şunlardır:

Transfer pompalarıyla ilgili yaygın arızalardan biri, pompanın emme yapamamasıdır. Bu durum genellikle emme hattındaki hava sızıntısı, emme filtresinin tıkanması, tanktaki yakıt seviyesinin yetersiz olması gibi nedenlerden kaynaklanır. Bu sorunun çözümü için emme hattındaki bağlantıların sızdırmazlığı kontrol edilmeli, filtreler temizlenmeli ve tank seviyesi yeterli olmalıdır.

Pompa debisinin düşmesi, sık karşılaşılan bir sorundur. Genellikle pompa iç parçalarının aşınması, boru hattındaki tıkanıklıklar, yakıtın yüksek viskozitesi gibi etkenlerden meydana gelir. Bu sorunu çözmek için pompa elemanları gözden geçirilmeli, gerekirse yenilenmeli, boru hattı temizlenmeli ve kullanılan yakıt viskozitesine uygun pompa seçilmelidir.

Transfer pompalarındaki conta ve salmastralar zamanla sızdırmazlık problemleri yaratabilir. Bu tür arızaların başlıca nedenleri; conta aşınması, mil yataklarındaki bozulmalar ve çalışma koşullarına bağlı deformasyonlardır. Çözüm olarak aşınmış contalar ve salmastralar değiştirilmelidir. Ayrıca mil yatakları düzenli aralıklarla kontrol edilerek arıza oluşmadan önce sisteme müdahale edilmelidir.

Gürültü ve titreşim, transfer pompalarında görülen yaygın arıza belirtilerindendir. Bu sorunlar genellikle hava kabarcıklarının oluşması (kavitasyon), dönen parçaların dengesizliği veya pompanın gevşek bir şekilde monte edilmesinden kaynaklanır. Kavitasyon, pompa içerisine yeterli yakıt gelmediğinde oluşur. Bu durumda yakıt içerisinde hava kabarcıkları meydana gelir ve bu kabarcıklar patlayarak pompa parçalarına zarar verebilir. Bu durumu önlemek için yakıtın pompa girişine yeterli hız ve basınçla ulaşması gerekir. Bu duruma **net pozitif emme basıncı** denir. Kısaca pompanın düzgün çalışabilmesi için yakıtı zorlanmadan alabilmesi gerekir. Ayrıca pompanın dönen parçalarının dengesi kontrol edilmeli ve tüm bağlantıların sıkı olduğundan emin olunmalıdır.

Elektrik motoruyla çalışan transfer pompalarında motor arızaları meydana gelebilir. Bu arızalar; aşırı akım çekilmesi, yetersiz soğutma, gevşek elektrik bağlantıları gibi nedenlerle oluşur. Bu durumların önüne geçmek için motor akımı düzenli olarak izlenmeli, soğutma fanları ve havalandırma sistemleri kontrol edilmeli, elektrik bağlantıları periyodik olarak, gözden geçirilip sıkılaştırılmalıdır.

UYGULAMA: 4.2

## YAKIT TANKLARINI TEMİZLEME

**Amaç**

Gemi makinelerinde kullanılan yakıt tanklarını temizlemek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Tank temizleme nozulları veya makineleri | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Temizleme kimyasalları | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt tankları, işlem basamaklarına göre kirleticilerden arındırılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Tanktaki yakıt boşaltılır, sıcaklık artırılır ve kalan atıklar dışarı alınır.
4. Yakıt tanka girmeden önce gaz ölçümü yapılır.
5. Tankta fanlarla havalandırma sağlanır ve güvenlik uyarıları yapılır.
6. Tank basınçlı su ile temizlenir, atıklar atık tankında depolanır.
7. Temizlikten sonra tank kontrol edilir, içi kurutulur ve tekrar havalandırılır.
8. Tankta gaz ölçümü tekrarlanır, tank kapağı kapatılır.
9. Yakıt tankının temizlik işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Temizlikten önce yakıt tanklarındaki hazırlıkların tamamlanması | 20 | |
| 4. | Yakıt tanklarının gaz ölçümü ve havalandırmasının yapılması | 20 | |
| 5. | Yakıt tanklarınnın temizlik işleminin yapılması | 20 | |
| 6. | Yakıt tanklarınnın son kontrollerin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.3

## TANKLARA YAKIT DOLDURMA

**Amaç**

Gemi yakıt tanklarına yakıt doldurmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| İletişim cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt tanklarına işlem basamaklarına göre yakıt doldurulacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yakıt almaya hazırlanılır, tanklar kontrol edilir ve tankların doluluk oranı belirlenir.
4. Yakıt alma hortumları bağlanır ve bağlantı noktaları sabitlenir.
5. Yakıt transferi düşük hızda başlatılır, sızıntı ve kaçak olmadığından emin olunduktan sonra transfer hızı istenilen seviyeye yükseltilerek yakıtın sıcaklık ve debisi takip edilir.
6. Yakıt transferinden sonra hortumlardaki yakıt boşaltılır, hortumlar ve ekipmanlar sökülerek temizlenir.
7. Yakıt alma hortum bağlantıları kapatılır ve alan temizlenir.
8. Gemi yakıt tanklarına yakıt doldurulduktan sonra tankların kontrolleri yapılarak işlemler detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Tanklara yakıt doldurulmadan önce hazırlıkların yapılması | 20 | |
| 4. | Tanklara yakıt transferinin yapılması | 20 | |
| 5. | Tanklara yakıt doldurma işleminin tamamlanması | 20 | |
| 6. | Ekipmanların ve çalışma alanının temizlenmesi | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.4

## TANKLARDAKİ YAKITI ÖLÇME

**Amaç**

Gemi tanklarındaki yakıt miktarını doğru bir şekilde ölçmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Tank ve seviye ölçüm cihazları | 1 adet |
| Su bulucu macun ve yakıt bulucu macun | Yeteri kadar |
| Tank ölçüm defteri ve tank ölçüm tablosu | Birer adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt tanklarındaki yakıt miktarı işlem basamaklarına göre doğru şekilde ölçülecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Ölçüm yapılacak tankın kapağı güvenli şekilde açılır.
4. Ölçüm bandının ucundaki ağırlığa yakıt veya su bulucu macun sürülür.
5. Ölçüm bandı dikkatlice tankın dibine kadar indirilir.
6. Ölçüm bandı yavaşça çıkarıldıktan sonra tankın kapağı kapatılır ve ölçüm bandındaki değer not alınır.
7. Ölçülen değer, tank ölçüm tablosuna girilerek litre ya da metreküp cinsinden hacim hesaplanır.
8. Tanklardaki yakıt ölçüldükten sonra kontrol edilir ve işlemler detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Ölçüm yapılacak tankın kapağının açılması | 10 | |
| 4. | Ölçüm bandının ucundaki ağırlığa macun sürülmesi | 20 | |
| 5. | Ölçüm bandının tankın dibine kadar indirilmesi | 10 | |
| 6. | Ölçüm bandının yavaşça çıkarılmasından sonra tank kapağının kapatılması | 10 | |
| 7. | Ölçüm bandındaki değerin not alınması, ölçülen değerin tabloya yazılarak yakıt hacminin hesaplanması | 20 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.5

## YAKIT TRANSFER POMPASININ SÖKME, BAKIM VE TAKMA İŞLEMİNİ YAPMA

**Amaç**

Yakıt transfer pompasını sökmek, pompanın bakımını yapmak ve pompayı yerine takmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Temizlik ve kontrol sıvısı | Yeteri kadar |
| Yedek conta seti | Birer takım |
| Anahtar seti | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt transfer pompası işlem basamaklarına göre sökülecek, pompanın bakımı yapılacak ve pompa yerine takılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yakıt transfer pompasının bağlantıları ve boru hatları kapatılır.
4. Pompanın üzerindeki yakıt boşaltılır.
5. Bağlantı elemanları anahtar takımıyla sökülürek pompa çıkarılır.
6. Sökülen pompa parçaları temizlik bezleri ve uygun sıvılarla tek tek temizlenir.
7. Dişli yüzeyler, yataklar ve contalar kontrol edilir; aşınmış parçalar tespit edilir.
8. Gerekirse conta ve aşınmış parçalar değiştirilir.
9. Temizlenmiş ve kontrol edilmiş parçalar doğru sırayla monte edilir.
10. Pompa yerine monte edilerek bağlantılar sıkılır.
11. Pompa çalıştırılarak kaçak, titreşim ve ses kontrolü yapılır.
12. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
13. Yakıt transfer pompasında yapılan sökme, bakım ve montaj işlemleri kontrol edilerek detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Pompanın doğru şekilde sökülmesi | 20 | |
| 4. | Temizlik ve aşınma kontrolünün eksiksiz yapılması | 20 | |
| 5. | Pompanın doğru şekilde monte ve test edilmesi | 20 | |
| 6. | Ekipmanların temizlenmesi ve doğru şekilde yerleştirilmesi | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.6

## TANKLAR ARASINDA YAKIT TRANSFERİ YAPMA

**Amaç**

Gemideki makinelerin ve jeneratörlerin kesintisiz çalışmasını sağlamak için tanklar arasında yakıt transferi yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| İletişim cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan tanklar arasında yakıt transferi işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Transfer hattı üzerindeki tankların valfleri kontrol edilerek açılır.
4. Transferden önce emniyet prosedürleri uygulanarak gerekli izinler alınır.
5. Transfer pompası çalıştırılarak yakıtın basınç ve debisi izlenir.
6. Transfer hattındaki valflerde sızdırma olup olmadığı kontrol edilir.
7. Tanklar istenilen seviyeye ulaşınca transfer durdurularak pompa ve vanalar kapatılır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Tanklar arasında yakıt transferi yapıldıktan sonra kontroller yapılarak işlemler detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Transferin hazırlık ve planlamasının yapılması | 15 | |
| 4. | Transfer izninin ve güvenlik tedbirlerinin alınması | 15 | |
| 5. | Transferin başlatılması | 20 | |
| 6. | Transferin sürekli izlenmesi | 10 | |
| 7. | Transferin bitirilmesi | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

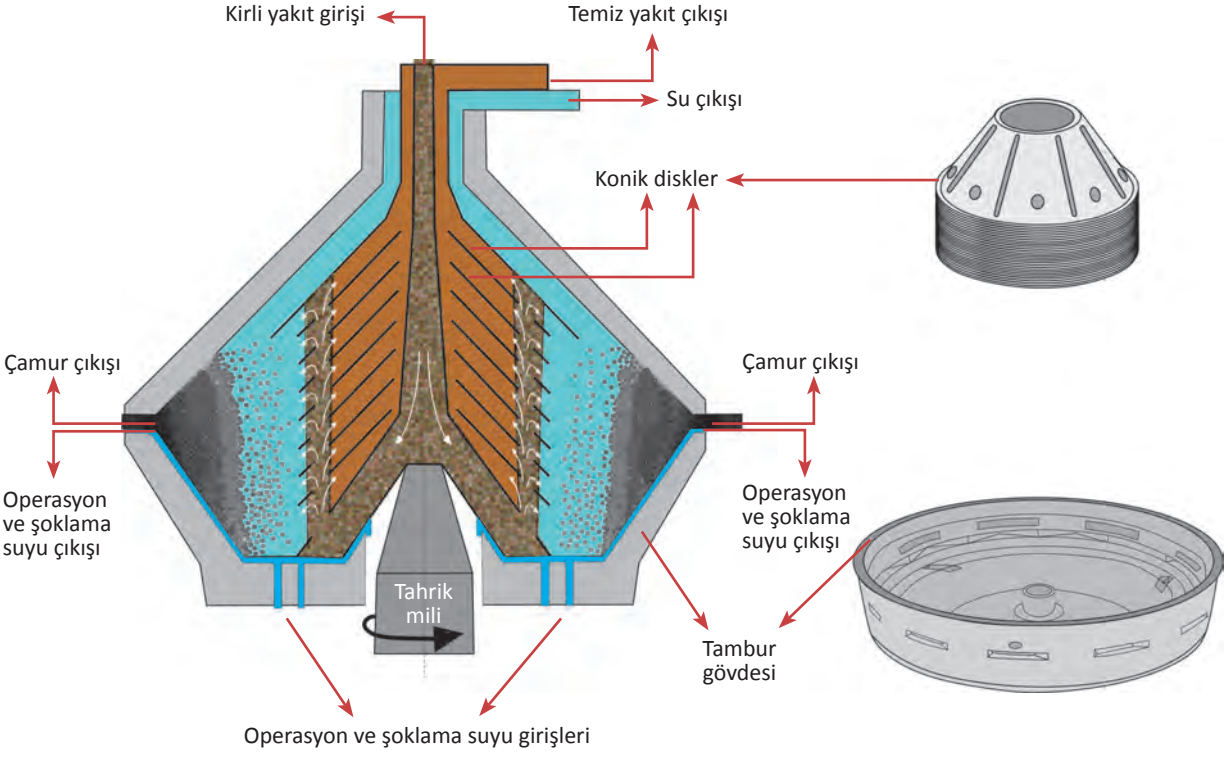
# 3. YAKIT SEPARATÖRÜ



*Görsel 4.10: Yakıt separatörü*

Gemilerde kullanılan ağır yakıt ve marin dizel yakıttaki su, çamur, tortu gibi yabancı maddeleri merkezkaç kuvvetten yararlanan santrifüj prensibiyle ayırarak temizleyen cihaza **yakıt separatörü** denir (Görsel 4.10). Santrifüj prensibiyle yoğunluk farkından yararlanarak maddeleri ayrıştırma esasına göre çalışır. Santrifüj prensibinin temelinde merkezkaç kuvvet bulunur. Bu işlem, motorun hareketinden güç alan sonsuz dişli ve çark mekanizmasıyla döndürülen dikey bir şaft ile gerçekleşir. Kirli yakıt separatördeki diskli hazneden geçerken, yakıttan daha ağır olan parçacıklar merkezkaç kuvvet etkisiyle dışa savrularak ayrıştırılır. Böylece motora temiz yakıt sağlanarak motorun performansı artırılır ve çalışma güvenliği korunur.

Yakıtın santrifüj prensibiyle temizlenmesi, motor bileşenlerinin daha uzun ömürlü olmasını sağlayarak bakım ve onarım maliyetlerini azaltır. Ayrıca temiz yakıt kullanımı, makine veriminin artmasına katkıda bulunur. Yakıt separatörleri; tambur *(bowl)*, konik disk seti, tahrik motoru, giriş-çıkış boruları, çamur boşaltma sistemi, kontrol ünitesi gibi yapısal bileşenlerden oluşur (Şekil 4.7 ve Tablo 4.1).




*Şekil 4.7: Separatör kesiti*

*Tablo 4.1: Separatörün Yapısal Bileşenleri ve Görevleri*

| PARÇA ADI | GÖREVİ |
|---|---|
| Gövde | Separatörü koruyan muhafazadır. |
| Tambur | İçinde döner diskler bulunan, yüksek hızda dönen ana bileşendir. Santrifüj kuvvetle ile ağır maddeleri dışarıya iter. Separatörün ana gövdesini destekler ve iç parçaların düzgün çalışmasını sağlar. |
| Disk Seti | Yakıtın etkili bir şekilde ayrıştırılmasını sağlayan üst üste geçmiş ince metal konik disklerden oluşur ve tamburun içinde bulunur. Disk seti; santrifüj kuvvetle yakıt içindeki su, tortu gibi ağır maddeleri ayıran ana yapıdır |
| Tahrik Motoru | Separatör tamburunun yüksek devirle dönmesini sağlayan güç kaynağıdır. Tamburun dönmesi, merkezkaç kuvvetinin oluşmasına ve yoğunluk farkı ile ayrıştırma işleminin gerçekleşmesine imkân tanır. Tahrik motoru, separatörün sürekli ve dengeli şekilde çalışması için gerekli mekanik enerjiyi sağlar. |
| Giriş-Çıkış Boruları | Yakıtın giriş-çıkışını sağlar. |
| Boşaltma Sistemi | Separatörde biriken su ve tortuları periyodik olarak otomatik veya manuel boşaltır. |
| Kontrol Ünitesi | Separatörün çalışma sürecini izleyen ve çeşitli işlevleri yöneten elektronik bir bileşendir. Tambur devri, çalışma sıcaklığı, çamur boşaltma zamanı ve alarm sistemlerini denetler. Kontrol ünitesi sayesinde separatör otomatik olarak çalışabilir ve güvenli bir şekilde yönetilebilir. |
| Isıtıcı | Ağır yakıtların akışkanlığını artırmak için yakıt separatörden geçirilmeden önce yakıtı ısıtan sistemdir. |

# 3.1. SEPERATÖRÜN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Separatörler, manuel ve tam otomatik olmak üzere iki temel çalışma prensibine sahiptir. Manuel sistemlerde tüm işlemler kullanıcı tarafından yapılırken tam otomatik sistemlerde separatör kendi kendine çalışır ve biriken tortu ile suyu otomatik olarak boşaltabilir.

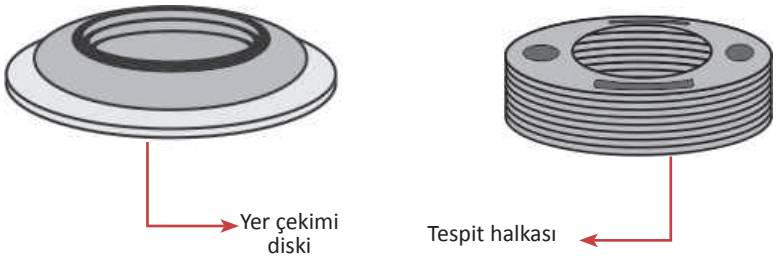
Kirli yakıt, ilk olarak bir pompa yardımıyla filtrelenir ve ardından ısıtıcıdan geçirilerek ayrıştırmaya hazır hâle getirilir. Yakıt sıcaklığı, separatörün verimli çalışması açısından oldukça önemlidir. Ağır yakıt için genellikle 95-105 °C, marin dizel için ise 50-60 °C sıcaklık uygundur. Marin dizelde ısıtma şart olmasa da yakıt akışkanlığını artırmak ve verimli ayrıştırma sağlamak amacıyla düşük düzeyde ısıtma tercih edilebilir.

Isıtılan yakıt, separatöre girdikten sonra santrifüj tamburunda yüksek hızla döndürülür. Tambur içerisinde üst üste dizilmiş konik diskler bulunur. Dönüş sırasında oluşan santrifüj kuvvet, yakıtı tamburun çevresine savurur. Yakıt, bu sırada konik disk yığını arasındaki dar kanallardan geçerek ayrıştırılır. Merkezkaç kuvvet, yakıttaki maddeleri yoğunluk farkına göre ayırır. Bu ayrışmanın temel aşamaları şunlardır:

- En ağır katı parçacıklar tamburun dış kısmında birikir.
- Su, katılardan hafif ancak yakıttan daha ağır olduğu için disklerin orta bölgesinde toplanır.
- En hafif olan temiz yakıt, merkeze doğru yönelerek çıkış borusuna ulaşır ve sistemden dışarı aktarılır.

Tortu ve su, sistemin tipine bağlı olarak otomatik şoklama yöntemiyle veya manuel şekilde belirli aralıklarla boşaltılır. Separatörler, yakıt türüne bağlı olarak farklı işletme prensipleriyle de çalışabilir ve gemilerde genellikle purifier (su + katı ayırıcı) veya klarifier (katı ayırıcı) modunda kullanılır. Separatörü purifier ya da klarifier modda kullanmak için iç donanımda bazı değişiklikler yapılmalıdır.

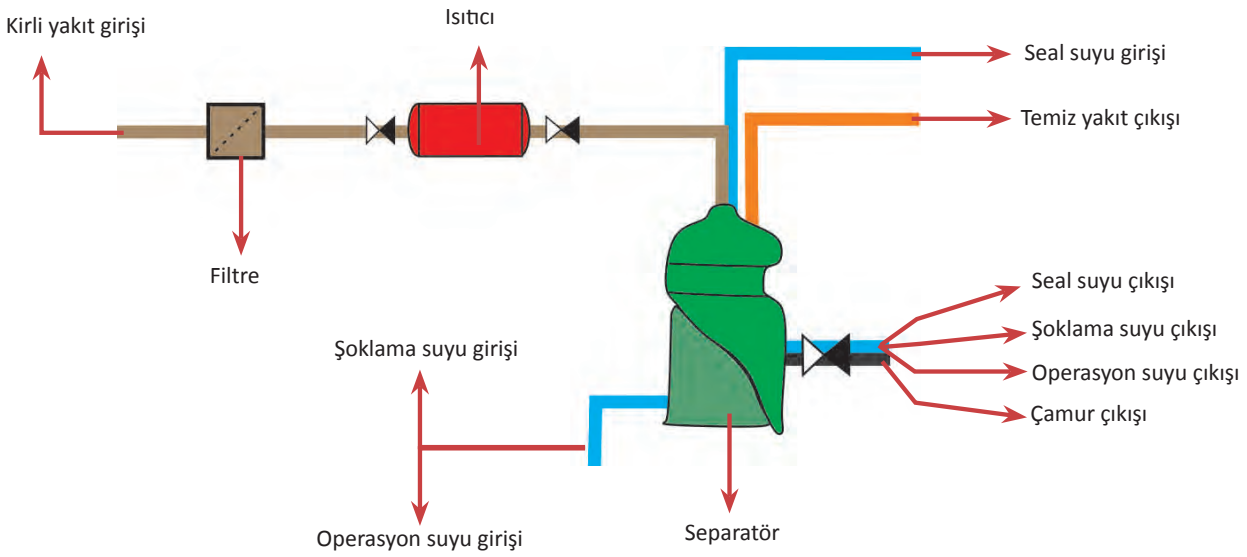
Separatör purifier olarak kullanılacaksa hem su hem de katı maddelerin ayrıştırılması hedeflenir. Bu durumda uygun çapta bir yer çekimi diski *(gravity disk)* ve daha küçük çaplı bir seviye halkası *(level ring)* kullanılır. Atıklar hem su çıkışından hem de tambur içinden tahliye edilir (Şekil 4.8.).




*Şekil 4.8: Gravity disk ve tespit halkası*

Separatör klarifier olarak kullanılacaksa sadece katı parçacıklar ayrıştırılır. Bu sistemde su ayrıştırılmaz ve atıklar sadece tamburdan tahliye edilir. Bu kullanım için daha küçük bir yer çekimi diski ve daha büyük bir seviye halkası tercih edilir. Ayrıca klarifier sistemlerde genellikle kanatlı ara diskler bulunur. Bu diskler, katı parçacıkların daha etkili ayrıştırılmasını sağlar.

Gemide birden fazla separatör varsa bunlardan biri sistemin ihtiyacına göre purifier, diğeri klarifier olarak seri bağlı şekilde çalıştırılabilir. Separe (ayrışma) işlemi sırasında sisteme üç farklı su verilir (Şekil 4.9).




*Şekil 4.9: Separatör yakıt ve su akış diyagramı*

**a) Operasyon Suyu**

Genellikle düşük basınçlıdır ve separatörün özellikle tambur kilitleri ile disk hareket mekanizmalarının çalışmasını sağlayarak sistemin başlatılmasında önemli rol oynar.

**b) Şoklama Suyu**

Sisteme yüksek basınçla verilir ve tamburun içini temizlemek amacıyla kısa süreli uygulanır. İçeride biriken tortu ve çamur, şok suyu yardımıyla çamur çıkış hattından dışarı atılır. Şoklama işlemi, genellikle sistemin çalışması sırasında belirli aralıklarla ya da sistem kapatılmadan önce yapılır.

**c) Seal Suyu**

Tamburun içinde sıvı bir halka oluşturarak separatörün sızdırmazlık sistemini devreye sokar. Sızdırmazlık suyu olarak da adlandırılır. Bu su, tamburun üst kısmına yakın bir noktadan içeri verilir ve iç hacimde yükselerek çamur çıkış hattından dışarı akmaya başladığında yeterli seviyeye ulaştığı anlaşılır. Bu sayede sistemin yakıt sızdırmadan çalışmaya hazır hâle geldiği görülür.

## 3.2. SEPATÖRLERDE OLASI ARIZALAR VE ÇÖZÜMLERİ

Gemilerde kullanılan separatörlerde bazı arızalar oluşabilir. Bu arızaların her birinin belirli nedenleri ve çözümleri vardır.

a) **Separatöre yakıt gelmiyorsa** yakıt alıcı valflerin açık olduğundan ve yakıt hattında tıkanıklık olmadığından emin olunur. Filtre, kir veya pislikler nedeniyle tıkanmış olabilir. Temizlenir veya değiştirilir. Yakıt pompası arızalı olabilir. Özellikle pompa rulmanları ve sızdırmazlık sağlayan conta kontrol edilir.

b) **Yakıt geliyor ama separatör şoklama yapmıyorsa** operasyon suyunun yeterli basınç ve miktarda olup olmadığı kontrol edilir. Tamburun içindeki delikler tıkalı olabilir. Deliklerden su geçişi kontrol edilir.

c) **Separatör yağ eksiltiyorsa** karterdeki yağ seviyesi düzenli olarak kontrol edilir. Yağ sızıntısı, sızdırmazlığı sağlayan contaların aşınmasından kaynaklanır. Bu durum, genellikle contaların eskimesi veya yüksek sıcaklık ve basınca maruz kalması sonucunda ortaya çıkar. Bu tür bir arıza durumunda contalar yenileriyle değiştirilir.

ç) **Yakıtın yeterince ayrıştırılamaması**, yaygın arızalardan biridir. Bu arıza, genellikle yakıt sıcaklığının yeterli seviyeye ulaşmaması nedeniyle meydana gelir. Bu durumun önlenmesi için yakıt separatöre girmeden önce 95-105 °C'a sıcaklığa kadar ısıtılır. Yakıtın yeterince ayrıştırılamamasının nedenlerinden biri de disk seti veya tambur içinde tortu birikmesidir. Bu nedenle tambur ve disk seti belirli aralıklarla temizlenir.

d) **Tamburun dengesiz dönmesi**, separatördeki disklerin düzensiz yerleşmesi ya da tamburun iç yüzeylerinde biriken kir nedeniyle gerçekleşebilir. Bu sorunun çözümü için diskler doğru şekilde yerleştirilir ve tamburun içi düzenli olarak temizlenir. Zamanla çamur boşaltma sisteminde tıkanmalar meydana gelebilir. Bu tıkanıklık, yakıt içerisindeki tortuların zamanla birikmesinden kaynaklanır. Tıkanıklığın önüne geçmek için çamur boşaltma sistemi düzenli olarak kontrol edilir ve gerekli temizlik işlemleri yapılır.

e) **Separatör disk setinin zamanla deforme olması**, ayrıştırma verimini düşürür. Bu sorunun çözümü için disk seti incelenir. Disk setinde deforme tespit edildiğinde uygun yedek parça ile değiştirilir. Tüm bu arızaların önlenebilmesi için separatörün yapısal parçaları düzenli olarak kontrol edilir, üretici firmanın katalog değerlerine uyulur ve sistemin çalışma değişkenleri sürekli olarak izlenir.



*Görsel 4.11: Separatör iç parçaları*

UYGULAMA: 4.7

## YAKIT SEPARATÖRÜNÜ SÖKME, KONTROL ETME VE TAKMA

**Amaç**

Gemideki yakıt separatörünü sökmek, kontrol etmek ve takmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti, tork anahtarı ve tornavida seti | Birer takım |
| Hava tabancası | Bir adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt separatörü işlem basamaklarına göre sökülecek, kontrol edilecek ve yerine takılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Separatör durdurulur, sistemdeki basınç ve sıcaklık düştükten sonra sistemin sıvısı boşaltılır.
4. Separatörün üst kapağı sökülür; disk grubu, dönme tablası ve diğer iç parçalar dikkatlice çıkarılır.
5. Disklerin arasındaki boşluklar ve kanallar sırayla işaretlenir.
6. Disklerin arasında aşınma, çatlak, yıpranmış conta ya da parça olup olmadığı kontrol edilir.
7. Disklerin arasındaki boşluklar, nozul uçları, çek valfler ve o-ring yuvaları dikkatlice incelenir.
8. Tüm parçalar yeniden monte edilir, diskler doğru sırayla ve sıkma torkuna uygun sıkılır.
9. Yeni conta ve o-ringler takılır, separatörün üst kapağı kapatılır.
10. Yakıt separatörü, gerekli kontrolleri yapıldıktan sonra tekrar yerine takılır.
11. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
12. Yakıt separatöründe yapılan sökme, kontrol ve montaj işlemleri kontrol edilerek detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yakıt separatörünün hazırlanması | 10 | |
| 4. | Yakıt separatörünün sökülmesi | 10 | |
| 5. | Yakıt separatörünün kontrollerinin yapılması | 20 | |
| 6. | Yakıt separatörünün takılması | 10 | |
| 7. | Yakıt separatörünün son kontrollerinin yapılması ve çalıştırılması | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.8

## YAKIT SEPARATÖRÜNÜ TEMİZLEME

**Amaç**

Gemi makinesinin yakıt separatörünü temizlemek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti, alyan anahtarı ve tornavida seti | Birer takım |
| Yedek conta ve o-ring seti, gres yağı | Yeteri kadar |
| Atık toplama kabı ve kova | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt separatörü işlem basamaklarına göre temizlenecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Separatör durdurulur, separatörün soğuması beklenir, separatörü emniyetli hâle getirmek için valfler kapatılır ve elektrik bağlantısı kesilir.
4. Separatörün üst kapak, disk seti, merkez parçası ve diğer iç parçaları dikkatlice sökülür.
5. Diskler sıra ve yönlerine dikkat edilerek çıkarılır, kirli yakıtı toplayacak şekilde disklerin altına kova yerleştirilir.
6. Tüm parçalar uygun temizleyiciler ile fırçalanarak temizlenir.
7. Disklerin delikleri kontrol edilir ve tıkanmışsa açılır; conta ve o-ringler kontrol edilir, yıpranmışsa değiştirilir.
8. Tüm parçalar kurallarına uygun şekilde yerine monte edilir.
9. Yakıt separatörü temizlendikten sonra kontrol edilir.
10. Yakıt separatörünü temizleme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yakıt separatörünün hazırlanması | 10 | |
| 4. | Yakıt separatörünün sökülmesi | 10 | |
| 5. | Yakıt separatörünün temizlik işleminin yapılması | 20 | |
| 6. | Yakıt separatörünün takılması | 20 | |
| 7. | Yakıt separatörünün son kontrollerinin yapılması ve çalıştırılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.9

## YAKIT SEPARATÖRÜNÜ DEVREYE ALARAK YAKITI TEMİZLEME

**Amaç**

Gemi makinelerinin yakıt separatörünü devreye alarak yakıtı temizlemek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | Birer takım |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Kontrol kalemi veya multimetre | Bir adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt separatörü devreye alınarak yakıt temizliği işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Separatör tipi belirlenir, elektrik ve boru bağlantıları kontrol edilir.
4. Giriş-çıkış valflerinin pozisyonları kontrol edilir.
5. Separatör haznesinin temiz olduğundan ve yeterli miktarda yağ dolu olduğundan emin olunur.
6. Hiter devreye alınır, yakıt viskozitesine göre separatör haznesi ısıtılır.
7. Yakıt besleme pompası çalıştırılarak separatöre yakıt gönderilir.
8. Separatör motoru çalıştırılır; yakıtın içindeki su, tortu ve yakıt ayrıştırılarak tahliye borularından gelen atıklar gözlenir.
9. Yakıt separatörü devreye alınarak yakıt temizlenir.
10. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
11. Yakıt separatörü devreye alınarak yakıt temizleme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yakıt separatöründe ön hazırlık yapılması | 20 | |
| 4. | Yakıtın ısıtılması ve separatöre yakıt gönderilmesi | 10 | |
| 5. | Yakıt separatörünün devreye alınarak yakıtın temizlenmesi | 20 | |
| 6. | Yakıt separatörünün takip ve kontrol edilmesi | 10 | |
| 7. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 4. YAKIT FİLTRELERİ

Yakıt filtresi *(fuel filter)*; motorun sağlıklı ve verimli çalışabilmesi için yakıttaki kir, pas ve yabancı parçacıkları süzerek sistemi koruyan önemli bir bileşendir. Yakıttaki kirleticiler, özellikle pompa, enjektör gibi hassas motor parçalarına zarar verebilir. Bu parçaların arasındaki boşluklar yaklaşık 0,001 mm başka bir deyişle 1 µm (mikron) gibi çok küçük ölçülerde olduğundan yakıttaki en küçük bir kir tanesi bile sürtünmeye ve aşınmaya neden olur. Bu aşınmalar; zamanla motor performansının düşmesine, yakıt tüketiminin artmasına ve sistem arızalarına yol açar. Bu nedenle temiz yakıt kullanımı sadece performansı artırmakla kalmaz, aynı zamanda motor bileşenlerinin ömrünü de uzatır. Yakıt filtresi, bu olumsuz etkileri önleyerek motorun güvenli ve uzun ömürlü çalışmasına katkı sağlar. Gemilerde metal elemanlı ve kâğıt elemanlı filtreler sıklıkla kullanılır. Ön filtreleme için metal elemanlı, son ince filtreleme için kâğıt elemanlı filtreler tercih edilir.

**a) Metal Elemanlı Filtreler**

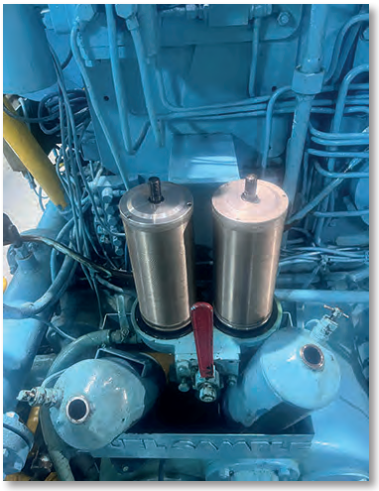
Metal elemanlı filtreler genellikle paslanmaz çelik, bronz veya nikel alaşımlı malzemelerden üretilir ve gözenekli yapıları sayesinde büyük boyutlu katı parçacıkların süzülmesini sağlar. Yakıt sistemlerinde birincil filtre olarak görev yapar ve diğer hassas filtrelerin yükünü azaltarak sistemin genel verimliliğini artırır. Gözenek çapları genellikle 0,040 mm ve üzerindedir (40 µm ve üzeri). Bu nedenle mikroskobik düzeydeki kirleticileri tutma kapasiteleri sınırlıdır. Sınırlılığı azaltmak amacıyla bazı uygulamalarda metal filtre elemanlarının dış yüzeyine sentetik keçe, polyester elyaf, cam elyaf gibi lifli malzemeler kaplanır. Bu yapı, hem mekanik mukavemetin korunmasını hem de çok daha küçük katı parçacıkların (örneğin 5-25 mikron aralığında) tutulmasını sağlar. Keçeli kaplama özellikle ince tortu, biyolojik kirleticiler veya yakıt içerisindeki oksitlenmiş katı parçacıkların tutulmasında etkilidir. Ayrıca keçenin lifli yapısı sayesinde kirleticiler yüzeye değil filtre malzemesinin derinliğine nüfuz eder. Bu da daha yüksek kir tutma kapasitesi ve daha uzun servis ömrü anlamına gelir. Ancak yüksek sıcaklık ve basınç altında yapısal dayanıklılıkları metal filtrelere kıyasla daha sınırlı olan keçeli filtre elemanları, ana makine besleme hattında genellikle kullanılmaz. Bu nedenle keçe kaplamalı metal filtreler, ana makine çıkışında veya yardımcı makinelerde tercih edilir. Yardımcı makinelerde yakıtın daha ince katı parçacıklardan arındırılması gerekir ve sıcaklık-basınç koşulları ana makineye göre düşüktür.

Metal filtreler, yüksek sıcaklık ile basınç koşullarına karşı dayanıklıdır ve deniz ortamına özgü korozyon etkilerine karşı direnç gösterir. Filtre elemanları belirli bir kullanım süresi sonunda çıkarılarak temizlenebilir ve tekrar kullanılabilir (Görsel 4.12).



*Görsel 4.12: Metal elemanlı filtre*

Metal filtrelerde temizlik işlemi sırasında filtre elemanının yapısal bütünlüğünün korunması önemlidir. Aksi hâlde filtreleme performansı düşer ve sistem güvenliği tehlikeye girer. Metal filtreler, yüksek debili sistemlerde düşük basınç kaybı ile çalışabildikleri için özellikle büyük motorlarda avantaj sağlar. Yakıt içindeki büyük çaplı tortu, pas ve diğer katı kirleticileri tutar. Su, mikrobiyolojik kirleticiler veya çok ince katı parçacıklar için yeterli koruma sağlamaz. Bu nedenle yakıt sistemlerinde ikili filtrelerde başka bir deyişle dubleks filtrelerde yaygın olarak kullanılır. Dubleks filtreler, iki ayrı filtreden oluşur ve bu sayede bakım veya temizlik işlemleri sırasında sistemin çalışmaya devam etmesine olanak tanır. Bir filtre çalışırken diğeri yedekte bekletilir ve devre dışı olan filtre temizlenebilir. Bu durum, gemi makinelerinin bakımı sırasında sistemin durdurulmasına gerek kalmadan çalışmasını sürdürmesiyle zaman tasarrufu sağlar ve maliyetleri düşürür (Görsel 4.13). Metal elemanlı filtreler yalnızca yakıt sistemlerinde değil aynı zamanda hidrolik sistemler, yağlama devreleri ve soğutma sistemlerinde de yaygın olarak kullanılır.



*Görsel 4.13: Metal elemanlı dubleks filtre*

**b) Katlanmış Kâğıt Elemanlı Filtreler**

Yüksek süzme kabiliyetine sahip olmaları nedeniyle gemi yakıt sistemlerinde yaygın kullanılan filtre türlerinden biridir (Görsel 4.14). Metal elemanlı filtrelere göre daha hassas bir süzme kabiliyetine sahiptir ve özellikle 0,010 mm'ye kadar (10 µm'a kadar) küçük katı parçacıkları tutmakta etkilidir. Filtre elemanı olan kâğıdın üretiminde selüloz esaslı malzemeler kullanılır. Dayanıklılığını artırmak amacıyla yüzeyine plastik veya reçine emdirilen kâğıt, suya ve kimyasallara karşı direnç kazanır.

Filtre kâğıdı, sınırlı bir hacim içerisinde maksimum süzme alanı sağlamak amacıyla körük şeklinde katlanır. Bu katlama şekli sayesinde filtre elemanı daha geniş bir yüzeye sahip olur. Bu da süzme işleminin verimliliğini artırır.

Katlanmış kâğıt filtreler genellikle tek kullanımlıktır. Filtrenin gözenekleri zamanla tıkandığında süzme performansı düşer ve basınç farkı artar. Bu nedenle belirli bir çalışma süresinden sonra filtre elemanı yenisi ile değiştirilir. Filtrenin ömrü; geminin çalışma koşulları, kullanılan sıvının kirlilik seviyesi ve sistemin yapısına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Katlanmış kâğıt elemanlı filtreler, düşük maliyetli olmalarının yanı sıra yüksek filtreleme hassasiyeti ve kolay değiştirilebilir olmalarıyla da tercih edilir.



*Görsel 4.14: Kâğıt elemanlı filtreler*

UYGULAMA: 4.10

## DUBLEKS FİLTREDE YAKIT YÖNÜNÜ DEĞİŞTİRME

**Amaç**

Gemide dubleks filtrede yakıt yönünü değiştirmek, yakıt sisteminin kesintisiz çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti ve tornavida seti | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan dubleks filtrenin yakıt yönü işlem basamaklarına göre değiştirilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Dubleks filtrenin yakıt yönünü değiştirme işleminden önce basınç göstergeleri kontrol edilir, her iki filtre haznesinin de çalışmaya hazır olduğundan emin olunur.
4. Dubleks filtrenin üzerindeki yönlendirme kolu diğer filtre elemanına doğru yavaşça çevrilir, yakıt akışı çalışan filtreden diğer filtreye yönlendirilir.
5. Yakıt akışının yönlendirilmesi sırasında ani geçişten kaçınılarak filtrenin hava yapması önlenir.
6. Yakıtın devreye alınan filtreden geçişinin düzgün olup olmadığı, sızıntı durumu kontrol edilir ve basınç farkı izlenir.
7. Dubleks filtrenin yakıt yönünü değiştirme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Dubleks filtrenin yakıt yönünü değiştirmek için ön hazırlık yapılması | 20 | |
| 4. | Dubleks filtrenin yakıt yönünün değiştirilmesi | 30 | |
| 5. | Yakıt yönü değiştirilen dubleks filtrenin son kontrollerinin yapılması | 20 | |
| 6. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.11

## YAKIT FİLTRESİNİ SÖKME, KONTROL ETME, TEMİZLEME VE TAKMA

**Amaç**

Gemideki yakıt filtresini sökmek, kontrol etmek, temizlemek ve yerine takmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti, tork anahtarı | Birer takım |
| Hava tabancası ve civata tork tablosu | Bir adet |
| Yakıt toplama kabı ve temizlik malzemesi | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt filtresi işlem basamaklarına göre sökülecek, kontrol edilecek, temizlenecek ve yerine takılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motor durdurulur ve sistemdeki basınç düşürülür.
4. Filtrenin üzerindeki bağlantı vidaları uygun anahtarla sökülür, filtre yerinden dikkatlice çıkarılır.
5. Çıkarılan filtrede kalan yakıt uygun bir kaba boşaltılarak filtre elemanı gözle kontrol edilir, yeniden kullanılabilir filtre uygun sıvıyla temizlenir.
6. Filtre yuvası ve bağlantı yüzeyleri temizlenir, conta yüzeyi kontrol edilir, gerekiyorsa filtre yenisiyle değiştirilir.
7. Temizlenen veya yeni filtre yerine takılarak filtrenin vidaları ya da kapağı tork değerine göre sıkılır.
8. Yakıt sisteminde hava varsa el pompası veya otomatik sistemle alınır.
9. Motor çalıştırılır ve filtrenin etrafında sızıntı kontrolü yapılır.
10. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
11. Yakıt filtresini sökme, kontrol etme, temizleme ve yerine takma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

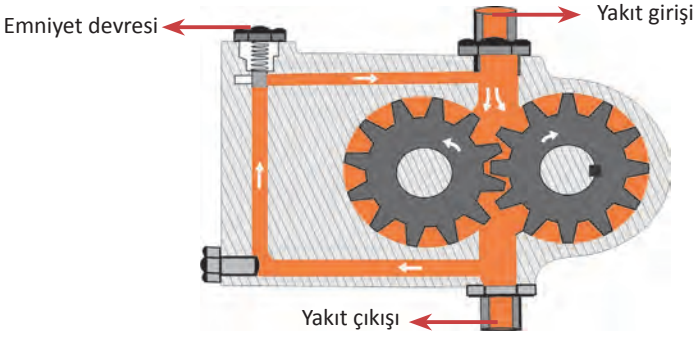
| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Gerekli hazırlıkların yapılarak filtre bölgesine ulaşılması | 10 | |
| 4. | Filtrenin sökülmesi | 20 | |
| 5. | Filtrenin kontrolünün ve temizliğinin yapılması | 20 | |
| 6. | Filtrenin takılması | 20 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 5. BUSTER POMPA



*Görsel 4.15: Dişli tip buster pompa*

Büyük gemilerde özellikle ağır yakıt gibi yüksek viskoziteli yakıtların transferi ve basınçlandırılması için buster pompalar kullanılır. Bu pompalar yüksek sıcaklık ve yüksek viskoziteli yakıtlarla çalışabilme kabiliyetine sahiptir. Servis tankından gelen yakıt, buster pompada basınçlandırıldıktan sonra ısıtıcı ve viskozite kontrol sistemi üzerinden geçirilerek püskürtme için uygun hâle getirilir ve yakıt pompasına iletilir. Ayrıca buster pompa sistemde sürekli ve yeterli miktarda yakıt akışı sağlayacak kapasitede tasarlanır. Gemilerde dişli tip, vidalı ve pistonlu tip buster pompalar kullanılır. Yüksek viskoziteli akışkanların taşınmasında sistem çalışırken hava yapmama özelliğinden dolayı daha çok dişli tip buster pompalar tercih edilir (Görsel 4.15 ve Şekil 4.10). Küçük boyutlu teknelerde bu kadar gelişmiş bir sisteme gerek duyulmaz; besleme pompası, yakıtı doğrudan yakıt pompasına basınçlı şekilde ileterek sistemi çalıştırmak için yeterli olur. Ancak büyük gemilerde yakıtın özellikleri ve motor sisteminin karmaşıklığı nedeniyle buster pompa kullanılır.




*Şekil 4.10: Dişli tip buster pompa kesiti*

Şekil 4.10'daki dişli tip buster pompa kesitinde soldaki döndüren dişli sola döndüğünde diğer dişliyi sağa döndürür. Pompanın giriş tarafındaki yakıt, diş boşlukları ile gövde arasından çıkış tarafına taşınır. Giriş tarafında yakıt eksildiğinde emiş oluşur. Böylece yakıt, yakıt tankından yakıt giriş tarafına dolar. Çıkış tarafında sıkışan yakıtın basıncı artar ve yakıt basınçlı olarak filtre üzerinden yakıt pompasına gönderilir. Motorun devri arttıkça pompanın bastığı yakıt miktarı da artar. Fazla basınçlı yakıt, emniyet devresi üzerinde bulunan emniyet valf yayını yenerek valfi açar ve çıkış tarafındaki basınçlı yakıt giriş tarafına döner. Bu şekilde yüksek basınçtan kaynaklı pompada olabilecek hasarların önüne geçilmiş olur. Sistemde biriken fazla yakıt basıncı, emniyet valfinin yay tansiyonu seviyesinin altına düşünce pompa sisteme tekrar yakıt basmaya başlar.

Buster pompalar uzun süreli çalışmalarda bazı sorunlar çıkarabilir. Örneğin yakıt basıncı düşerse bunun nedeni emiş hattında hava olması, filtrenin tıkanması ya da yakıtın pompaya düzgün gelmemesi olabilir. Bu durumda hatlar kontrol edilmeli ve filtreler temizlenmelidir. Pompanın içindeki dişliler zamanla aşınabilir. Bu da pompanın yeterli yakıt basamamasına yol açar. Aşınan parçalar yenisiyle değiştirilmelidir. Eğer pompa çok ısınıyorsa yetersiz yağlama vardır ve sürtünme artacağı için pompa aşırı ısınır. Bu durumda yağlama sistemi kontrol edilmelidir. Ayrıca emniyet valfindeki yay düzgün çalışmazsa sistemde basınç dengesizliği olur. Bu nedenle yay ayarlanmalı ya da gerekiyorsa yenisiyle değiştirilmelidir.

UYGULAMA: 4.12

## BUSTER POMPANIN ARIZA TESPİTİNİ YAPMA

**Amaç**

Gemide buster pompanın düzgün çalışıp çalışmadığını kontrol etmek, varsa arıza tespitini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti, tornavida seti | Birer takım |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Yedek conta, keçeler, rulmanlar | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan buster pompanın arıza tespiti işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İlgili sistem devre dışı bırakılır, sistemdeki basınç ile sıcaklık düşürülür ve sistemin elektrik bağlantıları kesilir.
4. Pompa gövdesinde çatlak, yağ veya sıvı sızıntısı kontrolü yapılır.
5. Montaj cıvatalarında gevşeklik olup olmadığına bakılır, pompa ve motor bağlantı flanşları incelenir.
6. Pompa mili elle çevrilerek pompa milinde sıkışma olup olmadığı kontrol edilir.
7. Elektrik motorunun bağlantıları kontrol edilir, voltaj ve amper değerleri ölçülür.
8. Manometre yardımıyla pompa çıkış basıncı ölçülür.
9. Sistemdeki filtre giriş valflerinin tam açık olup olmadığı, emiş hattının hava yapıp yapmadığı kontrol edilir.
10. Çalışma sırasında anormal ses ve titreşim analizi yapılır, pompa yataklarının yağlandığı gözlenir.
11. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
12. Buster pompanın arıza tespit işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Arıza tespitinden önce ön hazırlık yapılması | 10 | |
| 4. | Buster pompanın fiziksel olarak ve gözle kontrol edilmesi | 10 | |
| 5. | Buster pompanın mekanik ve elektriksel kontrollerinin yapılması | 20 | |
| 6. | Buster pompanın basınç ve debi testinin yapılması | 10 | |
| 7. | Çalışma sırasında ses ve titreşim analizi ile pompa yataklarının yağlanma kontrolünün yapılması | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.13

## BUSTER POMPANIN SÖKÜM, PARÇA KONTROLÜ VE TAKMA İŞLEMİNİ YAPMA

**Amaç**

Gemideki buster pompayı sökmek, pompanın parçalarını kontrol etmek ve pompayı yerine takmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti, tornavida seti, çektirme, plastik çekiç | Birer takım |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Tork anahtarı | Bir adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan buster pompa işlem basamaklarına göre sökülecek, pompanın parçaları kontrol edilecek ve pompa yerine takılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Buster pompa devre dışı bırakılır ve pompanın bağlantısı kesilir.
4. Buster pompa ve motor bağlantıları ayırılır, pompa gövdesinin üzerindeki cıvatalar sırayla gevşetilir ve kapağı açılır.
5. İç parçalar sırayla (pervane, mekanik salmastra veya keçeler, mil, yataklar, conta ve o-ring)) sökülür ve her parça dikkatlice işaretlenir.
6. Pervanede aşınma, çatlak ve kırık kontrolü yapılır; pervane milinin eğiklik, çizik ve aşınma durumu kontrol edilir.
7. Rulmanlarda boşluk, ses, dönme kontrolü yapılır.
8. Salmastra ve keçelerde sızıntı kontrolü yapılır.
9. Conta ve o-ringlerin yıpranma durumu, gövde ve kapak yüzeylerinin çatlak, korozyon kontrolü yapılır.
10. Rulmanlar, mil ve pervane sırayla takılır; yeni keçeler ve contalar yerleştirilir.
11. Kapak dikkatlice oturtulup tork anahtarı ile sıkılır; kaplin, motor ve elektrik bağlantısı yeniden yapılır.
12. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
13. Buster pompayı sökme, pompa parçalarını kontrol etme ve pompayı yerine takma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Buster pompayı kontrol etmeden önce hazırlık yapılması | 10 | |
| 4. | Buster pompanın sökülmesi | 20 | |
| 5. | Buster pompanın iç parçalarının kontrol edilmesi | 10 | |
| 6. | Buster pompanın montajının yapılması | 20 | |
| 7. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.14

## BUSTER POMPAYI ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Gemideki buster pompayı doğru şekilde çalıştırarak yakıt sisteminin kesintisiz çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan buster pompa işlem basamaklarına göre çalıştırılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İlgili sistemin buster pompayı devreye almaya hazır olup olmadığı kontrol edilir, pompanın yağlama durumu kontrol edilir.
4. Buster pompanın elektrik bağlantıları, manometre, gösterge ve bağlantı elemanlarında hasar olup olmadığı kontrol edilir.
5. Buster pompanın ana şalteri açılır, pompa çalıştırılır, ses ve titreşim kontrolü yapılır.
6. Voltaj ve amper değerleri izlenir, pompa çıkışındaki basınç manometresi ve sıvı akışı gözlenir.
7. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
8. Buster pompayı çalıştırma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Buster pompa çalıştırılmadan önce hazırlık ve ön kontrollerin yapılması | 30 | |
| 4. | Buster pompanın çalıştırılması | 30 | |
| 5. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 6. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 6. YAKIT POMPASI



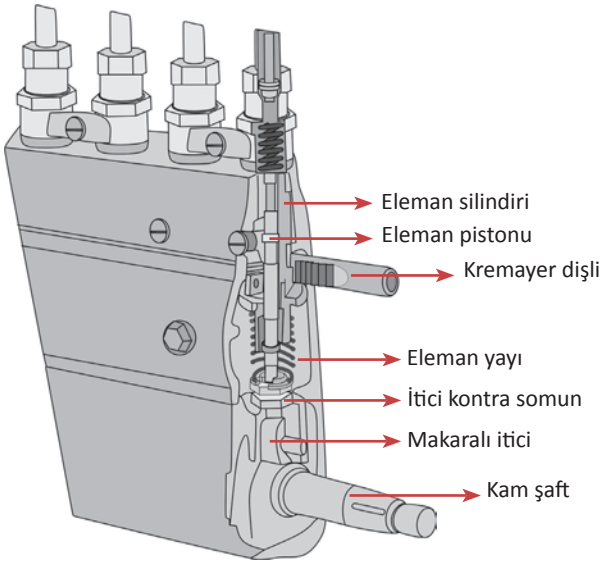
Yakıt sisteminin en önemli elemanı yakıt pompasıdır *(fuel pump)*. Dizel motorlarında yakıtı yüksek basınca çıkararak belirlenen miktarda ve doğru zamanlamayla silindirlere yakıt püskürten bir sistem içerir. Yakıt pompasının görevi yakıt basıncını yükseltmek, miktarını hassas şekilde ölçmek, yakıtı püskürtme sırasına uygun olarak silindirlere eşit dağıtmak ve püskürtme sürecini hızlı başlatıp bitirmektir (Görsel 4.16).

*Görsel 4.16: Yakıt pompası*

Gemilerde kullanılan yakıt pompaları arasında sıra tipi, dağıtıcı tip ve elektronik kontrollü pompalar bulunur. Sıra tipi pompalar her silindir için ayrı bir piston kullanırken dağıtıcı tip pompalar yakıtı merkezî bir noktadan dağıtır. Modern gemi motorlarında kullanılan elektronik kontrollü sistemler, yakıt miktarı ve zamanlamasını en uygun hâle getirerek verimli bir yanma süreci sağlar. Gemilerde en çok sıra tipi pompalar kullanıldığı için bu pompalar ele alınacaktır.

## 6.1. SIRA TİPİ YAKIT POMPASI

Sıra tipi yakıt pompaları, silindirlere belirli bir sıraya göre yakıt gönderen mekanik enjeksiyon sistemleridir. Motordaki krank şaft veya kam şafttan hareket alarak çalışır. Her silindir için ayrı bir piston elemanı bulunur. Pompa elemanları sırasıyla hareket ederek yakıtı ilgili enjektöre gönderir. Yakıt, yüksek basınca ulaştığında enjektör açılır ve yanma odasına püskürtülür. Bu pompalar genellikle 1.500 bar ve üzeri basınç üretir. Püskürtülen yakıt miktarı governör aracılığıyla hassas şekilde kontrol edilir. Pompa elemanlarının hareket mesafeleri sabittir. Bu mesafe her enjeksiyon sırasında değişmez ancak silindirlere püskürtme zamanı ve miktarı ayarlanabilir. Her silindire özel ayar yapılabilir. Dayanıklı bir yapıya sahip olan bu pompaların bakım ihtiyacı düşüktür. Bu özellikleri sayesinde sıra tipi yakıt pompaları gemi motorlarında yaygın olarak kullanılır (Şekil 4.11).




