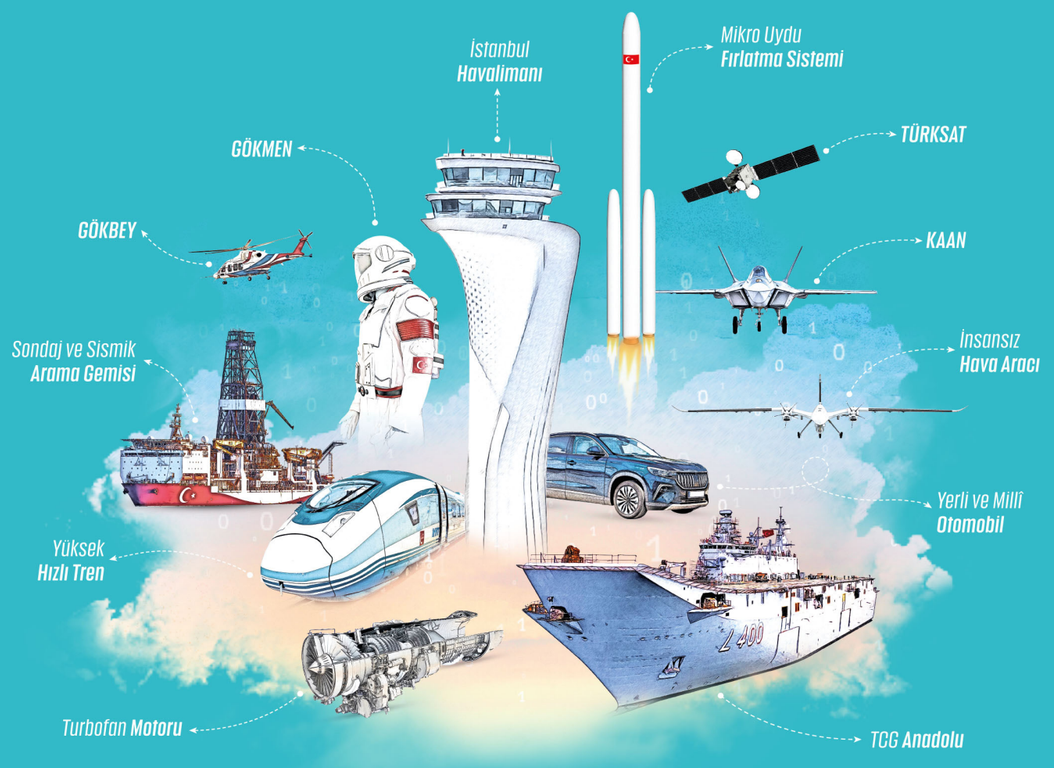
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



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

ISBN: 978-975-11-6869-6

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

DENİZCİLİK ALANI GEMİ OTOMASYONU 11

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

DENİZCİLİK ALANI

GEMİ OTOMASYONU



11

DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
DENİZCİLİK ALANI

GEMİ OTOMASYONU

11

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Cemal KELEŞOĞLU
Yalçın BAŞ

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 8329
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....: 2221

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı	Dr. Nurhan GÜNER
	Mehmet SARIKAYA
Program Geliştirme Uzmanı	Zeki BİLGİLİ
Rehberlik Uzmanı	Serpil GÜLER
Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı	Günay DURUCAN
Görsel Tasarım Uzmanı	Yasemin ÖZKARABULUT

ISBN: 978-975-11-6869-6

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



İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mehmet Âkif Ersoy

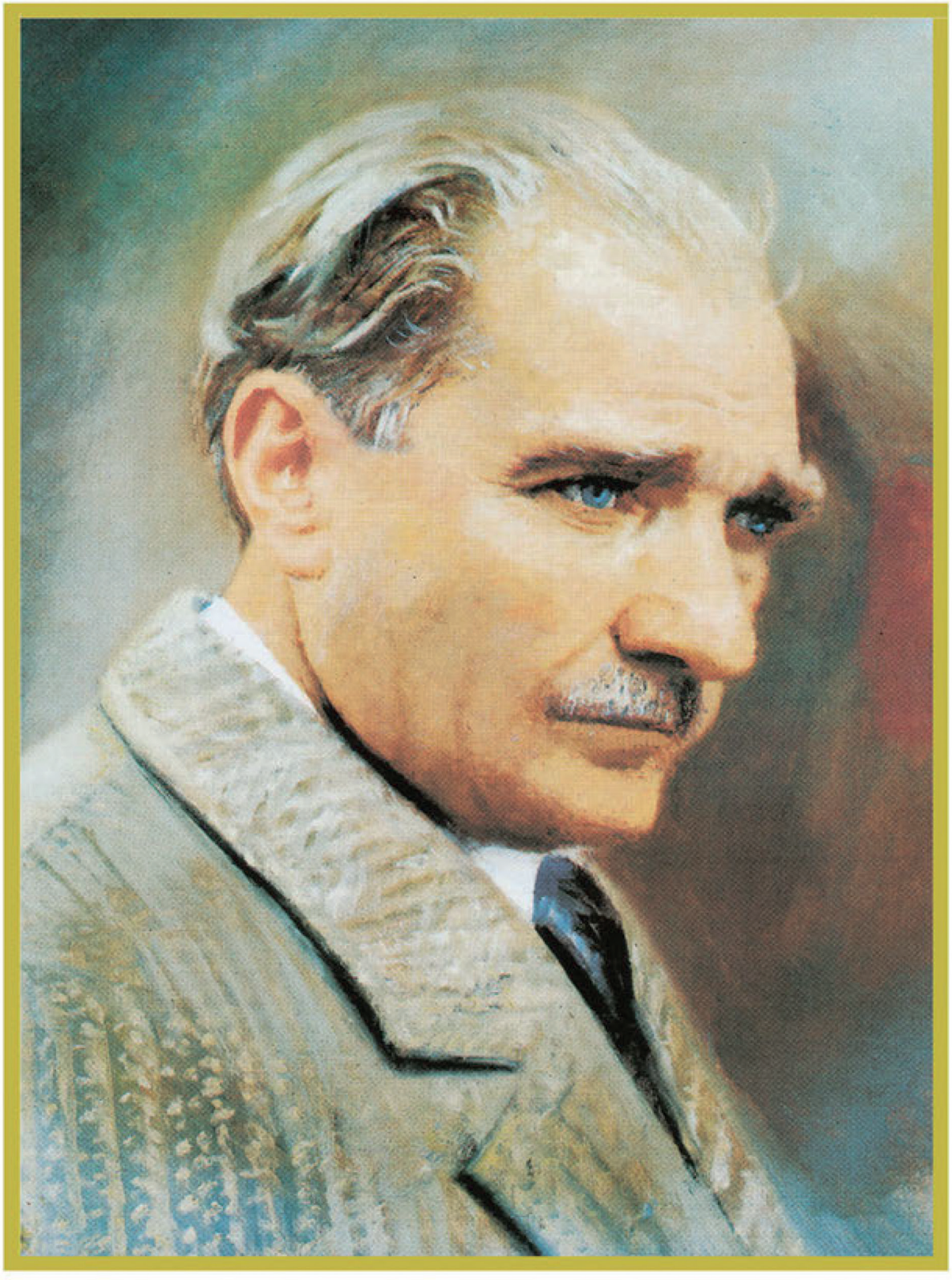
GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 13

1. ÖĞRENME BİRİMİ

HİDROLİK SİSTEMLER 15
1. HİDROLİK SİSTEMLER VE DEVRE ELEMANLARI 16
1.1. Hidrolik Prensipler 16
1.2. Hidrolik Akışkan 18
1.3. Hidrolik Devre Elemanları 19
1.4. Hidrolik Devreler 35
1.1. UYGULAMA ÇİFT ETKİLİ SİLİNDİRİN HİDROLİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA ... 42
1.2. UYGULAMA HİDROLİK MOTORUN KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA 43
1.3. UYGULAMA VE VALFİYLE TEK ETKİLİ SİLİNDİRİN HİDROLİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA 44
1.4. UYGULAMA AKIŞ KONTROL VALFİYLE ÇİFT ETKİLİ HİDROLİK SİLİNDİRİN HIZ KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA 45
2. ELEKTROHİDROLİK SİSTEMLER 46
2.1. Elektrohidrolik Devre Elemanları 46
2.2. Elektrohidrolik Devreler 49
1.5. UYGULAMA ÇİFT ETKİLİ HİDROLİK SİLİNDİRİN ELEKTROHİDROLİK DOĞRUDAN KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA 53
1.6. UYGULAMA TEK ETKİLİ HİDROLİK SİLİNDİRİN ELEKTROHİDROLİK DOLAYLI KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA 54

2. ÖĞRENME BİRİMİ

GEMİLERDE HİDROLİK DEVRE UYGULAMALARI 55
1. GEMİLERDE KULLANILAN HİDROLİK KAPILAR VE AMBAR KAPAKLARININ BAKIMI 56
1.1. Hidrolik Kapılar 56
1.2. Ambar Kapakları 58
2.1. UYGULAMA GEMİ HİDROLİK AMBAR KAPAĞI DEVRESİNİ OLUŞTURMA 60
2.2. UYGULAMA GEMİ HİDROLİK KAPI DEVRESİNİN KONTROLÜNÜ YAPMA 61
2. MATAFORA HİDROLİK DEVRELERİNİN BAKIMI 62
2.3. UYGULAMA HİDROLİK YÖN KONTROL VALFİNİN SÖKÜLMESİ 64
3. VİNÇ VE KREYNLERİN HİDROLİK DEVRELERİNİN BAKIMI 65
3.1. Vinçler 65
3.2. Kreynler 65
2.4. UYGULAMA HİDROLİK POMPANIN BASINÇ VE AKIŞ TESTLERİNİ YAPMA 67
4. IRGATLARIN HİDROLİK DEVRELERİNİN BAKIMI 68
2.5. UYGULAMA EKSENEL PİSTONLU HİDROLİK POMPAYI SÖKME 69
5. DÜMEN SİSTEMİNDE KULLANILAN HİDROLİK DEVRELERİN BAKIMI 70
2.6. UYGULAMA GEMİ HİDROLİK DÜMEN DEVRESİNİN KONTROLÜNÜ YAPMA 73
2.7. UYGULAMA HİDROLİK SİLİNDİRİN SIZDIRMAZLIK ELEMANLARINI DEĞİŞTİRME 74

3. ÖĞRENME BİRİMİ

PNÖMATİK SİSTEMLER 75
1. PNÖMATİK SİSTEMLER VE DEVRE ELEMANLARI 76
1.1. Pnömatik Prensipler 76
1.2. Pnömatik Devre Elemanları 77
1.3. Pnömatik Devreler 85
3.1. UYGULAMA ÇİFT ETKİLİ İKİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN PNÖMATİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA 90
3.2. UYGULAMA VEYA VALFİYLE TEK ETKİLİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN PNÖMATİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA 91
3.3. UYGULAMA AKIŞ KONTROL VALFİYLE TEK ETKİLİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN HIZ KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA 92
3.4. UYGULAMA HAVA KUMANDALI YÖN KONTROL VALFİYLE TEK ETKİLİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA 93
3.5. UYGULAMA PNÖMATİK MOTORUN KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA 94
2. ELEKTROPNÖMATİK SİSTEMLER 95
3.6. UYGULAMA SINIR ANAHTARI KULLANARAK ÇİFT ETKİLİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN ELEKTROPNÖMATİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA 98

4. ÖĞRENME BİRİMİ

GEMİLERDE PNÖMATİK DEVRE UYGULAMALARI 99
1. PNÖMATİK İLK HAREKET SİSTEMİ 100
1.1. Pnömatik İlk Hareket Devresi ve Elemanları 100
1.2. Gemi Ana Makinesinin İlk Hareket İçin Hazırlanması 104
4.1. UYGULAMA PNÖMATİK İLK HAREKET DEVRESİNİN DEVRE TAKİBİNİ YAPMA 105
4.2. UYGULAMA GEMİ ANA MAKİNESİNİ İLK HAREKETE HAZIRLAMA 106
4.3. UYGULAMA KOMPRESÖR BAKIMI YAPMA 107
4.4. UYGULAMA STARTING VALFİ SÖKME 108
2. GEMİLERDE KULLANILAN PNÖMATİK VE ELEKTROPNÖMATİK SİSTEMLER 109
2.1. Makine Telgrafı 109
2.2. Pitch Kontrol Sistemi 110
2.3. Valflerin Pnömatik Kontrolü 110
2.4. Çabuk Kapama Valfleri 111
2.5. Ana Makine Emniyet Donanımları 112
2.6. Pnömatik Temizlemeli Filtreler 112
2.7. Pnömatik Basıncın Elektrik Sinyaline Dönüştürülmesi 112
2.8. Pnömatik ve Elektropnömatik Sistemlerde Bakım 113
4.5. UYGULAMA SELENOİD VALFLERDE BOBİN KONTROLÜ YAPMA 115

5. ÖĞRENME BİRİMİ

SENKRON VE ASENKRON MOTORLAR 117
1. SENKRON ELEKTRİK MOTORLAR 118
5.1. UYGULAMA SENKRON MOTORU ÇALIŞTIRMA VE KONTROL ETME 122
2. ASENKRON ELEKTRİK MOTORLARINI ÇALIŞTIRMA 123
2.1. Asenkron Motorlarda Bağlantı 126
2.2. Asenkron Motorlarda Yol Verme 128
2.3. Motor Bilgi Etiketleri 129
2.4. Periyodik Bakım ve Kontroller 129
5.2. UYGULAMA ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARI YILDIZ VE ÜÇGEN BAĞLAMA 132
5.3. UYGULAMA ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARDA DÖNÜŞ YÖNÜNÜ DEĞİŞTİRME 133
5.4. UYGULAMA ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORU SÖKME 134
5.5. UYGULAMA ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARDA ELEKTRİKSEL KONTROLLERİ YAPMA 135
3. ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME SİSTEMİ 136
3.1. Dinamik Frenleme 136
3.2. Balatalı Frenleme 137
5.6. UYGULAMA ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARDA DİNAMİK FRENLEME SİSTEMİNİ ÇALIŞTIRMA 138
5.7. UYGULAMA ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARDA BALATALI FRENLEME SİSTEMİNİ ÇALIŞTIRMA 139

6. ÖĞRENME BİRİMİ

DOĞRU AKIM MOTORLARI VE DC JENERATÖRLER 141
1. DOĞRU AKIM MOTORLARININ BAKIMI VE ÇALIŞTIRILMASI 142
1.1. Doğru Akım Motorlarının Bakımı 145
1.2. Doğru Akım Motorlarının Çalıştırılması 149
6.1. UYGULAMA DC MOTORU SÖKME 150
6.2. UYGULAMA DC MOTORLARIN ENDÜVİ SARGILARINDA KOPUKLUK, KISA DEVRE VE GÖVDEYE KAÇAK KONTROLÜ YAPMA 151
6.3. UYGULAMA DC MOTORLARIN ENDÜKTÖR SARGILARINDA KOPUKLUK, KISA DEVRE VE GÖVDEYE KAÇAK KONTROLÜ YAPMA 152
6.4. UYGULAMA DC MOTORU ÇALIŞTIRMA 153
2. DC JENERATÖRLERİN BAKIMI VE ÇALIŞTIRILMASI 154
2.1. DC Jeneratörlerin Bakımı 154
2.2. DC Jeneratörlerin Çalıştırılması 155
6.5. UYGULAMA DC JENERATÖRÜ SÖKME 157
6.6. UYGULAMA DC JENERATÖRLERİNİN YALITIM DİRENCİNİ ÖLÇME, ROTOR VE STATOR KONTROLLERİNİ YAPMA..... 158

7. ÖĞRENME BİRİMİ

AC JENERATÖRLER VE DAĞITIM TABLOLARI 159
1. AC JENERATÖRLERİN DEVREYE ALINMASI 160
7.1. UYGULAMA AC JENERATÖRÜ ÇALIŞTIRMA VE DEVREYE ALMA 166
7.2. UYGULAMA AC JENERATÖRLERİ SENKRONİZE ETME 167
2. AC JENERATÖRLERİN BAKIMI 168
7.3. UYGULAMA AC JENERATÖRÜ SÖKME 169
7.4. UYGULAMA AC JENERATÖRLERİN YALITIM DİRENCİNİ ÖLÇME, ROTOR VE STATOR KONTROLLERİNİ YAPMA 170
3. KUVVET AKIM DAĞITIM TABLOLARI 171
7.5. UYGULAMA KUVVET DAĞITIM TABLOSUNUN BAKIM VE KONTROLLERİNİ YAPMA 175
4. TANKER ELEKTRİK DEVRELERİ 176
7.6. UYGULAMA TANKER ELEKTRİK DEVRELERİNİN KONTROLÜNÜ YAPMA 178

8. ÖĞRENME BİRİMİ

OTOMATİK KONTROL 179
1. OTOMASYON VE KONTROL SİSTEMLERİ 180
8.1. UYGULAMA PLC İLE DEVRE KURMA 185
8.2. UYGULAMA DİZEL JENERATÖR SİSTEMİNE UZAKTAN KONTROL UYGULAMASI YAPMA 186
8.3. UYGULAMA DENİZ SUYU SOĞUTMA SİSTEMİNE UZAKTAN KONTROL UYGULAMASI YAPMA 187
8.4. UYGULAMA TATLI SU ÜRETME (EVAPORATÖR) SİSTEMİNE UZAKTAN KONTROL UYGULAMASI YAPMA 188
2. MONİTÖR SİSTEMİ YARDIMI İLE ARIZA TESPİTİ 189
8.5. UYGULAMA YAKIT BESLEME MONİTÖR SİSTEMİYLE KONTROL VE ARIZA TESPİTİ YAPMA 191
8.6. UYGULAMA DÜMEN MONİTÖR SİSTEMİYLE KONTROL VE ARIZA TESPİTİ YAPMA 192
8.7. UYGULAMA DİZEL JENERATÖR MONİTÖR SİSTEMİYLE KONTROL VE ARIZA TESPİTİ YAPMA 193
3. OTOMASYON KONTROL SİSTEMLERİNDE ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK CİHAZLARIN BAKIMI 194
8.8. UYGULAMA OTOMASYON VE KONTROL SİSTEMİNİN (İLK HAREKET SİSTEMİ) BAKIMINI YAPMA 196
8.9. UYGULAMA OTOMASYON VE KONTROL SİSTEMİNİN (YAĞ VE YAKIT SEPERATÖRLERİ) BAKIMINI YAPMA 197
KAYNAKÇA 198

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

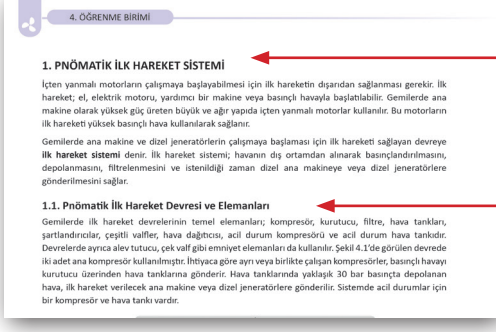


Öğrenme birimini temsil eden kapak görselini gösterir.

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Karekodu gösterir. Detaylı bilgi için http://kitap.eba.gov.tr/karekod

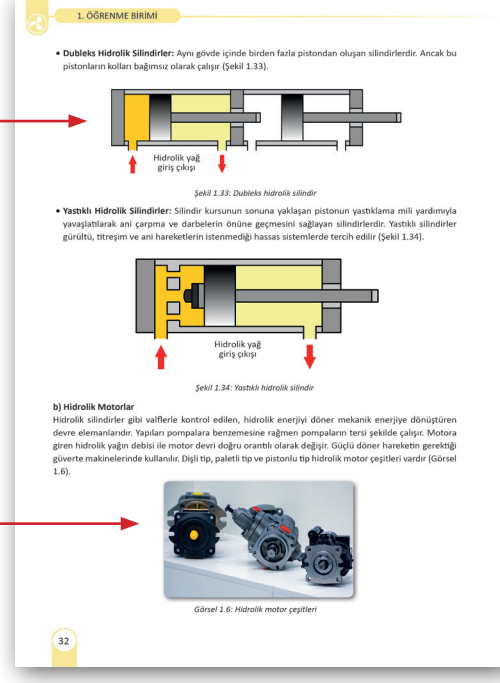


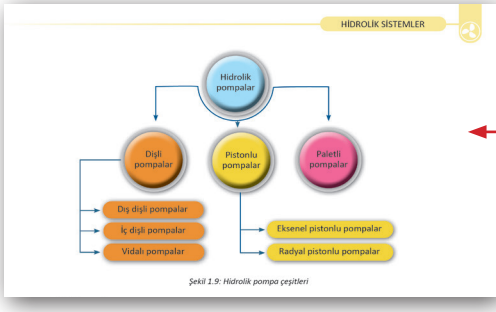
Ana konu başlığını gösterir.

Alt konu başlığını gösterir.

Konuları destekleyici şekilleri gösterir.

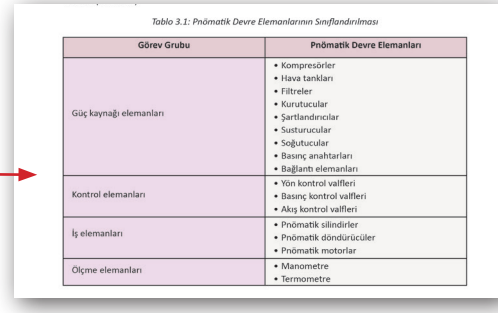
Konuları destekleyici görselleri gösterir.





Konuları destekleyen gruplama şekillerini gösterir.

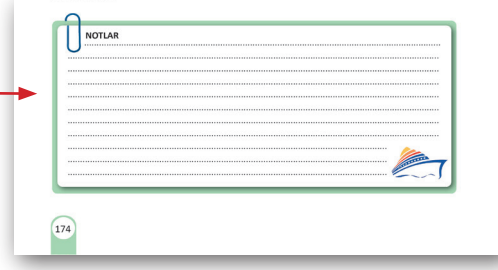
Konuları destekleyen tabloları gösterir.



Tablo 3.1: Pnömatik Devre Elemanlarının Sınıflandırılması

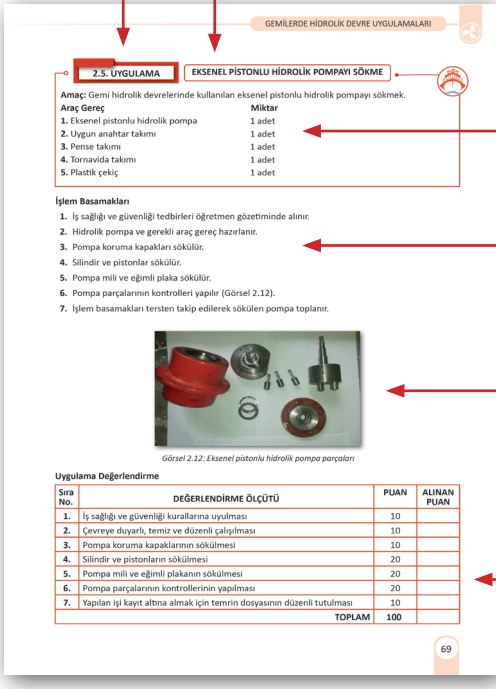
Görev Grubu	Pnömatik Devre Elemanları
Güç kaynağı elemanları	• Kompresörler • Hava tankları • Filtreler • Kurutucular • Şartlandırıcılar • Susturucular • Soğutucular • Basınç anahtarları • Bağlantı elemanları
Kontrol elemanları	• Yön kontrol valfleri • Basınç kontrol valfleri • Akış kontrol valfleri
İş elemanları	• Pnömatik silindirler • Pnömatik döndürücüler • Pnömatik motorlar
Ölçme elemanları	• Manometre • Termometre

Öğrencinin konu hakkında genel olarak not alacağı bölümü gösterir.



Uygulamanın numarasını gösterir.

Uygulamanın adını gösterir.



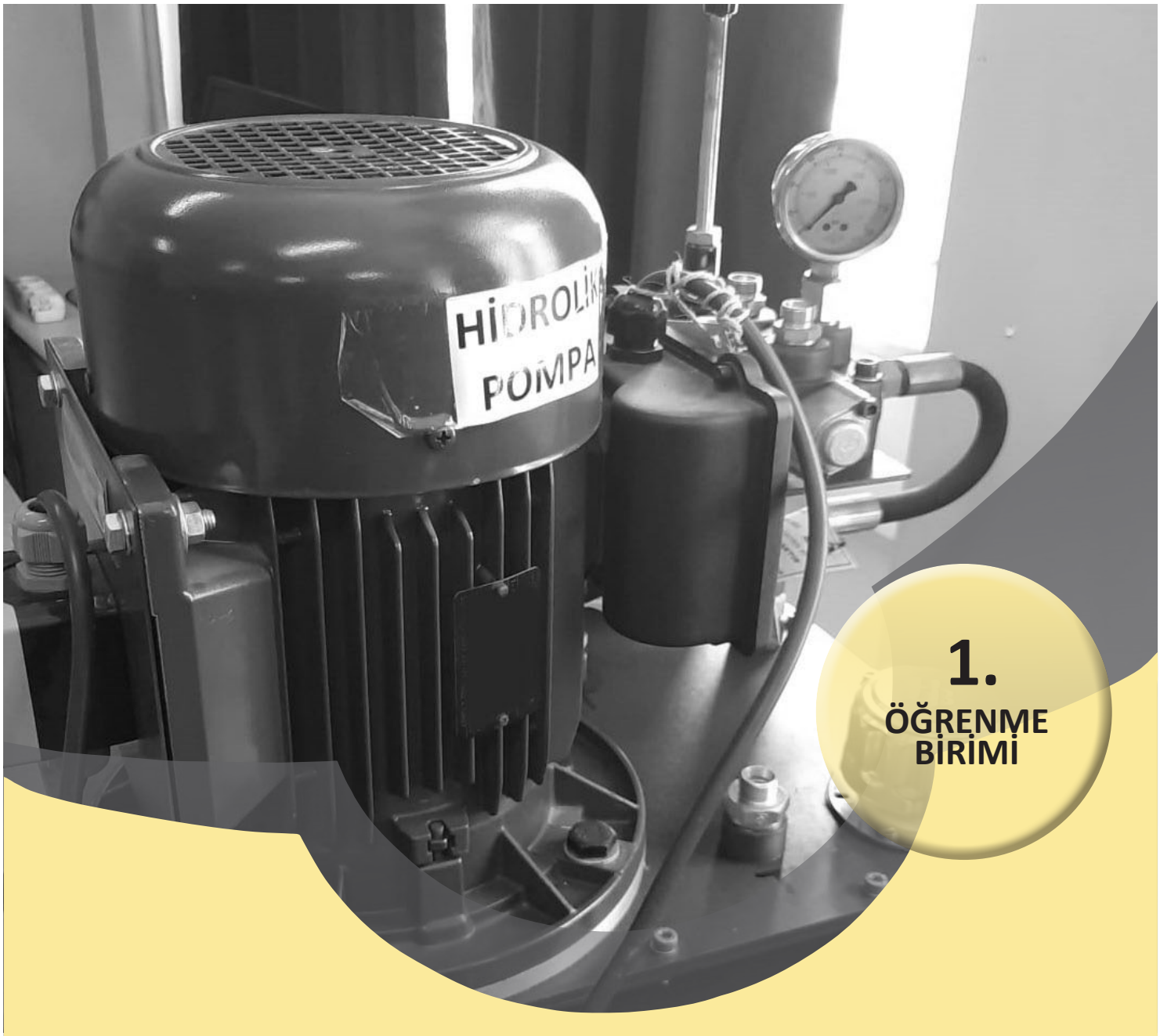
Uygulamanın araç gereçlerini gösterir.

Uygulamanın işlem basamaklarını gösterir.

Uygulamanın içeriğini destekleyen görseli gösterir.

Değerlendirme ölçütlerini gösterir.

* Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.



1.
ÖĞRENME
BİRİMİ

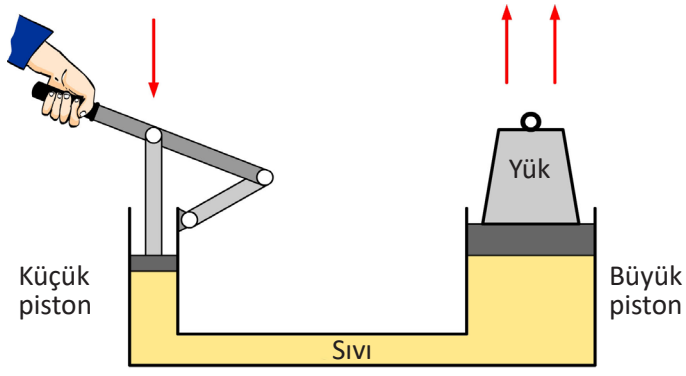
HİDROLİK SİSTEMLER

Neler Öğreneceksiniz?

- Hidrolik devre elemanlarının seçimini yapma
- Hidrolik sistem kurma
- Elektrohidrolik sistem kurma

1. HİDROLİK SİSTEMLER VE DEVRE ELEMANLARI

Sıvı hâldeki akışkanların mekanik özelliklerini inceleyen mühendislik alanına **hidrolik** denir. Sıvı akışkana uygulanan basıncın sıvı tarafından aktarılarak mekanik iş elde edilmesini sağlayan sisteme **hidrolik sistem** denir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Sıvıya uygulanan basınç yardımıyla mekanik iş elde etme

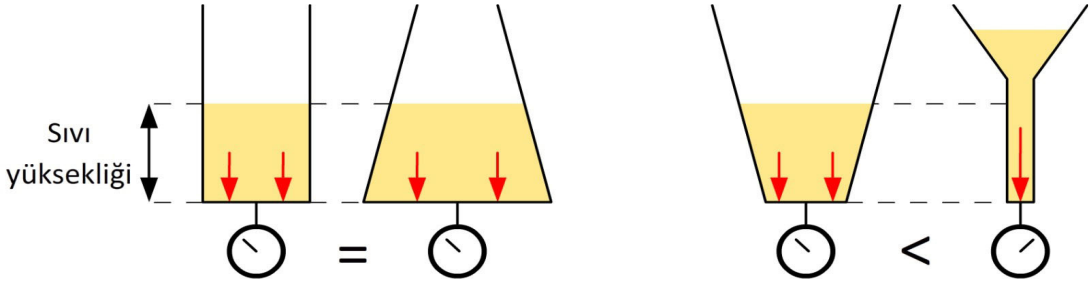
Denizcilik sektöründe yaygın olarak kullanılan hidrolik sistemlerin limanlarda yükleme boşaltma operasyonları; gemilerde dümen sistemi, kreyn, ırgat, ambar kapakları gibi pek çok uygulama alanı vardır.

1.1. Hidrolik Prensipler

Hidrolik sistemlerin içindeki sıvılar çeşitli koşullarda belirli fizik kanunları doğrultusunda davranış gösterir.

a) Hidrostatik Prensipler: Hidrolik sistemlerdeki hareketsiz (durağan) sıvıların davranışlarını inceleyen fizik kanunlarıdır.

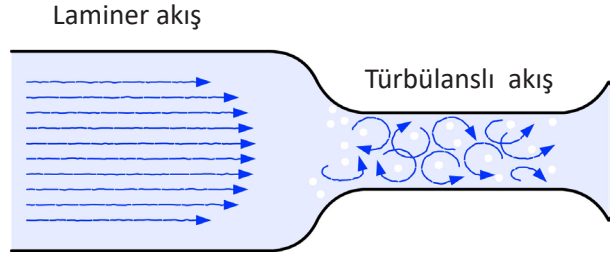
- **Basınç (P):** Birim yüzey alana uygulanan dik kuvvettir (F).
- **Hidrostatik Basınç:** Hareketsiz sıvıların bulundukları kabın iç yüzeyine yaptığı basınçtır. Sıvının üst yüzeyinden derine doğru basınç artar. Aynı yükseklikteki sıvıların bulundukları kabın şekli faklı olsa da taban basınçları eşittir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Hidrostatik basınç

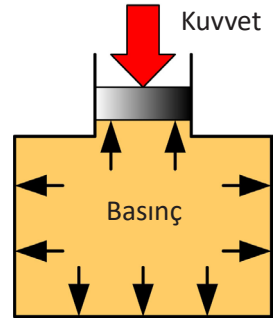
b) Hidrodinamik Prensipler: Hidrolik sistemlerdeki hareketli (akış hâlindeki) sıvıların davranışlarını inceleyen fizik kanunlarıdır.

- **Akış:** Hidrolik sıvının sistem içindeki hareketidir. Akışkanın düzenli ve doğrusal hareketine **laminer akış** denir. Akışkan, boru veya hortumun kesiti daraldığında ya da iç yüzeyinde pürüzlenmeler oluştuğunda kritik hızın üzerine çıkar. Bunun sonucunda düzensizleşen akışa **türbülanslı akış** denir (Şekil 1.3).



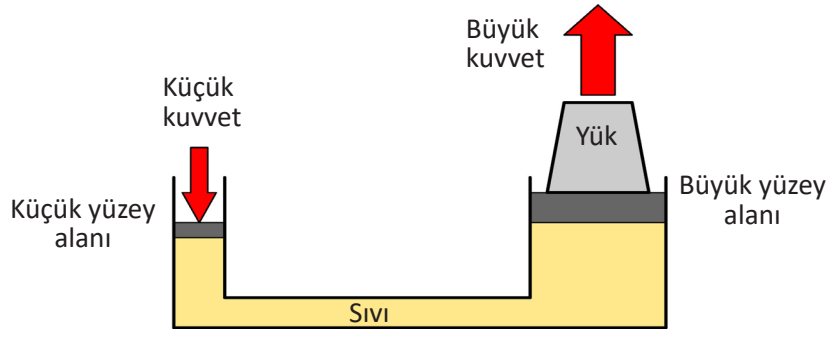
Şekil 1.3: Akış şekilleri

- **Pascal (Paskal) Prensibi: Hidrodinamik basınç** olarak da adlandırılır. Kapalı bir sistemin içinde bulunan sıvıya herhangi bir yüzeyden uygulanan kuvvetin, sistemin tüm yüzeylerine aynı basınçta iletilmesidir (Şekil 1.4).



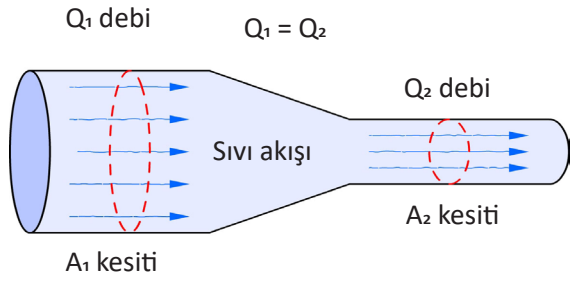
Şekil 1.4: Pascal prensibi

Pascal prensibine göre küçük kuvvetlerle büyük yükler kaldırılabilir. Şekil 1.5'te yüzey alanı farklı iki piston kullanılarak oluşturulan bir hidrolik kaldırma sistemi görülmektedir. Sistemin içindeki basınç, her noktasında eşittir. Bu nedenle küçük yüzey alanına etki eden küçük kuvvet, büyük yüzey alanı üzerinde büyük kuvvet oluşturarak yükü kaldırılabilir. Yüzey alanı ve kuvvet, doğru orantılı olarak değişir.



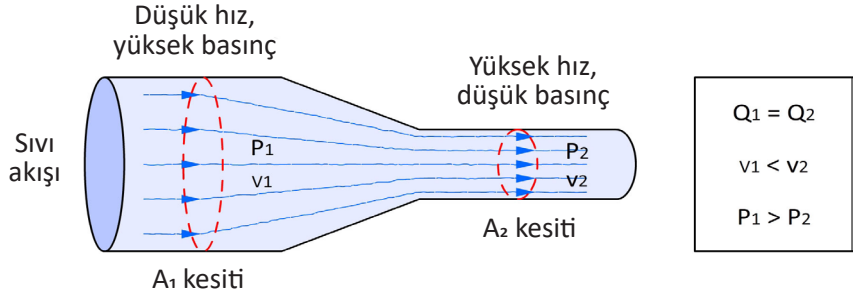
Şekil 1.5: Pascal prensibine göre hidrolik kaldırma sistemi

- **Debi (Q):** Belirli bir boru veya hortum kesitinden belirli bir sürede geçen akışkan miktarıdır.
- **Süreklilik Prensibi:** Farklı kesitlerde de olsa bir boru veya hortumun içindeki akışkan debisinin değişmemesidir (Şekil 1.6).



Şekil 1.6: Süreklilik prensibi

- **Bernoulli (Bernolli) Prensibi:** Belirli bir boru veya hortumda bulunan hareket hâlindeki akışkanın toplam enerjisinin her noktada eşit olmasıdır. Akışkanın hızı ve basıncı arasında ters orantı vardır. Kesit daraldıkça akışkanın hızı (v) artar ve basıncı azalır, kesit genişledikçe akışkanın hızı azalır ve basıncı artar (Şekil 1.7).



Şekil 1.7: Bernoulli prensibi

1.2. Hidrolik Akışkan

Gemi hidrolik sistemlerinde akışkan olarak **hidrolik yağlar** kullanılır. Hidrolik yağlar, sıkıştırılamazlık özelliği sayesinde gücün iletilmesinde kullanılır. Aynı zamanda devre elemanlarının korunması, yağlanması ve sistemin soğutulmasını da sağlar. Bu yağlar bazı önemli özelliklerini kaybettiklerinde yenisiyle değiştirilir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1: Hidrolik Yağlarda Bulunan Özellikler

Özellik	Tanım ve İşlevi
Yağlama yeteneği	Hidrolik yağların devre elemanları üzerinde gösterdikleri koruyucu etkidir. Yağlama yeteneği yüksek yağlar, devre elemanlarının aşınmasını engeller ve hareketlerini kolaylaştırır.
Viskozite	Sıvıların akmaya karşı gösterdiği dirençtir. Basınç ve sıcaklıkla değişebilir. Akıcılık arttıkça viskozite değeri düşer. Yüksek viskozite, sistemde yavaşlama ve zorlanmaya yol açar. Düşük viskozite, yağ sızıntılarına ve sürtünen yüzeylerin aşınmasına neden olur.

Oksidasyon	Hidrolik yağın oksijenle kimyasal reaksiyona girmesiyle çamur şeklinde tortuların meydana gelmesidir. Bu tortular metal devre elemanlarında korozyona neden olur. Kullanılan yağ, oksidasyonu engelleyici özellikte olmalıdır.
Köpüklenme	Sistemde hareket eden hidrolik yağın içerisinde hava kabarcıklarının meydana gelmesidir. Köpüklenme, sistemin basıncını düşürerek gürültülü ve titreşimli çalışmasına neden olur. Hidrolik yağ, köpük önleyici özellikte olmalıdır.
Polimerleşme	Yağların moleküler özelliklerinin bozularak yeni bir molekülün meydana gelmesidir. Hidrolik yağ, yüksek sıcaklık ve basınca karşı dirençli olmalıdır.
Akma noktası	Bir hidrolik yağın akışkanlığının devam ettiği en düşük sıcaklık değeridir. Yağ, bu sıcaklık değerinin altında donar.
Alevlenme noktası	Yağın alev aldığı sıcaklık değeridir. Hidrolik yağ, çalışma sıcaklığından daha yüksek alevlenme noktasına sahip olmalıdır.

1.3. Hidrolik Devre Elemanları

Hidrolik devreleri oluşturan çeşitli devre elemanları vardır. Her elemanın kullanım amacı ve görevi farklıdır (Tablo 1.2).

Tablo 1.2: Hidrolik Devre Elemanlarının Sınıflandırılması

Görev Grubu	Hidrolik Devre Elemanları
Güç kaynağı elemanları	• Yağ tankları • Hidrolik Pompalar • Filtreler • Yağ ısıtıcılar • Yağ soğutucular • Bağlantı elemanları • Hidrolik akümülatörler
Kontrol elemanları	• Yön kontrol valfleri • Basınç kontrol valfleri • Akış kontrol valfleri • Çek valfler (tek yönlü valfler)
İş elemanları (aktüatörler)	• Hidrolik silindirler • Hidrolik motorlar • Hidrolik döndürücüler
Ölçme elemanları	• Termometre (sıcaklık ölçer) • Manometre (basınç ölçer) • Debimetre (akış ölçer) • Seviye göstergeleri

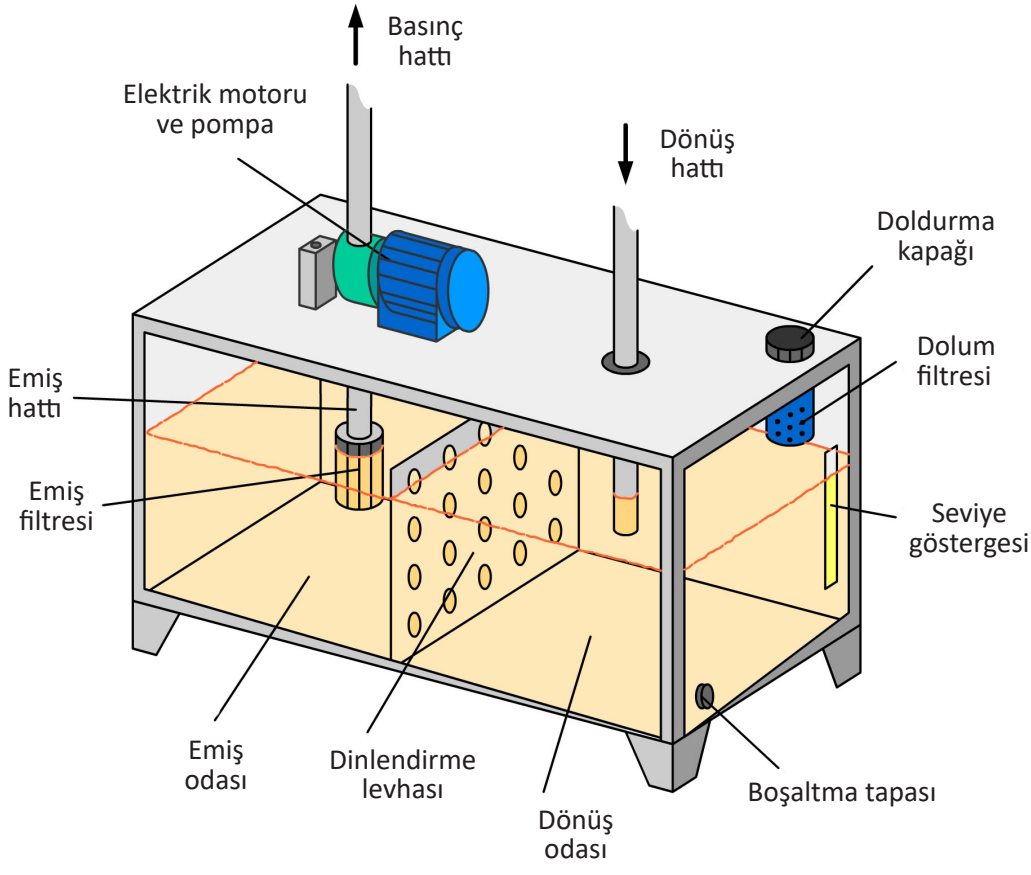
1.3.1. Güç Kaynağı Elemanları

Hidrolik gücün hazırlanarak sisteme gönderildiği bölüm elemanlarıdır. Hidrolik yağın depolanması, basınçlandırılması, filtrelenmesi, ısıtılması, soğutulması gibi işlemler bu kısımda gerçekleştirilir.

a) Yağ Tankları

Hidrolik sistemlerde hidrolik yağın depolandığı devre elemanlarıdır. Sistemde kullanılan yağ, görevini yerine getirdikten sonra yağ tankına döner ve tekrar kullanılmak üzere hazır hâlde tutulur.

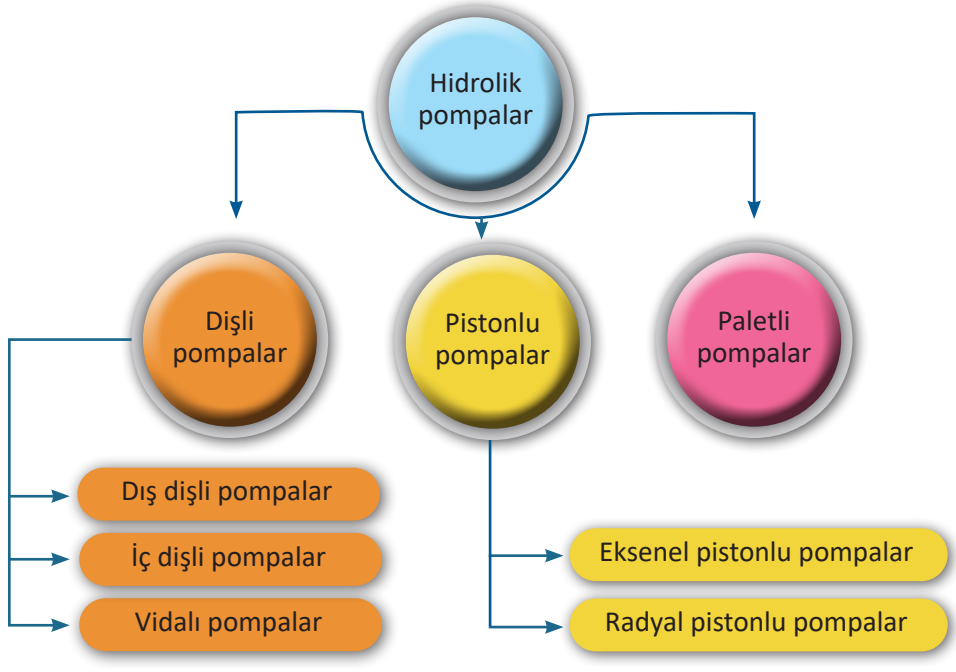
Yağ tankları üzerinde yağ doldurma kapağı ve filtresi, seviye göstergesi, boşaltma tapası, emiş ve dönüş hattı boruları gibi donanımlar bulunur. Emiş ve dönüş hatlarının bağlandığı kısımlar, delikli bir dinlendirme levhası tarafından odalara bölünür. Böylelikle yağ, dönüş odasından emiş odasına geçerken içerisindeki partiküllerden ve hava kabarcıklarından kurtulur (Şekil 1.8).



Şekil 1.8: Yağ tankı

b) Hidrolik Pompalar

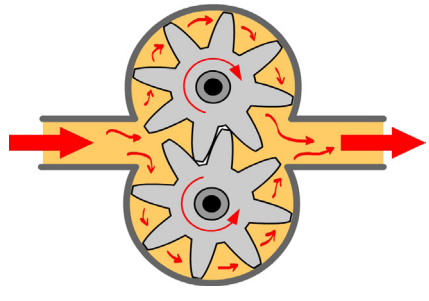
Sistemin iş yapabilmesi için hidrolik yağın basınçlandırılarak sistemde dolaşmasını sağlayan devre elemanlarıdır. Hidrolik pompalar, mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çevirir. Hareketini elektrik motorundan, içten yanmalı motordan veya elle kumanda edilen mekanizmalardan alır. Hidrolik pompalar, yapılarına göre çeşitli türlere ayrılır (Şekil 1.9).



Şekil 1.9: Hidrolik pompa çeşitleri

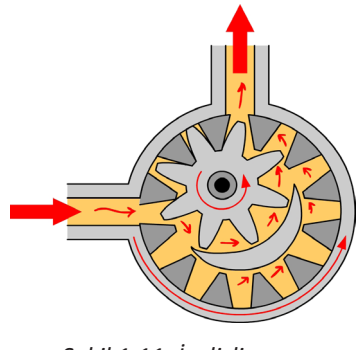
Dişli Pompalar

- **Dış Dişli Pompalar:** Birlikte çalışan iki dişliden oluşan pompalardır. Bir dişliye hareket verildiğinde dişliler farklı yönlere doğru dönmeye başlar. Depodan emilen yağ, dişli ve pompa gövdesi arasındaki boşlukta sıkışarak sisteme basınçlı bir şekilde gönderilir. Kullanılan en yaygın pompa çeşididir (Şekil 1.10).



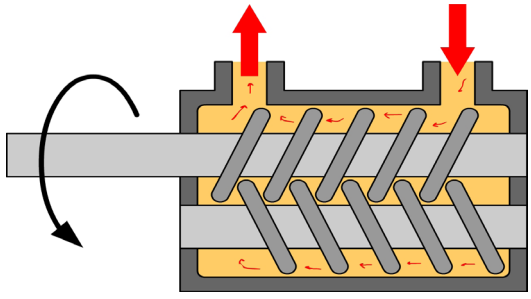
Şekil 1.10: Dış dişli pompa

- **İç Dişli Pompalar:** Farklı eksenlerde ve iç içe yerleştirilmiş iki dişliden oluşan pompalardır. İçteki dişliye hareket verildiğinde dişliler aynı yöne doğru dönmeye başlar. Depodan emilen yağ, iki dişli arasında sıkışarak sisteme basınçlı bir şekilde gönderilir (Şekil 1.11).



Şekil 1.11: İç dişli pompa

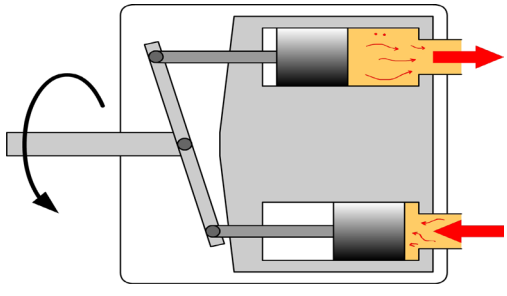
- **Vidalı Pompalar:** Vida tipi dişlilerden oluşan pompalardır. Birbiriyle temas hâlinde dönen vidaların dişleri arasında kalan hidrolik yağ, sıkışarak emiş hattından basınç hattına doğru hareket eder. Tek vidalı veya çok vidalı olarak imal edilir (Şekil 1.12).



Şekil 1.12: Vidalı pompa

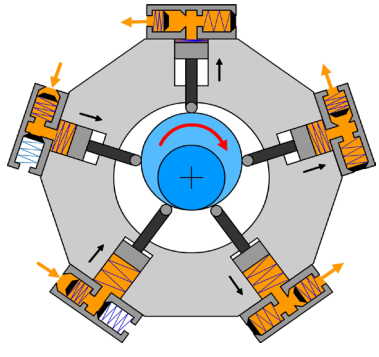
Pistonlu Pompalar

- **Eksenel Pistonlu Pompalar:** Hareket veren mile paralel dizilmiş piston ve silindirlerden oluşan pompalardır. Eğimli bir plakaya mafsallı olarak bağlanmış pistonlar, plakanın mille birlikte dönmesiyle silindirin içinde ileri geri hareket eder. Pistonlar önce vakum etkisiyle emiş, sonra sıkıştırma etkisiyle basınç oluşturur. Sıkışan hidrolik yağ, çek valfler yardımıyla sisteme basınçlı bir şekilde gönderilir (Şekil 1.13).



Şekil 1.13: Eksenel pistonlu pompa

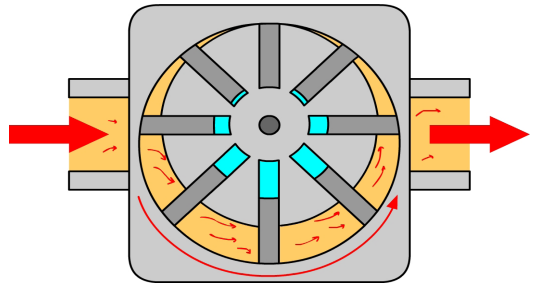
- **Radyal Pistonlu Pompalar:** Hareket veren mile dik olarak dizilmiş pistonlar ve silindirlerden oluşan pompalardır. Mil üzerinde bulunan merkezden kaçık bir rotor, pistonları sırasıyla hareket ettirir. Pistonlar vakum etkisiyle emiş, sıkıştırma etkisiyle basınç oluşturur. Bu şekilde silindirin içinde hareket eden pistonlar, hidrolik yağı sisteme çek valfler yardımıyla basınçlı bir şekilde gönderir (Şekil 1.14).



Şekil 1.14: Radyal pistonlu pompa

Paletli Pompalar

Bir gövde ve gövdenin içine yerleştirilmiş eksenden kaçık bir rotordan oluşan pompalardır. Rotor üzerine açılmış kanallara merkezkaç kuvveti veya yay etkisiyle açılan kanatlar yerleştirilmiştir. Emiş sırasında açılan kanatlar, basma sırasında kapanarak kanatlar arasındaki yağı basınçlı bir şekilde sisteme gönderir (Şekil 1.15).



Şekil 1.15: Paletli pompa

c) Filtreler

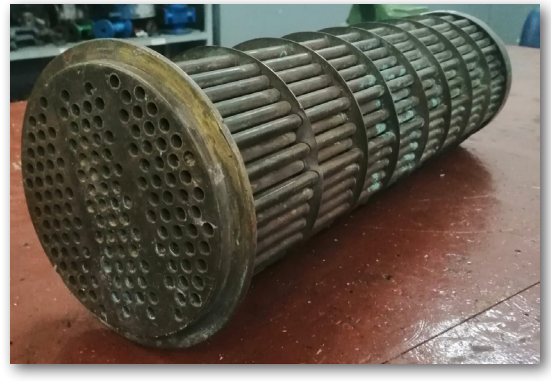
Hidrolik yağın içerisindeki kirletici partikülleri tutarak sistemin temizliğini sağlayan devre elemanlarıdır. Filtreler emiş, basınç ve dönüş hatlarında bulunur (Görsel 1.1).



Görsel 1.1: Filtre

ç) Yağ Isıtıcılar

Hidrolik yağın soğuk havalarda katılaşmasını ve donmasını engellemek için kullanılan devre elemanlarıdır. Yağ ısıtıcılar, katılaşarak ya da donarak akışkanlığını kaybeden yağın viskozitesini uygun değerlere getirerek akışkanlığını artırır (Görsel 1.2).



Görsel 1.2: Yağ ısıtıcı

d) Yağ Soğutucular

Sistemde dolaşan hidrolik yağlar çalışma sırasında basınç, sürtünme veya çevresel şartlar nedeniyle ısınabilir. Yağ aşırı ısındığında yağlama yeteneğini ve diğer özelliklerini kaybeder. Isınan hidrolik yağları soğutan devre elemanlarına **yağ soğutucu** denir. Hava soğutmalı ve sıvı soğutmalı olmak üzere iki çeşit yağ soğutucu vardır (Görsel 1.3).



Görsel 1.3: Yağ soğutucu

e) Bağlantı Elemanları

Hidrolik sistemlerde hidrolik akışı sağlayan devre elemanlarıdır. Hidrolik borular, hidrolik hortumlar, ara bağlantı elemanları ve çeşitli sızdırmazlık elemanları hidrolik yağın taşınmasını sağlar (Görsel 1.4).



Görsel 1.4: Hidrolik bağlantılar

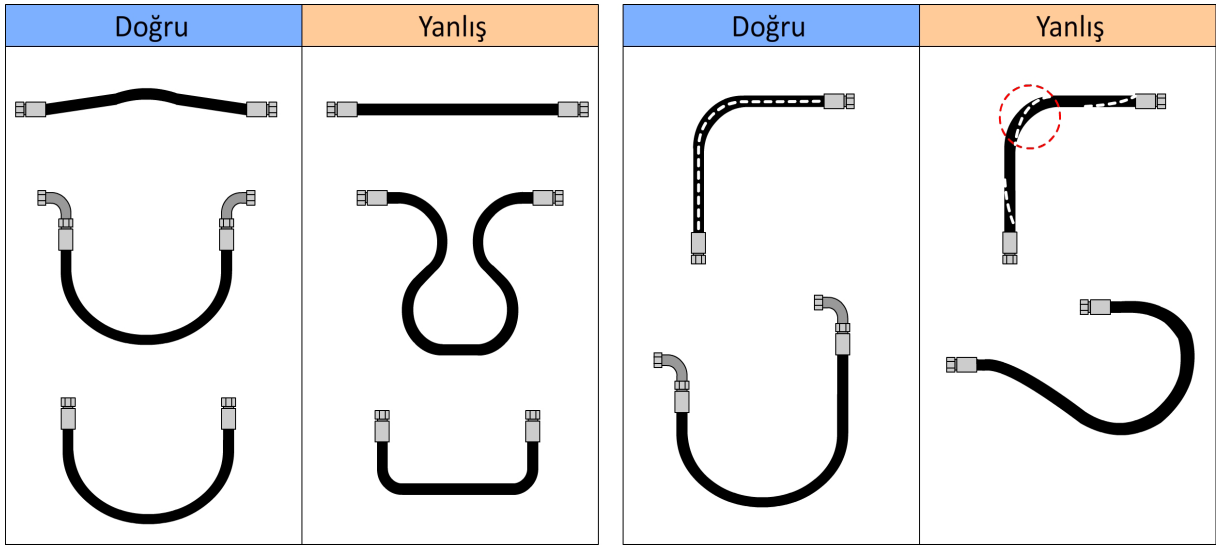
Hidrolik devrelerin sabit hatlarında yağın taşınması için kullanılan **hidrolik borular**, dikişsiz çelik malzemeden üretilir. Hidrolik devrelerde kullanılan boruların montajında dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Basınç kaybının önlenebilmesi için mümkün olduğu kadar kısa borular kullanılmalıdır.
- Aynı devrede kullanılacak boruların çapları birbirine uygun seçilmelidir.
- Gereksiz şekil verme ve ek bağlantı kullanımından kaçınılmalıdır.
- Uzun borular, titreşimin önlenebilmesi için çeşitli noktalardan sabitlenmelidir.
- İç yüzeyleri temiz ve pürüzsüz borular kullanılmalıdır.

Hidrolik boru kullanımının mümkün olmadığı titreşimli ve hareket gerektiren hatlarda **hidrolik hortumlar** kullanılır. Hidrolik hortumlar basınca dayanıklı ve esnek yapıdadır. Hidrolik devrelerde kullanılan hortumların montajında dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

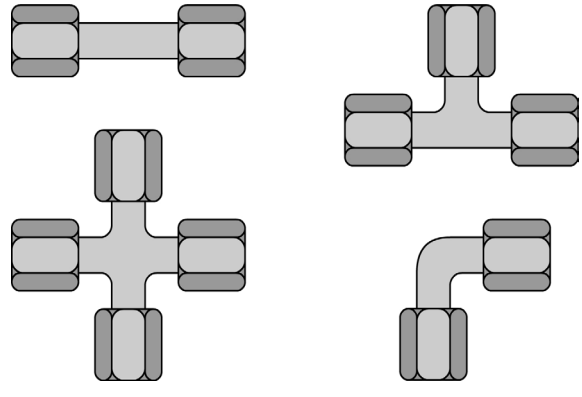
- Sıcaklık ve basınç altında, yapılarında şekil değişikliği meydana geleceğinden hortumların montajı yapılırken bir miktar esneme payı bırakılmalıdır.
- Yüksek sıcaklık altında çalışan sistemlerde kullanılan hortumlar yalıtılmalıdır.
- Montaj sırasında kıvrım sayısı mümkün olduğu kadar az olmalı ve dönüşler geniş açıyla yapılmalıdır.
- Aynı devrede kullanılacak hortumların çapları birbirine uygun seçilmelidir.
- Hortum bağlantıları aşırı uzun bırakılmamalıdır.

Hortumların doğru ve yanlış bağlantı modelleri Şekil 1.16'da gösterilmiştir.



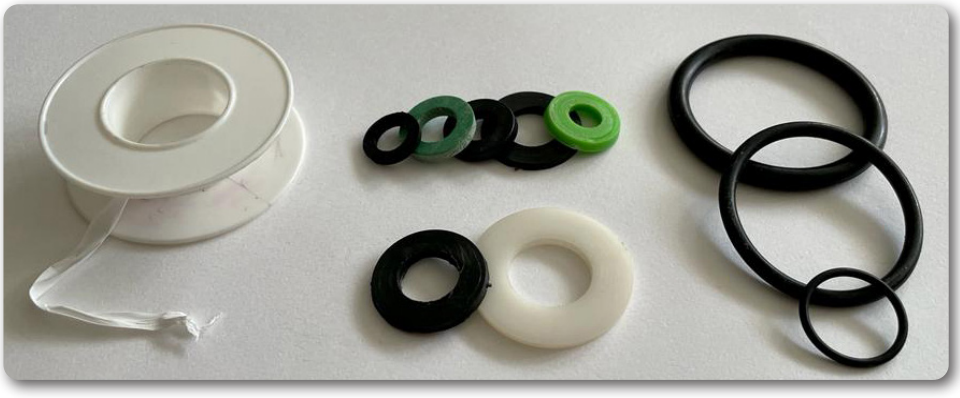
Şekil 1.16: Hortum bağlantı şekilleri

Hidrolik devrelerde boru ve hortumlar, **rekor bağlantılar** kullanılarak diğer devre elemanlarına bağlanır (Şekil 1.17).



Şekil 1.17: Rekor bağlantı çeşitleri

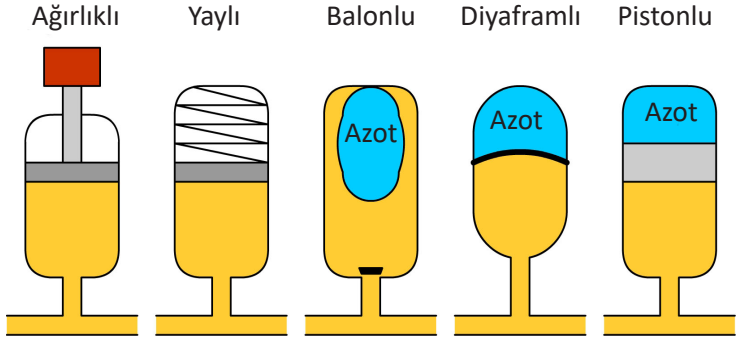
Hidrolik sistemlerde hidrolik yağın dış ortama sızmasını engellemek için kullanılan elemanlara **sızdırmazlık elemanı** denir. Sabit parçalar arasında kullanılan elemanlara **statik sızdırmazlık elemanı**, hareketli parçalar arasında kullanılanlara ise **dinamik sızdırmazlık elemanı** denir. Statik sızdırmazlık elemanları conta, teflon bant, yüzeysel jel ve sıvı contalardır. Dinamik sızdırmazlık elemanları ise O-ring, keçe ve salmastralardır (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Sızdırmazlık elemanları

f) Hidrolik Akümülatörler

Hidrolik sistemde artan yağ basıncını depolayarak gerekli durumlarda sistemi kısa süreyle besleyen devre elemanlarıdır. Çeşitli nedenlerle basıncın artması, sistemde gerilmelere ve titreşime neden olabilir. Hidrolik akümülatör, artan yağı bünyesine alarak bu durumların gerçekleşmesini önler. Sistem basıncında düşme veya dalgalanma gibi durumlarda ise bünyesinde bulundurduğu fazla yağı sisteme hızlı bir şekilde gönderir. Böylece hidrolik yağ ihtiyacının karşılanmasını sağlar. Tamamı aynı prensiple çalışan hidrolik akümülatörlerin ağırlıklı, yaylı, balonlu, diyaframlı ve pistonlu çeşitleri vardır (Şekil 1.18).



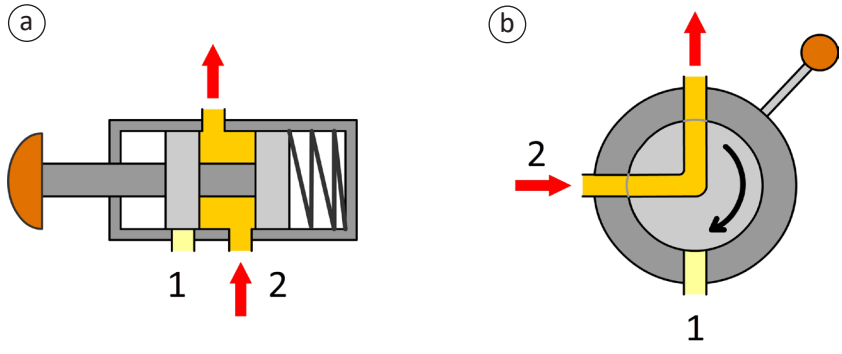
Şekil 1.18: Hidrolik akümülatör çeşitleri

1.3.2. Kontrol Elemanları

Akışın yön, basınç ve miktarının istenilen değerlerde olmasını sağlayan devre elemanlarıdır.

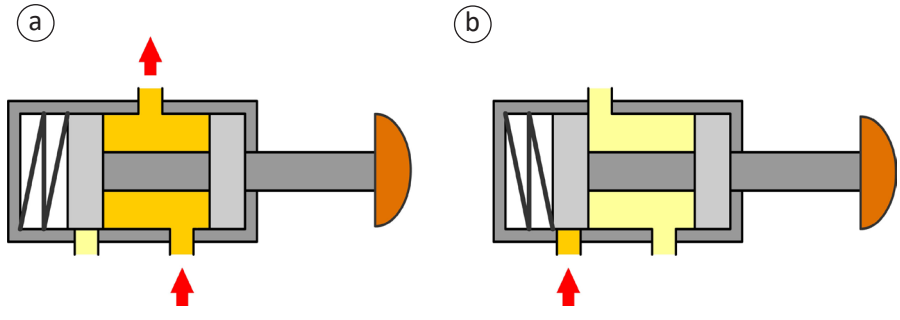
a) Yön Kontrol Valfleri

Hidrolik yağın yönünü kontrol ederek iş elemanının istenilen yönde hareket etmesini veya durmasını sağlayan devre elemanlarıdır. Yön kontrol valfleri, bu işlevlerinin yanında sistemdeki yağın depoya dönüşüne de yardımcı olur. Yapılarına göre sürgülü ve dönerli yön kontrol valfi çeşitleri vardır. Valfler mekanik, hidrolik, pnömatik, elektrik ve elle kumandalı olarak kontrol edilebilir (Şekil 1.19).



Şekil 1.19: Sürgülü (a) ve döner (b) yön kontrol valfleri

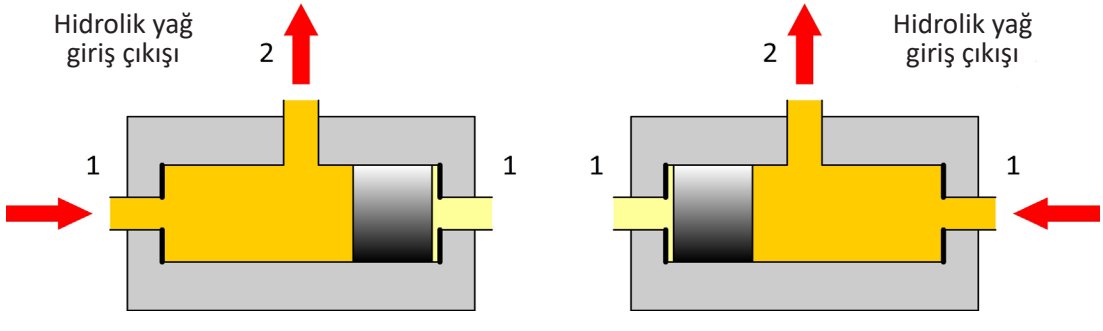
Başlangıç konumundayken veya kendine müdahale edilmediği sürece hidrolik yağ geçişine izin veren valflere **normalde açık valfler**, hidrolik yağ geçişini engelleyen valflere ise **normalde kapalı valfler** denir (Şekil 1.20).



Şekil 1.20: Normalde açık (a) ve normalde kapalı (b) valfler

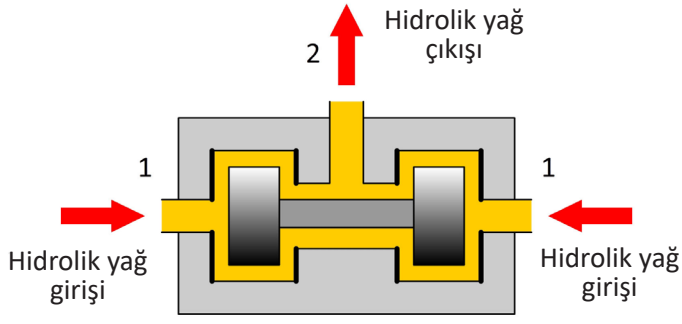
Hidrolik devrelerin sadece belirli şartlar oluştuğunda çalışmasını sağlayan özel yön kontrol valfleri vardır.

- **VEYA Valfleri:** İki giriş hattı ve tek çıkış hattı olan, iki giriş hattından en az birine basınçlı hidrolik yağ gelmesi durumunda yağın çıkışına izin veren valflerdir. Valfin hidrolik yağ çıkışına izin vermesi için iki giriş hattının sadece birinden yağ gelmesi yeterlidir (Şekil 1.21).



Şekil 1.21: VEYA valfi

- **VE Valfleri:** İki giriş hattı ve tek çıkış hattı olan, iki giriş hattından da basınçlı hidrolik yağ gelmesi durumunda yağın çıkışına izin veren valflerdir. Valfin hidrolik yağ çıkışına izin vermesi için iki giriş hattında da eşit basınç olmalıdır (Şekil 1.22).

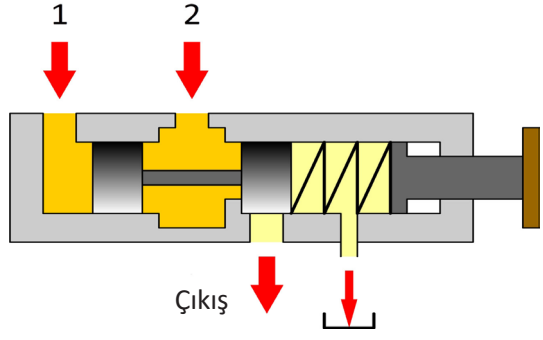


Şekil 1.22: VE valfi

b) Basınç Kontrol Valfleri

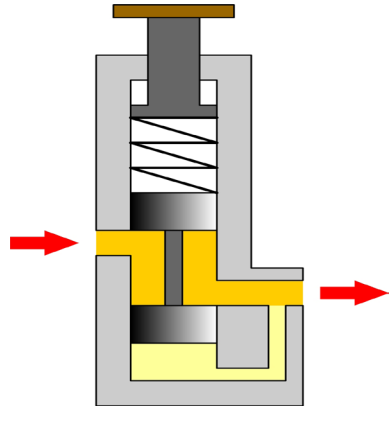
Hidrolik sistemlerde hidrolik yağ basıncını istenilen sınırlar arasında tutan devre elemanlarıdır. Yağ basıncı, basınç kontrol valfleri yardımıyla ayarlanabilir veya sınırlanabilir. Basınç hattı üzerine yerleştirilen bu valfler, kullanım amacına göre çeşitli şekillerde üretilir.

- **Basınç Sıralama Valfleri:** Birden fazla hidrolik silindir, hidrolik motor gibi iş elemanlarının farklı zamanlarda devreye girmesi için kullanılan valflerdir (Şekil 1.23).



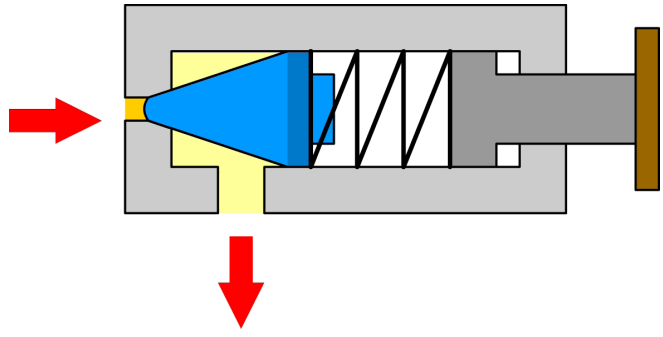
Şekil 1.23: Basınç sıralama valfi

- **Basınç Düşürme Valfleri:** Farklı basınçlarda çalışması gereken iş elemanlarının çalışma basınçlarını ayarlayan ve değişik basınçlarda çalışmasını sağlayan valflerdir (Şekil 1.24).



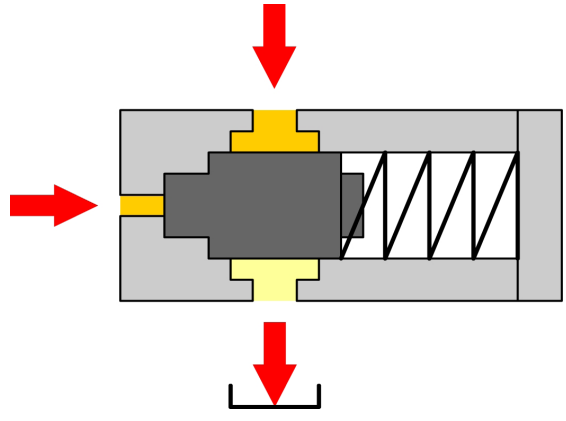
Şekil 1.24: Basınç düşürme valfi

- **Basınç Emniyet Valfleri:** Sistemlerin aşırı basınç yükselmelerine karşı korunması için kullanılan valflerdir. Normal şartlarda kapalı hâlde duran bu valfler, hidrolik yağ basıncı sistemin dayanabileceği en yüksek seviyeye geldiğinde açılarak sistemi korur. Basınç kontrolü, yağın kendi basıncıyla sağlanır (Şekil 1.25).



Şekil 1.25: Basınç emniyet valfi

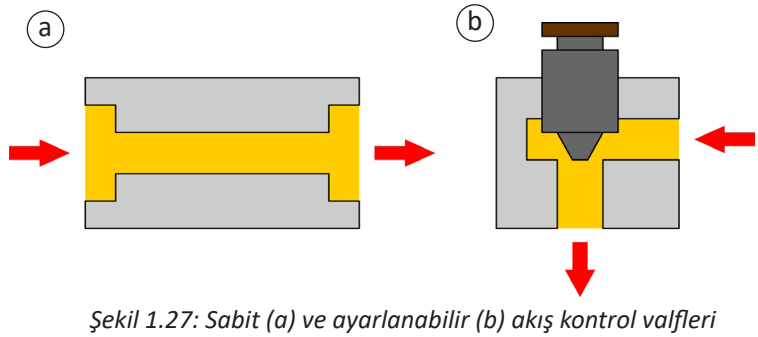
- **Boşaltma Valfleri:** Hidrolik sistemlerde oluşan ani yüksek basınçlarda devredeki hidrolik yağın tanka gönderilmesini sağlayarak basıncın düşürülmesinde kullanılan valflerdir. Basınç kontrolü, basınç emniyet valfinden farklı olarak pilot uyarı hattı (akışkanın uyarı sinyali olarak kullanılan hat) basıncıyla sağlanır (Şekil 1.26).



Şekil 1.26: Boşaltma valfi

c) Akış Kontrol Valfleri

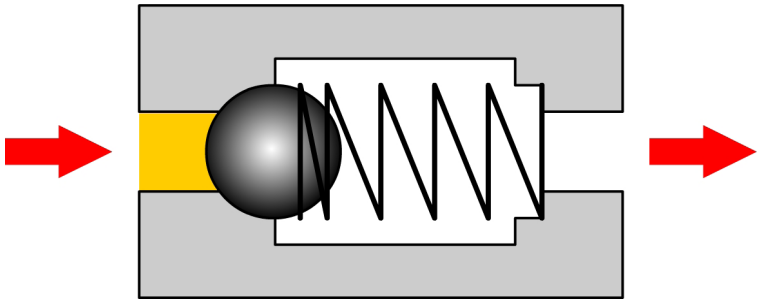
Hidrolik silindir veya motor gibi iş elemanlarına giden hidrolik yağ miktarının ayarlanmasını sağlayan devre elemanlarıdır. İş elemanlarının hızı, yağın debisi değiştirilerek kontrol edilebilir. Sadece açık kalma miktarları ayarlanabilen akış kontrol valflerinin tam kapalı konumları yoktur. Akış kontrol valflerinin sabit ve ayarlanabilir özelliğe sahip olan çeşitleri vardır (Şekil 1.27).



Şekil 1.27: Sabit (a) ve ayarlanabilir (b) akış kontrol valfleri

ç) Çek Valfler

Hidrolik yağın sadece tek yönde geçişine izin veren devre elemanlarıdır. Basit ve sade bir yapısı olan bu valfler, yaylı ve yaysız olmak üzere iki şekilde üretilir. Valf, geçiş yönünden gelen yağın basıncıyla açılır (Şekil 1.28).



Şekil 1.28: Çek valf

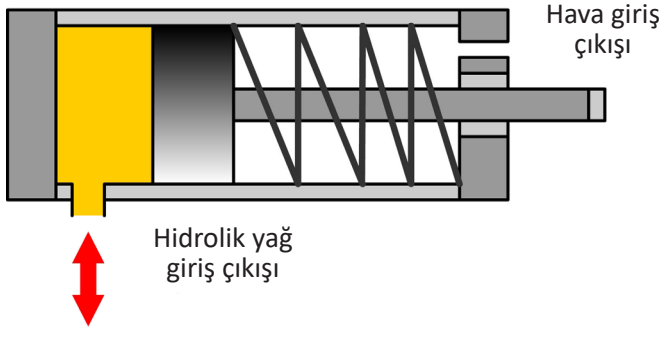
1.3.3. İş Elemanları

Amaca uygun seçilen, verilen komut doğrultusunda hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren devre elemanlarıdır. İş elemanları, doğrusal veya döner hareket işlemlerini gerçekleştirir.

a) Hidrolik Silindirler

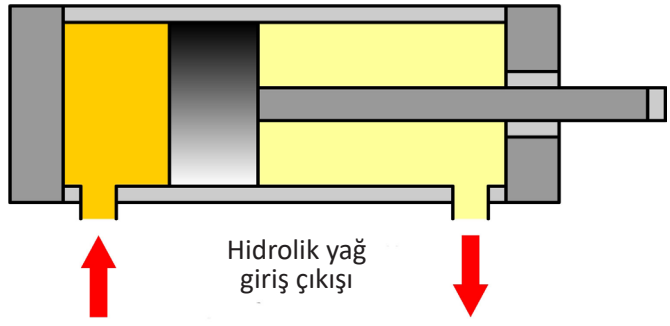
Hidrolik enerjiyi doğrusal mekanik enerjiye dönüştüren devre elemanlarıdır. Valflerle kontrol edilen hidrolik silindirler, ileri ve geri doğrusal hareketler üretir. Hidrolik silindirler; silindir gömleği, piston, piston kolu, kapaklar ve bunların arasındaki boşlukları kapatarak kaçakları engelleyen sızdırmazlık elemanlarından oluşur.

- **Tek Etkili Hidrolik Silindirler:** Yağ basıncının pistonun tek yüzeyine etki ettiği ve ve tek girişi olan silindirlerdir. Hidrolik yağın pistona kuvvet uygulamasıyla piston doğrusal hareket üretir. Pistonun geri hareketi, yay kuvveti veya karşı ağırlığın etkisiyle gerçekleşir (Şekil 1.29).



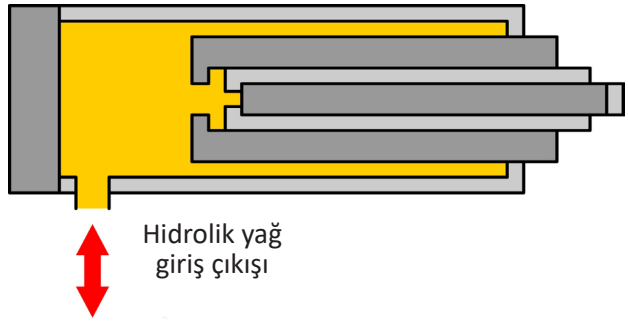
Şekil 1.29: Tek etkili hidrolik silindir

- **Çift Etkili Hidrolik Silindirler:** Yağ basıncının pistonun iki yüzeyinden herhangi birine etki ettiği ve iki girişi olan silindirlerdir. Piston hareketi gerçekleşirken yağ basıncı pistonun bir yüzeyine etki eder. Pistonun diğer yüzeyindeki yağ, tanka dönüş yapar (Şekil 1.30).



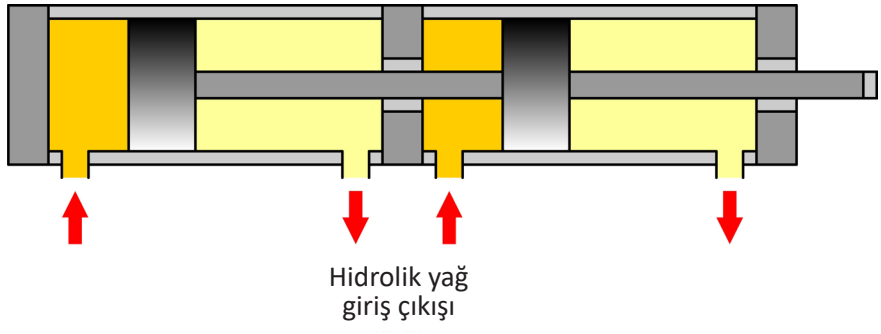
Şekil 1.30: Çift etkili hidrolik silindir

- **Teleskopik Hidrolik Silindirler:** İç içe geçmiş farklı çaplardaki birden fazla silindirden oluşan silindirlerdir. Yağ basıncının etkisiyle iç içe geçmiş bütün silindirler açılana kadar piston hareketi devam eder. Bu silindirler, ihtiyaca göre tek etkili veya çift etkili olarak üretilebilir (Şekil 1.31).



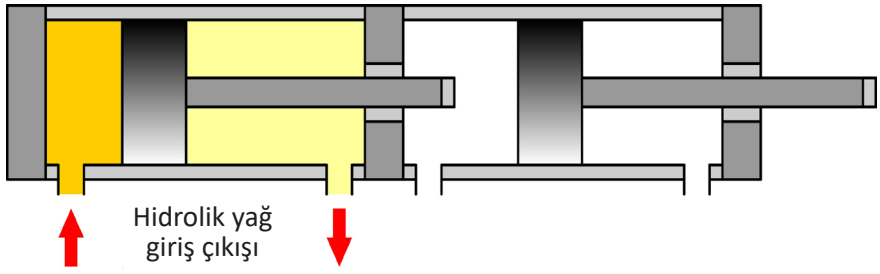
Şekil 1.31: Teleskopik hidrolik silindir

- **Tandem Hidrolik Silindirler:** Aynı piston koluna bağlı birden fazla pistonun yer aldığı silindirlerdir. Bu silindirler, silindir çapının büyütülmesi yerine daha fazla pistonun yüzey alanından faydalanılarak itme gücünün artırılmasını sağlar (Şekil 1.32).



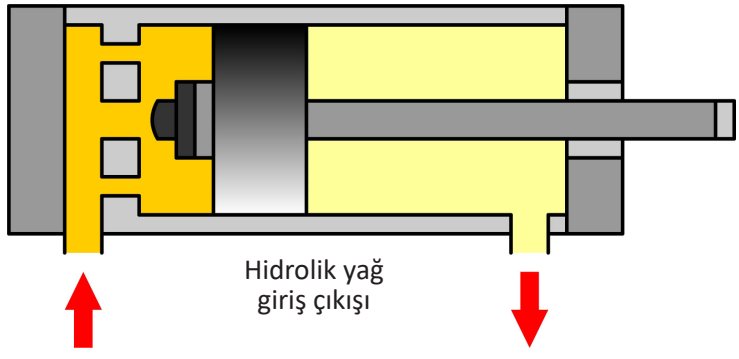
Şekil 1.32: Tandem hidrolik silindir

- **Dubleks Hidrolik Silindirler:** Aynı gövde içinde birden fazla pistondan oluşan silindirlerdir. Ancak bu pistonların kolları bağımsız olarak çalışır (Şekil 1.33).



Şekil 1.33: Dubleks hidrolik silindir

- **Yastıklı Hidrolik Silindirler:** Silindir kursunun sonuna yaklaşan pistonun yastıklama mili yardımıyla yavaşlatılarak ani çarpma ve darbelerin önüne geçmesini sağlayan silindirlerdir. Yastıklı silindirler gürültü, titreşim ve ani hareketlerin istenmediği hassas sistemlerde tercih edilir (Şekil 1.34).



Şekil 1.34: Yastıklı hidrolik silindir

b) Hidrolik Motorlar

Hidrolik silindirler gibi valflerle kontrol edilen, hidrolik enerjiyi döner mekanik enerjiye dönüştüren devre elemanlarıdır. Yapıları pompalara benzemesine rağmen pompaların tersi şekilde çalışır. Motora giren hidrolik yağın debisi ile motor devri doğru orantılı olarak değişir. Güçlü döner hareketin gerektiği güverte makinelerinde kullanılır. Dişli tip, paletli tip ve pistonlu tip hidrolik motor çeşitleri vardır (Görsel 1.6).

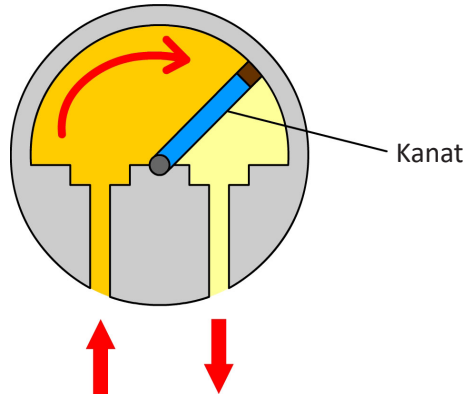


Görsel 1.6: Hidrolik motor çeşitleri

c) Hidrolik Döndürücüler

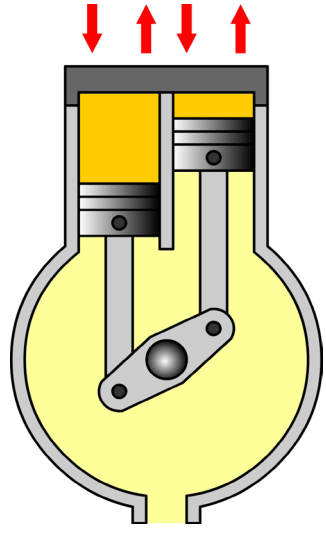
Valflerle kontrol edilerek açısal dönme hareketi yapabilen devre elemanlarıdır. Hidrolik döndürücüler 180, 240 ve 360 derecelik dönüşler gerçekleştirdikten sonra başlangıç konumlarına geri dönebilir. Kanatlı, pistonlu ve kremayer dişli tip döndürücü olmak üzere üç çeşit hidrolik döndürücü vardır.

- **Kanatlı Hidrolik Döndürücüler:** Silindirik bir gövde ve bu gövdenin içinde hareket eden bir kanattan meydana gelen döndürücülerdir. Kullanılacak sistemin ihtiyaç duyduğu dönme açısına bağlı olarak kanadın ve gövdenin tasarımı değişiklik gösterebilir. Basınçlı yağın kanat ve gövde arasındaki boşluğa gönderilmesiyle kanat hareket eder. Kanadın hareket yönü, basınçlı yağın gönderildiği kanat yüzeyine göre değişir. Elde edilen açısal dönme hareketi, kanat miline bağlı mekanizma yardımıyla sisteme iletilir (Şekil 1.35).