*Şekil 4.11: Sıra tipi yakıt pompasının kesiti*

## 6.2. SIRA TİPİ YAKIT POMPALARININ ARIZALARI VE ARIZA BELİRTİLERİ

Sıra tipi yakıt pompalarının olası arızaları ve arıza durumunda yapılması gereken işlemler Tablo 4.2'de sıralanmıştır.

*Tablo 4.2: Yakıt Pompalarında Olası Arızalar ve Nedenleri*

| OLASI ARIZA | ARIZA NEDENİ VE YAPILMASI GEREKEN İŞLEMLER |
|---|---|
| Yakıt Basıncında Düşüklük | • **Pompada Aşınma veya Pompanın İç Bileşenlerinde Hasar:** Yalnızca hasarlı parçalar değiştirilir. Tüm parçaların durumu kötüleşmişse pompa komple değiştirilir.<br>• **Yakıt Filtresinde Tıkanma veya Kirlilik:** Filtre temizlenir veya yenisi ile değiştirilir.<br>• **Yakıt Hattında Kaçak veya Gevşek Bağlantı:** Basınç testi yapılarak pompanın düşük basınçta çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. Yakıt hattı ve bağlantı noktaları incelenir. Kaçak varsa gerekli sıkılaştırma veya parça değişimi yapılır.<br>• **Basınç Valflerinin Arızalı Olması:** Valfler incelenir, gerekirse yenisiyle değiştirilir. |
| Yakıtta Kaçak | • **Conta veya Sızdırmazlık Elemanlarında Sorun:** Gerekliyse hasarlı contalar veya sızdırmazlık elemanları yenisiyle değiştirilir.<br>• **Yakıt Hattında Çatlak veya Bağlantı Gevşekliği:** Yakıt hattı ve bağlantı noktaları kontrol edilir. Hasarlı veya gevşek bağlantılar onarılır.<br>• **Pompa Gövdesinde Çatlak veya Hasar:** Pompa yenisiyle değiştirilir. |
| Gürültülü Çalışma | • **Pompanın İçinde Hava veya Buhar Oluşması:** Yakıt hattında hava olup olmadığı kontrol edilir ve hava varsa tahliye edilir.<br>• **Pompa Rulmanlarının Aşınması veya Yağsız Kalması:** Rulmanlar kontrol edilir. Gerekirse yağlanır veya yenisiyle değiştirilir.<br>• **Pompanın Motor Bağlantılarının Gevşemesi:** Pompanın motor bağlantıları sıkılır ve montajının sağlam olduğundan emin olunur. |

| | |
|---|---|
| **Yakıt Akışında Kesinti veya Düzensizlik** | • **Yakıt Filtresinin Tıkanması:** Yakıt filtresi kontrol edilir, temizlenir veya yenisiyle değiştirilir.<br>• **Yakıt Borusunda Tıkanıklık veya Kirlenme:** Yakıt borusu temizlenir ve içindeki kir veya tortular çıkarılır.<br>• **Pompa İçindeki Valflerin Doğru Çalışmaması:** Valfler kontrol edilir, tıkanmış veya hasar görmüşse değiştirilir. |
| **Hiç Çalışmama** | • **Elektrikli Pompalarda Elektrik Bağlantı Sorunu veya Sigorta Yanması:** Kablo bağlantıları, sigortalar ve röleler kontrol edilir.<br>• **Pompa Motorunun Arızalanması:** Pompa motoru test edilir. Arızalıysa yenisiyle değiştirilir. |
| **Aşırı Isınma** | • **Pompanın Düşük Yakıt Seviyesi ile Çalışması:** Yakıt seviyesi kontrol edilir, düşükse yakıt eklenir.<br>• **Pompa İçinde Yeterli Yağlama Yapılmaması:** Pompa içindeki hareketli parçaların serbestçe çalışması sağlanır. Aşınma veya sürtünme olan parçalar yenisiyle değiştirilir.<br>• **Rulman veya Mil Yataklarında Sürtünme:** Rulmanlar ve mil yatakları yağlanır veya gerekirse yenisiyle değiştirilir. |
| **Yakıt Püskürtme Basıncında Düşüklük** | • **Yakıt Pompasının Basınç Ayarlarının Bozulması:** Yakıt pompasının basınç ayarları fabrika değerlerine göre yeniden ayarlanır. |
| **Yakıtta Koku veya Buhar** | • **Yakıt Kaçakları:** Bağlantı elemanları sıkıştırılır veya contalar değiştirilir. Yakıt hattı sızdırmaz hâle getirilir.<br>• **Bağlantı Noktalarının Gevşek Olması:** Bağlantı elemanları sıkıştırılır.<br>• **Pompa Contalarının Yıpranması:** Contalar yenisiyle değiştirilir. |

UYGULAMA: 4.15

## YAKIT POMPASININ ARIZA TESPİTİNİ YAPMA VE POMPAYI MAKİNE ÜZERİNDEN SÖKME

**Amaç**

Yakıt pompası arızasını tespit etmek ve pompayı makine üzerinden sökmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti, tornavida seti | Birer takım |
| Sızıntı toplama kabı | Bir adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt pompasının arıza tespitini yapma ve pompayı makine üzerinden sökme, işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motor durdurulur ve motorun soğuması beklenir.
4. Pompa yakıt basıncı düşürülür, valfler kapatılır.
5. Yakıt kaçağı, gevşek bağlantı, pas ve çatlaklar gözle kontrol edilerek incelenir.
6. Ses ve yakıt giriş-çıkış basınçları kontrol edilir.
7. Arıza tespit edildiğinde yakıt boruları dikkatlice sökülür.
8. Pompa bağlantı cıvataları sökülür, pompa dikkatlice çıkarılarak temiz alana alınır.
9. Conta ve flanş yüzeyleri kontrol edilir.
10. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
11. Yakıt pompasının arıza tespiti ve söküm işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yakıt alma işleminden önceki hazırlıkların yapılması | 30 | |
| 4. | Pompa arıza tespitinin yapılması | 20 | |
| 5. | Motor üzerinden pompanın sökülmesi | 10 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.16

## YAKIT POMPASININ PARÇALARINI AYIRMA, KONTROL ETME VE TAKMA

**Amaç**

Yakıt pompasını parçalarına ayırarak kontrol etmek ve parçaları yerine takmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti, tornavida seti | Birer takım |
| Tork anahtarı | Bir adet |
| Yağlama yağı | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt pompasının parçalarını ayırma, kontrol etme ve takma, işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yakıt pompası parçalarına ayrılır ve söküm sırası notları alınır.
4. Contalar, o-ringler, yaylar ve valfler dikkatlice çıkarılır.
5. Parçalar aşınma, çatlak, deformasyon, pas ve tıkanıklık açısından kontrol edilir.
6. Mil, piston, valf gibi hareketli parçaların serbestliği ve ölçü toleransları ölçülür.
7. Aşınmış veya hasarlı parçalar yenisiyle değiştirilir; conta ve sızdırmazlık elemanları yenilenir.
8. Parçalar söküm notlarına göre tekrar takılır, hareketli parçalara yağ sürülür.
9. Yakıt pompasının cıvataları tork değerine göre sıkılır.
10. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
11. Yakıt pompasını sökme, kontrol etme ve montaj işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yakıt pompasının parçalara ayrılması | 20 | |
| 4. | Parçaların kontrol edilmesi | 20 | |
| 5. | Yakıt pompasının takılması | 20 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.17

## YAKIT POMPASININ TEST VE AYARLARINI YAPMA, POMPAYI MAKİNE ÜZERİNE TAKMA

**Amaç**

Yakıt pompasının testlerini ve ayarlarını yapmak, pompayı makine üzerine takmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti ve tornavida seti | Birer takım |
| Tork anahtarı | Bir adet |
| Ayar ekipmanları | Birer takım |
| Üretici teknik katoloğu | Bir adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt pompasının testleri ile ayarlarını yapma ve pompayı makine üzerine takma, işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yakıt pompası tezgâha bağlanarak test edilir.
4. Yakıt pompasının zamanlaması kontrol edilir ve üretici katalog değerlerine göre ayarlanır.
5. Yakıt pompası makine üzerine dikkatlice takılır.
6. Bağlantı cıvataları uygun torkla sıkılır.
7. Yakıt giriş-çıkış boruları, filtre ve dönüş hatları bağlanır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Yakıt pompasının testleri ile ayarlarını yapma ve pompayı makine üzerine takma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 20 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 20 | |
| 3. | Yakıt pompası ayarının yapılması | 20 | |
| 4. | Motor üzerine yakıt pompasının takılması | 20 | |
| 5. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.18

## YÜKSEK BASINÇ BORULARININ KONTROL VE BAKIMLARINI YAPMA

**Amaç**

Yüksek basınç borularının kontrol ve bakımını yaparak olası yakıt kaçaklarının önüne geçmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti ve lokma takımı | Birer takım |
| Tork anahtarı ve kumpas | Birer adet |
| Sızıntı tespit sıvısı, yeni conta ve o-ring seti | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yüksek basınç borularının kontrolü ve bakımı işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Borularda çatlak, delik, pas ve deformasyon olup olmadığı kontrol edilir.
4. Boru bağlantıları, kelepçeler ve sabitleme noktaları gözden geçirilir.
5. Boruların motor titreşiminden zarar görmemesi için sağlamlığı ve konumu kontrol edilir.
6. Boruların iç ve dış yüzeyleri uygun sıvılarla temizlenir.
7. Conta ve o-ringler yenilenir.
8. Aşınmış veya hasarlı borular yenisiyle değiştirilir.
9. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
10. Yüksek basınç borularının kontrolü ve bakımı işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Boruların gözle kontrol edilmesi | 30 | |
| 4. | Boruların bakımının yapılması | 30 | |
| 5. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 6. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 7. COMMON RAİL SİSTEMİ

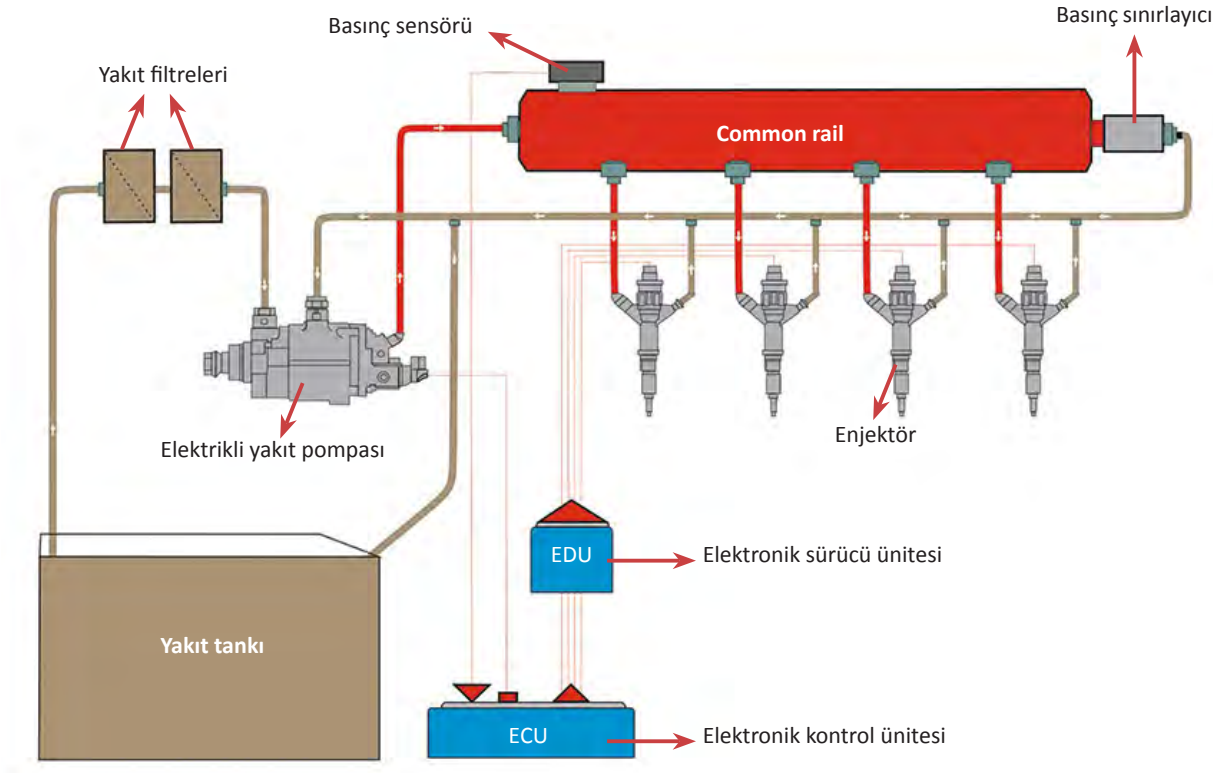
Ortak basınç hattı [*common rail* (komın reyl)] sistemi, tutuculu püskürtme veya ortak boru anlamına gelen bir dizel direkt enjeksiyon sistemidir. Bu sistem; yakıt tüketimi, egzoz gazı emisyonu, çalışma performansı ve gürültü oluşumu açısından diğer sistemlere göre daha verimlidir. Common railin bakım ve onarım maliyetinin yüksek olması sistemin olumsuz yönüdür. Common railde direkt tahrik edilen pompalı sistemlerden farklı olarak basınç oluşumu ile püskürtme ayrılmaktadır. Püskürtme basıncı, motor devrine ve püskürtme miktarına bağlı kalmadan oluşturulabilmekte ve belli sınırlar içerisinde serbestçe seçilebilmektedir.

Geleneksel dizel yakıt pompaları yaklaşık 900 barlık basınçla çalışırken common rail sistemi 1.000-2.500 bara kadar yükselen bir basınçla ortak bir boru üzerinden yakıtı enjektörlere dağıtır. Sıra tipi yakıt pompalarında motorun her silindiri için püskürtme basıncı farklı olabilir. Bu durum, silindirlerde aşınmaya neden olarak motorun gürültülü çalışmasına yol açar. Common rail sisteminde ise yakıt, ortak bir borudan silindirlere eşit olarak dağıtıldığı için püskürtme basınçları aynı olur ve bu tür aşınmalar meydana gelmez. Elektronik kontrol ünitesi *(electronic control unit-ECU)*, bu yüksek basıncı motorun devrine ve yüküne bağlı olarak ayarlar. Püskürtmeyi ise enjektörler üzerindeki ayarlanabilen manyetik supaplarla sağlar (Görsel 4.17).



*Görsel 4.17: Common rail dizel yakıt sistemi*

Common rail dizel yakıt sisteminde püskürtme, elektronik kontrol ünitesinden manyetik supaba giden elektronik sürücü ünitesi *(electronic drive unit-EDU)* sinyali ile başlar (Şekil 4.12). Püskürtülen yakıtın miktarı ise hem manyetik supabın açılma süresine hem de sistem basıncına bağlıdır. Sistem basıncını yüksek basınç pompası oluşturur.




*Şekil 4.12: Common rail dizel yakıt sistemi*

Common rail sisteminde karşılaşılabilecek başlıca arızalar; enjektör tıkanıklıkları, yüksek basınç pompası arızaları, basınç sensörü hataları ve yakıt hattına hava veya su karışmasıdır. Enjektör tıkanıklığı, püskürtme dengesizliğine ve motor performansında düşüşe neden olabilir. Bu durumda enjektörlerin temizlenmesi veya değiştirilmesi gerekir. Yüksek basınç pompasının arızalanması, sistemin gerekli yakıt basıncını üretememesine yol açar ve motorun çalışmamasına neden olabilir. Bu tür arızalarda pompa kontrol edilmeli ve gerekirse yenisiyle değiştirilmelidir. Basınç sensöründeki arızalar, ECU'ya yanlış veri iletilmesine ve püskürtme zamanlamasında bozulmalara neden olur. Sensörün kalibrasyonu veya değişimi ile sorun giderilebilir. Yakıt sistemine hava veya su karışması durumunda motor düzensiz çalışır. Bu durumda sistemin havası alınmalı ve su ayırıcı filtre kontrol edilmelidir. Bu tür arızaların önlenmesi için yakıt sisteminin bakımı düzenli yapılmalı, kaliteli yakıt kullanılmalı ve sistem bileşenleri periyodik olarak kontrol edilmelidir.

UYGULAMA: 4.19

## COMMON RAİL SİSTEMİNİN ARIZA TESPİTİNİ YAPMA

**Amaç**

Gemi yakıt sisteminde bulunan common rail sisteminin arızasını tespit etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti ve lokma takımı | Birer takım |
| Yakıt numunesi alma kiti | Bir adet |
| ECU test cihazı, servis-arıza kodu listesi | Birer adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan common rail sisteminin arıza tespiti işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yakıt boruları, sensör soketleri ve enjektör bağlantılarında kaçak, gevşeklik ve yakıt kokusu kontrol edilir.
4. ECU'ya bağlanarak hata kodları okunur ve analiz edilir, aşınmış veya hasarlı borular yenisiyle değiştirilir.
5. Common rail hattına ölçüm cihazı bağlanarak yakıt basıncı, rölanti ve yük altındaki değerlerle karşılaştırılır.
6. Common railin basınç, sıcaklık ve krank şaft sensörlerinin elektriksel değerleri kontrol edilir.
7. Enjektörlerden dönen fazla yakıtın miktarı ölçülür.
8. Yakıt kalitesi analiz edilir.
9. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
10. Common rail sisteminin arıza tespitini yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Common railin gözle ve koklayarak kontrolünün yapılması | 10 | |
| 4. | ECU bağlantı kontrolünün yapılması | 10 | |
| 5. | Common rail hattındaki yakıt basıncının ölçülmesi | 10 | |
| 6. | Enjektörlerden dönen fazla yakıt miktarının ölçülmesi | 10 | |
| 7. | Sensör testlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yakıt kalitesi analizinin yapılması | 10 | |
| 9. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 10. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.20

## COMMON RAİL SİSTEMİNİN PARÇALARINI SÖKME, KONTROL ETME, TESTLERİNİ YAPMA VE TAKMA

**Amaç**

Common rail sisteminin parçalarını sökmek, kontrol etmek, testlerini yapmak ve yerine takmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti, lokma takımı, tornavida, tork anahtarı | Birer takım |
| Common rail basınç test cihazı, enjektör test cihazı | Birer adet |
| Tork değer tablosu ve teknik servis kitapçığı | Birer adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan common rail sisteminin parçaları işlem basamaklarına göre sökülecek, kontrol edilecek, test edilecek ve yerine takılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motor kapatılır, common rail basıncı düşürülür, ortam havalandırılır ve yangın önlemleri alınır.
4. Elektrik bağlantıları ve sensör soketleri dikkatlice sökülür; common rail hattı, enjektör ve pompa boruları çıkarılır.
5. Enjektörler özel aparatla yüksek basınç pompası ve common rail hattı dikkatlice sökülür.
6. Tüm parçalar çatlak, kaçak ve kirlenme açısından gözle kontrol edilir, enjektörler test cihazı ile test edilerek pompa ve sensörler ölçü aletleriyle kontrol edilir.
7. Parçalar yerine takılır, tork değerlerine göre sıkılır, bağlantılar ve sızdırmazlık kontrol edilir, elektrik soketleri düzgünce takılır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Common rail sisteminin parçalarını sökme, kontrol etme, test etme ve takma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Common rail sisteminde hazırlık ve güvenlik kontrolünün yapılması | 10 | |
| 4. | Common rail parçalarının sökülmesi | 20 | |
| 5. | Common rail parçalarında kontrol ve testin yapılması | 20 | |
| 6. | Common rail parçalarının takılması | 10 | |
| 7. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 8. GOVERNÖR

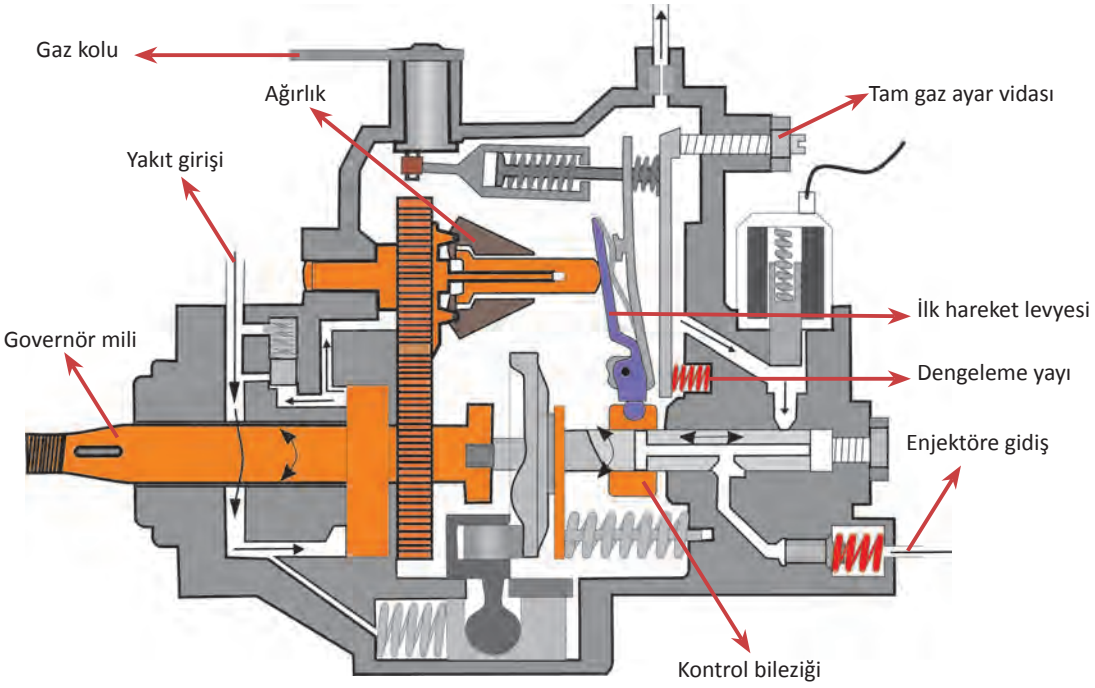


Governör (regülatör), dizel motorlarının çalışması sırasında silindirlere gönderilen yakıt miktarını denetlemek için kullanılır. Motorun ürettiği güç değiştikçe motorun devir sayısını kontrol eder ve sabit bir devirde çalışmasını sağlar. Genellikle iki tip governör kullanılır. Bunlardan birincisi aşırı hızları sınırlandırır, diğeri ise motorun uygun bir hızda çalışmasını sağlar. Aşırı hızları sınırlandıran governörler gemi dizel motorlarında kullanılır. Governör, motor hızının belirlenen azami sınırı aşmasını engellemek amacıyla devreye girerek motor hızını düşürür. Aşırı hız motorun zarar görmesine yol açar. Deniz aracı motorlarında aşırı hızın nedenleri arasında pervanenin şafttan çıkması, çok dalgalı havalarda pervanenin kısmen su yüzeyine çıkması, şanzımanda meydana gelen arızalar yer alır (Görsel 4.18).

*Görsel 4.18: Governör*

Governör, motorun devre ve yüke göre yakıt miktarını, kontrol bileziğini (kontrol halkası) sağa sola hareket ettirerek ayarlar. Bu hareketin aşamaları ve durumları şunlardır:

- İlk harekette ağırlıklar kapalıdır ve kontrol bileziği sağ taraftadır. Dolayısıyla motorun ihtiyacı olan yakıt miktarı sağlanır (Görsel 4.18).
- Rölanti sırasında gaz kolu, ilk hareket levyesi ve rölanti yayı, ağırlıkların oluşturduğu kuvvetle denge hâlindedir. Kontrol bileziği, ilk harekette verilen mesafeyi azaltacak şekilde sola hareket eder. Rölanti devri düşerse yay basıncı kontrol bileziğini sağa doğru hareket ettirir. Rölanti devri artarsa ağırlıklar, püskürtme mesafesini azaltmak için kontrol bileziğini sola hareket ettirir (Görsel 4.18).
- Kısmi yük konumunda gaz kolu rölanti devrini artıracak şekilde ayarlanırsa daha fazla yakıta ihtiyaç duyulur. Bu durumda gaz kolunun pozisyonu dengeleme yayını sıkıştırır ve kontrol bileziğini sağa doğru hareket ettirerek püskürtme mesafesini bir miktar artırır (Görsel 4.18).
- Tam yük konumunda gaz kolu tam gaz ayar levyesinin tam gaz sınırlama vidasına dayandığı konumdadır ve motor tam yük ile maksimum devirde çalışır. Bu etkiyle kontrol bileziği hareket ederek ulaşılabilecek en büyük püskürtme mesafesine ulaşır (Şekil 4.13).




*Şekil: 4.13: Governör kesiti*

## 8.1. Governörde Meydana Gelen Arızalar ve Çözümleri

Governörde zamanla yayların gevşemesi, motor devrinin dengesiz çalışmasına neden olabilir. Bu durumda yayların ayarlanması veya yenileriyle değiştirilmesi gerekir.

Bağlantı çubuklarında meydana gelen aşınmalar, governörün düzgün çalışmasını engelleyebilir. Bu durumda bu parçalar periyodik olarak kontrol edilmeli ve gerekirse yenilenmelidir.

Governörde yetersiz yağlama, mekanik parçalarda sürtünmeye ve aşınmaya yol açar. Bu durumda düzenli yağlama yapılmalı ve yağ seviyesi uygun aralıklarla kontrol edilmelidir.

Sensör arızaları, motor devrinin hatalı algılanmasına neden olarak yanlış yakıt kontrolüne neden olabilir. Bu durumda sensörlerin test edilerek arızalı olanlarının değiştirilmesi gerekir.

Governör içinde biriken pislikler mekanizmanın kilitlenmesine yol açabilir. Bu durumda governör düzenli olarak temizlenmelidir.

UYGULAMA: 4.21

## GOVERNÖRÜN ARIZA TESPİTİNİ YAPMA

**Amaç**

Gemi yakıt sisteminde bulunan governörün arıza tespitini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti, tornavida | Birer takım |
| Sistemin teknik katalog ve bakım kitapçığı | Bir adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan governörün arıza tespiti işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Governör sisteminin teknik kitapçığına bakılır.
4. Governör bağlantıları, hareketli parçalar ve sensörler kontrol edilir; yağ seviyesi ve yağın durumu incelenir.
5. Yaylar, bağlantı çubukları, mafsallar aşınma ve gevşeklik açısından kontrol edilir.
6. Motor çalıştırılır ve governör tepkisi gözlemlenir.
7. Motor devri, devir ölçerle okunarak fark ayarlanan değere göre kontrol edilir ve yük altındaki tepki süresi değerlendirilir.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Governörün arıza tespitini yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Governörün teknik kitapçığına bakılması | 20 | |
| 4. | Governörün gözle ve fiziksel olarak kontrol edilmesi | 20 | |
| 5. | Motor çalışırken testin yapılması | 20 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.22

## GOVERNÖRÜ OLUŞTURAN PARÇALARIN KONTROLLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Governörü oluşturan parçaların kontrollerini yaparak motorun devir kontrolünü sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti, tornavida, | Birer takım |
| Sistemin teknik katalog ve bakım kitapçığı | Bir adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan governörü oluşturan parçaların kontrolü işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Governörün bağlı olduğu motor durdurulur.
4. Teknik katalog ve bakım kitapçığına bakılır.
5. Governörün döner ağırlıkları ve yayları kontrol edilir, hareket kabiliyeti ve yay durumu incelenir.
6. Governörün yay gerginliği ve ayar vidaları kontrol edilir; aşınma olup olmadığına bakılır.
7. Bağlantı kolları ve mafsallar gevşeklik, boşluk ve aşınmaya karşı kontrol edilir.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Governörü oluşturan parçaların kontrollerini yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Motorun durdurulması | 10 | |
| 4. | Sistemin teknik katalog ve bakım kitapçığına bakılması | 10 | |
| 5. | Governörün döner ağırlıklarının kontrol edilmesi | 20 | |
| 6. | Governörün yayları ve ayar vidalarının kontrol edilmesi | 20 | |
| 7. | Governörün bağlantı kollarının kontrol edilmesi | 5 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 5 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.23

## GOVERNÖRÜN YAĞ SEVİYESİNİ KONTROL ETME VE TAMAMLAMA

**Amaç**

Governörün yağ seviyesini kontrol etmek, eksik olması durumunda uygun yağ ile tamamlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Uygun tipte governör yağı | Yeteri kadar |
| Huni | Bir adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan governörün yağ seviyesini kontrol etme ve tamamlama, işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motor durdurulur ve sistemin güvenli olduğu kontrol edilir.
4. Governörün yağ çubuğu çıkarılıp temizlendikten sonra takılır ve tekrar çıkarılarak yağ seviyesi kontrol edilir.
5. Governörün yağ seviyesi düşükse uygun yağ, seviye çizgisine kadar yavaşça eklenir.
6. Governörün yağ çubuğu yerine takılır.
7. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
8. Governörün yağ seviyesini kontrol etme ve tamamlama işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Motorun durdurulması | 20 | |
| 4. | Governörün yağ seviyesinin kontrol edilmesi | 20 | |
| 5. | Governörün yağının tamamlanması | 10 | |
| 6. | Governörün yağ çubuğunun yerine takılması | 10 | |
| 7. | Ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir. | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.24

## GOVERNÖRÜ AYARLAMA

**Amaç**

Governörü ayarlayarak motorun yük değişimlerine karşı sabit devirde çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti, tornavida | Birer takım |
| Governör teknik ayar kitapçığı | Bir adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan governör işlem basamaklarına göre ayarlanacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motor çalıştırılır ve motorun normal çalışma sıcaklığına gelmesi beklenir.
4. Governör ayar değerleri için teknik ayar kitapçığına bakılır.
5. Governör üzerindeki hız ve duyarlılık vidaları belirlenir.
6. Küçük ve yavaş ayarlamalar yapılır, her değişiklikten sonra motor tepkisi gözlemlenir.
7. Ani yük değişimlerinde tepki gecikmesi ya da fazla tepki varsa duyarlılık ayarı yapılır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Governörü ayalama işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Motorun çalıştırılması | 30 | |
| 4. | Governör ayarının yapılması | 30 | |
| 5. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 6. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 9. ENJEKTÖRLER

Enjektör, motorlarda silindire gönderilecek yakıtı yüksek basınç altında atomize ederek başka bir deyişle çok ince zerrecikler hâlinde püskürten bir yakıt sistemi elemanıdır (Görsel 4.19). Bu işlem, yakıtın hava ile homojen şekilde karışmasını sağlayarak daha verimli bir yanma sürecine zemin hazırlar. Enjektör, püskürtme işlemi için gerekli olan basınca ulaşılana kadar yakıtın yanma odasına girişini engeller. Yeterli basınca ulaşıldığında ise aniden açılarak yakıtı silindire püskürtür. Püskürtme tamamlandığında ise damlama ve gecikme olmadan yakıt akışını keser.



*Görsel 4.19: Enjektör*

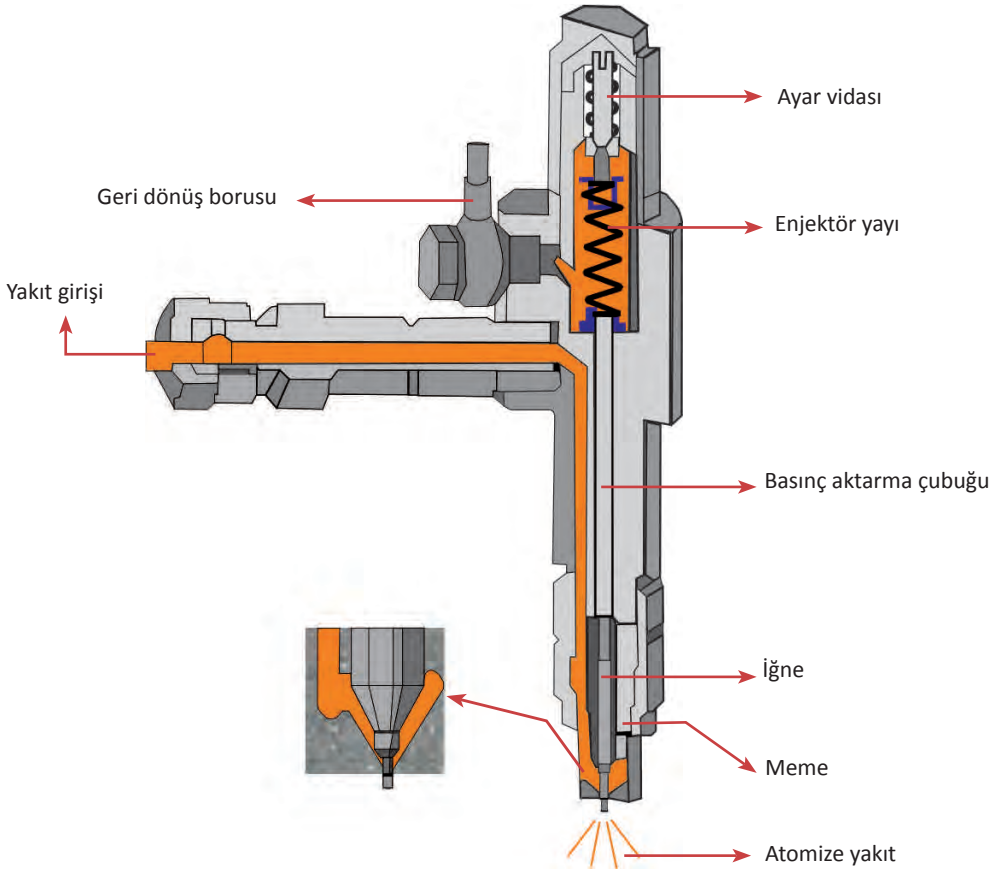
Enjektör, yakıtı silindir içinde istenen derinlik ve bölgeye püskürterek yanma odasında basıncın dengeli dağılmasını sağlar. Bu durum hem yakıtın daha etkili bir şekilde yanmasını hem de motorun daha verimli güç üretmesini sağlar. Enjektör, püskürtme açısını da yanma odasının geometrisine uygun biçimde ayarlayarak tam yanma sağlar. Böylece egzoz gazlarındaki zararlı emisyonlar önemli ölçüde azaltılır. Enjektörün yaptığı işlerden biri motorun o anki çalışma yüküne göre ihtiyaç duyduğu yakıt miktarını hassas bir biçimde ayarlamaktır. Böylece hem motorun performansı artar hem de yakıt tüketimi en uygun hâle gelir.

## 9.1. ENJEKTÖR ÇEŞİTLERİ

Enjektörler motor tipine ve yakıt sistemine göre farklılık gösterir. Mekanik enjektörler, hidrolik enjektörler ve common rail enjektörleri yaygın olarak kullanılan enjektör çeşitleridir.

### 9.1.1. Mekanik Enjektörler

Mekanik enjektörler, dizel motorlarda yakıtın uygun miktarda ve doğru zamanda silindire püskürtülmesini sağlayan yakıt sistemi elemanıdır. Kam şafttan tahrik alan ve yakıt pompası tarafından yüksek basınca ulaştırılan yakıt, enjektörün yakıt girişinden içeri girer. Yakıt, enjektör içindeki kanallar yoluyla iğne valfin ucuna yönlendirilir. Normal durumda yay kuvveti, iğneyi aşağıda tutarak memeyi kapalı tutar. Ancak yakıt basıncı belirli bir eşiği aştığında yayı sıkıştırarak iğnenin yukarı hareket etmesine neden olur. Böylece meme açılır ve yakıt ince tanecikler hâlinde yüksek basınçla silindire püskürtülür. Püskürtme tamamlandığında yakıt basıncı düştüğü için yay, iğneyi tekrar aşağı iter ve memeyi kapatarak akışı keser. Fazla gelen yakıt, enjektör gövdesinde birikmeden geri dönüş borusu aracılığıyla yakıt deposuna yönlendirilir. Ayrıca enjektör üzerindeki ayar vidası sayesinde yay kuvveti değiştirilebilir ve böylece püskürtmenin başladığı basınç seviyesi ayarlanabilir. Bu sistem tamamen mekaniktir. Elektronik kontrol birimlerine ihtiyaç duymaz. Dayanıklı ve uzun ömürlü bir yapıya sahiptir (Şekil 4.14).




*Şekil 4.14: Mekanik enjektör kesiti*

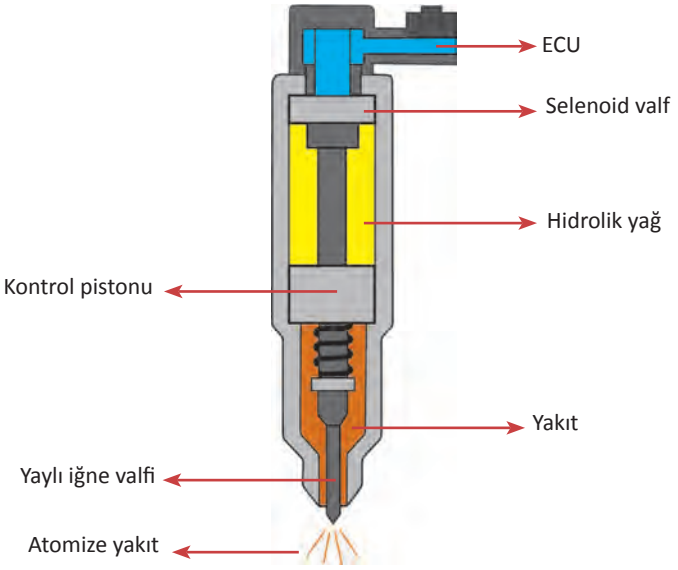
Mekanik enjektörlerin en büyük avantajı sade ve sağlam bir yapıya sahip olmalarıdır. Elektronik kontrol sistemlerine ihtiyaç duymadan çalıştıkları için maliyet açısından ekonomik ve bakım gereksinimleri azdır. Ayrıca yüksek sıcaklık ve zorlu deniz şartları ortamına uygun olması tercih edilme nedenidir. Parçalarının kolay temin edilebilmesi ve tamir edilebilir olmaları açısından avantajlıdır.

Sistemin elektronik kontrollü sistemlere göre en belirgin dezavantajı, püskürtme zamanlamasının motor devri ile kam şaft şekline bağlı olması nedeniyle zamanlama doğruluğunun daha düşük olmasıdır. Yakıtın püskürtülme miktarı ve zamanı sabit ayarlarla sınırlıdır. Bu durum yakıt tüketimi ve emisyon değerlerinin daha yüksek olmasına neden olabilir.

## 9.1.2. Hidrolik Enjektörler

Hidrolik enjektör, yakıtın motor silindirine yüksek hassasiyetle püskürtülmesini sağlamak üzere hidrolik basınçla çalışan ve elektronik olarak kontrol edilen bir yakıt sistemi elemanıdır. Sistemde, püskürtülecek mazot ile hareketi sağlayan hidrolik yağ ayrı devrelerde bulunur. Enjeksiyon işlemi, ECU tarafından gönderilen elektrik sinyaliyle başlar. Bu sinyal, enjektörün selenoid valfini açarak yüksek basınçlı hidrolik yağın kontrol pistonuna ulaşmasını sağlar. Kontrol pistonu aşağıya hareket ederek altındaki yakıtı sıkıştırır.

Yakıt basıncı iğne valfini açma seviyesine ulaştığında püskürtme başlar. Yakıt, silindire ince zerrecikler (atomize) hâlinde püskürtülür. ECU sinyali kestikten sonra selenoid valf kapanır. Piston durur ve yay kuvveti ile iğne valfi kapanarak püskürtmeyi sonlandırır. Bu işlem her çevrimde tekrarlanır. Yakıtın ince zerrecikler hâlinde püskürtülmesi sayesinde yanma verimliliği artırılır. Sistemin karmaşık yapısı bakım açısından dikkat gerektirir (Şekil 4.15).




*Şekil 4.15: Hidrolik enjektörün kesiti*

Hidrolik enjektörlerin önemli avantajlarından biri, yakıtın çok daha hassas zamanlamayla ve ince zerrecikler hâlinde püskürtülmesini sağlamasıdır. Bu hassasiyet, yanma verimliliğini artırır ve yakıt tüketimini azaltır. Hidrolik enjektör özellikle düşük devirlerde etkin püskürtme yapabildiği için motorun daha kararlı çalışmasına katkı sağlar. ECU ile birlikte çalıştığından değişken motor yüklerine ve çalışma şartlarına göre püskürtme süresi ve miktarının en uygun hâle getirilmesini sağlar.

Hidrolik enjektör sistemlerinin dezavantajlarından en büyüğü sistemin karmaşık yapısıdır. Sistem hem hidrolik hem elektronik kontrol birimleri içerdiğinden arıza tespiti ve onarımı uzmanlık gerektirir. Sistem içerisindeki parçaların hassas toleranslarla çalışıyor olması, özellikle yağ ve yakıt temizliğini son derece önemli kılar. Filtreleme yetersizse küçük katı parçacıklar bile iğne valfi, kontrol pistonu gibi kritik bileşenlere zarar verebilir. Ayrıca bakımı ve yedek parça temini mekanik sistemlere göre daha maliyetlidir. Elektronik kontrol sistemine bağımlı olması nedeniyle ECU arızaları tüm enjeksiyon sistemini işlevsiz hâle getirebilir.

### 9.1.3. Common Rail Enjektörleri

Modern dizel gemi motorlarında yaygın olarak kullanılan bu sistemde tüm enjektörler ortak bir yüksek basınç hattına bağlanır. Yakıt, bu hat aracılığıyla sürekli yüksek basınç altında tutulur ve enjeksiyon zamanlaması ile miktarı ECU tarafından belirlenir. Bu sistem; yüksek yakıt ekonomisi, daha az emisyon, daha hassas püskürtme kontrolü sağlar. Özellikle büyük gemilerde ve emisyon sınırlamalarına uyumlu yeni nesil gemilerde tercih edilir.

## 9.2. ENJEKTÖRLERDE GÖRÜLEN OLASI ARIZALAR VE ÇÖZÜMLERİ

Farklı enjektör türlerinde (mekanik, hidrolik, common rail) karşılaşılan yaygın arızalar ile bu arızaların nedenleri ve uygun çözüm yöntemleri sistem bazında özetlenmiştir (Tablo 4.3). Bu tür sorunların oluşmasını önlemek amacıyla enjektörlerin düzenli aralıklarla bakıma alınması, test cihazlarıyla kontrol edilmesi, yakıt ve yağın filtrelenmiş olması, montaj sırasında temizlik kurallarına uyulması ve yalnızca orijinal yedek parçaların tercih edilmesi büyük önem taşır.

*Tablo 4.3: Enjektörlerde Görülen Arızalar ve Çözümleri*

| ARIZA | MEKANİK ENJEKTÖRLER (NEDEN-ÇÖZÜM) | HİDROLİK ENJEKTÖRLER (NEDEN-ÇÖZÜM) | COMMON RAİL ENJEKTÖRLER (NEDEN-ÇÖZÜM) |
|---|---|---|---|
| **Yakıt Püskürtmeme** | yay arızası, iğne valfi sıkışması<br>Enjektör sökülüp temizlenir. Yay ve parçalar değiştirilir. | selenoid arızası, ECU sinyal eksikliği, düşük hidrolik basınç<br>Selenoid, ECU ve sistem basıncı kontrol edilir. | meme tıkanması, selenoid kontrol arızası, yüksek basınç hattı sorunu<br>Test edilip tıkanıklık giderilir. Elektronik parçalar kontrol edilir. |
| **Düzensiz-Titreşimli Püskürtme** | tortu ve pas birikimi<br>Temizlik yapılır, filtre değiştirilir, ayar kontrol edilir. | kirli iğne valfi, aşınmış kontrol pistonu<br>Temizlenir ve filtre değiştirilir. | iç kanal tortusu, valf gecikmesi, regülatör arızası<br>Temizlenir, regülatör kontrolü ve kalibrasyon yapılır. |
| **Yakıt Sızıntısı** | conta aşınması<br>Contalar ve bağlantılar değiştirilir. | conta aşınması, gövde çatlağı, geri dönüş hattı tıkanıklığı<br>Conta ve borular yenilenir. Gövde kontrol edilir. | conta aşınması<br>Conta, hat ile gövde kontrol edilir ve yenilenir. |
| **Geç-Düzensiz Yanma** | zayıf yay, ayar vidası bozukluğu<br>Yay ve ayar vidası kontrol edilip yeniden ayarlanır. | selenoidin geç açılması<br>Selenoid kontrol edilip kalibrasyon yapılır. | ECU-sensör uyumsuzluğu, gecikmeli püskürtme<br>ECU ve sensörler kontrol edilip kalibrasyon yapılır. |
| **Fazla Yakıt Püskürtme** | yay zayıflaması<br>Yay ve oturma yüzeyi incelenir. Arızalı parça yenisiyle değiştirilir | iğne valfinin tam kapanmaması<br>İğne yayı ve oturma yüzeyi kontrol edilir. | ECU'nun uzun sinyal göndermesi veya memenin sızdırması<br>Yazılım ve enjektör memesi kontrol edilir. |
| **Tıkanma veya Basınç Yetersizliği** | tortu birikimi<br>Ultrasonik temizlik yapılır. | düşük hidrolik basınç<br>Basınç kontrol edilir. Filtre yenisiyle değiştirilir. | filtre, regülatör veya yüksek basınç hattı arızası<br>Temizlik, parça değişimi ve basınç testi yapılır. |

Yüksek frekanslı ses dalgaları içeren özel sıvı içinde enjektör temizleme işlemine **ultrasonik temizlik** denir. Mikroskobik kabarcıklar, iç kanallardaki kir ve tortuyu söker. Parçalar zarar görmeden temizlenir. Temizlikten sonra enjektörlerde kurutma, test ve kalibrasyon işlemleri yapılır.

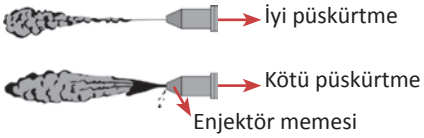
# 9.3. ENJEKTÖRLERDE YAPILAN KONTROL VE AYARLAR

Hidrolik enjektörler belirli çalışma sürelerinin sonunda kontrol edilmelidir. Kontrol işlemleri el kontrol aleti veya enjektör test cihazı ile gerçekleştirilir (Görsel 4.20). Enjektör test cihazı; enjektörün püskürtme şekli, sızdırmazlık durumu, püskürtme basıncı gibi değişkenlerini değerlendirmeye yarayan bir ekipmandır. Bu cihaz sayesinde enjektörün çalışma performansı test edilerek gerekli ayarlamalar veya parça değişimleri yapılabilir (Tablo 4.4).



*Görsel 4.20: Enjektör test cihazı*

*Tablo 4.4: Hidrolik Enjektörde Yapılan Kontroller ve Ayarlar*

| KONTROL AŞAMASI | KONTROL ÖLÇÜTÜ | AÇIKLAMA |
|---|---|---|
| **Ön Kontroller** | püskürtme basıncı | Manometre ile ölçülerek katalog değerine uygunluğu kontrol edilir. |
| | püskürtme şekli | Yakıtın düzgün ve ince zerreler hâlinde püskürtmesi incelenir. |
| | meme deliklerindeki tıkanıklık | Yakıt akışını engelleyen tıkanıklık olup olmadığı kontrol edilir. |
| | meme ve gövde arasındaki sızıntı | Yakıt sızdırmazlığı test edilir. |
| | meme iğnesi ile meme arasındaki sızıntı | İğne oturma yüzeyinin uyumu değerlendirilir. |
| **Temizlik** | temizlik | Enjektör uygun temizlik sıvısıyla temizlenir. |
| **Onarım** | hasar kontrolü | Meme ve iğne sökülerek aşınma, çizik veya mavileşme olup olmadığı incelenir. |
| | taşlama ve alıştırma | Hafif hasarlı iğneler taşlanır ve özel macunla alıştırılır. |
| | parça değişimi | Ağır hasarlı veya kullanılmayacak durumdaki memeler değiştirilir. |
| **Kontrol ve Ayarlar** | püskürtme basıncı kontrolü | Manometre kullanılarak püskürtme değeri katalog değerine ayarlanır. Pul ile yapılan ayarlarda yay esnekliği göz önünde bulundurulur. |
| | geri kaçak ve sızıntı kontrolü | Katalogda belirtilen basınç değeri uygulanarak enjektördeki sızıntı süresi ölçülür. Süre, katalogda belirtilen alt sınırın altında ise meme değiştirilir, üst sınırın üzerinde ise iğne temizlenir. |
| | püskürtme şekli kontrolü (Şekil 4.16)<br><br><br>*Şekil 4.16: Enjektörde püskürtme* | Yakıtın düzgün püskürtülmesi sağlanır ve katalog değerleriyle karşılaştırılır. |
| | damlama kontrolü | Meme ucundaki yakıt sızıntısı test edilir. Yakıt lekesi belirlenen çapı aşarsa taşlama yapılır veya parça değiştirilir. |

UYGULAMA: 4.25

## ENJEKTÖRLERİN ARIZA TESPİTİNİ YAPMA

**Amaç**

Gemi makinelerinin yakıt sisteminde bulunan enjektörlerin arızalarını tespit etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti, enjektör sökme aparatı, tornavida | Birer takım |
| Motor teknik el kitapçığı | Bir adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt sistemine ait enjektörlerin arıza tespiti işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motor çalışırken düzensiz titreşim, egzoz dumanı, güç kaybı gibi belirtiler gözlemlenir.
4. Egzoz sıcaklıkları kontrol edilerek fark varsa not alınır.
5. Silindir kesme testi yapılır, her bir silindirin yakıtı sırayla kesilerek motorun tepkisi kontrol edilir.
6. Tepkisiz kalan silindir varsa o silindire ait enjektörde arıza olduğu değerlendirilir.
7. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
8. Enjektörlerin arıza tespitini yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Enjektörlerdeki arızaların işitsel ve fiziksel olarak kontrol edilmesi | 30 | |
| 4. | Silindir kesme testinin yapılması | 30 | |
| 5. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 6. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.26

## ENJEKTÖRLERİ MAKİNE ÜZERİNDEN SÖKME, ENJEKTÖRLERİN KONTROL VE BAKIMINI YAPMA

**Amaç**

Gemi yakıt sisteminde bulunan enjektörleri makine üzerinden sökmek, enjektörlerin kontrol ve bakımını yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Enjektör test cihazı, ölçüm cihazları | Birer adet |
| Anahtar seti, enjektör sökme aparatı | Birer takım |
| Tork anahtarı | Bir adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt sistemine ait enjektörlerin makine üzerinden sökülmesi, kontrolü ve bakımı işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motorun durdurularak soğuması beklenir.
4. Yakıt hatları sökülür, enjektör bağlantı cıvataları açılır ve enjektör dikkatlice yerinden çıkarılır.
5. Sökülen enjektörler numaralandırılarak sırayla kontrol edilir.
6. Test cihazı ile püskürtmenin basınç, açı ve sızdırmazlık kontrolü yapılır.
7. Gerekirse meme ucu temizlenir, iç parçalar gözle ve ölçü aletiyle kontrol edilir.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Enjektörleri makine üzerinden sökme, enjektörlerin kontrol ve bakımını yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Motorun durdurulması ve soğumasının beklenilmesi | 20 | |
| 4. | Enjektörün makine üzerinden sökülmesi | 20 | |
| 5. | Enjektörün kontrol ve bakımının yapılması | 20 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.27

## ENJEKTÖRLERİN AYARLARINI YAPMA VE ENJEKTÖRLERİ MAKİNE ÜZERİNE TAKMA

**Amaç**

Gemi yakıt sisteminde bulunan enjektörlerin ayarlarını yaptıktan sonra enjektörleri makine üzerine takmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Enjektör test cihazı | Bir adet |
| Anahtar seti, enjektör sökme aparatı | Birer takım |
| Tork anahtarı | Bir adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt sistemine ait enjektörlerin ayarlarını yapma ve enjektörleri makine üzerine takma, işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Enjektör test cihazı ile püskürtmenin basınç, açı, simetri ve damlama durumu kontrol edilir.
4. Enjektör içindeki iğnenin hareketi yakıt basıncı ile test edilir.
5. Motorun kapalı ve soğuk olduğu kontrol edilir, enjektör yuvaları temizlenir.
6. Enjektörler dikkatlice yerleştirilir, contalar yenilenir ve bağlantılar tork değerine göre sıkılır.
7. Yakıt boruları bağlanır, sızdırmazlık ve hava alma işlemi yapılır.
8. Motor çalıştırılarak sistemin düzgün çalışıp çalışmadığı gözlemlenir.
9. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
10. Enjektörlerin ayarlarını yapma ve enjektörleri makine üzerine takma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Enjektör ayarlarının yapılması | 30 | |
| 4. | Enjektörlerin makine üzerine takılması | 30 | |
| 5. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 6. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 10. YAKIT KONTROL SİSTEMİ

Gemilerde seyir, manevra, limanda bekleme gibi farklı operasyonel durumlarda tüketilen yakıt miktarını gerçek zamanlı olarak ölçen sisteme yakıt kontrol sistemi denir. Ana makine, jeneratör, kazan gibi sistemlerdeki yakıt tüketimini ayrı ayrı analiz eden bu sistem, yakıt tanklarında bulunan seviyeleri de sürekli izler. Aynı zamanda tanklar arasında gerçekleştirilen yakıt transferlerini yöneterek dengeli bir dağıtım sağlar. Yakıt viskozitesi, sıcaklığı, yoğunluğu ve diğer kalite değişkenlerini kontrol eden sistem, bu veriler üzerinden motor performansını etkileyebilecek unsurları değerlendirir. Motor yükü, hız ve çevresel koşullara göre en uygun yakıt tüketimini hedefler. Hem yakıt tasarrufu sağlar hem de karbon emisyonlarını azaltarak çevreye duyarlılığı artırır. Böylece uluslararası düzenlemelere uyum sağlar. Yakıt seviyesinin düşmesi, aşırı tüketim, yakıt kalitesinin düşmesi gibi durumlarda uyarılar vererek gemi personelini olası risklere karşı bilgilendirir.

Sisteme yerleştirilen sensörler yakıt seviyesini, tüketimini ve kalite değişkenlerini sürekli olarak ölçer. Toplanan veriler ECU, birimine aktarılır ve burada analiz edilerek gemi personeline raporlanır. Raporlama işlemi iki şekilde gerçekleşir.

**Bilgisayar ile Raporlama:** ECU verileri bilgisayar sistemine aktarır. Bilgisayar, topladığı verileri görsel ya da grafiksel olarak personele sunar. Personel, verileri inceleyerek gerekli analizleri yapar.

**Kontrol Paneli Üzerinden Raporlama:** Paneller genellikle anlık verileri gösteren dijital ekranlar veya göstergeler içerir. Personel; bu ekranlardan yakıt seviyesi, tüketimi, kalitesi ile uyarılar ve alarm durumları hakkındaki bilgileri doğrudan takip eder.