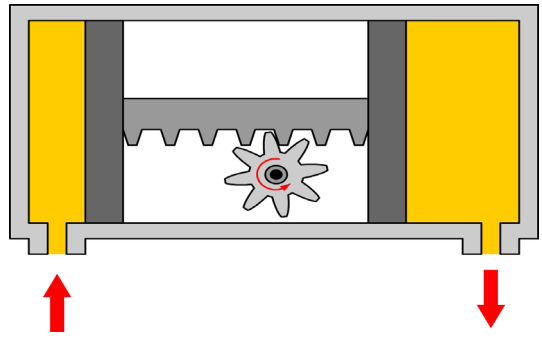
Şekil 1.35: Kanatlı hidrolik döndürücü

- **Pistonlu Hidrolik Döndürücüler:** Bir gövdenin içine yerleştirilmiş iki silindir ve piston düzeneğinden oluşan döndürücülerdir. Silindirlerden birine basınçlı yağ gönderilirken diğer silindirdeki yağ, depoya döner. Piston, basınçlı yağın etkisiyle hareket ederek döndürücü mili istenilen açıyla döndürür. Pistonun başlangıç konumuna dönmesi için diğer silindire basınçlı yağ gönderilir. Elde edilen açısal dönme hareketi, piston kollarının bağlı olduğu mil yardımıyla sisteme iletilir (Şekil 1.36).



Şekil 1.36: Pistonlu hidrolik döndürücü

- **Kremayer Dişli Hidrolik Döndürücüler:** İki tarafındaki piston yüzeylerine basınçlı yağ gönderilerek hareket ettirilen birer kremayer dişli mili ve dairesel dişliden oluşan döndürücülerdir. Kremayer dişlinin doğrusal hareketi, dairesel dişli yardımıyla açısal harekete dönüştürülür. Elde edilen açısal dönme hareketi, pinyon dişlinin bağlı olduğu mil yardımıyla sisteme iletilir (Şekil 1.37).



Şekil 1.37: Kremayer dişli hidrolik döndürücü

1.3.4. Ölçme Elemanları

Hidrolik sisteme ait basınç, sıcaklık, seviye gibi değişkenlerin izlenmesi ve kontrol edilmesine yarayan devre elemanlarıdır.

a) Termometre: Hidrolik yağın sıcaklığını ölçen devre elemanlarıdır (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Termometre

b) Manometre: Sistemin çeşitli yerlerindeki hidrolik basıncın ölçülmesinde kullanılan devre elemanlarıdır (Görsel 1.8).

c) Debimetre: Bulunduğu hattaki akış miktarını hacimsel olarak ölçen devre elemanlarıdır (Görsel 1.9).



Görsel 1.8: Manometre



Görsel 1.9: Debimetre

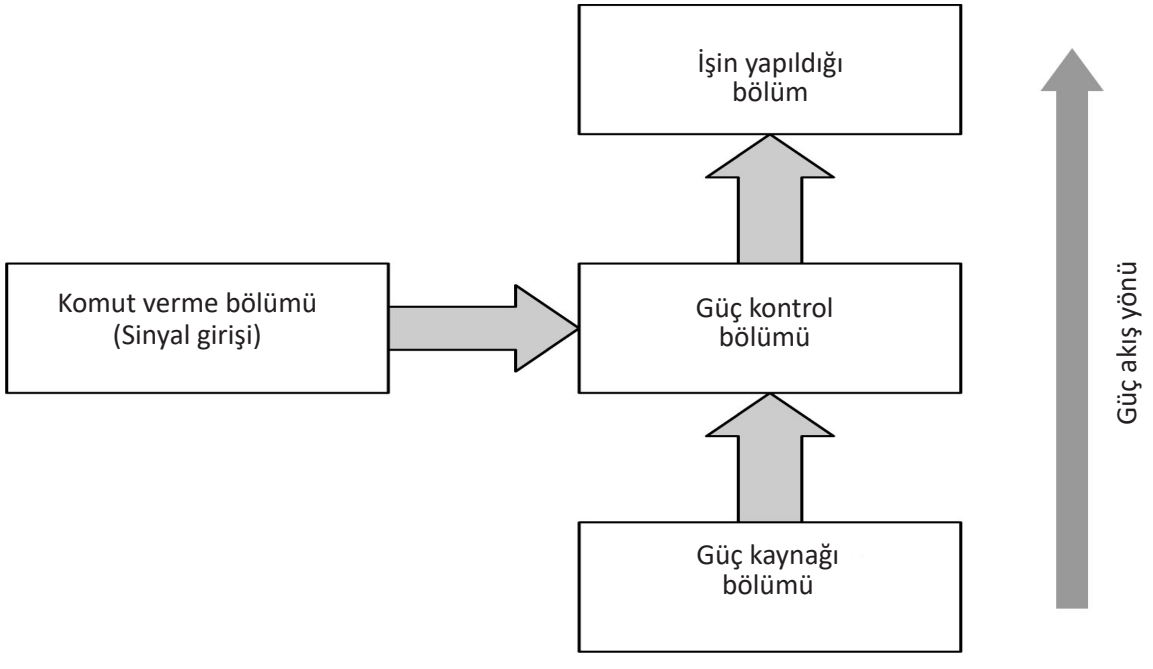
ç) Seviye Göstergeleri: Yağ tankı üzerinde bulunan ve yağ seviyesini gösteren devre elemanlarıdır (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: Seviye göstergesi

1.4. Hidrolik Devreler

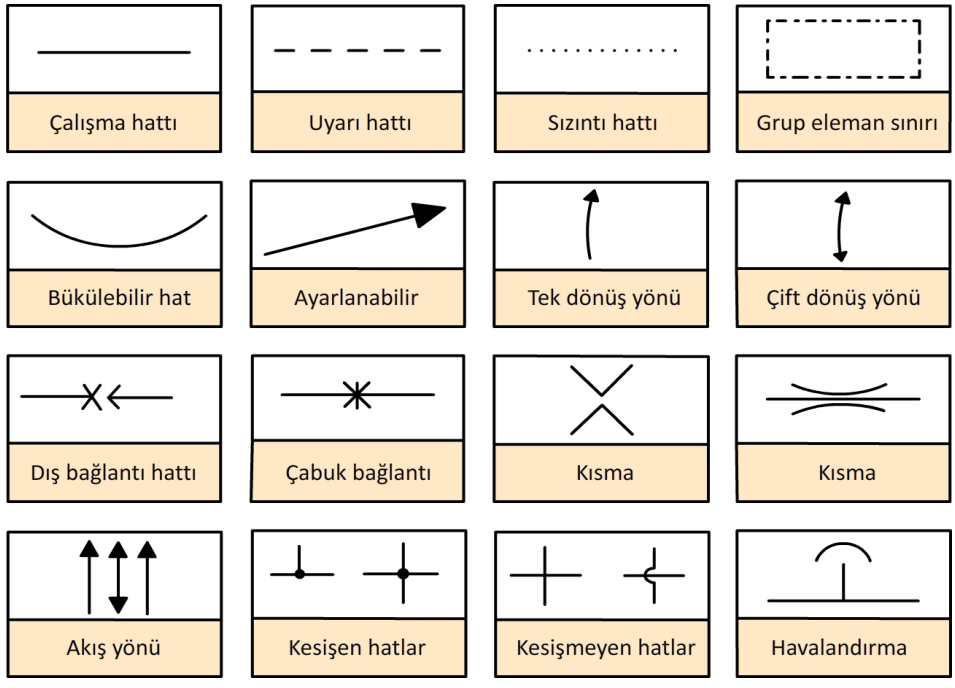
Hidrolik sistemler, birbiriyle uyum içerisinde ve belirli bir amaç doğrultusunda çalışan devre elemanlarından oluşur. Bu elemanlar uygun şekilde birbirine bağlanarak **hidrolik devre**leri oluşturur. Hidrolik devreler temel olarak güç kaynağı, güç kontrol, iş yapma ve komut verme bölümleri olmak üzere dört ana bölümden oluşur (Şekil 1.38).



Şekil 1.38: Hidrolik sistemin bölümleri

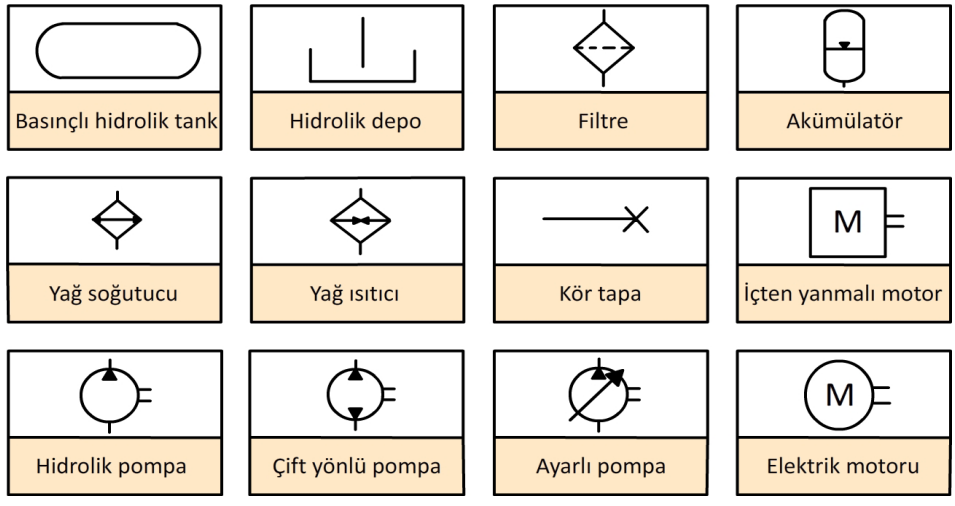
Hidrolik devreler, şematik resimler ve her bir elemanı simgeleyen sembollerle ifade edilir. Bu şemalar, uluslararası standartlar çerçevesinde belirli kurallara göre oluşturulur. Bir sistemin şeması incelendiğinde devrede kullanılan elemanların özelliklerinden devrenin çalışmasına kadar pek çok bilgi edinilir.

Şekil 1.39'da hidrolik devreleri oluşturan hatların çiziminde kullanılan semboller görülmektedir.



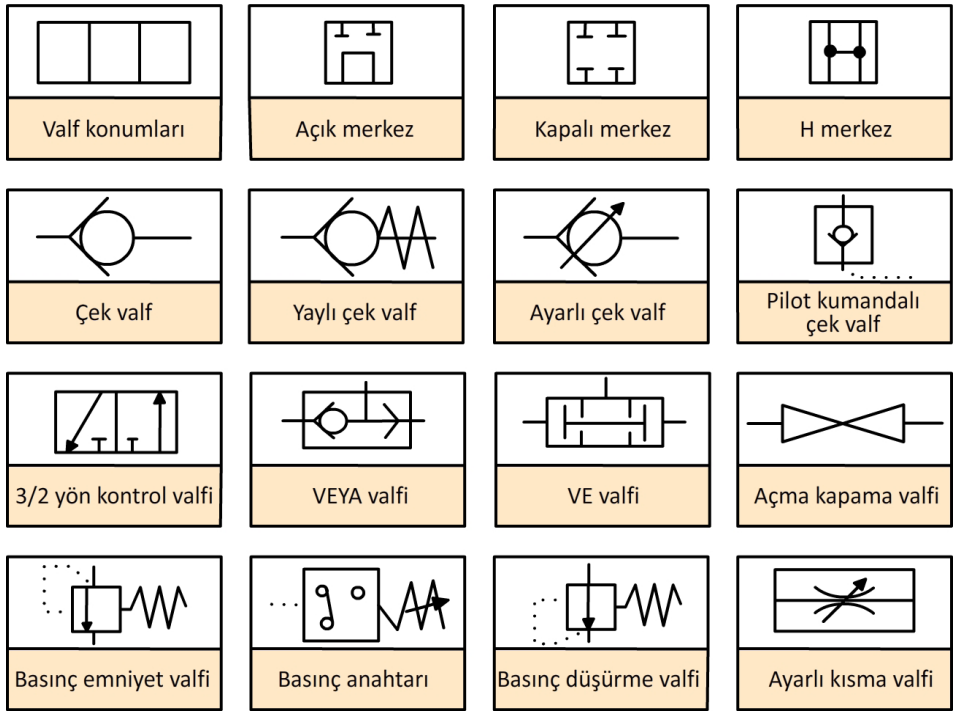
Şekil 1.39: Hidrolik devre hatlarının sembolleri

Şekil 1.40'ta hidrolik devrelerin güç kaynağı bölümünde kullanılan devre elemanlarının sembolleri görülmektedir.



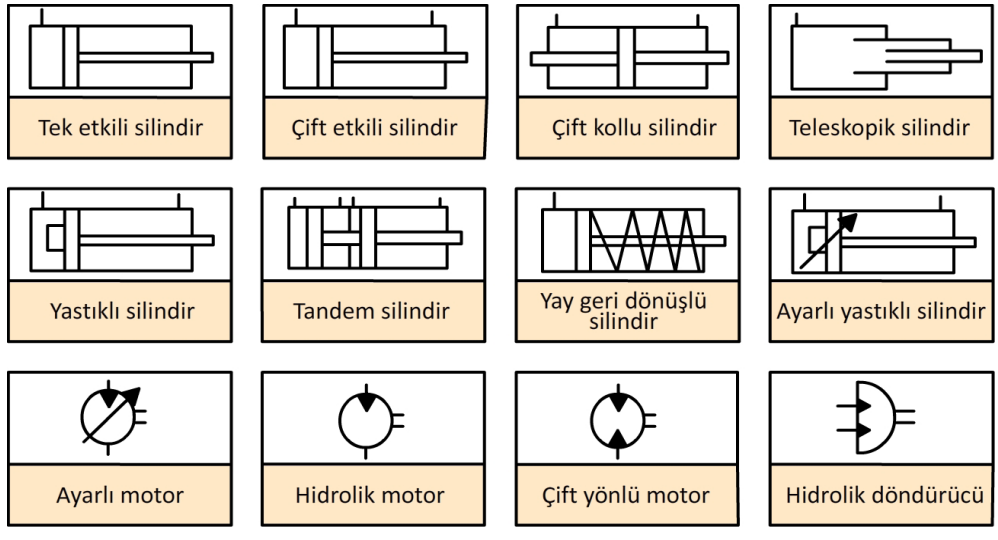
Şekil 1.40: Hidrolik devrelerde güç kaynağı elemanlarının sembolleri

Şekil 1.41'de hidrolik devrelerde kontrol elemanı olarak kullanılan devre elemanlarının sembolleri görülmektedir.



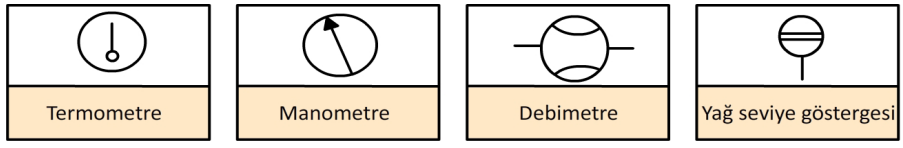
Şekil 1.41: Hidrolik devrelerde kontrol elemanlarının sembolleri

Şekil 1.42'de hidrolik devrelerde iş elemanı olarak kullanılan devre elemanlarının sembolleri görülmektedir.



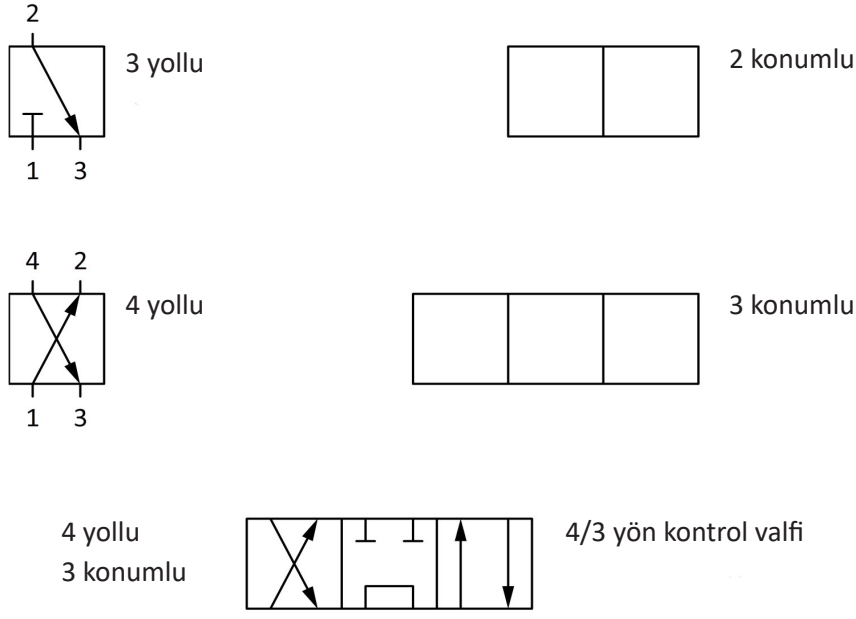
Şekil 1.42: Hidrolik devrelerde iş elemanlarının sembolleri

Şekil 1.43'te hidrolik devrelerde ölçme elemanı olarak kullanılan devre elemanlarının sembolleri görülmektedir.



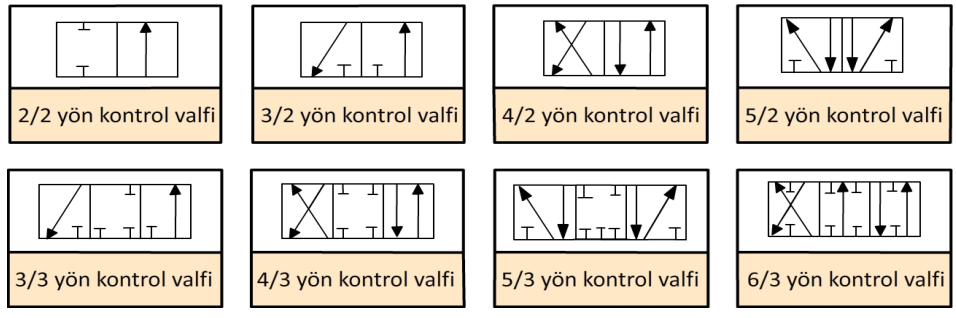
Şekil 1.43: Hidrolik devrelerde ölçme elemanlarının sembolleri

Çok fazla çeşide sahip devre elemanlarının sembolleri oluşturulurken belirli kurallar uygulanır. Bu kurallar, valfin özellikleriyle ilgili bilgilerin kullanılarak adlandırılmasını sağlar. Yön kontrol valfleri sembollerle gösterilirken her konum kareyle, akışkanın giriş çıkış yolları ise çizgi ve oklarla gösterilir. Yön kontrol valfleri, akışkanın geçişine izin veren yol giriş çıkış sayısı ve valfin konum sayısına göre adlandırılır. Bu adlandırma, yol giriş çıkış sayısı / konum sayısı şeklinde ifade edilir (Şekil 1.44).



Şekil 1.44: Yön kontrol valflerinin adlandırılması

Yön kontrol valfleri, bulunduğu hidrolik devrenin ihtiyacına göre çeşitli yol ve konum sayısında tasarlanabilir. Şekil 1.45'te genel olarak kullanılan yön kontrol valflerinin sembolleri gösterilmiştir.



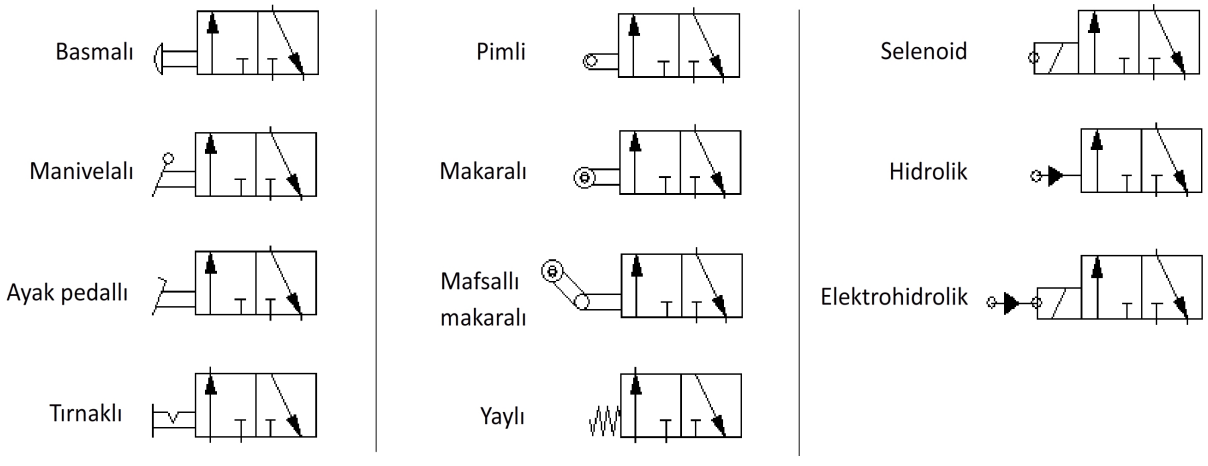
Şekil 1.45: Hidrolik devrelerde yaygın olarak kullanılan yön kontrol valflerinin sembolleri

Valfler adlandırılırken sembol üzerinde hangi yolun hangi devre hattına bağlanacağı harflerle belirtilir. Harflerin bulunduğu konum, valfin başlangıç konumudur (Tablo 1.3).

Tablo 1.3: Hidrolik Devre Hatlarının Harflerle Adlandırılması

Basınç Hattı	İş Hattı	Tanka Dönüş Hattı	Pilot (Uyarı Sinyali) Hattı	Sızıntı Hattı
P	A, B, C	R, S, T	X, Y, Z	L

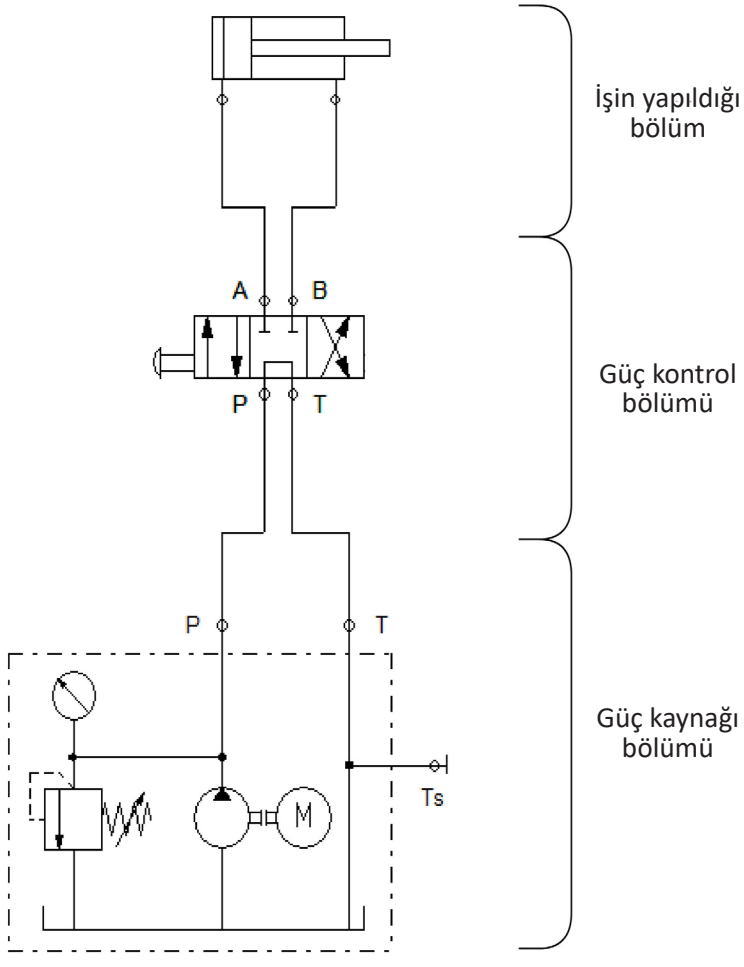
Yön kontrol valfleri mekanik, elektrikli veya elektrohidrolik olarak ve elle kumanda edilebilir. Sembolün önüne eklenen şekil, kontrol yöntemini belirtir (Şekil 1.46).



Şekil 1.46: Bazı yön kontrol valfleri ve kumanda yöntemleri

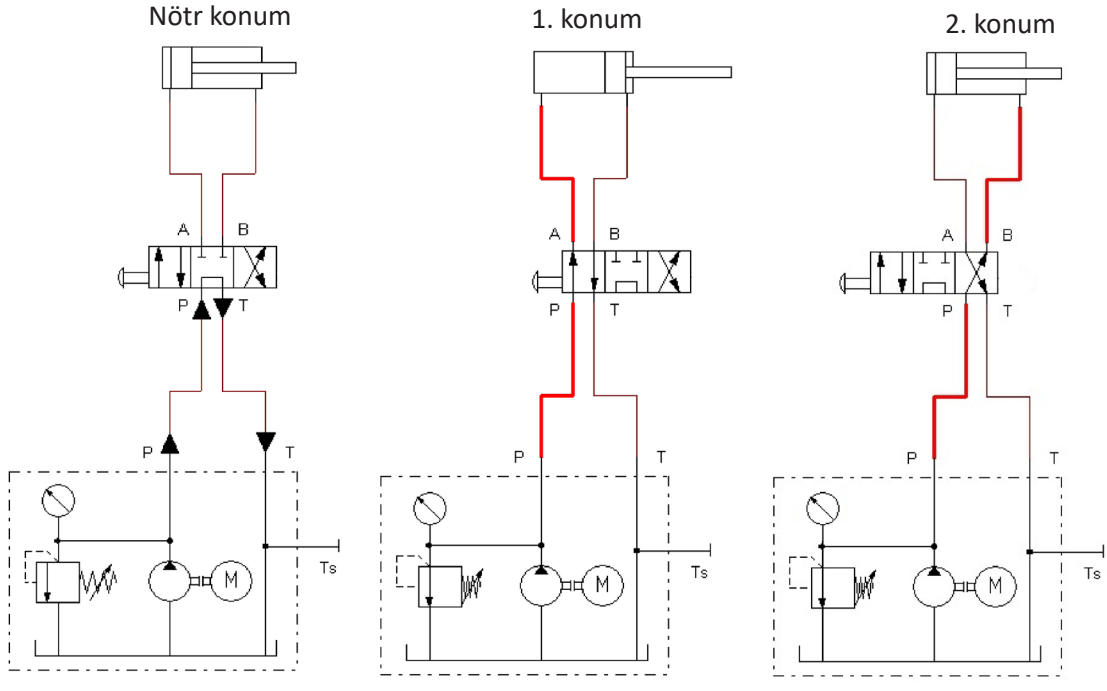
NOTLAR

Şekil 1.47'de çift etkili bir hidrolik silindirin 4/3 yön kontrol valfiyle kontrol devre şeması görülmektedir. Devre elemanları birbirine bağlantı elemanları yardımıyla bağlanmıştır. Güç kaynağı bölümü yağ tankı, manometre, basınç emniyet valfi ve hareketini elektrik motorundan alan bir hidrolik pompadan oluşur. Güç kontrol bölümünde 4/3 yön kontrol valfi kullanılmıştır. İşin yapıldığı bölümde çift etkili hidrolik silindir, yön kontrol valfinin konumuna göre doğrusal hareket yapmaktadır. Devre, yön kontrol valfinin üç ayrı konumunda çalıştırılabilir. Nötr konumda hidrolik pompa tarafından sisteme gönderilen hidrolik yağ, P-T yolunu izleyerek tekrar tanka döner.



Şekil 1.47: Çift etkili hidrolik silindirin kontrol devre şeması

Yön kontrol valfi birinci konuma alındığında hidrolik pompa tarafından sisteme gönderilen hidrolik yağ, valfin P-A yolunu izleyerek hidrolik silindire ulaşır ve pistonu iter. Bu sırada silindirin diğer tarafında kalan hidrolik yağ, yön kontrol valfi üzerinden B-T yolunu izleyerek tanka geri döner. Yön kontrol valfi ikinci konuma alındığında hidrolik pompa tarafından sisteme gönderilen basınçlı yağ, valfin P-B yolunu izleyerek silindire ulaşır ve pistonu ters yöne iter. Pistonun diğer tarafında kalan hidrolik yağ, A-T yolunu izleyerek tekrar tanka geri döner. Piston, valf kontrolüyle istenilen yöne hareket ettirilir (Şekil 1.48).



Şekil 1.48: Çift etkili hidrolik silindirin kontrol şemaları

Hidrolik devre tasarımı yapılırken çeşitli çizim ve simülasyon programları kullanılır. Simülasyon programları sayesinde devre elemanlarının istenilen şekilde çalışıp çalışmadığı, elemanların birbiriyle uyumu ve çeşitli çalışma değerleri gözlenebilir. Bunların sonucunda kurulacak devrelerde iyileştirmeler veya değişiklikler yapılabilir.

NOTLAR

1.1. UYGULAMA

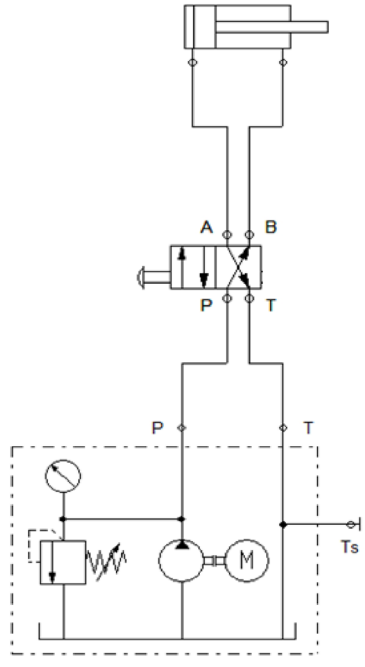
ÇİFT ETKİLİ SİLİNDİRİN HİDROLİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Hidrolik devre elemanlarını kullanarak çift etkili hidrolik silindir kontrolü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Enerji besleme ünitesi	1 adet
2. Bağlantı elemanları	Yeteri kadar
3. 4/2 yön kontrol valfi	1 adet
4. Çift etkili hidrolik silindir	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Hidrolik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 1.49).
3. Yön kontrol valfinin bağlantıları yapılır.
4. Çift etkili hidrolik silindirin bağlantıları yapılır.
5. Enerji besleme ünitesi çalıştırılarak sisteme basınçlı hidrolik yağ gönderilir.
6. Yön kontrol valfi birinci konuma getirilerek piston hareketi gözlenir.
7. Yön kontrol valfi ikinci konuma getirilerek piston hareketi gözlenir.



Şekil 1.49: Çift etkili hidrolik silindirin kontrolü

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.	Hidrolik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
5.	Çift etkili hidrolik silindir bağlantılarının yapılması	10	
6.	Enerji besleme ünitesinin çalıştırılması	10	
7.	Yön kontrol valfinin birinci konuma getirilerek piston hareketinin gözlenmesi	15	
8.	Yön kontrol valfinin ikinci konuma getirilerek piston hareketinin gözlenmesi	15	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

1.2. UYGULAMA

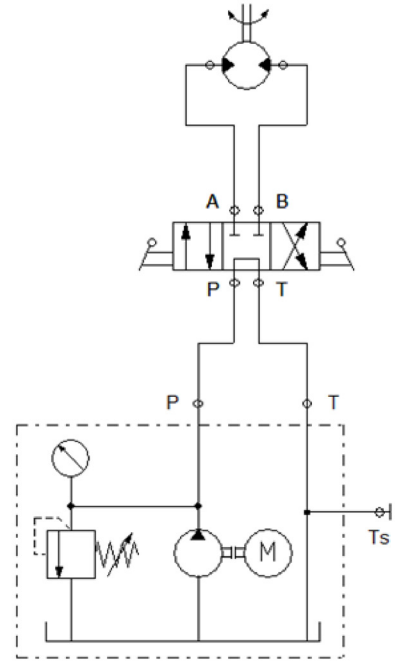
HİDROLİK MOTORUN KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Hidrolik devre elemanlarını kullanarak hidrolik motorun kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	Miktar
1. Enerji besleme ünitesi	1 adet
2. Bağlantı elemanları	Yeteri kadar
3. 4/3 yön kontrol valfi	1 adet
4. Hidrolik motor	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Hidrolik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 1.50).
3. Yön kontrol valfinin bağlantıları yapılır.
4. Hidrolik motorun bağlantıları yapılır.
5. Enerji besleme ünitesi çalıştırılarak sisteme basınçlı hidrolik yağ gönderilir.
6. Yön kontrol valfi birinci konuma getirilerek hidrolik motorun hareketi gözlenir.
7. Yön kontrol valfi ikinci konuma getirilerek hidrolik motorun tersine hareketi gözlenir.
8. Yön kontrol valfi nötr konuma getirilerek hidrolik motorun durduğu gözlenir.



Şekil 1.50: Hidrolik motor kontrolü

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.	Hidrolik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
5.	Hidrolik motor bağlantılarının yapılması	10	
6.	Enerji besleme ünitesinin çalıştırılması	10	
7.	Yön kontrol valfinin birinci konuma getirilerek hidrolik motor hareketinin gözlenmesi	10	
8.	Yön kontrol valfinin ikinci konuma getirilerek hidrolik motorun tersine hareketinin gözlenmesi	10	
9.	Yön kontrol valfinin nötr konuma getirilerek hidrolik motorun durduğunun gözlenmesi	10	
10.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

1.3. UYGULAMA

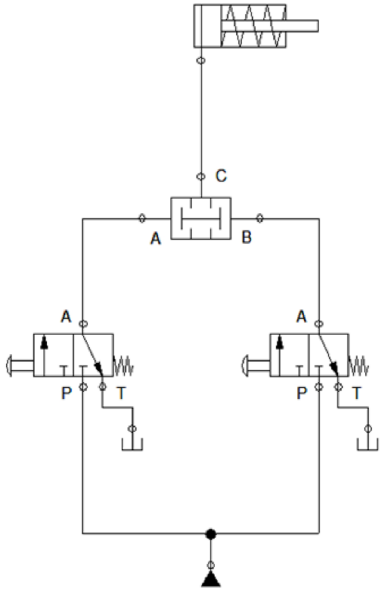
VE VALFİYLE TEK ETKİLİ SİLİNDİRİN HİDROLİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Hidrolik devre elemanlarını kullanarak VE valfiyle tek etkili hidrolik silindirin kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Enerji besleme ünitesi	1 adet
2. Bağlantı elemanları	Yeteri kadar
3. 3/2 yön kontrol valfi	2 adet
4. VE valfi	1 adet
5. Tek etkili, yay geri dönüşlü hidrolik silindir	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Hidrolik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 1.51).
3. Yön kontrol valflerinin bağlantıları yapılır.
4. Tek etkili hidrolik silindirin bağlantıları yapılır.
5. Enerji besleme ünitesi çalıştırılarak sisteme basınçlı hidrolik yağ gönderilir.
6. Yön kontrol valflerinin her ikisinin de konumu değiştirildiğinde pistonun hareket ettiği gözlenir.
7. Yön kontrol valflerinden sadece birinin konumu değiştirildiğinde pistonun hareket etmediği gözlenir.



Şekil 1.51: VE valfiyle tek etkili hidrolik silindirin kontrolü

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.	Hidrolik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
5.	Tek etkili hidrolik silindir bağlantılarının yapılması	10	
6.	Enerji besleme ünitesinin çalıştırılması	10	
7.	Yön kontrol valflerinin her ikisinin de konumu değiştirildiğinde pistonun hareket ettiğinin gözlenmesi	15	
8.	Yön kontrol valflerinden sadece birinin konumu değiştirildiğinde pistonun hareket etmediğinin gözlenmesi	15	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

1.4. UYGULAMA

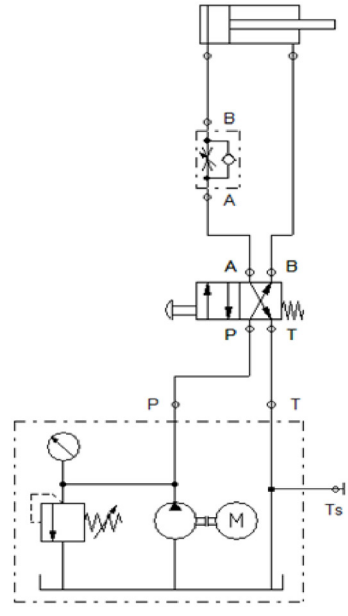
AKIŞ KONTROL VALFİYLE ÇİFT ETKİLİ HİDROLİK SİLİNDİRİN HIZ KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Hidrolik devre elemanlarını kullanarak akış kontrol valfiyle çift etkili hidrolik silindirin hız kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Enerji besleme ünitesi	1 adet
2. Bağlantı elemanları	Yeteri kadar
3. Tek yönlü akış kontrol valfi	1 adet
4. 4/2 yön kontrol valfi	1 adet
5. Çift etkili hidrolik silindir	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Hidrolik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 1.52).
3. Yön kontrol valfinin bağlantıları yapılır.
4. Akış kontrol valfinin bağlantıları yapılır.
5. Çift etkili hidrolik silindirin bağlantıları yapılır.
6. Enerji besleme ünitesi çalıştırılarak sisteme basınçlı hidrolik yağ gönderilir.
7. Yön kontrol valfi birinci konuma getirilerek piston hareketi gözlenir.
8. Piston hareketi sırasında akış kontrol valfi ayarlanarak piston hızı değiştirilir.



Şekil 1.52: Akış kontrol valfiyle çift etkili hidrolik silindirin hız kontrolü

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.	Hidrolik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
5.	Akış kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
6.	Çift etkili hidrolik silindir bağlantılarının yapılması	10	
7.	Enerji besleme ünitesinin çalıştırılması	10	
8.	Yön kontrol valfinin birinci konuma getirilerek piston hareketinin gözlenmesi	10	
9.	Piston hareketi sırasında akış kontrol valfi yardımıyla piston hızının değiştirilmesi	10	
10.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

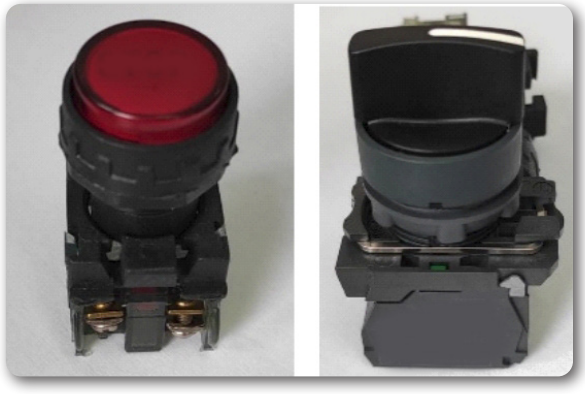
2. ELEKTROHİDROLİK SİSTEMLER

Mekanik olarak kontrol edilen hidrolik sistemler, teknolojideki gelişmelerle birlikte elektronik işlemciler ve elektronik valflerle kontrol edilmeye başlanmıştır. Elektriksel sinyaller yardımıyla kumanda edilen hidrolik devrelere **elektrohidrolik sistemler** denir. Gemi otomasyon sistemlerinde kullanılan elektrohidrolik devreler, hızlı ve hassas şekilde çalışarak uzaktan kontrol imkânı sağlar.

2.1. Elektrohidrolik Devre Elemanları

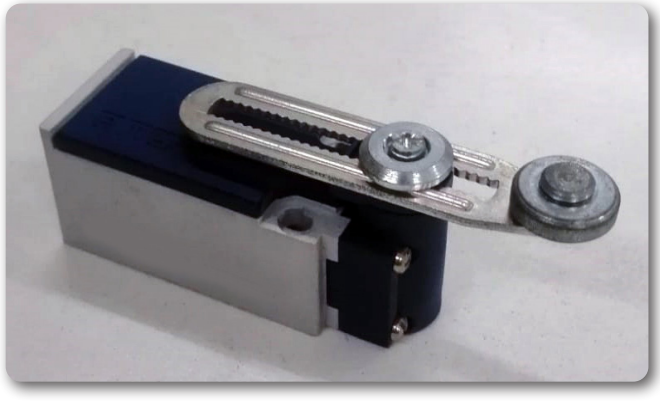
Sistem ihtiyaçlarına bağlı olarak farklı tip ve özellikte elektrohidrolik devre elemanları kullanılır.

a) Anahtarlama Elemanları (Kontak): Elektrik devrelerini açıp kapatan devre elemanlarıdır. İhtiyaca göre çeşitli şekillerde üretilir. Buton, şalter gibi anahtarlama elemanları, elektrohidrolik sistemlerde elektrik enerjisiyle çalışan devre elemanlarının kontrolünü sağlar (Görsel 1.11).



Görsel 1.11: Buton ve şalter

b) Sınır Anahtarı: İş elemanlarının belirli sınırlar içerisinde çalışmasını sağlayan devre elemanlarıdır. İş elemanı belirlenen noktaya geldiğinde sınır anahtarının tetikleyici mekanizmasına dokunur. Böylece sınır anahtarı, sistemi açma kapatma veya iş elemanının yönünü değiştirme gibi işlemlerin yapılmasını sağlayarak devreyi kontrol eder (Görsel 1.12).



Görsel 1.12: Sınır anahtarı

c) Basınç Şalteri: Sürekli olarak bulunduğu hattın basıncını ölçen devre elemanlarıdır. Basıncın belirli bir değerin üzerine çıkması durumunda devrenin enerjisini keser (Görsel 1.13).



Görsel 1.13: Basınç şalteri

ç) Röleler: Bobin ve hareketli bir kontaktan oluşan devre elemanlarıdır. Enerjilendiğinde bobinde oluşan manyetik alan, kontağı kapatır. Böylece röle, elektrik devresini açar ya da tersi şekilde çalışarak kapatır (Görsel 1.14).



Görsel 1.14: Röle

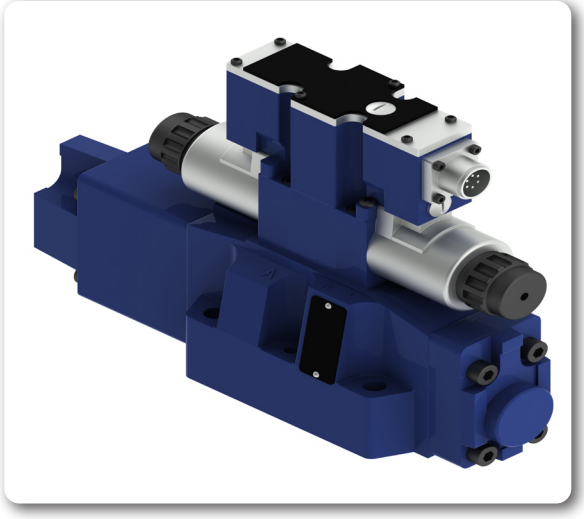
d) Elektrohidrolik Valfler: Düşük elektrik akımlarıyla çalışan, hidrolik yağın basınç ve debisini kontrol etmeye yarayan devre elemanlarıdır. Elektrohidrolik valf, bobin ve valf kısımlarından oluşur. Elektrik enerjisiyle mıknatıslanan bobin, valfin içindeki pistonu hareket ettirerek valfin açılıp kapanmasını sağlar veya konumunu değiştirir. Elektrohidrolik valfler, doğrudan elektrik enerjisiyle kontrol edilebildiği gibi oluşabilecek yüksek akımdan zarar görmemeleri için dolaylı şekilde röleler yardımıyla da kontrol edilebilir.