## 10.1. YAKIT KONTROL SİSTEMİNDEKİ OLASI ARIZALAR VE ÇÖZÜMLERİ

Yakıt kontrol sistemlerinde karşılaşılabilecek olası arızalar arasında sensör arızaları, veri iletim hataları, kontrol paneli veya ECU yazılım sorunları ve yakıt kalitesine bağlı ölçüm sapmaları yer alır. Sensörlerde oluşabilecek arızalar; yakıt seviyesi, sıcaklığı ve tüketim bilgilerinin yanlış algılanmasına neden olabilir. Bu durumda arızalı sensörün kalibrasyonu yapılmalı ya da sensör yenisiyle değiştirilmelidir. Veri iletim hataları, ECU'ya eksik veya hatalı veri ulaşmasına neden olur. Bu tür durumlarda kablo bağlantıları ve veri iletim devreleri kontrol edilmelidir. Kontrol panelinde yaşanabilecek ekran donmaları veya hatalı gösterimler, yazılım güncellemesi ya da donanım değişimiyle giderilebilir. Ayrıca yakıtın yoğunluk, viskozite gibi fiziksel özelliklerinde oluşan anormallikler, sistemin yanlış ölçüm yapmasına yol açabilir. Bu durumda hem yakıt kalitesi kontrol edilmeli hem de ölçüm doğruluğu yeniden sağlanmalıdır. Bu tür arızaların önüne geçebilmek için sistemin düzenli bakımı, kalibrasyon kontrolleri ve kullanılan yakıtın kalite standartlarına uygunluğu sürekli olarak sağlanmalıdır.

UYGULAMA: 4.28

## YAKIT KONTROL SİSTEMİNİ ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Gemi yakıt kontrol sistemini çalıştırarak yakıtın gemiye alınmasından motora ulaşmasına kadar olan süreci izlemek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Viskozite kontrol cihazı | Bir adet |
| Numune alma ekipmanları | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt kontrol sistemi işlem basamaklarına göre çalıştırılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yakıt alımından önce tanklar kontrol edilir ve uygun olanlar seçilir.
4. Yakıt alımı sırasında numune alınır.
5. Yakıt, depolama tanklarına alınır; gerekirse transfer pompalarıyla dinlendirme tankına aktarılır.
6. Dinlendirme sırasında suyun yakıttan ayrışması sağlanır, yakıttaki kir ve su separatör ile temizlenir.
7. Yakıt, ısıtılarak çalışma viskozitesine getirilir; sıcaklık ve viskozite otomatik olarak ayarlanır.
8. Temizlenen yakıt servis tankına aktarılır.
9. Yakıt, buster pompalarla motorlara iletilir; tüketim, basınç ve sıcaklık sensörlerle izlenir.
10. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
11. Yakıt kontrol sistemini çalıştırma işlemler i detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yakıt alımının yapılması | 10 | |
| 4. | Depolama ve transferin yapılması | 10 | |
| 5. | Separasyon ve temizleme işleminin yapılması | 10 | |
| 6. | Isıtma ve viskozite kontrolünün yapılması | 10 | |
| 7. | Temizlenen yakıtın servis tankına aktarılması | 10 | |
| 8. | Yakıt tüketiminin izlenmesi | 10 | |
| 9. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 10. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 4.29

## YAKIT KONTROL SİSTEMİNİN ARIZALARINI TESPİT ETME, BAKIM VE ONARIMINI YAPMA

**Amaç**

Gemi yakıt kontrol sistemi üzerindeki arızaları tespit etmek, sistemin bakım ve onarımlarını yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti, tornavida | Birer takım |
| Yağlayıcılar, gres yağı ve sızdırmazlık malzemeleri | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yakıt kontrol sisteminin arızalarının tespiti, bakım ve onarımı işlem basamaklarına göre yapılacaktır (Görsel ).**



## İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Sistem üzerinde görerek, işiterek ve dokunarak kontrol yapılır; ses, titreşim, ısı ve sızıntılar incelenir.
4. Otomasyon sistemi veya panelde arıza varsa uyarılar değerlendirilir.
5. Debimetre, sensör, pompa, vana gibi ekipmanlar test edilir; basınç ve sıcaklık ölçümleri alınır.
6. Elektrik bağlantıları ve sigortalar kontrol edilir.
7. Yakıt kontrol sistemi kapatılır, sistem basıncı tahliye edilir, valfler kapatılarak yakıt akışı durdurulur.
8. Arızalı parçalar onarılır veya değiştirilir, bağlantılar sıkılır, filtre ve separatörler temizlenir.
9. Yakıt kontrol sistemi yeniden çalıştırılarak basınç, sıcaklık ve viskozite değerleri izlenir.
10. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
11. Yakıt kontrol sisteminin arızalarını tespit etme, bakım ve onarımlarını yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

## Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yakıt kontrol sisteminin görerek ve işiterek ön inceleme ve kontrolünün yapılması | 20 | |
| 4. | Yakıt kontrol sistemindeki arıza tespitinin yapılması | 10 | |
| 5. | Yakıt kontrol sisteminin kapatılması | 10 | |
| 6. | Yakıt kontrol sisteminin bakım ve onarımının yapılması | 10 | |
| 7. | Yakıt kontrol sisteminin çalıştırılması | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 5. ÖĞRENME BİRİMİ

# YAĞLAMA SİSTEMİ

1. YAĞ TANKI
2. YAĞ POMPASI
3. YAĞ SEPARATÖRÜ
4. YAĞ FİLTRESİ
5. YAĞ KULERİ




## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Yağ tanklarının bakımı
- Yağ pompalarının bakımı
- Yağ separatörlerinin işletimi
- Yağ filtrelerinin bakımı
- Yağ kulerlerinin bakımı

# 1. YAĞ TANKI

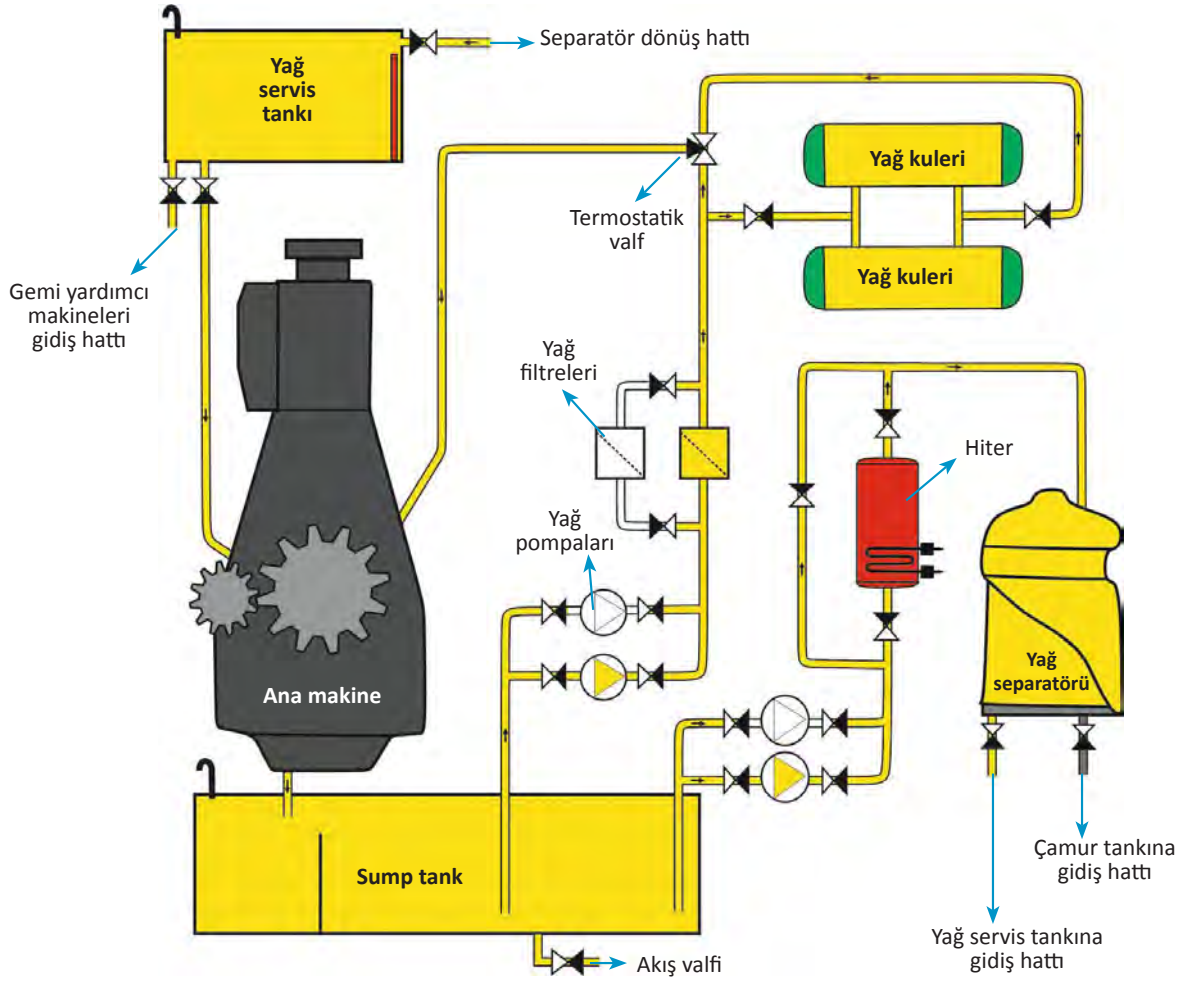



*Görsel 5.1: Ana depolama yağ tankı*

Gemilerde ana ve yardımcı makinelerin çalışması için gereken yağın güvenli bir şekilde depolandığı tanka **yağ tankı** denir. Tanklar, yağın kirlenmesini ve özelliklerini kaybetmesini önleyecek şekilde tasarlanır (Görsel 5.1).

## 1.1. YAĞLAMA SİSTEMİNİ VE ÖNEMİ

Makinelerin hareketli parçaları arasındaki sürtünme kuvvetini en aza indirerek aşınmayı önlemek ve makinenin verimli çalışmasını sağlamak amacıyla tasarlanan sisteme **yağlama sistemi** denir. Aynı zamanda makine içinde oluşan kir, metal parçacıkları ve diğer zararlı maddeleri temizler, parçaların soğutulmasına yardımcı olur. Bu özellikler, makine performansını en uygun hâle getirir ve makinenin ömrünü uzatır (Şekil 5.1).




*Şekil 5.1: Gemi yağlama sistemi ve elemanları*

Makinenin hareketli parçalarının özellikle sürtünen yüzeylerinin dikkatli bir şekilde yağlanması gerekir. Yağlama yapılan yüzeylerden bazıları şunlardır:




Yağlama yağı yalnızca sürtünmeyi azaltmaz. Aynı zamanda şu görevleri yerine getirmek için kullanılır:

| | |
|---|---|
| **Aşınmayı Azaltma** | Motor parçalarının yüzeylerinin korunmasına yardımcı olur ve ömrünü uzatır. |
| **Karbon Birikimini Önleme** | Yanma sırasında oluşan karbon birikintilerini azaltarak motorun verimli çalışmasını sağlar. |
| **Soğutma** | Motorun çalışması sırasında oluşan ısının bir kısmını uzaklaştırarak parçaların aşırı ısınmasını önler. |
| **Temizleme** | Kir, metal parçacıkları ve diğer zararlı maddeleri uzaklaştırarak motorun temiz kalmasına katkı sağlar. |
| **Korozyonu Önleme** | Yanma sırasında oluşan kimyasal maddelerin motor parçalarına zarar vermesini engeller. |
| **Sızdırmazlık Sağlama** | Piston segmanları ve silindir yüzeyi arasında sızdırmazlık sağlayarak yanma verimliliğini artırır. |
| **Darbe Emme** | Hareketli parçalar arasında oluşan darbeleri ve titreşimleri azaltır, motorun daha sessiz ve düzenli çalışmasına yardımcı olur. |

Kullanılan yağın özellikleri, makinenin tipine ve çalışma koşullarına uygun olmalıdır. Yanlış yağ seçimi, ciddi aşınmalara ve yüksek ısı nedeniyle oluşacak hasarlara yol açabilir. Bu nedenle yağlama sistemi, makine ömrünü uzatmada önemli bir rol oynar.

## 1.2. YAĞLAMA YAĞINDA ARANAN ÖZELLİKLER

İçten yanmalı motorların verimli ve sağlıklı çalışabilmesi için kullanılan yağlama yağlarının belirli özelliklere sahip olması gerekir. Bu özellikler şunlardır:

**Yüksek Sıcaklık Dayanımı**
Motorun sıcak olduğu zamanlarda yağlayıcı özelliğini kaybetmemelidir.

**Soğukta Akışkanlık**
Motor soğukken kolayca akmalı, donmamalıdır.

**Viskozite Dengesi**
Sıcaklık değişse bile akmaya karşı direnci istenilen değerde kalmalıdır.

**Aşınma Koruması**
Motor parçalarının aşınmasını önlemelidir.

**Karbon Birikintisini Engelleme**
Motor içinde karbon birikmesini engellemelidir.

**Korozyon ve Pas Koruması**
Motor parçalarını paslanmaya karşı korumalıdır.

**Temizlik Özelliği**
Motoru temiz tutmalı ve motorda kir birikmesini engellemelidir.

**Buharlaşma Dayanımı**
Yüksek sıcaklıkta buharlaşıp kaybolmamalıdır.

**Yük Altında Performans**
Motor yüksek hızda çalışırken istenilen performansı göstermelidir.

**Ekonomiklik**
Uzun süre değişim gerektirmeden kullanılabilmelidir.

UYGULAMA: 5.1

## TANKLARDAKİ YAĞ MİKTARINI ÖLÇME

**Amaç**

Tanklardaki yağ miktarını ölçmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | 1 adet |
| Yağ seviye ölçüm çubuğu | 1 adet |
| Üstüpü | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan ana makinenin tanklarındaki yağ miktarı işlem basamaklarına göre ölçülecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Tank kapağı güvenli bir şekilde açılır.
4. Yağ seviye ölçüm çubuğu kullanılarak yağ miktarı ölçülür ve yağ seviyesi değerlendirilir.
5. Ölçüm sonuçları kaydedilir.
6. Kullanılan ekipmanlar ölçümden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
7. Tanklardaki yağ miktarını ölçme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Tank kapağının güvenli bir şekilde açılması | 10 | |
| 4. | Yağ seviye ölçümünün doğru yapılması | 20 | |
| 5. | Yağ seviyesinin tespit edilmesi | 20 | |
| 6. | Ölçüm sonuçlarının kaydedilmesi | 10 | |
| 7. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 5.2

## YAĞ TANKINI TEMİZLEME

**Amaç**

Yağ tankının temizlik ve bakımını yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Yağ temizleme sıvısı | 1 şişe |
| Üstüpü | Yeteri kadar |
| Fırça veya spatula | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yağ tankının temizliği işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Tankın içindeki yağ tamamen boşaltılır.
4. Yağ temizleme sıvısı kullanılarak tank temizlenir.
5. Kalıntılar fırça veya spatula yardımıyla çıkarılır.
6. Tank, temizlendikten sonra temizlik malzemelerinden arındırılır ve kurutulur.
7. Kullanılan ekipmanlar işlemden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
8. Yağ tankını temizleme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Tankın içindeki yağın tamamen boşaltılması | 20 | |
| 4. | Tankın temizleme sıvısı ile doğru şekilde temizlenmesi | 20 | |
| 5. | Kalıntıların uygun şekilde çıkarılması | 20 | |
| 6. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 5.3

## YAĞ DEĞİŞTİRME

**Amaç**

Tanktaki eski yağı boşaltarak yerine yeni yağ doldurmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Boşaltma kabı | 1 adet |
| Yağ doldurma pompası | 1 adet |
| Yeni yağ | 1 bidon |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yağ tankındaki eski yağın değişimi işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Tankın içindeki eski yağ uygun şekilde boşaltılır.
4. Yağ filtresi kontrol edilir ve gerekirse değiştirilir.
5. Tanka belirtilen miktarda yeni yağ doldurulur.
6. Yağ seviyesi ölçülerek yağ seviyesinin doğruluğu kontrol edilir.
7. Kullanılan ekipmanlar işlemden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
8. Yağ değiştirme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Eski yağın uygun şekilde boşaltılması | 10 | |
| **4.** | Yağ filtresinin kontrol edilmesi ve değiştirilmesi | 30 | |
| **5.** | Yeni yağın belirtilen miktarda doldurulması | 20 | |
| **6.** | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| **7.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

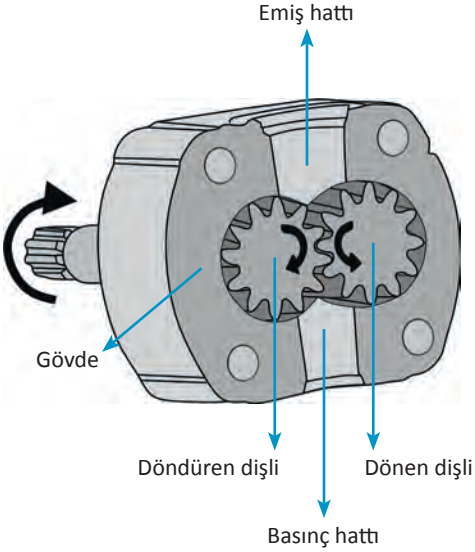
# 2. YAĞ POMPASI



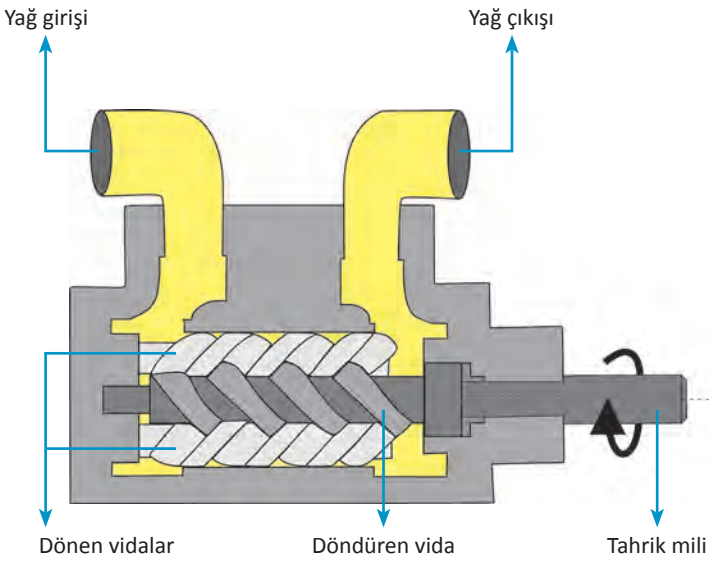
*Görsel 5.2: Yağ pompası*

Gemi makinelerinde kullanılan yağ pompası; makinenin hareketli parçalarının düzgün çalışmasını sağlamak, sürtünmeyi azaltmak ve aşınmayı önlemek amacıyla yağlama sistemine gerekli miktarda yağı basınç altında gönderen yağlama sistemi elemanıdır. Yağ pompaları, makinenin ihtiyaç duyduğu basıncı ve debiyi sağlayarak yağı tüm hareketli parçalara ulaştırır. Ayrıca yağın makine içinde dolaşmasını sağlayarak hem parçaların soğutulmasına yardımcı olur hem de sürtünmeden kaynaklanan enerji kayıplarını en aza indirir (Görsel 5.2).

Gemi makinelerinde kullanılan yağ pompaları, sistemin ihtiyacına ve kullanılan makinenin tipine göre seçilir. En yaygın kullanılan yağ pompası çeşitleri dişli tip pompalar ve vidalı tip pompalardır (Şekil 5.2 ve Şekil 5.3). Bu pompalar uzun ömürlü, dayanıklı ve ağır çalışma koşullarına uygundur.




*Şekil 5.2: Dişli tip yağ pompası*




*Şekil 5.3: Vidalı tip yağ pompası*

Gemilerde yağ pompalarının doğru çalışması; motorun aşınmasını önlemek, sürtünmeyi azaltmak ve sistemin güvenliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Özellikle açık denizlerde çalışan gemilerde yağlama sistemi arızaları ciddi sorunlara yol açabileceğinden bu pompaların periyodik bakım ve kontrolü düzenli olarak yapılmalıdır. Ayrıca modern gemi motorlarında elektronik kontrollü yağ pompaları da kullanılmaya başlanmış, bu sayede enerji tasarrufu ve sistem verimliliği artırılmıştır.

UYGULAMA: 5.4

## YAĞ POMPASININ KONTROLÜNÜ VE ARIZA TESPİTİNİ YAPMA

**Amaç**

Yağ pompasının kontrolünü ve arıza tespitini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Gözlem ve ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yağ pompasının kontrolü ve arıza tespiti işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yağ pompası gözle kontrol edilir.
4. Yağ pompasının giriş ve çıkış bağlantılarında sızıntı olup olmadığı kontrol edilir.
5. Çatlak, kırık, aşınma gibi fiziksel hasarlar belirlenir.
6. Ölçüm cihazları kullanılarak yağ basıncı kontrol edilir.
7. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
8. Yağ pompasının kontrol ve arıza tespit işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Yağ pompasının giriş ve çıkış bağlantılarında sızıntı kontrolünün yapılması | 10 | |
| **4.** | Çatlak, kırık, aşınma gibi fiziksel hasarların belirlenmesi | 10 | |
| **5.** | Yağ basıncı ölçümlerinin doğru yapılması | 20 | |
| **6.** | Tespit edilen arızaların kayıt altına alınması | 20 | |
| **7.** | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| **8.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 5.5

## YAĞ POMPASINI SÖKME VE TAKMA

**Amaç**

Yağ pompasını söküp, pompanın bakım ve kontrolünü yaparak pompayı yerine takmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Pompa bakım ve onarım kılavuzu | 1 adet |
| Anahtar takımı | 1 adet |
| Pense takımı | 1 adet |
| Tornavida takımı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yağ pompası işlem basamaklarına göre sökülecek, pompanın bakım ve kontrolü yapılacak ve pompa yerine takılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Elektrik sistemi devre dışı bırakılır.
4. Yağ pompasının bağlantı cıvataları uygun aletlerle gevşetilir.
5. Pompa dikkatlice çıkarılır ve temiz bir alana alınır.
6. Kapak, gövde ve iç yapıyı oluşturan parçalar kılavuzda belirtilen sıraya göre sökülür.
7. Yağ pompasının kontrolleri ve bakımı yapıldıktan sonra pompa cıvataları tork değerine göre sıkılır.
8. Bağlantılar kontrol edilerek işlem tamamlanır.
9. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
10. Yağ pompasını sökme ve takma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yağ pompasının sökülmesi | 20 | |
| 4. | Yağ pompasının takılması | 30 | |
| 5. | Bağlantıların kontrol edilmesi | 10 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 5.6

## YAĞ POMPASINI ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Yağ pompasını çalıştırarak kontrol etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Yağ basınç ölçüm cihazı | 1 adet |
| Uygun müdahale takımları | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yağ pompası işlem basamaklarına göre çalıştırılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yağ pompasının bağlantıları kontrol edilir.
4. Yağ pompası çalıştırılır ve pompanın basınç değerleri ölçülür.
5. Herhangi bir sızıntı veya anormal durumun olup olmadığı kontrol edilir.
6. Pompa çalışma sesi ve titreşimi kontrol edilir.
7. Yağ pompasını çalıştırma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Bağlantıların kontrol edilmesi | 20 | |
| 4. | Pompanın çalıştırılarak basınç değerlerinin doğru ölçülmesi | 10 | |
| 5. | Sızıntı veya anormal durumların tespit edilmesi | 20 | |
| 6. | Ses ve titreşim kontrolünün yapılması | 20 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 3. YAĞ SEPARATÖRÜ



*Görsel 5.3: Yağ separatörü*

Yağ separatörleri, makine sistemlerinde kullanılan yağın temizlenmesi ve içerisindeki kirletici maddelerden arındırılması için kullanılan ekipmanlardır. Temel amacı motor veya ekipman yağlama sistemlerinde kullanılan yağda biriken su, karbon parçacıkları, metal tozları ve diğer zararlı maddeleri ayrıştırarak yağın tekrar kullanılabilir hâle gelmesini sağlamaktır. Bu işlem, motorun aşınmasını ve arızalarını önlerken sistemin verimli ve güvenilir şekilde çalışmasını sağlar (Görsel 5.3).

Yağ separatörleri, yüksek devirle dönen bir tas ve sıvıların yoğunluğuna göre ayrıştırıldığı bölmelerden oluşur. Ana bileşenleri şunlardır:

| Tas | Disk Paketi | Besleme Pompası | Su Tahliyesi | Kontrol ve Alarm Sistemleri |
|---|---|---|---|---|
| Sistemin temel bileşenidir. Yüksek devirle dönen tas, santrifüj kuvvet oluşturarak sıvıları yoğunluklarına göre ayırır. Ağır maddeler ve katı partiküller tasın dış çeperine doğru savrulurken hafif maddeler iç kısımda kalır. | Tasın içinde yer alan ince plakalar, sıvının yüzey alanını artırarak ayrıştırma işlemini kolaylaştırır. | Kirli yağı sisteme taşır ve tasın içine sürekli bir akış sağlar. | Ayrıştırılan suyun sisteme zarar vermeden tahliye edilmesini sağlar. | Basınç, sıcaklık, tasın dönüş hızı gibi kritik parametreleri izler ve gerektiğinde operatöre bilgi verir. |

Yağ separatörünün verimli ve güvenli bir şekilde çalışabilmesi için düzenli olarak şu kontrollerin yapılması gerekir:

| Tas Kontrolü | Disk Paketi Kontrolü | Yağ Akışı ve Basınç | Su Tahliye Sistemi | Alarm ve Güvenlik Sistemleri |
|---|---|---|---|---|
| Tasın dönüş hızı kontrol edilmeli ve herhangi bir balans probleminin olup olmadığı incelenmelidir. Tasın içinde biriken katı partiküller periyodik olarak temizlenmelidir. | Disklerin arasındaki boşluk tıkanmışsa temizlenmelidir. Bu işlem ayrıştırma verimliliğini doğrudan etkiler. | Besleme pompasının debisi ve tasın içindeki yağ basıncı kontrol edilmelidir. Giriş ve çıkış vanalarının doğru pozisyonda olduğu teyit edilmelidir. | Sistemde biriken suyun drenaj hattından sorunsuz şekilde tahliye edildiği kontrol edilmelidir. | Tüm sensörler özellikle sıcaklık ve basınç sensörleri düzenli olarak test edilmelidir. |

Yağlama yağı separatörü ve yakıt separatörü, gemi motorlarının verimli çalışmasını sağlamak için kullanılan önemli ekipmanlardır. Gemilerde kullanılan yağlama yağı separatörü ve yakıt separatörü, işlev olarak benzer şekilde çalışır. Ancak amaçları ve ayrıştırdıkları maddeler farklıdır.

**Yağlama yağı separatörü**, motorun yağlama sisteminde kullanılan yağın temizlenmesi amacıyla tasarlanmıştır. Bu aygıt, yağda biriken su, karbon parçacıkları, metal kalıntıları gibi kirleticileri ayrıştırarak motor parçalarının aşınmasını önler ve motorun ömrünü uzatır. Daha yoğun bir sıvı olan yağlama yağına uygun bir santrifüj sistemi ile çalışan bu separatör, katı partikülleri etkili bir şekilde temizlemek üzere uygun hâle getirilmiştir.

**Yakıt separatörü**, gemide kullanılan yakıtın temizlenmesi için geliştirilmiştir. Özellikle su, tortu, kum gibi yakıt kirleticilerini ayrıştırır. Bu sayede motorun yanma odasında oluşabilecek sorunları önler, enjektörlerin tıkanmasının ve sistemde oluşabilecek korozyon gibi problemlerin önüne geçer. Daha ince partikülleri temizlemek için tasarlanan yakıt separatörü, yakıt viskozitesine uygun bir santrifüj sistemiyle çalışır. Hem yağlama yağı separatörü hem yakıt separatörü motorun verimli çalışmasını ve uzun ömürlü olmasını sağlamak adına önemli bir rol oynar.

Yağlama yağı separatörü ile yakıt separatörü arasındaki temel farklar Tablo 5.1'de belirtilmiştir.

*Tablo 5.1: Yağlama Yağı Separatörü ve Yakıt Separatörü Arasındaki Temel Farklar*

| ÖZELLİK | YAĞLAMA YAĞI SEPARATÖRÜ | YAKIT SEPARATÖRÜ |
|---|---|---|
| **Amaç** | yağı temizleyerek motor parçalarını korumak | yakıtı temizleyerek motor performansını artırmak |
| **Hedef Kirleticiler** | su ve metal parçacıkları | su ve yakıt tortuları |
| **Kullanılan Sıvı** | yağlama yağı (yoğun) | yakıt (az yoğun) |
| **Kullanım Alanı** | motorun yağlama sistemi | motorun yakıt sistemi |
| **Tasarım Özellikleri** | katı parçacık ayırmaya odaklı | su ve ince partikül ayırmaya odaklı |

UYGULAMA: 5.7

## YAĞ SEPARATÖRÜNÜ SÖKME VE KONTROL ETME

**Amaç**

Yağ separatörünü doğru şekilde sökmek, temizlemek ve kontrol etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Yağ separatörü | 1 adet |
| Uygun anahtar takımı | 1 adet |
| Pense takımı | 1 adet |
| Temizlik fırçası ve üstüpü | 1 adet |
| Yağ ve su tahliye kabı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yağ separatörü işlem basamaklarına göre sökülecek, temizlenecek ve kontrol edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Yağ separatörü ve gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Separatörün kapakları sökülür ve tas dışarı çıkarılır.
4. Tas içindeki diskler çıkarılarak temizlenir.
5. Separatör gövdesi ve tahliye hatları temizlenir.
6. Tüm parçalar kontrol edilir (disklerde çatlak, tasta hasar vb.).
7. İşlem basamakları tersten takip edilerek separatör toplanır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Yağ separatörünü sökme ve kontrol etme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Separatör kapaklarının sökülmesi | 10 | |
| **4.** | Tas ve disklerin doğru şekilde çıkarılması | 10 | |
| **5.** | Disklerin ve gövdenin temizlenmesi | 20 | |
| **6.** | Separatör parçalarının kontrol edilmesi | 10 | |
| **7.** | Separatörün doğru şekilde toplanması | 10 | |
| **8.** | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| **9.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 5.8

## YAĞ SEPARATÖRÜNÜ DEVREYE ALMA

**Amaç**

Yağ separatörünü doğru şekilde devreye almak ve yağın temizlenmesini sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Yağ separatörü | 1 adet |
| Uygun anahtar takımı | 1 adet |
| Yağ besleme hattı ve tahliye kabı | 1 adet |
| Kontrol ve izleme cihazları | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yağ separatörü işlem basamaklarına göre devreye alınacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yağ separatörü ve besleme hatları kontrol edilir.
4. Separatör tasın temiz olduğundan emin olunur.
5. Separatör devreye alınır ve tasın ideal hızda döndüğü kontrol edilir.
6. Yağ besleme hattı açılır ve kirli yağ separatöre gönderilir.
7. Ayrıştırılan su ve partiküllerin tahliyesi gözlemlenir.
8. Temizlenen yağın çıkış hattından sorunsuz şekilde aktığı kontrol edilir.
9. Yağ separatörünü devreye alma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Separatör tasın kontrol edilmesi | 10 | |
| 4. | Separatörün devreye alınması | 20 | |
| 5. | Yağ besleme ve tahliye hatlarının kontrol edilmesi | 20 | |
| 6. | Ayrıştırılan su ve partiküllerin doğru şekilde tahliye edilmesi | 10 | |
| 7. | Temiz yağ çıkış hattının kontrol edilmesi | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

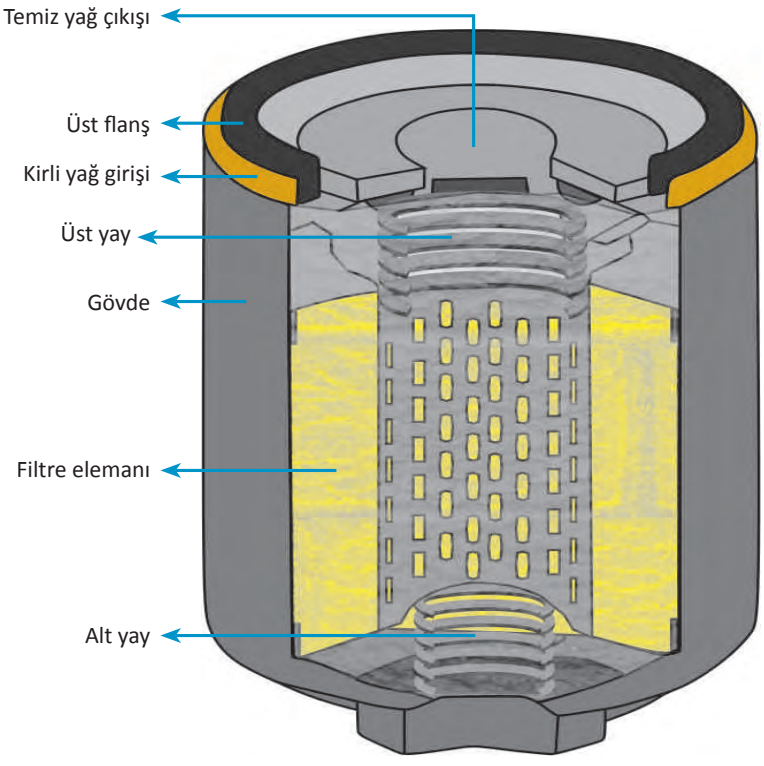
# 4. YAĞ FİLTRESİ



Gemi makinelerinde kullanılan yağ filtresinin temel görevi, yağlama sistemindeki yağı süzerek yabancı maddelerin ve kirleticilerin sisteme zarar vermesini engellemektir. Motorun hareketli parçaları arasındaki sürtünmeyi azaltmak ve aşınmayı önlemek için temiz yağ kullanımı büyük önem taşır. Yağ filtresi; yağda biriken metal parçacıklarını, karbon birikintilerini, kurum ve diğer kirleri tutarak motorun verimli çalışmasını sağlar. Metal parçacıklar manyetik filtreler ile yakalanırken karbon birikintileri ve kurum gibi küçük parçacıklar kâğıt veya sentetik elyaflı filtreler sayesinde süzülür. Daha ince kirleticiler ise bypass filtreler aracılığıyla daha hassas bir şekilde süzülür (Görsel 5.4).

*Görsel 5.4: Yağ filtresi*

Yağ filtresi genellikle metal veya dayanıklı plastik bir gövdeye sahiptir. Yağ filitresinde ince süzgeç veya filtre elemanları bulunur. Bu elemanlar, yağı süzmek için özel malzemelerden üretilmiştir (kâğıt, metal örgü, sentetik malzemeler vb.). Farklı tiplerde yağ filtreleri vardır ancak gemi makinelerinde genellikle yüksek basınca dayanıklı filtreler tercih edilir (Şekil 5.4).




*Şekil 5.4: Yağ filtresi ve filtre elemanı*

Gemi makineleri gibi sürekli çalışması gereken sistemlerde yağın temizliğini sağlamak amacıyla dubleks filtreler kullanılır. Bu filtrelerin temel amacı yağlama sistemindeki yağı kirlerden arındırırken sistemin kesintisiz çalışmasını mümkün kılmaktır. Bu sistem genellikle iki paralel filtreden oluşur. Her iki filtre de aynı anda çalışabilir ya da biri yedek olarak bekleyebilir (Görsel 5.5).




*Görsel 5.5: Yağ filtresi*

Dubleks filtreler, sistem durdurulmadan bakım veya filtre değişimi yapmaya olanak tanır. Bir filtre tıkandığında valf yardımıyla yağ akışı diğer filtreye yönlendirilir. Böylece motor veya makinenin durdurulmasına gerek kalmaz.

Dubleks filtreler sayesinde sistem durdurulmadan bakım yapılabilir. Böylece zaman kaybı önlenir ve operasyonel maliyetler düşer. Özellikle ticari gemilerde planlanmamış sistem durdurmalarının önlenmesi büyük ekonomik avantaj sağlar.

UYGULAMA: 5.9

## DUBLEKS FİLTREDE YAĞIN YÖNÜNÜ DEĞİŞTİRME

**Amaç**

Dubleks filtrede yağ yönünü değiştirmek ve sistemin doğru çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Üstüpü | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan dubleks filtredeki yağın yönü işlem basamaklarına göre değiştirilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Dubleks filtrenin üzerindeki yağ yönü değiştirme vanasının yeri tespit edilir.
4. Vana çevrilerek yağın yönü değiştirilir.
5. Devre dışı kalan filtrede temizlik ve kontrol işlemi yapılır.
6. Yapılan işlemden sonra sistem kontrol edilir.
7. Kullanılan ekipmanlar temizlenir ve yerine yerleştirilir.
8. Dubleks filtrede yağın yönünü değiştirme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Yağ yönü değiştirme vanasının yerinin tespit edilmesi | 20 | |
| **4.** | Yağ yönünün doğru şekilde değiştirilmesi | 20 | |
| **5.** | Sistemin kontrol edilmesi | 20 | |
| **6.** | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| **7.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 5.10

## YAĞ FİLTRESİNİ SÖKME, KONTROL ETME, TEMİZLEME VE TAKMA

**Amaç**

Yağ filtresini sökme, kontrol etme, temizleme ve yerine takma işlemini gerçekleştirerek filtrenin düzgün çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Yağ temizleme sıvısı | 1 şişe |
| Üstüpü | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yağ filtresi işlem basamaklarına göre sökülecek, kontrol edilecek, temizlenecek ve yerine takılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yağ filtresi sistemden sökülür.
4. Filtreden gelen kirler temizlenir.
5. Filtrenin çalışma durumu doğru şekilde kontrol edilir.
6. Filtre tekrar yerine takılır.
7. Kullanılan ekipmanlar işlemden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
8. Yağ filtresini sökme, kontrol etme, temizleme ve takma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Yağ filtresinin doğru şekilde sökülmesi | 10 | |
| **4.** | Filtreden gelen kirlerin doğru şekilde temizlenmesi | 20 | |
| **5.** | Filtrenin çalışma durumunun doğru şekilde kontrol edilmesi | 20 | |
| **6.** | Filtrenin doğru şekilde yerine takılması | 20 | |
| **7.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 5. YAĞ KULERİ

Yağ kulerleri (yağ soğutucuları), gemi makinelerinde kullanılan yağlama sisteminin önemli bir parçasıdır. Bu aygıtlar, motor yağı sıcaklığını ideal seviyede tutarak motorun sağlıklı bir şekilde çalışmasını sağlar.

Yağ, motor çalışırken sürtünme ve ısıl yükten dolayı aşırı derecede ısınır. Yağ kulerleri, bu yağı soğutarak yağlama sisteminin verimli çalışmasını destekler. Soğutulmuş yağ, motorun hareketli parçaları arasında düzgün bir yağlama sağlar. Aşırı ısınmış yağ, viskozitesini kaybeder ve yağlama görevini yerine getiremez. Bu durum motorun aşınmasına neden olur. Yağın istenilen sıcaklıkta tutulması, yağın özelliğini kaybetmesini önler ve ömrünü uzatır. Bu durum, yağ değişim sıklığını azaltarak tasarruf sağlar. İdeal sıcaklıktaki yağ, motorun daha verimli çalışmasını sağlar ve yakıt tüketimini en uygun değerlerde tutar.

Yağ kulerleri genellikle metal bir gövdeye sahiptir. Deniz ortamına dayanıklı malzemelerden (pirinç, bakır-nikel alaşımı, paslanmaz çelik vb.) üretilir. Bu malzemeler, kulerin uzun ömürlü olmasını ve zorlu koşullarda bile verimli çalışmasını sağlar. Yağ kulerlerinin yapıları, soğutma işlemi sırasında yağın etkin bir şekilde soğutulmasını sağlayacak şekilde tasarlanır.

Yağ kulerlerinin çalışma prensibi, motor yağı ile soğutma sıvısı (genellikle deniz suyu veya tatlı su) arasında gerçekleşen ısı alışverişine dayanır. Yağ kulerlerinin içinde boru demetleri veya plakalar bulunur. Borulu tip yağ kulerlerinde yağ ve soğutma sıvısının akışı iç içe geçmiş borular aracılığıyla sağlanır (Görsel 5.6). Bu yapı, her iki sıvının birbiriyle doğrudan temas etmeden ısı alışverişi yapmasına olanak tanır. Plakalı tip yağ kulerlerinde ise sıvılar ince plakalar arasından geçerken ısıyı plakalara aktarır (Görsel 5.7). Böylece sıvıların geçiş alanı daralırken ısı transfer yüzeyi genişler ve sıvının verimli soğuması sağlanır.

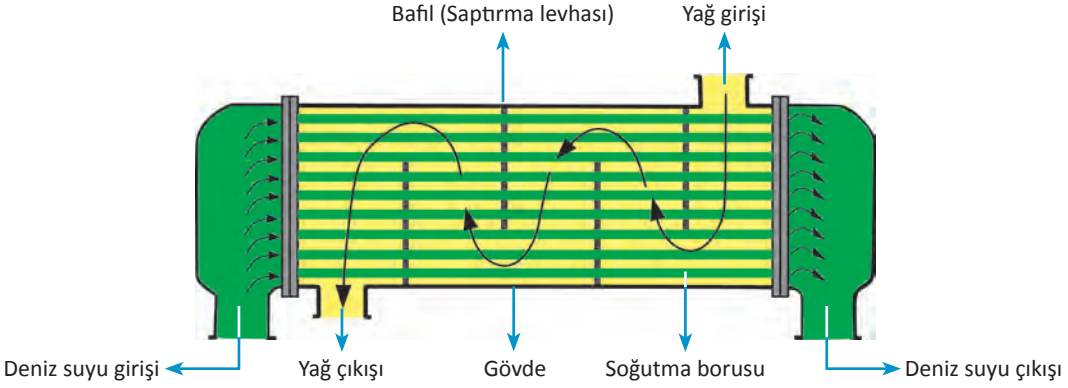


*Görsel 5.6: Borulu tip yağ kuleri*

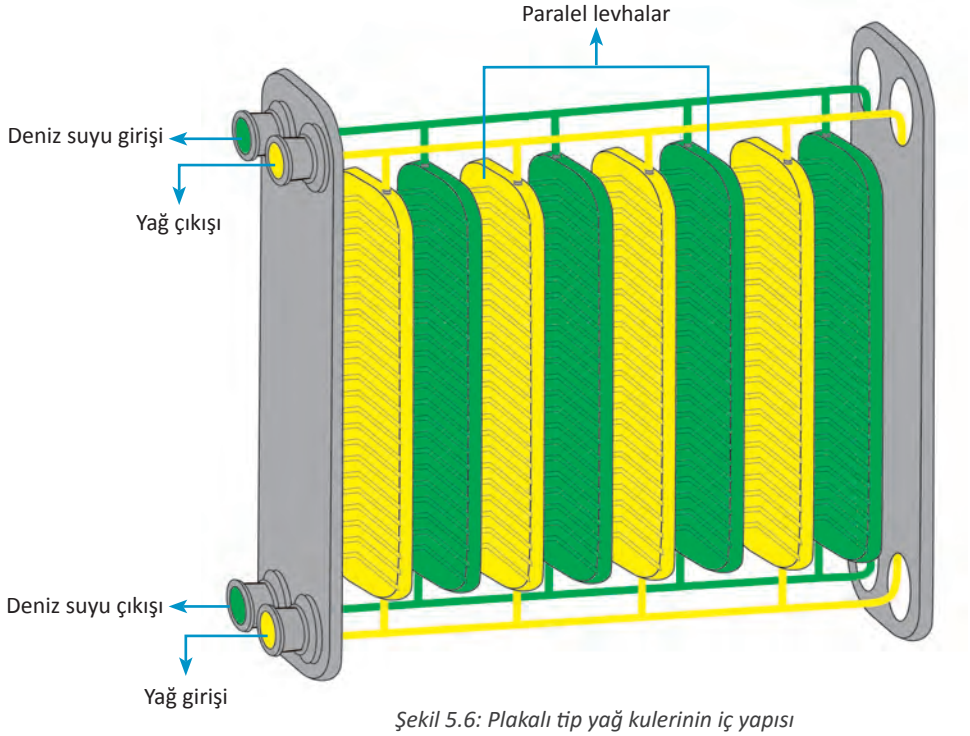


*Görsel 5.7: Plakalı tip yağ kuleri*

Yağ kulerinin içinde yağ ve soğutma sıvısının giriş ile çıkış bağlantıları yer alır. Bu bağlantılar, sıvıların doğru bir şekilde yönlendirilmesini sağlar ve sistemin düzgün çalışmasına olanak tanır. Bazı yağ kulerlerinde yağın sıcaklığını kontrol etmek için termostatlar ve kontrol vanaları bulunur. Bu elemanlar, soğutma işlemini otomatik olarak düzenler ve yağın ideal sıcaklık seviyesinde kalmasını sağlar (Şekil 5.5 ve Şekil 5.6).




*Şekil 5.5: Borulu tip yağ kulerinin iç yapısı*




*Şekil 5.6: Plakalı tip yağ kulerinin iç yapısı*

Motor yağı, yağ kulerinin bir tarafından girer ve boru ya da plakalar boyunca ilerler. Soğutma sıvısı (deniz suyu vb.), ters yönde akar ve ısı değişimi gerçekleşir. Bu süreçte sıcak yağ, soğutma sıvısına ısı verir ve soğuyan yağ, motora geri dönerek yağlama görevini sürdürür. Yağ kulerleri, motorun uzun ömürlü ve verimli çalışmasında önemli bir rol oynar. Yağ kulerlerinin işlevselliği, doğru bakım ve periyodik kontrollerle korunur. Bu sayede motorun performansı sürekli olarak yüksek tutulur.

UYGULAMA: 5.11

## YAĞ KULERİNİ SÖKME VE TAKMA

**Amaç**

Yağ kulerini sökerek gözlemlemek ve tekrar yerine takmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 takım |
| Üstüpü | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yağ kuleri işlem basamaklarına göre sökülecek ve yerine takılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yağ kuleri sistemden sökülür.
4. Takılacak yeni yağ kuleri hazırlanır.
5. Yeni yağ kuleri yerine takılır.
6. Kullanılan ekipmanlar işlemden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
7. Yağ kulerini sökme ve takma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yağ kulerinin doğru şekilde sökülmesi | 10 | |
| 4. | Takılacak yeni yağ kulerinin hazırlanması | 20 | |
| 5. | Yağ kulerinin doğru şekilde yerine takılması | 20 | |
| 6. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 20 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 5.12

## YAĞ KULERİNİN BAKIM VE KONTROLLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Yağ kulerinin bakım ve son kontrollerini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 takım |
| Üstüpü | Yeteri kadar |
| Yağ temizleme sıvısı | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yağ kulerinin bakım ve son kontrolleri işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yağ kulerinin bağlantı ve gövde sızıntı kontrolleri yapılır.
4. Yağ kuleri sökülür ve fiziksel olarak kontrol edilir.
5. Yağ kulerinin temizlik işlemleri yapılır.
6. Bakımdan sonra yağ kuleri yerine takılır.
7. Kullanılan ekipmanlar işlemden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
8. Yağ kulerinin bakım ve kontrol işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Yağ kulerinin doğru şekilde sökülerek kontrol edilmesi | 20 | |
| **4.** | Yağ kulerinin temizlik işlemlerinin doğru yapılması | 20 | |
| **5.** | Bakımdan sonra yağ kulerinin doğru şekilde yerine takılması | 20 | |
| **6.** | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| **7.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 6. ÖĞRENME BİRİMİ

# SOĞUTMA SİSTEMİ

1. DENİZ SUYU SOĞUTMA DEVRELERİ
2. TATLI SU SOĞUTMA DEVRELERİ
3. TATLI SU KULERİ



## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Deniz suyu devresinin bakımı
- Tatlı su devresinin bakımı
- Tatlı su kulerlerinin bakımı

# 1. DENİZ SUYU SOĞUTMA DEVRELERİ

Gemilerdeki soğutma sistemi geminin güvenli, verimli ve sürdürülebilir bir şekilde çalışabilmesi için büyük önem taşır. Sürekli çalışan motorlar, jeneratörler ve diğer makineler yüksek miktarda ısı üretir. Soğutma sistemleri, bu ısının etkin bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlayarak makinelerin aşırı ısınmasını önler. Böylece hem parçaların ömrü uzar hem de motorların ideal performansta çalışması desteklenir. Motorların uygun sıcaklık aralığında tutulması, yakıt tüketimini azaltarak işletme maliyetlerini düşürür ve çevresel etkileri minimum seviyeye indirir.

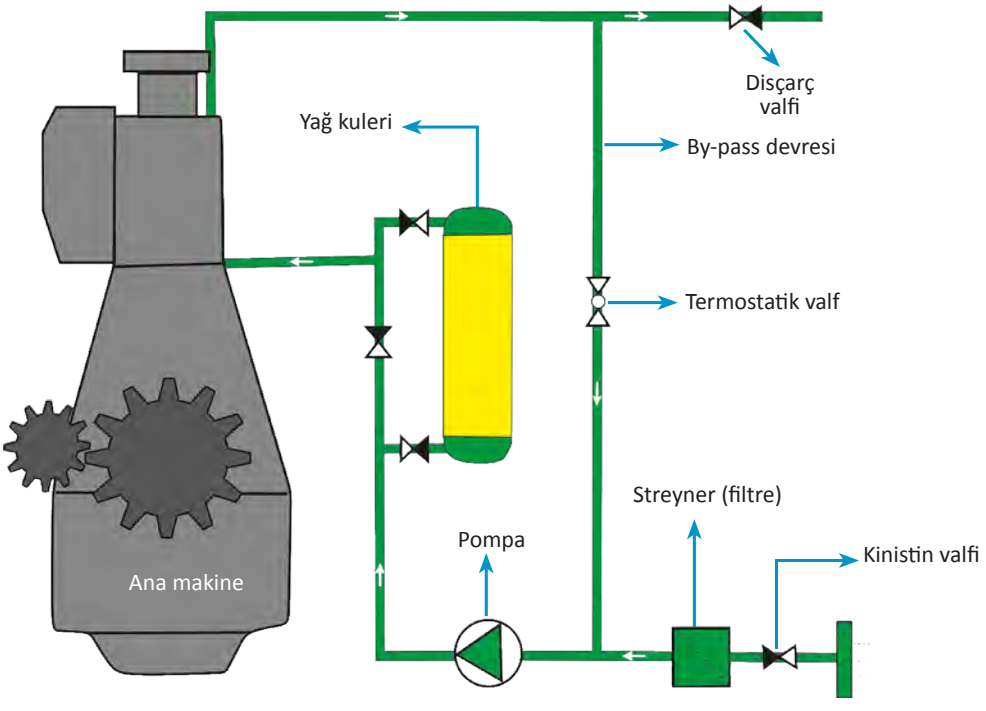
Deniz suyu soğutma devresi, açık bir sistemdir. Sistemin açık olması bazı zorlukları beraberinde getirir. Deniz suyu yüksek tuz içeriğine sahiptir. Bu durum korozyona neden olur. Ayrıca deniz suyuyla birlikte yosun, kum, kabuklu deniz canlıları gibi yabancı maddeler gemi sistemine girebilir. Bu durum sistemin performansını düşürür ve sistemin düzenli bakımını gerektirir.

**Deniz suyu soğutma devreleri** iki gruba ayrılır

- **Doğrudan Soğutma Devresi** (Açık Soğutma Devresi)
- **Merkezî Soğutma Devresi** (Kapalı Soğutma Devresi)

### a) Doğrudan Soğutma Devresi

Denizden alınan suyun direkt olarak makinelerde dolaştırıldıktan sonra tekrar denize verilmesi prensibiyle çalışan devredir (Şekil 6.1). Bu sayede sistemde sürekli bir su döngüsü sağlanmış olur.




*Şekil 6.1: Doğrudan soğutma devresi*

Doğrudan soğutma devresinde kinistin valfi (Görsel 6.1) açılınca deniz suyu, sisteme girmeden önce deniz canlıları ve yabancı maddelerden arındırılmak üzere streynerden geçirilir (Görsel 6.2). Deniz suyu, su kesiminin altında bulunan deniz suyu pompa gövdesini doldurur. Genellikle santrifüj tipi olan bu pompalar, suyu yaklaşık 2-4 bar basınçla makineye gönderir. Pompa basıncı ve türü geminin boyutuna, motor kapasitesine ve tasarımına bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Görsel 6.3).

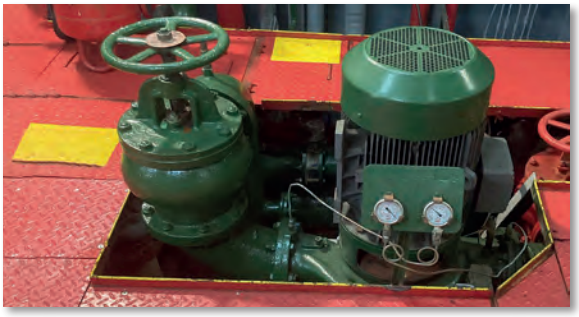
Deniz suyu, makineye ulaşmadan önce yağlama yağı kulerinden geçerek soğutmayı sağlar. Daha sonra makineye girerek önce silindir ceketlerini, ardından kaveri (kapak) soğutarak görevini tamamlar. Soğutma işlemi bittikten sonra disçarç valfinden dışarı atılır. Soğuk mevsimlerde makinenin sıcak tutulması için sistemde ayrıca bir bypass [baypas (yan geçiş hattı)] devresi bulunur.



*Görsel 6.1: Kinistin valfi*



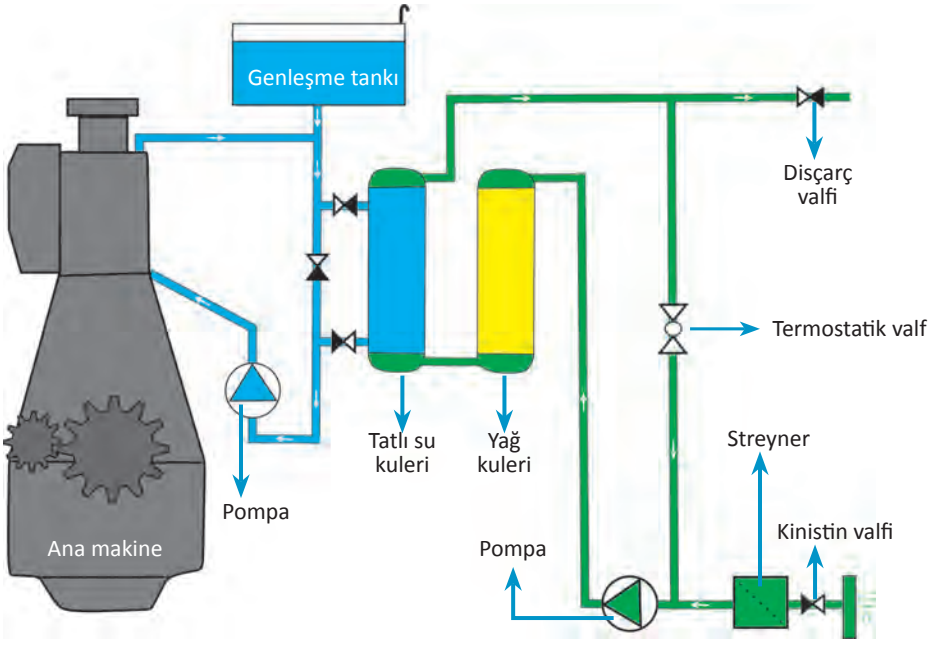
*Görsel 6.2: Streyner*



*Görsel 6.3: Deniz suyu pompası*

**b) Merkezî Soğutma Devresi**

Deniz suyunun makine içerisinde dolaşan kapalı bir tatlı su devresini soğutmak için kullanıldığı sistemdir. Deniz suyu, kinistin valfi aracılığıyla alınır ve bir streynerden geçirilerek temizlenir. Daha sonra santrifüj pompası ile sisteme basılır. Bu su, yağlama yağı kulerine ve tatlı su kulerine yönlendirilir. Yağlama yağı kulerinden geçen deniz suyu, burada yağlama yağının ısısını alarak bir miktar ısınır ve tatlı su kulerine basılır. Tatlı su kulerinden de bir miktar ısı alan deniz suyu, disçarç valfi yardımıyla tekrar denize boşaltılır (Şekil6.2).




*Şekil 6.2: Merkezî soğutma sistemi 1*

UYGULAMA: 6.1

## KİNİSTİN VALFİNİN KONTROL VE BAKIMINI YAPMA

**Amaç**

Kinistin valfinin kontrol ve bakımını yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Basınçlı hava ve su tabancası | 1 adet |
| Üstüpü, tel fırça ve kazıyıcı | Yeteri kadar |
| Ölçü aletleri | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan kinistin valfinin kontrol ve bakımları işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kinistin valfinin bağlantı yerlerinde ve gövdesinde sızıntı olup olmadığı kontrol edilir.
4. Kinistin valfi sökülür ve fiziksel olarak kontrolleri yapılır.
5. Kinistin valfinin gövde içi ve çevresi tel fırça, kazıyıcı veya basınçlı suyla temizlenir.
6. Temizlikten sonra kinistin valfinin parça kontrolü yapılır ve gerekirse arızalı parça yenisiyle değiştirilir.
7. Kinistin valfi yerine takılır.
8. Kullanılan ekipmanlar işlemden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
9. Kinistin valfinin bakım ve kontrol işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kinistin valfinin doğru şekilde sökülerek kontrol edilmesi | 10 | |
| 4. | Kinistin valfinin temizlik işlemlerinin doğru yapılması | 20 | |
| 5. | Temizlikten sonra kinistin valfinin kontrol edilmesi ve gerekirse parça değişiminin yapılması | 10 | |
| 6. | Bakımdan sonra kinistin valfinin doğru şekilde yerine takılması | 10 | |
| 7. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi | 10 | |
| 8. | Ekipmanların yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 6.2

## KİNİSTİNİ TEMİZLEME

**Amaç**

Kinistinin temizliğini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Basınçlı hava ve su tabancası | 1 adet |
| Üstüpü, tel fırça ve kazıyıcı | Yeteri kadar |
| Ölçü aletleri | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan kinistinin temizliği işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kinistinin çevresi kontrol edilerek biriken kirler temizlenir.
4. Kinistinin fiziksel kontrolleri yapılır.
5. Kinistinin içindeki yosun ve kabuklu canlılar tel fırça, kazıyıcı veya basınçlı suyla temizlenir.
6. Kullanılan ekipmanlar işlemden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
7. Kinistini temizleme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kinistinin kontrol edilmesi | 20 | |
| 4. | Kinistinin temizlik işlemlerinin doğru yapılması | 40 | |
| 5. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 6. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 6.3

## DENİZ SUYU POMPASI İLE VALFLERİNİN BAKIM VE KONTROLLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Deniz suyu pompası ile valflerinin bakım ve son kontrollerini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Basınçlı hava tabancası | 1 adet |
| Üstüpü, tel fırça, zımpara ve kazıyıcı | Yeteri kadar |
| Ölçü aletleri | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan deniz suyu pompası ile valflerinin bakım ve son kontrolleri işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Deniz suyu pompasının elektrik bağlantısı kesilir ve valflerin akışı devre dışı bırakılır.
4. Deniz suyu pompası ve valfleri sökülür.
5. Deniz suyu pompasının gövdesi ve iç parçaları tel fırça, bez, kazıcı, basınçlı hava veya basınçlı suyla temizlenir.
6. Temizlikten sonra deniz suyu pompasının parça kontrolü yapılır, gerekirse arızalı parça yenisiyle değiştirilir.
7. Valflerin gövdesinin içi, disk, mil gibi parçaları; tel fırça, zımpara veya temiz suyla temizlenir.
8. Temizlik yapıldıktan sonra valflerin parça kontrolü yapılır ve gerekirse arızalı parça yenisiyle değiştirilir.
9. Deniz suyu pompası ve valfleri yerine takılır.
10. Pompa çalıştırılarak sızdırmazlık kontrolleri yapılır ve işlem tamamlanır.
11. Deniz suyu pompası ile valflerinin bakım ve kontrol işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Deniz suyu pompası ve valflerinin kontrol edilip sökülmesi | 20 | |
| 4. | Deniz suyu pompası ve valflerinin temizlik işlemlerinin doğru yapılması | 10 | |
| 5. | Deniz suyu pompası ve valflerinin temizlikten sonra parça kontrolünün ve gerekirse parça değişiminin yapılması | 10 | |
| 6. | Deniz suyu pompası ve valflerinin takılması | 10 | |
| 7. | Deniz suyu pompası ve valflerinin sızdırmazlıklarının kontrol edilmesi | 20 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 6.4

## DENİZ SUYU POMPASINI ÇALIŞTIRARAK KONTROL ETME

**Amaç**

Deniz suyu pompasını çalıştırmak ve kontrol etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Deniz suyu basınç ölçüm cihazı | 1 adet |
| Uygun müdahale takımları | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan deniz suyu pompası işlem basamaklarına göre çalıştırılarak kontrol edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Deniz suyu pompasının bağlantıları kontrol edilir.
4. Deniz suyu pompası çalıştırılarak pompanın basınç değerleri ölçülür.
5. Herhangi bir sızıntı veya anormal bir durumun olup olmadığı kontrol edilir.
6. Pompanın çalışma sesi ve titreşimi kontrol edilir.
7. Deniz suyu pompasını çalıştırarak kontrol etme işlemi detaylı şekilde raporlandırılır.

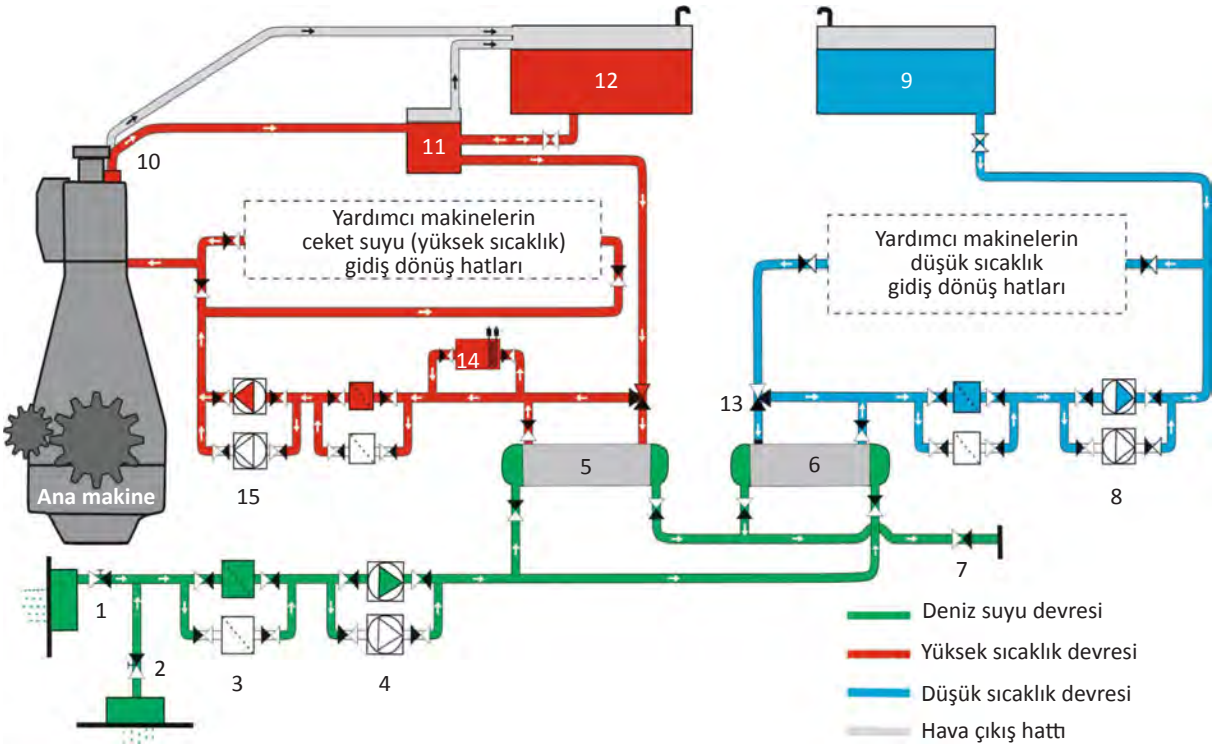
### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Bağlantıların kontrol edilmesi | 20 | |
| 4. | Pompanın çalıştırılarak basınç değerlerinin doğru ölçülmesi | 10 | |
| 5. | Sızıntı veya anormal durumların tespit edilmesi | 20 | |
| 6. | Ses ve titreşim kontrolünün yapılması | 20 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 2. TATLI SU SOĞUTMA DEVRELERİ

Soğutma için deniz suyu kullanımı geminin bazı kısımlarında korozyona neden olduğu için çoğu gemide tatlı su soğutma sistemi bulunur. Bu sistemde deniz suyu, tatlı suyu soğutmak için kullanılır. Gemilerdeki tatlı su soğutma sistemi, ana makine ve yardımcı makinelerin soğutulması için tatlı suyun kullanıldığı merkezî soğutma sistemidir.

Tatlı su devrelerinde yer alan ana makine ceket suyu sistemindeki silindir gömlekleri, silindir kapakları, egzoz valfleri, yardımcı makineler gibi yüksek sıcaklıklarda çalışan elemanların soğutulması **yüksek sıcaklık *(freshwater high temperature)* devresi** ile sağlanır. Yardımcı sistemler gibi düşük sıcaklıklarda çalışan makinelerin soğutulması ise **düşük sıcaklık *(freshwater low temperature)* devresi** ile sağlanır (Şekil 6.3).




*Şekil 6.3: Merkezî soğutma sistemi 2*

**Deniz suyu devresi** Şekil 6.3'te yeşil renkle gösterilmiştir. Deniz suyu; gemi, liman veya kıyıya yakın bölgelerdeyse sığ su kinistin valfiyle (1), açık denizde veya derin sulardaysa derin su kinistin valfi (2) kullanılarak deniz suyu pompalarından (4) biriyle çekilir. Deniz suyu, pompalama işleminden önce filtreden (3) geçirilir. Çekilen deniz suyu ihtiyaç durumuna göre tatlı su kulerlerinden (5-6) geçirilir. Tatlı su devrelerinin ısısını alan deniz suyu, dışarç valfi (7) kullanılarak tekrar denize tahliye edilir. Bu süreç tatlı su devrelerinin etkin bir şekilde soğutulmasını sağlar. Tatlı su devresi, düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık devresi olarak ikiye ayrılır.

**Düşük sıcaklık devresi**ndeki tatlı su hattı Şekil 6.3'te mavi renkle gösterilmiştir. Bu devrede yardımcı makinelerden gelen düşük sıcaklıktaki su, tatlı su pompalarından (8) biriyle çekilir ve ihtiyaç durumunda kulerden (6) geçirilir. Kulerden geçirilen su, deniz suyu yardımıyla soğutulur ve sisteme tekrar verilir. Bu işlem, tatlı su pompaları (8) sayesinde kesintisiz devam eder (Görsel 6.4). Sistemin eksilen tatlı su kaybını tamamlamak için genleşme tankı *(expansion tank)* (9) kullanılır (Görsel 6.5).



*Görsel 6.4: Tatlı su pompası*



*Görsel 6.5: Genleşme tankı*

**Yüksek sıcaklık devresi**ndeki tatlı su hattı Görsel 6.6'te kırmızı renkle gösterilmiştir. Bu devredeki soğutma suyu, motorun yanma odalarına yakın olduğu için fazla ısı emer. Bu yüzden düşük sıcaklık devresinden daha yüksek bir sıcaklığa sahiptir. Tatlı su yüksek sıcaklık devresinde soğutmayı sağlamak üzere su pompalarından biri (15), silindir ceket suyunun makine çıkış noktasından (10) çekilmesini sağlar. Çekilen su, hava gidericiye (11) gelir. Hava giderici, soğutma suyundaki havayı genleşme tankına (12) göndererek soğutma sisteminin kesintisiz çalışmasını sağlar.

Soğutma suyu sıcaklığının normalden fazla yükselmesi durumunda oluşacak buhar, ana makine çıkış noktasından genleşme tankına doğrudan gider. Böylece genleşme tankı sistemin havasını üzerine alır. Genleşme tankı aynı zamanda sistemdeki tatlı su kaybını dengelemek ve suyun ısıl genleşmesini telafi etmek için kullanılır. Hava gidericiden sonra termostatik valfe (13) (Görsel 6.6) gelen yüksek sıcaklıktaki soğutma suyu, sıcaklığı normal seviyenin üzerindeyse kulerden (5) geçirilerek soğutulur; sıcaklığı normal seviyenin altındaysa devredeki dolaşıma devam eder.



*Görsel 6.6: Termostatik valf*

Soğuk havalarda ana makinenin kolay çalışmasını sağlamak ve soğutma sıcaklığını düzenlemek için devreye giren hiter (14) (Görsel 6.7), suyun belirli bir sıcaklıkta kalmasını sağlayarak korozyonu önler. Ani sıcaklık değişimlerini engelleyerek sistemi korur.



*Görsel 6.7: Hiter*

Gemilerde ana makinenin ideal çalışma sıcaklığı motorun tipine ve yakıt türüne göre değişir. Ana makine silindir ceket suyunun ideal çalışma sıcaklığı 75-90 °C'tur. Sistemde kullanılan tatlı suyun belirli aralıklarla test edilmesi gerekir.

**Sistemde kullanılan tatlı suyun test edilme amaçları**

- Sistemdeki korozyonu önlemek
- Suyun kimyasal dengesini sağlamak
- Olası sızıntıları tespit etmek
- Kirlenme ve biyolojik büyümeyi kontrol altında tutmak

UYGULAMA: 6.5

## TATLI SU DEVRESİ POMPASININ BAKIM VE KONTROLLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Tatlı su devresi pompasının bakım ve son kontrollerini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Basınçlı hava tabancası | 1 adet |
| Üstüpü, tel fırça, zımpara ve kazıyıcı | Yeteri kadar |
| Ölçü aletleri | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan tatlı su devresi pompasının bakım ve son kontrolleri işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Tatlı su pompasının elektrik bağlantısı kesilir.
4. Pompa sökülür.
5. Pompanın gövdesi ve iç parçaları tel fırça, üstüpü veya basınçlı suyla temizlenir.
6. Temizlikten sonra pompa parçaları kontrol edilir, gerekirse arızalı parçalar yenisiyle değiştirilir.
7. Pompa yerine takılır.
8. Pompa çalıştırılır ve pompanın sızdırmazlık kontrolü yapılır.
9. Tatlı su devresi pompasının bakım ve kontrol işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Pompanın kontrol edilerek sökülmesi | 20 | |
| **4.** | Pompanın temizlik işlemlerinin doğru yapılması | 10 | |
| **5.** | Temizlendikten sonra pompanın parça kontrolünün ve gerekirse parça değişiminin yapılması | 10 | |
| **6.** | Pompanın yerine takılması | 10 | |
| **7.** | Pompanın sızdırmazlığının kontrol edilmesi | 20 | |
| **8.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 6.6

## TATLI SU DEVRESİ VALFLERİNİN BAKIM VE KONTROLLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Tatlı su devresi valflerinin bakım ve son kontrollerini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Basınçlı hava tabancası | 1 adet |
| Üstüpü, tel fırça, zımpara ve kazıyıcı | Yeteri kadar |
| Ölçü aletleri | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan tatlı su devresi valflerinin bakım ve son kontrolleri işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Valflerin bağlı olduğu akış devresi devre dışı bırakılır.
4. Valfler sökülür.
5. Valflerin gövdesinin içindeki disk, mil gibi parçalar tel fırça, zımpara veya temiz suyla temizlenir.
6. Temizlikten sonra valflerin parça kontrolü yapılır, gerekirse arızalı parçalar yenisiyle değiştirilir.
7. Valfler yerine takılır.
8. Sistem çalıştırılarak valflerin sızdırmazlık kontrolü yapılır.
9. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
10. Tatlı su devresi valflerinin bakım ve son kontrol işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Valflerin kontrol edilip sökülmesi | 20 | |
| 4. | Valflerin temizlik işlemlerinin doğru yapılması | 10 | |
| 5. | Temizlendikten sonra valflerin parça kontrolünün ve gerekirse parça değişiminin yapılması | 10 | |
| 6. | Valflerin takılması | 10 | |
| 7. | Valflerin sızdırmazlıklarının kontrol edilmesi | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 6.7

## TATLI SU POMPASINI ÇALIŞTIRARAK KONTROL ETME

**Amaç**

Tatlı su pompasını çalıştırmak ve kontrol etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Tatlı su basınç ölçüm cihazı | 1 adet |
| Uygun müdahale takımları | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan tatlı su pompası işlem basamaklarına göre çalıştırılarak kontrol edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Tatlı su pompasının bağlantıları kontrol edilir.
4. Tatlı su pompası çalıştırılarak pompanın basınç değerleri ölçülür.
5. Herhangi bir sızıntı veya anormal bir durumun olup olmadığı kontrol edilir.
6. Pompanın çalışma sesi ve titreşimi kontrol edilir.
7. Tatlı su pompasını çalıştırarak kontrol etme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Bağlantıların kontrol edilmesi | 20 | |
| 4. | Pompanın çalıştırılması ve basınç değerlerinin doğru ölçülmesi | 10 | |
| 5. | Sızıntı veya anormal durumların tespit edilmesi | 20 | |
| 6. | Pompanın çalışma sesi ve titreşiminin kontrol edilmesi | 20 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 6.8

## TATLI SUYU TEST ETME

**Amaç**

Tatlı suyun testini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Numune alma kabı | 1 adet |
| Test kitleri | 1 adet |
| Ölçü aletleri | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan tatlı suyun testleri işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Tatlı su devresinden numune alınır.
4. Alınan numune görsel olarak incelenir.
5. Temel parametreler test edilir [pH (potansiyel Hidrojen), klor seviyesi, iletkenlik, bulanıklık, bakteri varlığı, tat, koku vb.].
6. Sonuçlar referans değerine göre analiz edilir.
7. Tatlı suyu test etme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Tatlı su devresinden numune alınması | 20 | |
| 4. | Tatlı su numunesinin görsel olarak incelenmesi | 10 | |
| 5. | Tatlı su testlerinin yapılması | 20 | |
| 6. | Test sonuçlarının referans değerine göre analiz edilmesi | 20 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 6.9

## HİTERİN KONTROL VE BAKIMINI YAPMA

**Amaç**

Hiterin bakım ve son kontrollerini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Tornavida seti | 1 adet |
| Ölçü aletleri | 1 adet |
| Üstüpü, tel fırça, zımpara ve kazıyıcı | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan hiterin bakım ve son kontrolleri işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Hiterin bağlantı yerlerinde ve gövdesinde sızıntı olup olmadığı kontrol edilir.
4. Hiter sökülür ve fiziksel olarak kontrol edilir.
5. Hiterin içi tel fırça ile kazınır, gerekirse kimyasal yıkama ile temizlenir.
6. Temizlikten sonra hiterin parça kontrolü yapılır ve gerekirse arızalı parça yenisiyle değiştirilir.
7. Bakımdan sonra hiter yerine takılır.
8. Kullanılan ekipmanlar işlemden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
9. Hiterin bakım ve kontrol işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Hiterin doğru şekilde sökülerek kontrol edilmesi | 20 | |
| 4. | Hiterin temizlik işlemlerinin doğru yapılması | 10 | |
| 5. | Temizlikten sonra hiterin parça kontrolünün ve gerekirse parça değişiminin yapılması | 10 | |
| 6. | Bakımdan sonra hiterin doğru şekilde yerine takılması | 20 | |
| 7. | Kulanılan ekipmanların temizlenmesi ve yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 6.10

## GENLEŞME TANKININ SU SEVİYESİNİ KONTROL EDEREK TAMAMLAMA

**Amaç**

Genleşme tankının su seviyesini kontrol etmek ve eksik olması hâlinde suyu tamamlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ayarlanabilir anahtar | 1 adet |
| Tornavida seti | 1 adet |
| Ölçü aletleri | 1 adet |
| Su basma pompası | 1 adet |
| Seviye göstergesi | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan genleşme tankındaki su miktarı işlem basamaklarına göre doğru şekilde ölçülecek ve eksikse tamamlanacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Genleşme tankının su seviyesi kontrol edilir.
4. Giriş ve çıkış valfleri kontrol edilir.
5. Tankın su miktarı eksikse pompa yardımıyla tanka su basılır.
6. Genleşme tankındaki suyun basıncı ve tankta kaçak olup olmadığı kontrol edilir.
7. Gerekli kontroller yapıldıktan sonra genleşme tankı devreye alınır.
8. Genleşme tankının su seviyesini kontrol ederek tamamlama işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

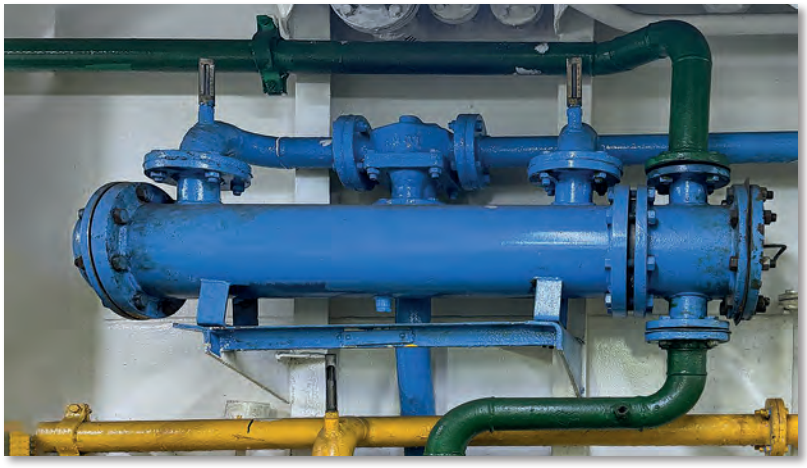
| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Genleşme tankının su seviyesinin kontrol edilmesi | 20 | |
| **4.** | Valflerin kontrol edilmesi | 10 | |
| **5.** | Genleşme tankına su basılması | 20 | |
| **6.** | Genleşme tankının basınç, sızıntı ve kaçak kontrolünün yapılması | 20 | |
| **7.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 3. TATLI SU KULERİ

Deniz suyu devrelerinde kullanılan tatlı su kulerleri; gemi makinelerinde motor, jeneratör veya diğer sistemlerdeki aşırı ısınmayı önlemek ve ideal çalışma sıcaklıklarını korumak için önemli bir role sahiptir. Motor yağı, tatlı su veya diğer sıvıların sıcaklığını deniz suyu ile soğutmak için tasarlanmıştır. Bu sayede kulerde soğutucu sıvı olarak kullanılan deniz suyu, sistemden geçen sıvılar arasında ısı alışverişi sağlar. Isı alışverişi sağlamak amacıyla plakalı tip ve borulu tip olmak üzere iki tür tatlı su kuleri kullanılmaktadır (Görsel 6.8 ve Görsel 6.9).

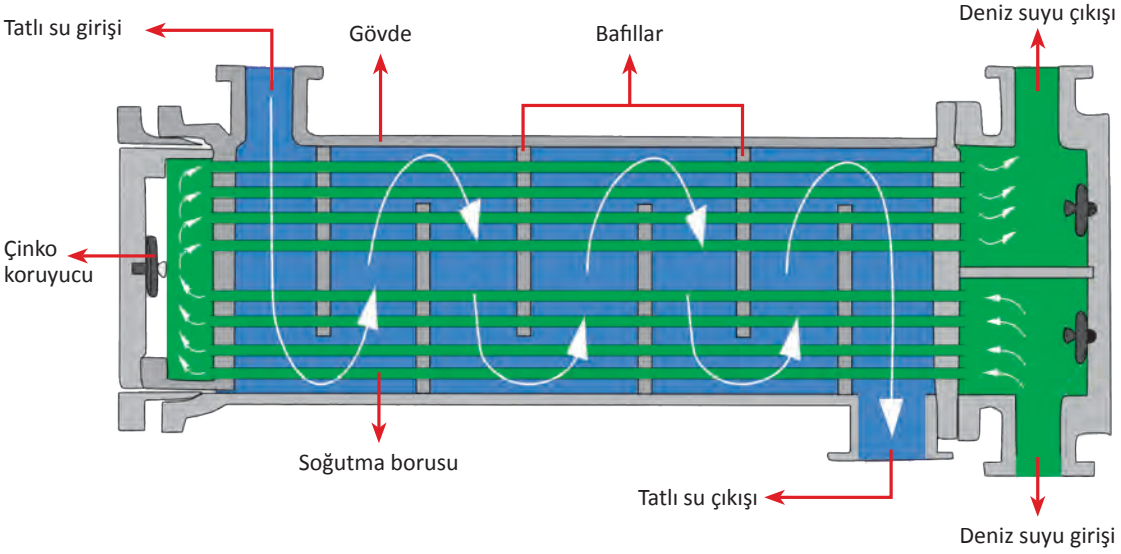


*Görsel 6.8: Plakalı tip tatlı su kuleri*

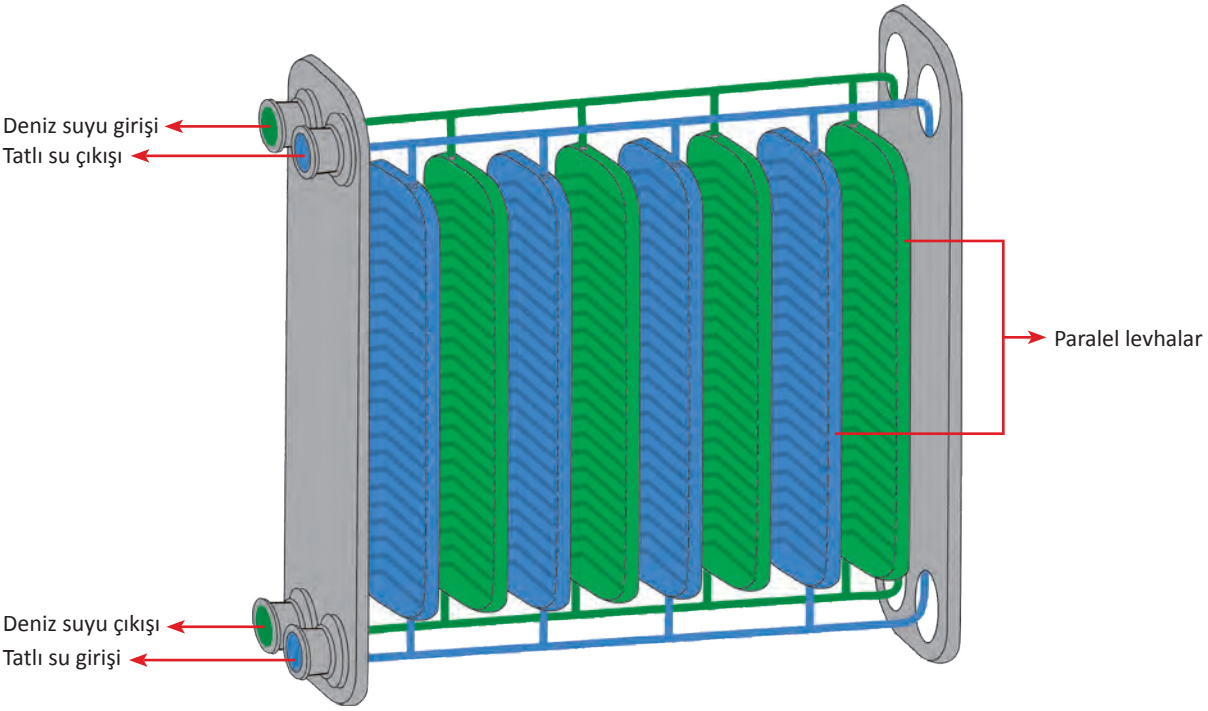


*Görsel 6.9: Borulu tip tatlı su kuleri*

Borulu tip ve plakalı tip tatlı su kulerlerinde deniz suyu, boruların etrafından geçerken boruların içindeki tatlı sudan ısıyı alır. Soğuyan tatlı su tekrar dolaşıma gönderilir. Isınan deniz suyu ise dışarı atılır. Plakalı tatlı su kulerlerinde deniz suyu ve tatlı su ince metal plakalarla birbirinden ayrılır. Ters akış prensibiyle her iki akışkan arasında etkin bir ısı transferi sağlanır. Tatlı su, plakalardan geçerken ısısını deniz suyuna aktarır ve soğuyarak dolaşıma döner. Deniz suyu ise ısınmış şekilde sistemden çıkar (Şekil 6.4 ve Şekil 6.5).

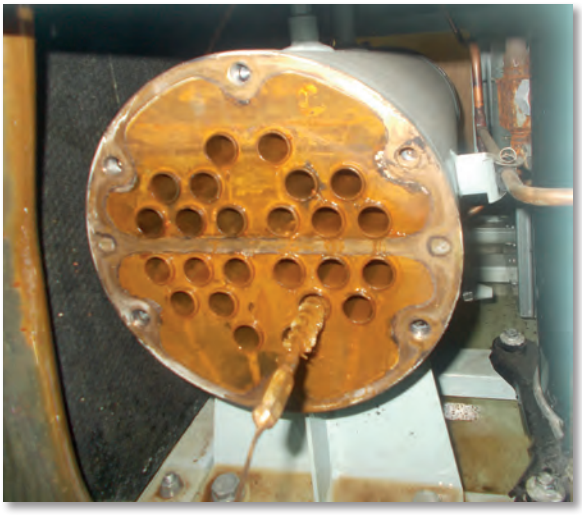



*Şekil 6.4: Borulu tip tatlı su kulerinin iç yapısı*

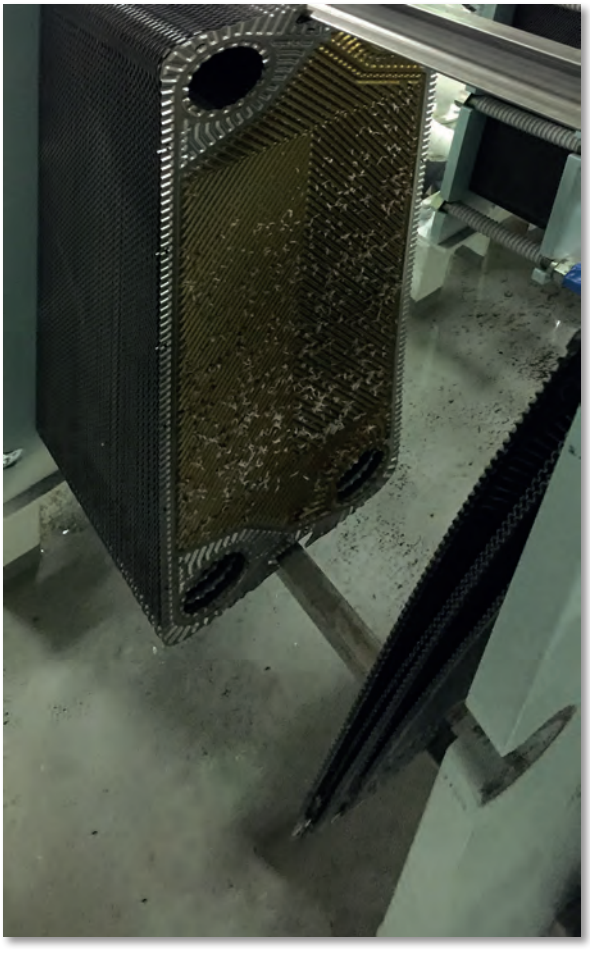



*Şekil 6.5: Plakalı tip tatlı su kulerinin iç yapısı*

Tatlı su kulerlerinde zamanla deniz canlıları, yosunlar ve tortular birikir (Görsel 6.10 ve Görsel 6.11). Bu birikintilerin oluşturacağı tıkanıklık ve korozyonun önlenmesi için kulerlerin düzenli olarak temizlenmesi gerekir. Aksi takdirde bu birikintiler ısı transfer verimliliğini düşürerek sistem performansını olumsuz etkiler, enerji tüketimini artırır ve ciddi arızalara yol açabilir. Belirli periyotlarla yapılan bakım ve temizlik işlemleri, deniz suyu soğutucularının sağlıklı çalışmasını sürdürmesi için büyük önem taşır.



*Görsel 6.10: Kirlenmiş borulu tip tatlı su kuleri*



*Görsel 6.11: Kirlenmiş plakalı tip tatlı su kuleri*

UYGULAMA: 6.11

## TATLI SU KULERİNİ SÖKME VE TAKMA

**Amaç**

Tatlı su kulerini söküp gözlemlemek ve tekrar yerine takmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Üstüpü | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan tatlı su kuleri işlem basamaklarına göre sökülecek ve gözlemlendikten sonra yerine takılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kuler sistemden sökülür.
4. Kuler gözlemlenip kontrol edilir.
5. Kuler yerine takılır.
6. Kullanılan ekipmanlar işlemden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
7. Tatlı su kulerini sökme ve takma işlemleri işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kulerin doğru şekilde sökülmesi | 20 | |
| 4. | Gerekli bakım işlemlerinin doğru yapılması | 10 | |
| 5. | Kulerin doğru şekilde yerine takılması | 20 | |
| 6. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi | 10 | |
| 7. | Ekipmanların yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 6.12

## TATLI SU KULERİNİN TEMİZLİĞİNİ YAPMA

**Amaç**

Tatlı su kulerinin temizliğini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Boru fırçaları ve mekanik kazıyıcılar | Yeteri kadar |
| Üstüpü | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan tatlı su kulerinin temizliği uygun ekipmanlarla işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kuler kapatılır ve güvenli hâle getirilir.
4. Kuler sökülür ve fiziksel olarak kontrol edilir.
5. Borulu tip kulerde boru fırçası, plakalı tip kulerde ise tel fırça kullanılarak kulerin iç ve dış kısımları temizlenir.
6. Kuler yerine takılır.
7. Kullanılan ekipmanlar işlemden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
8. Tatlı su kulerinin temizlik işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kulerin kapatılarak güvenli hâle getirilmesi | 10 | |
| 4. | Kulerin doğru şekilde sökülmesi | 10 | |
| 5. | Kulerin temizlik işlemlerinin doğru yapılması | 10 | |
| 6. | Kulerin doğru şekilde yerine takılması | 20 | |
| 7. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi | 10 | |
| 8. | Ekipmanların yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 6.13

## TATLI SU KULERİNİN BAKIM VE KONTROLLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Tatlı su kulerinin bakımını ve son kontrollerini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizleme sıvısı | Yeteri kadar |
| Üstüpü | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyedeki tatlı su kulerinin bakım ve son kontrolleri işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kulerin bağlantı yerlerinde ve gövdesinde sızıntı olup olmadığı kontrol edilir.
4. Kuler sökülür ve fiziksel olarak kontrol edilir.
5. Kulerin mekanik temizliği yaplır.
6. Plakalı tip kulerler için conta kontrolü, borulu tip kulerler için sızdırmazlık contaları ve kapak contasının yüzey kontrolü yapılır.
7. Kontrolden sonra gerekirse arızalı parça yenisiyle değiştirilir.
8. Bakımdan sonra kuler yerine takılır.
9. Kullanılan ekipmanlar işlemden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
10. Tatlı su kulerinin bakım ve kontrol işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kulerin doğru şekilde sökülerek kontrol edilmesi | 10 | |
| 4. | Kulerin mekanik temizliğinin yapılması | 10 | |
| 5. | Kulerin bakım işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 6. | Bakımdan sonra parça kontrolü ve gerekirse parça değişiminin yapılması | 10 | |
| 7. | Bakımdan sonra kulerin doğru şekilde yerine takılması | 10 | |
| 8. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi | 10 | |
| 9. | Ekipmanların yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 10. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 6.14

## TATLI SU KULERİNİ ÇALIŞTIRARAK KONTROL ETME

**Amaç**

Tatlı su kulerini çalıştırarak kontrol etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Su basınç ölçüm cihazı | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan tatlı su kuleri işlem basamaklarına göre çalıştırılarak kontrol edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kulerin bağlantıları kontrol edilir.
4. Kuler çalıştırılır ve kulerin basınç değerleri kontrol edilir.
5. Herhangi bir sızıntı ve anormal durumun olup olmadığı kontrol edilir.
6. Kullanılan ekipmanlar işlemden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
7. Tatlı su kulerini çalıştırarak kontrol etme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kuler bağlantılarının kontrol edilmesi | 10 | |
| 4. | Kulerin çalıştırılarak basınç değerlerinin doğru ölçülmesi | 20 | |
| 5. | Sızıntı ve anormal durumların tespit edilmesi | 20 | |
| 6. | Kullanılan ekipmanların temizlenmesi | 10 | |
| 7. | Ekipmanların yerine yerleştirilmesi | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 7. ÖĞRENME BİRİMİ

# İLK HAREKET SİSTEMİ

1. KOMPRESÖRLER
2. HAVA DEVRESİ ELEMANLARI
3. STARTING VALF




## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Hava kompresörlerinin bakımı
- Hava devresi elemanlarının kontrol ve bakımı
- Starting valfin bakımı

# 1. KOMPRESÖRLER

Atmosferden aldığı havayı sıkıştırarak havanın basıncını artıran ve daha küçük bir hacimde depolayan makinelere **kompresör** denir (Görsel 7.1). Sıkıştırılmış hava, hava tanklarında depolanır ve enerji kaynağı olarak çeşitli amaçlarla kullanılmak üzere farklı sistemlere aktarılır.

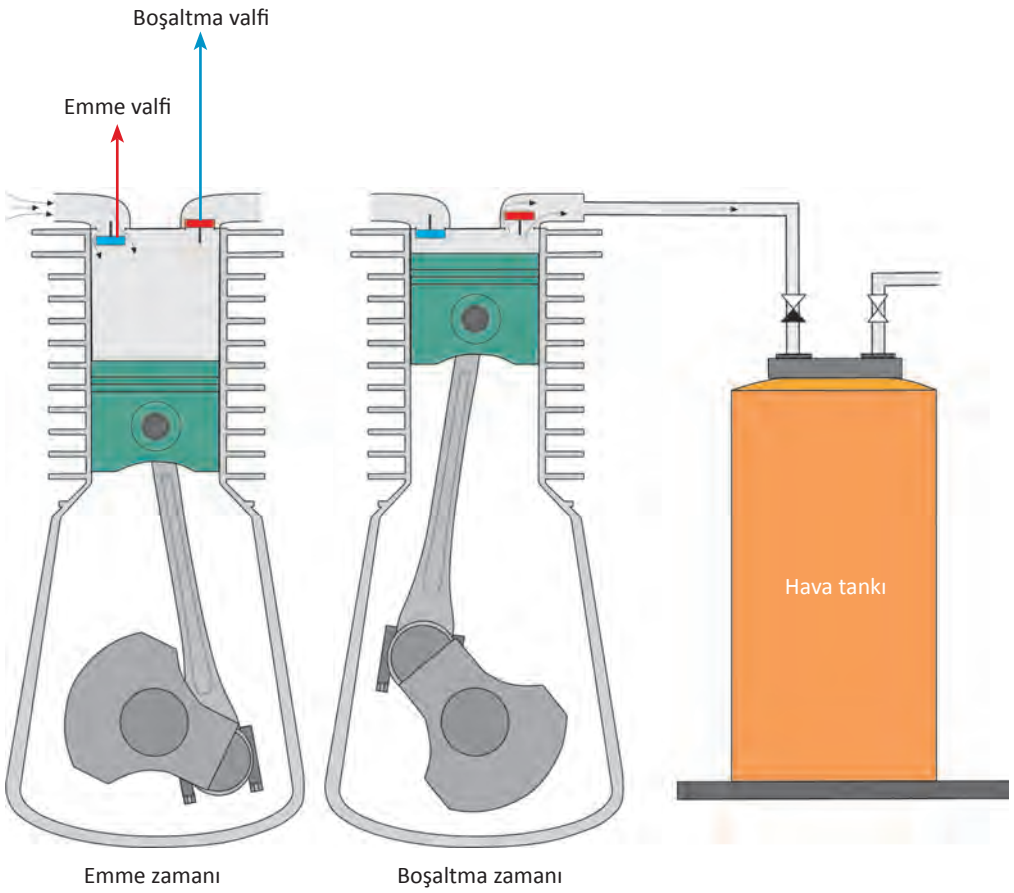


*Görsel 7.1: Kompresör*

Kompresörler, endüstriyel tesislerden gemi uygulamalarına kadar geniş bir alanda kullanılan önemli makinelerdendir. Gemilerde kullanım amaçlarına göre iki ana gruba ayrılır. Kontrol, temizlik gibi işlemler için düşük basınçlı kompresörler kullanılır. Ana makine ve jeneratörleri çalıştırmak gibi daha yüksek basınç gerektiren görevlerde ise yüksek basınçlı kompresörler kullanılır.

Kompresörler; boru hatları, filtreler, soğutucular ve diğer sistemlerin temizlik ve kurutma işlemlerinde, boya ve raspa çalışmalarında önemli bir işleve sahiptir. Basınçlı hava, yangınla mücadelede kullanılan gazlı sistemlerin çalıştırılması ile alarm ve sesli uyarı sistemlerinin etkinleştirilmesinde büyük öneme sahiptir. Kompresörler gemilerde genellikle bir elektrik motoru ile harekete geçirilir.

İlk hareket sistemi için genellikle pistonlu tip kompresörler kullanılır. Pistonlu tip kompresörler, yüksek basınç gereksinimleri için kullanılan ve genellikle daha küçük kapasitelerde basınçlı hava üreten makinelerdir (Şekil 7.1).




*Şekil 7.1: Pistonlu tip kompresörün çalışma prensibi*

Pistonlu kompresörler; silindir, piston ve valf sistemlerinden oluşan, hacimsel sıkıştırma esasına göre çalışan makinelerdir. Bu kompresörlerde piston, silindir içerisinde doğrusal olarak hareket eder. Piston aşağı yönde hareket ettiğinde silindirin iç basıncı düşer ve emme valfi açılarak dış ortamdan silindire hava çekilir. Bu sırada boşaltma valfi kapalı durumdadır. Piston yukarı yönde hareket ettiğinde emme valfi kapanır, silindirin hacmi azalır ve hava sıkıştırılır. Basınç belirli bir seviyeye ulaştığında boşaltma valfi açılır ve sıkıştırılmış hava, hava tankına aktarılır. Bu çevrim tekrarlanarak sistemin basınçlı hava ihtiyacı karşılanır.

Kompresörde zamanla çeşitli arızalar meydana gelebilir. Bunlardan piston segmanlarının aşınması sonucunda yeterli sıkıştırma sağlanamaz ve basınç kayıpları oluşur. Emme ve boşaltma valflerinde meydana gelen kirlenme veya aşınmalar, hava akışını engelleyerek sistemin verimini düşürür. Ayrıca yetersiz yağlama nedeniyle piston ve silindir yüzeylerinde aşınmalar görülebilir. Bu tür arızaların önlenmesi için pistonlu kompresörlerin düzenli bakımı yapılmalı, yağ seviyesi kontrol edilmeli ve hasar gören parçaları zamanında değiştirilmelidir.

UYGULAMA: 7.1

## KOMPRESÖRÜN KONTROLÜNÜ VE ARIZA TESPİTİNİ YAPMA

**Amaç**

Kompresörün kontrolünü ve arıza tespitini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Tornavida seti | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan kompresörün genel kontrolü ve arıza tespiti işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kompresörün fiziksel kontrolü yapılır.
4. Kompresörün giriş ve çıkış bağlantılarında hava kaçağı kontrolü yapılır.
5. Kompresördeki çatlak, kırık, aşınma gibi fiziksel hasarlar belirlenir.
6. Ölçüm cihazları kullanılarak kompresörün hava basıncı kontrol edilir.
7. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
8. Kompresörün kontrolünü ve arıza tespitini yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kompresörün giriş ve çıkış bağlantılarında hava kaçağı kontrolünün yapılması | 10 | |
| 4. | Kompresördeki çatlak, kırık, aşınma gibi fiziksel hasarların belirlenmesi | 10 | |
| 5. | Hava basıncı ölçümlerinin doğru yapılması | 20 | |
| 6. | Tespit edilen arızaların kayıt altına alınması | 20 | |
| 7. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 7.2

## KOMPRESÖRÜN SÖKÜM, BAKIM ONARIM VE TAKMA İŞLEMLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Kompresörü sökmek, kompresörün bakım onarım ve takma işlemlerini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Kaldırma ve taşıma ekipmanları | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Anahtar takımı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan kompresörün sökülmesi, bakım onarımı ve takılması işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kompresörün elektrik sistemi devre dışı bırakılır ve soğuması beklenir.
4. Kompresörün hava giriş ve çıkış hatları söküldükten sonra kompresör yerinden çıkarılır ve emniyetli alana taşınır.
5. Kompresördeki çatlak, kırık, aşınma gibi fiziksel hasarlar onarılır ya da hasarlı parçalar yenisi ile değiştirilir.
6. Kompresör yerine dikkatlice yerleştirilir ve kompresörün bağlantıları yapılır.
7. Bağlantılar kontrol edilerek işlem tamamlanır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Kompresörün sökülme, bakım onarım ve takılma işlemleri ile durumu detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kompresörün elektrik sisteminin devre dışı bırakılması | 10 | |
| 4. | Kompresörün dış ve iç bağlantılarının sökülmesi | 10 | |
| 5. | Kompresördeki çatlak, kırık, aşınma gibi fiziksel hasarların belirlenmesi | 10 | |
| 6. | Kompresörün yerine dikkatlice takılması | 20 | |
| 7. | Bağlantıların kontrol edilmesi | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 7.3

## KOMPRESÖRÜN TESTİNİ YAPMA

**Amaç**

Kompresörün test işlemlerini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Anahtar takımı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan kompresörün testleri ve kontrolü işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kompresörün tüm bağlantıları gözden geçirilir.
4. Kompresör düşük, orta ve yüksek yükte çalıştırılarak kompresörün basınç, kaçak, sıcaklık ve titreşim testleri yapılır.
5. Tüm testlerin yapılmasından sonra sistem devreye alınır.
6. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
7. Kompresörün testlerini yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kompresör bağlantılarının gözden geçirilmesi | 20 | |
| 4. | Kompresör testlerinin yapılması | 30 | |
| 5. | Kompresörün devreye alınması | 10 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 7.4

## KOMPRESÖRÜ ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Kompresörü çalıştırmak ve kontrol etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Anahtar takımı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan kompresör işlem basamaklarına göre çalıştırılarak kontrol edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kompresörün bağlantıları kontrol edilir.
4. Kompresör çalıştırılır ve kompresörün basınç değerleri ölçülür.
5. Kompresörün çalışma sesi ve titreşimleri kontrol edilir.
6. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
7. Kompresörü çalıştırma ve kontrol işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kompresör bağlantılarının gözden geçirilmesi | 20 | |
| 4. | Kompresörün çalıştırılıp basınç değerlerinin ölçülmesi | 30 | |
| 5. | Kompresörün çalışma sesi ve titreşimlerinin kontrol edilmesi | 10 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

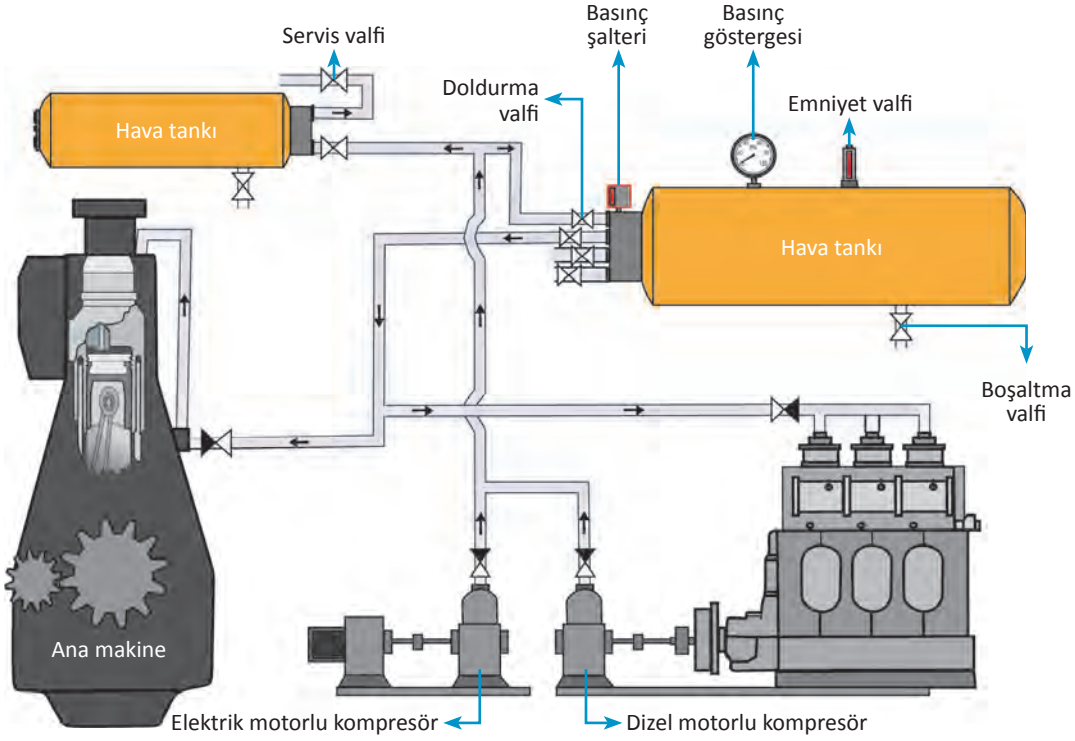
# 2. HAVA DEVRESİ ELEMANLARI



*Görsel 7.2: İlk hareket sistemi ve elemanları*

Güçlü ve düşük devirli gemi dizel motorlarında genellikle pnömatik ilk hareket sistemleri tercih edilir. Bu motorların çalıştırılabilmesi için basınçlı hava sistemlerinin kullanımı zorunlu hâle gelir. Bu tür motorlarda ilk hareket, hava tanklarından sağlanan basınçlı havanın starting valfler aracılığıyla silindirlere gönderilmesiyle başlatılır. İlk hareket sırasında krank şaftın yeterli devre ulaşabilmesi için yakıt püskürtme sistemi devre dışı bırakılır. Aksi takdirde düşük sıkıştırma basıncı nedeniyle yakıt yanmaz, motor siyah duman çıkarır ve motorun çalışmasında aksaklıklar oluşur. Krank şaft yeterli hıza ulaştığında otomatik sistemler devreye girer ve motor normal çalışma durumuna geçer.

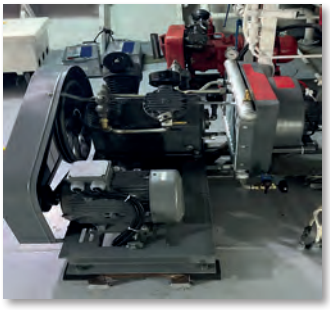
Pnömatik ilk hareket sisteminin temelini oluşturan hava devresi, aynı zamanda ilk hareket devresinin ana elemanlarını kapsar. Hava devresi; motoru çalıştırmak için gerekli olan basınçlı havayı üreten, depolayan, basınç kontrolü sağlayan ve silindirlere yönlendiren çeşitli sistem elemanlarından meydana gelir (Görsel 7.2 ve Şekil 7.2).




*Görsel 7.2: Basınçlı hava ilk hareket devresi elemanları*

## 2.1. HAVA KOMPRESÖRÜ

Gemilerde kullanılan hava kompresörleri; motorların ilk hareketini sağlamak, kontrol sistemlerini çalıştırmak ve bazı yardımcı ekipmanlara hava temin etmek amacıyla kullanılır. Bu kompresörler genellikle 25-40 bar arasında yüksek basınç üretir ve gemilerdeki sınırlı alan nedeniyle küçük boyutlu olarak tasarlanır. Kesintisiz çalışabilmeleri için hava veya tatlı su ile soğutulur (Görsel 7.3).



*Görsel 7.3: Hava kompresörü*

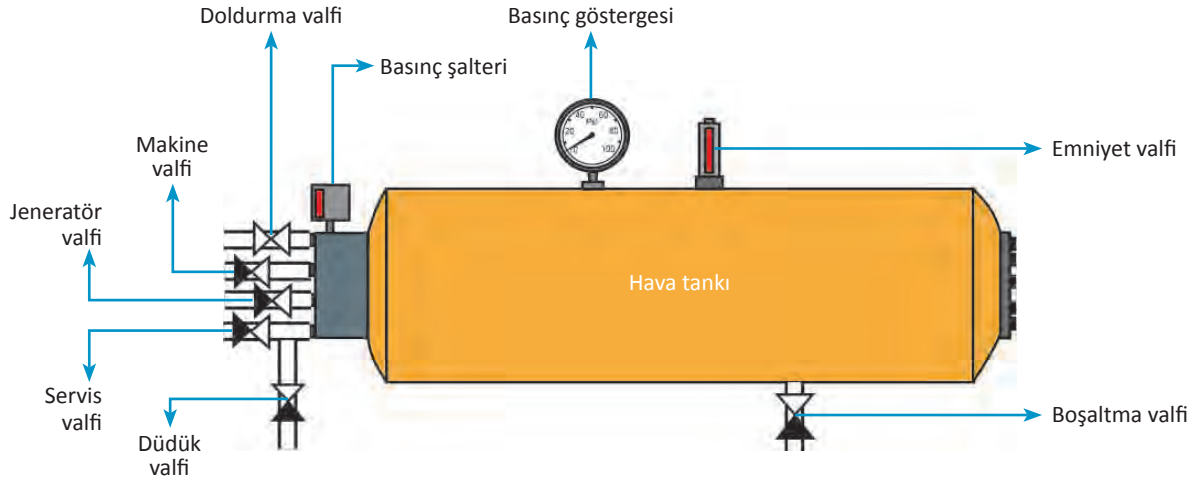
## 2.2. BASINÇLI HAVA TANKLARI

Hava tankları, kompresörden gelen basınçlı havayı depolamak ve gerektiğinde sisteme iletmek amacıyla kullanılan ekipmanlardır. Hava tüpü, hava tankı, hava şişesi veya hava rezervuarı olarak da adlandırılır. Yüksek basınca dayanıklı çelikten üretilir. Hava tanklarının kapasiteleri, geminin motor büyüklüğüne ve ihtiyacına göre belirlenir (Görsel 7.4).