- **Selenoid Valfler:** Bobinin mıknatıslanmasıyla valfe hareket veren, valfi açan veya kapatan valflerdir (Görsel 1.15).



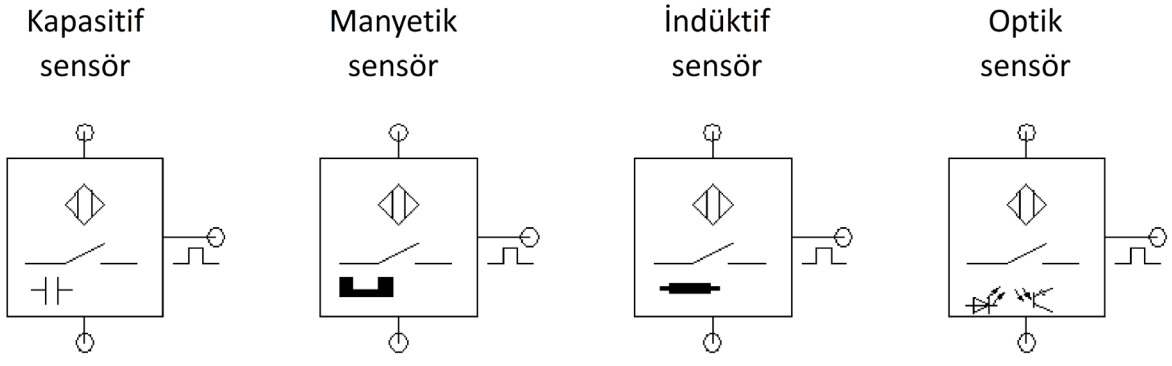
Görsel 1.15: Selenoid valf

- **Oransal Valfler:** Bobinin manyetik alanının değiştirilebildiği valflerdir. Değiştirilebilen manyetik alan sayesinde valfin konumu hassas bir şekilde kontrol edilebilir (Görsel 1.16).



Görsel 1.16: Oransal valf

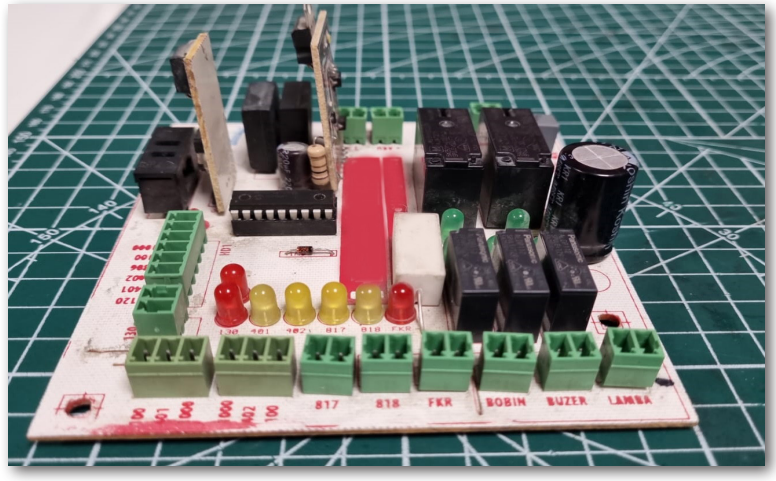
e) Sensörler (Algılayıcılar): Çevredeki fiziksel değişiklikleri algılayarak sinyal üreten cihazlardır. Hidrolik devrelerdeki basınç, akış, sıcaklık, debi, seviye, kirlilik, konum gibi değerleri algılayarak transduserler (dönüştürücü) yardımıyla elektrik sinyaline dönüştürür. Kapasitif sensörler iletken ve iletken olmayan cisimlerin konumunu, manyetik sensörler ise kendi çevresindeki manyetik değişimleri algılar. İndüktif sensörler yaklaşan metal cisimleri, optik sensörler ise kendi yaydığı ışığı kesen cisimleri algılar (Şekil 1.53).



Şekil 1.53: Temassız sensör çeşitleri ve sembolleri

f) Ölçme Elemanları: Amper (A), volt (V) gibi elektriksel ölçümleri yapan devre elemanlarıdır. Yapılan ölçümlerin sonucunu ışık veya sesli uyarıyla belirten ölçme cihazları da vardır.

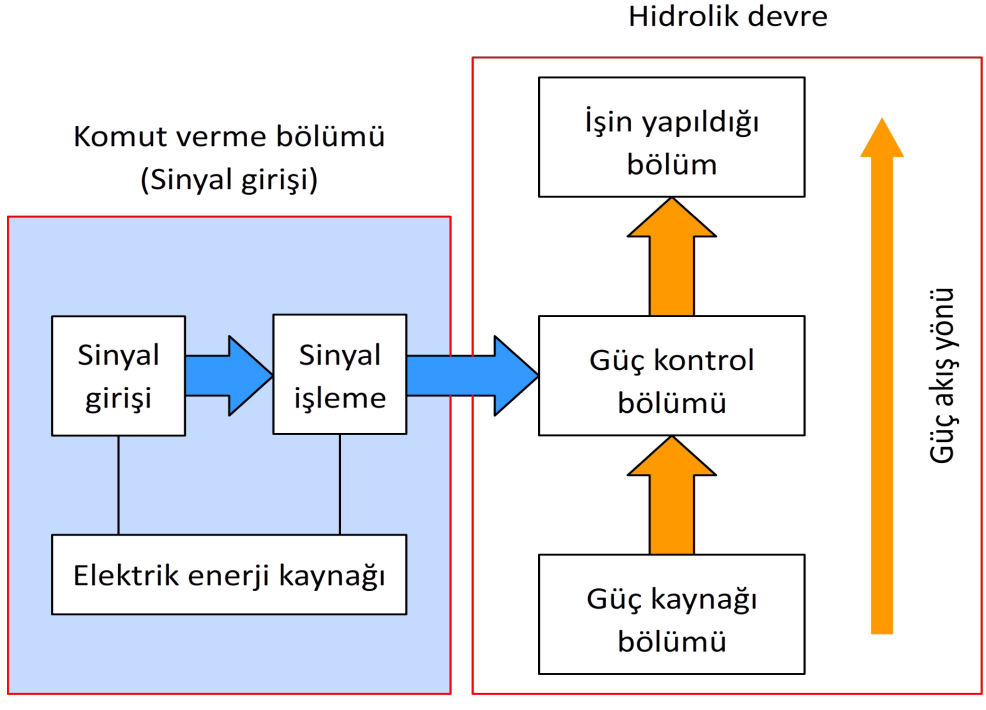
g) Elektronik Kontrol Ünitesi: Hidrolik devrelerde elektriksel sinyallerle çalışan, her elemanı istenilen şekilde kontrol eden elektronik devrelerdir (Görsel 1.17).



Görsel 1.17: Elektronik kontrol ünitesi

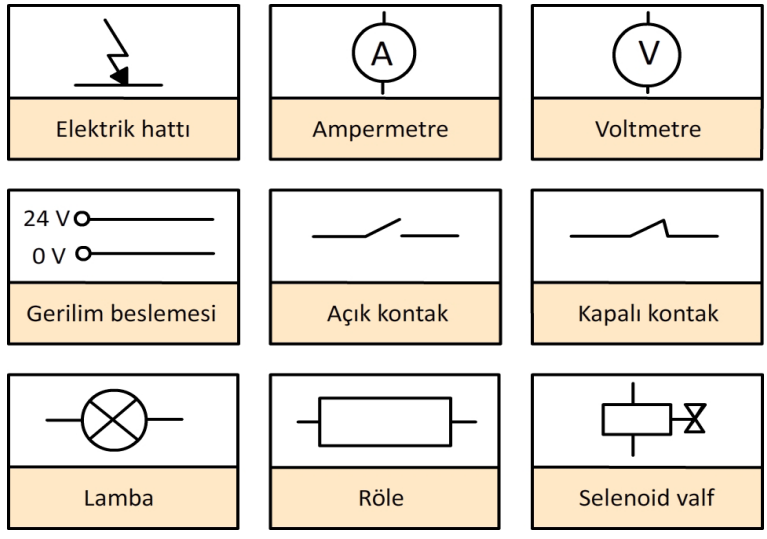
2.2. Elektrohidrolik Devreler

Elektrohidrolik devrelerde, komut verme bölümünde çeşitli elektronik elemanlar kullanılır. Komut verme bölümü; elektrik enerji kaynağı, sinyal girişi ve sinyal işleme birimlerinden oluşur. Giriş sinyalleri; buton, şalter vb. yardımıyla kullanıcı tarafından gönderilebildiği gibi sensörler tarafından da gönderilebilir. Sinyal işleme biriminde işlenen sinyaller, hidrolik devrenin güç kontrol bölümüne gönderilir ve işin iş elemanlarıyla yapılması sağlanır (Şekil 1.54).



Şekil 1.54: Elektrohidrolik devrelerde komut verme bölümü

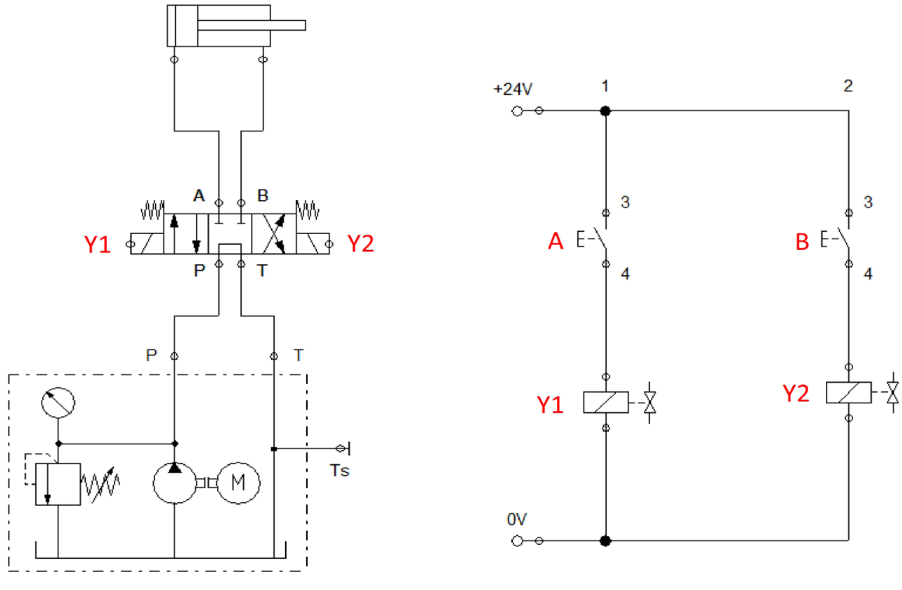
Elektrohidrolik devreler, şematik resimler ve her bir elemanı simgeleyen sembollerle ifade edilir (Şekil 1.55).



Şekil:1.55: Elektrohidrolik devre elemanlarının sembolleri

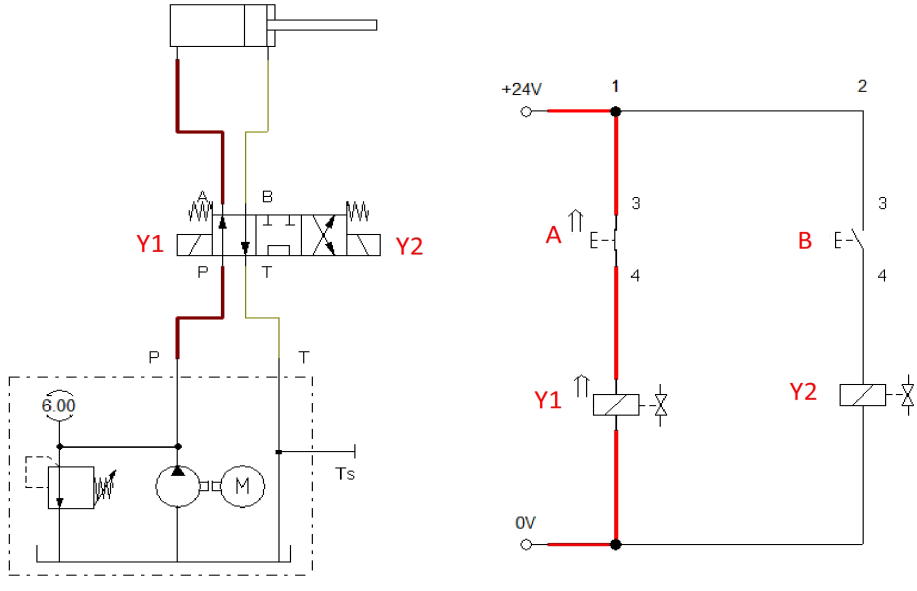
Elektrohidrolik devrelerde hidrolik devre şemasıyla birlikte aynı devrenin elektrik devre şeması da yer alır. Devre elemanları iki şemada da aynı harflerle gösterilir.

Şekil 1.56'da çift etkili bir hidrolik silindirin hidrolik ve elektrik doğrudan kontrol devre şemaları görülmektedir. Elektrik devresi; enerji kaynağı, iki adet buton ve iki adet selenoid bobinden oluşmaktadır. Selenoid bobinler, yay geri dönüşlü yön kontrol valfini sinyal girişine göre kumanda eder. Hidrolik devredeki A butonu Y1 selenoid valfini, B butonu Y2 selenoid valfini kontrol eder. Y1 ve Y2 selenoid valfleri, hidrolik devre şemasında ve elektrik devre şemasında aynı şekilde adlandırılır. Sistem çalıştırıldığında yön kontrol valfi nötr konumda olduğu için hidrolik pompa tarafından gönderilen basınçlı hidrolik yağ, P-T yolunu izleyerek tanka geri döner.



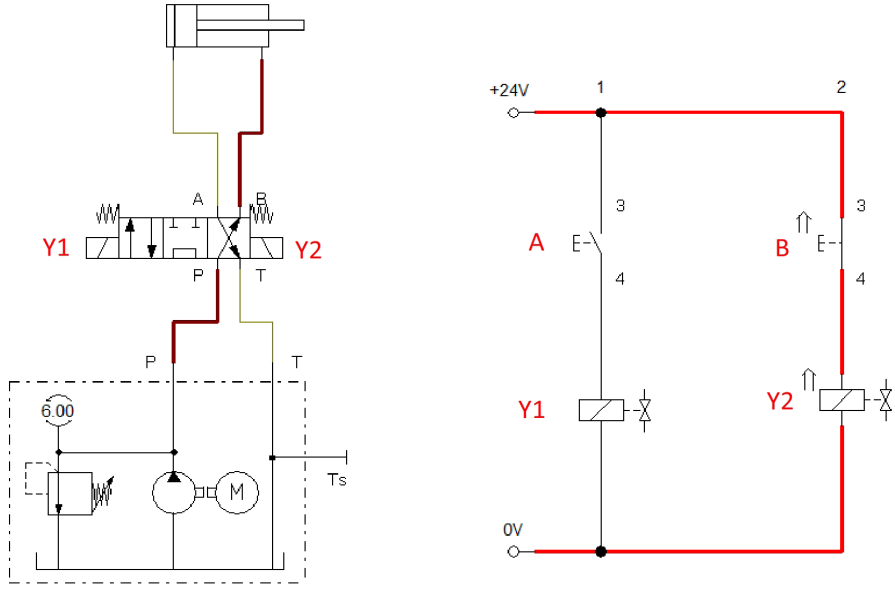
Şekil 1.56: Çift etkili hidrolik silindirin elektrohidrolik devre şeması

Elektrik devresinde A butonu devreyi kapattığında, yön kontrol valfinin Y1 selenoid bobini enerjilenerek yön kontrol valfini 1. konuma alır. Hidrolik pompa tarafından gönderilen basınçlı hidrolik yağ, valfin P-A yolunu izleyerek hidrolik silindire ulaşır ve pistonu iter. Bu sırada silindirin diğer tarafında kalan yağ, yön kontrol valfi üzerinden B-T yolunu izleyerek tanka geri döner (Şekil 1.57).



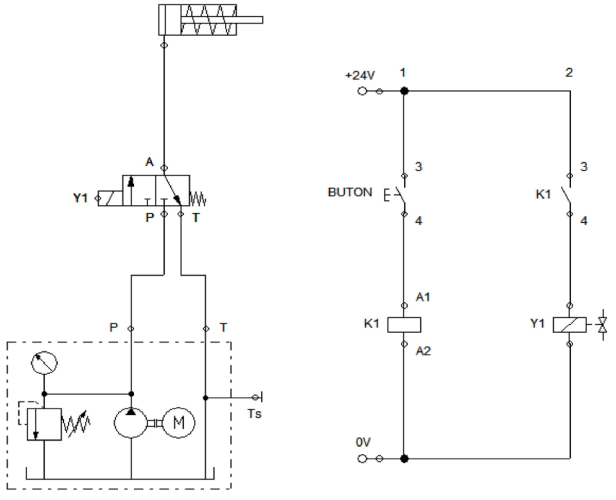
Şekil 1.57: Çift etkili hidrolik silindirin elektrohidrolik devresinin 1. konumu

Devrede A butonu açıldığında Y1 selenoid bobininin enerjisi kesilir ve yay, yön kontrol valfini nötr konuma alır. B butonu devreyi kapattığında, yön kontrol valfinin Y2 selenoid bobini enerjilenerek yön kontrol valfini 2. konuma alır. İkinci konumda hidrolik pompa tarafından sisteme gönderilen basınçlı hidrolik yağ, valfin P-B yolunu izleyerek hidrolik silindire ulaşır ve pistonu ters yöne iter. B butonu açıldığında Y2 selenoid bobininin enerjisi kesilir ve yay, yön kontrol valfini tekrar nötr konuma alır (Şekil 1.58).



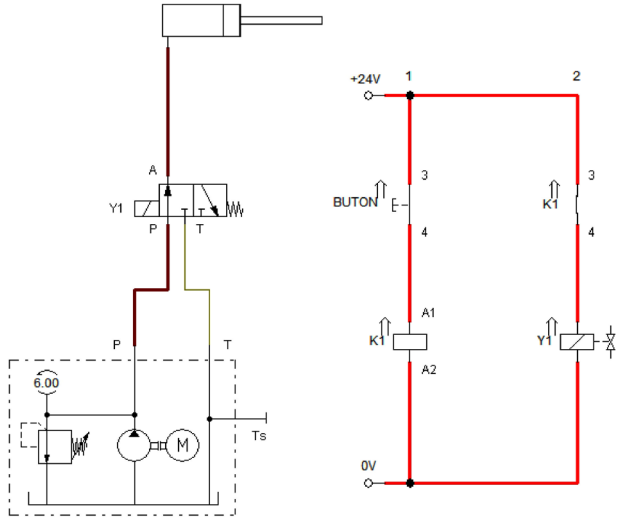
Şekil 1.58: Çift etkili hidrolik silindirin elektrohidrolik devresinin 2. konumu

Şekil 1.59'da yay geri dönüşlü tek etkili hidrolik silindirin elektrohidrolik yön kontrol valfiyle hidrolik ve elektrik kontrol devre şemaları görülmektedir. Devrede K1 rölesi kullanılarak dolaylı kontrol sağlanmıştır.



Şekil 1.59: Tek etkili hidrolik silindirin hidrolik ve elektrik dolaylı kontrol devre şemaları

Devrede kullanılan butona basıldığında, K1 rölesi enerjilenerek devreyi kapatır. Böylece yön kontrol valfinin Y1 selenoidi enerjilenerek yön kontrol valfini 1. konuma alır. Hidrolik pompa tarafından sisteme gönderilen basınçlı hidrolik yağ, valfin P-A yolunu izleyerek hidrolik silindire ulaşır ve pistonu iter. Buton açıldığında K1 rölesinin enerjisi kesilir ve devreyi açar. Röleye bağlı olarak selenoidin de enerjisi kesildiği için yay, yön kontrol valfini tekrar 2. konuma alır. Buton, K1 rölesi yardımıyla selenoidi dolaylı yoldan kontrol eder (Şekil 1.60).



Şekil 1.60: Tek etkili hidrolik silindirin elektrohidrolik devresinin 1. konumu

İhtiyaca göre istenilen görevleri yerine getirmesi için çeşitli devre elemanları kullanılarak elektrohidrolik devrelerin tasarımları şu şekillerde yapılabilir:

- İstenilen konum ve harekette çalışmasını sağlamak için konum kontrollü
- Belirli zaman aralıklarında veya zamana bağlı olarak çalışması için zaman kontrollü
- Basınç değişimlerine göre kontrolünü sağlamak için basınç kontrollü

1.5. UYGULAMA

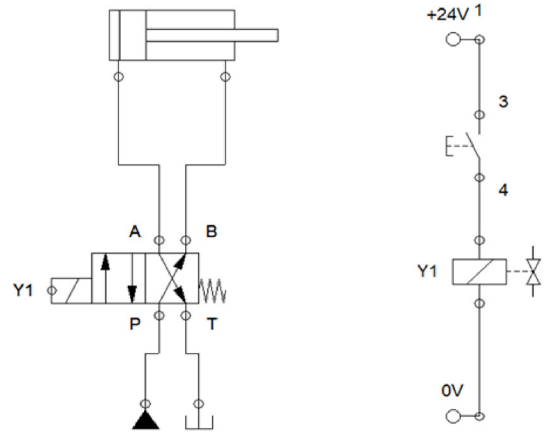
ÇİFT ETKİLİ HİDROLİK SİLİNDİRİN ELEKTROHİDROLİK DOĞRUDAN KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Elektrohidrolik devre elemanlarını kullanarak çift etkili hidrolik silindirin doğrudan kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Enerji besleme ünitesi	1 adet
2. 24 volt gerilim kaynağı	Yeteri kadar
3. Bağlantı elemanları	1 adet
4. 4/2 elektrohidrolik yön kontrol valfi	1 adet
5. Normalde açık buton	1 adet
6. Çift etkili hidrolik silindir	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Elektrohidrolik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 1.61).
3. Yön kontrol valfinin bağlantıları yapılır.
4. Çift etkili hidrolik silindirin bağlantıları yapılır.
5. Buton bağlantıları yapılır.
6. Gerilim kaynağı ve enerji besleme ünitesi çalıştırılır.
7. Butona basıldığında yön kontrol valfi konumunun değiştiği ve pistonun hareket ettiği gözlenir.



Şekil 1.61: Çift etkili hidrolik silindirin elektrohidrolik doğrudan kontrol devresi

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.	Elektrohidrolik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
5.	Çift etkili hidrolik silindir bağlantılarının yapılması	10	
6.	Buton bağlantılarının yapılması	10	
7.	Enerji besleme ünitesinin çalıştırılması	10	
8.	Butona basıldığında yön kontrol valfi konumunun değiştiğinin ve piston hareketinin gözlenmesi	20	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

1.6. UYGULAMA

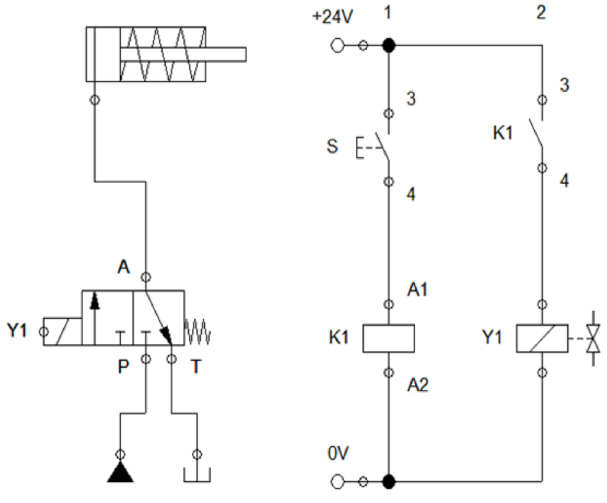
TEK ETKİLİ HİDROLİK SİLİNDİRİN ELEKTROHİDROLİK DOLAYLI KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Elektrohidrolik devre elemanlarını kullanarak tek etkili hidrolik silindirin dolaylı kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Enerji besleme ünitesi	1 adet
2. 24 volt gerilim kaynağı	Yeteri kadar
3. Bağlantı elemanları	1 adet
4. 3/2 elektrohidrolik yön kontrol valfi	1 adet
5. Normalde açık buton	1 adet
6. Röle	1 adet
7. Tek etkili hidrolik silindir	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Elektrohidrolik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 1.62).
3. Yön kontrol valfinin bağlantıları yapılır.
4. Tek etkili hidrolik silindirin bağlantıları yapılır.
5. Buton bağlantıları yapılır.
6. Röle bağlantıları yapılır.
7. Gerilim kaynağı ve enerji besleme ünitesi çalıştırılır.
8. Butona basıldığında yön kontrol valfi konumunun dolaylı olarak değiştiği ve pistonun hareket ettiği gözlenir.



Şekil 1.62: Tek etkili hidrolik silindirin elektrohidrolik dolaylı kontrol devresi

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.	Hidrolik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
5.	Tek etkili hidrolik silindir bağlantılarının yapılması	10	
6.	Buton bağlantılarının yapılması	10	
7.	Röle bağlantılarının yapılması	10	
8.	Enerji besleme ünitesinin çalıştırılması	10	
9.	Butona basıldığında yön kontrol valfi konumunun dolaylı olarak değiştiğinin ve piston hareketinin gözlenmesi	10	
10.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	



2.
ÖĞRENME
BİRİMİ

GEMİLERDE HİDROLİK DEVRE UYGULAMALARI

Neler Öğreneceksiniz?

- Gemilerde kullanılan hidrolik kapıların ve ambar kapaklarının bakımını yapma
- Matafora hidrolik devrelerinin bakımını yapma
- Vinç ve kreynlerin hidrolik devrelerinin bakımını yapma
- Irgatların hidrolik devrelerinin bakımını yapma
- Dümen sisteminde kullanılan hidrolik devrelerin bakımını yapma

1. GEMİLERDE KULLANILAN HİDROLİK KAPILAR VE AMBAR KAPAKLARININ BAKIMI

Gemilerde ihtiyaca göre hidrolik kapı ve hidrolik ambar kapakları kullanılır. Gemilerde bulunan büyük ve ağır malzemelerden yapılmış hidrolik kapı ve ambar kapaklarının açılıp kapatılabilmesi için en uygun sistem hidrolik devrelerdir.

1.1. Hidrolik Kapılar

Gemilerde meydana gelebilecek yangın, karaya oturma, çatışma, su alma gibi acil durumlarda geminin farklı bölümlerini birbirinden ayırarak tehlikenin yayılmasını engelleyen kapılardır. Gemi tipine ve yapısına göre uygun yerlere konulan hidrolik kapılar, yangının veya suyun farklı bölmelere ulaşmasını engeller. Hidrolik olarak kumanda edilen bu kapılara **su geçirmez kaporta (su geçirmez kapı)** denir (Görsel 2.1).



Görsel 2.1: Su geçirmez kaporta

Su geçirmez kaportalar, köprüüstünden (remote) veya kapının bulunduğu yerdeki (local) kontrol panosundan kumanda edilebilir. Köprüüstündeki uzaktan kumanda panosu göstergelerinden bütün su geçirmez kaportaların konumu, açık ya da kapalı olma durumu görülebilir (Görsel 2.2)



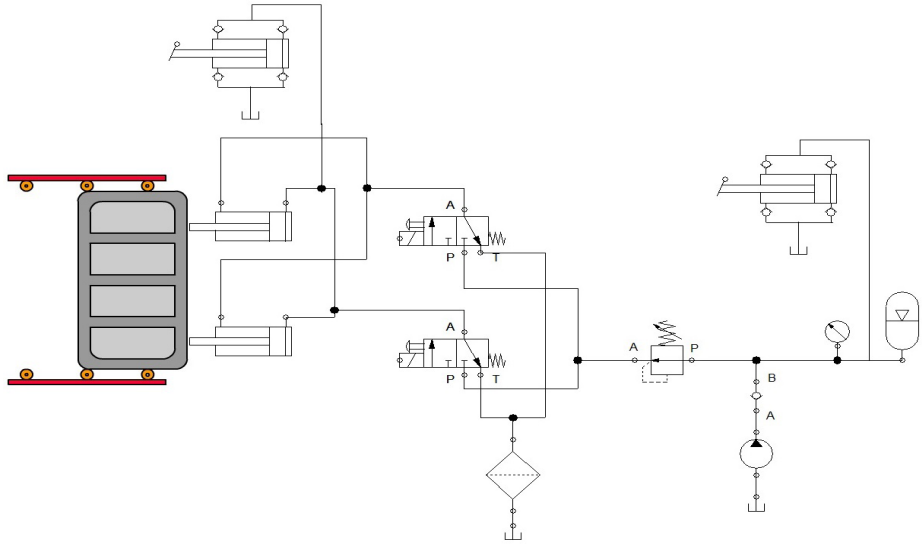
Görsel 2.2: Su geçirmez kaporta uzaktan kumanda panosu

Su geçirmez kaportaların hidrolik sistemi arıza yaptığında sistem üzerinde kapıların manuel olarak kumanda edilmesini sağlayan iki adet hidrolik el pompası bulunur. Hidrolik pompalar kumanda kolları kullanılarak elle çalıştırılır. Pompalardan biri sistemin çalışması için hidrolik yağı basınçlandırırken diğeri kapının kumanda edilmesi için silindirlere hareket verir (Görsel 2.3).



Görsel 2.3: Su geçirmez kaporta manuel kumanda kolları

Şekil 2.1'de görülen su geçirmez kaportanın hidrolik devresinde çeşitli elemanlar kullanılmıştır. Bunlar iki adet çift etkili silindir, silindirlerin kumandası için iki adet 3/2 yön kontrol valfi, bir adet hidrolik akümülatör, basınç kontrol valfi, çek valfler, hareketini elektrik motorundan alan hidrolik pompa ve acil durumlar için iki adet elle kumandalı pompadır. Yön kontrol valfleri, uzaktan kumanda edilebilir yapıda olan elektrohidrolik valflerdir. Sistemdeki basınç kayıplarını önlemek için hidrolik akümülatör kullanılmıştır. Basınç kontrol valfi, basıncın belirli sınırlar içerisinde kalmasını sağlar. Sistem basıncı en yüksek çalışma değerinin üzerine çıktığında basınç kontrol valfi, pompayı durdurur. Su geçirmez kaporta kapalı durumdayken sistem basıncı düşerse pompalar otomatik olarak çalışır ve kapının kapalı kalması için gerekli basıncı sağlar. Basıncın en düşük çalışma değerinin altına düşmesi durumunda ilgili personel görsel veya sesli olarak uyarılır.



Şekil 2.1: Su geçirmez kaporta hidrolik devresi

1.2. Ambar Kapakları

Kuru yük ve dökme yük gemilerinde yüklerin depolandığı ambarları yağmur, deniz suyu, nem, güneş ışığı gibi yüke zarar verebilecek dış etkenlerden koruyan kapaklardır. Ambar kapakları çok ağır oldukları için açma ve kapama işlemleri hidrolik sistemler yardımıyla gerçekleşir. Gemilerde hidrolik kumandayla çalışan kaydırmalı ve katlamalı ambar kapakları kullanılır.

a) Kaydırmalı (Yuvarlamalı) Ambar Kapakları

Güverte üzerinde yanlara veya uca doğru kaydırılarak açılan, bir veya iki parçadan meydana gelen ambar kapaklarıdır. Kaydırmalı ambar kapakları tam açık konumdayken güvertede yer işgal ettikleri için uygun alanı bulunan büyük gemilerde kullanılır. İki parçalı kapaklarda yana veya uca kaydırma sırasında kapakların üst üste yığın şeklinde açılmasını sağlayan sistemler de kullanılabilir (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Kaydırmalı ambar kapakları

b) Katlamalı Ambar Kapakları

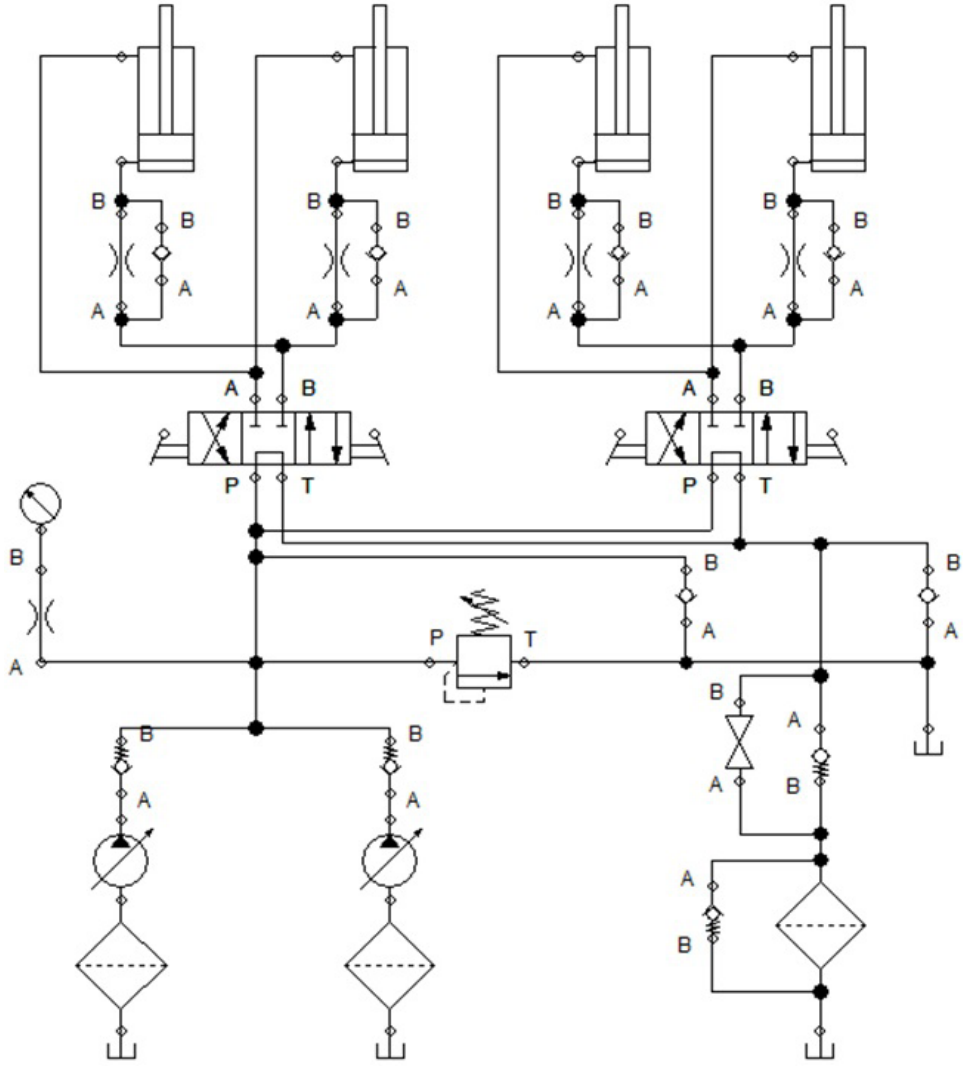
Gemilerde katlanarak açılan çok parçalı ambar kapaklarıdır. Yükleme ve boşaltma operasyonları sırasında az yer kaplar ve daha geniş ambar ağzı açıklığına olanak tanır. Bu nedenle yaygın olarak kullanılır. Katlamalı ambar kapaklarında her ambar için çift panelli iki kapak kullanılır. Kapaklardan biri baş, diğeri kıç tarafa doğru açılarak yükleyiciye rahat hareket imkânı sağlar (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Katlamalı ambar kapakları

Ambar kapaklarının hidrolik devreleri; hidrolik enerjinin oluşturulduğu güç kaynağı bölümü, sistemin kumanda edilmesini sağlayan güç kontrol bölümü ve hidrolik silindirlerden oluşur. Gemilerde her ambar kapağı için ayrı güç kontrol bölümü vardır.

Şekil 2.2'de katlamalı ambar kapağı hidrolik devresi görülmektedir. Güç kaynağı bölümünde ambar kapağını kaldırabilecek enerjinin üretilebilmesi için iki adet yüksek basınçlı, değişken debili hidrolik pompa kullanılmıştır. Pompalardan birinin arızalanması durumunda sistem diğer pompayla çalışmaya devam eder. Dört adet çift etkili hidrolik silindirin kontrolü, iki adet 4/3 yön kontrol valfliyle sağlanmıştır. Değişken debili pompa yardımıyla silindirlerin çalışma hızları istenildiği gibi değiştirilebilir. Bu sayede silindirlerin hareket verdiği ambar kapaklarının istenilen hızlarda açılıp kapanması sağlanır.



Şekil 2.2: Katlamalı ambar kapağı hidrolik devresi

2.1. UYGULAMA

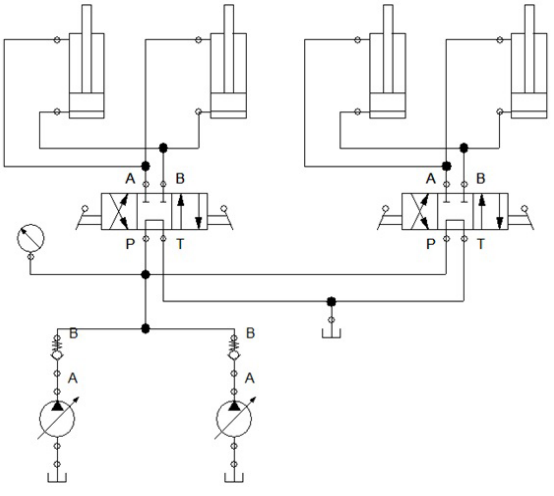
GEMİ HİDROLİK AMBAR KAPAĞI DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Gemi ambar kapağını kontrol edecek basit hidrolik devre örneğini hidrolik eğitim seti üzerinde oluşturmak.

Araç Gereç	Miktar
1. Değişken debili pompa	2 adet
2. Bağlantı elemanları	Yeteri kadar
3. 4/3 yön kontrol valfi	2 adet
4. Çift etkili hidrolik silindir	4 adet
5. Manometre	1 adet
6. Çek valf	2 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Hidrolik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 2.3).
3. Değişken debili pompa ve çek valflerin bağlantıları yapılır.
4. Yön kontrol valfleri ve manometrenin bağlantıları yapılır.
5. Çift etkili hidrolik silindirlerin bağlantıları yapılır.
6. Değişken debili pompalar çalıştırılarak sisteme basınçlı hidrolik yağ gönderilir.
7. Yön kontrol valflerinin konumları değiştirilerek pistonların hareketi gözlenir.



Şekil 2.3: Ambar kapağı basit hidrolik devresi

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.	Hidrolik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Değişken debili pompa ve çek valflerin bağlantılarının yapılması	10	
5.	Yön kontrol valfleri ve manometre bağlantılarının yapılması	10	
6.	Çift etkili hidrolik silindirlerin bağlantılarının yapılması	10	
7.	Değişken debili pompaların çalıştırılması	10	
8.	Yön kontrol valflerinin konumları değiştirilerek pistonların hareketinin gözlenmesi	20	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

2.2. UYGULAMA

GEMİ HİDROLİK KAPI DEVRESİNİN KONTROLÜNÜ YAPMA

Amaç: Gemi hidrolik kapı devresinin kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
Hidrolik kapı devresi	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Hidrolik kapı devresi eğitim seti, kontrolleri yapılarak hazır hâle getirilir.
3. Hidrolik yağ tankı seviyesi kontrol edilir.
4. Hidrolik kapı devresi çalıştırılır.
5. Devre elemanlarındaki yağ kaçakları kontrol edilir.
6. Hidrolik pompaların çalışması kontrol edilir.
7. Yön kontrol valflerinin çalışması kontrol edilir.
8. Hidrolik el pompalarının çalışması kontrol edilir.

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.	Hidrolik kapı devresi eğitim seti hazırlığının yapılması	10	
4.	Hidrolik yağ tankı seviyesinin kontrol edilmesi	10	
5.	Hidrolik kapı devresinin çalıştırılması	10	
6.	Devre elemanlarındaki yağ kaçaklarının kontrol edilmesi	10	
7.	Hidrolik pompaların çalışmasının kontrol edilmesi	10	
8.	Yön kontrol valflerinin çalışmasının kontrol edilmesi	10	
9.	Hidrolik el pompalarının çalışmasının kontrol edilmesi	10	
10	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. MATAFORA HİDROLİK DEVRELERİNİN BAKIMI

Gemiyi terki gerektiren acil durumlarda can filikalarının denize indirilmesini sağlayan düzeneklere **matafora** denir. Mataforalar geminin tipi, taşınan personel ve yolcu sayısı, güvertede yerleştirileceği alanın boyutu, can filikasının çeşidi gibi özelliklere göre farklı şekillerde üretilebilir.

a) Ağırlıklı Tip Mataforalar

Matafora kollarına bağlı can filikasının yer çekimi etkisiyle indirildiği düzeneklerdir. Can filikaları, mataforaya ait frenleme sistemiyle istenilen konumda tutulabilir. İndirilen can filikasının tekrar gemiye alınması için elektrik motorlu bir vinç kullanılır. Ağırlıklı tip mataforalarda elektrik motorlu vinçler kullanılabildiği gibi hidrolik motorlu vinçler de kullanılabilir (Görsel 2.6).



Görsel 2.6: Ağırlıklı tip matafora

b) Serbest Düşüş Mataforaları

Güverteye açılı şekilde yerleştirilmiş kızaklardan oluşan ve kapalı can filikasının kullanıldığı düzeneklerdir. Can filikası, mataforanın salıverme mekanizmasının açılmasıyla denize serbest iniş yapar. Salıverme mekanizması, can filikası dışından mekanik bir sistemle veya can filikası içinden hidrolik bir sistemle kumanda edilir. Serbest düşüş mataforalarında filikanın gemiye alınması için hidrolik sistemler kullanılır (Görsel 2.7).



Görsel 2.7: Serbest düşüş mataforası

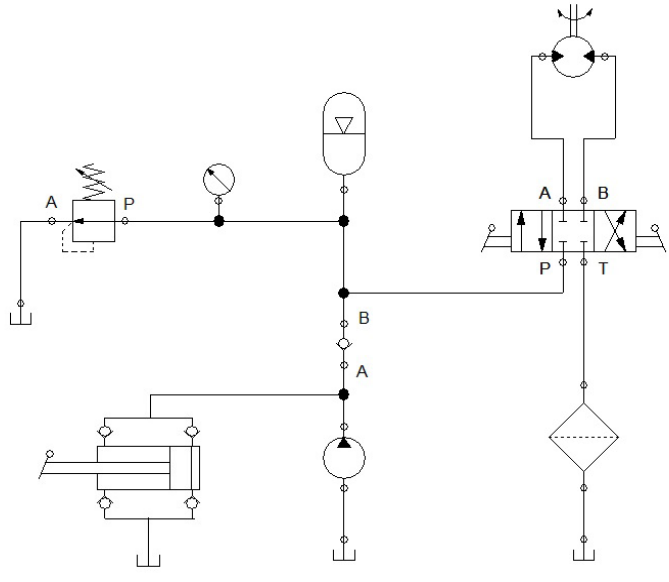
c) Tek Kollu Mataforalar

Genellikle kurtarma botları veya can sallarının denize indirilmesi ve denizden alınması amacıyla kullanılan düzeneklerdir. Güverte üzerindeki kurtarma botu veya can salı, matafora kancasıyla tek noktadan tutturulur ve kaldırılır. Matafora tabanına yerleştiren hidrolik döndürücü, matafora kolunu gemi güvertesinin dış kısmına doğru döndürür. Güverte dışına çıkartılan kurtarma botu veya can salı, elektrik motorundan hareket alan vinç yardımıyla denize indirilir. Kurtarma botu veya can salının gemiye alınması ise yine elektrik motorlu vinç ve hidrolik döndürücü yardımıyla gerçekleşir (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Tek kollu matafora

Şekil 2.4'te tek kollu bir matafora hidrolik devresi görülmektedir. Güç kaynağı bölümünde hareketini elektrik motorundan alan hidrolik bir pompa kullanılmıştır. Sistem arızası, elektrik kesintisi gibi acil durumlar için elle kumandalı hidrolik pompa kullanılmıştır. Devredeki hidrolik döndürücü, matafora koluna hareket verir ve yön kontrol valfi yardımıyla kolun istenilen konuma gelmesini sağlar. Hidrolik yağ basıncını istenilen değerlerde tutmak için basınç kontrol valfi kullanılmıştır. Devredeki hidrolik akümülatör sistemdeki basınç kayıplarını önlemek için kullanılmıştır.