*Görsel 7.4: Hava tankı*

Hava tankı üzerinde doldurma valfi, servis valfi, boşaltma valfi, emniyet valfi ile devrenin genel basıncının okunduğu bir basınç göstergesi bulunur (Şekil 7.3). Kompresörden hava tankına gelen devre üzerinde geri döndürmez valf bulunmalıdır. Bu valf kompresör stop edildiğinde hava tankındaki basınçlı havanın geri kaçmasını engeller.




*Şekil 7.3: Hava tankı ve elemanları*

Hava tanklarında zamanla iç yüzeylerde korozyon oluşumu, valflerde sızdırmazlık problemleri ve basınç göstergesinde arızalar görülebilir. Korozyonu önlemek için tank içinde biriken yoğuşma suyu, boşaltma valfi kullanılarak tahliye edilmelidir. Emniyet valfinin işlevini yitirmesi durumunda sistem, aşırı basınca karşı korunamaz. Bu nedenle hava tanklarının belirli aralıklarla bakım ve kontrollerinin yapılması gerekir. Bakım sırasında tankın içi temizlenmeli, valflerin çalışma durumu kontrol edilmeli ve iç basınç testleri yapılarak tankın dayanımı değerlendirilmelidir.

## 2.3. VALFLER

Valfler, havanın kompresör silindirine giriş ve çıkışını kontrol etmek için kullanılan mekanik elemanlardır. Gemilerde kullanılan valfler genellikle korozyona ve yüksek basınca dayanıklı malzemelerden üretilir (Görsel 7.5).

Hava devresinde kullanılan valflerin her biri farklı bir işlevi yerine getirerek basınçlı havanın doğru şekilde yönlendirilmesini sağlar (Tablo 7.1). Bu valflerde zamanla sızdırmazlık sorunları, yay kırılması, tortu birikmesi nedeniyle tam kapanmama, yüzey aşınmaları gibi arızalar meydana gelebilir. Bu tür arızalar, kompresör veriminde düşüşe ve sistemde basınç kaybına yol açabilir. Özellikle gemi ortamındaki nem, valflerde korozyonu hızlandırabilir. Bu sorunların önüne geçmek için valflerin düzenli olarak kontrol edilmesi, temizlenmesi ve gerektiğinde hasarlı parçaların değiştirilmesi gerekir.



*Görsel 7.5: Hava devresi valfleri*

*Tablo 7.1: Hava Devresinde Kullanılan Valf Çeşitleri*

| VALFİN ADI | VALFİN GÖREVİ |
|---|---|
| **Starting Valf** | Hava tankından gelen basınçlı havayı doğru zamanda ve uygun miktarda silindirlere yönlendirerek krank şaftın dönmesini sağlar. Pnömatik valf veya silindir valfi olarak da adlandırılır. |
| **Geri Döndürmez Valf** | Bulundukları devre üzerinde tek yönde akışa müsaade eden valflerdir. Çek valf, çalpara valf olarak da adlandırılır. |
| **Boşaltma Valfi (Dreyn Valfi)** | Basınçlı hava sistemlerinin, özellikle hava tanklarının içinde yoğuşan suyu tahliye etmek amacıyla kullanılır. |
| **Emniyet Valfi** | Bulundukları devre veya tanklarda, müsaade edilen basınç %10'un üzerine çıktığında devre veya tanktaki fazla basıncı sistem dışına atan valflerdir. Rilif valf olarak da adlandırılır. |
| **Doldurma Valfi** | Doldurma valfi, kompresörden gelen basınçlı havanın hava tankına geçişini sağlayan valftir. Kompresör çalışırken bu valf açık konumda olur, hava tankı dolduktan sonra kapatılır. |
| **Servis Valfi** | Hava tankında depolanan basınçlı havanın sistemin ihtiyacı olan bölümlerine iletilmesini sağlar. Hava gerektiğinde açılarak devreye hava verilmesine imkân tanır. |

## 2.4. BASINÇ ŞALTERİ

Basınç şalteri, geminin basınçlı ilk hareket devresinde hava basıncının belirlenen seviyelerde olup olmadığını kontrol eden elemandır. Bu şalter, aşırı basınç yükselmelerini önleyerek sistem bileşenlerinin zarar görmesini engeller. Gemilerde mürettebatın sisteme manuel müdahale ihtiyacını azaltır. Böylece sistemin sürekli izlemeye gerek kalmadan belirlenen basınç aralığında ve güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar.

## 2.5. HAVA BASINÇ GÖSTERGELERİ (MANOMETRELER)

Hava basınç göstergeleri, gemi hava devresinde sıkıştırılmış havanın basıncını izlemek ve kontrol etmek amacıyla kullanılan önemli cihazlardır. Bu göstergeler; hava sistemlerinin doğru şekilde çalışıp çalışmadığını, basınç seviyelerinin belirlenen değerlere uygun olup olmadığını belirlemek için kullanılır. Hava basınç göstergeleri, genellikle manometre olarak bilinir ve farklı türlerde üretilebilir (Görsel 7.6 ve Görsel 7.7).




*Görsel 7.6: Manometre 1*




*Görsel 7.7: Manometre 2*

Hava tanklarındaki basınç göstergelerinde düşüş gözlemlendiğinde bu durum genellikle kompresördeki sıkıştırma kayıpları, güvenlik vanasının arızalanması veya ana makine çalıştırılırken hava kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Kompresör çıkış basıncı ile hava tank basıncı karşılaştırılarak kayıplar tespit edilebilir. Emniyet valfinde kaçak olup olmadığı basınç değerlerinin düzenli izlenmesiyle anlaşılabilir. Ayrıca ana makinenin çalıştırılması için kullanılan hava nedeniyle tanklar tam dolmazsa basınç göstergesinde düşüş meydana gelir. Bu durumda tanklar tekrar doldurulmalıdır.

## 2.6. HAVA KURUTUCULAR

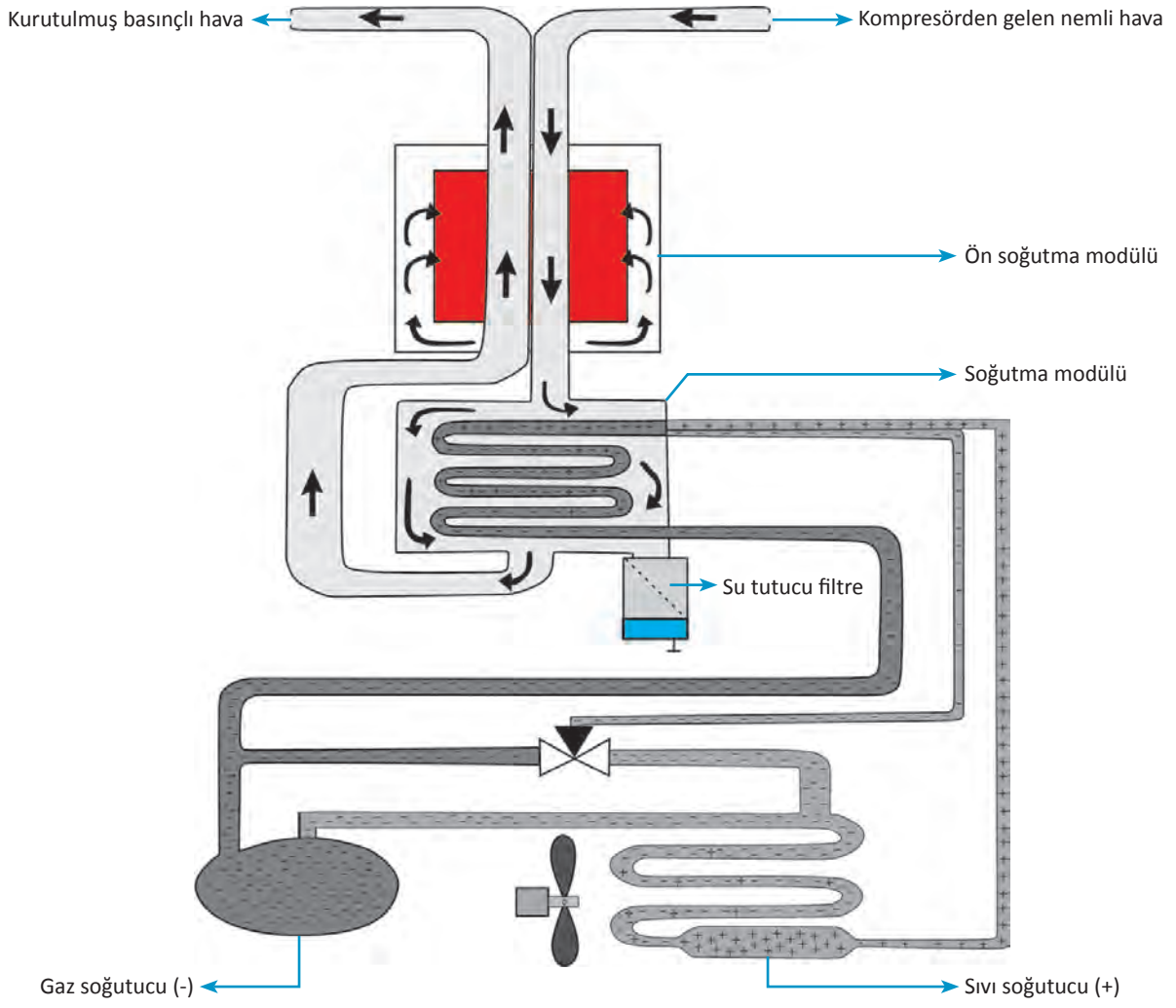
Hava kompresörünün ürettiği sıkıştırılmış havayı kullanmadan önce nemden arındıran cihaza **hava kurutucu *(air dryer)*** denir (Görsel 7.8). Hava kurutucuların görevi; sistemde korozyon, donma ve ekipman arızlarına yol açabilecek nemi önlemektir.

Kompresörden çıkan nemli ve basınçlı hava, kurutucuya girmeden önce ön soğutma odasından geçirilir ve ortamdan gelen serin hava akışı ile soğutulur. Bu hava, daha sonra içerisinden soğutucu gazın geçtiği soğutma modülüne yönlendirilir ve burada havanın sıcaklığı 4-5 °C'a kadar düşürülür. Soğutucu modülün çıkışında, havada yoğunlaşan nemin uzaklaştırılması için su tutucu bir filtre kullanılır. Bu filtre, nemin tekrar sisteme karışmasını engelleyerek sistemin güvenli ve verimli çalışmasını sağlar.



*Görsel 7.8: Hava kurutucu*

Soğutucu modülden çıkan soğutulmuş hava, enerji tasarrufu sağlamak amacıyla yeniden ön soğutma odasından geçirilir. Bu işlem, sıcak hava girişinin önceden soğutulmasını sağlayarak kurutucu üzerindeki yükü azaltır ve sistemin genel enerji verimliliğini artırır. Soğutucu modülde havanın ısısını alan soğutucu gaz, yoğuşarak sıvı hâle gelir. Sıvı hâle gelen bu gaz, bir tüp içinden geçerken fan yardımıyla soğutulur ve tekrar gaz hâle dönüştürülür. Soğutulan gaz, sisteme yeniden verilerek soğutma döngüsüne devam eder. Eğer soğutucu gaz ortam sıcaklığı nedeniyle yoğuşmazsa genleşme valfi açılarak gazın tekrar soğutma işlemini yerine getirmesini sağlar (Şekil 7.4).




*Şekil 7.4: Hava kurutucunun çalışma prensibi*

## 2.7. HAVA KONTROL DEVRESİ

Hava kontrol devresi, geminin elektrik sistemlerindeki akım, gerilim ve diğer parametrelerin izlenip kontrol edilmesi için kullanılan bir sistemdir. Hava devresi kesicileri, koruma röleleri gibi elemanlarla birlikte çalışarak geminin elektrik sisteminin düzgün çalışmasını sağlar. Elektrik sistemlerinde meydana gelebilecek kısa devre, aşırı yüklenme gibi arızaların erken tespiti ve hızlı bir şekilde giderilmesi bu sayede mümkün olur.

**UYGULAMA: 7.5**

## HAVA TANKININ PERİYODİK KONTROLLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Hava tankının periyodik kontrollerini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Valf anahtarı | 1 adet |
| Tornavida anahtar takımı | 1 adet |
| Kaçak testi için sabunlu su | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan hava tankının periyodik kontrolleri işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Tankın içindeki basınçlı hava tahliye edilir.
4. Tankın dış yüzeyinde çatlak, kırık, aşınma, paslanma gibi hasarların olup olmadığı belirlenir.
5. Bağlantı noktaları kontrol edilir.
6. Basınçlandırılan tankın iç basıncı ölçülür.
7. Bağlantı noktalarında sabunlu su ile hava kaçak kontrolü yapılır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Hava tankının periyodik kontrollerini yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Tanktaki basınçlı havanın tahliye edilmesi | 10 | |
| 4. | Tankın dış yüzeyinde çatlak, kırık, aşınma, paslanma gibi hasarların belirlenmesi | 10 | |
| 5. | Bağlantı noktalarının kontrol edilmesi | 20 | |
| 6. | Tankın iç basıncının ölçülmesi | 10 | |
| 7. | Bağlantı noktalarının sızdırmazlık testinin yapılması | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 7.6

## BASINÇ DÜŞÜRÜCÜ VE MANOMETRENİN KONTROLLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Basınç düşürücü ile manometrenin doğru çalıştığını ve sistemin güvenli olduğunu doğrulamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Sızdırmazlık elemanları | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan basınç düşürücü ile manometrenin çalışma durumu işlem basamaklarına göre kontrol edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Sistem basıncı ayarlanır.
4. Manometrenin doğruluk testi yapılır.
5. Basınç düşürücü kontrol edilir.
6. Bağlantıların gevşek olup olmadığı incelenir.
7. Bağlantı noktalarının sızdırmazlık testi yapılır.
8. Basınç düşürücü ve manometre, ihtiyaç hâlinde ayarlanır veya değiştirilir.
9. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
10. Basınç düşürücü ve manometrenin kontrol işlemleri ve durumu detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Sistem basıncının ayarlanması | 10 | |
| 4. | Manometre doğruluk testinin yapılması | 10 | |
| 5. | Basınç düşürücünün kontrol edilmesi | 10 | |
| 6. | Bağlantıların gevşek olup olmadığının incelenmesi | 20 | |
| 7. | Bağlantı noktalarının sızdırmazlık testinin yapılması | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

**UYGULAMA: 7.7**

## HAVA DEVRESİNİN SIZDIRMAZLIK KONTROLLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Hava devresi sisteminde sızdırmazlık kontrolü yapmak ve hava kaçağı varsa önleyici işlemler yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Kaçak testi için sabunlu su | Yeteri kadar |
| Basınçlı hava kaynağı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan hava devresinin sızdırmazlık kontrolleri ve hava kaçağını önleyici çalışmalar işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Hava devresi sistemi basınçlandırılır.
4. Bağlantı noktaları fiziksel olarak incelenir.
5. Bağlantı noktalarında sabunlu su ile sızdırmazlık testi yapılır.
6. Ölçüm cihazları kullanılarak hava kaçakları varsa tespit edilir.
7. Hava kaçağı tespit edildiğinde gevşek bağlantılar sıkılır, hasarlı parçalar değiştirilir.
8. Sızdırmazlık tekrar test edilerek hava kaçağının giderildiği doğrulanır.
9. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
10. Hava devresinin sızdırmazlık kontrollerini yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Hava devresi sisteminin basınçlandırılması | 10 | |
| 4. | Bağlantı noktalarının fiziksel olarak incelenmesi | 10 | |
| 5. | Bağlantı noktalarında sabunlu su ile sızdırmazlık testinin yapılması | 10 | |
| 6. | Ölçüm cihazları kullanılarak hava kaçaklarının tespit edilmesi | 10 | |
| 7. | Gevşek bağlantıların tekrar sıkılıp hasarlı parçaların değiştirilmesi | 10 | |
| 8. | Bağlantı noktalarında sabunlu su ile ikinci sızdırmazlık testinin yapılması | 10 | |
| 9. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 10. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 7.8

## HAVA TANKINDAKİ SUYU BOŞALTMA

**Amaç**

Hava tankındaki suyu kontrollü şekilde boşaltmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan hava tankındaki su, işlem basamaklarına göre kontrollü şekilde boşaltılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Hava tankındaki basınç kontrol edilir.
4. Tank tahliye vanası yavaşça açılarak tanktaki su boşaltılır.
5. Ani basınç değişiklikleri göz önüne alınarak tahliye süreci kontrollü şekilde yapılır.
6. Suyun tamamen boşaldığı doğrulanır ve tahliye vanası kapatılır.
7. Tahliyeden sonra sistemin düzgün çalıştığı kontrol edilir.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Hava tankındaki suyu boşaltma işlemleri ve tankın durumu detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Hava tankı basıncının kontrol edilmesi | 20 | |
| 4. | Suyun kontrollü şekilde boşaltılması | 20 | |
| 5. | Tahliye vanasının kapatılması | 10 | |
| 6. | Sistemin düzgün çalıştığının kontrol edilmesi | 10 | |
| 7. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 7.9

## HAVA KURUTUCUNUN BAKIMLARINI YAPMA

**Amaç**

Hava kurutucunun bakımını yaparak verimli ve güvenli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan hava kurutucunun bakımları işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Hava kurutucunun bağlı bulunduğu hava sistemi kapatılır.
4. Hava kurutucudaki su tahliye edilir.
5. Hava kurutucunun filtreleri kontrol edilip temizlenir.
6. Hava kurutucunun filtreleri yerine takılır.
7. Hava kurutucunun bağlantı ve sensörleri kontrol edilir.
8. Hava sistemi tekrar basınçlandırılarak sistemin düzgün çalıştığı doğrulanır.
9. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
10. Hava kurutucunun bakım işlemleri ve kontrolü detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Hava kurutucunun bağlı bulunduğu hava sisteminin kapatılması | 10 | |
| 4. | Hava kurutucudaki suyun tahliye edilmesi | 10 | |
| 5. | Hava kurutucunun filtrelerinin kontrol edilip temizlenmesi | 10 | |
| 6. | Hava kurutucunun filtrelerinin yerine takılması | 10 | |
| 7. | Hava kurutucunun bağlantı ve sensörlerinin kontrol edilmesi | 10 | |
| 8. | Hava sisteminin düzgün çalıştığının doğrulanması | 10 | |
| 9. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 10. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

**UYGULAMA: 7.10**

## HAVA KONTROL DEVRESİNİN KONTROLLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Hava kontrol devresinin güvenli, verimli ve sorunsuz çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Kaçak testi için sabunlu su | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan hava kontrol devresinin kontrolleri işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Havanın hava kontrol devesine gitmesini sağlayan hava güç kaynağı kapatılır.
4. Basınç ve hava akışı kontrol edilir.
5. Boru bağlantı noktalarında sızıntı olup olmadığı kontrol edilir.
6. Test edilen hava kontrol devresi elemanlarının düzgün çalıştığı doğrulanır.
7. Filtre temizliği ve su tahliyesi yapılır.
8. Tüm bağlantılar tekrar gözden geçirilir.
9. Hava kontrol devresi tekrar basınçlandırılarak devrenin düzgün çalıştığı doğrulanır.
10. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
11. Hava kontrol devresinin kontrol işlemleri ve durumu detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Hava kontrol devresinin güç kaynağının kapatılması | 5 | |
| 4. | Basınç ve hava akışının kontrol edilmesi | 10 | |
| 5. | Boru bağlantı noktalarında sızıntı kontrolünün yapılması | 10 | |
| 6. | Hava kontrol devresi elemanlarının düzgün çalıştığının doğrulanması | 10 | |
| 7. | Filtre temizliği ve su tahliyesinin yapılması | 10 | |
| 8. | Tüm bağlantıların tekrar gözden geçirilmesi | 5 | |
| 9. | Hava kontrol devresinin düzgün çalıştığının doğrulanması | 10 | |
| 10. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 11. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

**UYGULAMA: 7.11**

## ANA MAKİNE İLK HAREKET SİSTEMİNE HAVA VERME

**Amaç**

Basınçlı havayı ana makine ilk hareket sistemine ileterek sistemin çeşitli işlevleri yerine getirmesini sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan ana makine ilk hareket sistemine hava verme çalışması işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Hava kompresörü çalıştırılır.
4. Basınçlı hava tankı kontrol edilir.
5. Hava hattında bulunan filtreler kontrol edilir.
6. Hava dağıtım hatlarında kaçak olup olmadığı kontrol edilir.
7. Hava akışının ana makine ilk hareket sistemine ulaşıp ulaşmadığı kontrol edilir.
8. Basınçlı hava sistemine ait güvenlik kontrolleri yapılır.
9. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
10. Ana makine ilk hareket sistemine hava verme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Hava kompresörünün çalıştırılması | 10 | |
| 4. | Basınçlı hava tankının kontrol edilmesi | 10 | |
| 5. | Hava hattında bulunan filtrelerin kontrol edilmesi | 10 | |
| 6. | Hava dağıtım hatlarında kaçak olup olmadığının kontrol edilmesi | 10 | |
| 7. | Hava akışının ana makine ilk hareket sistemine ulaşıp ulaşmadığının kontrol edilmesi | 10 | |
| 8. | Basınçlı hava sistemine ait güvenlik kontrollerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 10. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 3. STARTING VALF

Pnömatik valf veya başlatma hava valfi olarak da adlandırılır. Büyük dizel gemi makinelerinin ilk harekete başlayabilmesi için starting valfin önemi büyüktür. Büyük dizel motorlarda motorun ilk hareketini sağlamak için basınçlı hava kullanılır. Starting valf, bu havayı uygun miktarda ve doğru zamanda silindirlere yönlendirerek krank şaftın dönmesini sağlar. Motor çalışmaya başladığında valf kapanarak basınçlı havanın sisteme zarar vermesini önler (Görsel 7.9). Starting valf düzgün çalışmadığında motorun ilk hareketi sağlanamaz ve sistem devre dışı kalabilir. Bu durumda ana makine çalıştırılamaz ve gemi operasyonları aksar. Bu nedenle starting valfin düzenli olarak kontrol edilmesi ve bakımının yapılması gerekir.

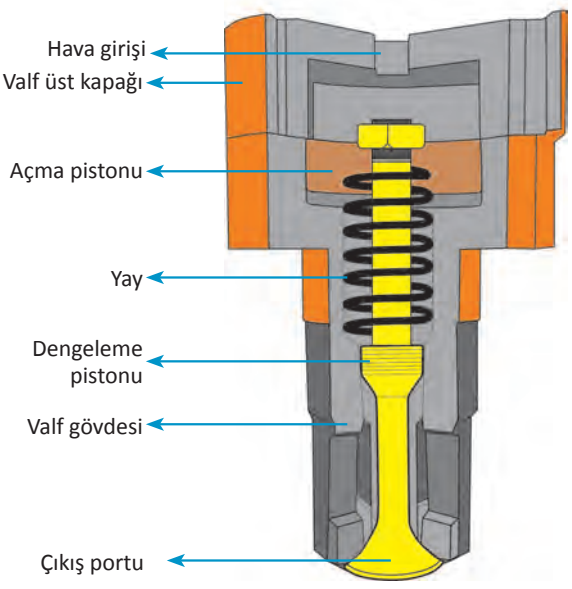


*Görsel 7.9: Starting valf*

Starting valfte görülen arızalar genellikle valfin açılmaması, geç açılması veya açık kalması şeklindedir. Bu durumlara valf içindeki yay ya da pistonun sıkışması, kontrol havası basıncının yetersizliği ya da selenoid arızaları neden olabilir. Ayrıca hava kaçağı da sık karşılaşılan bir sorundur ve genellikle conta, keçe aşınması ya da gevşek bağlantıdan kaynaklanır.

Starting valf arızalarının giderilmesi için öncelikle hava hattı basıncı kontrol edilmeli, valf sökülerek valfin iç mekanizması temizlenmeli ve hasarlı parçalar yenilenmelidir. Sürekli açık kalan valflerde yay kontrol edilmelidir. Zamanlama problemlerinde kontrol ünitesi ve sensörler kontrol edilmelidir. Valfte kaçak tespit edilirse contalar ve bağlantı noktaları gözden geçirilmelidir. Starting valfin düzenli bakımının yapılması, valfin sökülüp temizlenmesi, hava hattındaki nemin giderilmesi ve valfin her seferinde işlev testine tabi tutulması motorun güvenli ve sorunsuz çalışmasını sağlar.

## 3.1. STARTİNG VALFİN YAPISI

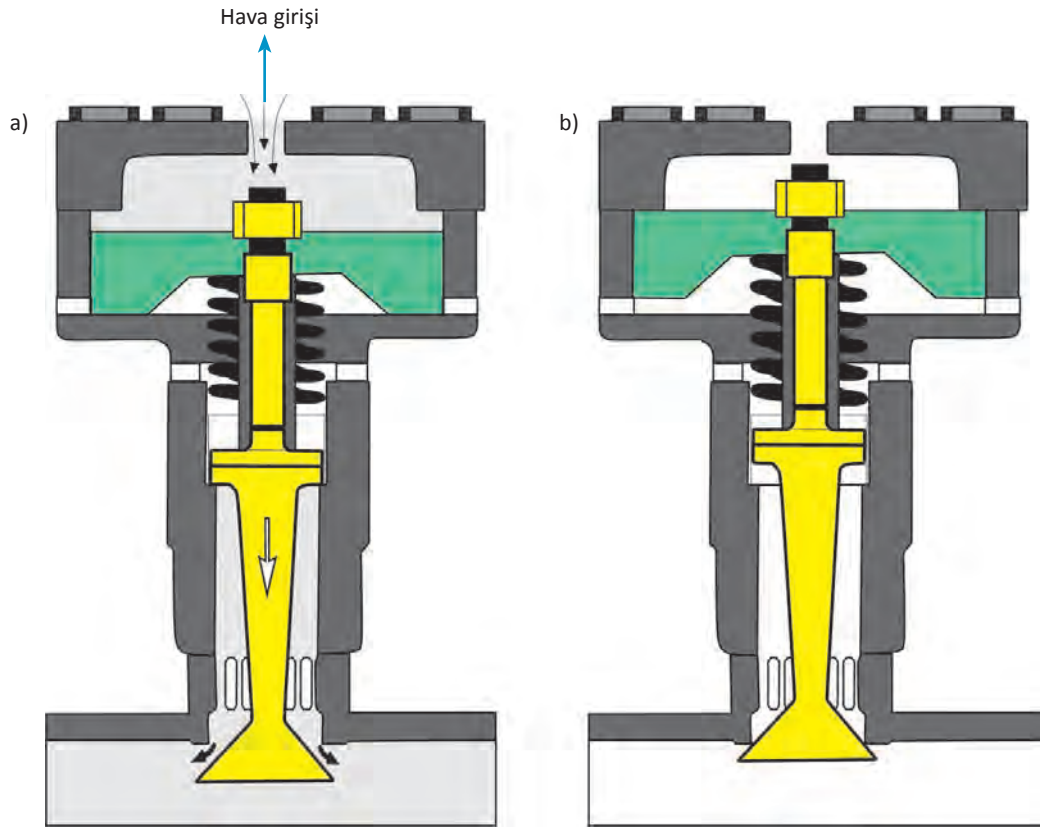



*Görsel 7.14: Starting valfin yapısı*

Starting valf, dayanıklı ve hassas bir yapıya sahiptir. Starting valfin ana parçalarını, her biri farklı bir işlevi yerine getiren bir sistem oluşturur (Görsel 7.14). Valfin ana kısmı olan gövde, genellikle basınca ve sıcağa dayanıklı malzemelerden üretilir. Valfin üst kapağı, havanın giriş ve çıkışını kontrol eder. Valfi kapalı konumda tutan yay, basınçlı hava etkisiyle sıkışarak valfin açılmasını sağlar ve hava akışı sona erdiğinde tekrar kapanır. Açma pistonu, basınçlı havanın etkisiyle valfi açarken dengeleme pistonu, valf milini hizalar ve milin sapmasını önler. Çıkış portu (hava çıkış deliği), valf açıkken basınçlı havanın silindire akışını sağlar. Starting valfler; kullanılan motor tipine, motor çalışma basıncına ve kontrol mekanizmalarına göre farklılık gösterir.

## 3.2. STARTİNG VALFİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Starting valf, genellikle 30 bar veya üzerindeki yüksek basınçlı hava ile çalışır. Bu sistemde hava, yüksek basınçlı hava tanklarından alınır ve motora çalıştırma komutu verildiğinde starting valfin açılmasını sağlamak için bir pilot hava sinyali gönderilir. Sinyal, yay kuvvetini yenerek starting valfi açar (Görsel 7.15.a). Böylece basınçlı hava silindirlere sırayla iletilir. Bu hava, pistonları hareket ettirerek krank şaftın dönmesini sağlar ve motorun ilk hareketini gerçekleştirir. Motor çalışabilir hâle geldiğinde starting valf kapanır ve hava akışı sonlanır (Görsel 7.15.b).




*Görsel 7.15: Starting valfin açık (a) ve kapalı (b) konumları*

Starting valf, kaver üzerine monte edilir ve hava dağıtıcısından gelen basınçlı işletme havasıyla çalışır. Starting valfin kapanması ise güçlü yaylar sayesinde gerçekleşir. Distribütör, valflerin doğru zamanda açılmasını ve açık kalmasını sağlar. Starting valfin gövdesine iletilen hava; valf pistonunu aşağı doğru iter, yay kuvvetini yenerek valf diskinin açılmasını sağlar. İlk hareket havası, valf diskinin etrafından geçerek silindire dolar. Basınç kesildiğinde ise yaylar, valf diskini tekrar kapatarak hava akışını keser.

**UYGULAMA: 7.12**

## STARTING VALFİN SÖKÜM, BAKIM ONARIM VE TAKMA İŞLEMLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Starting valfin söküm, bakım onarım ve takma işlemlerini yaparak işlevini verimli şekilde yerine getirmesini sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan ilk hareket devresi elemanı starting valfin sökülmesi, takılması ve bakım onarımı işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İlk hareket devre sistemi basınçsız hâle getirilir.
4. Starting valfin bağlantı elemanları sökülür.
5. Starting valf, ilk hareket devre sisteminden sökülür ve parçalarına ayrılır.
6. Starting valf fiziksel olarak kontrol edilir ve valfin parçaları temizlenir.
7. Starting valfin aşınmış ya da zarar görmüş parçaları yenisiyle değiştirilir.
8. Starting valfin montajı yapılır.
9. Starting valf ilk hareket sistemine monte edilir.
10. İlk hareket devre sistemi basınçlandırılır ve sistemin çalıştığı doğrulanır.
11. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
12. Starting valfin sökülme, bakım onarım ve montaj işlemleri ile durumu detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | İlk hareket devre sisteminin basınçsız hâle getirilmesi | 5 | |
| 4. | Starting valfin bağlantı elemanlarının sökülmesi | 10 | |
| 5. | Starting valfin sistemden sökülmesi, parçalarına ayrılıp kontrol edilmesi ve temizlenmesi | 10 | |
| 6. | Aşınmış ya da zarar görmüş parçaların yenisiyle değiştirilmesi | 5 | |
| 7. | Starting valfin montajının yapılması | 10 | |
| 8. | Starting valfin ilk hareket sistemine monte edilmesi | 10 | |
| 9. | İlk hareket devre sisteminin basınçlandırılarak çalıştığının doğrulanması | 10 | |
| 10. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 11. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 7.13

## STARTING VALFİ KUMANDA ETME

**Amaç**

Starting valfi doğru kumanda etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

Atölyede bulunan ilk hareket devresi elemanı starting valfi kumanda etme çalışması işlem basamaklarına göre yapılacaktır.

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İlk hareket devre sistemi basınçlandırılır.
4. Starting valf açılarak motorun dönmesi sağlanır.
5. Makine düzgün bir şekilde çalıştığında starting valf kapatılır.
6. İlk hareket devre sistemi test edilir ve sistemin güvenlik kontrolleri yapılır.
7. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
8. Starting valfe doğru kumanda etme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

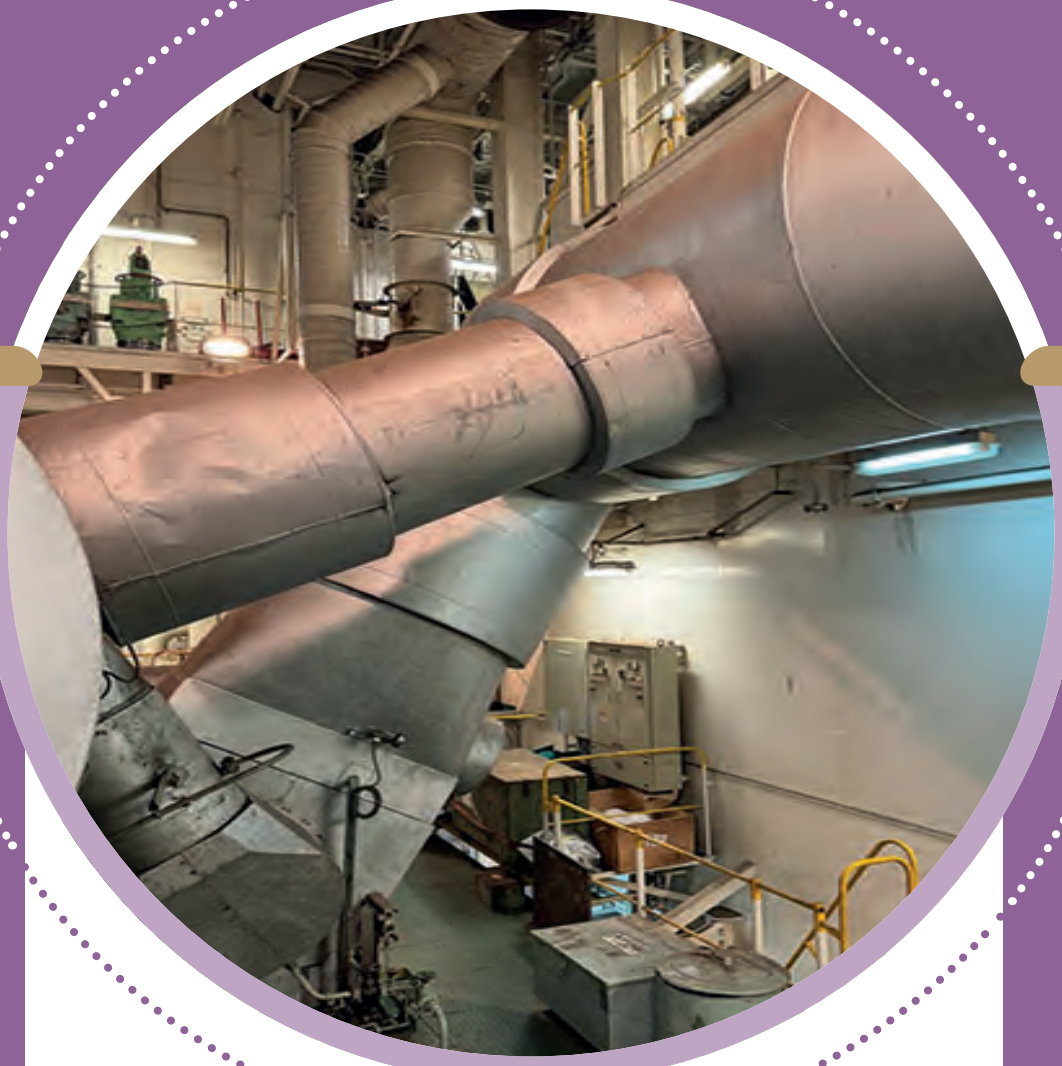
### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | İlk hareket devre sisteminin basınçlandırılması | 10 | |
| 4. | Starting valfin açılması | 20 | |
| 5. | Starting valfin kapatılması | 20 | |
| 6. | İlk hareket devre sisteminin test edilmesi ve güvenlik kontrollerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 8. ÖĞRENME BİRİMİ

# BUHAR SİSTEMİ

1. BUHAR KAZANLARI VE DEVRESİ
2. BESLEME *(FEED)* SUYU DEVRESİ
3. EVAPORATÖRLER



## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Gemi buhar kazanlarının bakımları
- Gemi besleme suyu devresinin işletimi
- Evaporatör ile deniz suyundan içme ve kullanma suyunun elde edilmesi

# 1. BUHAR KAZANLARI VE DEVRESİ

Buhar kazanları, suyu buhara dönüştürerek geminin çeşitli sistemlerine enerji sağlayan önemli ekipmanlardır. Özellikle buhar türbinli gemilerde tahrik sistemine güç sağlamak, yardımcı makineleri çalıştırmak, tatlı su üretmek, ısıtma ve sıcak su sağlamak ile ağır yakıt kullanan gemilerde yakıtı ısıtmak için kullanılır. Gemilerdeki buhar kazanları, yardımcı kazanlar ve atık ısı kazanları olmak üzere iki gruba ayrılır. Yardımcı kazanlar, su borulu kazanlar ve alev borulu kazanlar olmak üzere iki çeşittir (Tablo 8.1).

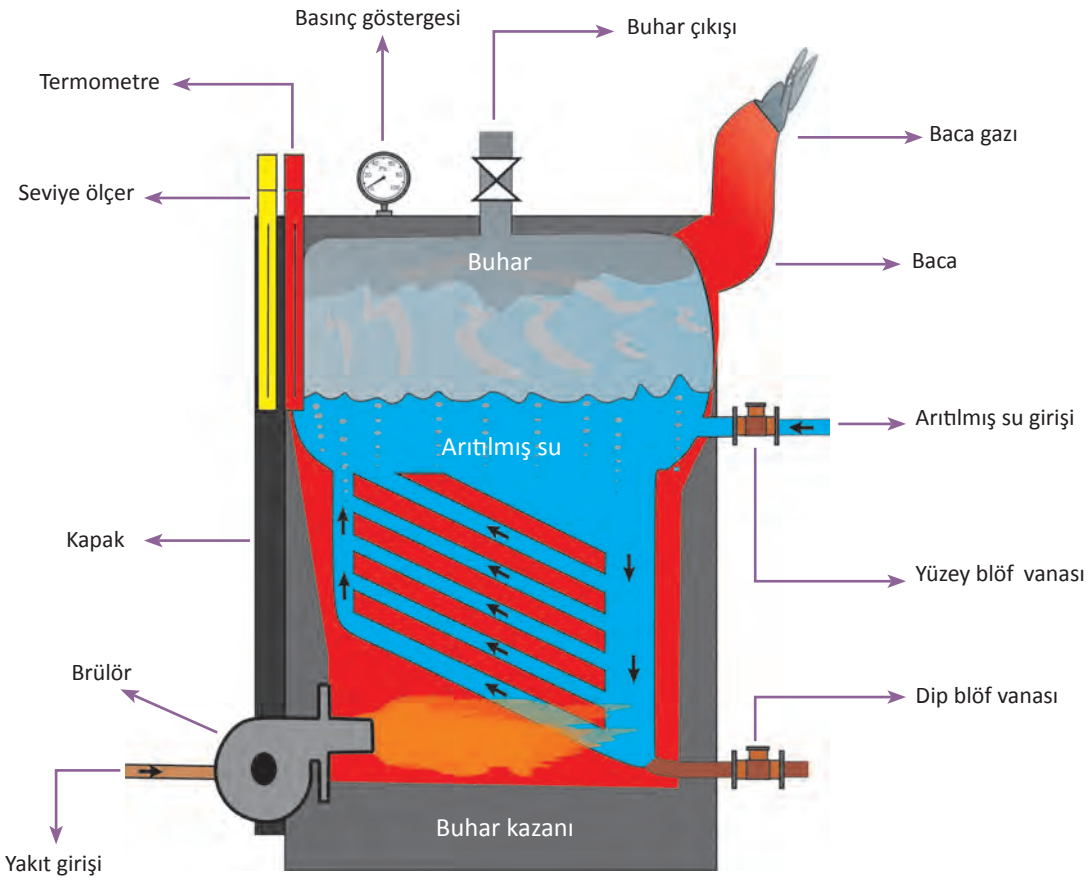
*Tablo 8.1: Gemilerde Kullanılan Buhar Kazanları*

| KAZAN TİPİ | | ÇALIŞMA PRENSİBİ | KULLANIM ALANI |
|---|---|---|---|
| **Yardımcı Kazanlar** | **Su Borulu Buhar Kazanları** | Suyun boruların içinde dolaştığı ve dışarıdan ısıtıldığı kazanlardır. | Büyük yük gemilerinde, savaş gemilerinde ve yüksek buhar ihtiyacı olan gemilerde kullanılır. |
| | **Alev Borulu Buhar Kazanları** | Sıcak yanma gazlarının boruların içinde dolaştığı, suyun ise kazan gövdesinde bulunduğu sistemdir. | Küçük gemilerde, yardımcı kazan sistemlerinde ve düşük buhar ihtiyacı olan gemilerde kullanılır. |
| **Atık Isı Kazanları** | | Dizel motor veya türbin egzoz gazlarından geri kazanılan ısı ile buhar üretir. | Büyük ticari gemilerde, LNG ve yolcu gemilerinde kullanılır. |



*Görsel 8.1: Buhar kazanı*

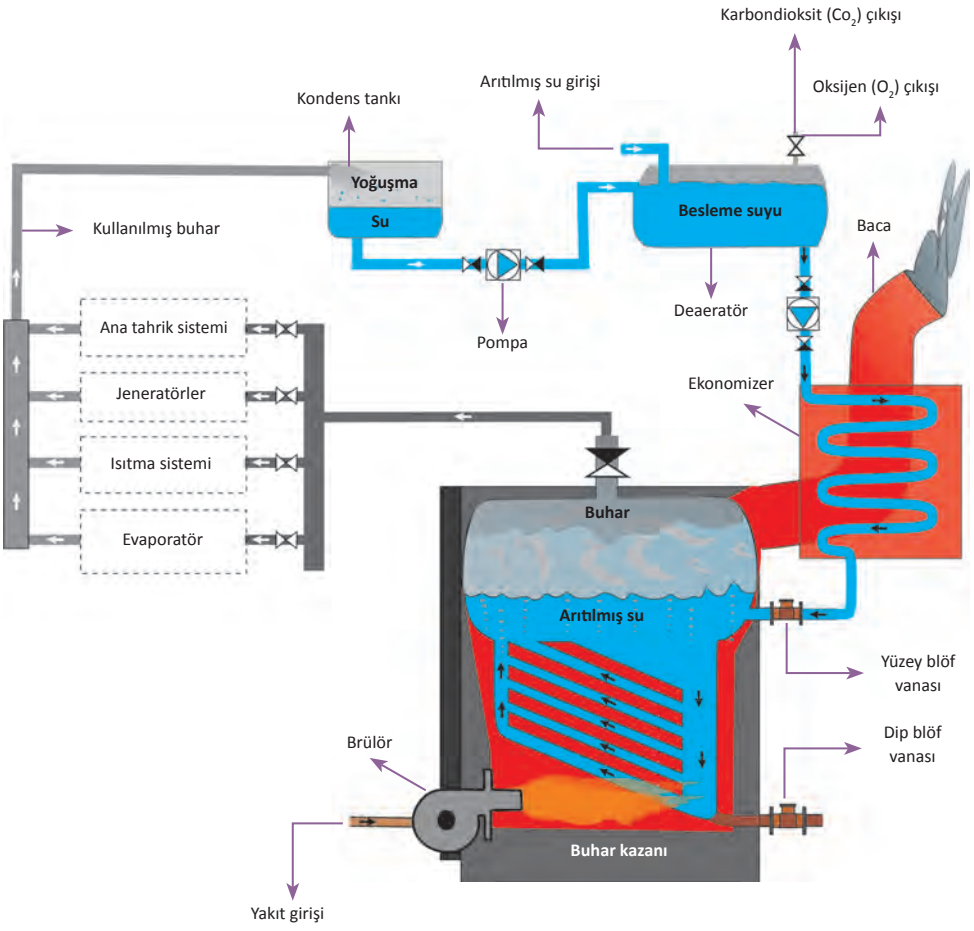
**Yardımcı kazanlar**, yakıt yakarak buhar üretir. **Atık ısı kazanları** ise ana makine egzoz gazlarının ısısını kullanarak buhar üretir. Gemilerde yardımcı kazan olarak bilinen su borulu kazanlar, yüksek basınç gereksinimi ve verimlilik nedeniyle daha çok tercih edilir. Bu kazanlarda yanma sistemi, yakıtın brülörler aracılığıyla yanmasını sağlayan yanma odası ve hava fanlarından oluşur. Brülör, yakıtı uygun oranlarda hava ile karıştırarak yanma odasına püskürten ve yakıtın tutuşmasını sağlayan ekipmandır. Yakıt, belirli bir basınçla brülörlere iletilerek yanma işlemi başlatılır ve suyun ısıtılması sağlanır. Genellikle ağır yakıt, doğalgaz, dizel gibi yakıtlar kullanılır. Kazana su temini besleme suyu pompaları yardımıyla gerçekleştirilir. Kazandaki suyun kaynaması sonucunda oluşan tortuları sistemden atmak için blöf valfleri *(blowdown valve)* kullanılır. Buhar kazanında dolaşım pompaları, brülör ve blöf valfleri dışında basınç göstergeleri, termometreler, emniyet valfleri, su seviye göstergeleri, sensörler, otomatik kontrol valfleri gibi yardımcı ekipmanlar bulunur (Görsel 8.1 ve Görsel 8.2).




*Şekil 8.1: Su borulu buhar kazanı*

Buhar kazanının verimli ve güvenli şekilde çalışmasını sağlamak için kazan suyunun kimyasal dengede tutulması gerekir. Bunun için öncelikle kazan suyunun pH (potansiyel Hidrojen) seviyesi, iletkenlik değeri, sertlik, alkalinite gibi parametreleri düzenli olarak ölçülmelidir. Ölçülen değerlere göre kazan suyuna uygun kimyasal katkılar eklenerek kazan suyu kimyasal dengede tutulur. Bu işlem kazanın içindeki kireçlenmeyi, tortu oluşumunu ve korozyonu önlemeye yardımcı olur. Ayrıca kazanın duman gazlarının geçtiği bölümleri ve baca sistemleri belirli aralıklarla kurum ve kir birikmesinin önlenmesi amacıyla temizlenir. Temizlenmeyen baca kazanı, verimi düşürerek yakıt tüketimini artırır ve çevresel kirliliğe neden olur.

Gemilerde buhar devresi; buharı üretme, dağıtma ve yoğuşturma sürecini kapsayan kapalı bir devredir (Şekil 8.2). Bu sayede enerji verimli şekilde kullanılır ve su döngüsü korunur.




*Şekil 8.2: Su borulu buhar kazanı devresi*



*Görsel 8.2: Ekonomizer*

Su borulu buhar kazanı devresi, belirli bir çalışma prensibine sahiptir. Bu çalışma prensibine göre kondens *(condensate)* tankından pompa yardımıyla gelen su ve arıtılmış su, deaeratör *(deaerotor)* tankında toplanır. Bu tankta toplanan su, içindeki oksijen ve karbondioksit gazlarından arındırılır. Bu işlem korozyonu önler ve buhar kalitesini artırır. Daha sonra ayrıştırılan su, buhar kazanının bacası üzerinde bulunan economizerden *(ekonomizer)* geçirilir. Ekonomizerler, özellikle buhar türbinli gemilerde yaygın olarak kullanılır. Ekonomizer, buhar kazanı ya da ana makine egzoz gazlarının ısısını kullanarak besleme suyunu önceden ısıtan bir ısı değiştiricidir (Görsel 8.2). Böylece besleme suyu ön ısıtmaya tabi tutulur ve enerji tasarrufu sağlanır.

Ekonomizer tarafından kazana gönderilen ısınmış su, burada kaynatılarak buhara dönüştürülür. Kaynatma işlemi, brülör tarafından kazana iletilen yakıtın yakılmasıyla gerçekleşir. Boru hatları aracılığıyla taşınan buhar, geminin ana makinesi ve yardımcı sistemlerine iletilir. Kullanılan buhar, kondens tankında soğutularak tekrar sıvı hâle getirilir. Bu süreç döngüsel olarak buharın üretimi, dağıtımı, kullanımı ve geri dönüşümü şeklinde devam eder.

UYGULAMA: 8.1

## BUHAR KAZANI SUYUNU TEST ETME

**Amaç**

Buhar kazanı suyunun analiz ve test işlemlerini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Su numunesi alma kabı | 1 adet |
| Test kitleri | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan buhar kazanı suyu işlem basamaklarına göre test edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kazan suyundan temiz bir kaba numune alınır.
4. Kazan suyu numunesinde gerekli analiz testleri yapılır.
5. Test sonuçları değerlendirilir.
6. Test sonuçları olması gereken değerlerin dışındaysa uygun kimyasal katkılar eklenerek kazan suyu dengelenir.
7. Kazan sistemi çalıştırılarak işleyişi kontrol edilir.
8. Kullanılan ekipmanlar testlerden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
9. Buhar kazanı suyunu test etme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Kazandan su numunesinin alınması | 10 | |
| **4.** | Kazan suyu numunesinin analiz testlerinin yapılması | 30 | |
| **5.** | Test sonuçlarının değerlendirilmesi | 10 | |
| **6.** | Sistemin çalıştırılarak işleyişinin kontrol edilmesi | 10 | |
| **7.** | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| **8.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 8.2

## BUHAR KAZANI SUYUNU ISLAH ETME

**Amaç**

Buhar kazanı suyunu ıslah ederek kazan sisteminin verimli şekilde çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Test kitleri | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan buhar kazanı suyu işlem basamaklarına göre ıslah edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kazan suyunun tuzluluk oranı ve sertliği ölçülür.
4. Suyun dengesini korumak için kazan suyuna kimyasal eklenir.
5. Gerekli analiz testleri yapılır.
6. Kazanda biriken atıklar blöf vanası ile dışarı atılır.
7. Kondens tankında yoğuşan su filtrelenir.
8. Kazan sistemi çalıştırılarak işleyişi kontrol edilir.
9. Kullanılan ekipmanlar testlerden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
10. Buhar kazanı suyunu ıslah etme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Kazan suyunun tuzluluk oranı ve sertliğinin ölçülmesi | 10 | |
| **4.** | Kazan suyuna kimyasal eklenmesi | 5 | |
| **5.** | Blöf işleminin uygulanması | 10 | |
| **6.** | Kondens suyunun filtrelenmesi | 5 | |
| **8.** | Test sonuçlarının değerlendirilmesi | 10 | |
| **9.** | Sistemin çalıştırılarak işleyişinin kontrol edilmesi | 10 | |
| **10.** | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| **11.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 8.3

## BUHAR KAZANINI BLÖF ETME

**Amaç**

Buhar kazanını blöf ederek (kontrollü boşaltarak) korozyonu önlemek ve kazanın verimli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan buhar kazanı, korozyonu önlemek amacıyla işlem basamaklarına göre blöf edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kazanın su seviyesi ve basıncı kontrol edilir.
4. Blöf edilecek suyun tahliye hattının kontrolü yapılır.
5. Blöf işlemi için blöf vanası açılır.
6. Blöf tamamlandıktan sonra vana kapatılır.
7. Buhar kazanını blöf etme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Kazanın su seviyesi ve basınç kontrolünün yapılması | 30 | |
| **4.** | Blöf edilecek suyun tahliye hattının kontrol edilmesi | 20 | |
| **5.** | Blöf işlemi için blöf vanasının açılması | 10 | |
| **6.** | Blöf tamamlandıktan sonra vananın kapatılması | 10 | |
| **7.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 8.4

## BUHAR KAZANININ TEMİZLİĞİNİ YAPMA

**Amaç**

Buhar kazanının temizliğini yaparak kazanın verimli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Basınçlı hava ve su püskürtme cihazları | 1 adet |
| Buhar temizleme ekipmanı | 1 adet |
| Tel fırçalar | 1 adet |
| Kazıyıcılar | 1 adet |
| Kireç çözücü kimyasallar | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan buhar kazanının temizliği işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kazanın basınç ve sıcaklığı düşürülür.
4. Kazan sistemindeki su ve gaz kalıntıları tahliye edilir.
5. Kazan ve boruların iç yüzeyleri temizlenir.
6. Kazan kurutulup kapatıldıktan sonra sistem basınçlandırılır.
7. Kazanın çalıştırılmadan önce sızdırmazlık ve güvenlik kontrolleri yapılır.
8. Kullanılan ekipmanlar yapılan işlemlerden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
9. Buhar kazanının temizlik işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kazanın basınç ve sıcaklığının düşürülmesi | 10 | |
| 4. | Kazan sistemindeki su ve gaz kalıntılarının tahliye edilmesi | 20 | |
| 5. | Kazan ve boruların iç yüzeylerinin temizlenmesi | 10 | |
| 6. | Kazanın kurutulması ve sistemin basınçlandırılması | 10 | |
| 7. | Sistemin çalıştırılarak işleyişinin kontrol edilmesi | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 8.5

## BUHAR DEVRESİNİ YAKIT DEVRESİ ARACILIĞIYLA ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Buhar devresini yakıt devresiyle çalıştırarak güvenli buhar üretimi sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | 1 adet |
| Brülör ayar anahtarı | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan buhar devresi, yakıt devresi aracılığıyla işlem basamaklarına göre çalıştırılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Buhar kazanına yakıt gönderilir.
4. Hava besleme fanı çalıştırılır.
5. Brülör çalıştırılır ve yakıt brülöre püskürtülerek ateşlenir.
6. Yanmanın dengeli olup olmadığı kontrol edilir.
7. Buhar kazanı, buhar basıncı istenilen seviyeye ulaşana kadar ısıtılır.
8. Basınç, sıcaklık ve yakıt akışı sürekli olarak izlenir.
9. Kullanılan ekipmanlar yapılan işlemlerden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
10. Buhar devresini yakıt devresi aracılığıyla çalıştırma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Kazana yakıt beslemesinin yapılması | 10 | |
| 4. | Hava besleme fanının çalıştırılması | 10 | |
| 5. | Brülörün çalıştırılarak yakıtın ateşlenmesi | 10 | |
| 6. | Yanmanın kontrol edilmesi | 10 | |
| 7. | Basınç, sıcaklık ve yakıt akışı değerlerinin izlenmesi | 10 | |
| 8. | Sistemin çalıştırılarak işleyişinin kontrol edilmesi | 10 | |
| 9. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 10. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 8.6

## BUHAR DEVRESİNİ EGZOZ GAZI ARACILIĞIYLA ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Buhar devresini egzoz gazı ile çalıştırarak güvenli buhar üretimi ve enerji tasarrufu sağlamak.