Şekil 2.4: Tek kollu matafora hidrolik devresi

2.3. UYGULAMA

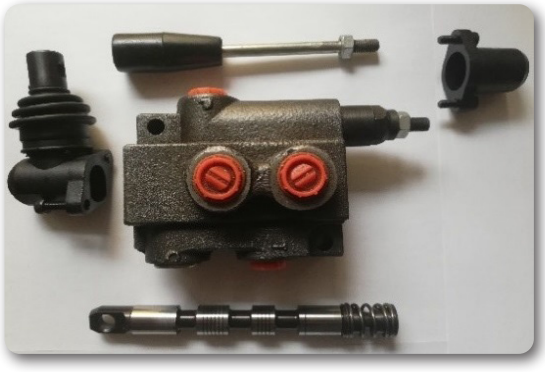
HİDROLİK YÖN KONTROL VALFİNİ SÖKME

Amaç: Tek kollu matafora hidrolik devresinde kullanılan hidrolik yön kontrol valfini sökmek ve valfin kontrollerini yapmak.

Araç Gereç	Miktar
1. Hidrolik yön kontrol valfi	1 adet
2. Uygun anahtar takımı	1 adet
3. Pense takımı	1 adet
4. Tornavida takımı	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Hidrolik yön kontrol valfi ve gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Valfin kontrol kolu sökülür.
4. Valf koruma kapakları ve valf sürgüsü sökülür.
5. Valf sızdırmazlık elemanlarının kontrolleri yapılır.
6. Valf gövdesi ve valf sürgüsü kontrolleri yapılır (Görsel 2.9).
7. İşlem basamakları tersten takip edilerek sökülen valf toplanır.



Görsel 2.9: Hidrolik yön kontrol valfi parçaları

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.	Valf kontrol kolunun sökülmesi	10	
4.	Valf koruma kapaklarının sökülmesi	10	
5.	Valf sürgüsünün sökülmesi	10	
6.	Valf sızdırmazlık elemanlarının kontrollerinin yapılması	20	
7.	Valf gövdesi ve valf sürgüsü kontrollerinin yapılması	20	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

3. VİNÇ VE KREYNLERİN HİDROLİK DEVRELERİNİN BAKIMI

Gemilerde yükleme boşaltma işlemleri için kreyn ve vinçler kullanılır. Gemilerde geminin tipine ve yapısına göre uygun sayıda vinç ve kreyn bulunur.

3.1. Vinçler

Büyük ağırlıkların indirilip kaldırılması için kullanılan donanımlardır. Gemilerde, elektrik veya hidrolik motor yardımıyla çalıştırılan vinçler kullanılır. Motor, bağlı olduğu tamburun dönmesini ve yükü taşıyan çelik halatın tambura sarılmasını sağlar. Vinçlerin yüklüyken durdurulması için frenleme sistemleri kullanılır.

Gemilerde kreyn vinçleri, matafora vinçleri, ırgat vinçleri gibi farklı amaçlara hizmet eden vinçler vardır. Gemi vinçlerinde genel olarak elektrik motorları yerine yüksek güç ve tork üretebilen hidrolik motorlar kullanılmaktadır (Görsel 2.10).

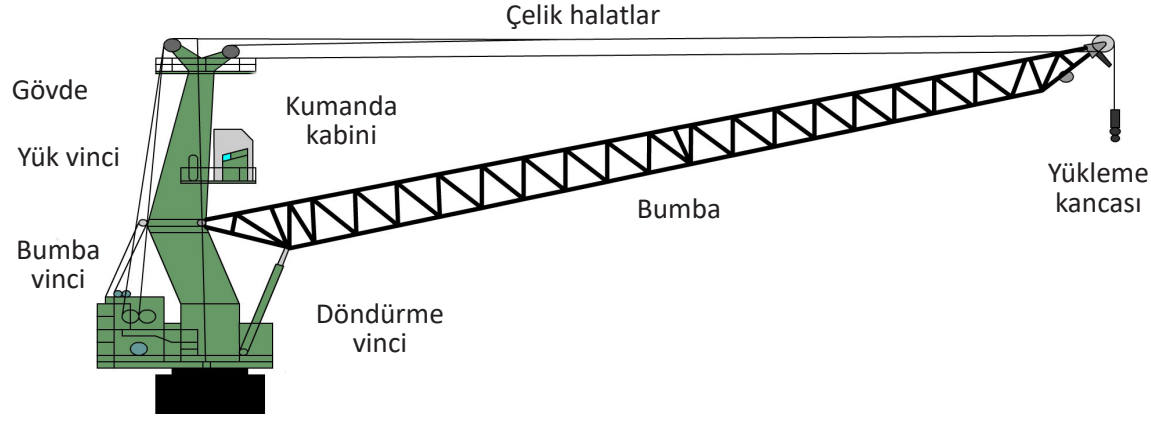


Görsel 2.10: Gemilerde kullanılan hidrolik vinçler

3.2. Kreynler

Gemilerde yüklerin liman ve gemi arasında yüklenip boşaltılmasını sağlayan, vinçlerle donatılmış düzeneklerdir. Kaldırma kapasiteleri yüksektir. Güverte ve limanlarda yaygın olarak kullanılır.

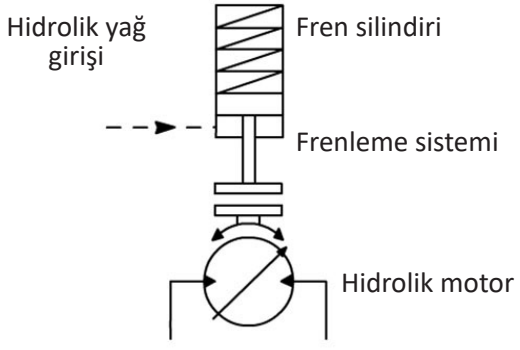
Kreynler gövde, kumanda kabini, bumba, çelik halatlar, yükleme kancası ve üç çeşit vinçten oluşur. **Bumba vinci (kaldırma vinci)**, kreyn üzerindeki bumbayı indirip kaldırır. **Yük vinci**, yükleme kancasına bağlanan yükü kaldırır ve **döndürme vinci**, kreyn gövdesini döndürür (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Kreyn

Gemideki her kreynin hidrolik kumanda devresi ayrıdır. İhtiyaç duyulması hâlinde kreynler ayrı veya birlikte kullanılabilir. Kreynlerin hareketi, kumanda kabinindeki kumanda paneliyle sağlanır. Kreyne hareket veren vinçlerin her biri ayrı kumanda sistemine sahiptir.

Kreyn vinçleri, yükleme ve boşaltma operasyonlarında yüksek tork gücüne sahip eksenel pistonlu veya radyal pistonlu hidrolik motorlarla çalıştırılır. Güç kaynağı bölümünden gelen basınçlı hidrolik yağ, hidrolik motorun istenilen yöne dönmesini sağlar. Hidrolik motor, istenildiğinde frenleme sistemi yardımıyla durdurulur (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Kreyn vinci frenleme sistemi

Kreynler gemi operasyonları sırasında sürekli olarak büyük yükler altında çalıştığı için oluşan yüksek basınç, hidrolik yağın ısınmasına ve özelliğini yitirmesine neden olabilir. Bu nedenle kreyn ve vinçlerin hidrolik devrelerine soğutucu eklenerek, yağın depoya dönmeden önce soğuması sağlanır.

Basınç ve dönüş hatları arasına yerleştirilen kısa devre valfi, istenilen durumda pompadan hidrolik motora giden hidrolik yağın yönünü değiştirerek doğrudan depoya dönüşünü sağlar.

Kreyn vinçlerinin aşırı yüklenmesi sonucu oluşan basınç, titreşime neden olabilir. Bunu engellemek için basınç hattındaki hidrolik yağın bir kısmını dönüş hattına yönlendirerek hidrolik motor üzerindeki baskıyı azaltan şok emiciler kullanılır.

NOTLAR

2.4. UYGULAMA

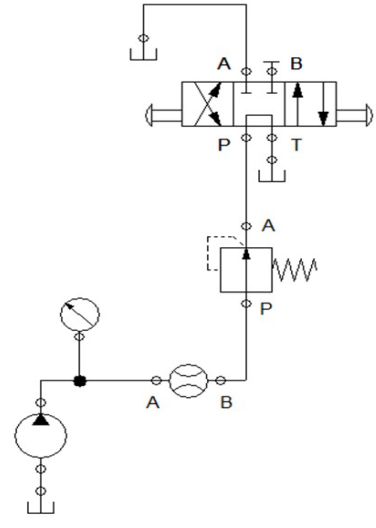
HİDROLİK POMPANIN BASINÇ VE AKIŞ TESTLERİNİ YAPMA

Amaç: Gemi kreyninde kullanılan hidrolik pompanın basınç ve akış testlerini yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Hidrolik pompa	1 adet
2. Bağlantı elemanları	Yeteri kadar
3. Hidrolik tank	1 adet
4. Manometre	1 adet
5. Debimetre	1 adet
6. 4/3 yön kontrol valfi	1 adet
7. Basınç emniyet valfi	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli bağlantılar hazırlanır (Şekil 2.7).
3. Yağ tankındaki hidrolik yağ seviyesi kontrol edilir.
4. Hidrolik pompa bağlantıları yapılır.
5. Manometre ve debimetre bağlantıları yapılır.
6. Basınç emniyet valfi ve yön kontrol valfi bağlantısı yapılır.
7. Yön kontrol valfi ikinci konumdayken pompa çalıştırılır ve debimetre üzerinden akış miktarı ölçülür.
8. Yön kontrol valfi birinci konumdayken pompa çalıştırılır ve manometre yardımıyla pompanın en yüksek çalışma basıncı ölçülür.
9. Pompa etiketinde belirtilen değerler ile ölçülen değerler karşılaştırılır.



Şekil 2.7: Hidrolik pompa test düzeneği

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 bağlantıların hazırlanması ve hidrolik yağ seviyesinin kontrolü	10	
4.	Hidrolik pompa bağlantılarının yapılması	10	
5.	Manometre ve debimetre bağlantılarının yapılması	10	
6.	Basınç emniyet valfi ve yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
7.	Akış miktarının ölçülmesi	10	
8.	En yüksek çalışma basıncının ölçülmesi	10	
9.	Pompa etiketinde belirtilen değerler ile ölçülen değerlerin karşılaştırılması	10	
10.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

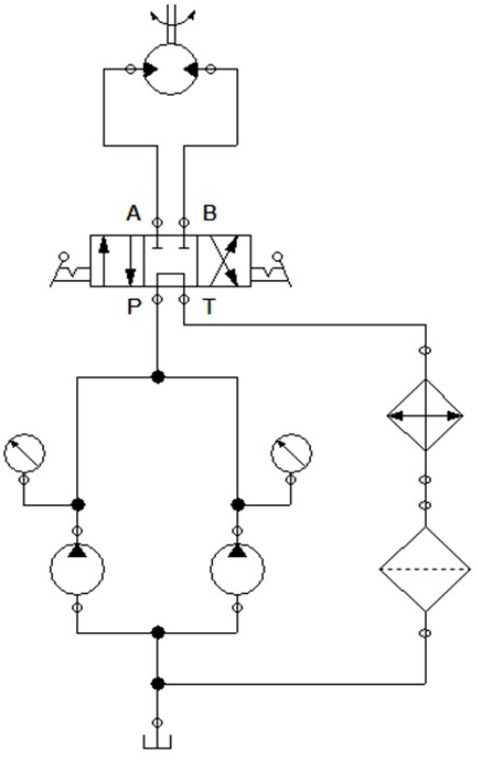
4. IRGATLARIN HİDROLİK DEVRELERİNİN BAKIMI

Irgatlar, gemi halat ve zincirlerinin kontrollü bir şekilde indirilmesi veya toplanması için kullanılan vinç donanımlarıdır. Hidrolik güç veya elektrik gücüyle çalışan ırgatlar vardır (Görsel 2.11).



Görsel 2.11: Irgat

Şekil 2.8'deki ırgat hidrolik kumanda devresinde iki adet hidrolik pompa kullanılmıştır. Pompalar tek başına veya ihtiyaç duyulması hâlinde birlikte kullanılabilir. Hidrolik döndürücü, yön kontrol valfi yardımıyla istenilen yönde hareket eder. Irgatlar büyük yük altında çalıştığı için sistemdeki basınç yükseldiğinde hidrolik yağın sıcaklığı da artar. Hidrolik yağın çalışma sıcaklığında kalması için dönüş hattına soğutucu konulmuştur. Sistemin içindeki kirletici parçaları tutması için dönüş hattında bir filtre bulunur.



Şekil 2.8: Irgatın hidrolik kumanda devresi

2.5. UYGULAMA

EKSENEL PİSTONLU HİDROLİK POMPAYI SÖKME

Amaç: Gemi hidrolik devrelerinde kullanılan eksenel pistonlu hidrolik pompayı sökmek.

Araç Gereç	Miktar
1. Eksenel pistonlu hidrolik pompa	1 adet
2. Uygun anahtar takımı	1 adet
3. Pense takımı	1 adet
4. Tornavida takımı	1 adet
5. Plastik çekiç	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Hidrolik pompa ve gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Pompa koruma kapakları sökülür.
4. Silindir ve pistonlar sökülür.
5. Pompa mili ve eğimli plaka sökülür.
6. Pompa parçalarının kontrolleri yapılır (Görsel 2.12).
7. İşlem basamakları tersten takip edilerek sökülen pompa toplanır.



Görsel 2.12: Eksenel pistonlu hidrolik pompa parçaları

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.	Pompa koruma kapaklarının sökülmesi	10	
4.	Silindir ve pistonların sökülmesi	20	
5.	Pompa mili ve eğimli plakanın sökülmesi	20	
6.	Pompa parçalarının kontrollerinin yapılması	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

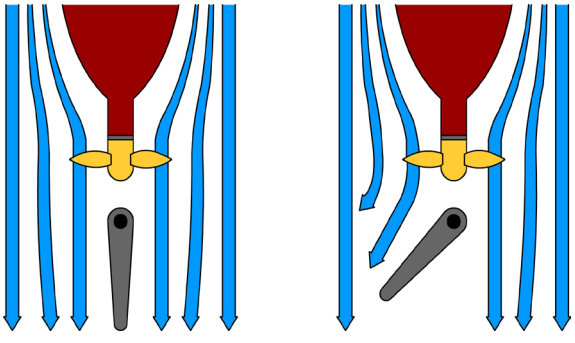
5. DÜMEN SİSTEMİNDE KULLANILAN HİDROLİK DEVRELERİN BAKIMI

Geminin önceden belirlenmiş rotadan ayrılmadan seyrini sürdürmesini sağlayan sisteme **dümen sistemi** denir. Dümen sistemi, seyir ve manevra sırasında geminin belirlenen konuma getirilmesi için dümen yelpazesini hareket ettirir. Pervanenin sağladığı itme kuvveti ve dümen yelpazesinin sağladığı dönüş kabiliyeti, geminin seyrini güvenli bir şekilde sürdürebilmesini sağlar (Görsel 2.13).



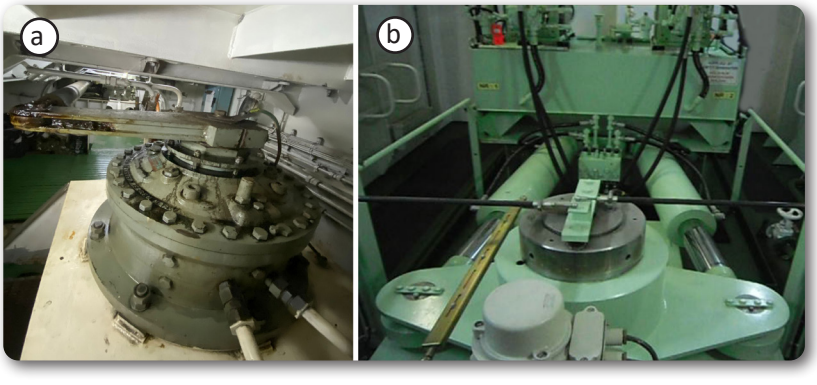
Görsel 2.13: Pervane ve dümen yelpazesi

Dümen yelpazesinin açısal olarak dönmesiyle yelpaze üzerine etki eden su basıncı, geminin iskele veya sancak tarafına dönmesini sağlar. Dümen donanımının gemiyi döndürebilmesi için geminin belirli bir hızda hareket ediyor olması gerekir. Yelpazenin belirlenen konuma getirilmesiyle üzerine etki eden kuvvetler karşısında direnç göstermesi gerekir. Bu nedenle geminin güvenli manevra kabiliyeti için dümen donanımlarının gerekli gücü oluşturması gerekmektedir (Şekil 2.9).



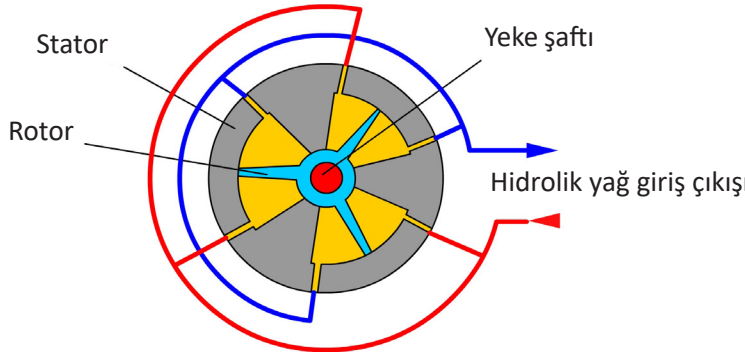
Şekil 2.9: Dümen yelpazesinin döndürülmesiyle geminin yön değiştirmesi

Dümen sistemlerinin temel devre elemanları; yağ tankı, hidrolik pompa, yön kontrol valfleri ve dümen yelpazesine hareket veren dümen donanımlarıdır. Döner kanatlı tip ve silindirli tip hidrolik dümen donanımları yaygın olarak kullanılmaktadır (Görsel 2.14).



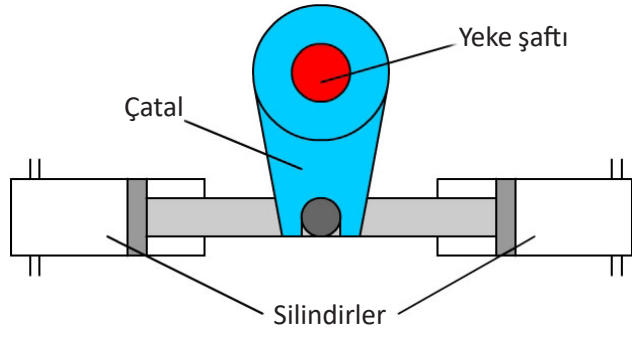
Görsel 2.14: Döner kanatlı tip (a) ve silindirli tip (b) dümen donanımları

Döner kanatlı hidrolik dümen donanımları stator, kanatlardan oluşan rotor ve rotora bağlı yeke şaftından oluşur. Statorun içine gönderilen basınçlı hidrolik yağ, rotor kanatlarını iterek hareketi oluşturur. Rotor, yön kontrol valfleri yardımıyla yeke şaftına istenilen açıda hareket verir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Döner kanatlı hidrolik dümen devresi

Silindirli hidrolik dümen sisteminde dümen yelpazesinin döndürülmesi için hidrolik silindirler kullanılır. Hidrolik silindirli dümen sistemleri, döner kanatlı hidrolik dümen makinelerine göre daha yüksek güçler üretebilir. Bu nedenle yüksek tonajlı gemilerde genellikle bu sistem tercih edilir. Dümen yelpazesi ve gemi ağırlığına bağlı olarak iki veya dört silindir kullanılabilir. Silindirler, çatal denen ve yeke şaftına bağlı olan parçaya yön kontrol valfleri yardımıyla istenilen yönde ve açıda hareket verir (Şekil 2.11).



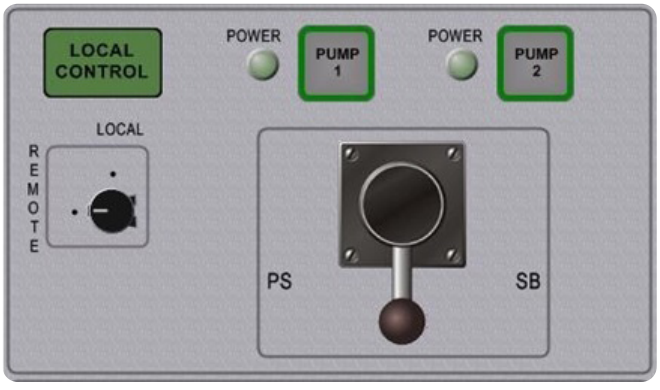
Şekil 2.11: Silindirli hidrolik dümen makinesi

Gemilerin belirlenen yönde hareket etmesini sağlayan dümen donanımları, köprüüstünden veya dümen dairesinden kontrol edilebilir. Günümüz gemilerinde dümen sistemleri elektrohidrolik kontrol üniteleriyle kumanda edilmektedir (Görsel 2.15).



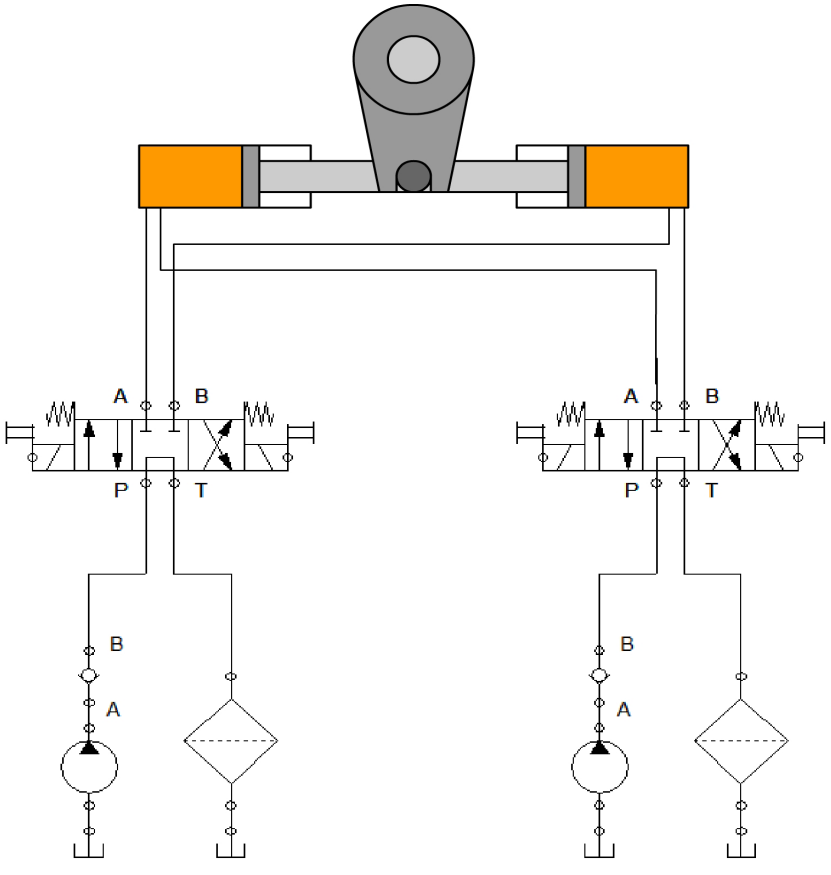
Görsel 2.15: Köprüüstü dümen kontrol ünitesi

Dümen donanımları, köprüüstünden kumanda edilemediği acil durumlarda dümen dairesinden kumanda edilebilir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12: Dümen dairesi kontrol panosu

Şekil 2.13'te basit bir silindirli hidrolik dümen sistemi görülmektedir. Döner kanatlı hidrolik dümen sistemleri de buna benzer yapıdadır. Sistemde bulunan iki ayrı hidrolik pompa, istenildiğinde ayrı veya birlikte çalıştırılabilir. Pompaların bağlı olduğu sistemlerden birinde sızıntı, arıza gibi acil durumlar meydana geldiğinde acil durumun oluştuğu sistem, ayırma valfleri yardımıyla diğerinden ayrılır. Yön kontrol valfleri uzaktan kumanda edilebilir yapıda olan elektrohidrolik valflerdir.



Şekil 2.13: Silindirli hidrolik dümen sistemi hidrolik kumanda devresi

2.6. UYGULAMA

GEMİ HİDROLİK DÜMEN DEVRESİNİN KONTROLÜNÜ YAPMA

Amaç: Gemi hidrolik dümen devresinin kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	Miktar
Hidrolik dümen devresi	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Hidrolik dümen sistemi eğitim seti, kontrolleri yapılarak hazır hâle getirilir.
3. Hidrolik yağ tankı seviyesi kontrol edilir.
4. Hidrolik dümen sistemi çalıştırılır.
5. Devre elemanlarındaki yağ kaçakları kontrol edilir.
6. Pompa çıkış basıncı kontrol edilir.
7. Valflerin konumuna göre dümen açısının değiştiği gözlenir.
8. Yağ sıcaklığı kontrol edilir.

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.	Hidrolik dümen sistemi eğitim seti hazırlığının yapılması	10	
4.	Hidrolik yağ tankı seviyesinin kontrol edilmesi	10	
5.	Hidrolik dümen sisteminin çalıştırılması	10	
6.	Devre elemanlarındaki yağ kaçaklarının kontrol edilmesi	10	
7.	Pompa çıkış basıncının kontrol edilmesi	10	
8.	Valflerin konumuna göre dümen açısının değiştiğinin gözlenmesi	10	
9.	Yağ sıcaklığının kontrol edilmesi	10	
10.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.7. UYGULAMA

HİDROLİK SİLİNDİRİN SIZDIRMAZLIK ELEMANLARINI DEĞİŞTİRME

Amaç: Gemi hidrolik devrelerinde kullanılan hidrolik silindirlerin sızdırmazlık elemanlarının değişimini yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Hidrolik silindir	1 adet
2. Uygun anahtar takımı	1 adet
3. Pense takımı	1 adet
4. Tornavida takımı	1 adet
5. Sızdırmazlık elemanları	Yeteri kadar

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Hidrolik silindir ve gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Silindir koruma kapakları ve silindir gövdesi sökülür.
4. Piston sökülür.
5. Piston ve kapak sızdırmazlık elemanları değiştirilir.
6. İşlem basamakları tersten takip edilerek sökülen silindir toplanır.

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.	Silindir koruma kapakları ve silindir gövdesinin sökülmesi	20	
4.	Pistonun sökülmesi	25	
5.	Piston ve kapak sızdırmazlık elemanlarının değiştirilmesi	25	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



3.
ÖĞRENME
BİRİMİ

PNÖMATİK SİSTEMLER

Neler Öğreneceksiniz?

- Pnömatik devre elemanlarının seçimini yapma
- Pnömatik sistem kurma
- Elektropnömatik sistem kurma

1. PNÖMATİK SİSTEMLER VE DEVRE ELEMANLARI

Basınçlı gaz akışkanların hareketlerini inceleyen mühendislik alanına **pnömatik** denir. Gaz basıncı kullanılarak mekanik iş elde edilmesini sağlayan sistemlere **pnömatik sistemler** denir. Pnömatik sistemlerin gemilerde ana makinenin ilk hareketi, çeşitli valflerin uzaktan kumandası, yağ ve yakıt filtrelerinin otomatik temizlenmesi gibi pek çok uygulama alanı vardır.

1.1. Pnömatik Prensipler

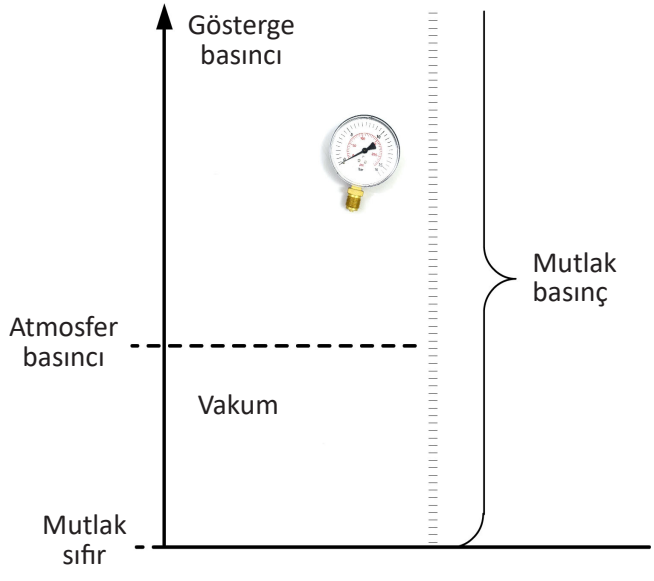
Gazlar çeşitli koşullarda belirli fizik kanunları doğrultusunda davranış gösterir. Pnömatik sistemlerde akışkan olarak **hava** kullanılır. Atmosferdeki havanın içerisinde yaklaşık %78 oranında azot, %21 oranında oksijen ve %1 oranında diğer gazlar bulunur. Bunların dışında hava, bir miktar su molekülü ve çeşitli kirletici partiküller içerebilir. Havadaki su moleküllerine **nem** denir. Pnömatik sistemlerde kullanılan havanın nem ve çeşitli kirletici partiküllerden arındırılarak kullanılması gerekir.

a) Atmosfer Basıncı: Normal şartlarda deniz seviyesindeki hava basıncıdır ve **1 atmosfer basıncı (atm)** olarak ifade edilir. Atmosfer basıncı, coğrafik konum ve hava durumuna bağlı olarak değişse de çok büyük farklılıklar göstermez.

b) Gösterge Basıncı (Efektif Basınç): Manometreden ölçülen basınçtır. Pnömatik sistemlerde kullanılan manometrelerin sıfır değeri, 1 atmosfer basıncına eşittir.

c) Mutlak Basınç: Atmosfer basıncıyla manometrede okunan basınç değerinin toplamıdır.

ç) Vakum: Pnömatik sistemlerde 1 atmosfer basıncının altındaki basınçtır. Havanın olmadığı en düşük basınç değeri, mutlak sıfırdır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Basınç çeşitleri arasındaki ilişki

d) Sıkıştırılabilirlik: Gazların hacminin azaltılarak basıncının yükseltilebilir olduğunu ifade eder. Sıkıştırılan havanın sıcaklığı da artar. Gazlar, sıvılara ve katılara oranla daha fazla sıkıştırılabilir.

1.2. Pnömatik Devre Elemanları

Pnömatik devreleri oluşturan çeşitli devre elemanları vardır. Her elemanın kullanım amacı ve görevi farklıdır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Pnömatik Devre Elemanlarının Sınıflandırılması

Görev Grubu	Pnömatik Devre Elemanları
Güç kaynağı elemanları	• Kompresörler • Hava tankları • Filtreler • Kurutucular • Şartlandırıcılar • Susturucular • Soğutucular • Basınç anahtarları • Bağlantı elemanları
Kontrol elemanları	• Yön kontrol valfleri • Basınç kontrol valfleri • Akış kontrol valfleri
İş elemanları	• Pnömatik silindirler • Pnömatik döndürücüler • Pnömatik motorlar
Ölçme elemanları	• Manometre • Termometre

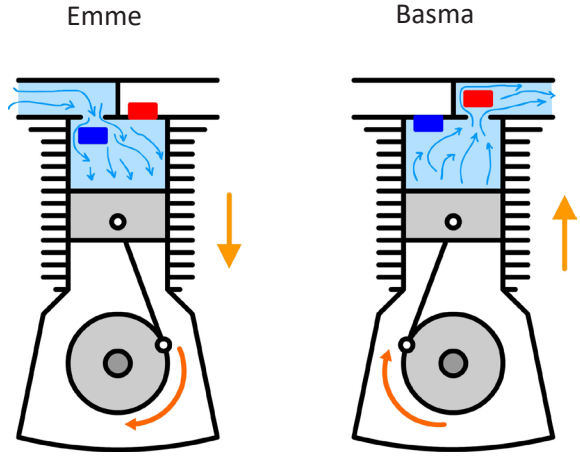
1.2.1. Güç Kaynağı Elemanları

Pnömatik devrelerde kullanılan havayı dış ortamdan alarak basınçlandıran, depolayan, filtreleyen, soğutan devre elemanlarıdır.

a) Kompresörler

Dış ortamdan alınan havayı basınçlandırarak sistem için kullanılabilir hâle getiren devre elemanlarıdır. Kompresörler, hareketini içten yanmalı bir motor veya elektrik motorundan alır. Kompresörlerin dişli, pistonlu ve paletli çeşitleri yaygın olarak kullanılır.

Günümüz gemilerinde elektrik motorundan hareket alan pistonlu tip kompresörler kullanılır. Pistonlu tip kompresörler, silindirin içinde aşağı yukarı hareket eden piston ve valflerden oluşur. Piston aşağı doğru inerken basma valfi kapanır, emme valfi açılır ve silindirin içine hava emilir. Piston yukarı doğru çıkarken emme valfi kapanır, basma valfi açılır ve silindirin içindeki hava tanka gönderilir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Pistonlu tip kompresör

b) Hava Tankları

Havayı istenilen basınçta depolayan, yüksek basınçlara dayanıklı, silindirik yapıdaki devre elemanlarıdır. Hava tankları sayesinde depolanan hava, sisteme kesintisiz ve sürekli olarak verilebilir.

Tankta bulunan havanın içerisindeki nemin dibe çökmesiyle tankın içinde su birikebilir. Bu suyun sistemden tahliye edilmesini sağlayan valflere **trap** veya **boşaltma musluğu** denir. Boşaltma musluğu, hava tanklarında olduğu gibi çeşitli devre elemanlarında da bulunabilir (Görsel 3.1).



Görsel 3.1: Hava tankı

c) Filtreler

Dış ortamdan kompresöre emilen havanın içinde bulunan kirleticileri tutarak bunların sisteme girmesini engelleyen devre elemanlarıdır (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Filtre

ç) Kurutucular

Havanın içerisindeki nemi çeşitli yöntemlerle alarak havayı kurutan devre elemanlarıdır (Görsel 3.3).



Görsel 3.3: Kurutucu

d) Şartlandırıcılar

Pnömatik sistemlerde havanın istenilen özelliklerde hazırlanmasını sağlayan devre elemanlarıdır. Şartlandırıcılar filtre, yağlayıcı ve basınç ayarlayıcı olmak üzere üç farklı devre elemanının birleşiminden oluşur (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: Şartlandırıcı

e) Susturucular

Pnömatik sistemlerin hava giriş ve çıkışlarındaki hava hızı ve basıncının oluşturduğu gürültüyü engellemek veya azaltmak için kullanılan devre elemanlarıdır (Görsel 3.5).



Görsel 3.5: Susturucu

f) Soğutucular

Pnömatik sistemlerde basınçla birlikte sıcaklığı artan havayı soğutarak ideal çalışma sıcaklığına getiren devre elemanlarıdır (Görsel 3.6).



Görsel 3.6: Soğutucu

g) Basınç Anahtarları

Hava tankında bulunan hava basıncının istenilen değerde kalmasını sağlayan devre elemanlarıdır. Basınç anahtarı; tank basıncı en yüksek çalışma değerine geldiğinde, kompresörü çalıştıran elektrik motorunun enerjisini keserek kompresörü durdurur. Basıncın en düşük çalışma değerine gelmesiyle kompresörü tekrar çalıştırarak tanka hava dolmasını ve sürekli olarak basınçlı havanın sisteme gönderilmesini sağlar. Basınç anahtarları, üzerlerinde bulunan ayar vidalarıyla istenilen basınç değerine ayarlanabilir (Görsel 3.7).



Görsel 3.7: Basınç anahtarı

ğ) Bağlantı Elemanları

Pnömatik sistemlerde basınçlı hava akışını sağlayan devre elemanlarıdır. Pnömatik devre elemanları boru, hortum ve ara bağlantı elemanlarıyla birbirine bağlanır. Pnömatik sistemlerde genellikle kolay sökülüp takılabilen bağlantılar kullanılır (Görsel 3.8).



Görsel 3.8: Pnömatik bağlantı elemanları

1.2.2. Kontrol Elemanları

Hava akışını kontrol ederek hava akışının istenilen şekilde gerçekleşmesini sağlayan devre elemanlarıdır. Kontrol elemanları; akışın yönünü, basıncını ve istenilen değerde olmasını kontrol altına alır.

a) Yön Kontrol Valfleri

Havanın yönünü kontrol ederek iş elemanının istenilen yönde hareket etmesini veya durmasını sağlayan devre elemanlarıdır. Yön kontrol valfleri, bu işlevlerinin yanında havanın dış ortama tahliye edilmesini de sağlar. Yön kontrol valfleri mekanik, hidrolik, pnömatik, elektrik ve elle kumandalı olarak kontrol edilebilir (Görsel 3.9).



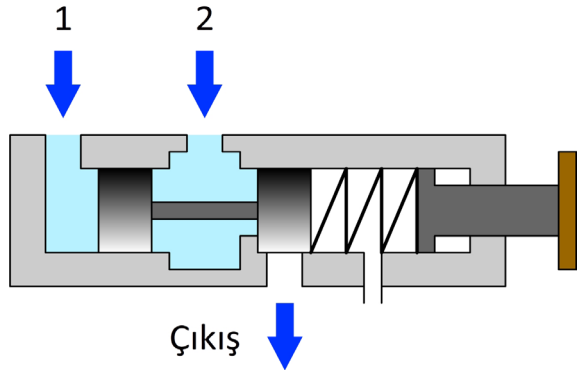
Görsel 3.9: Yön kontrol valfi

Hidrolik sistemlerde olduğu gibi pnömatik sistemlerde de VE ve VEYA valfleri kullanılır. Bu valflerin yapı ve görevleri aynıdır.

b) Basınç Kontrol Valfleri

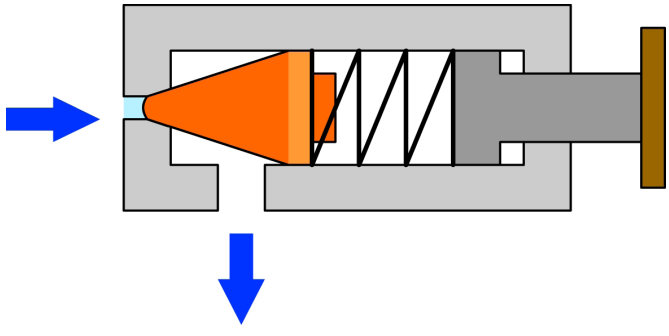
Pnömatik sistemlerde kompresörden gönderilen havanın basıncını belirli sınırlar içinde tutan devre elemanlarıdır. Hava basıncı, basınç kontrol valfleri yardımıyla ayarlanabilir veya sınırlanabilir. Kullanım amacına göre çeşitli basınç kontrol valfleri vardır.

- **Basınç Sıralama Valfleri:** Birden fazla iş elemanının farklı zamanlarda devreye girmesini gerektiren sistemlerde kullanılan valflerdir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Basınç sıralama valfi

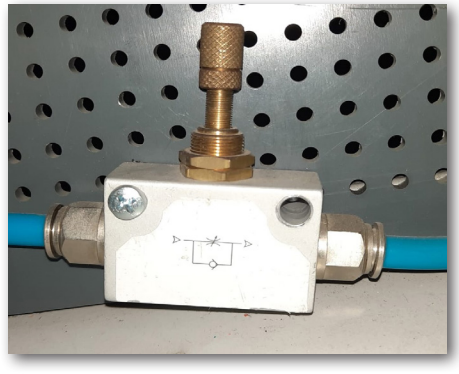
- **Basınç Emniyet Valfleri:** Hava basıncının aşırı yükselmesine karşı pnömatik sistemi koruyan valflerdir. Normal şartlarda kapalı hâlde duran bu valfler; hava basıncı izin verilen en yüksek seviyeye çıktığında, açılarak havayı tahliye eder (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Basınç emniyet valfi

c) Akış Kontrol Valfleri

Pnömatik sisteme giden hava miktarının kontrol edilmesini sağlayan devre elemanlarıdır. Bu valflerle hava akışı değiştirilerek iş elemanlarının hızı kontrol edilebilir. Sabit, ayarlanabilir ve geri döndürmez akış kontrol valfleri vardır (Görsel 3.10).



Görsel 3.10: Akış kontrol valfi

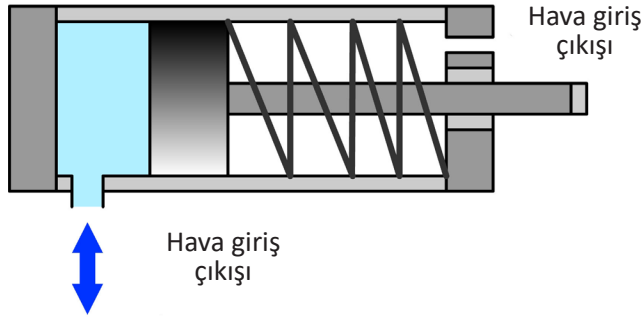
1.2.3. İş Elemanları

Doğrusal veya döner hareket gerçekleştirerek pnömatik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren devre elemanlarıdır.

a) Pnömatik Silindirler

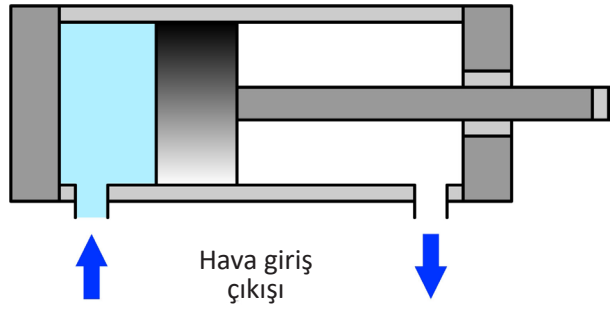
Pnömatik enerjiyi doğrusal mekanik enerjiye dönüştüren devre elemanlarıdır. Valflerle kontrol edilen pnömatik silindirler, ileri ve geri doğrusal hareketler üretir.

- **Tek Etkili Pnömatik Silindirler:** Hava basıncının, pistonunun tek yüzeyine etki ettiği ve tek girişi olan silindirlerdir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Tek etkili pnömatik silindir

- **Çift Etkili Pnömatik Silindirler:** Hava basıncının, pistonunun iki yüzeyinden herhangi birine etki ettiği ve iki girişi olan silindirlerdir. Pistonun hareketi sırasında bir yüzeyine hava basıncı etki ederken diğer yüzeyindeki hava dış ortama atılır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Çift etkili pnömatik silindir

NOTLAR

.....

.....