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan buhar devresi, egzoz gazı aracılığıyla işlem basamaklarına göre çalıştırılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Ana makine çalıştırılır ve egzoz gazları buhar kazanına yönlendirilir.
4. Egzoz gazı sıcaklığı ve akış hızı kontrol edilir.
5. Egzoz gazı enerjisi, kazan suyuna aktarılarak buhar oluşturulur.
6. Kullanılan ekipmanlar yapılan işlemlerden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
7. Buhar devresini egzoz gazı aracılığıyla çalıştırma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Ana makinenin çalıştırılması ve egzoz gazlarının kazana yönlendirilmesi | 20 | |
| 4. | Egzoz gazı sıcaklığı ve akış hızının kontrol edilmesi | 20 | |
| 5. | Egzoz gazı sıcaklığının kazan suyuna aktarılması | 10 | |
| 6. | Sistemin çalıştırılarak işleyişinin kontrol edilmesi | 10 | |
| 7. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 8.7

## BUHAR KAZANINDA ÜRETİLEN BUHARI DEVREYE VERME

**Amaç**

Buhar kazanında üretilen buharın güvenli bir şekilde devreye verilmesini sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyedeki buhar kazanında üretilen buhar, işlem basamaklarına göre devreye verileccektir.**

### İşlem Basamakları

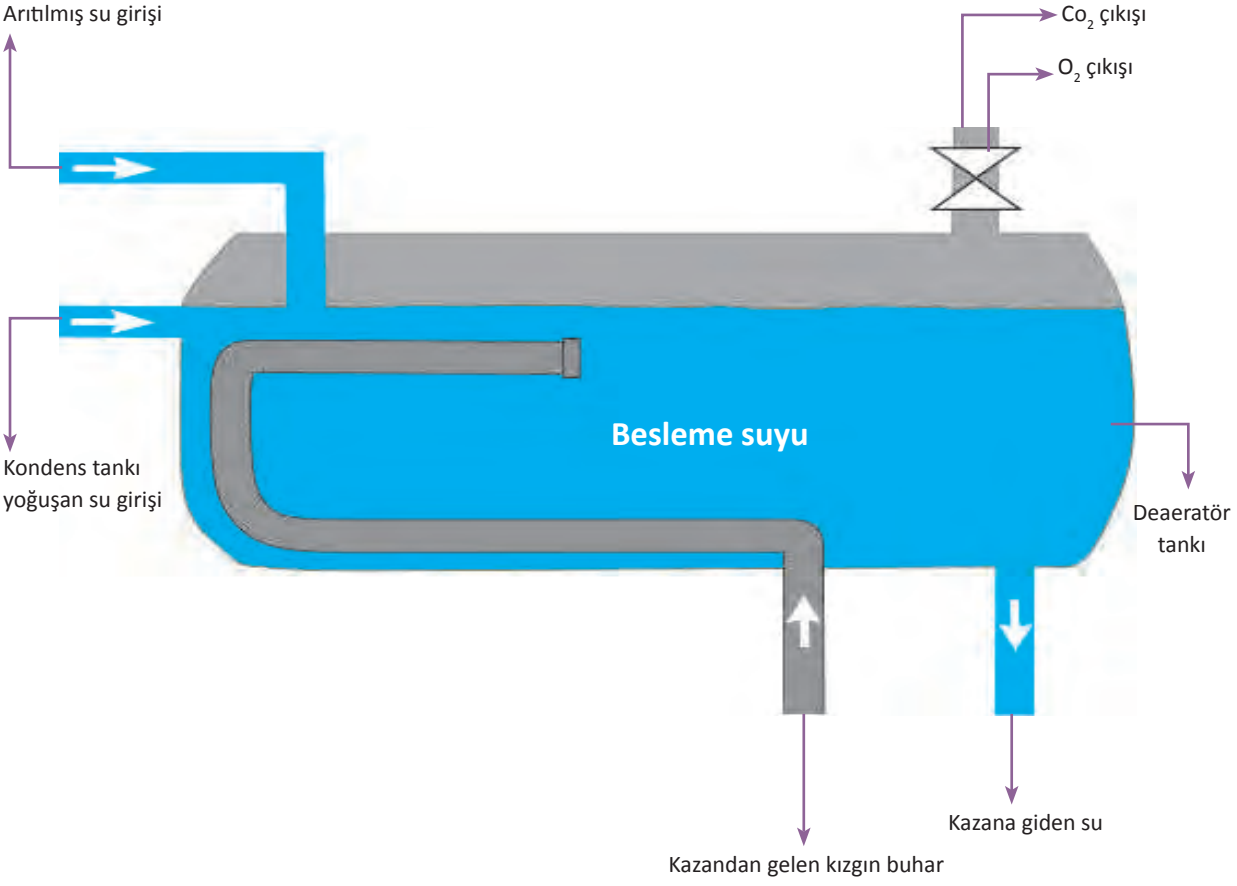
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Sisteme verilecek buhar kazanda üretilir.
4. Üretilen buhar, buhar valfi açılarak sisteme verilir.
5. Buhar basıncı sensörler ve valfler yardımıyla ayarlanır.
6. Buhar, ana makine ve yardımcı makinelere gönderilir.
7. Kullanılan buhar, kondens tankında suya dönüştürülür.
8. Kullanılan ekipmanlar yapılan işlemlerden sonra temizlenir ve yerine yerleştirilir.
9. Buhar kazanında üretilen buharı devreye verme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Buharın üretilmesi | 10 | |
| 4. | Buhar dağıtım valfinin açılması | 10 | |
| 5. | Buharın kullanılması | 20 | |
| 6. | Kullanılan buharın kondens takında suya dönüştürülmesi | 10 | |
| 7. | Sistemin işleyişinin kontrol edilmesi | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 2. BESLEME *(FEED)* SUYU DEVRESİ

Besleme suyu devresi; suyun hazırlanması, buhara dönüştürülmesi ve tekrar kullanılmasını sağlayan devredir. Bu devre, kazandaki su seviyesini koruyarak aşırı ısınma, susuz kalma gibi olumsuz durumları önler. Besleme suyu, kullanılan buharın yoğuşmasıyla elde edilen kondens suyu ile dışarıdan eklenen arıtılmış suyun birleşiminden oluşur. Deaeratör tankındaki su, sıcak buharla ısıtılarak suyun içindeki oksijen ve karbondioksit gazlarından arındırılır. Böylece korozyon önlenir. Deaeratörde ayrıştırılmış su, buhar kazanına gönderilir, ısıtılarak buhara dönüştürülür ve sisteme gönderilir. Sistemde kullanılan buhar, kondens tankına yönlendirilerek yoğuşturulur ve tekrar deaeratöre gönderilir. Sistem bu şekilde döngüsel olarak çalışmaya devam eder (Şekil 8.3).




*Şekil 8.3: Besleme suyu devresi*

Besleme suyu devresi çalıştırılmadan önce devre tankındaki su seviyesi kontrol edilmeli, pompa ve valflerin doğru pozisyonda olduğu doğrulanmalıdır. Son aşamada sistem güvenli şekilde devreye alınarak ani basınç değişiklikleri önlenmelidir.

UYGULAMA: 8.8

## BESLEME SUYU DEVRELERİNİ KONTROL ETME

**Amaç**

Kazan besleme suyu devrelerinin kontrolünü yaparak devrelerin verimli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Su numunesi alma ekipmanı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan besleme suyu devresinin kontrolü ve takibi işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Devre bağlantı elemanlarının fiziksel kontrolü yapılır.
4. Besleme suyunun basınç ve sıcaklık kontrolleri yapılır.
5. Numune alınarak besleme suyunun analiz testleri yapılır.
6. Devredeki hava ve gazı giderme kontrolleri yapılır.
7. Besleme pompası ve valfleri kontrol edilir.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Besleme suyu devrelerini kontrol etme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Devre bağlantı elemanlarının kontrolünün yapılması | 10 | |
| **4.** | Besleme suyunun ölçümlerinin yapılması | 10 | |
| **5.** | Besleme suyundan alınan numunenin analizinin yapılması | 20 | |
| **6.** | Devredeki hava ve gazın giderilmesi | 10 | |
| **7.** | Besleme pompası ve valflerinin kontrollerinin yapılması | 10 | |
| **8.** | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| **9.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 8.9

## BESLEME SUYU DEVRE ELEMANLARININ BAKIMINI YAPMA

**Amaç**

Kazan besleme suyu devre elemanlarının bakımını düzenli yaparak devrenin verimli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları ve kimyasal test kitleri | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Su numune alma ekipmanları | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan besleme suyu devre elemanlarının bakımı ve takibi işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Devrenin bağlantı elemanlarının fiziksel kontrolü yapılır.
4. Besleme suyunun basınç ve sıcaklık kontrolleri yapılır.
5. Numune alınarak besleme suyunun analiz testleri yapılır.
6. Besleme pompası ve filtre bakımı yapılır.
7. Hava ve gaz giderme işlemi yapılır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Besleme suyu devre elemanlarının bakımını yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Devre bağlantı elemanlarının kontrolünün yapılması | 10 | |
| **4.** | Besleme suyu ölçümlerinin yapılması | 10 | |
| **5.** | Besleme suyundan alınan numunenin analizinin yapılması | 20 | |
| **6.** | Devrede pompa ve filtre bakımı ile hava alma işleminin yapılması | 10 | |
| **7.** | Besleme suyu devrelerinin son kontrollerinin yapılması | 10 | |
| **8.** | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| **9.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 8.10

## BESLEME SUYU DEVRESİNİ ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Kazan besleme suyu devresini güvenli şekilde çalıştırarak suyun düzgün akmasını ve sistemin verimli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları ve pompa kontrol paneli | Birer takım, 1 adet |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Su numunesi alma ekipmanı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan besleme suyu devresi işlem basamaklarına göre çalıştırılacaktır.**

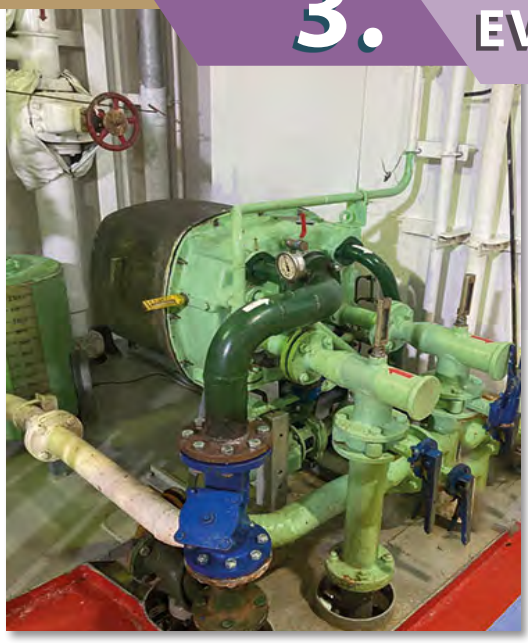
### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Besleme suyu seviyesi ve devre bağlantı elemanlarının kaçak kontrolü yapılır.
4. Besleme suyu pompası çalıştırıldıktan sonra devrenin su akışının gözlemi yapılır.
5. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
6. Besleme suyu devresini düzgün çalıştırma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Devre bağlantı elemanlarının kontrolünün yapılması | 10 | |
| **4.** | Besleme suyu seviye ölçümünün yapılması | 20 | |
| **5.** | Pompanın çalıştırılması ve devrenin su akışı gözleminin yapılması | 10 | |
| **6.** | Besleme suyu devresinin düzgün çalıştığının kontrol edilmesi | 20 | |
| **7.** | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| **8.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

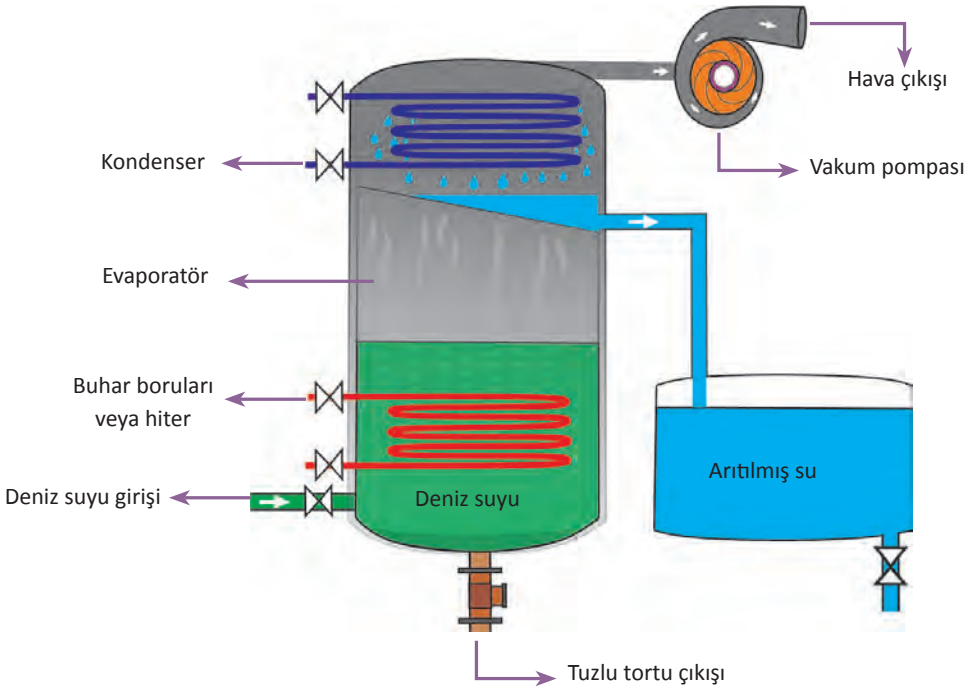
# 3. EVAPORATÖRLER



*Görsel 8.4: Evaporatör*

Deniz suyunu tatlı suya dönüştüren aygıta **evaporatör** denir. Evaporatör, kazanda oluşan buharı veya makine ceket suyu sıcaklığını kullanarak deniz suyunu buharlaştırır. Ardından bu suyu yoğuşturarak içme suyu, kullanım suyu veya kazan besleme suyu üretir (Görsel 8.4).

Gemilerde genellikle vakumlu tip evaporatörler kullanılır. Bu sistemde deniz suyu alınmadan önce vakum pompası aracılığıyla evaporatörün içindeki hava basıncı düşürülür. Vakum sayesinde deniz suyu daha düşük sıcaklıkta kaynar. Örneğin 1 atmosfer basınç altında, deniz seviyesinde suyun kaynama noktası 100 °C iken vakum altında bu sıcaklık 40-60 °C'a düşer. Deniz suyu bir pompa yardımıyla evaporatörün içine alınır. Isıtıcı borular aracılığıyla su kaynama noktasına getirilerek buharlaşma sağlanır. Oluşan buhar, kondenserdeki (yoğuşturucu) soğutucu boruların yardımıyla yoğuşturularak tatlı suya dönüştürülür. Su, yoğuşturma sırasında tuz ve diğer kirleticilerden arındırılır. Arıtılmış su tankına pompa ile gönderilir. Tuz ve diğer kirleticiler sistemden tahliye edilir (Şekil 8.4).




*Şekil 8.4: Evaporatör devresi*

Sistemin verimli çalışması için evaporatörde oluşabilecek kireç ve tuz birikintileri düzenli olarak temizlenmelidir. Vakum pompasının sızdırmazlığı ve çekiş gücü kontrol edilmeli, ısı değiştirici yüzeyler periyodik olarak bakım görmelidir. Üretilen tatlı suyun iletkenliği ölçülerek kalitesinin takibi yapılmalıdır.

UYGULAMA: 8.11

## EVAPORATÖRÜ ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Evaporatörü çalıştırarak kontrol etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Deniz suyu pompası ve vakum pompası | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan evaporatör işlem basamaklarına göre çalıştırılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Evaporatör çalıştırılmadan önce fiziksel olarak kontrol edilir.
4. Evaporatör çalıştırılır.
5. Çalışma sırasında evaporatörün gerekli kontrolleri yapılır.
6. Evaporatör kapatılır.
7. Kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
8. Evaporatörü çalıştırma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Çalıştırılmadan önce evaporatörün kontrollerinin yapılması | 20 | |
| 4. | Evaporatörün çalıştırılması | 20 | |
| 5. | Çalışma sırasında evaporatörün kontrollerinin yapılması | 10 | |
| 6. | Evaporatörün kapatılması | 10 | |
| 7. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 8.12

## EVAPORATÖRDE ÜRETİLEN SUYU TEST ETME

**Amaç**

Evaporatörde üretilen tatlı suyun kalitesini, içme suyu ve kazan besleme suyuna uygun olup olmadığını kontrol etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Numune kapları | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan evaporatörde üretilen tatlı su işlem basamaklarına göre test edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Üretilen tatlı sudan numune alınır.
4. Alınan numunede kalite testleri yapılır.
5. Test sonuçları değerlendirilir.
6. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
7. Evaporatörde üretilen tatlı suyu test etme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Üretilen tatlı sudan numune alınması | 20 | |
| 4. | Alınan numunenin testlerinin yapılması | 30 | |
| 5. | Test sonuçlarının değerlendirilmesi | 10 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 8.13

## EVAPORATÖRDE ÜRETİLEN SUYU ISLAH ETME

**Amaç**

Evaporatörde üretilen tatlı suyu ıslah etmek için içme suyu ve kazan besleme suyunu uygun kaliteye getirmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları, klorlama ünitesi | Birer takım |
| Numune kapları | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan evaporatörün ürettiği tatlı su işlem basamaklarına göre ıslah edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Üretilen tatlı sudan numune alınarak suyun analizi yapılır.
4. İçindeki tortu ve katı maddelerden arındırmak için tatlı su filtrelenir.
5. Filtrelenen su, mikroorganizmaların giderilmesi için dezenfekte edilir.
6. Islah işleminden sonra tatlı suyun değerleri kontrol edilir.
7. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
8. Evaporatörde üretilen tatlı suyu ıslah etme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Üretilen tatlı sudan numune alınması | 10 | |
| 4. | Alınan numunenin analiz edilmesi | 20 | |
| 5. | Tatlı suyun ıslahı için filtrelenmesi | 10 | |
| 6. | Tatlı suyun ıslahı için dezenfekte edilmesi | 10 | |
| 7. | Islah işleminden sonra tatlı suyun değerlerinin kontrol edilmesi | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 9. ÖĞRENME BİRİMİ

# GEMİ DEVRELERİ

1. BALAST DEVRESİ
2. YANGIN DEVRESİ
3. SİNTİNE DEVRESİ
4. İNSİNERATÖR DEVRESİ
5. İKLİMLENDİRME DEVRESİ
6. BUZLUK DEVRESİ



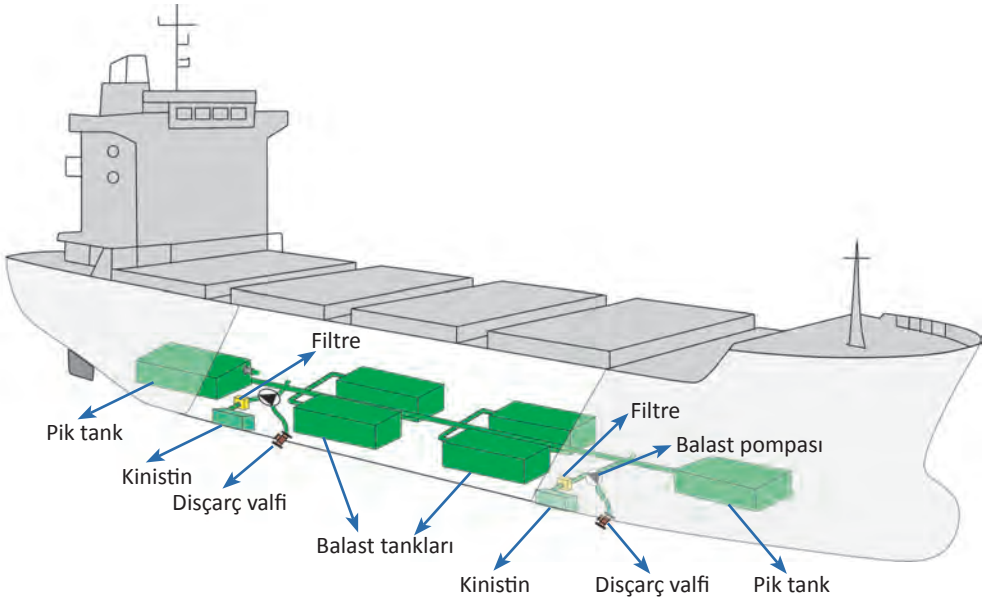
## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Gemi balast devresinin işletimi
- Gemi yangın devresinin işletimi
- Gemi sintine devresinin işletimi
- Gemi insineratör devresinin işletimi
- Gemi iklimlendirme devresinin işletimi
- Gemi buzluk devresinin işletimi

# 1. BALAST DEVRESİ

**Balast devresi**; geminin enine (iskele-sancak) dengesini, boyuna (baş-kıç veya trim) dengesini, suya ne kadar battığının veya sudan ne kadar çıktığının (draft) kontrolünü sağlamak amacıyla kullanılan bir sistemdir. Bu devre, geminin dengesini koruyarak güvenli seyir yapmayı sağlar. Geminin taşınan yük miktarına ve dağılımına bağlı olarak balast tanklarındaki su seviyesinin uygun şekilde ayarlanması için kullanılır.

Geminin yükleme ve boşaltma operasyonları, deniz şartları ve sefer gerekliliklerine göre düzenlenir. Bu süreçte istenilen ağırlık ve denge koşullarını sağlamak için balast suyu alınıp boşaltılır. Bu devre; balast tankları, pik tankları, pompalar, boru donanımları, vanalar, seviye sensörleri, ölçüm cihazları, kontrol panelleri gibi bileşenlerden oluşur (Şekil 9.1).




*Şekil 9.1: Balast devresi*

Balast tankları, balast devresinin temel elemanları olup geminin genel dengesinin sağlanmasında doğrudan görev yapar. Bu tanklar genellikle geminin çift dip kısmında ve borda bölgelerinde yer alır. Yükleme, boşaltma ve seyir şartlarına bağlı olarak balast tanklarına deniz suyu alınır veya bu tanklardaki su boşaltılarak geminin stabilite, trim ve draft değerleri kontrol altında tutulur (Görsel 9.1).



*Görsel 9.1: Balast tankının iç yapısı*

Geminin baş ve kıç kısmındaki pik tankları, yük dağılımına bağlı olarak geminin boyuna dengeli duruşunu ayarlamak için balast devresinde kullanılır. Pik tanklarında genellikle deniz suyu bulunur. Bazı gemilerde tatlı su ihtiyacını karşılamak için bu tanklarda tatlı su bulundurulur.

Balast işleminde tanklara alınacak su miktarı; geminin yük durumu, draft ve trim değerlerine göre hesaplanır. Balast pompa sistemi kullanılarak gerekli miktarda deniz suyu alınır ve balast tanklarına basılır (Görsel 9.2).




*Görsel 9.2: Balast pompası*

Balast alma işlemi sonunda geminin suya batma derinliği artar, ağırlık merkezi düşer ve yalpa gibi istenmeyen hareketler azaltılır. Balast operasyonu boyunca tank seviyeleri ve geminin dengesi sürekli izlenir.

Gemiler bir limandan başka bir limana seyrettiğinde, denge sağlamak amacıyla alınan balast suyu boşaltılırken bu suyla birlikte farklı ekosistemlere zararlı yabancı türlerin taşınmasına neden olur. Bu durumun önüne geçmek için 2017 yılında IMO tarafından hazırlanıp yürürlüğe giren Balast Suyu Yönetimi Sözleşmesi ile gemilere balast suyu arıtma sistemi *(ballast water treatment system-BWTS)* kurma zorunluluğu getirilmiştir. Balast suyu arıtma sistemi, gemilerin sefer sırasında denge sağlamak için aldıkları balast suyunda bulunan bakteri, virüs, plankton gibi zararlı organizmaların yayılmasını engellemek amacıyla geliştirilmiştir (Görsel 9.3). Balast suyu alınırken önce filtreden geçirilir, ardından dezenfekte edilir.



*Görsel 9.3: Balast suyu arıtma sistemi paneli*

Balast devresindeki kontroller şu şekilde yapılır:

- Balast alma işlemi süresince tankların doluluk seviyeleri izlenir ve kontrol edilir. Aşırı dolum varsa acil müdahale edilir.
- Sızdırmazlık testleri, balast sistemindeki olası kaçakları tespit etmek amacıyla düzenli olarak yapılır.
- Pompaların çalışma durumu günlük olarak kontrol edilir. Otomatik ve manuel çalışma modları test edilir. Pompaların periyodik bakımları yapılır. Pompalar; aşınma, korozyon ve verimlilik açısından değerlendirilir. Gerektiğinde yenisiyle değiştirilir veya onarılır.
- Vanaların açık-kapalı durumu günlük olarak kontrol edilir ve işleyişi değerlendirilir.
- Boru ve vanalar düzenli olarak temizlenir. Boru ve vanalarda tıkanıklık, paslanma ve birikinti olup olmadığı kontrol edilir.
- Balast sensörlerinin doğru çalışıp çalışmadığı test edilir. Sensör arızaları tespit edilirse hemen müdahale edilir.
- Balast almadan önce tankların içindeki tortular ve kirler düzenli olarak temizlenir (Görsel 9.4).
- Balast suyu kalitesi, özellikle biyolojik kirlenme ve yabancı türlerin yayılmaması için analiz edilir.
- Balast suyu tahliyesinin MARPOL ve yerel çevre yönetmeliklerine uygunluğu kontrol edilir.
- Alarm ve uyarı sistemleri, yüksek su seviyesi veya herhangi bir arıza durumunda otomatik olarak devreye girecek şekilde düzenli olarak test edilir.



*Görsel 9.4: Kirlenmiş balast tankı*

IMO, ABD Sahil Güvenlik Teşkilatı (USCG), Avrupa Deniz Güvenliği Ajansı (EMSA), Avustralya Deniz Güvenliği Ajansı (AMSA), Transport Canada (Kanada), Singapur Deniz ve Liman Otoritesi (MPA) gibi denizcilik otoritelerine göre balast suyu yönetimiyle ilgili kayıt tutmak yasal bir zorunluluktur. Balast alma ve boşaltma tarihleri ile kullanılan su miktarları, tanklar, operasyon limanları, pompaların durumu gibi bilgiler balast kayıt defterine düzenli olarak işlenir. Bu işlemler geminin güvenli seyri, çevreye duyarlı işletme anlayışı ve denizcilik mevzuatına uyum açısından önemlidir.

UYGULAMA: 9.1

## GEMİNİN BALAST İHTİYACINI TESPİT EDEREK BALAST İŞLEMİNİ BAŞLATMA

**Amaç**

Geminin dengesini sağlamak için balast ihtiyacını tespit ederek balast işlemini başlatmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede çalışmaları yürütülen gemiye ait balast ihtiyacı tespit edilerek balast işlemleri, işlem basamaklarına göre başlatılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Balast ihtiyacının tespiti (mevcut durum kontrolü, gemi denge analizi, ne kadar balast gerektiği vb.) yapılır.
4. Balast işleminden önce gerekli kontroller (bağlantı elemanları ve seviye sensörlerinin kontrol edilmesi vb.) yapılır.
5. Pompalar çalıştırılarak balast işlemi başlatılır.
6. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
7. Geminin balast ihtiyacının tespiti ve balast işlemlerinin başlatılması işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Balast ihtiyacının tespit edilmesi | 30 | |
| 4. | Balast işleminden önce gerekli kontrollerin yapılması | 20 | |
| 5. | Balast işleminin başlatılması | 10 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.2

## BALAST TANKLARININ SEVİYESİNİ KONTROL EDEREK DEVREDEKİ BORU DONANIMLARININ SIZDIRMAZLIK KONTROLÜNÜ YAPMA

**Amaç**

Balast tanklarının seviyesini ve devredeki boru donanımlarının sızdırmazlığını kontrol etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| İskandilmetre | 1 adet |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan balast tanklarının seviyesi ve devredeki boru donanımlarının sızdırmazlık kontrolleri işlem basamaklarına göre gerçekleştirilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Balast tanklarının seviyeleri kontrol edilir.
4. Boru donanımlarının sızdırmazlıkları kontrol edilir.
5. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
6. Balast tanklarının seviyesi ve devredeki boru donanımlarının sızdırmazlık kontrolü işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Balast tankı seviyelerinin kontrol edilmesi | 30 | |
| 4. | Boru donanımlarının sızdırmazlıklarının kontrol edilmesi | 30 | |
| 5. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 6. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.3

## BALAST DEVRESİNİN PERİYODİK BAKIMLARINI YAPMA

**Amaç**

Balast devresinin periyodik bakımlarını yaparak verimli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Yağlama malzemeleri | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan balast devresinin periyodik bakımları işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Balast tanklarının bakımı yapılır.
4. Balast devresinin boru hatları ile valf bakımları ve filtre temizliği yapılır.
5. Balast pompalarının bakımı yapılır.
6. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
7. Balast devresinin periyodik bakım işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Balast tanklarının bakımının yapılması | 20 | |
| 4. | Balast devresinin boru hatları ile valf bakımları ve filtre temizliğinin yapılması | 20 | |
| 5. | Balast pompalarının bakımının yapılması | 20 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.4

## BALAST KAYIT DEFTERİNİ TUTMA

**Amaç**

Balast kayıt defterini tutmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Balast kayıt defteri | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan balast kayıt defterine balast işlemleri öncesi, sırası ve sonrasında yapılan çalışmalar işlem basamaklarına göre yazılacaktır.**

### İşlem Basamakları

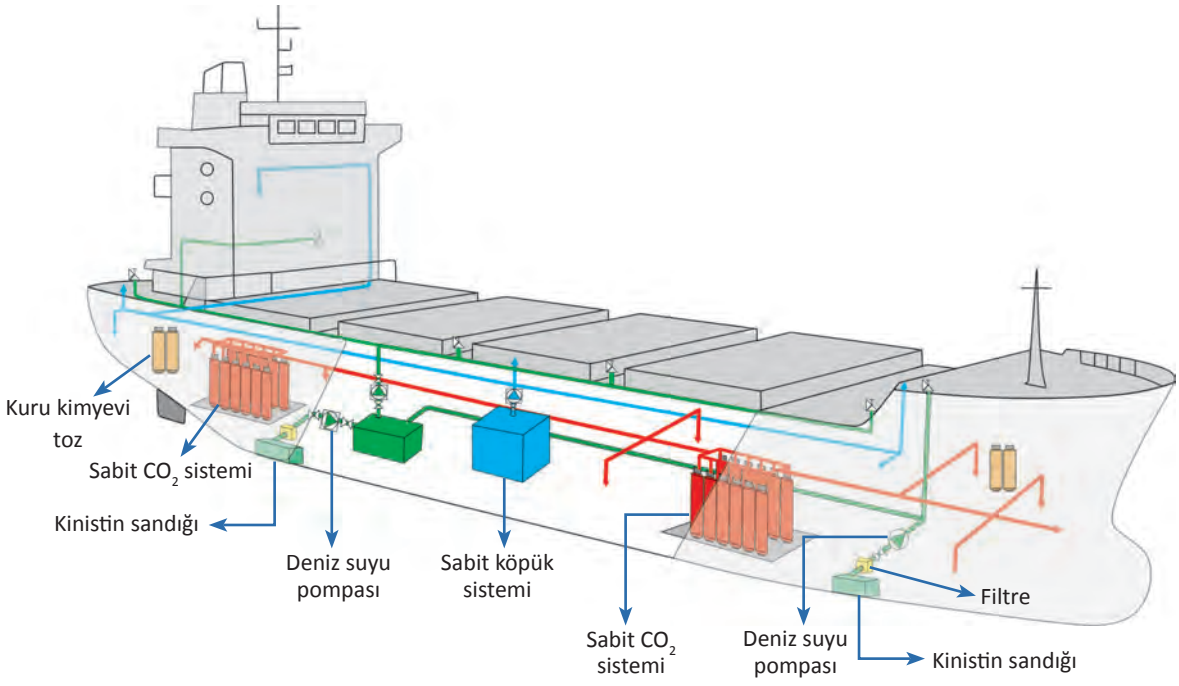
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Balast işlemine başlamadan önce yapılan çalışma kayıt defterine yazılır.
4. Balast işlemi sırasında yapılan çalışma kayıt defterine yazılır.
5. Balast işlemi tamamlandıktan sonra yapılan çalışma kayıt defterine yazılır.
6. Balast kayıt defterini tutma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Balast işlemine başlamadan önce yapılan çalışmanın kayıt defterine yazılması | 20 | |
| 4. | Balast işlemi sırasında yapılan çalışmanın kayıt defterine yazılması | 30 | |
| 5. | Balast işlemi tamamlandıktan sonra yapılan çalışmanın kayıt defterine yazılması | 20 | |
| 6. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 2. YANGIN DEVRESİ

Gemilerdeki yangın devresi, yangını söndürmek veya kontrol altına almak için farklı söndürme sistemlerinden oluşur. Bu sistemler, yangının çıkma ihtimalinin olduğu bölgeye ve türüne göre seçilir (Şekil 9.2).




*Şekil 9.2: Gemide yangın devresi*

Gemilerdeki büyük yangınlarla mücadelede etmek için sabit yangın söndürme sistemleri kullanılır. Yeni başlayan küçük yangınlarla mücadele etmek için de taşınabilir yangın söndürücüler kullanılır.

## 2.1. SABİT YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ

Sabit yangın söndürücüler; $CO_2$ (karbondioksit), köpük, kuru kimyevi toz ve deniz suyu sistemleridir. Bu sistemlerin gemideki yerleşimleri IMO, Denizde Can Emniyeti Uluslararası Sözleşmesi *(International Convention for the Safety of Life at Sea-SOLAS)* gibi uluslararası standartlara uygun şekilde düzenlenir.

**Sabit $CO_2$ sistemi** genellikle makine dairesi, pompa dairesi, yakıt tankları, kargo bölmeleri gibi kapalı ve insansız alanlarda kullanılır. Ayrıca mutfakta çıkabilecek yağ kaynaklı yangınlara karşı etkili bir çözümdür. Tüplerde yüksek basınç altında sıvılaştırılmış $CO_2$ vardır. Sistem yangın durumunda otomatik veya manuel olarak devreye girer. $CO_2$, yangın anında ortamdaki oksijeni uzaklaştırıp onun yerini alarak yangını etkili bir şekilde söndürür. Elektrik iletkenliği olmadığı için elektrik yangınlarında da güvenle tercih edilir (Görsel 9.5).



*Görsel 9.5: Sabit $CO_2$ sistemi*

**Sabit köpük sistemi** sıvı yanıcı maddelerin bulunduğu yakıt tankları, makine dairesi, kargo tankları, pompa daireleri gibi alanlarda yangınları kontrol altına almak ve söndürmek için kullanılan etkili bir sabit yangın söndürme sistemidir. Köpük; su, köpük konsantresi ve hava karışımından oluşur. Belirli orandaki köpük konsantresi ve suyun birbirine karıştırılmasıyla oluşturulur. Genellikle paslanmaz çelikten yapılan tankta depolanır (Görsel 9.6). Borular aracılığıyla nozullar ve dağıtıcı başlıklardan geçirilerek pompayla yangın bölgesine basılır (Görsel 9.7). Yangın sırasında yanıcı yüzeyi kaplayarak yangını boğar ve yayılmasını önler.




*Görsel 9.6: Sabit köpük tankı*



*Görsel 9.7: Köpük dağıtıcı başlık*

**Sabit kuru kimyevi toz sistemi** elektrik ve yağ kaynaklı yangınlara karşı etkilidir. Genellikle tankerlerde, özellikle gaz taşıyan gemilerde, yükleme boşaltma bölgelerinde ve pompa dairelerinde kullanılır. Kuru kimyevi toz olarak en yaygın kullanılan tozlar monoamonyum fosfat ($NH_4H_2PO_4$) ve sodyum bikarbonattır ($NaHCO_3$). Sistem, yangın durumunda manuel ya da otomatik olarak devreye girer. Kuru tozu itmek ve basınçlandırmak için basınçlı azot ya da karbondioksit gazı kullanılır. Kuru toz, borular aracılığıyla nozullardan yangın bölgesine püskürtülür. Toz, yangının oksijenle kimyasal reaksiyonunu keser ve yangını kısa sürede söndürür.

**Sabit tatlı su sistemi** hidrofor yardımıyla çalışır ve sistemde tatlı su kullanılır. Hidrofor tankı (Görsel 9.8), basınçlı tatlı su ile doludur. Olası bir yangın durumunda sprinklerden (püskürtücü) (Görsel 9.9) yağmurlama yöntemiyle su püskürtülerek yangına müdahale edilir. Bu sistem genellikle geminin yaşam mahallerinde kullanılır. Ancak gemilerde sınırlı miktarda tatlı su bulunduğundan sprinkler sistemine entegre deniz suyu ile çalışan ikinci bir devre daha bulunur. Manuel veya otomatik olarak devreye girebilen bu deniz suyu devresi, sistemdeki tatlı su tükendiğinde otomatik olarak çalışacak şekilde ayarlanır.




*Görsel 9.8: Hidrafor tankı ve elemanları*



*Görsel 9.9: Sprinkler*

**Deniz suyu sistemi** geminin neredeyse tüm bölgelerinde kullanılabilen bir yangın söndürme aracıdır. Bu sistem doğrudan denizden alınan suyu kullanır ve genellikle yangını kontrol altına alma, yangının yayılmasını önleme ve ekipmanları soğutma amacıyla kullanılır. Görsel 9.10'da sisteme ait yangın panosu, yangın pompası, boru, valf gibi temel donanımlar görülmektedir.



*Görsel 9.10: Yangın panosu, yangın pompası, borular ve valfler*

Geminin tamamına yayılan sabit boru hattında hortumlarla kullanılabilen valfli hidrant (sabit bağlantı) çıkışları bulunur. Bunun yanında makine dairesi tavanı, tanker güvertesi gibi alanlara sabit nozullarla donatılmış otomatik veya manuel su püskürtme (sprey veya yağmurlama) sistemi bulunur. Yangın algılandığında yangın pompası otomatik ya da manuel olarak devreye girer. SOLAS'a göre gemide ana yangın pompası (Görsel 9.11) ve acil durum *(emergency)* yangın pompası (Görsel 9.12) olmak üzere genellikle iki pompa bulundurulur.




*Görsel 9.1: Yangın pompası*



*Görsel 9.12: Acil durum yangın pompası*

Denizden pompa yardımıyla alınan su, yangın devresi ana hattına basılır. Hidrantlardan hortumla ya da sabit nozullardan doğrudan su püskürtülerek yangına müdahale edilir. Deniz suyu iletken olduğu için elektrik sistemlerinde kısa devre ve elektrik çarpması riski yaratabilir. Ayrıca deniz suyunun korozyon etkisi ekipmanlara zarar verebilir. Yanıcı sıvı yangınlarında ise sıvıyı yayarak yangını büyütebilir. Bu nedenle deniz suyu, yangınlarda dikkatli ve sınırlı şekilde kullanılmalıdır.

## 2.2. TAŞINABİLİR YANGIN SÖNDÜRÜCÜLER

Taşınabilir yangın söndürücüler ($CO_2$, köpük, kuru kimyevi toz), yangın riskinin yüksek olduğu bölgelere ve acil durumlarda kolay ulaşılabilecek noktalara yerleştirilir (Görsel 9.13). Gemi içindeki konumları sabit sistemlerde olduğu şekilde IMO, SOLAS gibi uluslararası standartlara uygun şekilde düzenlenir.

Gemilerde yangın devresinde bulunan devre elemanlarının konumları ve işleyişi yangın planında gösterilir. Müretteabat bu planı kullanarak yangın istasyonlarını, vanaları ve acil durum ekipmanlarını tespit eder.



*Görsel 9.13: Taşınabilir yangın söndürücüler*

## 2.3. YANGIN DEVRESİNDE YAPILACAK KONTROLLER

Yangın devresi kontrolleri, yangın planı gibi büyük öneme sahip hususlardandır. Yangın devresinin verimli çalışması için şu kontroller yapılmalıdır:

- Yangın su tanklarının seviyesi düzenli olarak kontrol edilir. Su seviyesi düşükse yeterli miktarda su eklenir.
- Yangın pompası çalıştırılır ve sistem aktif hâle getirilir.
- Suyun hatlara ulaşabilmesi için valfler açılır.
- Borularda kaçak olup olmadığı gözle kontrol edilir.
- Sistem basıncı manometreyle izlenir. Basınç düşükse pompa ve valfler kontrol edilir, gerekirse sistemin bakımı yapılır.
- Yangın alarm sistemi günlük olarak test edilir. Tüm alarm sensörlerinin doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.
- Yangın tüpleri, yangın hortumları (Görsel 9.14) ve yangın hidrantı (Görsel 9.15) düzenli olarak kontrol edilir. Aşınma, tıkanıklık veya sızıntı tespit edilirse onarılır.
- Yangın suyu dağıtım sistemindeki vanalar ve kontrol ekipmanları yıllık olarak test edilir. Sistemde hata, tıkanıklık veya arıza tespit edilirse buna anında müdahale edilir.
- Yangın suyu sisteminin her bir bölümü (tanklar, borular, pompa, valfler) periyodik olarak test edilir ve yangın durumunda bu bölümlerin sorunsuz çalışması sağlanır.



*Görsel 9.14: Yangın tüpü ve hortumu*



*Görsel 9.15: Yangın hidrantı*

UYGULAMA: 9.5

## GEMİ YANGIN PLANINDA DEVRE ELEMANLARINI BULMA

**Amaç**

Gemi yangın planında devre elemanlarını bularak yangına karşı güvenliği sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Gemi yangın planı | 1 adet |
| Çizim ve not defteri | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yangın planı üzerinde yangın devre elemanları bulunarak işlem basamaklarına göre kontrol edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yangın planı incelenir.
4. Yangın devre elemanları belirlenir.
5. Yangın devre elemanları fiziksel olarak kontrol edilir.
6. Yangın devresinin elektrik bağlantıları kontrol edilir.
7. Gemi yangın planında devre elemanlarının bulunarak kontrol edilmesi işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yangın planının incelenmesi | 20 | |
| 4. | Yangın devre elemanlarının belirlenmesi | 20 | |
| 5. | Yangın devre elemanlarının fiziksel olarak kontrol edilmesi | 20 | |
| 6. | Yangı devresinin elektrik bağlantılarının kontrol edilmesi | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.6

## YANGIN TANKLARININ SU SEVİYESİNİ KONTROL EDEREK POMPA VE VALFLERİ ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Yangın tanklarının su seviyesini kontrol ederek pompa ve valfleri çalıştırmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yangın tanklarının su seviyesi işlem basamaklarına göre kontrol edilerek pompa ve valfler çalıştırılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yangın tankı su seviyesi kontrol edilir.
4. Pompa ve valfler kontrol edilir.
5. Pompa çalıştırılır.
6. Valfler açılarak su akışı kontrol edilir.
7. Pompa ve valfler kapatılarak kontroller tamamlanır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Yangın tanklarının su seviyesinin kontrol edilerek pompa ve valflerin çalıştırılması işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yangın tankı su seviyesinin kontrol edilmesi | 10 | |
| 4. | Pompa ve valflerin kontrol edilmesi | 10 | |
| 5. | Pompanın çalıştırılması | 20 | |
| 6. | Valflerin açılarak su akışının kontrol edilmesi | 10 | |
| 7. | Pompa ve valfin kapatılarak kontrollerinin tamamlanması | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.7

## YANGIN DEVRESİ BORU DONANIMLARININ SIZDIRMAZLIĞINI VE SU BASINCINI KONTROL ETME

**Amaç**

Yangın devresi boru donanımlarının sızdırmazlığını ve su basıncını ölçerek yangın söndürme sisteminin etkin çalıştığını doğrulamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Sızıntı tespiti için sabunlu su | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan yangın devresi boru donanımlarının sızdırmazlık ve su basıncı işlem basamaklarına göre kontrol edilecektir.**

### İşlem Basamakları

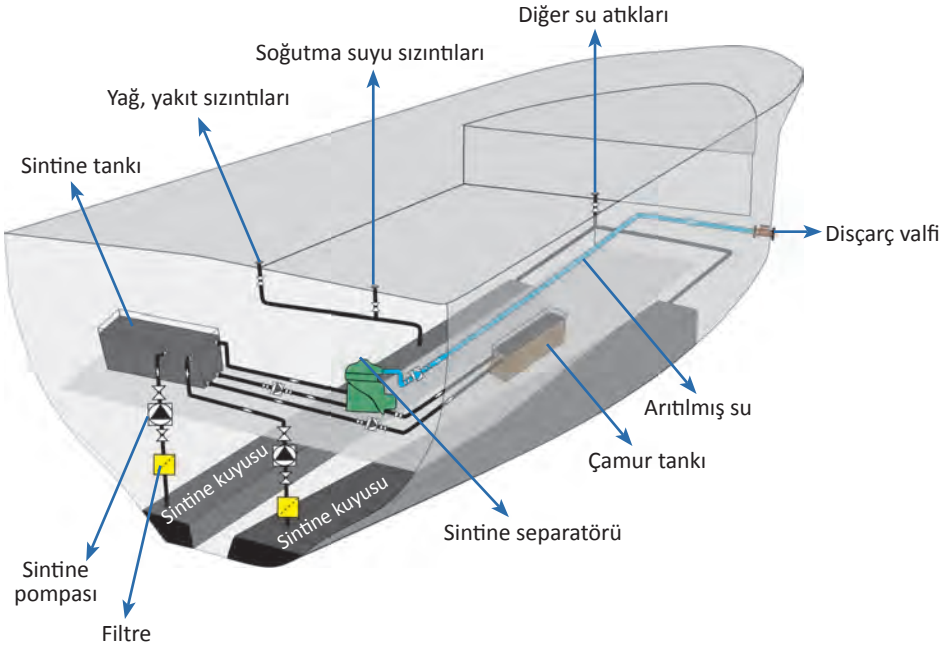
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yangın devresi bağlantı elemanları fiziksel olarak kontrol edilir.
4. Yangın devresi bağlantı elemanlarına sızdırmazlık testi yapılır.
5. Su basıncı kontrol edilir.
6. Pompa ve valf kontrol edilir.
7. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
8. Yangın devresi boru donanımlarının sızdırmazlık ve su basıncı kontrol işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Yangın devresi bağlantı elemanlarının fiziksel olarak kontrol edilmesi | 20 | |
| 4. | Yangın devresi bağlantı elemanlarına sızdırmazlık testinin yapılması | 20 | |
| 5. | Su basıncının kontrol edilmesi | 10 | |
| 6. | Pompa ve valfin kontrol edilmesi | 10 | |
| 7. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 3. SİNTİNE DEVRESİ

Gemilerde sintine devresi; su, yağ, yakıt, pis su *(sewage)* ve diğer sıvı atıkların güvenli şekilde tahliye edilmesini sağlayan önemli bir sistemdir. Sintine sularının uygun şekilde tahliye edilmesi; gemi dengesinin korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve makine dairesinin güvenliğinin sağlanması açısından önemlidir. Sintine devresi; sintine pompaları, valfler, boru hatları, sintine kuyuları *(bilge well)*, sintine separatörü *(bilge separator)* gibi bileşenlerden oluşur (Şekil 9.3).




*Şekil 9.3: Sintine devresi ve elemanları*

Sintine pompaları, biriken sıvıları belirlenen tahliye noktalarına yönlendirir. Bu sırada valfler, sıvının akış yönünü kontrol eder (Görsel 9.16).

Sintine kuyuları, gemide biriken sıvıların toplandığı bölgelerdir ve belirli aralıklarla boşaltılmalıdır. Sintine separatörü ise sintine suyundaki yağı ayrıştırır ve temiz bir tahliye süreci sağlar (Görsel 9.17).



*Görsel 9.16: Sintine pompası ve valfleri*



*Görsel 9.17: Sintine separatörü*

Sintine devresi çalıştırılmadan önce pompa ve valflerin doğru konumda olup olmadığı, tank seviyelerinin uygunluğu ile boru hatlarının sızdırmazlığı kontrol edilir ve sintine pompası devreye alınır. Ardından sıvılar tahliye edilir. Sintine sularının denize boşaltılması, MARPOL kurallarına uygun şekilde gerçekleştirilir. Sintine separatörü devreye alınır ve sintine suyu gerekli ayrıştırma işleminden geçirilerek tahliye edilir. **MARPOL Ek I** düzenlemelerine göre denize tahliye edilen sintine suyundaki yağ miktarı 15 ppm'yi geçmemelidir. Ppm [*parts per million* (milyonda bir parça)] sintine suyu ile yağın karışım yoğunluğunu ifade eder. Bu sınır, yağ dedektörü ile sürekli izlenir ve kontrol altında tutulur.

Sintine devresinin düzenli işletilmesi ve bakımının yapılması, gemi operasyonlarının güvenli olmasını sağlar ve sintinelerde biriken atık yağ, yakıt kalıntıları, pis su gibi kirleticilerin denize karışmasını önleyerek çevrenin kirlenmesini engeller. Sintine devresinin verimli çalışabilmesi için gereken bakım ve kontroller şunlardır:

- Sintine kuyularının doluluk durumları günlük olarak kontrol edilir. Kuyularda aşırı doluluk tespit edilirse duruma derhâl müdahale edilir. Örneğin kuyular boşaltılır veya sistem durdurulur ve ilgili bakım işlemleri başlatılır.
- Sintine pompasının otomatik ve manuel modlarda çalışıp çalışmadığı günlük olarak kontrol edilir.
- Valflerin açık-kapalı konumları ve işleyişleri günlük olarak kontrol edilir. Arızalı valfler tespit edilirse gerekli bakım yapılır veya yenisiyle değiştirilir.
- Boru hatlarında tıkanıklık, katı madde birikimi, paslanma, deformasyon gibi sorunlar haftalık olarak denetlenir ve gerekirse buna müdahale edilir. Örneğin tıkanıklık açılır, birikintiler temizlenir veya zarar gören boru bölümleri onarılır ya da değiştirilir.
- Sintine separatörünün temizliği, verimli çalışabilmesi için üretici talimatlarına uygun olarak düzenli aralıklarla yapılır. Filtreler kontrol edilir ve gerekirse değiştirilir.
- Sintine pompası ve valflerinin genel bakımı düzenli olarak yapılır. Parçaların aşınma durumu, korozyon seviyesi ve çalışma performansı değerlendirilir.
- Sintine suyu tahliyesine ilişkin tarih, saat, konum, miktar, kullanılan ekipman ve ayrıştırma yöntemi MARPOL Ek I kurallarına uygun şekilde kayıt altına alınır.
- Sintine alarm sistemi günlük olarak test edilir. Su seviyesi algılama sensörlerinin çalıştığı teyit edilir.
- Acil durdurma sistemleri, yüksek seviye alarmları ve ve bypass valflerii aylık olarak kontrol edilir.
- Sintine tanklarında biriken yağ, su ve tortu oranları gerektiğinde numune alınarak analiz edilir. Yasal sınırları aşan değerlerde separatör çıkışı durdurulur.