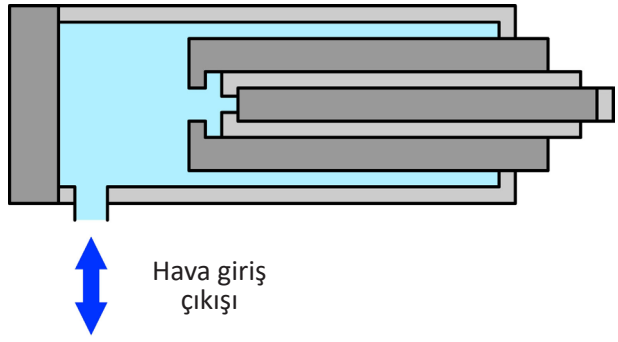
.....

.....

.....

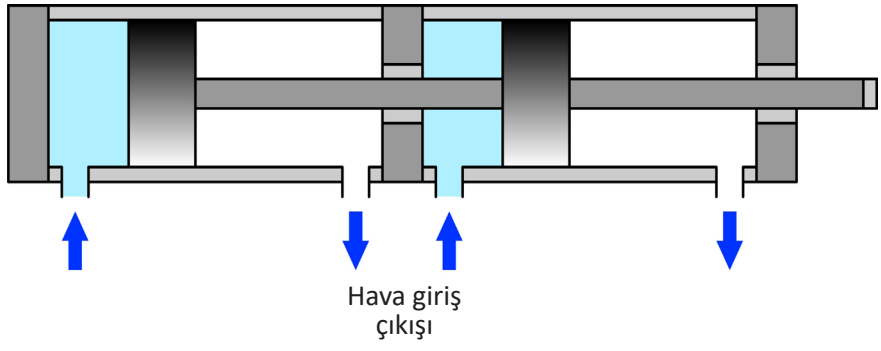
.....

- **Teleskopik Pnömatik Silindirler:** İç içe geçmiş farklı çaplardaki birden fazla silindirden oluşan silindirlerdir. Hava basıncının etkisiyle iç içe geçmiş bütün silindirler açılana kadar piston hareketi devam eder. Bu silindirler, ihtiyaca göre tek etkili veya çift etkili olarak üretilebilir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Teleskopik pnömatik silindir

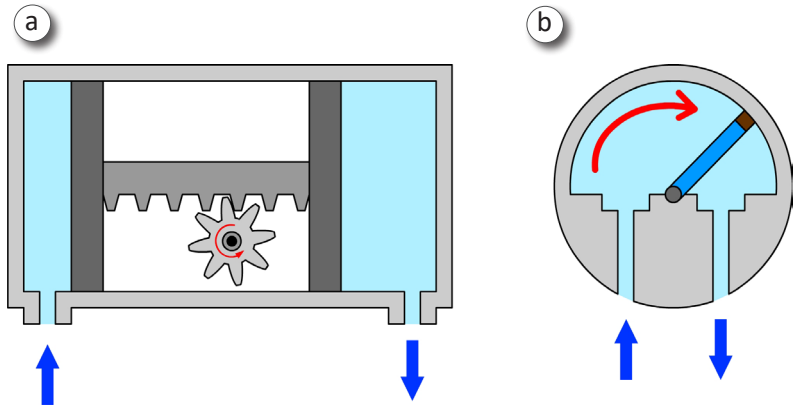
- **Tandem Pnömatik Silindirler:** Aynı piston koluna bağlı birden fazla pistonun yer aldığı pnömatik silindirlerdir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Tandem pnömatik silindir

b) Pnömatik Döndürücüler

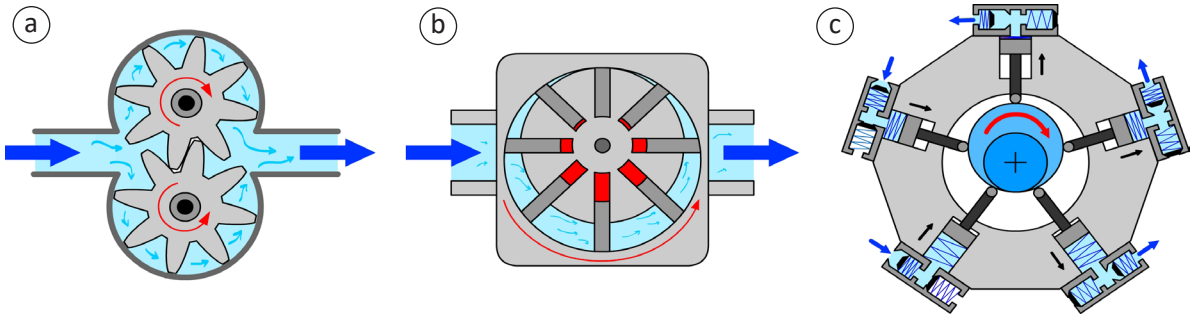
Açısal dönme hareketi yapabilen devre elemanlarıdır. Hidrolik döndürücülere benzer yapıda kremayer dişli tip ve kanatlı tip döndürücüler vardır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Kremayer dişli tip (a) ve kanatlı tip (b) pnömatik döndürücü

c) Pnömatik Motorlar

Valflerle kontrol edilen, pnömatik enerjiyi döner mekanik enerjiye dönüştüren devre elemanlarıdır. Motora giren havanın debisi ile motor devri doğru orantılı olarak değişir. Dişli tip, paletli tip ve pistonlu tip pnömatik motor çeşitleri yaygın olarak kullanılır (Şekil 3.10).



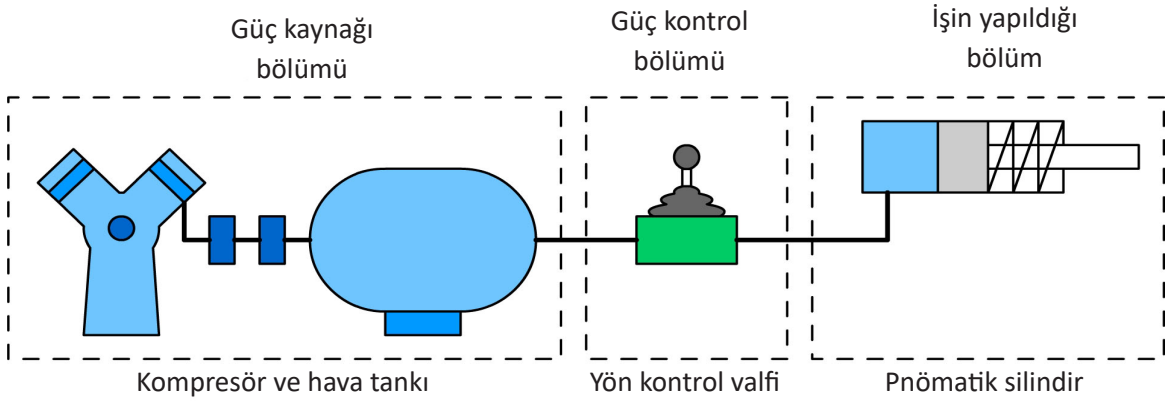
Şekil 3.10: Dişli tip (a), paletli tip (b), pistolu tip (c) pnömatik motor çeşitleri

1.2.4. Ölçme Elemanları

Pnömatik sisteme ait basınç, akış gibi değişkenlerin izlenmesi ve kontrol edilmesini sağlayan devre elemanlarıdır.

1.3. Pnömatik Devreler

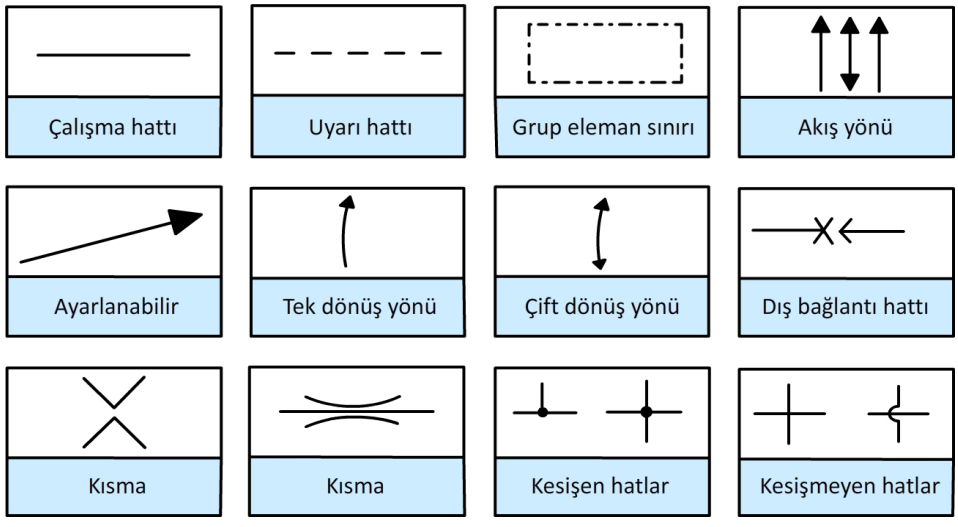
Pnömatik enerjinin üretilebilmesi için farklı devre elemanlarının uyumlu ve sorunsuz şekilde çalışması gerekir. Pnömatik sistemler, dış ortamdaki havayı emerek sıkıştırır ve iş yapmak için gereken basıncı oluşturur. Kullanılan hava, iş yaptıktan sonra tekrar dış ortama salınır. Pnömatik sistemler genel olarak güç kaynağı, güç kontrolü ve işin yapıldığı bölümlerden oluşur. Kullanım alanı ve şartlarına bağlı olarak sisteme farklı devre elemanları eklenebilir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Pnömatik sistemin bölümleri

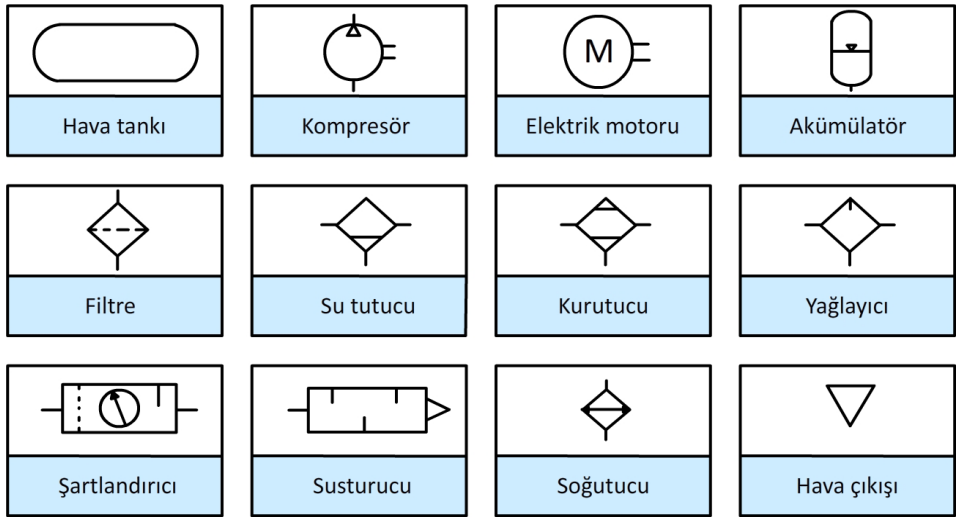
Pnömatik devreler, hidrolik devreler gibi şematik resimler ve her bir elemanı simgeleyen sembollerle ifade edilir. Uluslararası standartlar çerçevesinde belirli kurallara göre oluşturulan şemalar, devrede kullanılan elemanların özelliklerinden devrenin çalışmasına kadar pek çok bilgi içerir.

Şekil 3.12'de pnömatik devreleri oluşturan hatların çiziminde kullanılan semboller görülmektedir.



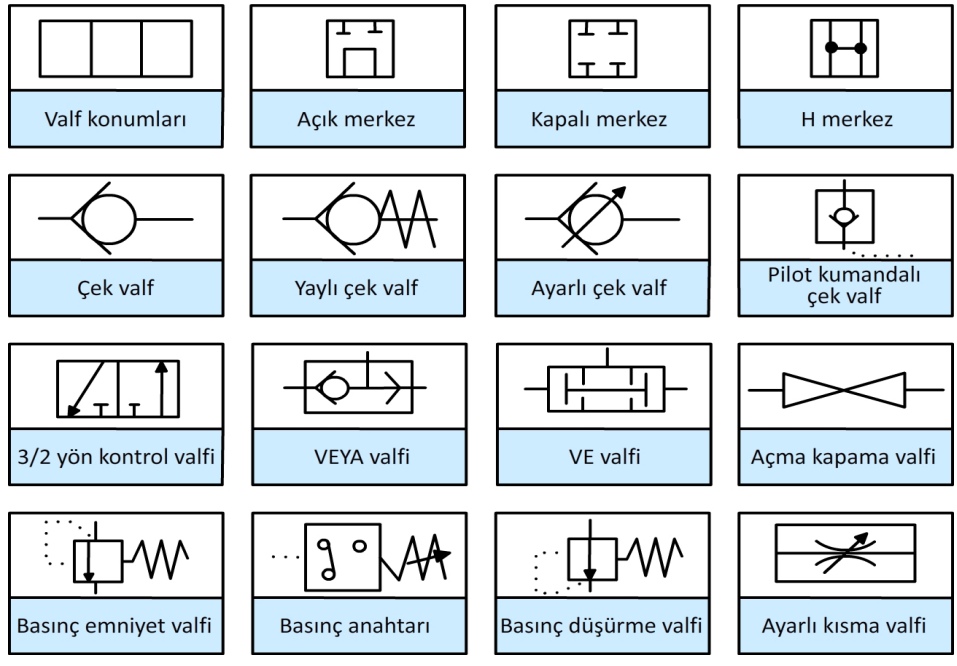
Şekil 3.12: Pnömatik devre hatlarının sembolleri

Şekil 3.13'te pnömatik devrelerin güç kaynağı bölümünde kullanılan devre elemanlarının sembolleri görülmektedir.



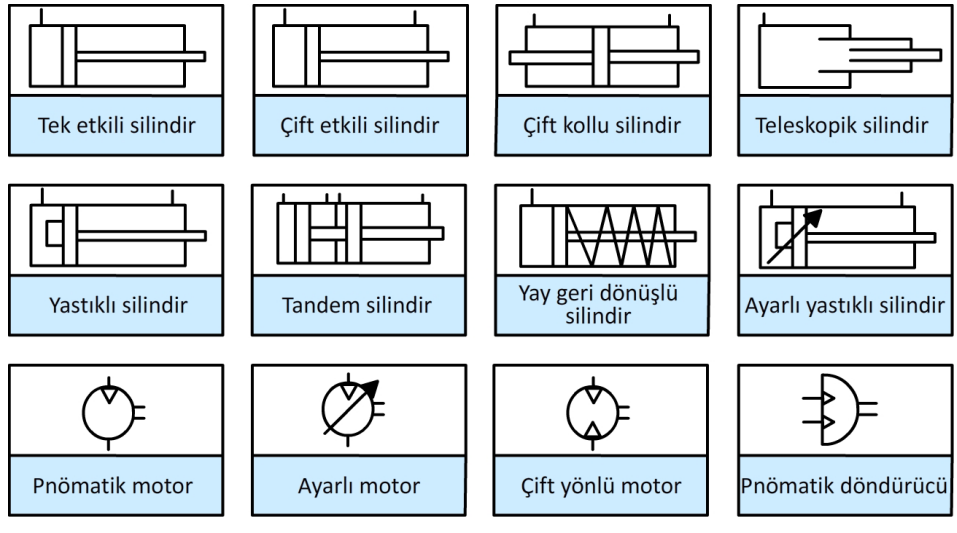
Şekil 3.13: Pnömatik devrelerde güç kaynağı elemanlarının sembolleri

Şekil 3.14'te pnömatik devrelerde kontrol elemanı olarak kullanılan devre elemanlarının sembolleri görülmektedir.



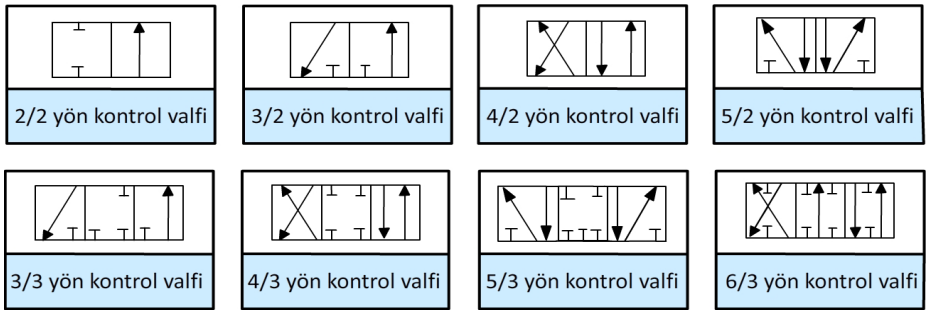
Şekil 3.14: Pnömatik devrelerde kontrol elemanlarının sembolleri

Şekil 3.15'te pnömatik devrelerde iş elemanı olarak kullanılan devre elemanlarının sembolleri görülmektedir.



Şekil 3.15: Pnömatik devrelerde iş elemanlarının sembolleri

Pnömatik devrelerde kullanılan yön kontrol valfleri, hidrolik devrelerdeki gibi adlandırılır (Şekil 3.16).



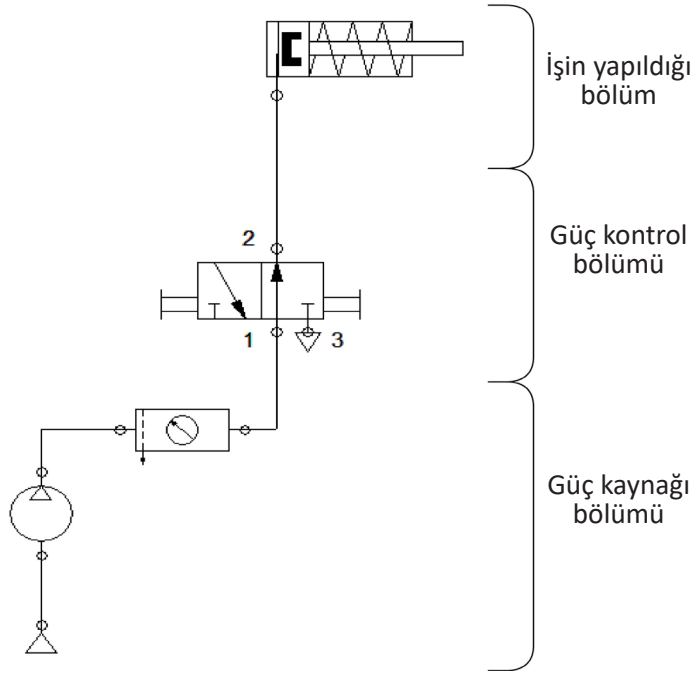
Şekil 3.16: Pnömatik devrelerde yaygın olarak kullanılan yön kontrol valflerinin sembolleri

Pnömatik valfler adlandırılırken sembol üzerinde hangi yolun hangi devre hattına bağlanacağı, harf veya rakamlarla belirtilir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Pnömatik Devre Hatlarının Numaralandırılması

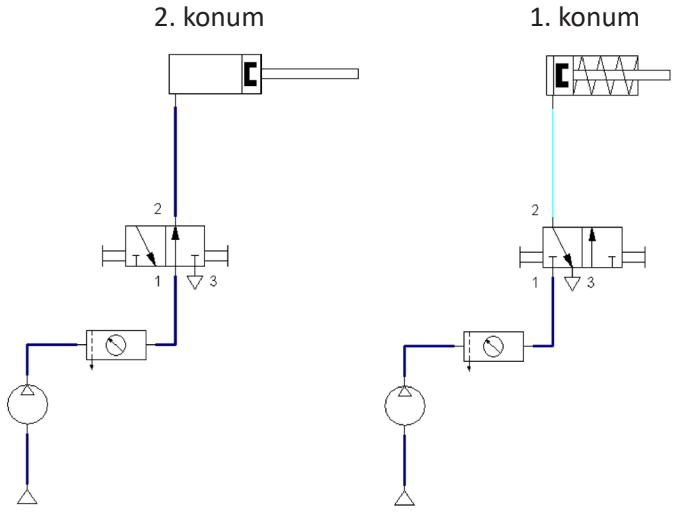
Basınç Hattı	İş Hattı	Tahliye (Egzoz) Hattı	Pilot Hattı
1 (P)	2 (A), 4 (B)	3 (R), 5 (S)	12 (Y, Z), 14 (Z)

Şekil 3.17'de tek etkili, yay geri dönüşlü bir pnömatik silindirin 3/2 yön kontrol valfi ile kontrol devre şeması görülmektedir. Devre elemanları birbirine bağlantı elemanları yardımıyla bağlanmıştır. Güç kaynağı bölümü kompresör ve şartlandırıcıdan oluşmuştur. Güç kontrol bölümünde 3/2 yön kontrol valfi kullanılmıştır. Tek etkili pnömatik silindir, işin yapıldığı bölümde yön kontrol valfinin konumuna göre doğrusal hareket etmektedir.



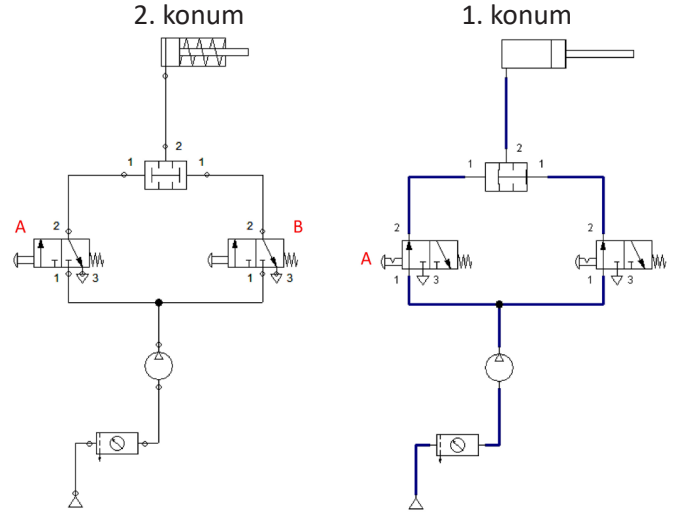
Şekil 3.17: Tek etkili pnömatik silindirin kontrol devre şeması

Devre, yön kontrol valfinin iki ayrı konumunda çalıştırılabilir. Yön kontrol valfi ikinci konumdayken sisteme gönderilen basınçlı hava, valfin 1-2 yolunu izleyerek pnömatik silindire ulaşır ve pistonu iter. Yön kontrol valfi birinci konuma alındığında silindirin içindeki basınçlı hava, yayın pistonu itmesiyle valfin 2-3 yolunu izleyerek egzozdan dış ortama atılır. Piston, valf kontrolüyle istenilen yönde hareket ettirilir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18: Tek etkili pnömatik silindirin kontrol şemaları

Şekil 3.19'da tek etkili, yay geri dönüşlü bir pnömatik silindirin VE valfi ile kontrol devre şeması görülmektedir. Güç kaynağı bölümü kompresör ve şartlandırıcıdan oluşmuştur. Güç kontrol bölümünde **A** ve **B** olarak adlandırılmış iki adet yay geri dönüşlü, mekanik kontrollü 3/2 yön kontrol valfi ve bu valflerin kontrol ettiği bir adet VE valfi kullanılmıştır. A ve B valflerinin her ikisi de birinci konuma getirildiğinde VE valfi basınçlı havaya çıkış verir. Pnömatik silindire ulaşan basınçlı hava, pistonu iter. Valflerden biri ikinci konuma geldiğinde yani basınçlı havanın VE valfine, girişini durdurduğunda VE valfi, çıkışı kapatır ve pistonun üzerindeki basınç ortadan kalkar. Piston, yayın etkisiyle ters yönde hareket ederek ilk konumuna geri gelir.



Şekil 3.19: VE valfiyle tek etkili pnömatik silindirin kontrolünü sağlayan devre şeması

3.1. UYGULAMA

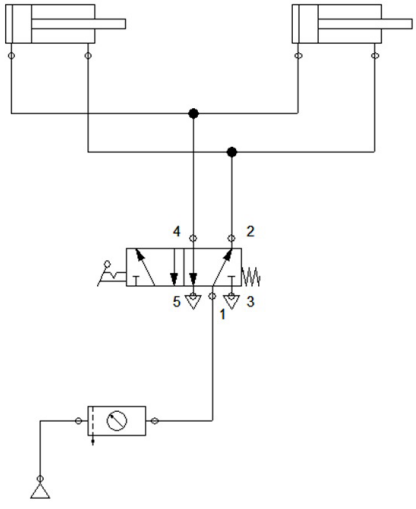
ÇİFT ETKİLİ İKİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN PNÖMATİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Pnömatik devre elemanlarını kullanarak çift etkili iki pnömatik silindirin kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Kompresör	1 adet
2. Şartlandırıcı	1 adet
3. Bağlantı elemanları	Yeteri kadar
4. 5/2 yön kontrol valfi	1 adet
5. Çift etkili pnömatik silindir	2 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Pnömatik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 3.20).
3. Yön kontrol valfinin bağlantıları yapılır.
4. Çift etkili pnömatik silindirlerin bağlantıları yapılır.
5. Kompresör çalıştırılarak basınçlı hava hazırlanır.
6. Yön kontrol valfi birinci konuma getirilerek pistonların hareketi gözlenir.
7. Yön kontrol valfi ikinci konuma getirilerek pistonların hareketi gözlenir.



Şekil 3.20: Çift etkili iki pnömatik silindirin kontrolü

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.	Pnömatik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
5.	Çift etkili pnömatik silindirlerin bağlantılarının yapılması	10	
6.	Kompresörün çalıştırılması ve basınçlı havanın hazırlanması	10	
7.	Yön kontrol valfinin birinci konuma getirilerek pistonların hareketinin gözlenmesi	15	
8.	Yön kontrol valfinin ikinci konuma getirilerek pistonların hareketinin gözlenmesi	15	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

3.2. UYGULAMA

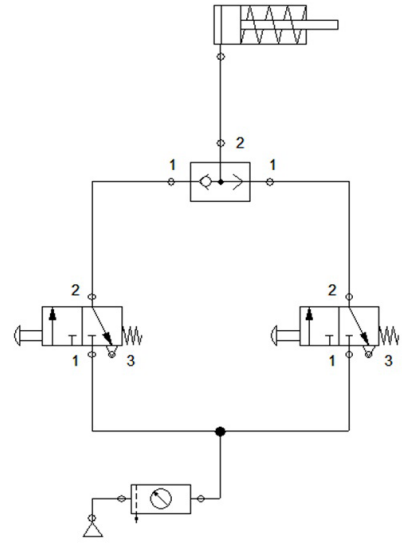
VEYA VALFİYLE TEK ETKİLİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN PNÖMATİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Pnömatik devre elemanlarını kullanarak VEYA valfiyle tek etkili pnömatik silindirin kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Kompresör	1 adet
2. Şartlandırıcı	1 adet
3. Bağlantı elemanları	Yeteri kadar
4. VEYA valfi	1 adet
5. 3/2 yön kontrol valfi	2 adet
6. Tek etkili, yay geri dönüşlü pnömatik silindir	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Pnömatik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 3.21).
3. Yön kontrol valflerinin bağlantıları yapılır.
4. Tek etkili pnömatik silindirin bağlantıları yapılır.
5. Kompresör çalıştırılarak basınçlı hava hazırlanır.
6. Yön kontrol valflerinin her birinin konumu ayrı ayrı değiştirildiğinde pistonun hareket ettiği gözlenir.



Şekil 3.21: Tek etkili pnömatik silindirin VEYA valfiyle kontrolü

Uygulama Değerlendirme

Sıra No.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Pnömatik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
5.	Tek etkili pnömatik silindir bağlantılarının yapılması	10	
6.	Kompresörün çalıştırılması ve basınçlı havanın hazırlanması	10	
7.	Yön kontrol valflerinin konumu ayrı ayrı değiştirildiğinde pistonun hareket ettiğinin gözlenmesi	20	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

3.3. UYGULAMA

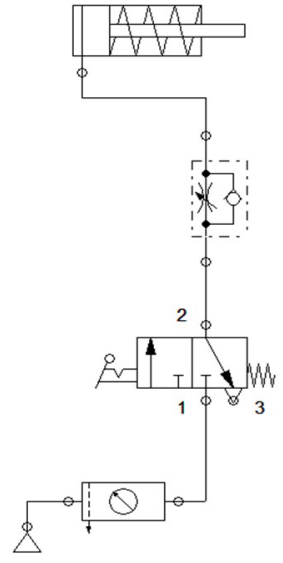
AKIŞ KONTROL VALFİYLE TEK ETKİLİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN HIZ KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Pnömatik devre elemanlarını kullanarak akış kontrol valfiyle tek etkili pnömatik silindirin hız kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Kompresör	1 adet
2. Şartlandırıcı	1 adet
3. Bağlantı elemanları	Yeteri kadar
4. Tek yönlü akış kontrol valfi	1 adet
5. 3/2 yön kontrol valfi	2 adet
6. Tek etkili, yay geri dönüşlü pnömatik silindir	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Pnömatik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 3.22).
3. Yön kontrol valfinin bağlantıları yapılır.
4. Akış kontrol valfinin bağlantıları yapılır.
5. Tek etkili pnömatik silindirin bağlantıları yapılır.
6. Kompresör çalıştırılarak basınçlı hava hazırlanır.
7. Yön kontrol valfi birinci konuma getirilerek pistonun hareketi gözlenir.
8. Piston hareketi sırasında akış kontrol valfi ayarlanarak piston hızı değiştirilir.



Şekil 3.22: Tek etkili pnömatik silindirin akış kontrol valfiyle hız kontrolü

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.	Pnömatik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
5.	Akış kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
6.	Tek etkili pnömatik silindir bağlantılarının yapılması	10	
7.	Kompresörün çalıştırılması ve basınçlı havanın hazırlanması	10	
8.	Yön kontrol valfinin birinci konuma getirilerek piston hareketinin gözlenmesi	10	
9.	Piston hareketi sırasında akış kontrol valfi yardımıyla piston hızının değiştirilmesi	10	
10.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

3.4. UYGULAMA

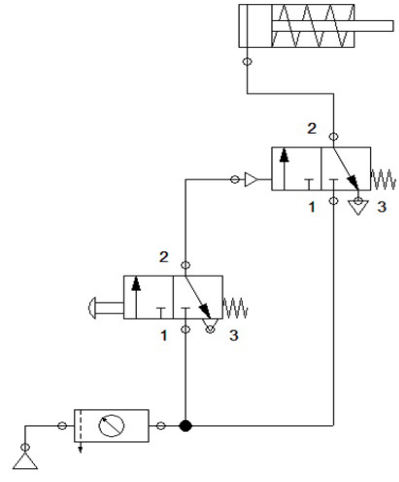
HAVA KUMANDALI YÖN KONTROL VALFİYLE TEK ETKİLİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Pnömatik devre elemanlarını kullanarak hava kumandalı yön kontrol valfiyle tek etkili pnömatik silindirin kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Kompresör	1 adet
2. Şartlandırıcı	1 adet
3. Bağlantı elemanları	Yeteri kadar
4. Havayla kumandalı 3/2 yön kontrol valfi	1 adet
5. Elle kumandalı 3/2 yön kontrol valfi	1 adet
6. Tek etkili, yay geri dönüşlü pnömatik silindir	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Pnömatik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 3.23).
3. Havayla kumandalı yön kontrol valfinin bağlantıları yapılır.
4. Elle kumandalı yön kontrol valfinin bağlantıları yapılır.
5. Tek etkili pnömatik silindirin bağlantıları yapılır.
6. Kompresör çalıştırılarak basınçlı hava hazırlanır.
7. Elle kumandalı yön kontrol valfinin birinci konuma getirildiğinde havayla kumandalı yön kontrol valfini kontrol ettiği gözlenir.
8. Havayla kumandalı yön kontrol valfi birinci konuma geldiğinde piston hareketi gözlenir.



Şekil 3.23: Tek etkili pnömatik silindirin hava kumandalı yön kontrol valfiyle kumandası

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.	Pnömatik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Elle kumandalı yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
5.	Havayla kumandalı yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
6.	Tek etkili pnömatik silindir bağlantılarının yapılması	10	
7.	Kompresörün çalıştırılması ve basınçlı havanın hazırlanması	10	
8.	Elle kumandalı yön kontrol valfinin birinci konuma getirildiğinde havayla kumandalı yön kontrol valfini kontrol ettiğinin gözlenmesi	10	
9.	Havayla kumandalı yön kontrol valfi birinci konuma geldiğinde piston hareketinin gözlenmesi	10	
10.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

3.5. UYGULAMA

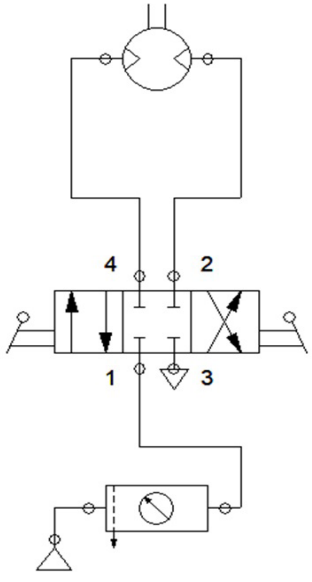
PNÖMATİK MOTORUN KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Pnömatik devre elemanlarını kullanarak pnömatik motorun kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	Miktar
1. Kompresör	1 adet
2. Şartlandırıcı	1 adet
3. Bağlantı elemanları	Yeteri kadar
4. 4/3 yön kontrol valfi	1 adet
5. Pnömatik motor	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Pnömatik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 3.24).
3. Yön kontrol valfinin bağlantıları yapılır.
4. Pnömatik motorun bağlantıları yapılır.
5. Kompresör çalıştırılarak basınçlı hava hazırlanır.
6. Yön kontrol valfi birinci konuma getirilerek pnömatik motor hareketi gözlenir.
7. Yön kontrol valfi ikinci konuma getirilerek pnömatik motorun tersine hareketi gözlenir.
8. Yön kontrol valfi nötr konuma getirilerek pnömatik motorun durduğu gözlenir.



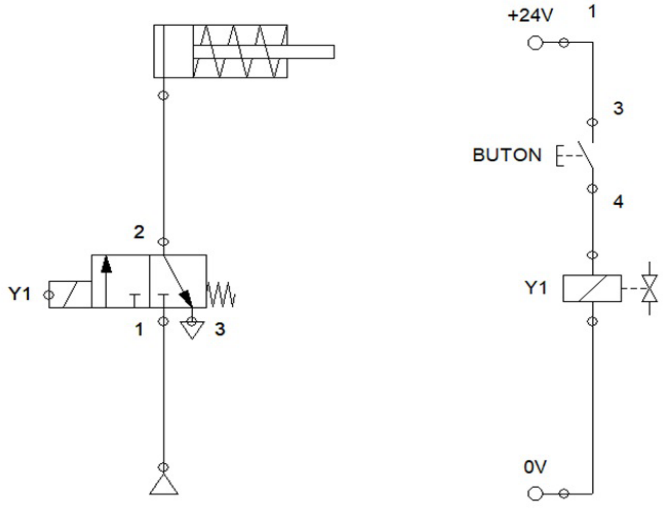
Şekil 3.24: Pnömatik motor kontrolü

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.	Pnömatik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Yön kontrol valfi bağlantılarının yapılması	10	
5.	Pnömatik motor bağlantılarının yapılması	10	
6.	Kompresörün çalıştırılması ve basınçlı havanın hazırlanması	10	
7.	Yön kontrol valfinin birinci konuma getirilerek pnömatik motor hareketinin gözlenmesi	10	
8.	Yön kontrol valfinin ikinci konuma getirilerek pnömatik motorun tersine hareketinin gözlenmesi	10	
9.	Yön kontrol valfinin nötr konuma getirilerek pnömatik motorun durduğunun gözlenmesi	10	
10.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

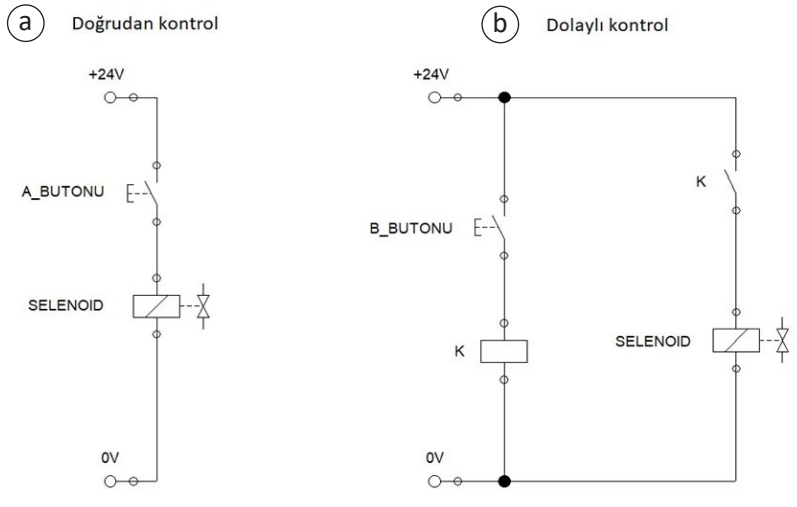
2. ELEKTROPNÖMATİK SİSTEMLER

Elektrik sinyalleri yardımıyla kumanda edilen pnömatik devrelere **elektropnömatik sistemler** denir. Hızlı ve hassas bir şekilde çalışan bu sistemler, uzaktan kontrol imkânı sağlar. Elektropnömatik sistemlerde kullanılan devre elemanları, hidrolik sistemlerde kullanılan devre elemanlarıyla benzerlik gösterir. Elektropnömatik sistemlerde anahtarlama elemanları, elektropnömatik valfler, sensörler, elektriksel ölçme ve kontrol elemanları ile elektronik kontrol üniteleri kullanılır. Elektropnömatik devrelerde elektrikli devre şeması ayrıca gösterilir. Pnömatik ve elektrik devre şemalarında kullanılan aynı devre elemanları, aynı harfle adlandırılır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25: Elektropnömatik devre şeması

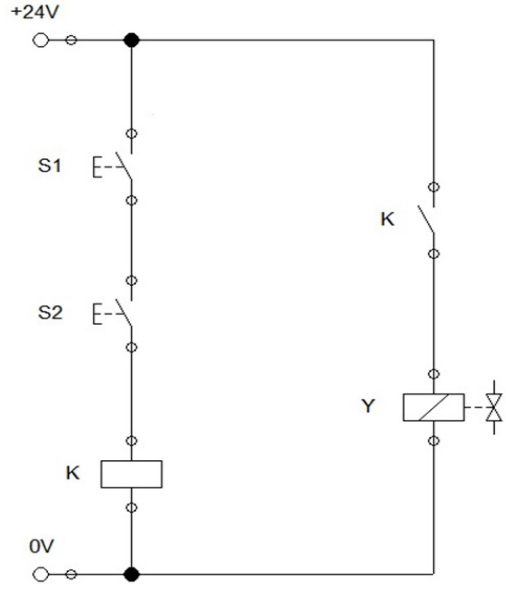
Devre elemanları doğrudan elektrik enerjisiyle kontrol edilebileceği gibi dolaylı olarak röle ve kontaktörler yardımıyla da kontrol edilebilir. Şekil 3.26'da A butonuna basıldığında devre kapanır ve selenoid valf enerjilenerek doğrudan kontrol edilir. B butonuna basıldığında K kontaktörü enerjilenerek devreyi kapatır ve selenoid valf, kontaktör yardımıyla dolaylı olarak kontrol edilir.



Şekil 3.26: Doğrudan kontrol (a) ve dolaylı kontrol (b) elektrik devre şemaları

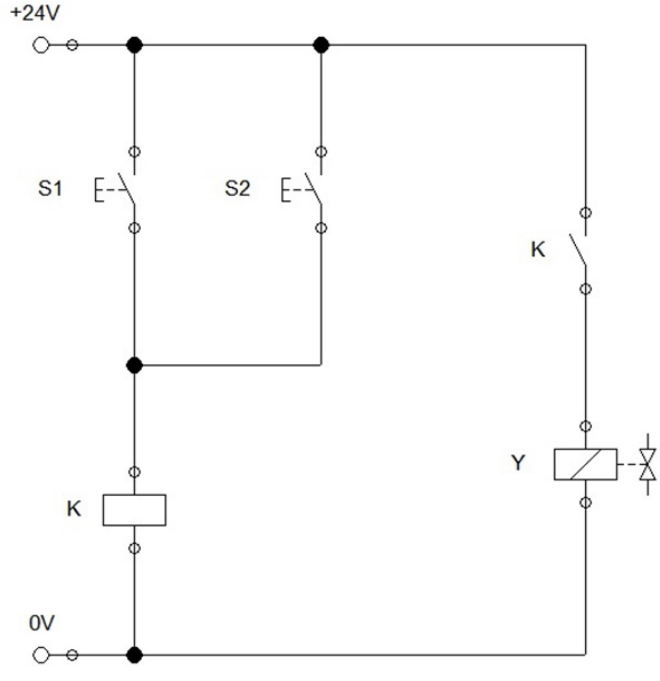
Elektropnömatik sistemlerde elektronik devre elemanları kullanılarak çeşitli devre tasarımlarıyla VE ve VEYA mantığıyla çalışan sistemler kurulabilir. VE ve VEYA işlevlerinin yerine getirilmesinde iki adet kontak kullanılabildiği gibi sistemin ihtiyaçlarına bağlı olarak daha fazla kontak veya işaret elemanı da kullanılabilir.

VE işlevini yerine getirecek bir devrede anahtarlama elemanları seri şekilde bağlanır. Kontakların tamamı kapatılmadan devreye elektrik akımı geçmeyeceği için elektropnömatik devre çalışmaz (Şekil 3.27).



Şekil 3.27: VE işlevli elektrik devre şeması

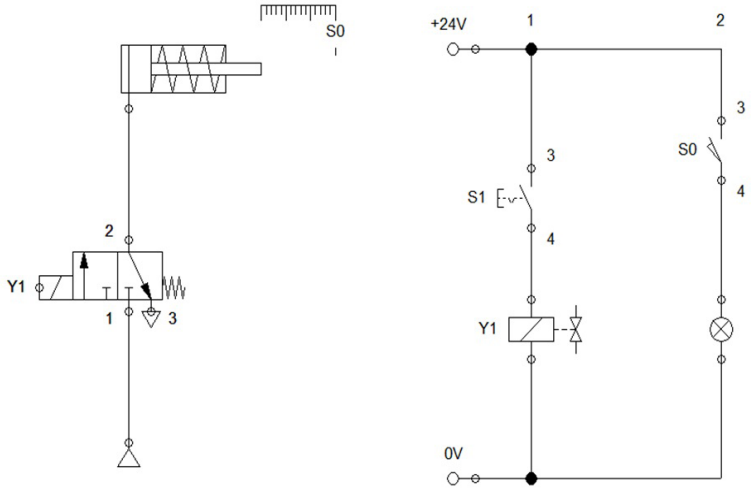
VEYA işlevi kullanılmak istendiğinde kontaklar paralel bağlanır. Paralel bağlamada kontakların herhangi birinin kapatılması sisteme elektrik akımının geçmesini sağlayacağı için devre çalışır (Şekil 3.28).



Şekil 3.28: VEYA işlevli elektrik devre şeması

Yapılacak işlerin özelliğine bağlı olarak farklı elektropnömatik devreler tasarlanarak kullanılabilir. Özellikle elektrikli sınır anahtarlarının kullanılması güvenlik, uyarı, otomatik kontrol gibi işlevlerin yerine getirilmesini sağlar.

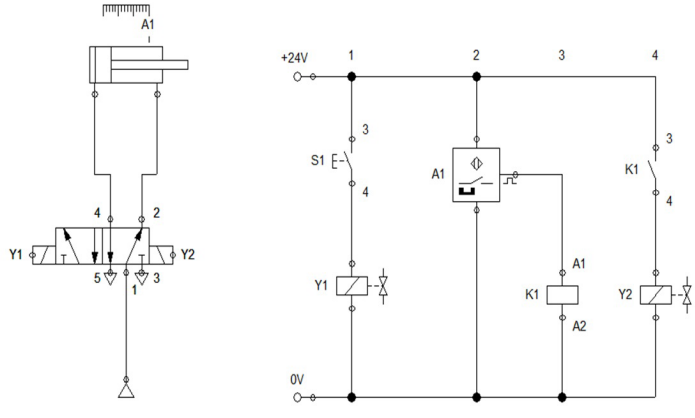
Şekil 3.29'daki elektropnömatik devre şemasında pnömatik silindirin ileri hareketi, S1 butonuyla doğrudan kontrol edilmektedir. S1 butonuna basıldığında devre kapanarak Y1 selenoidi enerjilenir ve valf birinci konuma gelir. Basınçlı havanın etkisiyle piston hareket eder. Piston kolu ileri hareket ettiğinde kurs sonuna yerleştirilmiş S0 sınır anahtarına dokunur ve anahtar devreyi kapatır. Anahtar devreyi kapattığında lamba yanarak uyarı verir.



Şekil 3.29: Sınır anahtarı kullanılmış elektropnömatik devre şeması

Sensörler, günümüzdeki elektropnömatik sistemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Çeşitli sensörler kullanılarak tasarlanan sistemlerin çalışma hızı ve hassasiyeti artar.

Şekil 3.30'da görülen elektropnömatik devrede manyetik sensör, piston kolunun geri hareketi için kullanılarak insan müdahalesine ihtiyacı ortadan kaldırmıştır. Bu devrede S1 butonuna basıldığında Y1 selenoidi enerjilenir ve valf birinci konuma gelir. Basınçlı havanın etkisiyle piston hareket eder. Piston kolu ileri hareket ettiğinde kurs sonuna yerleştirilmiş A1 sensörü, pistonu algılayarak devreyi kapatır. Devrenin kapanmasıyla K1 kontaktörü enerjilenir ve Y2 selenoidini çalıştırarak valfi ikinci konuma alır. Piston, insan müdahalesi olmadan eski konumuna döner.



Şekil 3.30: Sensör kullanılmış elektropnömatik devre şeması

3.6. UYGULAMA

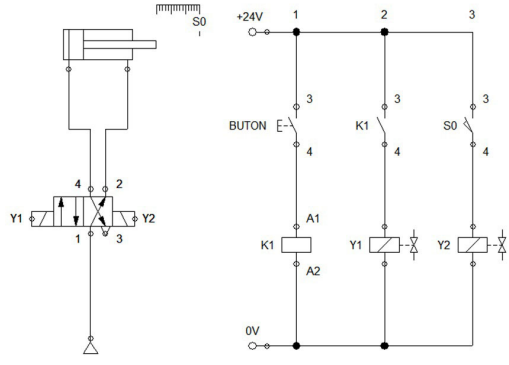
SINIR ANAHTARI KULLANARAK ÇİFT ETKİLİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN ELEKTROPNÖMATİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA

Amaç: Elektropnömatik devre elemanlarını ve sınır anahtarını kullanarak çift etkili pnömatik silindirin kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	Miktar
1. Basınç kaynağı	1 adet
2. 24 volt gerilim kaynağı	1 adet
3. Bağlantı elemanları	Yeteri kadar
4. Sınır anahtarı	1 adet
5. 4/2 elektrohidrolik yön kontrol valfi	1 adet
6. Normalde açık buton	1 adet
7. Röle	1 adet
8. Çift etkili pnömatik silindir	1 adet

İşlem Basamakları

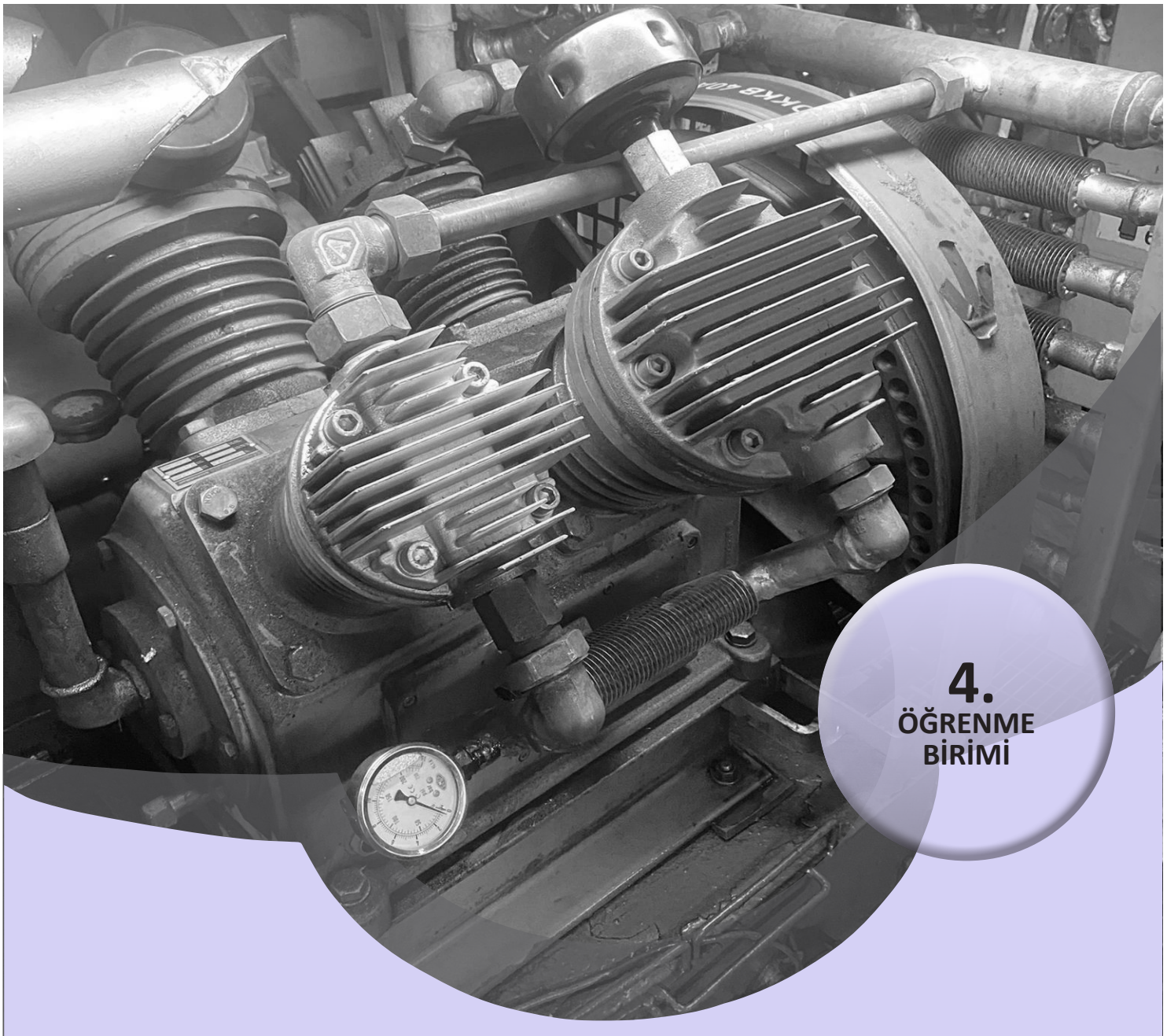
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Elektropnömatik eğitim setinin kontrolleri yapılır ve bağlantıları hazırlanır (Şekil 3.31).
3. Pnömatik devre elemanlarının bağlantıları yapılır.
4. Elektropnömatik devre elemanlarının bağlantıları yapılır.
5. Gerilim kaynağı ve enerji besleme ünitesi çalıştırılır.
6. Butona basıldığında yön kontrol valfinin konumunun değiştiği ve pistonun ileri hareket ettiği gözlenir.
7. Piston kolunun ileriye doğru hareket ettiğinde kurs sonuna yerleştirilmiş S0 sınır anahtarına dokunup tekrar geri hareket ettiği gözlenir.



Şekil 3.31: Çift etkili pnömatik silindirin elektropnömatik kontrolü

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.	Pnömatik eğitim setinin kontrol ve hazırlığının yapılması	10	
4.	Pnömatik devre elemanlarının bağlantılarının yapılması	15	
5.	Elektropnömatik devre elemanlarının bağlantılarının yapılması	15	
6.	Enerji besleme ünitesinin çalıştırılması	10	
7.	Butona basıldığında pistonun ileriye hareketinin gözlenmesi	10	
8.	Pistonun sınır anahtarı yardımıyla geriye hareketinin gözlenmesi	10	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	



4.
ÖĞRENME
BİRİMİ

GEMİLERDE PNÖMATİK DEVRE UYGULAMALARI

Neler Öğreneceksiniz?

- Pnömatik ilk hareket sistemini işletme
- Pitch kontrol sistemlerinin periyodik kontrollerini yapma
- Gemilerde kullanılan elektropnömatik sistemlerin bakımını yapma

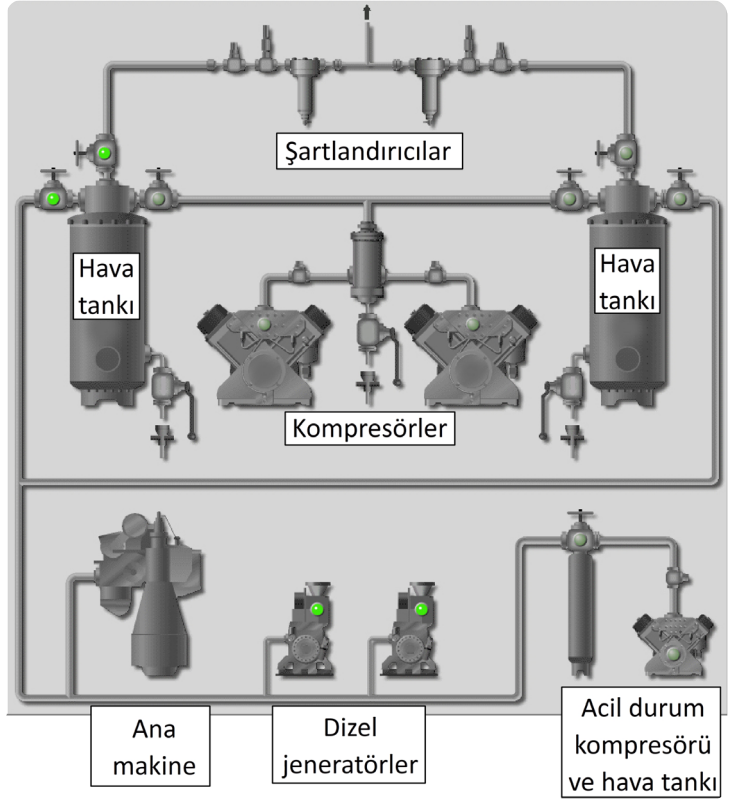
1. PNÖMATİK İLK HAREKET SİSTEMİ

İçten yanmalı motorların çalışmaya başlayabilmesi için ilk hareketin dışarıdan sağlanması gerekir. İlk hareket; el, elektrik motoru, yardımcı bir makine veya basınçlı havayla başlatılabilir. Gemilerde ana makine olarak yüksek güç üreten büyük ve ağır yapıda içten yanmalı motorlar kullanılır. Bu motorların ilk hareketi yüksek basınçlı hava kullanılarak sağlanır.

Gemilerde ana makine ve dizel jeneratörlerin çalışmaya başlaması için ilk hareketi sağlayan devreye **ilk hareket sistemi** denir. İlk hareket sistemi; havanın dış ortamdan alınarak basınçlandırılmasını, depolanmasını, filtrelenmesini ve istenildiği zaman dizel ana makineye veya dizel jeneratörlere gönderilmesini sağlar.

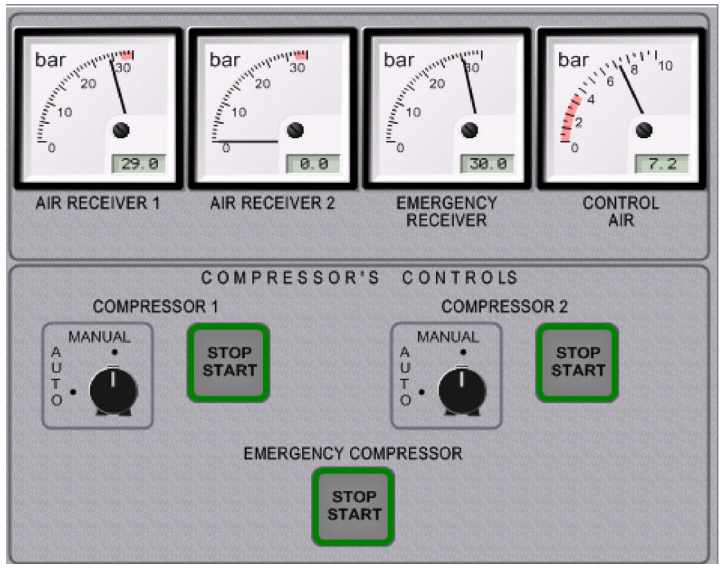
1.1. Pnömatik İlk Hareket Devresi ve Elemanları

Gemilerde ilk hareket devrelerinin temel elemanları; kompresör, kurutucu, filtre, hava tankları, şartlandırıcılar, çeşitli valfler, hava dağıtıcısı, acil durum kompresörü ve acil durum hava tankıdır. Devrelerde ayrıca alev tutucu, çek valf gibi emniyet elemanları da kullanılır. Şekil 4.1'de görülen devrede iki adet ana kompresör kullanılmıştır. İhtiyaca göre ayrı veya birlikte çalışan kompresörler, basınçlı havayı kurutucu üzerinden hava tanklarına gönderir. Hava tanklarında yaklaşık 30 bar basınçta depolanan hava, ilk hareket verilecek ana makine veya dizel jeneratörlere gönderilir. Sistemde acil durumlar için bir kompresör ve hava tankı vardır.



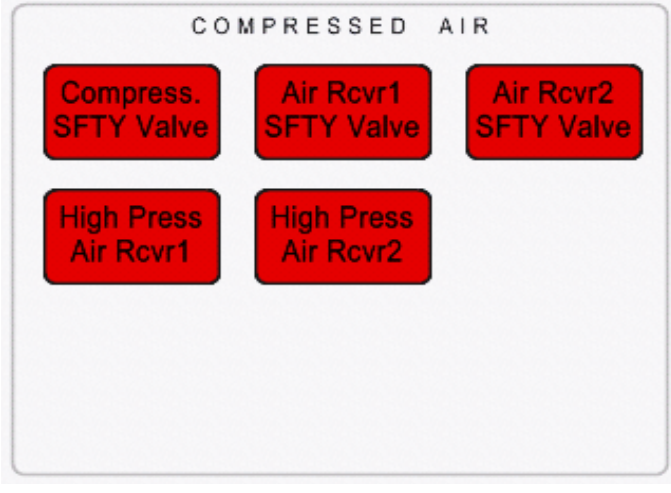
Şekil 4.1: İlk hareket sistemi hava devresi

İlk hareket devresinin uzaktan kontrolü makine kontrol odasından yapılır. Kompresörlerin çalıştırılıp durdurulması, hava tanklarının istenilen basınçta doldurulması, ilk hareketin verilmesi, çalışma değerlerinin takibi gibi işlemler uzaktan kontrol panosundan gerçekleştilir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: İlk hareket sistemi kontrol panosu

Sesli veya ışıklı arıza uyarıları, çalışma değerleri dışındaki anormal durumlarda alarm panosundan takip edilir ve gerekli önlemler alınır (Şekil 4.3).



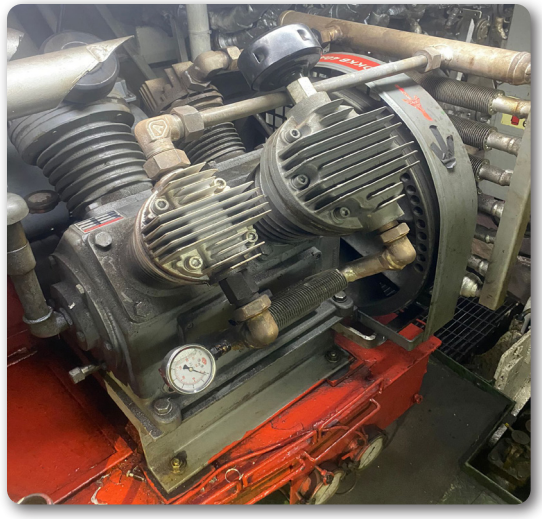
Compress. SFTY Valve: Kompresör tahliye valfinin çalıştırılması
Air Rcvr 1 SFTY Valve: 1. hava tankı tahliye valfinin çalıştırılması
Air Rcvr 2 SFTY Valve: 2. hava tankı tahliye valfinin çalıştırılması
High Press Air Rcvr 1: 1. hava tankında yüksek basınç
High Press Air Rcvr 2: 2. hava tankında yüksek basınç

Şekil 4.3: İlk hareket sistemi alarm panosu

Gemilerde ilk hareket devreleri, kullanılan ana makinenin özelliklerine göre tasarlanır. İlk hareket devre elemanları, birbiriyle uyum içerisinde ve yüksek emniyetli olarak çalışır.

a) Kompresör

Gemilerde genelde hareketini elektrik motorlarından alan pistonlu tip kompresörler kullanılır. Yüksek basınçların elde edilebilmesi için iki ya da üç kademeli kompresörler kullanılır. Kademeli kompresörlerde hava, bir silindirden diğerine soğutularak geçer ve böylece yüksek basınç elde edilir. Kompresörlerin sıcaklığının kontrol altında tutulması çalışma verimini artırır. Gemilerdeki kompresörler hava veya suyla soğutulur (Görsel 4.1).



Görsel 4.1: Pistonlu, iki kademeli kompresör

b) Hava Tankı

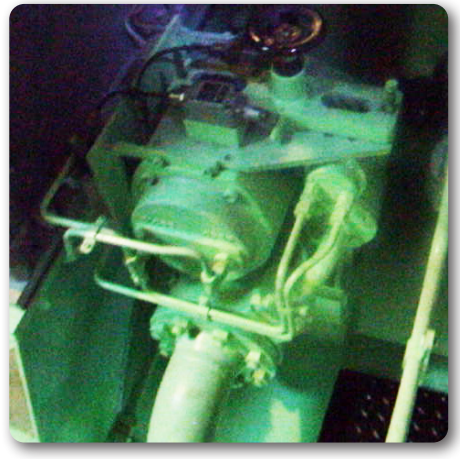
Gemilerde kompresör tarafından üretilen basınçlı havanın depolanması amacıyla kullanılır. Dikey veya yatay olarak konumlandırılan hava tanklarının üzerinde manometre, basınç emniyet valfi ve çeşitli dağıtıcı valfler bulunur. Hava tankının alt kısmında yoğuşan suyun tahliyesi için dreyn valfi (boşaltma valfi, vanası veya musluğu) bulunur (Görsel 4.2).



Görsel 4.2: Hava tankı

c) Ana Starting Valf

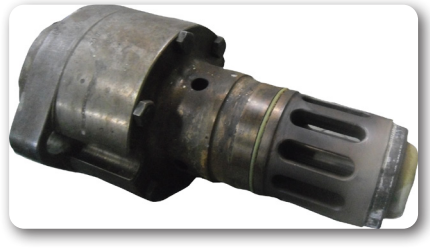
İlk hareket sisteminde yüksek basınçlı havanın sisteme gönderilmesini sağlayan ana valftir. Ana makineye ilk hareket verilmeden önce yüksek basınçlı hava, silindirlerdeki starting valflere (ilk hareket valfi) ana starting valf üzerinden gönderilir (Görsel 4.3).



Görsel 4.3: Ana starting valf

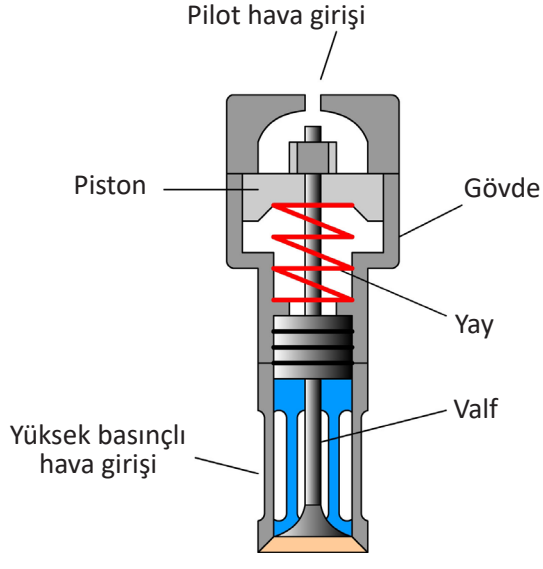
ç) Starting Valf

Makine kaverinin üzerine yerleştirilmiş starting valfler, gönderilen basınçlı havanın sırası gelen silindire dolmasını sağlar. Her silindir için ayrı bir valf bulunur. Bu valfler, pilot kontrollü veya doğrudan hava kontrollü şekilde çalışır (Görsel 4.4).



Görsel 4.4: Starting valf

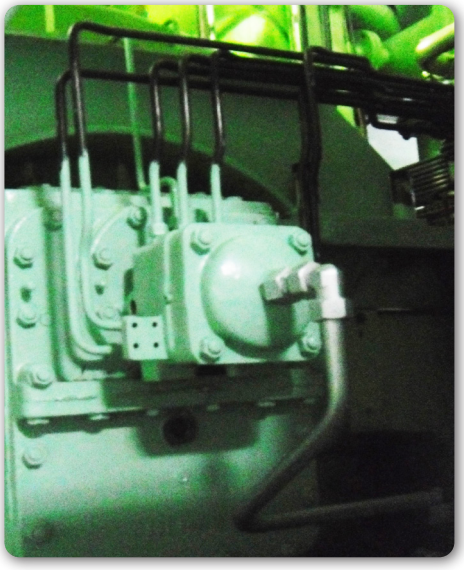
Starting valfler gövde, pilot havası girişi, piston, yay, yüksek basınçlı hava girişi ve bir valften oluşur. Pilot havası, piston yardımıyla valf yayına baskı yapar ve valfi açar. Valfin açılmasıyla silindire basınçlı hava girer. Valf, gönderilen pilot havası kesildiğinde yayın etkisiyle kapanır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Starting valf kesiti

d) Hava Distribütörü (Hava Dağıtıcı)

Hareketini kam şafttan alan hava distribütörü, sırası gelen starting valfe havayı göndererek starting valfin açılmasını sağlar. Hava distribütörü üzerinde bir ana giriş ve makine silindir sayısı kadar çıkış bulunur (Görsel 4.5).



Görsel 4.5: Hava distribütörü

1.2. Gemi Ana Makinesinin İlk Hareket İçin Hazırlanması

Gemi ana makinelerinin ilk hareketi için yüksek basınçlı hava gerekir. İlk hareket sisteminin eksiksiz çalışması ve bütün devre elemanlarının bakımlı olması, ilk hareketin sorunsuz gerçekleşmesini sağlar. İlk hareket hazırlığı için genel olarak yapılan işlemler şunlardır:

- Kompresör çalıştırılmadan önce yağ seviyesinin kontrol edilmesi
- İlk hareket hava devresinde yoğuşmuş hâlde su varsa bu suyun dreyn valflerinden tahliye edilmesi
- Şartlandırıcıların yağ seviyesinin kontrol edilmesi
- Kompresörlerin çalıştırılması
- Hava tanklarına giden valflerin açılması ve tankların havayla dolmasının sağlanması
- Devre üzerindeki manometrelerin basınç değişiminin kontrol edilmesi
- Devre elemanları ve bağlantı elemanlarının sızdırmazlığının kontrol edilmesi
- Hava tanklarının ilk hareket için gereken basınçlı havayla (25-30 bar) dolmasının sağlanması

Ana makinenin ilk hareketi için yağlama, soğutma gibi diğer sistemlerin de hazır hâle getirilmesi gerekir. İlk hareket sırasında yaşanabilecek sorunların ana makineye zarar vermemesi için pnömatik emniyet sistemleri kullanılır.

4.1. UYGULAMA

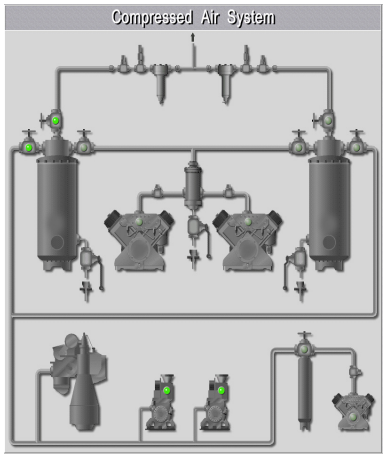
PNÖMATİK İLK HAREKET DEVRESİNİN DEVRE TAKİBİNİ YAPMA

Amaç: Gemi ana makine sistemlerinden ilk hareket devresinin devre takibini yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
Gemi makine simülatörü	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. İşlemler, gemi makine simülatörü çalıştırılarak ilk hareket sistemi ekranında yapılır (Şekil 4.5).
3. Kompresörler ve basınçlı havanın çıkış yolu tespit edilir.
4. Kompresörlerin çıkışından kurutucuya hava girişi takip edilir.
5. Kurutucu çıkışından hava tanklarına hava girişi takip edilir.
6. Hava tanklarının giriş ve çıkış hatları takip edilir.
7. Hava tanklarından ana makine ve dizel jeneratörlere giden yüksek basınç hattı takip edilir.
8. Acil durum jeneratörü ve hava tankı tespit edilerek ana makine ve dizel jeneratöre giden hava hattı takip edilir.
9. Devre takibi sırasında valflerin konumu, dreyn valfleri ve sistem elemanlarının basınçları kontrol edilir.



Şekil 4.5: İlk hareket sistemi simülatör ekranı

Uygulama Değerlendirme

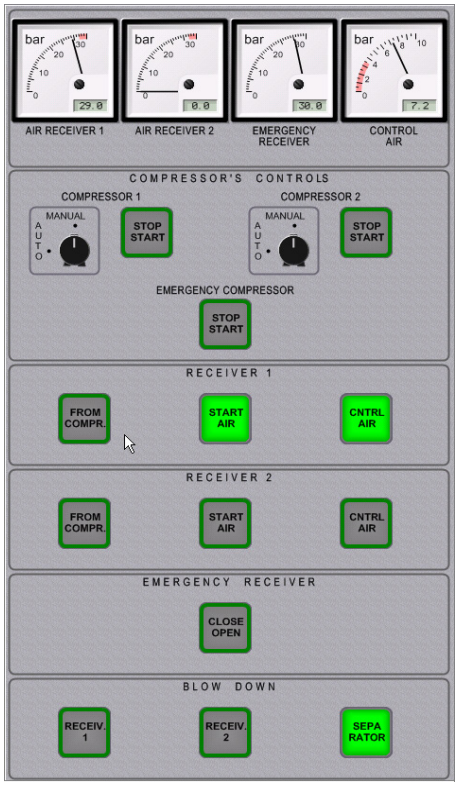
Sıra No.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Kompresörlerin ve basınçlı hava çıkış yolunun tespit edilmesi	10	
4.	Kompresörlerin çıkışından kurutucuya hava girişinin takip edilmesi	10	
5.	Kurutucunun çıkışından hava tanklarına hava girişinin takip edilmesi	10	
6.	Hava tanklarının giriş ve çıkış hatlarının takip edilmesi	10	
7.	Hava tanklarından ana makine ve dizel jeneratörlere giden yüksek basınç hattının takip edilmesi	10	
8.	Acil durum jeneratörü ve hava tankının tespit edilerek ana makine ve dizel jeneratöre giden hava hattının takip edilmesi	10	
9.	Devre takibi sırasında valflerin konumu ile dreyn valfleri ve sistem elemanlarına ait basınçların kontrol edilmesi	10	
10.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

4.2. UYGULAMA

GEMİ ANA MAKİNESİNİ İLK HAREKETE HAZIRLAMA

Amaç: Gemi ana makine sistemlerinden ilk hareket devresini ana makinenin ilk hareketi için hazır hâle getirmek.

Araç Gereç	**Miktar**
Gemi makine simülatörü	1 adet



Şekil 4.6: İlk hareket sistemi simülatör ekranı

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gemi makine simülatörü çalıştırılarak kontrol ekranında işlem yapılır (Şekil 4.6).
3. 1. hava tankına ait hava start valfi ve kontrol havası valfi kapatılır (RECEIVER 1 START AIR ve CNTRL AIR).
4. 1. hava tankına ait kompresörden gelen hava hattı valfi açılır (RECEIVER 1 FROM COMPR.).
5. 2. hava tankına ait hava start valfi ve kontrol havası valfi kapatılır (RECEIVER 2 START AIR ve CNTRL AIR).
6. 2. hava tankına ait kompresörden gelen hava hattı valfi açılır (RECEIVER 2 FROM COMPR.).
7. 1. ve 2. kompresörler çalıştırılır (COMPRESSOR'S CONTROLS) ve otomatik moda alınır (AUTO).
8. 1. ve 2. hava tankı basınçlarının kontrol edilerek 30 bara gelmesi sağlanır.
9. Hava tankları ve kurutucunun dreyn valfleri açılarak yoğuşan suyun tahliyesi sağlanır (BLOW DOWN).
10. 1. ve 2. hava tanklarına ait hava start valfi ve kontrol havası valfleri açılır (RECEIVER 1 START AIR ve CNTRL AIR).
11. Acil durum hava tankı doldurularak hazır hâle getirilir (EMERGENCY RECEIVER).

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.	1. ve 2. hava tanklarına ait hava start valfi ve kontrol havası valflerinin kapatılması	10	
4.	1. ve 2. hava tanklarına ait kompresörden gelen hava hattı valflerinin açılması	10	
5.	1. ve 2. kompresörlerin çalıştırılması	10	
6.	1. ve 2. hava tanklarının basınç kontrolünün yapılması	10	
7.	Hava tankları ve kurutucunun dreyn valflerinin açılarak yoğuşan suyun tahliye edilmesi	10	
8.	1. ve 2. hava tanklarına ait hava start valfi ve kontrol havası valflerinin açılması	10	
9.	Acil durum hava tankının hazır hâle getirilmesi	10	
10.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

4.3. UYGULAMA

KOMPRESÖR BAKIMI YAPMA

Amaç: Gemilerde kullanılan kompresörlerin genel bakımını yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Kompresör	1 adet
2. Uygun anahtar takımı	1 adet
3. Tornavida takımı	1 adet
4. Pense takımı	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Kompresör durdurulur ve elektrik bağlantısı kesilir.
3. Hava tankındaki hava ve yoğuşmuş su, dreyn valflerinden tamamen boşaltılır.
4. Hava filtresi sökülür ve yenisiyle değiştirilir.
5. Kompresör yağı boşaltılır ve kompresöre yeni yağ eklenir
6. Kompresörün üzerindeki cıvata ve somunlar kontrol edilir.
7. Soğutucu ve sızdırmazlık kontrolleri yapılır.

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 tankındaki hava ve yoğuşmuş suyun boşaltılması	10	
4.	Hava filtresinin sökülmesi ve değiştirilmesi	10	
5.	Kompresör yağının değiştirilmesi	10	
6.	Kompresörün üzerindeki cıvata ve somunların kontrol edilmesi	20	
7.	Soğutucu ve sızdırmazlık kontrollerinin yapılması	20	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.4. UYGULAMA

STARTING VALFİ SÖKME

Amaç: Starting valfi sökmek ve starting valfin kontrollerini yapmak.

Araç Gereç	Miktar
1. Starting valf	1 adet
2. Uygun anahtar takımı	1 adet
3. Tornavida takımı	1 adet



Görsel 4.6: Starting valfin parçaları

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Starting valf ve gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Valf koruma kapağı sökülür.
4. Yay sabitleme somunu, piston ve valf yayı sökülerek bunların kontrolleri yapılır.
5. Valf mili sökülür ve milin kontrolü yapılır.
6. Valf oturma yüzeyleri ve valf diski kontrolü yapılır.
7. Valf gövdesi ve sızdırmazlık elemanlarının kontrolleri yapılır.
8. İşlem basamakları tersten takip edilerek sökülen valf toplanır (Görsel 4.6).

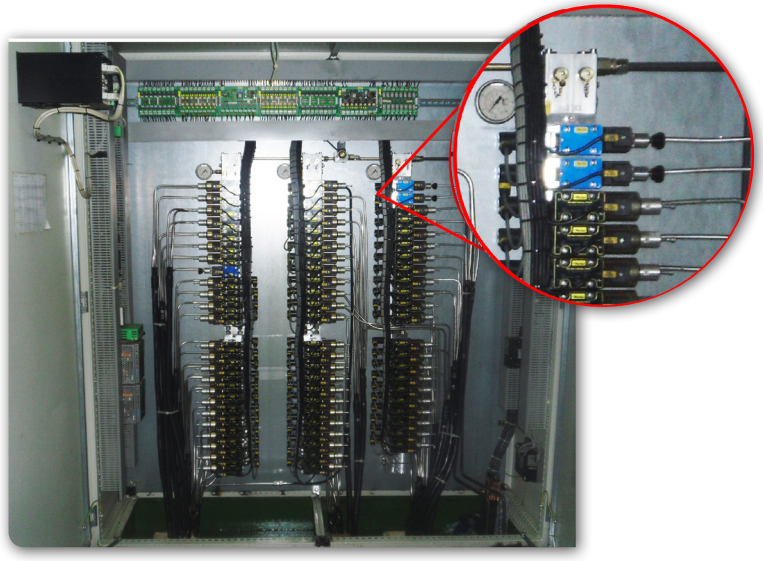
Uygulama Değerlendirme

Sıra No.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Valf koruma kapağının sökülmesi	10	
4.	Yay sabitleme somunu, piston ve valf yayının sökülmesi ve bunların kontrol edilmesi	15	
5.	Valf milinin sökülmesi ve milin kontrol edilmesi	15	
6.	Valf oturma yüzeyleri ve valf diskinin kontrol edilmesi	15	
7.	Valf gövdesi ve sızdırmazlık elemanları kontrollerinin yapılması	15	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

2. GEMİLERDE KULLANILAN PNÖMATİK VE ELEKTROPNÖMATİK SİSTEMLER

Gemilerde yüksek basınçlı ilk hareket sisteminin yanında düşük basınçlı pnömatik ve elektropnömatik sistemler de kullanılır. Düşük basınçlı pnömatik sistemler, kontrol havası ve servis havası olmak üzere iki çeşittir.

Kontrol havası, pnömatik sistem elemanlarının uzaktan kumandası için kullanılır. Elektropnömatik olarak kumanda edilen kontrol havası, dağıtım panosu üzerinden geminin ilgili yerlerine gönderilir (Görsel 4.7).



Görsel 4.7: Valf kontrol havası dağıtım panosu

Makine telgrafı, gemi pervane kanat açılarının değişimi, valflerin uzaktan kontrolü, çabuk kapama valfleri, ana makine emniyet donanımları, pnömatik temizlemeli filtreler, güverte ve makine dairesinde kullanılan el aletleri, pnömatik makinelerin çalıştırılması ve çeşitli otomasyon uygulamaları için servis havası kullanılır.

2.1. Makine Telgrafı

Köprüüstünden verilen kumanda komutlarını ana makineye ulaştırarak iletişimi sağlayan sistemlerdir. Makine telgrafları; ana makine devrinin ayarlanması, çalışma yönünün değiştirilmesi, makinenin stop ettirilmesi (durdurulması) vb. işlemler için kullanılır (Görsel 4.8). Bu işlemler, makine telgrafı sistemindeki yön kontrol valfinin konumu değiştirilerek gerçekleştirilir. Geçmişte mekanik olarak çalışan bu sistemler; günümüzde elektrikli, pnömatik ve elektropnömatik donanımlarla çalışmaktadır.

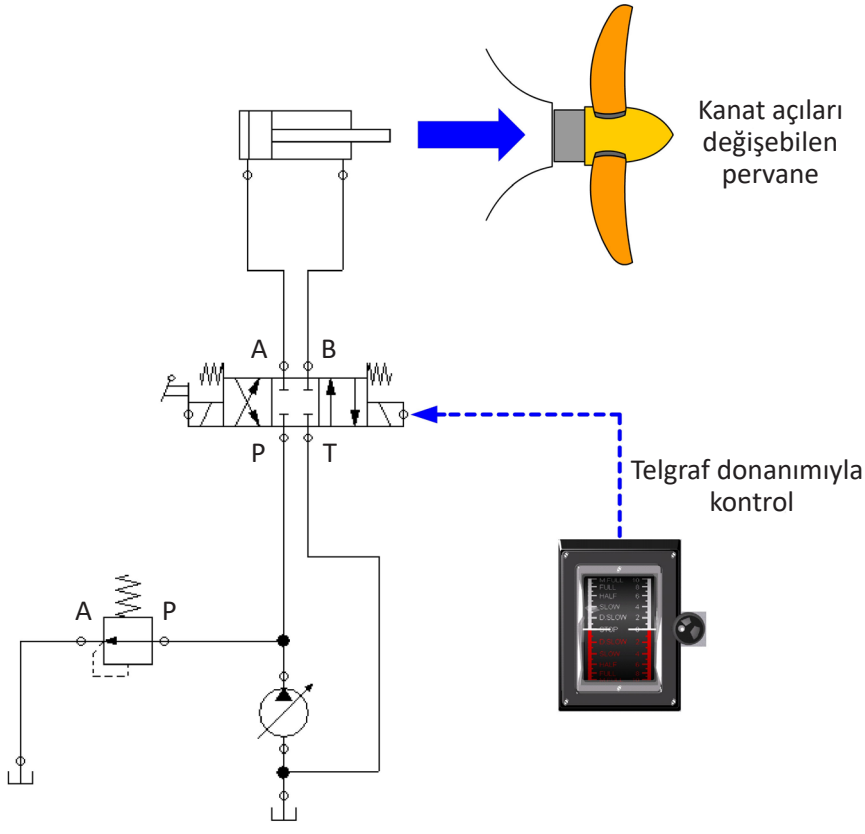


Görsel 4.8: Makine telgrafı

2.2. Pitch Kontrol Sistemi

Gemi pervane kanat açılarının hidrolik silindirler yardımıyla değiştirilmesine **pitch (piç) kontrol (Controllable Pitch Propeller-CPP)** denir. Pervane kanat açıları değişebilen gemilere **pitch kontrol sistemli gemiler** denir. Pitch kontrol sistemi, ana makinenin devri değişmeden geminin hızının değişmesini ve ana makinenin dönüş yönü değişmeden geminin ters yönde (tornistan) hareket etmesini sağlar.

Pitch kontrol sisteminin makine telgrafından kumanda edilmesi en yaygın kontrol yöntemidir (Şekil 4.7). Sistemdeki hidrolik silindirlerin kontrolünü sağlayan yön kontrol valfleri, elektrikli veya elektropnömatik olarak kumanda edilir.



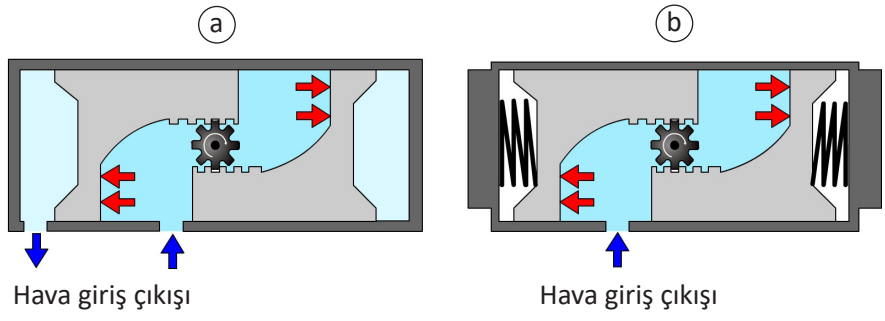
Şekil 4.7: Kanat açıları değişebilen pervane sisteminin basit hidrolik devresi

2.3. Valflerin Pnömatik Kontrolü

Gemilerdeki devrelerde valflerin uzaktan kontrolü için genellikle pnömatik ve elektropnömatik sistemler kullanılır. Valflerin uzaktan kontrolü gerektiğinde mekanik kontrol yöntemlerinin kullanılması mümkün değildir.

Gemilerde valfleri kumanda etmek için kontrol hava devresi kullanılır. Kontrol havasının valf hareketlendiricisine etki etmesiyle valf açılır veya kapanır. Havanın basıncı, havanın debisi, valf tipi gibi unsurlar valfin açılma kapanma hızını etkiler. Genellikle piston ve dişli mekanizmasının kullanıldığı valf hareketlendiriciler, çift etkili veya tek etkili olarak üretilir. Çift etkili valf hareketlendiricilerde valfin hem açılması hem de kapanması için basınçlı hava kullanılır.

Tek etkili hareketlendiricilerde ise valfin bir yönde hareketi için basınçlı hava kullanılırken ters yönde hareketi için sıkışan yayın kuvvetinden faydalanılır. Valf hareketlendiricilerinde basınçlı havayla hareket eden pistonlar, dişlinin ve valf milinin dönmesini sağlar. Valf milinin dönüşüyle de valf açılır veya kapanır (Şekil 4.8).

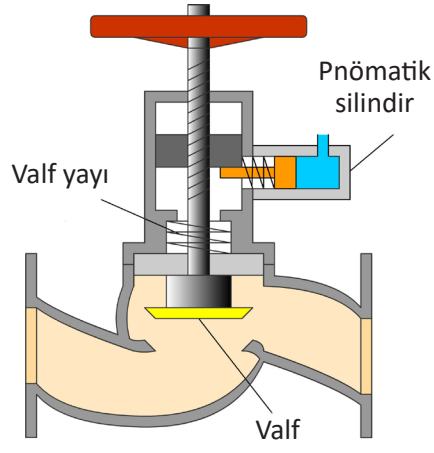


Şekil 4.8: Çift etkili (a) ve tek etkili (b) valf hareketlendiricisi

2.4. Çabuk Kapama Valfleri

Gemilerde yangın acil durumunda yakıt, yağ gibi tehlikeli akışkanların bulunduğu hatların makine dairesi dışından kapatılmasını sağlayan valflerdir. Mekanik, hidrolik veya pnömatik olarak kontrol edilebilen bu valfler uzaktan kumandayla hızlı şekilde çalışır. Çabuk kapama valflerinin tamamı tek bir ana valfle ya da ayrı ayrı kapatılabilir.

Çabuk kapama valfine hareket veren pnömatik devre; basınçlı hava tankı, basınç kontrol valfleri, yön kontrol valfleri ve yay geri dönüşlü pnömatik silindirlerden oluşur. Pnömatik silindir, valf üzerine yerleştirilmiştir ve içinde sürekli olarak bulunan basınçlı hava, çabuk kapama valfini açık tutar. Acil durumlarda silindirin içindeki hava hızlı bir şekilde boşaltılır. Yay pistonu geri çektiğinde valfi tutan mil, valfi serbest bırakır ve valf, yayın etkisiyle kapanır. Çabuk kapama valflerinde kullanılan boşaltma mekanizması, yüksek ısılarda otomatik olarak devreye girer ve valfin kapanmasını sağlar (Şekil 4.9).