**UYGULAMA: 9.8**

## POMPA VE VALFLERİ ÇALIŞTIRARAK SİNTİNE İŞLEMİNİ BAŞLATMA

**Amaç**

Pompa ve valfleri çalıştırarak sintine suyunun uygun şekilde tahliye edilmesini sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Sintine pompası ve valfler | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |
| Sintine suyu tahliye tankı | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan sintine devresinin pompa ve valfleri işlem basamaklarına göre çalıştırılarak sintine işlemi başlatılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Sintine devresinin fiziksel durumu ve bağlantıları kontrol edilir.
4. Valfler açılır ve pompa çalıştırılır.
5. Sintine devresinde gözlem ve kontroller yapılır.
6. Pompa ve valfler kapatılır.
7. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
8. Pompa ve valfleri çalıştırarak sintine işlemini başlatma detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Sintine devresinin fiziksel durumu ve bağlantılarının kontrol edilmesi | 20 | |
| 4. | Valflerin açılması ve pompanın çalıştırılması | 20 | |
| 5. | Sintine devresinde gözlem ve kontrollerin yapılması | 10 | |
| 6. | Pompa ve valflerin kapatılması | 10 | |
| 7. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 9.9

## TANKLARIN SEVİYESİNİ ÖLÇEREK DEVREDEKİ BORU DONANIMLARININ SIZDIRMAZLIK KONTROLÜNÜ YAPMA

**Amaç**

Gemideki sintine tanklarının seviyesini ölçerek devredeki boru donanımlarının sızdırmazlığını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan sintine tanklarının seviyesi kontrol edilerek devredeki boru donanımlarının sızdırmazlığı işlem basamaklarına göre kontrol edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Sintine tankının seviyesi kontrol edilir.
4. Boru hatlarının sızdırmazlığı kontrolü edilir.
5. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
6. Sintine tanklarının seviyesini ölçerek devredeki boru donanımlarının sızdırmazlık kontrollerini yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Sintine tankı seviyesinin kontrol edilmesi | 20 | |
| 4. | Boru hatlarının sızdırmazlığının kontrol edilmesi | 20 | |
| 5. | Sintine tankı ve boru devrelerinin son kontrolünün yapılması | 20 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.10

## SİNTİNE DEVRESİNİN PERİYODİK BAKIMLARINI YAPMA

**Amaç**

Olası arızaları ve çevre kirliliğini önlemek için sintine devresinin periyodik bakım işlemlerini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan sintine devresinin periyodik bakımları işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Sintine devresi fiziksel olarak kontrol edilir.
4. Pompa ve valflerin düzgün çalışması kontrol edilir.
5. Boru hatlarında sızdırmazlık testi yapılır.
6. Elektrik bağlantıları kontrol edilir.
7. Sintine separatörünün ve filtrelerin bakımı yapılır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Sintine devresinin periyodik bakımlarını yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Sintine devresinin fiziksel olarak kontrol edilmesi | 10 | |
| 4. | Pompa ve valflerin kontrol edilmesi | 10 | |
| 5. | Boru hatlarında sızdırmazlık testinin yapılması | 20 | |
| 6. | Elektrik bağlantılarının kontrol edilmesi | 10 | |
| 7. | Sintine separatörünün ve filtrelerin bakımının yapılması | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.11

## SİNTİNE KAYITLARINI TUTMA

**Amaç**

Sintine kayıtlarını tutarak gemideki sintine sisteminin düzenli takibini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Yağ-su ayırıcı test kiti | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Sintine kayıt defteri | 1 adet |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan sintine kayıt defteri düzenlenip güncellendikten sonra sintine sistemiyle ilgili kayıtların doğruluğu ve takibi işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

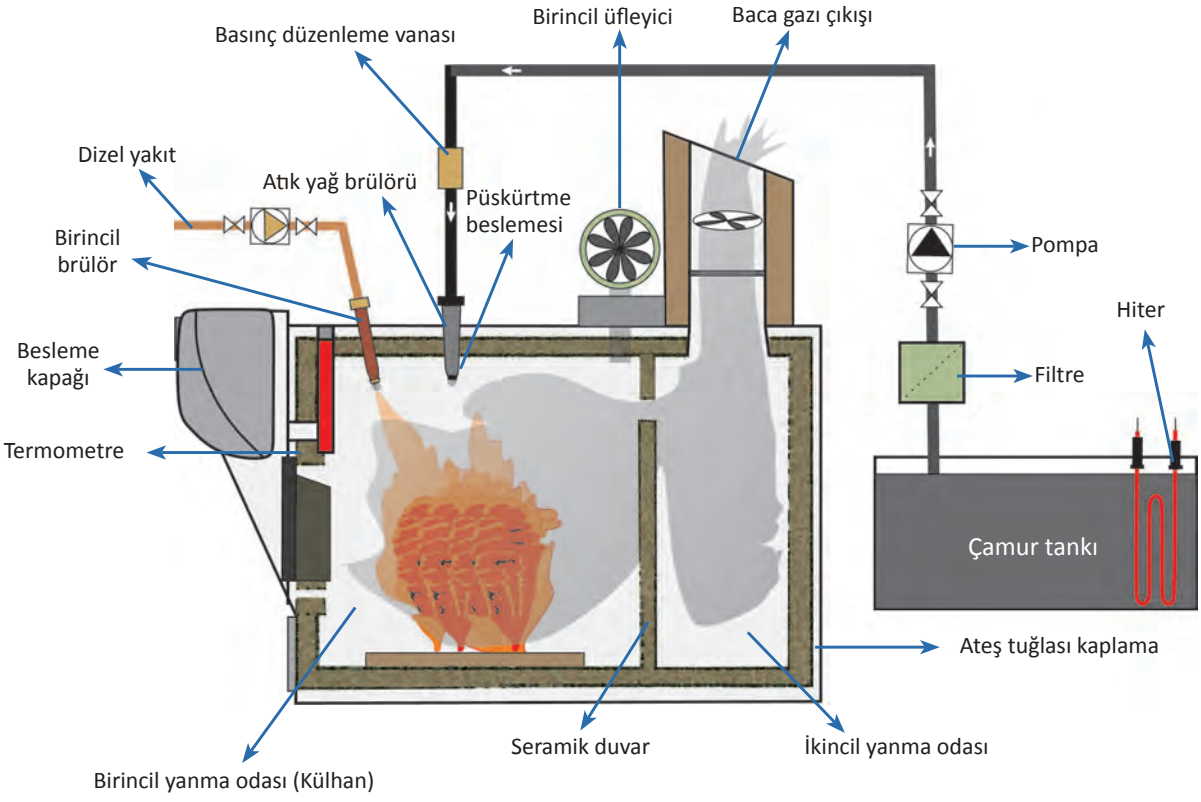
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Sintine kayıtları düzenlenir.
4. Denetim için sintine kaydı doğrulanır.
5. Sintine kayıt defterini tutma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Sintine kayıtlarının düzenlenmesi | 40 | |
| **4.** | Denetim için sintine kaydının doğrulanması | 30 | |
| **5.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 4. İNSİNERATÖR DEVRESİ

İnsineratör, gemide meydana gelen atıkları çevreye zarar vermeden, yakarak bertaraf eden bir sistemdir. Özellikle yağlı atıklar, sintine çamuru ve yanabilir katı atıkların yakılması için kullanılır. Sistemin ana bileşenleri; yakma odası, yanma havası sağlayan fanlar, yakıt besleme ünitesi, sıcaklık ve basınç sensörleri, baca gazı filtresi ve otomasyon kontrol panelleridir (Şekil 9.4 ve Görsel 9.18).

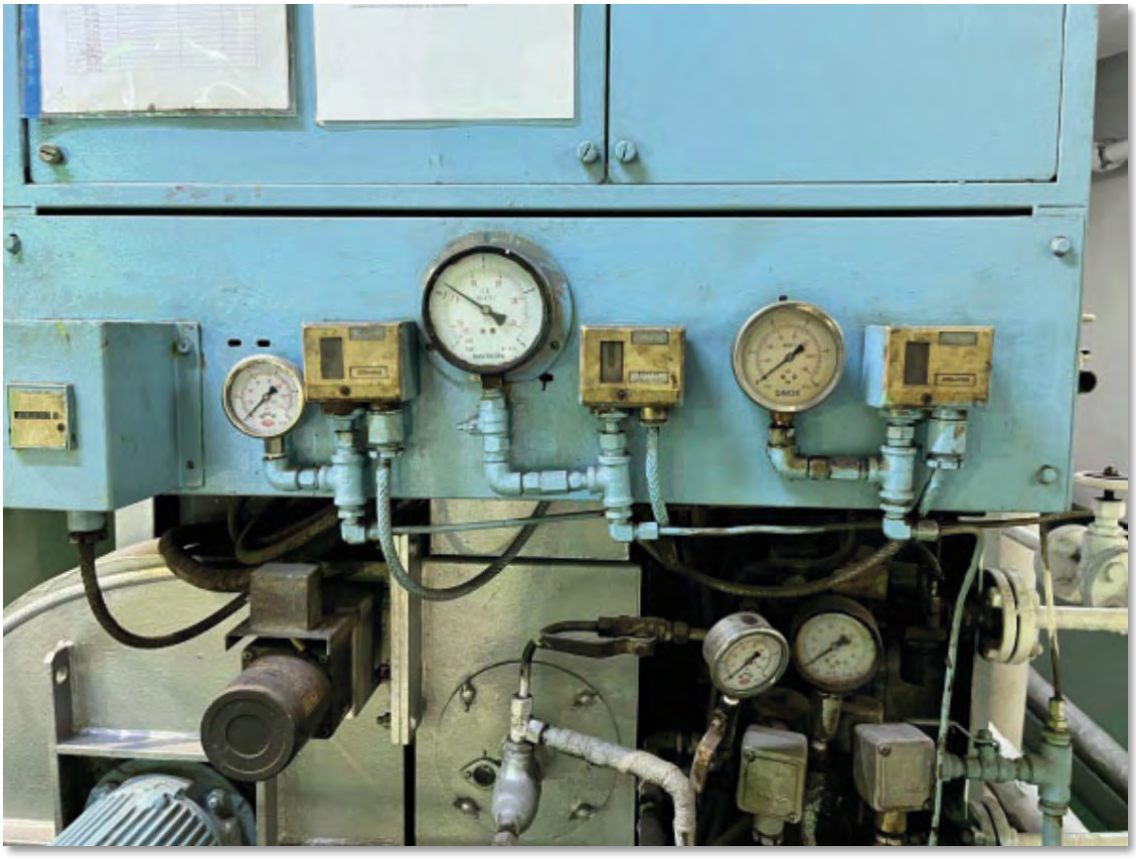



*Şekil 9.4: İnsineratör devresi*




*Görsel 9.18: İnsineratör*

İnsineratör devresi çalıştırılmadan önce yakıt seviyesi, hava besleme durumu, baca gazı çıkışı gibi unsurlar kontrol edilir. Güç kaynağı aktif hâle getirildikten sonra yanma odası ve sıcaklık sensörleri uygun şekilde ayarlanarak başlatma prosedürü uygulanır (Görsel 9.19).



*Görsel 9.19: İnsineratör kazan göstergeleri*

Yakma işlemi sırasında yanma havası fanları ve yakıt püskürtme sistemi düzenli olarak izlenir, belirlenen sıcaklık ve basınç değerlerine ulaşıldığında sistem otomatik veya manuel olarak ayarlanır. Yanma sıcaklığı genellikle 850-1.200 °C arasında tutulmalı, basınç değerleri üretici firmanın belirttiği sınırlar içinde izlenmelidir. Sensörlerden gelen veriler sürekli olarak kontrol edilmeli, ani değişimlerde sisteme müdahale edilmelidir. Ani sıcaklık veya basınç yükselmeleri durumunda sistem, öncelikle otomatik kontrol devresini devreye sokarak fan hızını ve yakıt akışını azaltmak suretiyle dengeyi sağlamaya çalışır. Otomatik müdahalenin yetersiz kalması hâlinde operatör tarafından manuel müdahale yapılarak sistem durdurulur veya ayarlar yeniden yapılır. Ayrıca sensör arızası tespit edildiğinde ilgili sensör değiştirilir ve sistemin güvenli çalışması sağlanır.

İnsineratör devresinde şu kontroller yapılır:

- Yanma odasında oluşan kurum, kül ve atık kalıntıları doluluk oranına göre temizlenir.
- Yakıt ve hava nozulları ayda bir sökülerek tortulardan arındırılır. Meme açıklıkları tıkanıklık açısından kontrol edilir, deformasyon varsa değiştirilir.
- Hava besleme sistemindeki hava üfleyici-fan *(blower)*, hava kanalları, hava veya gaz akışını açıp kapatan ya da miktarını ayarlayan klapeler ayda bir kontrol edilir. Hava debisi ve otomatik hava kontrol sistemleri test edilir.
- Hava giriş filtreleri, kirlenme durumuna göre tıkanıklık açısından kontrol edilir. Gerekirse filtreler temizlenir veya yenisiyle değiştirilir.
- Her yakma işleminden sonra baca gazı emisyon değerleri [karbondioksit, oksijen, azot oksitler (NOx) ve kükürt oksitler (SOx)] ölçülür ve bu değerlerin MARPOL ile yerel çevre yönetmeliklerine uygunluğu teyit edilir.
- Hidrolik kapaklar, pistonlar, hortumlar ve bağlantı noktaları üç aylık periyotlarla kontrol edilir. Gerekirse basınç testleri uygulanır.
- Yakıt hatları, pompa bağlantıları ve nozul girişleri ayda bir gözle ve gerekirse test yapılarak incelenir. Yakıt sızıntılarının önlenmesi sağlanır.
- Yanma odası sıcaklığı, ön ısıtıcı sıcaklığı ve baca gazı sıcaklıkları günlük olarak izlenir ve kaydedilir.
- Yakılan yakıt türü, miktarı, insineratör devresinin çalışma ve durma saatleri eksiksiz şekilde günlük olarak insineratör kayıt defterine yazılır.
- Basınç değerleri günlük olarak izlenir. Sistem içi hidrolik, yakıt ve hava basınçlarının normal değer aralığında olması izlenir; sapma varsa teknik müdahale yapılır.
- Sistem otomasyon panosu, sensörler ve güvenlik alarmları üç aylık periyotlarla test edilir.
- Ateşleme sisteminin kontrolü aylık olarak yapılır.

Kontrollerin dışında yapılan bakım işlemleri ve olası arızalar detaylı şekilde raporlanarak kayıt altına alınmalıdır. Tüm bu işlemlerin eksiksiz uygulanması, gemide atık yönetiminin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini ve uluslararası çevre kurallarına uygun hâle gelmesini sağlar.

UYGULAMA: 9.12

## İNSİNERATÖR DEVRESİNİ ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Gemide oluşan katı ve sıvı atıkları insineratör devresi ile güvenli şekilde bertaraf etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu ekipmanlar | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Atık toplama kapları | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan insineratör devresi işlem basamaklarına göre çalıştırılıp temizlenecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İnsineratör devresinde ön hazırlık ve gerekli kontroller yapılır.
4. İnsineratör devresi çalıştırılır.
5. İnsineratör devresindeki atıkların yanma süreci izlenir.
6. İnsineratör devresi durdurularak temizlenir.
7. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
8. İnsineratör devresini çalıştırma ve temizleme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Ön hazırlık ve kontrollerin yapılması | 20 | |
| 4. | İnsineratör devresinin çalıştırılması | 20 | |
| 5. | İnsineratör devresindeki atıkların yanma sürecinin izlenmesi | 10 | |
| 6. | İnsineratör devresinin durdurularak temizlenmesi | 10 | |
| 7. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 8. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.13

## İNSİNERATÖRÜN SICAKLIK VE BASINÇ DEĞERLERİNİ KONTROL ETME

**Amaç**

İnsineratörün sıcaklık ve basınç değerlerini kontrol ederek sistemin güvenli ve verimli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan insineratörün sıcaklık ve basınç değerleri işlem basamaklarına göre kontrol edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İnsineratör devresinde ön hazırlık ve güvenlik kontrolleri yapılır.
4. İnsineratörün sıcaklık ve basınç ölçümleri alınır.
5. İnsineratör sıcaklık ve basınç limit değerleri aşılırsa devrenin güvenli ve verimli çalışması için gerekli ayar ve müdahaleler yapılır (Örneğin fan hızları, yakıt akışı, emiş vanaları kontrol edilir ve ayarlanır.).
6. İnsineratörün sıcaklık ve basınç değerlerinin kontrol işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Ön hazırlık ve güvenlik kontrollerinin yapılması | 20 | |
| 4. | Sıcaklık ve basınç ölçümlerinin alınması | 20 | |
| 5. | Limit değerlerinin aşılması durumunda gerekli ayarların yapılması | 30 | |
| 6. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 9.14

## İNSİNERATÖR DEVRESİNİN PERİYODİK BAKIMLARINI YAPMA

**Amaç**

İnsineratör devresinin periyodik bakımlarını yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu ekipmanlar | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan insineratör devresinin periyodik bakımı işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İnsineratör devresi fiziksel olarak kontrol edilir.
4. İnsineratör devresinde temizlik işlemleri yapılır.
5. İnsineratör devresi yağlanır ve devredeki hasarlı parçalar değiştirilir.
6. İnsineratör devresi test edilerek çalıştırılır.
7. İnsineratör devresinin periyodik bakım işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | İnsineratör devresinin fiziksel olarak kontrol edilmesi | 20 | |
| 4. | İnsineratör devresinin temizlik işlemlerinin yapılması | 20 | |
| 5. | İnsineratör devresinin yağlanması ve devredeki hasarlı parçaların değiştirilmesi | 20 | |
| 6. | İnsineratör devresinin test edilerek çalıştırılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.15

## İNSİNERATÖR KAYIT DEFTERİNİ TUTMA

**Amaç**

İnsineratör kayıt defterini tutarak geminin insineratör devresinin düzenli takibini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| İnsineratör kayıt defteri | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan insineratör kayıt defteri işlem basamaklarına göre tutulacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İnsineratör devresinin günlük kayıt işlemleri yapılır.
4. İnsineratör devresinin bakım onarım kayıtları tutulur.
5. İnsineratör kayıt defterini tutma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

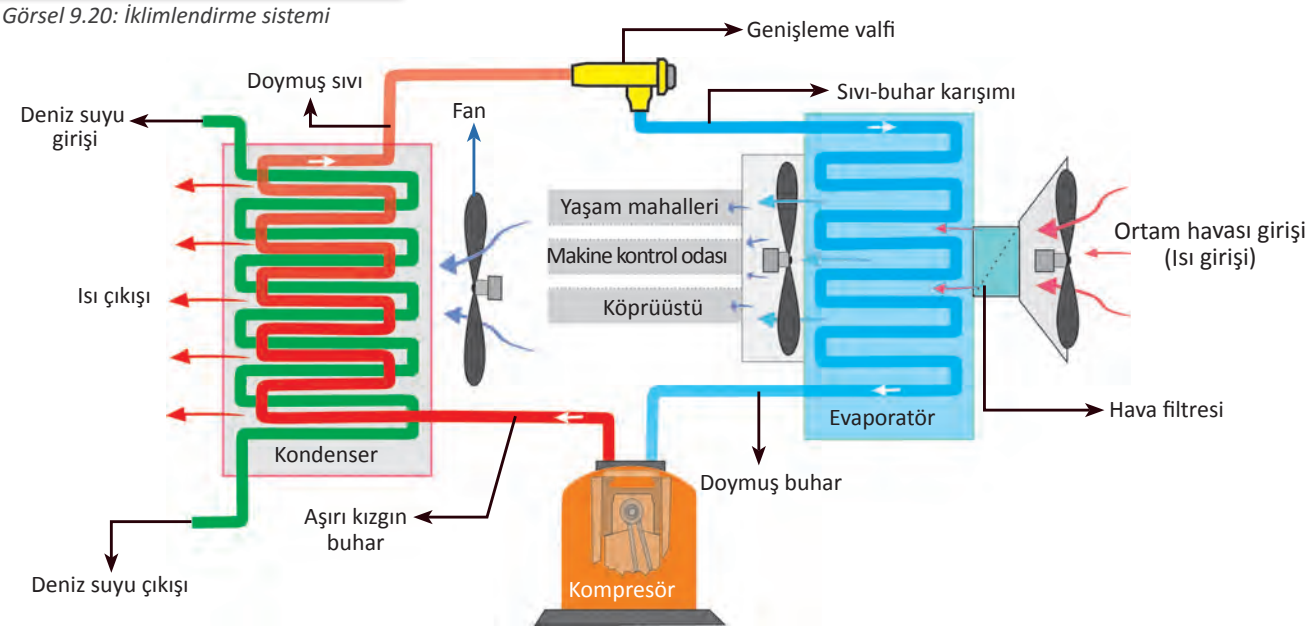
| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | İnsineratör devresinin günlük kayıt işlemlerinin yapılması | 30 | |
| 4. | İnsineratör devresinin bakım onarım kayıtlarının tutulması | 40 | |
| 5. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

# 5. İKLİMLENDİRME DEVRESİ



İklimlendirme devresi; gemideki yaşam alanları, köprüüstü, makine dairesi gibi bölümlerin sıcaklık, nem ve hava kalitesini kontrol ederek istenilen konfor koşullarını sağlamaya yarayan bir sistemdir. Bu sistem hem ısıtma hem de soğutma işlemlerini gerçekleştirerek ortam sıcaklığını dengeler ve iç hava kalitesini artırır. Genellikle 18-26 °C arasında çalışır. Temel olarak kompresör, kondenser, genleşme valfi, evaporatör, fanlar, sensörler ve kontrol panellerinden oluşur (Görsel 9.20 ve Şekil 9.5).

*Görsel 9.20: İklimlendirme sistemi*




*Şekil 9.5: İklimlendirme devresi elemanları*

Sistemin çalışması, klima gazı olan soğutucu akışkanın devrede dolaşarak fiziksel hâl değişimlerine uğramasıyla gerçekleşir. İlk olarak evaporatör çıkışında doymuş buhar hâlinde bulunan soğutucu akışkan kompresöre gelir. Kompresör, bu akışkanı sıkıştırarak yüksek basınçlı ve aşırı kızgın buhar hâline getirir ve kondensere gönderir. Bu sıcak gaz, kondenserde genellikle deniz suyu yardımıyla veya fanlarla soğutularak yoğuşur ve doymuş sıvı hâline geçer. Gazın soğutulması sonucunda kondenserde açığa çıkan ısı, iklimlendirme sisteminde ısıtma amacıyla kullanılmaz. Bu ısı genellikle dış ortama atılır ya da bazı sistemlerde uygun ekipmanlarla geri kazanılarak kullanılabilir.

Sistemdeki soğutucu akışkan, genleşme valfinden geçerken akışkanın basıncı ve sıcaklığı düşürülür. Bu sırada kısmen buharlaşarak sıvı-buhar karışımı hâline gelir ve evaporatöre yönlendirilir. Evaporatör, fan yardımıyla filtreden geçirerek içerisine aldığı ortam havasının ısısını bu sıvı-buhar karışımına aktarır. Soğutucu akışkan, ortamdan aldığı bu ısı ile tamamen buharlaşarak tekrar doymuş buhar hâline gelir ve kompresöre yönlendirilir. Bu döngü sürekli devam eder.

Evaporatördeki soğutma durumu, kolonyanın cilde döküldüğünde hızla buharlaşarak oluşturduğu anlık serinlik hissine benzer. Kolonya, cilt yüzeyinden buharlaşırken evaporatör gibi çevreden ısı alır; bu da ciltte kısa süreli bir soğuma yaratır. Kolonyada bu serinlik kısa süreliyken iklimlendirme devresinde buharlaşma döngüsü süreklidir. Böylece sistem, ortam sıcaklığını sürekli kontrol altında tutar.

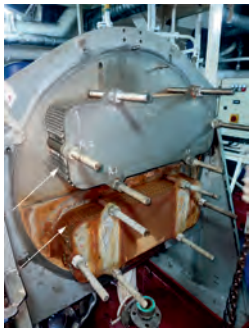
Soğutucu akışkan; evaporatörde tamamen buharlaşıp, ortamdan aldığı ısıyı bünyesinde taşıyarak devreyi dolaşmaya devam eder. Böylece evaporatörde soğuyan hava; fan yardımıyla yaşam mahalleri, makine kontrol odası, köprüüstü gibi bölgelere taşınır. Bu sayede gemi içi ortam serinletilmiş ve ortamdaki hava kalitesi iyileştirilmiş olur.

Sistemdeki sıcaklık, nem ve basınç sensörleriyle izlenir ve kontrol panelleri sayesinde otomatik olarak yönetilir. Bu sayede gemi ortamı istenilen iklim koşullarında sabit tutulur. Sistemin verimli çalışabilmesi için şu bakım ve kontrol işlemleri yapılır:

- Soğutucu gazın basıncı, sistemin verimli ve güvenli çalışmasını sağlamak amacıyla altı ayda veya yılda bir kontrol edilir. Basınç düşükse önce sistemde gaz kaçağının olup olmadığı kontrol edilir. Gaz kaçağı bulunmazsa gaz eklenir.
- Sıcaklık sensörlerinin doğru çalışıp çalışmadığı yılda bir kontrol edilir. Hatalı sensörler tespit edilirse yenisiyle değiştirilir.
- Filtrelerin kontrolü üç ya da altı aylık periyotlarla yapılır. Kirli filtreler temizlenir veya yenisiyle değiştirilir.
- Boru hatlarında tıkanıklık ve sızıntı kontrolü yılda bir yapılır. Tıkanıklık ve varsa sızıntı giderilir.
- Fanların temizlik durumu ve motor yıllık olarak kontrol edilir. Aşınmış parçalar yenisiyle değiştirilir.
- Elektrik bağlantıları yılda bir kontrol edilir. Gevşeklik veya arıza varsa gerekli onarım yapılır.
- Klima gazı seviyesi altı ayda veya yılda bir kontrol edilir. Eksiklik varsa gaz eklenir.
- Serpantinlerin (soğutma kangalı) temizliği yılda bir yapılır. Kirli yüzeyler temizlenerek ısı transferinin düzgün olması sağlanır (Görsel 9.21 ve Görsel 9.22).
- Hava kanalları yılda bir kontrol edilir. Tıkanıklıklar giderilir, temizlik işlemi yapılır.
- Kondenserlerin temizliği ve bakımı yıllık olarak yapılır. Kir ve toz birikintileri giderilir.



*Görsel 9.21: Kondenser serpantinleri*



*Görsel 9.22: Evaporatör serpantinleri*

UYGULAMA: 9.16

## İKLİMLENDİRME SİSTEMİNİ DEVREYE ALARAK ISITMA VE SOĞUTMA DEVRESİNİ ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Gemide iklimlendirme sistemi elemanlarını devreye alarak ısıtma ve soğutma devresini çalıştırmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan iklimlendirme sistemi işlem basamaklarına göre devreye alınarak ısıtma ve soğutma devresi çalıştırılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İklimlendirmenin devreye alınma işlemi yapılır.
4. İklimlendirmenin ısıtma devresi çalıştırılır.
5. İklimlendirmenin soğutma devresi çalıştırılır.
6. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
7. İklimlendirme sistemini devreye alarak ısıtma ve soğutma devresini çalıştırma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | İklimlendirmenin devreye alınma işleminin yapılması | 20 | |
| 4. | İklimlendirmenin ısıtma devresinin çalıştırılması | 20 | |
| 5. | İklimlendirmenin soğutma devresinin çalıştırılması | 20 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.17

## İKLİMLENDİRME DEVRESİNİN BASINÇ, SICAKLIK VE SIZDIRMAZLIK KONTROLLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Gemide iklimlendirme devresinin basınç, sıcaklık ve sızdırmazlık kontrollerini yapmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Sızıntı tespiti için sabunlu su | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan iklimlendirme devresinin basınç, sıcaklık ve sızdırmazlık kontrolleri işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İklimlendirme devresinin basıncı kontrol edilir.
4. İklimlendirme devresinin sıcaklığı kontrol edilir.
5. İklimlendirme devresinin sızdırmazlığı kontrol edilir, sızdırmazlık varsa giderilir.
6. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
7. İklimlendirme devresinin basınç, sıcaklık ve sızdırmazlık kontrolleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | İklimlendirme devresinin basıncının kontrol edilmesi | 20 | |
| 4. | İklimlendirme devresinin sıcaklığının kontrol edilmesi | 20 | |
| 5. | İklimlendirme devresinin sızdırmazlığının kontrol edilmesi | 20 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.18

## İKLİMLENDİRME DEVRESİNİN PERİYODİK BAKIMLARINI YAPMA

**Amaç**

Gemideki iklimlendirme devresinin periyodik bakımlarını yaparak sistemin verimli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti ve tornavida | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan iklimlendirme devresinin periyodik bakımları işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İklimlendirme devresinde fiziksel kontroller ve temizlik işlemleri yapılır.
4. İklimlendirme devresinin basınç, sıcaklık ve elektriği kontrol edilir.
5. İklimlendirme devresi elemanlarının sızdırmazlığı kontrol edilir.
6. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
7. İklimlendirme devresinin periyodik bakım işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | İklimlendirme devresinde fiziksel kontrollerin ve temizlik işlemlerinin yapılması | 20 | |
| 4. | İklimlendirme devresinin basınç, sıcaklık ve elektriğinin kontrol edilmesi | 20 | |
| 5. | İklimlendirme devresi elemanlarının sızdırmazlığının kontrol edilmesi | 20 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 9.19

## KLİMAYI ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Gemide yaşam alanının hava kalitesini istenen seviyeye getirerek personelin konforunu sağlamak için klimayı çalıştırmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan klima işlem basamaklarına göre çalıştırılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Klimanın güç kaynağı kontrol edilir.
4. Klimanın güç kaynağı açılır.
5. Klimanın kompresörü ve soğutucu akışkanı kontrol edilir.
6. Klimanın fan hızı, sıcaklığı ve nemi ayarlanır.
7. Klima filtresinin bakım kontrolleri yapılır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Klimayı çalıştırma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Klimanın güç kaynağının kontrol edilmesi | 10 | |
| 4. | Klimanın güç kaynağının açılması | 10 | |
| 5. | Klima kompresörünün ve soğutucu akışkanının kontrol edilmesi | 10 | |
| 6. | Klimanın fan hızı, sıcaklığı ve neminin ayarlanması | 20 | |
| 7. | Klima filtresinin bakım kontrollerinin yapılması | 10 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.20

## KLİMA DEVRESİNİN PERİYODİK BAKIM İŞLEMLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Gemideki klima devresinin periyodik bakım işlemlerini yaparak sistemin verimli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti ve tornavida | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan klima devresinin periyodik bakımı işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Klima devresinin genel kontrolleri yapılır.
4. Klimanın filtre ve hava kanalları temizlenir.
5. Klimanın soğutucu akışkanı kontrol edilir.
6. Klimanın su tahliye ve nem giderme kontrolü yapılır.
7. Klimanın hareketli parçalarının yağlaması yapılır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Klima devresinin periyodik bakım işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Genel kontrollerinin yapılması | 20 | |
| 4. | Klimanın filtre ve hava kanallarının temizlenmesi | 10 | |
| 5. | Klimanın soğutucu akışkanının kontrol edilmesi | 10 | |
| 6. | Klimanın su tahliye ve nem giderme kontrolünün yapılması | 10 | |
| 7. | Klimanın hareketli parçalarının yağlanması | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.21

## KLİMA GAZINI ŞARJ VE DEŞARJ ETME

**Amaç**

Gemide klima gazını şarj ve deşarj etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan klimanın gazı işlem basamaklarına göre şarj ve deşarj edilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Klimanın güç kaynağı kapatılarak bağlantı elemanları kontrol edilir.
4. Klima devresinde kaçak kontrol testi yapılır.
5. Klimanın eski gazı boşaltılır.
6. Klimadaki nem ve hava, vakum pompası bağlanarak tahliye edilir.
7. Klimaya yeni gaz doldurulur.
8. Klimanın bağlantı kontrolleri ve kaçak testleri yapılır.
9. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
10. Klima gazının şarj ve deşarj işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

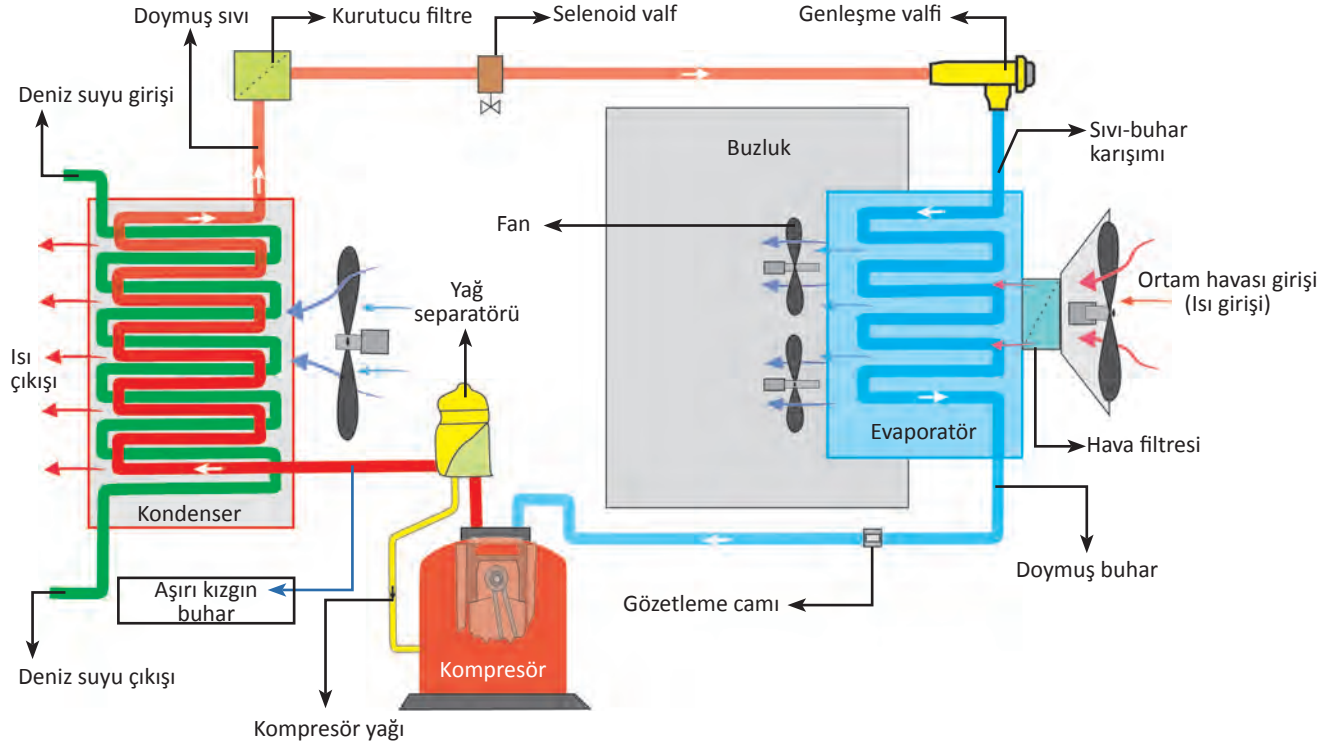
| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Güç kaynağının kapatılması ve bağlantı elemanlarının kontrol edilmesi | 10 | |
| 4. | Klima devresinin kaçak kontrol testinin yapılması | 10 | |
| 5. | Klimanın eski gazının boşaltılması | 10 | |
| 6. | Klimadaki nem ve havanın vakum pompası bağlanarak tahliye edilmesi | 10 | |
| 7. | Klimaya yeni gazın doldurulması | 10 | |
| 8. | Klima devresinin bağlantı kontrolleri ve kaçak testlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 10. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 6. BUZLUK DEVRESİ



*Görsel 9.23: Buzluk devresi*

Gemilerde gıda ürünlerini, balıkları veya diğer hassas gıdaları uzun süre muhafaza etmek için kullanılan soğutma sistemidir. Bu sistem, belirlenen düşük sıcaklıklarda çalışarak içerideki ürünlerin tazeliğini korur ve ürünlerin bozulmasını engeller. Ürünler -18 °C'a kadar soğutulabilir. Buzluk devresine ihtiyaç olup olmaması, geminin türüne ve kullanım amacına bağlıdır. Soğuk zincir taşımacılığı yapan *reefer* [rifir (soğutucu)] gemilerinde, yolcu gemilerinde ve uzun seyir yapan yük gemilerinde mutlaka bulunması gerekirken kısa mesafe yapan veya özel yük taşımayan küçük gemilerde bulunması şart değildir. İklimlendirme devresi geniş alanlara hava sirkülasyonu yaparken buzluk devresi kapalı bir ortamda çalışır. Buzluk devrelerinin soğutma kapasiteleri iklimlendirme devresine göre daha yüksek olup bu devrelerde genellikle ayrı bir soğutucu akışkan kullanılır. Buzluk devresinin bileşenleri; kompresör, yağ separatörü, kondenser, kurutucu filtre, selenoid valf, genleşme valfi, evaporatör, gözetleme camı, soğutucu gaz, fanlar ve emniyet kontrol elemanlarıdır (Görsel 9.23 ve Şekil 9.6).




*Şekil 9.6: Buzluk devresi elemanları*

Buzluk devresi belirli bir çalışma prensibine sahiptir. Buna göre kompresör, alçak basınçlı ve soğutulmuş soğutucu gazı emer. Ardından bu gazı yüksek basınç ve sıcaklıkta sıkıştırır. Bu işlem sırasında yüksek sıcaklık ve basınç nedeniyle kompresörü soğutan yağ ile gaz karışarak kompresörün çıkış hattına taşınır. Yağ separatörü, bu gazla taşınan yağı ayrıştırır ve tekrar kompresör karterine gönderir (Görsel 9.24). Yağdan arındırılmış yüksek basınçlı soğutucu gaz, kondenserden geçerken, ısı kaybederek sıvı hâle gelir. Kondenserde soğutma genellikle deniz suyu dolaşımıyla gerçekleşir. Kondenser üzerine monte edilen fanlar ise özellikle deniz suyu soğutmasının yeterli olmadığı veya ortam koşullarının zorlayıcı olduğu durumlarda sıcak gazın ısısını ortam havasına aktararak soğutmayı destekler. Bazı sistemlerde soğutma, fan yardımıyla sağlanır (Fanlı sistemlerde kondenser üzerine monte edilen fanlar, sıcak gazın ısısını ortam havasına aktararak soğutmayı gerçekleştirir.).



*Görsel 9.24: Buzluk devresi yağ separatörü*

Kondenserde sıvı hâle gelen soğutucu gaz, filtre kurutucudan (Görsel 9.25) geçerek içindeki nem ve sudan arındırılır. Daha sonra solenoid valften geçer. Solenoid valf, sistem çalıştığında açılarak soğutucu akışkanın ilerlemesine izin verir. Sistem durduğunda ise kapanarak akışı keser. Böylece sıvının istenmeyen şekilde evaporatöre ulaşmasını önler. Genleşme valfi, soğutucu akışkanın basıncını düşürerek buharlaşma sıcaklığını azaltır. Genleşme valfinin düzgün çalışmaması, evaporatöre giren soğutucu miktarını etkileyerek sistemin verimini düşürür. Bu nedenle yılda bir kontrol edilmelidir.



*Görsel 9.25: Kurutucu filtre*

Buharlaşma işlemi, evaporatörün içindeki serpantinde gerçekleşir. Evaporatördeki düşük basınçlı soğutucu gaz, ortam havasıyla temas ettiğinde daha düşük sıcaklıkta olduğu için çevredeki ısıyı üzerine çeker ve bu ısıyı buharlaşmak için kullanır. Evaporatörde oluşan soğuk hava, fan (Görsel 9.26 ) yardımıyla soğuk odaya (etlik, balıklık, sebzelik vb.) dağıtılır (Görsel 9.27). Isı çekmiş ve tamamen buharlaşmış soğutucu gaz, alçak basınç hattı üzerinden tekrar kompresöre döner ve döngü bu şekilde tamamlanır.



*Görsel 9.26: Evaporatör çıkış fanı*




*Görsel 9.27: Etlik ve erzak odası*

Buzluk devresinde alçak basınç şalteri ve yüksek basınç şalteri yer alır. Alçak basınç şalteri; sistem basıncı çok düşerse kompresörü durdurarak gaz eksikliği, kaçak gibi sorunlara karşı koruma sağlar. Yüksek basınç şalteri ise kondensere yeterli soğutma sağlanamadığında sistem basıncı yükselirse devreye girer ve kompresörü durdurarak aşırı basınca karşı güvenlik önlemi alır. Ayrıca güvenlik valfi, sistemdeki basınç tehlikeli seviyelere ulaştığında, fazla basıncı güvenli bir şekilde dışarı atarak aşırı basınca karşı koruma sağlar.

Gemideki yüklerin güvenli şekilde muhafaza edilmesi için buzluk devresinin verimli çalıştırılması gerekir. Buzluk devresinin verimli çalışabilmesi için şşu kontrol ve işlemler yapılır:

- Soğutucu gaz basıncı aylık ya da üç aylık periyotlarla kontrol edilir. Gaz basıncının belirlenen aralıkta olması sağlanır.
- Sistem üzerinde gaz kaçağı olup olmadığı aylık ya da üç aylık periyotlarla test edilir. Kaçak bulunması durumunda gerekli önlemler alınır. Kompresör yağı seviyesi ve durumu aylık ya da üç aylık periyotlarla kontrol edilir. Yağ seviyesi düşükse uygun miktarda yağ eklemesi yapılır.
- Kondenser ve evaporatör serpantinleri yılda bir temizlenir. Isı transfer yüzeylerinin temiz kalması sağlanır. Evaporatör ve kondenser sıcaklıkları haftalık ya da aylık olarak izlenir. Değerler normal değilse sistemdeki olası arızalar araştırılır.
- Fanların kontrolleri aylık ya da üç aylık periyotlarla yapılır. Havalandırma ve soğutma sistemlerinin verimli çalışabilmesi için fanların düzgün çalışması sağlanır.
- Elektrik bağlantılarının kontrolleri aylık ya da üç aylık periyotlarla yapılır. Bağlantılarda gevşeklik veya devrede arızalar varsa bu durumlara gerekli müdahaleler yapılır.
- Filtreler ve boru hatları aylık ya da üç aylık periyotlarla kontrol edilir. Akışın düzgünlüğü ve basınç dengesi sağlanır. Gözetleme camından soğutucunun akış ve kabarcık durumu gözlemlenir. Kabarcık varsa sistemde gaz yetersizliği ya da nem olduğu anlaşılır. Nem varlığı tespit edilirse filtre kurutucusunun değiştirilmesi gerekir.
- Genleşme valfi yılda bir kontrol edilir. Evaporatöre giren soğutucu miktarı kontrol altında tutularak donma, buzlanma ve yetersiz soğutma riskleri en aza indirilir.

UYGULAMA: 9.22

## GEMİ BUZLUK SİSTEMİNİ DEVREYE ALARAK ÇALIŞTIRMA

**Amaç**

Gemi buzluk sistemini devreye alarak çalıştırmak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Soğutucu gaz | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan buzluk sistemi işlem basamaklarına göre devreye alınarak çalıştırılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Buzluk devresi ve devrenin bağlantı elemanları fiziksel olarak kontrol edilir.
4. Buzluk devresi çalıştırılır.
5. Buzluk devresinin çalışma durumunun kontrol ve takibi yapılır.
6. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
7. Buzluk sistemini devreye alarak çalıştırma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Buzluk devresi ve bağlantı elemanlarının fiziksel kontrolünün yapılması | 30 | |
| 4. | Buzluk devresinin çalıştırılması | 20 | |
| 5. | Buzluk devresinin çalışma durumunun kontrol ve takibinin yapılması | 10 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

UYGULAMA: 9.23

## GEMİ BUZLUK DEVRESİNİN BASINÇ, SICAKLIK VE SIZDIRMAZLIK KONTROLLERİNİ YAPMA

**Amaç**

Gemi buzluk devresinin basınç, sıcaklık ve sızdırmazlık kontrollerini yaparak soğutma sisteminin verimli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Sızıntı tespiti için sabunlu su | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan buzluk devresinin basınç, sıcaklık ve sızdırmazlık kontrolleri işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Buzluk devresinin basıncı kontrol edilir.
4. Buzluk devresinin sıcaklığı kontrol edilir.
5. Buzluk devresinin sızdırmazlığı kontrol edilir ve sızdırma tespit edilirse arıza giderilir.
6. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
7. Buzluk devresinin basınç, sıcaklık ve sızdırmazlık kontrolleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Buzluk devresi basıncının kontrol edilmesi | 20 | |
| 4. | Buzluk devresi sıcaklığının kontrol edilmesi | 20 | |
| 5. | Buzluk devresi sızdırmazlığının kontrol edilmesi ve arızanın giderilmesi | 20 | |
| 6. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 7. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 9.24

## GEMİ BUZLUK DEVRESİNİN PERİYODİK BAKIMLARINI YAPMA

**Amaç**

Gemi buzluk devresinin periyodik bakımlarını yaparak soğutma sisteminin verimli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Sızıntı tespiti için sabunlu su | Yeteri kadar |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan buzluk devresinin periyodik bakımları işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Buzluk devresi ve devrenin bağlantı elemanları fiziksel olarak kontrol edilir.
4. Buzluk devresinin basınç ve sıcaklığı kontrol edilir.
5. Buzluk devresinin sızdırmazlığı ve gaz kaçağı kontrol edilir.
6. Buzluk devresindeki kondenser ve evaporatörün temizliği yapılır.
7. Buzluk devresinin elektrik bağlantıları, sigortaları ve kompresörün çalışma durumu kontrol edilir.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Buzluk devresinin periyodik bakım işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Buzluk devresi ve devrenin bağlantı elemanlarının fiziksel olarak kontrol edilmesi | 10 | |
| 4. | Buzluk devresinin basınç ve sıcaklığının kontrol edilmesi | 10 | |
| 5. | Buzluk devresinin sızdırmazlığının ve gaz kaçağının kontrol edilmesi | 10 | |
| 6. | Buzluk devresindeki kondenser ve evaporatörün temizliğinin yapılması | 20 | |
| 7. | Buzluk devresinin elektrik bağlantıları, sigortaları ve kompresörünün kontrol edilmesi | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 10. ÖĞRENME BİRİMİ

# GEMİ MAKİNESİNDE ARIZA TESPİTİ VE GİDERİLMESİ

1. İNDİKATÖR TESTİ
2. SİLİNDİR KAÇAK TESTİ



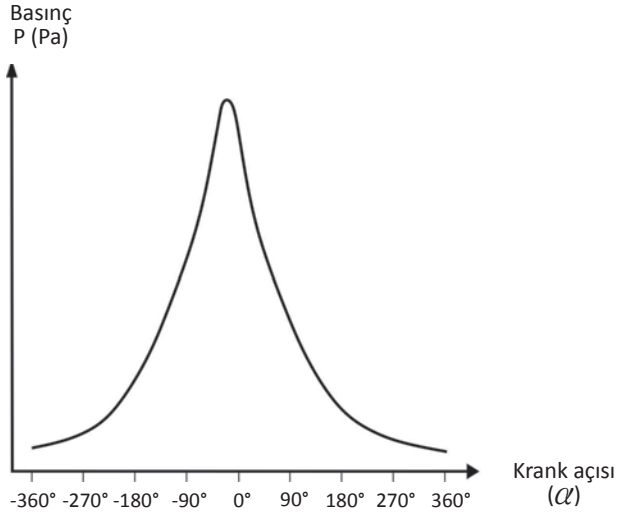

## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- İndikatör cihazıyla arıza tespiti
- PV diyagramı alma ve değerlendirme
- Silindir kaçak testi yaparak arıza tespiti
- Belirlenen makine arızalarını uygun şekilde giderme

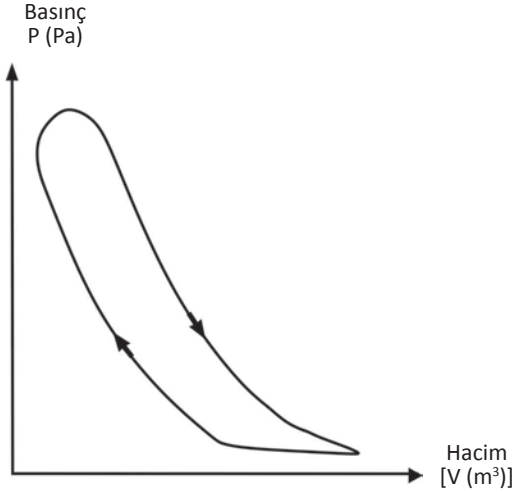
# 1. İNDİKATÖR TESTİ

Gemi makinelerinde arızaların zamanında tespit edilmesi; bakım masraflarının düşürülmesi, yakıt tüketiminin en uygun seviyeye getirilmesi ve uzun ömürlü motor kullanımı açısından oldukça önemlidir. Motorlarda ortaya çıkabilecek sorunları zamanında belirlemek için bazı testler kullanılır. Bu testler sayesinde hem performans değerlendirmesi yapılır hem de onarım gerektiren noktalar doğru bir şekilde tespit edilir. Bu bölümde en fazla kullanılan yöntemlerden olan indikatör testi ve silindir kaçak testi ele alınacaktır.

İndikatör testi, dizel motorlarda silindir içindeki basınç değişimlerini izlemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Motor performansını değerlendirmek ve olası arızaları tespit etmek için uygulanır. İndikatör cihazı ile yapılan testte motor çalışırken, cihaz silindirlere bağlanarak anlık basınç verilerini toplar. Toplanan bu veriler, basınç-hacim (PV) diyagramlarına dönüştürülerek analiz edilir. İndikatör diyagramları, krank şaft açısına (krank açısı) veya silindir hacmine göre silindir içindeki basınç değişimini gösterir. Bu basınç değişimini krank şaft açısına göre gösteren diyagrama **açık indikatör diyagramı**, silindir hacmine göre gösteren diyagrama ise **kapalı indikatör diyagramı** denir (Şekil 10.1 ve Şekil 10.2).




*Şekil 10.1: Açık indikatör diyagramı*



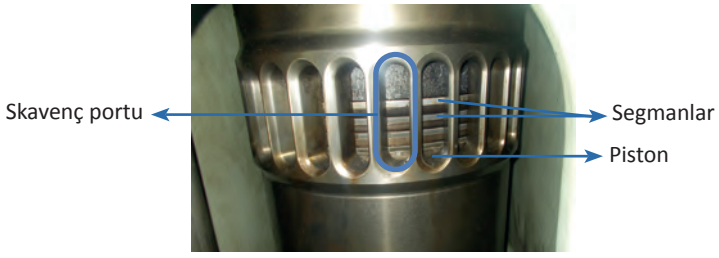

*Şekil 10.2: Kapalı indikatör diyagramı*

İki ve dört zamanlı motorların diyagramları, farklı çalışma şekillerinden dolayı yapısal olarak da farklıdır. İki zamanlı dizel motorlar iş (güç) çevrimini pistonun iki hareketi ve krank şaftın bir tam turunda (360°) tamamlar. Başka bir deyişle piston her üst ölü noktaya (ÜÖN) çıktığında iş yapar. Buradaki iş, silindir içinde yakıtın yanması sonucunda oluşan basıncın pistonu aşağı itmesiyle meydana gelen harekettir. Bu hareket krank şafta aktarılır ve gemi makinesinin çalışmasını dolayısıyla pervanenin dönmesini sağlar. Piston aşağı indikçe silindir hacmi genişler ve bu hareket sırasında yapılan iş, basınç ile hacim değişimi arasındaki ilişkiye dayanır. Bu durum İş = Basınç × Hacim Değişimi ($W = P \times \Delta V$) formülüyle ifade edilir. Buna göre yanma sırasında ne kadar yüksek basınç oluşur ve piston ne kadar uzun mesafede (piston stroku) hareket ederse gemi makinesi de o kadar iş üretir. Söz konusu mesafe ne kadar fazlaysa hacim değişimi de o kadar büyük olur ve motordan elde edilen güç artar.

Dört zamanlı dizel motorlar, iş çevrimini pistonun dört hareketi ve krank şaftın iki tam turunda (720°) tamamlayarak sadece her iki ÜÖN'ye çıkıştan birinde iş yapar. Her iki motor tipi de emme, sıkıştırma, iş ve egzoz olmak üzere dört temel zaman içerir. İş zamanında, pistonun üstünde sıkıştırılmış ve ısınmış olan havanın içine yakıt püskürtülür. Yakıt sıcak hava ile karşılaştığında hemen yanar.

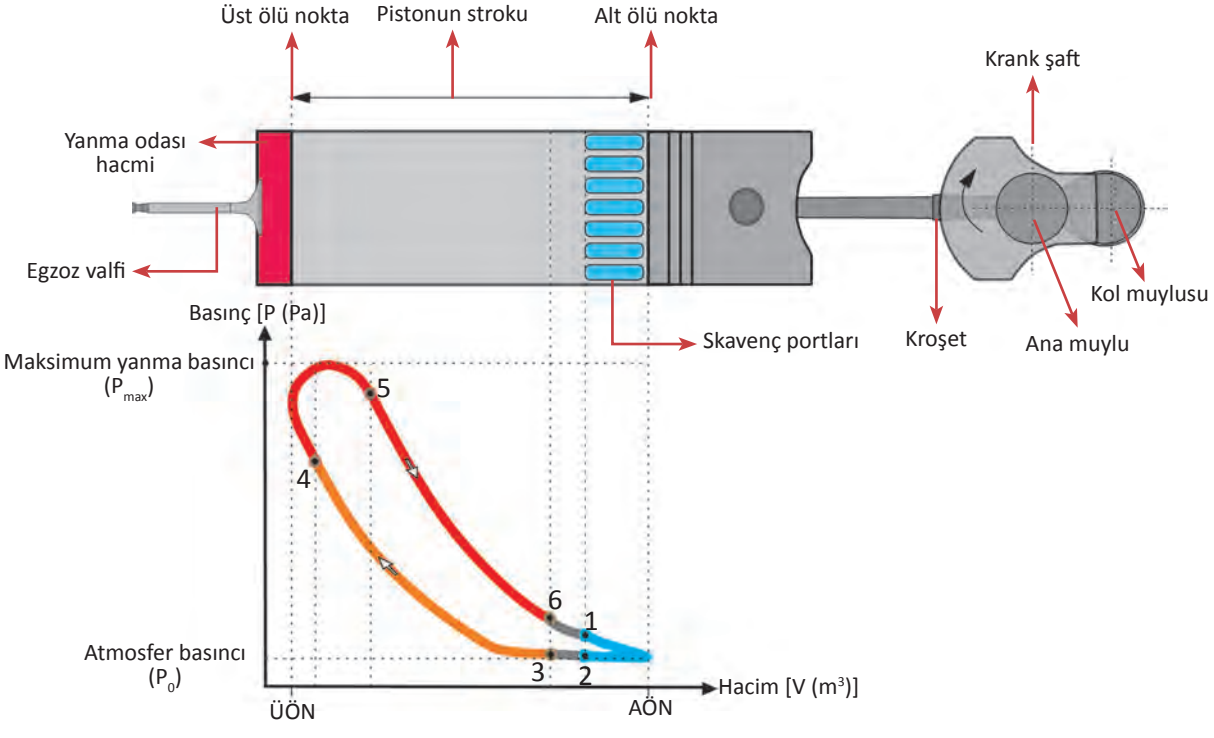
Yanma sonucunda oluşan yüksek basınç, pistonu kuvvetli şekilde aşağı iter. Böylece krank şafta dönme kuvveti aktarılır ve gemi makinesi güç üretir. Krank şaftta oluşan bu dönme kuvveti, güç aktarma organları aracılığıyla şaft hattına, oradan da pervaneye iletilir.

İki zamanlı gemi makinelerinde silindire temiz hava alınma ve yanmış gazların dışarı atılma işlemi **süpürme** olarak adlandırılır. Bu işlem üfleyici *(blower)* yardımıyla silindire basınçlı hava gönderilerek gerçekleştirilir. Süpürme sırasında skavenç *(scavenge)* portları (hava giriş kanalları) açılır ve bu kanallardan gelen basınçlı hava silindire dolar (Görsel 10. 1).



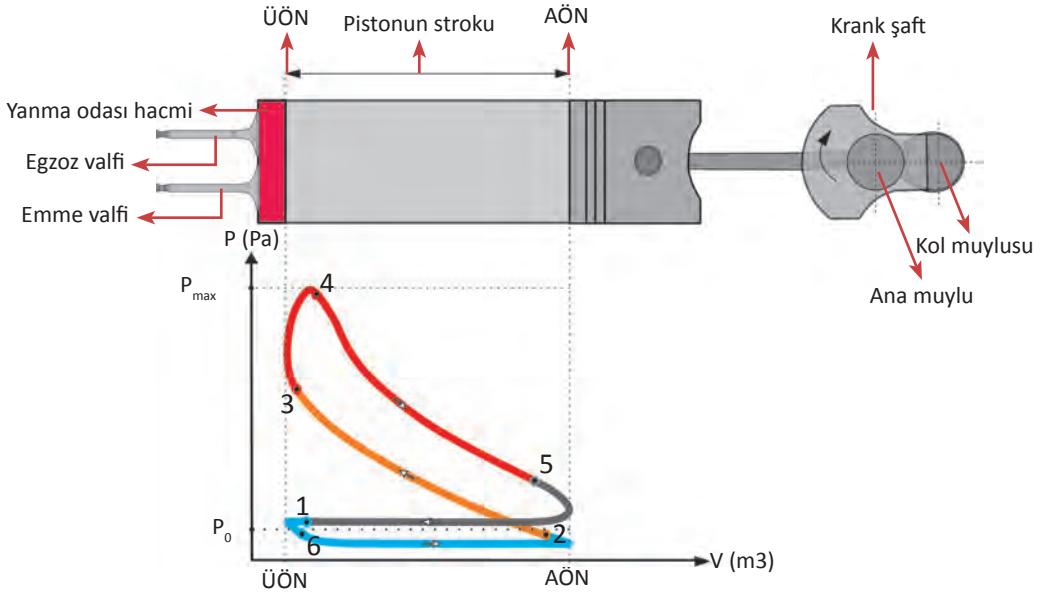

*Görsel 10.1: Skavenç portları, piston ve segmanlar*

Süpürme işlemi sırasında silindire dolan basınçlı hava aynı zamanda içerideki yanmış gazların dışarı atılmasını sağlar. Böylece silindir temizlenir (Şekil 10.3, 1-2 arası). Süpürme işlemi tamamlandıktan sonra skavenç portları kapanır (Şekil 10.3, 2) ve piston yukarı hareket ederek havayı sıkıştırır (Şekil 10.3, 3-4 arası). Sıkıştırma tamamlandığında enjektör açılır (Şekil 10.3, 4), yakıt püskürtülür ve yakıtın yanmasıyla oluşan yüksek basınç pistonu aşağı iter. Pistonun aşağı hareketiyle iş üretilir (Şekil 10.3, 5-6 arası). Yanmadan sonra egzoz valfi açılır (Şekil 10.3, 6) ve yanmış gazlar dışarı atılır. Egzoz valfi kapanınca (Şekil 10.3, 3) çevrim tamamlanır.




*Şekil 10.3: İki zamanlı bir motora ait PV diyagramı*

Dört zamanlı gemi makinelerinde emme ve egzoz işlemleri ayrı valflerle kontrol edilir. Piston aşağı hareket ederken emme valfi açılır ve silindire taze hava dolar (Şekil 10.4, 2). Pistonun yukarı hareketiyle hava sıkıştırılır (Şekil 10.4, 2-3 arası), ardından enjektör açılarak yakıt püskürtülür ve yanma başlar (Şekil 10.4, 3). Yüksek basınç, pistonu aşağı iter ve iş üretilir (Şekil 10.4, 4-5 arası). Daha sonra egzoz valfi açılır (Şekil 10.4, 5), yanmış gazlar dışarı atılır ve valf kapanınca (Şekil 10.4, 6) çevrim tamamlanır.




*Şekil 10.4: Dört zamanlı bir motora ait PV diyagramı*



*Görsel 10.2: Basınç indikatörü ile test işlemi*



*Görsel 10.3: İndikatör musluğu*

PV diyagramları, silindirlerdeki ortalama efektif basıncı başka bir deyişle pistonun bir çevrimde ürettiği ortalama itme gücü ile yanma sürecini detaylı şekilde gösterir. Diyagramdaki düzensizlikler, zamanlama hatalarına veya mekanik arızalara işaret edebilir. Bu sayede motor sökülmeden önce kapsamlı bir ön değerlendirme yapılabilir. Testin sağladığı bu bilgiler, bakım sürecinin daha etkili planlanmasına olanak tanır; zaman ve maliyet açısından önemli avantajlar sağlar. Hızlı ön teşhis için PV diyagramı olmadan da sıkıştırma sonu basıncı ($P_{com}$) ve maksimum yanma sonu basıncı ($P_{max}$) görülebilir. Bu işlem kompresyon basınç ölçer (basınç indikatörü) cihazıyla ölçülür (Görsel 10.2). Cihaz, motor normal çalışma sıcaklığındayken indikatör musluğuna bağlanır (Görsel 10.3). Silindir içi maksimum sıkıştırma ve maksimum yanma basınçları ölçülür.

Ölçüm işlemi her bir silindir için uygulanır. Çıkan sonuçlar motor katalog değerlerine bakılarak karşılaştırılır ve olası arızalar tespit edilir. Ancak cihazda okunan değer yaklaşık bir değer olduğu için yorumlama, kullanıcı deneyimine bağlıdır. Bu nedenle detaylı motor analizi ve silindir karşılaştırması yapabilmek, arıza tipi ve nedenini öğrenmek için indikatör cihazlarıyla alınan PV diyagramı kullanılmalıdır.

# 1.1. İNDİKATÖR CİHAZLARI

Günümüzün modern gemilerinde otomatik sistemler kullanıldığı için indikatör testi yapılmaz. Ancak otomatik sistemlerin bulunmadığı gemilerde indikatör cihazları kullanılmalıdır. Test için kullanılan indikatör cihazları analog ve dijital olmak üzere ikiye ayrılır.

**a) Analog İndikatör Cihazı**

İçten yanmalı motorlarda silindir iç basıncını piston hareketiyle krank açısına senkronize eden, bu basınç ve hacim verilerini PV diyagramı şeklinde grafik olarak gösteren mekanik ölçüm cihazıdır (Görsel 10.4). Motor, analog indikatör testine başlanmadan önce normal çalışma sıcaklığına getirilmelidir. Motor hazır hâle geldikten sonra silindir veya kaver üzerindeki indikatör valfi açılır ve egzoz gazları atmosfere atılır. Ardından valf temizlenir ve kapatılır. Uygun bir anahtar kullanılarak indikatör cihazı musluğa bağlanır.

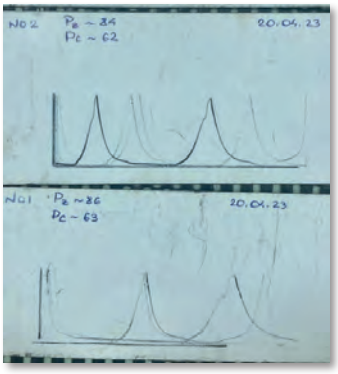


*Görsel 10.4: Analog indikatör test cihazı*

Ölçüm, silindirin iç basıncının indikatör cihazı üzerindeki bağlantı flanşı tarafından cihazın ölçüm odasına iletilmesiyle başlar. Ölçüm odasında bulunan piston, silindirin iç basıncına göre doğrusal olarak hareket eder. Pistonun hareketi, üzerine bağlı kalibre edilmiş bir spiral yay tarafından sınırlanır ve kontrol edilir. Yay, pistonun hareketine karşı direnç göstererek basınç değerine karşılık gelen yer değiştirme miktarını belirler. Cihazın yazıcı mekanizması, saat kontrollü bir tamburdan oluşur. Bu tambura kâğıt sarılır ve pistonun hareketi, tambur dönerken kaydedilen kol aracılığıyla mürekkepli kaleme iletilir. Tamburun dönüşü, indikatör cihazındaki ip veya kol aracılığıyla yerine getirilir ve ölçüm, belirli bir krank açısında başlatılır. Kayıt kolu, pistonunhareketine bağlı olarak yukarı-aşağı hareket eder ve tamburun dönmesiyle birlikte kâğıt üzerine bir PV diyagramı çizer (Görsel 10.5 ve Görsel 10.6).



*Görsel 10.5: İndikatör test işlemi*




*Görsel 10.6: Analog indikatör cihazı PV diyagramı*

İndikatör testiyle elde edilen PV diyagramı; motorun maksimum yanma sonu basıncı ($P_{max}$), indike güç, yanma kalitesi, valf zamanlaması, silindirler arası denge gibi önemli bilgileri verir. Ancak mekanik indikatör cihazları; düşük hassasiyet, zaman alıcı kullanım, anlık veri sunamama, analiz zorluğu, kullanıcı hatalarına açık olma gibi dezavantajlara sahiptir. Bu nedenle analog indikatör cihazları, gemi makinelerinde daha az tercih edilmektedir.

**b) Dijital İndikatör Cihazı**

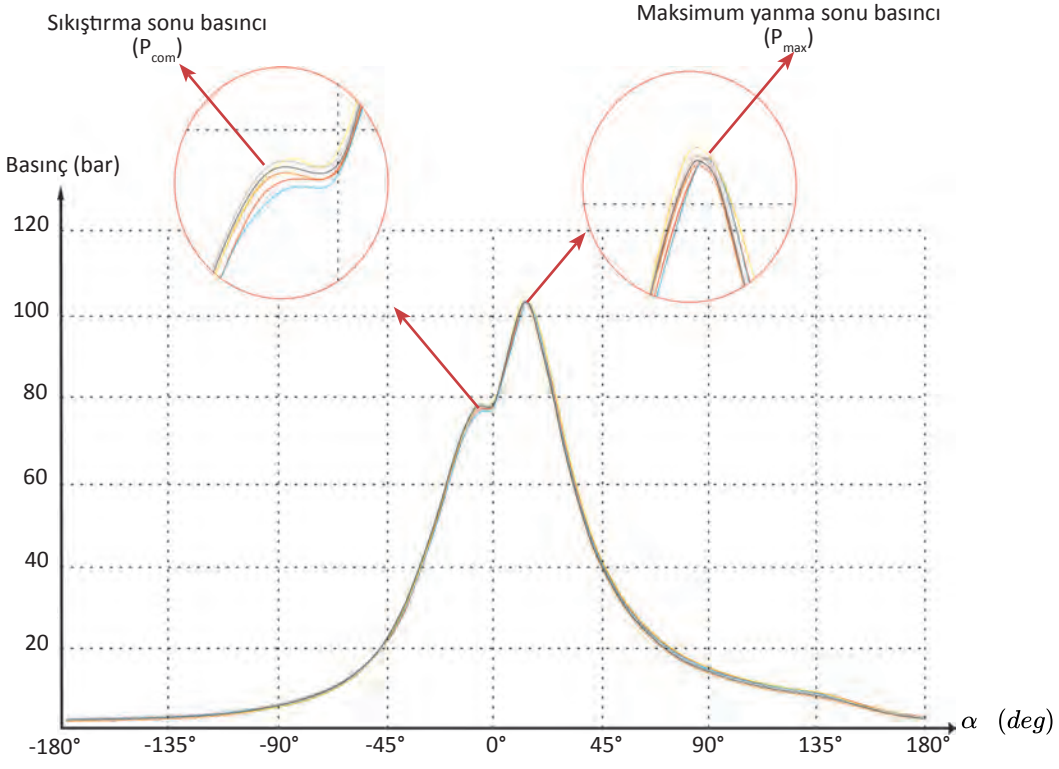
Hassas basınç ve konum sensörleri ile silindirin iç basıncını ve krank şaft açısını dijital olarak ölçen, verileri bilgisayara aktararak analiz imkânı sağlayan gelişmiş bir sistemdir. Dijital indikatör cihazında PV diyagramı çizilmeden de sıkıştırma sonu basıncı ($P_{com}$) ile maksimum yanma sonu basıncı ($P_{max}$) net şekilde okunabilir (Görsel 10.7).



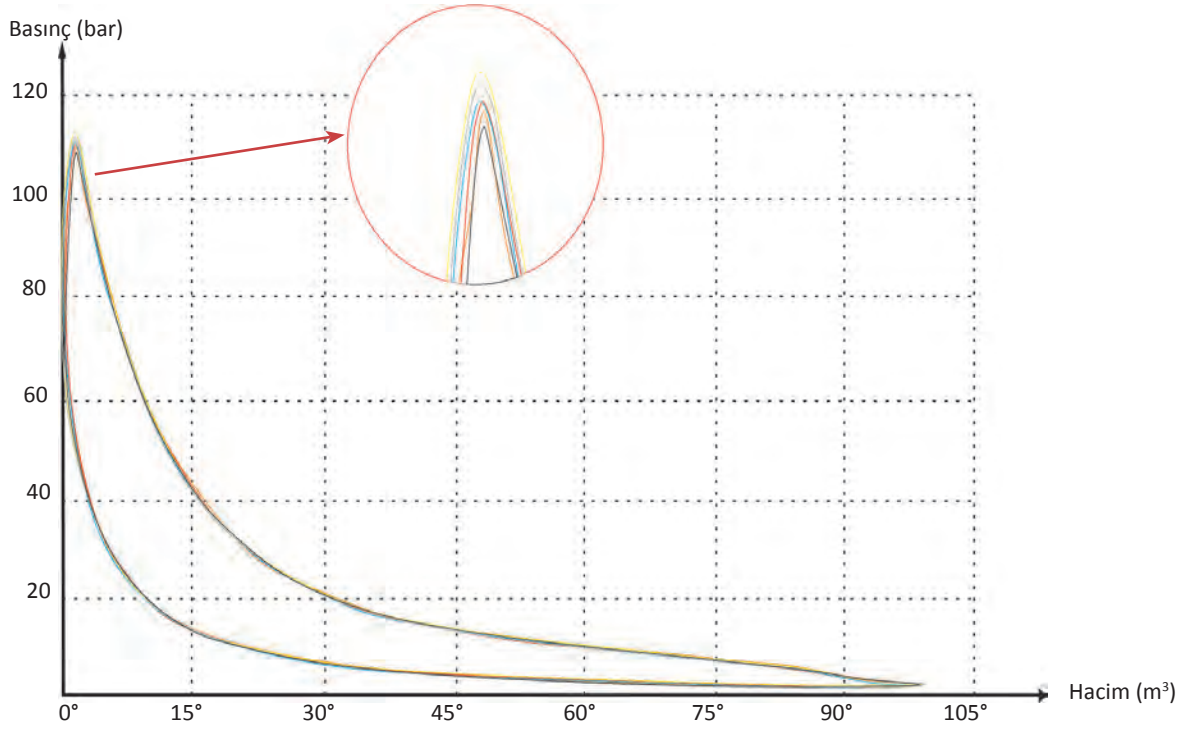
*Görsel 10.7: Dijital indikatör test cihaz seti*

Ölçüm işlemine başlamadan önce cihazın çalışır durumda olup olmadığı kontrol edilir. Batarya durumu, bağlantı kabloları ve sensörler gözden geçirilir. Cihaz, indikatör musluğuna bağlanır ve cihazın ekranı ile sensör bağlantıları kontrol edilerek hazır hâle getirilir.

Motor çalışma sıcaklığındayken cihaz, silindirin içindeki basınç değişimlerini krank açısına göre dijital olarak kaydeder. Ölçüm süresince silindirin iç basıncı ile krank açısı diyagramı alınır ve diğer silindirler için de işlemler tekrarlanır (Şekil 10.5 ve Şekil 10.6).

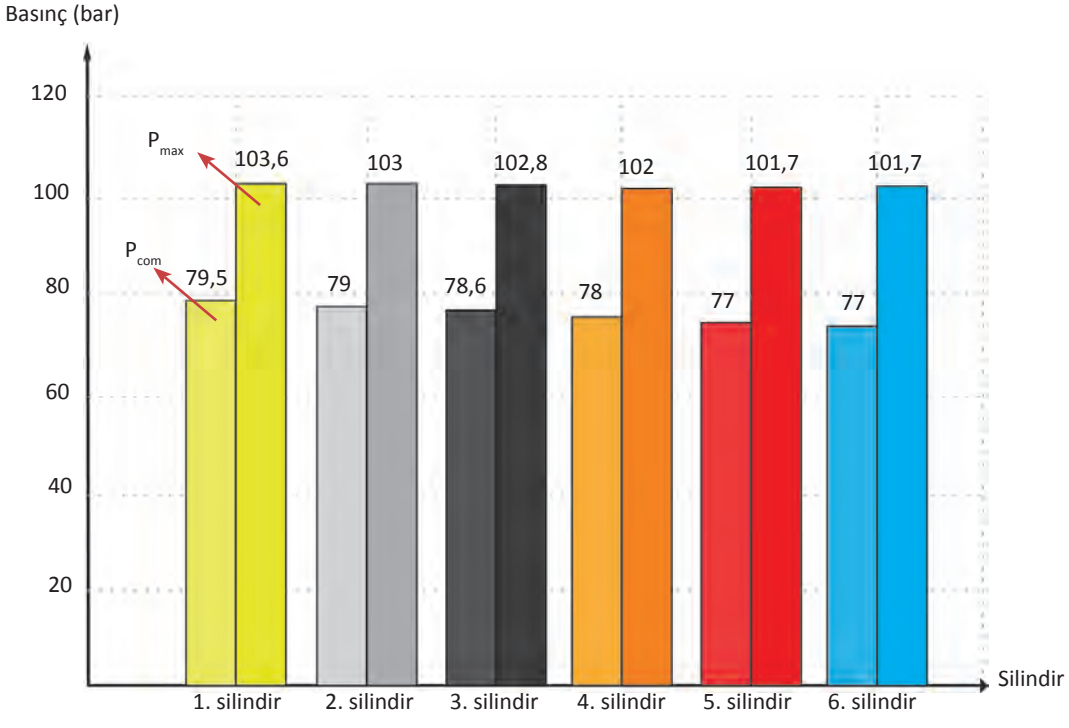



*Şekil 10.5: Basınç ve krank açısı diyagramı*




*Şekil 10.6: Basınç ve hacim diyagramı*

Ölçüm tamamlandıktan sonra elde edilen veriler bilgisayara aktarılır. Analiz yazılımları aracılığıyla basınç eğrileri incelenir. Maksimum silindir basıncı, kompresyon oranı, püskürtme zamanlaması gibi değerler üretici kataloglarındaki referans değerlerle karşılaştırılır. Değerlendirmeden sonra motorun durumu hakkında yorum yapılır (Şekil 10.7).




*Şekil 10.7: Silindirlerin $P_{max}$ ve $P_{com}$ grafiği*

Test işlemi bittiğinde cihaz dikkatlice sökülür, bağlantı ve sensör uçları temizlenerek kapatılır ve güvenli şekilde muhafaza edilir. Ölçüm yapılan bölgeler eski hâline getirilir ve motorun çalışma durumu kontrol edilir. Bu işlemler sayesinde motorun genel sağlığı, arızaları ve verimliliği hakkında detaylı bilgiler elde edilir. İndikatör testinde izlenen değerler ile olası arızalar ve test sonucunda yapılması gerekenler şunlardır:

**Sıkıştırma Sonu Basıncı:** Bu değer piston ÜÖN'ye yaklaşırken oluşan maksimum sıkıştırma basıncını gösterir. Sıkıştırma sonu basıncının düşük olması, silindirde sıkıştırma kaçağı olduğunu gösterir. Bu durumda segmanlar, supap ayarları ve supap oturma yüzeyleri kontrol edilir. Gerekli hâllerde aşınmış parçalar değiştirilir ve supap yüzeylerine sıvı (mazot, ince yağ ya da gaz yağı) dökülerek kaçak testi yapılır.

**Yanma Sonu Basıncı:** Yanma sonu basıncı yakıtın püskürtülmesiyle birlikte oluşur. Yanma sonu basıncının düşük olması, yetersiz yanma veya yakıt sistemi arızasına işaret eder. Bu durumda enjektörler test cihazıyla kontrol edilir. Yakıt kalitesi ve püskürtme zamanlaması ise arıza tespit cihazı üzerinden elde edilen elektronik kontrol ünitesi (ECU) verileriyle birlikte değerlendirilir.

**Ortalama Efektif Basınç:** Ortalama efektif basınç, motorun silindirlerinde yanma sonucunda oluşan basıncın krank şafta aktarılan ortalama iş gücünü temsil eder. Bu basıncın düşük olması, ilgili silindirin yeterli güç üretemediğine işaret eder. Böyle bir durumda enjektörler kontrol edilir, silindirin içi temizlenir ve yakıtın yanma durumu detaylı şekilde analiz edilir. Yanma analizi; enjektörlerin durumu, hava emiş sistemi, silindir içi birikimler ve yakıt kalitesi incelenerek motorun verimli çalışıp çalışmadığını değerlendirmeye olanak sağlar.

**Yanma Başlangıç Açısı:** PV eğrisinde sıkıştırmadan sonra basıncın aniden yükselmeye başladığı nokta, yanmanın başladığı açıyı gösterir. Eğer yanma geç başlıyorsa motor verimli çalışmaz ve performans düşer. Bu sorunu çözmek için yakıt püskürtme zamanlaması kontrol edilmeli ve gerekirse yeniden ayarlanmalıdır.

**Yanma Süresi:** Yanma süresi, yanmanın başladığı andan motor içindeki basıncın en yüksek seviyeye ulaştığı ana kadar geçen krank şaft açısını ifade eder. Eğer bu süre çok uzunsa yanma düzensiz hâle gelebilir ve motor performansı olumsuz etkilenir. Bu durumda enjektörün püskürtme şekli ve memesi kontrol edilmeli, yakıt-hava karışım oranı da gözden geçirilmelidir.

**Silindirler Arası Performans Karşılaştırması:** Tüm silindirlerden alınan veriler karşılaştırıldığında silindirler arasındaki performans farkları belirlenir. Eğer bir silindirin değerleri diğerlerinden düşükse o silindirde arıza olabilir. Bu arızayı tespit etmek için o silindirin enjektörü, supapları, segmanları ve gömlek durumu tek tek kontrol edilmelidir.

**Valf Sızdırmaları:** PV eğrisindeki egzoz ve emme zamanları incelenerek valf sızdırmaları tespit edilebilir. Eğer egzoz valfi tam kapanmazsa silindir ile egzoz valfi arasında kaçak olur. Bu durum silindirin içinde yeterli sıkıştırma basıncının oluşmasını engeller ve motor performansını düşürür. Emme valfi sızdırıyorsa silindirdeki basınçlı hava dışarı kaçar. Bu da bir sonraki emme zamanında piston aşağı inerken oluşması gereken vakumun azalmasına yol açar. Bu sorunları gidermek için supapların oturma yüzeyleri ile yayları kontrol edilmeli ve supap boşlukları doğru değerlere göre ayarlanmalıdır.

UYGULAMA: 10.1

## ÇALIŞAN DİZEL MAKİNEYE İNDİKATÖR CİHAZI BAĞLAYARAK PV DİYAGRAMI ALMA

**Amaç**

Çalışan gemi makinelerinde silindirin iç basınç değişimini zamana veya hacme göre gözlemleyerek motorun çalışma sürecini analiz etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu ekipmanlar | Yeteri kadar |
| Mekanik veya elektronik indikatör cihazı | Birer takım |
| Veri kayıt cihazı | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan çalışır hâldeki gemi makinesine indikatör cihazı bağlanarak PV diyagramı alma aşamaları işlem basamaklarına göre yerine getirilecektir.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motorun her silindiri için indikatör vanası açılır.
4. Motorun her silindirine indikatör cihazı bağlanır.
5. Motorun her silindiri için PV diyagramı çıkarılır ve ölçümü yapılır.
6. PV diyagramı, ölçüm sonuçlarıyla birlikte yorumlanır.
7. İndikatör cihazı sökülerek cihazın temizliği yapılır.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. Çalışır hâldeki gemi makinesine indikatör cihazı bağlayarak PV diyagramı alma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Motorun her silindiri için indikatör vanasının açılması | 10 | |
| 4. | Motorun her silindirine indikatör cihazının bağlanması | 10 | |
| 5. | Motorun her silindiri için PV diyagramının çıkarılması ve ölçümünün yapılması | 20 | |
| 6. | PV diyagramı ve ölçüm sonuçlarının yorumlanması | 10 | |
| 7. | İndikatör cihazının sökülüp temizliğinin yapılması | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 10.2

## PV DİYAGRAMI VE KATALOG DEĞERLERİNE GÖRE SİLİNDİRLER ARASI ARIZA TESPİTİ YAPMA

**Amaç**

Gemi makinelerinde silindirler arası arıza tespitini PV diyagramı ile katalog değerlerini karşılaştırarak yapmak, makine performansını izlemek ve olası sorunları erken tespit etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu ekipmanlar | Yeteri kadar |
| Makine teknik katalog referans tablosu | 1 adet |
| Mekanik veya elektronik indikatör cihazı | Birer takım |
| Veri kayıt cihazı | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan gemi makinesinin silindirleri arasındaki arıza tespiti PV diyagramı ile katalog değerleri karşılaştırılarak işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motorun her silindiri için indikatör vanası açılır.
4. Motorun her silindirine indikatör cihazı bağlanır.
5. Motorun her silindiri için PV diyagramı çıkarılır.
6. PV diyagramları çıkarılan silindirler birbiriyle karşılaştırılır.
7. Katalog değerlerinde sapmalar varsa olası arızalar tespit edilir ve giderilir.
8. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
9. PV diyagramı ve katalog değerlerine göre silindirler arası arıza tespiti yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Motorun her silindiri için indikatör vanasının açılması | 10 | |
| 4. | Motorun her silindirine indikatör cihazının bağlanması | 10 | |
| 5. | Motorun her silindiri için PV diyagramının çıkarılması | 20 | |
| 6. | PV diyagramları çıkarılan silindirlerlerin birbiriyle karşılaştırılması | 10 | |
| 7. | Katalog değerlerinde sapmalar varsa olası arızaların tespit edilmesi ve giderilmesi | 10 | |
| 8. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 9. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 10.3

## PV DİYAGRAMIYLA BELİRLENEN ARIZAYA GÖRE MAKİNEYİ SÖKEREK ARIZAYI GİDERME

**Amaç**

Gemi makinelerinde PV diyagramıyla tespit edilen arızaya göre makineyi sökerek arızayı gidermek ve makinenin düzgün çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Kaldırma ekipmanları | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**PV diyagramıyla tespit edilen arızaya göre atölyede bulunan gemi makinesini söküp arızayı giderme çalışmaları işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Gemi makinesi durdurulur.
4. Arızalı olduğu belirlenen makine dikkatlice sökülür ve makinenin parçaları kontrollü şekilde çıkarılır.
5. Çıkarılan makine parçaları fiziksel olarak ve ölçü aletiyle kontrol edilir.
6. Arızalı makine parçaları onarılır ya da yenisiyle değiştirilir.
7. Makine parçaları yerine takılarak kontrol edilir.
8. Makine çalıştırılırarak ses, titreşim ve sıcaklık değerleri izlenir.
9. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
10. PV diyagramıyla tespit edilen arızaya göre gemi makinesini söküp arızayı giderme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

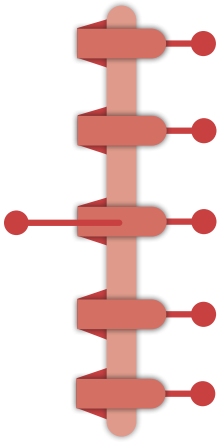
### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Gemi makinesinin durdurulması | 10 | |
| 4. | Arızalı olduğu belirlenen makinenin dikkatlice sökülerek parçalarının kontrollü şekilde çıkarılması | 10 | |
| 5. | Çıkarılan makine parçalarının fiziksel olarak ve ölçü aletleriyle kontrol edilmesi | 10 | |
| 6. | Arızalı makine parçalarının onarılması ya da yenisiyle değiştirilmesi | 10 | |
| 7. | Makine parçalarının yerine takılarak kontrol edilmesi | 10 | |
| 8. | Makinenin çalıştırılarak ses, titreşim ve sıcaklık değerlerinin izlenmesi | 10 | |
| 9. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 10. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

# 2. SİLİNDİR KAÇAK TESTİ

Gemi dizel makineleri sürekli çalışmaya maruz kaldıklarından zamanla iç parçalarda (segmanlar, silindir gömlekleri, valfler, conta vb.) aşınmalar meydana gelir. Bu aşınmalar, ilgili parçaların görevini tam yapamamasına yol açar. Bu da silindirin içinde gaz kaçaklarına dolayısıyla basınç kaybına (kompresyon düşüşü) neden olur. Kompresyonun düşmesi, makine performansını doğrudan etkileyen temel arızalardan biridir. Gemi makinelerinde silindir kaçakları; güç kaybı, düzensiz çalışma, aşırı yakıt-yağ tüketimi, düşük devirlerde tekleme, ilk çalıştırmada zorluk gibi ciddi sorunlara neden olur. Söz konusu sorunlar başka arızaların da belirtisi olabileceğinden doğru teşhis için silindir kaçak testi yapılmalıdır.

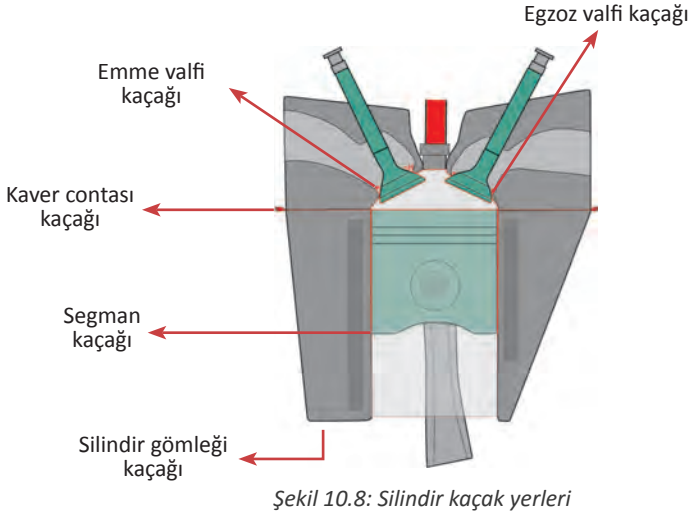
Silindirde kompresyon kaçakları genellikle şunlardan kaynaklanır:



- Piston segmanlarının kırılması
- Silindir gömleğinin aşınması
- Emme ve egzoz supaplarındaki sızdırmazlık problemleri
- Kaver contasının yanması
- Silindir bloğu ve kaverde oluşan çatlaklar

Segman kaçakları; piston segmanlarının aşınması, kırılması veya segmanların yuvalarında sıkışarak sızdırmazlığı engellemesi sonucunda hem dört zamanlı hem de iki zamanlı motorlarda meydana gelir. Silindir gömleği veya cidar yüzeyindeki aşınma ya da ovallik, piston ve segmanların tam sızdırmazlığına engel olur. Dört zamanlı motorlarda olduğu gibi egzoz supabı bulunan iki zamanlı motorlarda da supap oturma yüzeylerindeki aşınma, kirlenme, supap eğilmesi veya yay kuvvetinin azalması egzoz gazlarının yanma odasına geri kaçmasına neden olabilir. Bu tür iki zamanlı motorlarda emme işlemi portlar aracılığıyla gerçekleştiğinden port yüzeyindeki deformasyonlar veya karbon birikimleri de karışım akışını bozarak motor verimini düşürür. Kaver contası yanmış veya deforme olmuşsa kompresyon gazları, soğutma suyuna ya da dış ortama sızabilir. Ayrıca kaver veya blokta oluşan çatlaklar, yüksek basınçlı kompresyon gazlarının soğutma sistemine ya da dışarıya kaçmasına neden olarak motor performansını olumsuz etkiler.

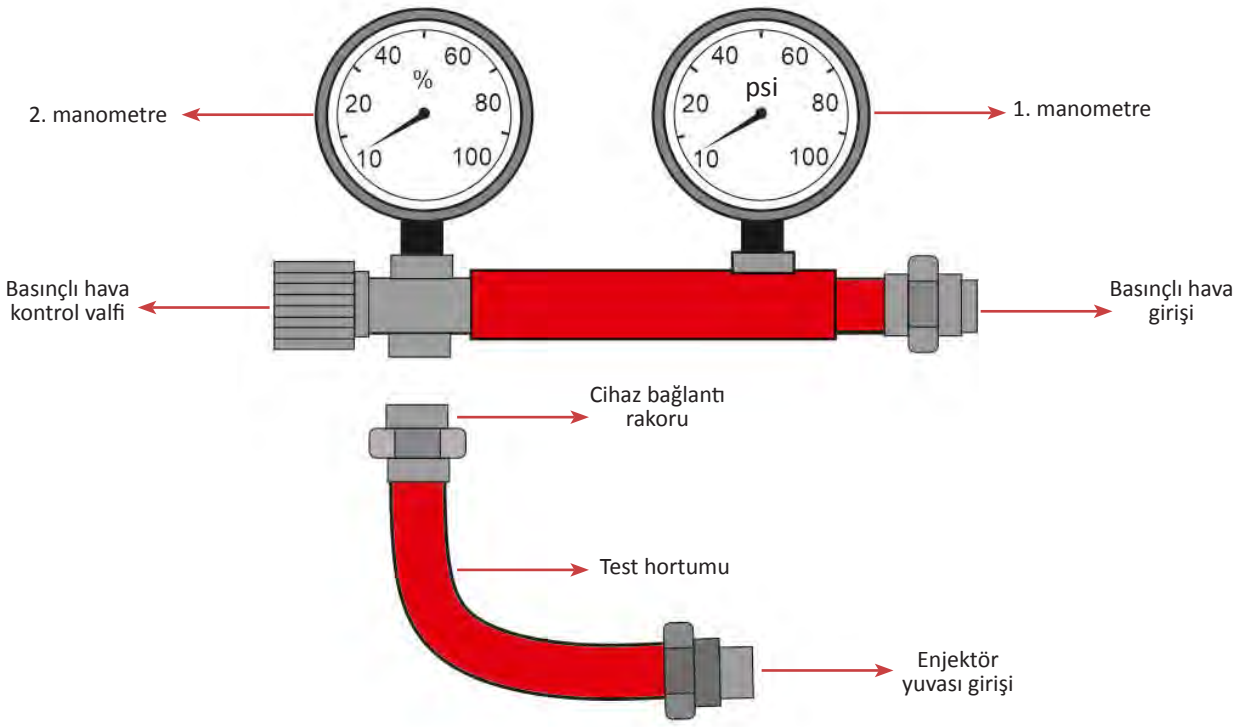
Motorda bir ya da birkaç nedenden ötürü aynı anda kaçak oluşabilir. Kompresyon kaybı; motor gücünün azalmasına, yakıt sarfiyatının artmasına, motorun yağ eksilterek egzozdan gri-mavi duman çıkmasına neden olabilir. Bu belirtiler yalnızca kompresyon kaçağına değil başka arızalara da işaret edebileceğinden kesin tanı için silindir kaçak testi uygulanmalıdır (Şekil 10.8).




*Şekil 10.8: Silindir kaçak yerleri*

# 2.1. SİLİNDİR KAÇAK TEST CİHAZI VE TEST İŞLEMİ

Silindir kaçak testi, silindirlerde meydana gelen sızıntıların tespiti için kullanılan güvenilir bir yöntemdir. Bu test, silindir kaçak testi cihazı ile gerçekleştirilir (Şekil 10.9). Gemi makinelerinin silindirlerinde oluşabilecek kaçakların doğru bir şekilde tespit edilebilmesi için testin, makinenin normal çalışma sıcaklığında yapılması gerekir. Normal çalışma sıcaklığı malzemelerin genleşme durumunun gerçek çalışma şartlarını yansıtması ve kaçakların doğru şekilde gözlemlenebilmesi için önemlidir. Bu nedenle makine çalıştırılarak yağlama yağı basıncı ve soğutma suyu sıcaklıklarının normal çalışma değerlerine ulaşması beklenir.

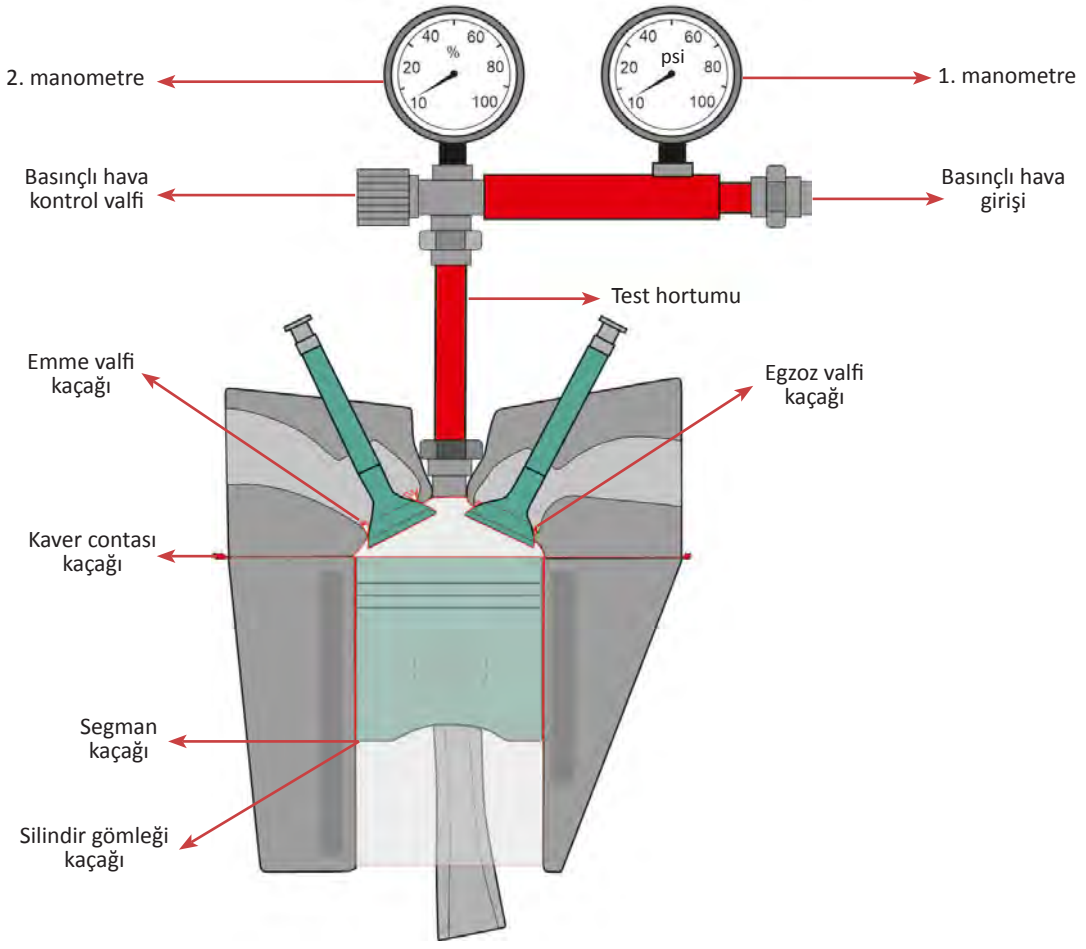



*Şekil 10.9: Silindir kaçak test cihazı*

Silindir kaçak testi sırasında motorun çalışıyor olması hem güvenlik açısından risklidir hem de ölçümün sağlıklı yapılmasını engeller. Bu nedenle test, motor sıcak ama çalışmaz durumdayken yapılır. Bununla birlikte motor tamamen soğumamalıdır. Silindir duvarlarının sıcaklığı çalışma koşullarına yakın olmalıdır. Genellikle motor durdurulduktan sonra 10-15 dakika beklenerek sıcaklık dengelenir. Temassız bir sıcaklık ölçer ile silindirin dış yüzeyinin 40-60 °C aralığında ölçülmesi, testin yapılması için uygun sıcaklığa ulaşıldığını gösterir.

Test yapılacak silindir, sıkıştırma zamanına getirilerek sabitlenir. Dört zamanlı motorlarda test hortumu, enjektör yuvasına bağlanır. Emme valfi, egzoz valfi, kaver contası, segmanlar ve piston eteklerinde sızdırmazlık hataları görülebilir. İki zamanlı motorlarda kaçaklar genellikle piston segmanları, piston üst yüzeyi, piston etekleri, silindir gömleği ile piston geçiş yüzeyi, egzoz supabı ve süpürme portlarında meydana gelir. Bu bölgelerdeki aşınma veya deformasyon, kaçak oranını doğrudan etkiler.

Silindir kaçak testine başlamadan önce kompresörden gelen basınçlı havanın bir anda yanma odasına dolarak krank şaftı döndürmesini önlemek için cihazda bulunan basınçlı hava kontrol valfi kapalı tutulur. Test cihazının hava giriş bağlantısına basınçlı hava kaynağı bağlanır. Bağlantılar düzgün şekilde yapıldıktan sonra kontrol valfi yavaşça ve kademeli olarak açılır. Böylece havanın yanma odasına dolması sağlanır. Kompresörden gelen test havası 10 bar olarak ayarlanır ve bu değer test cihazındaki birinci manometreden izlenir (Şekil 10.10). Silindirde kaçak olup olmadığı ise ikinci manometreden kontrol edilir. Kaçak varsa bu manometredeki kaçak değeri yüzde olarak gösterilir. Kaçak oranı %5-10 arasında ise **iyi**, %10-20 arasında ise **norma**l kabul edilir. %20'nin üzerindeki kaçaklar ise motorda bir problem olduğunu gösterir.




*Şekil 10.10: Silindir kaçak test cihazı*

Silindir kaçak testi, motor üzerindeki tüm silindirlere sırayla uygulanmalıdır. Silindirlerde yapılan test sonuçları tabloya yazılarak değerlendirilir (Tablo 10.1). Kaçak oranı yüksek çıkan silindirlere özellikle dikkat edilmeli ve gerekli bakım onarım işlemleri için açık şekilde müdahale edilmelidir.

*Tablo 10.1: Silindir Kaçak Testi Sonuçları*

| SİLİNDİR No. | KOMPRESYON BASINCI (bar) | KAÇAK ORANI (%) | KAÇAK SINIFI | KAÇAK BÖLGESİ-SESİN GELDİĞİ YER |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 28 | 6 | iyi | - |
| 2 | 27 | 11 | normal | egzoz manifoldu |
| 3 | 26 | 24 | yüksek kaçak | karter havalandırması |
| 4 | 25 | 9 | iyi | - |
| 5 | 23 | 18 | normal | emme manifoldu |
| 6 | 29 | 27 | yüksek kaçak | soğutma suyu kapağında kabarcık |

Motorda kaçak oranı; ses, hava kaçağı, soğutma suyunda kabarcık gibi belirtilerle ortaya çıkar. Bu belirtiler, silindir içerisinde basıncın tam olarak korunamadığını gösteren işaretlerdir. Ses, genellikle valflerdeki sızdırma ya da segman aşınmasından kaynaklanır. Hava kaçağı, test sırasında hortum veya bağlantı noktalarından ya da segmanlardan duyulabilir.

Egzoz veya emme manifoldundan ses gelmesi, dört zamanlı motorlarda ilgili valfin tam oturmaması ya da sızdırmasından kaynaklanır. Bu durumda kaver sökülüp valf ve yuvası kontrol edilmelidir. Gerekirse valf yuvası taşlanarak (valf ile yuvası arasındaki temas yüzeyini düzeltmek için yapılan yüzey işleme) valfle uyumlu hâle getirilmeli ve valf ayarı yapılmalıdır.

Soğutma suyunda kabarcık görme, kaver contasında kaçak olduğunu gösterir. Bu durumda conta değiştirilmeli, yüzeyde çatlak veya eğrilik olup olmadığı kontrol edilmelidir. Karter havalandırmasından gelen ses hem iki hem de dört zamanlı motorlarda segman veya piston aşınmasını gösterir. Bu durumda segman değişimi yapılmalı, piston kontrol edilmeli ve honlama yapılmalıdır. Honlama, silindir iç yüzeyindeki çizikleri gidererek yeni segmanların bu yüzeye uyumunu sağlayan ince bir taşlama işlemidir.

İki zamanlı motorlarda skavenç portlarının tıkalı olması silindire yeterli hava girişini engelleyerek kompresyonun düşmesine neden olabilir. Sessiz olmasına rağmen kaçak oranı yüksekse kaverde çatlak veya valf yuvasında küçük sızıntı olabilir. Bu durumda taşlama ve conta yenileme işlemleri yapılmalı, sonuç alınmazsa kaver değiştirilmelidir.

UYGULAMA: 10.4

## SİLİNDİR KAÇAK TEST CİHAZINI DİZEL MAKİNEYE BAĞLAYARAK SİLİNDİR KAÇAĞINI ÖLÇME

**Amaç**

Silindir kaçak test cihazını gemi makinesine bağlayarak silindirin sızdırmazlık durumunu değerlendirmek; valf, piston segmanlarında veya kaver contasındaki kaçakları tespit etmek

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Silindir kaçak test cihazı | Birer takım |
| Basınçlı hava kaynağı | 1 adet |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Makine teknik katalog referans tablosu | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan silindir kaçak test cihazı makineye bağlanarak silindirin sızdırmazlık testi işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Gemi makinesi durdurulur ve makinenin sıcaklığı 40-60 °C olacak şekilde soğutulur.
4. Test edilecek silindir belirlenir.
5. Seçilen silindir enjektörü sökülerek enjektör bağlantısına silindir kaçak test cihazı bağlanır.
6. Seçilen silindir sıkıştırma zamanına (ÜÖN) getirilir.
7. Seçilen silindir için silindir kaçak test cihazına basınçlı hava verilir.
8. Kaçak test cihazından okunan değerle katalog değeri karşılaştırılır..
9. Birinci silindir için yapılan işlemler diğer silindirler için de sırayla yapılır.
10. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
11. Silindir kaçak test cihazını dizel makineye bağlayarak silindir kaçağını ölçme işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Gemi makinesinin durdurulması ve soğutulması | 10 | |
| 4. | Test edilecek silindirin belirlenmesi | 10 | |
| 5. | Seçilen silindir enjektörünün sökülerek silindir kaçak test cihazının bağlanması | 10 | |
| 6. | Seçilen silindirin sıkıştırma zamanına (ÜÖN) getirilmesi | 10 | |
| 7. | Seçilen silindir için silindir kaçak test cihazına basınçlı havanın verilmesi | 10 | |
| 8. | Kaçak test cihazından okunan değerle katalog değerinin karşılaştırılması | 10 | |
| 9. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| 10. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 10.5

## KAÇAK DEĞERLERİNİ VE SİLİNDİRLER ARASI FARKLARI BULMA

**Amaç**

Gemi makinesi motorunun silindir kaçak değerlerini ve silindirler arası farklarını tespit ederek motorun gürültüsüz ve titreşimsiz çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Silindir kaçak test cihazı | Birer takım |
| Anahtar seti, hava kompresörü | Birer adet |
| Makine teknik katalog referans tablosu | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan makine silindirlerinin kaçak değerleri ve silindirler arasındaki farklar işlem basamaklarına göre bulunacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Gemi makinesi durdurulur ve makinenin sıcaklığı 40-60 °C olacak şekilde soğutulur.
4. Test edilecek silindirler belirlenir.
5. Birinci silindirin enjektörü sökülerek enjektör bağlantısına silindir kaçak test cihazı bağlanır.
6. Birinci silindir test için sıkıştırma zamanına (ÜÖN) getirilir.
7. Birinci silindir için silindir kaçak test cihazına basınçlı hava verilir.
8. Kaçak test cihazından okunan değerle katalog değeri karşılaştırılır.
9. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
10. Silindir kaçak değerlerini ve silindirler arası farkları bulma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

### Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| 1. | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| 2. | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| 3. | Gemi makinesinin durdurulması ve soğutulması | 10 | |
| 4. | Test edilecek silindirlerin belirlenmesi | 10 | |
| 5. | Birinci silindir enjektörünün sökülerek silindir kaçak test cihazının bağlanması | 10 | |
| 6. | Birinci silindirin test için sıkıştırma zamanına (ÜÖN) getirilmesi | 10 | |
| 7. | Birinci silindir için silindir kaçak test cihazına basınçlı havanın verilmesi | 5 | |
| 8. | Kaçak test cihazından okunan değerle katalog değerinin karşılaştırılması | 10 | |
| 9. | Birinci silindirde yapılan işlemlerin diğer silindirlere sırayla uygulanması | 10 | |
| 10. | Temizlik işlemlerinin yapılması | 5 | |
| 11. | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | TOPLAM | 100 | |

UYGULAMA: 10.6

## KAÇAK DEĞERLERİNE BAKILARAK BELİRLENEN ARIZAYA GÖRE MAKİNEYİ SÖKME VE SİLİNDİR ARIZASINI GİDERME

**Amaç**

Gemi makinesinde silindir kaçak testi sonucuna bakarak arızayı tespit etmek, motoru sökerek silindir arızasını gidermek ve motorun verimli çalışmasını sağlamak

| Kullanılacak Araç Gereç | Miktarı |
|---|---|
| Kişisel koruyucu donanım | Yeteri kadar |
| Ölçüm cihazları | Birer takım |
| Anahtar seti | 1 adet |
| Kaldırma ekipmanları | 1 adet |
| Temizlik için kullanılacak malzemeler | Yeteri kadar |

### Uygulama Yönergesi

**Atölyede bulunan silindir kaçak test cihazıyla motor arızasını tespit etme, motoru sökme ve silindir arızasını giderme çalışması işlem basamaklarına göre yapılacaktır.**

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Gemi makinesi durdurulur ve makinenin sıcaklığı 40-60 °C olacak şekilde soğutulur.
4. Arızalı silindirin kaveri söküldükten sonra motor tipine göre şu ilgili iç parçalar dikkatlice çıkarılır:
   a) Dört zamanlı motorlarda supaplar, subap yayları, iticiler, emme ve egzoz supapları, enjektör, silindir kapağı contası gibi iç parçalar
   b) İki zamanlı motorlarda enjektör, indikatör vanası, egzoz valfi, silindir kapağı contası, bağlantı elemanları gibi iç parçalar
5. Arızalı silindirin çıkarılan parçaları işaretlenip düzenli şekilde bir yere yerleştirilir.
6. Arızalı silindirin iç parçaları fiziksel yönden (aşınma, çatlak, kurum, birikimi vb.) kontrol edilir.
7. Arızalı silindirin iç parçaları ölçüm cihazlarıyla kontrol edilerek arıza tespit edilir.
8. Arızalı parçalar onarılır veya yenisiyle değiştirilir.
9. Kaver, montajdan önce arızalı silindirin iç parçalarıyla birlikte temizlenir.
10. Arızalı silindirin iç parçaları uygun sırayla monte edilir.
11. İşlem tamamlandıktan sonra kullanılan ekipmanlar ve çalışma alanı temizlenir.
12. Makineyi çalıştırma, performans testini yapma işlemleri detaylı şekilde raporlanır.

## Uygulama Değerlendirme

| Sıra No. | DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ | PUAN | ALINAN PUAN |
|---|---|---|---|
| **1.** | İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması | 10 | |
| **2.** | Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması | 10 | |
| **3.** | Gemi makinesinin durdurulması ve soğutulması | 5 | |
| **4.** | Arızalı silindirin kaveri ve iç parçalarının sökülmesi | 5 | |
| **5.** | Çıkarılan parçaların işaretlenip düzenli şekilde belirlenen bir yere yerleştirilmesi | 5 | |
| **6.** | Arızalı silindirin iç parçalarının fiziksel olarak kontrol edilmesi | 5 | |
| **7.** | Arızalı silindirin iç parçalarının ölçüm cihazlarıyla kontrol edilmesi | 5 | |
| **8.** | Silindirin arıza tespitinin yapılması | 5 | |
| **9.** | Arızalı silindirin iç parçalarının onarılması veya yenisiyle değiştirilmesi | 10 | |
| **10.** | Montajdan önce arızalı silindirin kaveri ile sökülen parçalarının temizlenmesi | 5 | |
| **11.** | Arızalı silindirin iç parçalarının uygun sıraya göre monte edilmesi | 5 | |
| **12.** | Bağlantıların ve hareketli parçaların kontrol edilmesi | 5 | |
| **13.** | Makinenin çalıştırılarak performans testinin yapılması | 5 | |
| **14.** | Temizlik işlemlerinin yapılması | 10 | |
| **15.** | Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması | 10 | |
| | **TOPLAM** | **100** | |

## KAYNAKÇA


- Akkurt, M. (t.y.). *Talaşlı İmalat Teknolojisi.* İstanbul: Birsen Yayınevi.
- American Bureau of Shipping. (2023). *Rules for Building and Classing Marine Vessels.* Houston: ABS.
- American Welding Society. (2001). *Welding Handbook, Vol. 1. Welding Science and Technology* (9th ed.). Miami: AWS Publications.
- Bayrak, F. (2008). *Gemi Makineleri Bakım-Onarım Teknikleri*. Ankara: Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Yayınları.
- Bertram, V. (2011). *Practical Ship Hydrodynamics* (2nd ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Boothroyd, G. & Knight, W. A. (2006). *Fundamentals of Machining and Machine Tools* (3rd ed.). FL: CRC Press.
- Cary, H. B. & Helzer, S. C. (2005). *Modern Welding Technology* (6th ed.). NJ: Pearson Education.
- Degarmo, E. P., Black, J. T. & Kohser, R. A. (2012). *Materials and Processes in Manufacturing* (11th ed.). NJ: Wiley.
- Demirel, K. (2014). *Gemi Yardımcı Makineleri ve Sistemleri* 2. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- DNV. (2020). *Rules for Classification: Ships-Machinery Systems and Srrangements*. Norway: DNV.
- Doğan, A. (2012). *Gemi Makineleri ve Sistemleri*. İstanbul: Piri Reis Yayınları.
- Groover, M. P. (2016). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes and Systems* (6th ed.).NJ:Wiley.
- Gülesin, M., Güllü, A., Avcı, Ö. & Akdoğan G. (2022). *CNC Torna ve Freze Tezgahlarının Programlanması.* Ankara:Gazi Kitabevi.
- Harrington, R. L. (1992). *Marine Engineering*. NJ: Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Heywood, J. B. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. NY: McGraw-Hill.
- International Maritime Organization. (1973/1978). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)*. London: IMO.
- International Maritime Organization. (1974). *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS).* London: IMO.
- International Maritime Organization. (2004). *International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM)*. London: IMO.
- Kaluç, E. (2004). *Kaynak Teknolojisi El Kitabı Ergitme Kaynak Yöntemleri (1. C)*. Ankara: TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayınları.
- Kou, S. (2010). *Welding Metallurgy* (2nd ed.). NJ: John Wiley & Sons.
- Kurt, M. (2010). *Gemi Makineleri ve Yardımcı Donanımlar*. İstanbul: Denizcilik Eğitim Yayınları.
- Küçükşahin, F. (2007). *Gemi Makineleri İşletme Bilgisi*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Küçükşahin, F. (2009). *Gemi Makineleri: Yardımcı Makineler.* İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Küçükşahin, F. (2011). *Gemi Makineleri Teorisi.* İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Lancaster, J. F. (1999). *Metallurgy of Welding* (6th ed.). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Lloyd's Register. (2023). *Rules and Regulations for the Classification of Ships*. London: Lloyd's Register.
- McGeorge, H. D. (1995). *Marine Auxiliary Machinery* (7th ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Oerlikon Kaynak El Kitabı. (t.y.). *İstanbul: Oerlikon Kaynak Elektrodları ve Sanayi A.Ş. Yayınları.*
- Özlü, İ. (1992). *Benzinli Motorlar Teknolojisi ve Tamirciliği*. Çağlar Matbaası.
- Taylor, D. A. (1996). *Introduction to Marine Engineering* (2nd ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Tekin, N. (1992). *Gemi Dizel Motorları (1. C)*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Yayını.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı (2022). *Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Protokol Kapsamındaki Okullar İçin Anadolu Meslek Programı Denizcilik Alanı Çerçeve Öğretim Programı*. Ankara: MEB.
- Turk, M. & Acar, H. (2015). *Gemi Makinelerinde Yağlama ve Soğutma Teknolojileri*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları.

- Weman, K. (2012). *Welding Processes Handbook*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Woodyard, D. (2009). *Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines* (9th ed.). Oxford: Butterworth- Heinemann.
- Woud, H. K. & Stapersma, D. (2002). *Design of Propulsion and Electric Power Generation Systems*. London: IMarEST.


* Bu ders materyalinde kaynakça, APA 6 kaynak gösterme yöntemine göre oluşturulmuştur.

## Genel Ağ Kaynakçası ve Görsel Kaynakçası Karekodu

Kitabın Genel Ağ Kaynakçası ve Görsel Kaynakçası'na bu karekodu okutarak veya aşağıdaki linke tıklayarak ulaşabilirsiniz.

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2705

# NOTLAR