Şekil 4.9: Çabuk kapama valfi

2.5. Ana Makine Emniyet Donanımları

Ana makine sistemlerindeki arıza durumlarında devreye giren emniyet donanımları, oluşabilecek olumsuz durumları engeller. Yağlama ve soğutma sistemlerinde çalışma değerleri dışına çıkan basınç ve sıcaklık değişimlerini ilgili personele ikaz sistemiyle bildirir. Sorunun devam etmesi durumunda motor devrini kontrol eden governörün kumandasını otomatik olarak sağlar ve ana makineyi yavaşlatır veya durdurur.

2.6. Pnömatik Temizlemeli Filtreler

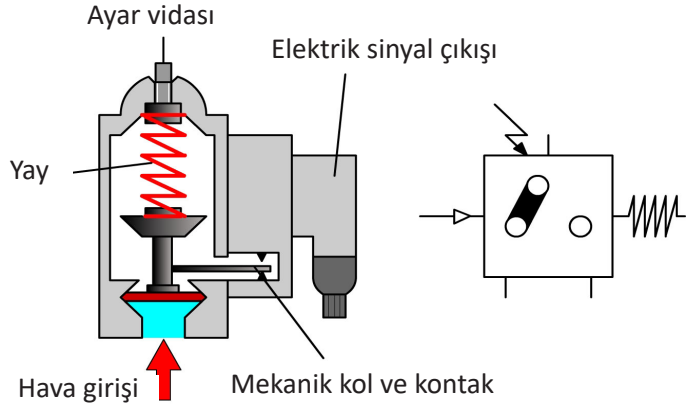
Gemilerde, yağ ve yakıt sistemlerinde ayarlanan zaman aralığına ya da kirlilik durumuna göre kendini temizleyen filtreler kullanılır. Bunlar **otomatik filtre** veya **kendinden temizlemeli filtre** olarak da adlandırılır. Bu filtrelerin basınçlı hava yardımıyla kendini belirli aralıklarla temizlemesine **şoklama** denir. Devrede filtrenin giriş ve çıkışındaki basınç farkına göre çalışan ve kirlilik durumunu algılayan **filtre indikatörü** bulunur. Filtre indikatörü, basınç farkı belirli bir değere ulaştığında basınçlı havanın filtreye gönderilmesini sağlayan sistemi çalıştırır. Filtre, otomatik olarak basınçlı hava tarafından temizlendikten sonra normal çalışmasına devam eder. İşlem, filtrenin kirlenmesi durumunda otomatik olarak tekrar eder (Görsel 4.9).



Görsel 4.9: Pnömatik temizlemeli filtre

2.7. Pnömatik Basıncın Elektrik Sinyaline Dönüştürülmesi

Sistemdeki hava basıncının belirli bir değere ulaşmasıyla elektrik akımı üreten devre elemanlarına **sinyal dönüştürücü** denir. Mekanik bir kol ve elektrikli bir kontaktan oluşan devre elemanı, girişindeki hava basıncının yay basıncını yenmesiyle çalışır. Yay basınç değeri, ayar vidasıyla ayarlanabilir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10: Pnömatik elektrik sinyal dönüştürücü ve sembolü

2.8. Pnömatik ve Elektropnömatik Sistemlerde Bakım

Pnömatik sistemlerde meydana gelebilecek arızalar, sistemin çalışmasını kısmen veya tamamen durdurabilir. Gemilerde kullanılan pnömatik sistemlerde yapılan düzenli, önleyici ve koruyucu bakımlar arızaların ortaya çıkmasını engeller. Arıza oluşmadan önce arıza nedenlerini ortadan kaldırmak için bakım çalışmaları yapılır. Bakımlar; devre şemaları, sisteme ait talimatlar ve bakım kitapları doğrultusunda kayıt altına alınır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Pnömatik ve Elektropnömatik Sistemlerde Genel Arıza Nedenleri

Arıza Nedeni	Açıklama
Kirletici partiküller	Pnömatik sistemlerde kullanılan valf ve devre elemanları, hidrolik sistemlere göre daha hassastır. Bu nedenle devre elemanlarında biriken kirletici partiküller, sistemin tıkanmasına ve devre elemanlarının arızalanmasına neden olur. Kirletici partiküllerden kaynaklı arızaların meydana gelmemesi için sistemin temizliği belli aralıklarla yapılmalıdır.
Basınç ve debi kayıpları	Gemilerde kullanılan pnömatik devrelerin verimli çalışabilmesi için havanın istenilen basınç ve debide olması gerekir. Yetersiz basınç ve debi, sistemin yanlış çalışmasına veya hiç çalışmamasına neden olur. Sistemdeki bu değişkenlerin kontrolünü sağlayan basınç şalterleri ve manometrelerin doğru çalışıp çalışmadığı belirli aralıklarla kontrol edilmelidir. Sistemde meydana gelebilecek kaçak ve sızıntılar düzenli olarak kontrol edilmelidir.
Selenoid bobin arızaları	Elektropnömatik sistemlerde kullanılan valfler selenoid bobinler yardımıyla kontrol edilir. Valfi açan veya kapatan bobinler çok ince sargılardan meydana gelir. Bobine gönderilen yüksek elektrik akımı veya bobin iç sargılarında oluşabilecek kısa devre, bobinin arızalanmasına yol açar. Selenoid valflerde bobin kontrollerinin multimetre kullanılarak belirli aralıklarla yapılması gerekir.
Güç kaynağı arızaları	Gemilerde kullanılan elektropnömatik devre elemanlarının çalışma gerilimleri ve frekansları farklılık gösterebilir. Devre elemanı ve ona elektrik enerjisi sağlayan güç kaynağının birbiriyle uyumlu olması gerekir. Güç kaynağından gönderilebilecek yüksek gerilimler, devre elemanlarının yanmasına neden olur. Düşük gerilim veya frekanslar, sistemi çalıştıracak enerjiyi sağlayamaz. Bu nedenlerle güç kaynağı kontrollerinin yapılarak gerilim değerlerinin uygunluğu kontrol edilmelidir.
Elektropnömatik devre bağlantıları	Devre elemanlarının çalışma şartlarından kaynaklanan bağlantılarındaki gevşemeler, elektrik arkına veya devre elemanının çalışmamasına yol açar. Bu nedenle devre bağlantıları uygun aralıklarla kontrol edilmelidir.

Pnömatik ve elektropnömatik sistemlerin bakım aralıkları, yapılan işe ve çalışma şartlarına göre değişiklik gösterir. Bakımlar, devreye ait talimatlara ve bakım kitaplarına uyularak aksatılmadan yapılmalı ve kayıt altına alınmalıdır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Pnömatik ve Elektropnömatik Sistemlerde Örnek Bakım İşlemleri

Bakım Aralığı	Açıklama
Günlük bakımlar	• Kompresörlerin yağ seviyeleri kontrol edilir. • Kompresörlerin filtreleri kontrol edilir. • Hava tanklarında yoğuşan su, dreyn valflerinden boşaltılır. • Sistem basınçları kontrol edilir. • Güç kaynağı bölümünden başlanarak devre elemanları sırayla ve gözle kontrol edilir, bunların sızıntı kontrolleri de yapılır.
Aylık bakımlar	• Basınç kontrol valfleri ve manometreler kontrol edilir. • Şartlandırıcının üzerinde bulunan yağlayıcı kontrol edilir, yağ eksikse tamamlanır. • Elektropnömatik devre elemanlarının kontrolleri yapılır. • Devre elemanlarının egzoz çıkışları kontrol edilir. • Yön kontrol valflerinin kontrol ve bakımları yapılır. • Sistemin cıvata ve somunları kontrol edilir, gevşek bağlantılar sıkılır.
Yıllık bakımlar	• Genel olarak sistemin çalışma durumu kontrol edilir. • Devre elemanlarının, gerekli durumda sökülerek, temizlik ve bakımları yapılır. • Devre elemanlarının yapısal durumları kontrol edilir ve bunlar gerektiğinde yenisiyle değiştirilir. • Sızdırmazlık elemanları gerekli durumlarda yenisiyle değiştirilir. • Kompresör filtreleri ve yağı talimatlar doğrultusunda değiştirilir, kompresörün bakım ve temizliği yapılır. • Kompresör soğutma sisteminin kontrolleri yapılır. • Kurutucular talimatlar doğrultusunda değiştirilir.

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.5. UYGULAMA

SELENOİD VALFLERDE BOBİN KONTROLÜ YAPMA

Amaç: Elektropnömatik sistemlerde kullanılan selenoid valfleri sökerek valflerin bakım ve bobin kontrollerini yapmak.

Araç Gereç	Miktar
1. Selenoid valf	1 adet
2. Uygun anahtar takımı	1 adet
3. Tornavida takımı	1 adet
4. Multimetre	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Multimetre, ölçümü yapılacak selenoid bobin için uygun değere ayarlanır.
3. Multimetre uçları, selenoid bobinin bağlantı uçlarına değdirilerek bağlantılarda kopukluğun olup olmadığı kontrol edilir.
4. Multimetre uçları, selenoid bobinin bağlantı uçlarına değdirilerek bağlantılarda kısa devrenin olup olmadığı kontrol edilir (Görsel 4.10).

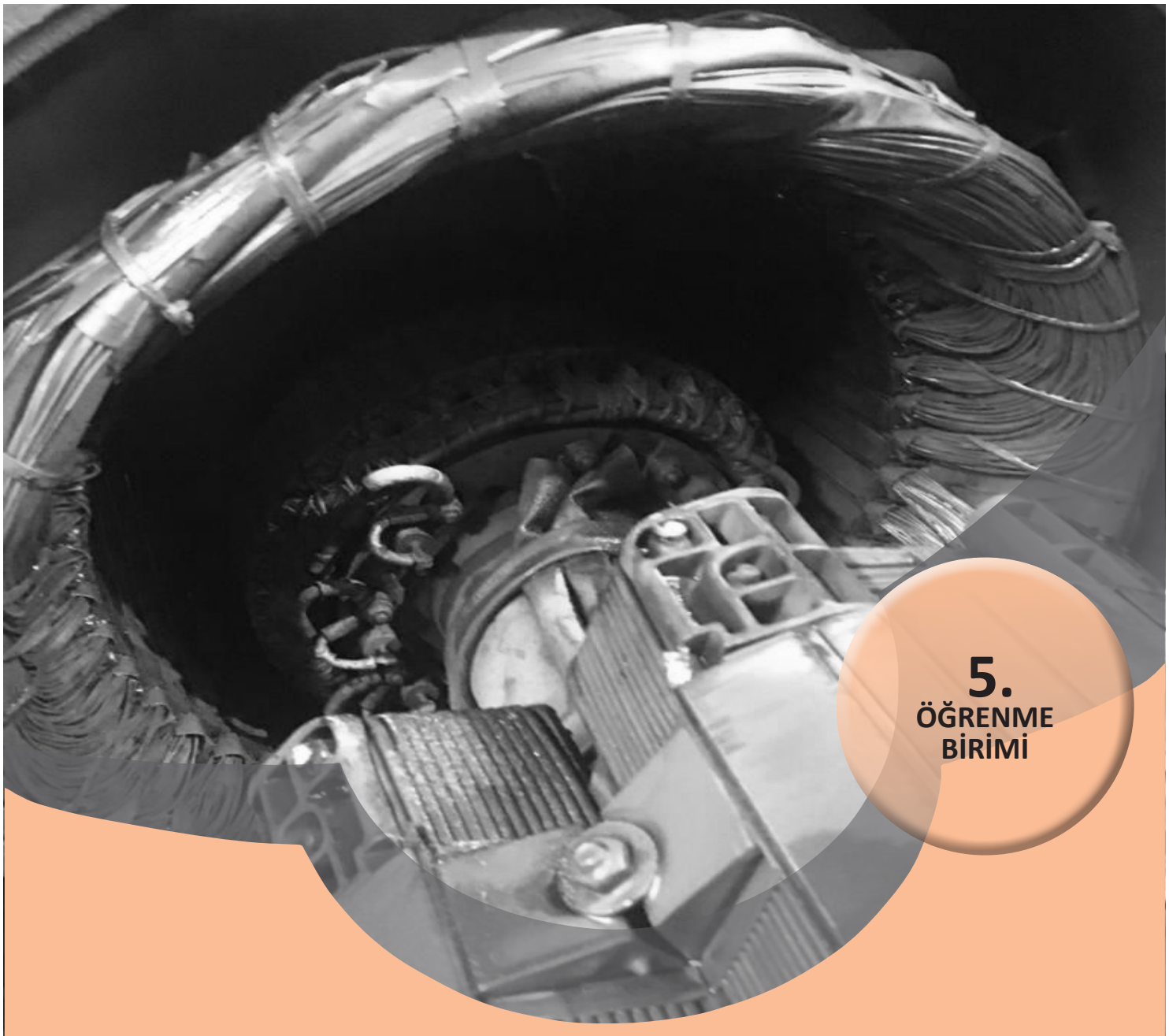


Görsel 4.10: Multimetreyle selenoid valfin bobin kontrolü

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.	Multimetrenin ölçüm için uygun değere ayarlanması	20	
4.	Bobinde kopukluk kontrolünün yapılması	25	
5.	Bobinde kısa devre kontrolünün yapılması	25	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR



5.
ÖĞRENME
BİRİMİ

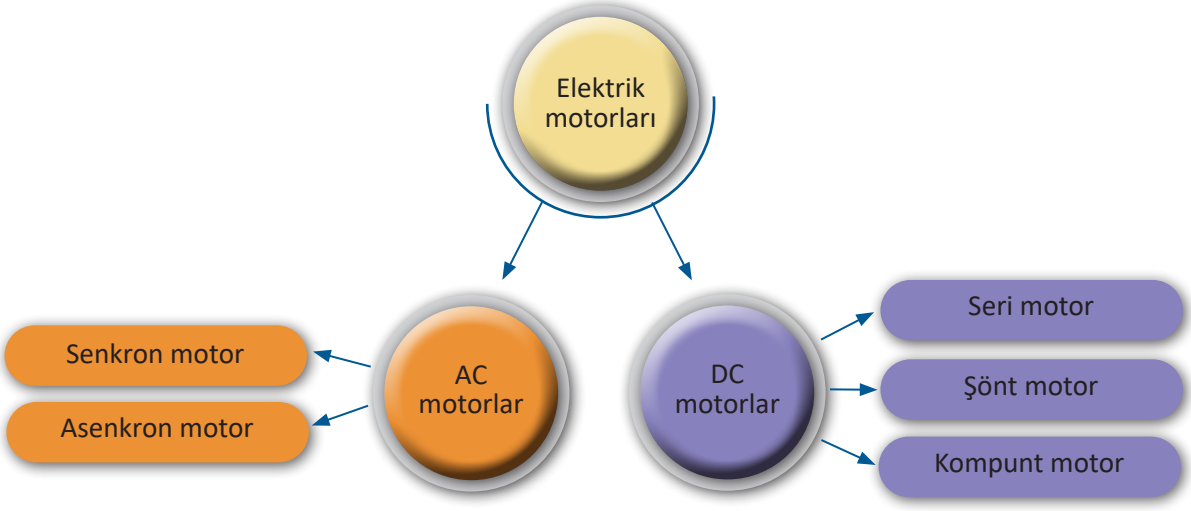
SENKRON VE ASENKRON MOTORLAR

Neler Öğreneceksiniz?

- Gemi elektrik sistemlerinde kullanılan senkron motorları çalıştırma
- Gemi elektrik sistemlerinde kullanılan asenkron motorları çalıştırma
- Gemi elektrik sistemlerinde kullanılan asenkron motor için gerekli frenleme sistemini kurma

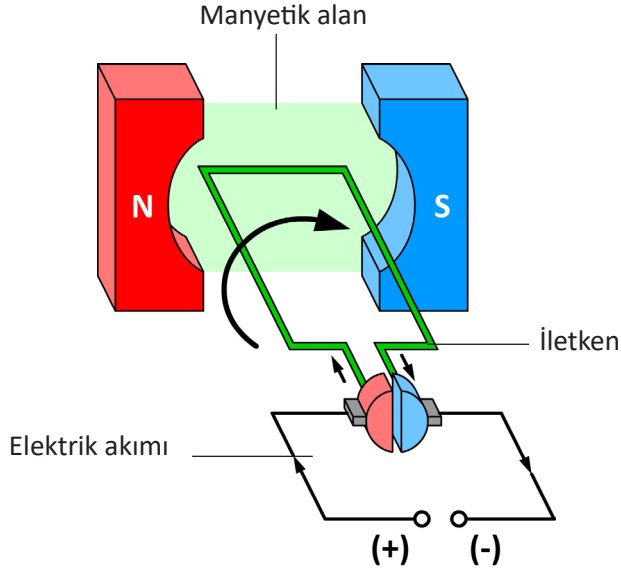
1. SENKRON ELEKTRİK MOTORLAR

Elektrik enerjisini hareket enerjisine çeviren makinelere **elektrik motoru** denir. Elektrik motorları gemi makine dairesinde fan, pompa, kompresör gibi mekanizmalara hareket vermek için kullanılır. Bunların yanında yüksek güç isteyen ırgat, vinç, kreyn, matafora gibi güverte makinelerine ve bazı gemilerde pervaneye hareket vermek için kullanılır. Gemilerde kullanılan elektrik motorları, akım türü ve kullanım alanına göre çeşitlere ayrılır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1: Gemilerde kullanılan elektrik motorlarının sınıflandırılması

Şekil 5.2'de basit bir elektrik motorunu oluşturan bileşenler görülmektedir. Sabit bir manyetik alan içerisinde bulunan iletkenin üzerinden akım geçirildiğinde iletkenin üzerinde manyetik alan oluşur. Bu nedenle aynı kutuplar birbirini iter ve iletken hareket eder.



Şekil 5.2: Basit elektrik motorunun çalışma prensibi

Elektrik akımı doğru akım ve alternatif akım olmak üzere iki çeşittir. Yönü ve şiddeti zamana bağlı olarak sürekli değişen akıma **alternatif akım (AC)** denir. AC elektrik enerjisini hareket enerjisine çeviren elektrik motorlarına **AC motor** denir. Gemilerde kullanılan AC motorlar, senkron ve asenkron motorlar olmak üzere ikiye ayrılır. Senkron ve asenkron motorların genel yapıları benzerlik gösterse de kullanım alanları farklıdır.

Motor miline etki eden yük değişse de devir sayıları değişmeyen AC motorlara **senkron elektrik motorlar** denir. Senkron motorlar, yüksek güç gerektiren gemi tahrik sistemlerinde pervaneye hareket vermek için kullanılır. Senkron motorların devir sayısı, frekans ve toplam kutup sayısına bağlıdır ve aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

n: Senkron hızdaki devir sayısı (devir/dk.)
f: Frekans (Hz)
P: Toplam kutup sayısı

$$n = \frac{120 \cdot f}{P}$$

1. Örnek

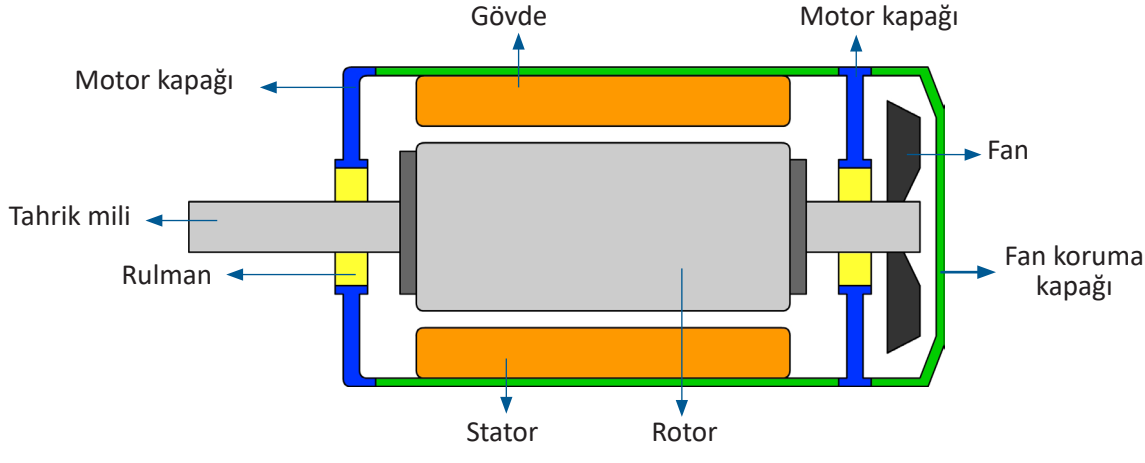
Toplam 2 kutuplu ve 50 Hz frekansta çalışan AC senkron motorun dakikadaki rotor devir sayısı şu şekilde hesaplanır:

Verilenler:
P = 2
F = 50 Hz
n = ? devir/dk.

Çözüm:

$$n = \frac{120 \cdot f}{P} = \frac{120 \cdot 50}{2} = 3\,000$$ **n = 3 000 devir/dk.**

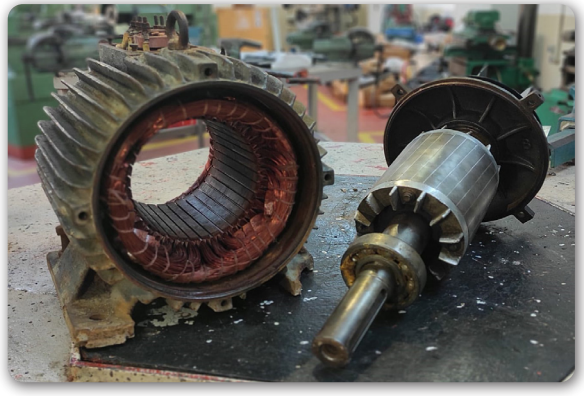
Senkron elektrik motorlarının başlıca parçaları stator, rotor, motor kapakları, motor gövdesi, rulman veya yataklar ve soğutucu fandır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3: Basit senkron motor kesiti

Gövdenin içinde sabitlenen **stator**, motorun hareketsiz kısmıdır. Kutup denilen bakır sargılardan oluşan stator, bu sargılara uygulanan AC akım sayesinde motorun çalışması için gerekli olan döner manyetik alanı meydana getirir (Görsel 5.1).

Rotor, motorun hareketli kısmıdır. Statorun içinde konumlanır ve statorda oluşan döner manyetik alandan etkilenerek hareket eder (Görsel 5.1). Bir mil üzerine sarılmış sargılardan oluşur. Senkron motor çalıştırılırken stator sargılarına AC akım, rotor sargılarına ise DC akım uygulanır.



Görsel 5.1: Stator ve rotor

Senkron motorlarda rotorun devir sayısı (n_r) statorun oluşturduğu manyetik döner alanın devir sayısına (n) eşittir. Rotor devir sayısıyla manyetik alan devir sayısının farkına **kayma** denir. Senkron motorlarda aşağıda belirtildiği gibi kayma (s) olmaz.

n_r: Rotor devir sayısı (devir/dk.) $n_r = n$
n: Döner alan devir sayısı (devir/dk.) $s = 0$
s: Kayma

Motor gövdesinin ön ve arka kısmında yer alan **motor kapakları**, motorun içindeki parçaları koruyarak motor gövdesini tamamlar.

Rulmanlar rotorun kolayca dönmesini sağlayan, motor ön ve arka kapağına yerleştirilmiş makine elemanlarıdır. Bazı motorlarda rulmanın yerine yumuşak malzemeden yapılmış **yataklar** kullanılır.

Rotor tahrik miline sabitlenen **fan**, sargılarda ve gövdede oluşan sıcaklığın dışarı atılmasını sağlar. Fanın dış kısmında bulunan fan koruma kapağı, fanı dış etkilerden korur.

Senkron motorlarda rotor, ilk hareket sırasında üzerinde oluşan atalet nedeniyle statorun döner alan hızına ulaşamaz. Bu nedenle senkron motorlar, ilk harekete kendiliğinden geçemez yani doğrudan yol alamaz. Bunun için özel yol verme yöntemlerine ihtiyaç duyar. Senkron motorlara yol vermek için yardımcı bir motor kullanma, asenkron motor olarak çalıştırma, şebekeyle senkronize etme gibi yöntemler kullanılır. Bu yöntemlerden uygun olanı tercih edilerek senkron motora yol verilir ve motorun ilk hareketi sağlanır.

Senkron motorların belirli periyotlarla bakım ve kontrollerinin yapılması gerekir. Mekanik ve elektriksel olmak üzere iki kısımdan oluşan bu bakım ve kontroller, motorların ömrünü ve çalışma verimini artırır. Elektrik makineleriyle ilgili işlemler yerine getirilirken şu kurallar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Elektrik makineleriyle ilgili işlemler, yetkilendirilmiş zabitler tarafından yapılmalıdır.
- Motorun üzerindeki uyarı işaretlerine dikkat edilmelidir.
- Elektrik bağlantısı kesilmeden ve motor tam durmadan üzerinde sökme takma ve elektrik bağlantılarında işlem yapılmamalıdır.
- Elektriksel bağlantıların sıvıyla teması engellenmelidir.
- Yapılan bakım ve kontroller kayıt altına alınmalıdır.
- Motor, etiketinde veya ilgili talimatlarda belirtilen şartlar doğrultusunda çalıştırılmalıdır.

Elektrik motorlarında istenmeyen durumlar yüksek çalışma sıcaklığı, titreşim ve gürültüdür. Motorlarda oluşabilecek aşırı ısınmalar, çeşitli analog ve dijital sıcaklık ölçme cihazları veya termal görüntüleme cihazları kullanılarak tespit edilir. Motorlarda aşırı titreşimli ve gürültülü çalışma, arıza belirtisidir ve zamanla daha ciddi arızalara yol açabilir. Titreşim ve gürültü, çeşitli ölçüm cihazlarıyla kontrol edilir. Motorun gereken devirde çalışıp çalışmadığı takometreyle ölçülerek kontrol edilir. Senkron motor çalıştırıldıktan sonra tespit edilen olası arızalar ve nedenleri Tablo 5.1'de belirtilmiştir.

Tablo 5.1: Senkron Motorlarda Olası Arızalar ve Nedenleri

Olası Arıza	Olası Nedenler
Motorun harekete geçememesi	• Elektrik enerjisinin olmaması • Motor bağlantılarında temassızlık, gevşeklik • Aşırı yük • Sargılarda kopukluk • Motorun hareket verdiği mekanizmada (pompa, yataklar vb.) sıkışma • Motor yataklarında sıkışma veya kilitlenme
Motorun olması gerekenden daha yavaş veya daha hızlı çalışması	• Düşük veya yüksek gerilim • Aşırı yüklenme • Yatak veya rulman sorunları • Sargılarda kısa devre
Motorun aşırı ısınması	• Aşırı yük • Havalandırma sisteminde arıza • Yataklardaki sorunlardan kaynaklanan aşırı sürtünme • Sargılarda kısa devre • Sargılarda yalıtım sorunları
Senkron çalışamama	• Motor kapasitesine uygun olmayan değerde yük • Sargılarda kopukluk veya kısa devre
Motorda titreşim ve gürültü	• Motorun montaj cıvata ve somunlarında gevşeme • Motorun mil bağlantı elemanlarında (kaplin, dişli vb.) arıza • Motor milinde eğilme • Motorun hareketli parçalarında sürtünme • Yataklarda veya rulmanlarda arıza

5.1. UYGULAMA

SENKRON MOTORU ÇALIŞTIRMA VE KONTROL ETME

Amaç: Senkron motoru çalıştırarak motorun devir, sıcaklık, titreşim ve gürültü kontrollerini yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Senkron motor	1 adet
2. Servis bakım kataloğu	1 adet
3. Sıcaklık ölçüm cihazı	1 adet
4. Takometre	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Çalıştırmadan önce motorun yapısal durumu gözle kontrol edilir.
3. Motorun elektrik bağlantılarında gevşeklik olup olmadığı kontrol edilir.
4. Motor çalıştırılır.
5. Motor çalışırken zorlanma olup olmadığı kontrol edilir.
6. Motorun çalışma devri ölçülür.
7. Motor bir süre çalıştıktan sonra sıcaklığı ölçülür.
8. Motorun titreşimi ve gürültüsü kontrol edilir.

Uygulama Değerlendirme

Sıra No.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Motorun yapısal durumunun gözle kontrol edilmesi	10	
4.	Motorun elektrik bağlantı kontrollerinin yapılması	10	
5.	Motorun çalıştırılması	10	
6.	Motor devrinin ölçülmesi	10	
7.	Motor sıcaklığının ölçülmesi	10	
8.	Motorun titreşim ve gürültüsünün kontrol edilmesi	10	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

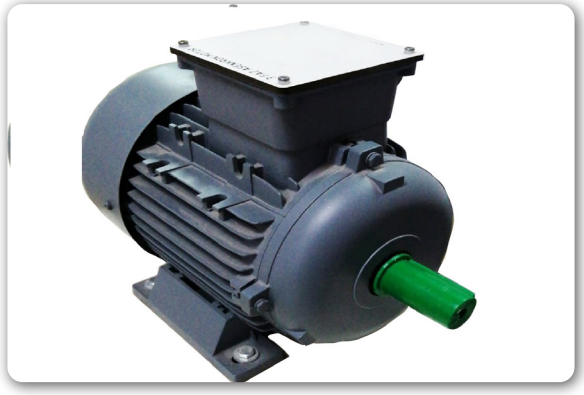
.....

.....

.....

2. ASENKRON ELEKTRİK MOTORLARINI ÇALIŞTIRMA

Statorda meydana gelen döner manyetik alanın devir sayısı ile rotorun devir sayısının aynı olmadığı motorlara **asenkron elektrik motorları** denir. **İndüksiyon motorlar** olarak da adlandırılan asenkron elektrik motorlar, önemli avantajlara sahip oldukları için diğer elektrik motorlarına kıyasla daha yaygın kullanılır. Sağlam ve basit bir yapıya sahip asenkron motorlar, zorlu deniz koşullarında yüksek verimle çalışabilir (Görsel 5.2).



Görsel 5.2: Asenkron elektrik motoru

Asenkron motorların üretim maliyetleri düşüktür ve bu motorlar az bakım gerektirir. Ayrıca çalışmaları sırasında elektrik arkı oluşmadığı için yüksek güvenlik gerektiren ortamlarda kullanılır. Asenkron motorlar bu yönleriyle yaygın bir kullanım alanına sahiptir.

Asenkron motorlarda rotorun devir sayısı (n_r), statorun oluşturduğu manyetik döner alanın devir sayısına (n) eşit değildir ($n > n_r$). Motor miline yük uygulandığında bir miktar kayma (s) oluşur. Kayma, motor mil hızının senkron hızdan farkını yüzde (%) olarak belirtir. Asenkron motorlarda kayma ve devir sayıları aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır.

n: Senkron hızdaki devir sayısı (devir/dk.)
f: Frekans (Hz)
P: Toplam kutup sayısı
s: Kayma
n_r: Rotorun devir sayısı (devir/dk.)

$$n = \frac{120 \cdot f}{P}$$

$$s = \frac{n - n_r}{n}$$

$$n_r = n \cdot (1 - s)$$

2. Örnek

6 kutuplu 50 Hz frekansla çalışan AC asenkron motorun tam yüklü hızı 900 devir/dk.dır. Motordaki kaymanın yüzde olarak hesaplanması şu şekildedir:

Verilenler:
P = 6
F = 50 Hz
n_r = 900 devir/dk.
s = ?

Çözüm:

$$n = \frac{120 \cdot f}{P} = \frac{120 \cdot 50}{6} = 1\,000 \text{ devir/dk.}$$

$$s = \frac{n - n_r}{n} = \frac{1\,000 - 900}{1\,000} = 0{,}10 \qquad \textbf{s = \%10}$$

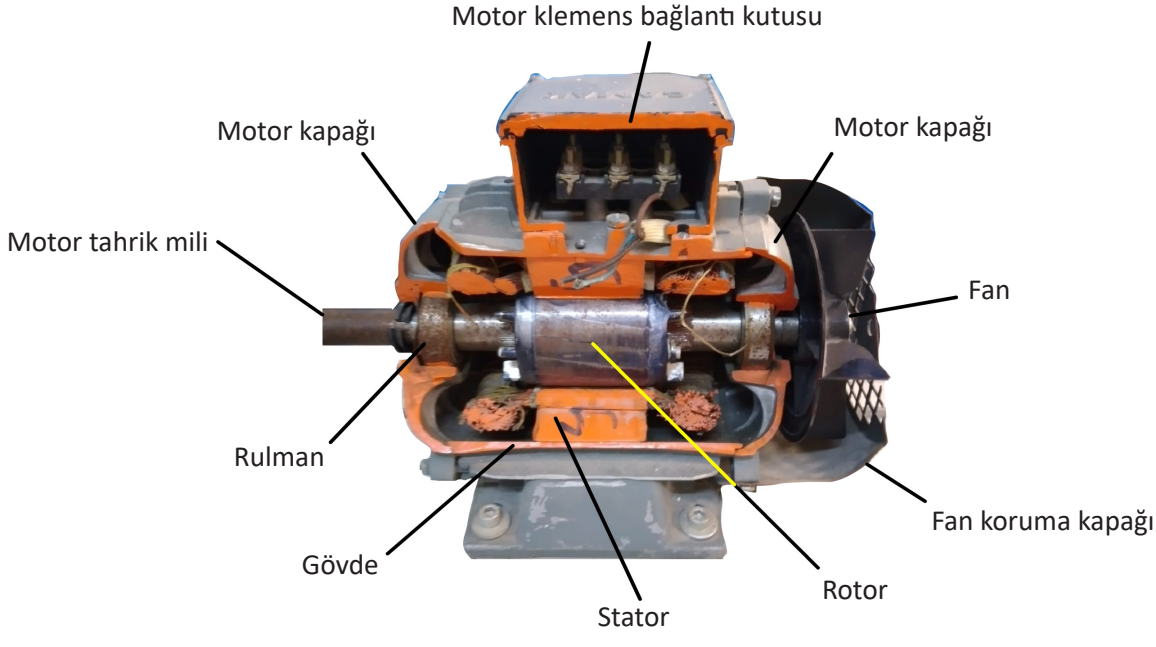
Asenkron motorların yapısı, senkron motorlarla benzerlik gösterir. Motorun ana parçaları, hareketli durumdaki rotor ve döner manyetik alanı oluşturan sabit durumdaki statordur. Asenkron motorların çalışabilmesi için AC akım yeterlidir. Stator sargılarına üç fazlı AC akım uygulandığında meydana gelen döner manyetik alan, rotor üzerinde indüksiyon akımlarını oluşturur. Bu indüksiyon akımları nedeniyle rotorda oluşan N-S kutupları, statordaki döner alan kutuplarından etkilenerek rotorun hareket etmesini sağlar.

Rotor, bilezikli (sargılı) ve sincap kafesli olmak üzere iki çeşittir. Sincap kafesli asenkron motorlar, sade bir yapıda olduğu için gemilerde yaygın şekilde kullanılır. Rotor gövdesi kafes şeklindeki çubuklar ve bu çubukların bir arada tuttuğu ince çelik saclardan meydana gelir (Görsel 5.3). Rotorun dış devreyle bağlantısı yoktur ve akım dış kaynaktan alınmaz. Rotordaki N-S kutupları, statorda meydana gelen manyetik alan etkisinin sonucunda indüksiyon yoluyla oluşur.



Görsel 5.3: Sincap kafesli rotor

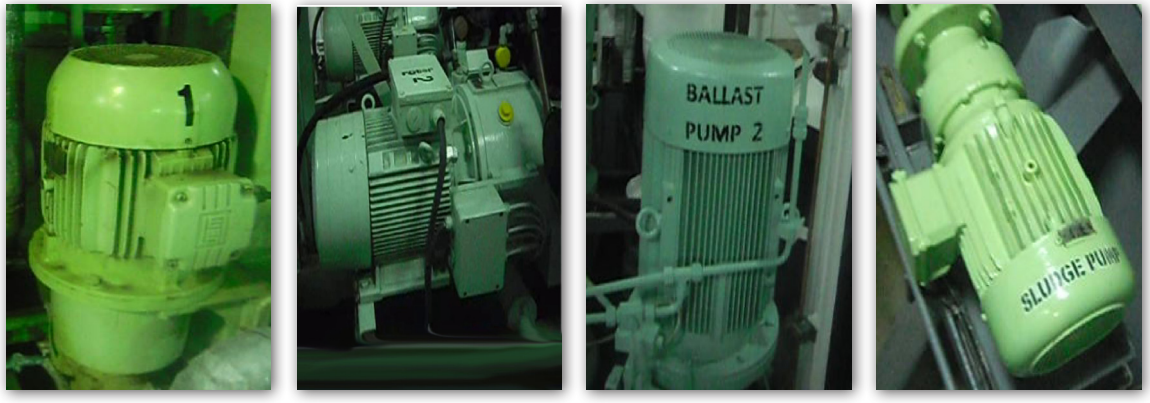
Motor gövdesinin dış yüzeyinde yan yana sıralı, motorun soğutulmasını sağlayan kanallar yer alır. Bu kanallar gövdenin yüzey alanını genişleterek ısı transferini kolaylaştırır. Büyük asenkron motorların gövdesinin üzerinde halka şeklinde kaldırma mapaları vardır. Görsel 5.4'te asenkron motorun parçaları görülmektedir.



Görsel 5.4: Asenkron elektrik motoru parçaları

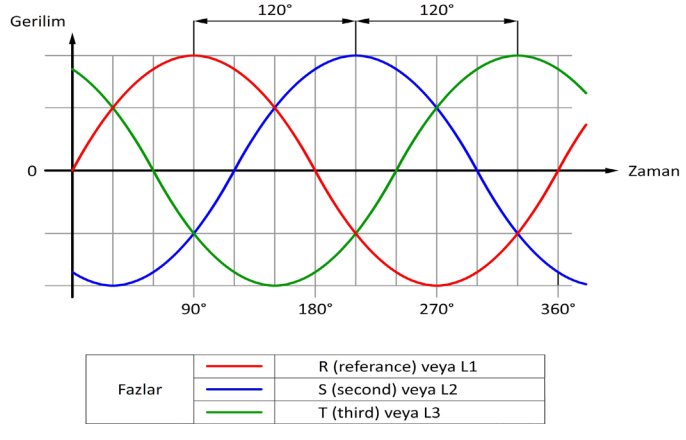
Elektrik iletim hatlarının her bir devresindeki elektriğe **faz** denir. Asenkron motorlar tek fazlı veya çok fazlı üretilebilir. Tek fazlı ve iki fazlı asenkron motorlar genellikle düşük güç isteyen uygulamalarda kullanılır.

Gemilerde yaygın olarak **üç fazlı asenkron motor** kullanılır. Uygulama alanları ise havalandırma ve kompresör sistemleri; ırgat, vinç, kreyn gibi makineler; çeşitli küçük pompalar ile balast, yangın ve deniz suyu pompaları gibi yüksek kapasiteli pompalardır (Görsel 5.5).



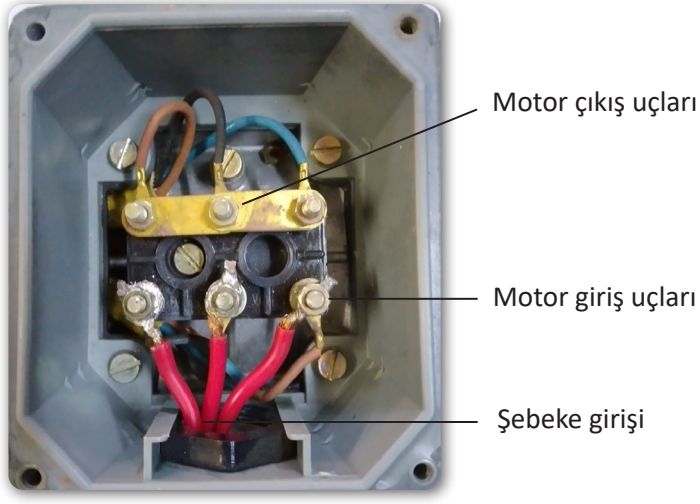
Görsel 5.5: Gemilerde kullanılan asenkron motor örnekleri

Gemilerde üç fazlı dağıtım sistemi kullanılır ve asenkron motorlar da üç fazlı şebekeden beslenerek çalışır. Sistemde bulunan fazlar aynı özelliklere sahiptir ancak aralarında zaman ve 120°lik açı farkı bulunduğu için farklı sembollerle gösterilir. Üç faz arasından referans alınan faz **R (referance)** harfi, buna göre ikinci faz **S (second)** harfi, üçüncü faz da **T (third)** harfiyle adlandırılır. Bazı uygulamalarda ise bu üç faz, İngilizcede "hat" anlamına gelen "line" sözcüğünün ilk harfiyle sıralanarak **L1**, **L2**, **L3** şeklinde adlandırılabilir (Şekil 5.4).



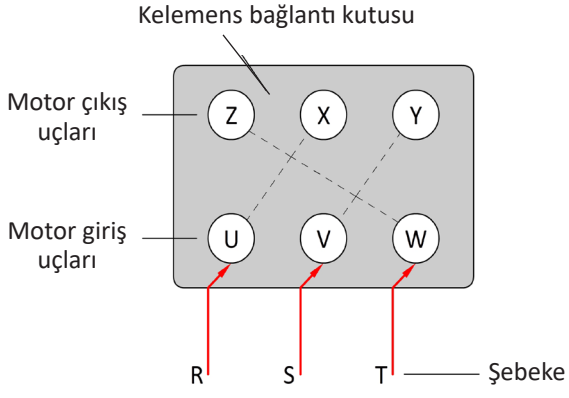
Şekil 5.4: Üç fazlı sistem

Üç fazlı asenkron bir motorun statorunda her faz için bir sargı yer alır ve gövdenin içine birbirine 120°lik açı oluşturacak şekilde yerleştirilir. Bu sargılardan motor dışına altı adet uç çıkar. Uçların şebekeye bağlandığı motor dışında yer alan bölüme **motor klemens bağlantı kutusu** denir (Görsel 5.6).



Görsel 5.6: Üç fazlı asenkron motor klemens bağlantı kutusu

Motor giriş uçları sırasıyla **U**, **V**, **W** ve motor çıkış uçları **Z**, **X**, **Y** harfleriyle adlandırılır. Şekil 5.5'te motor klemens bağlantı kutusunun içindeki giriş ve çıkışlar şematik olarak gösterilmiştir.



Faz	Giriş ucu	Çıkış ucu
R için	U	X
S için	V	Y
T için	W	Z

Şekil 5.5: Klemens bağlantı kutusunun giriş ve çıkışları

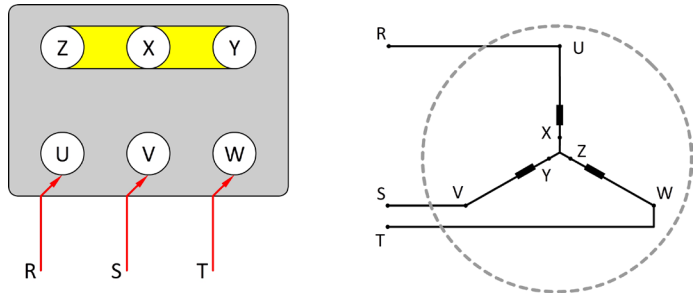
2.1. Asenkron Motorlarda Bağlantı

Motorlar, kullanım ihtiyacı ve amacına göre çeşitli yöntemlerle şebekeye bağlanabilir. Bu bağlantı yöntemleri sayesinde motorun gücü, gerilimi, dönüş yönü ve devir sayısı (hızı) değiştirilebilir.

2.1.1. Güç ve Gerilimin Değiştirilmesi

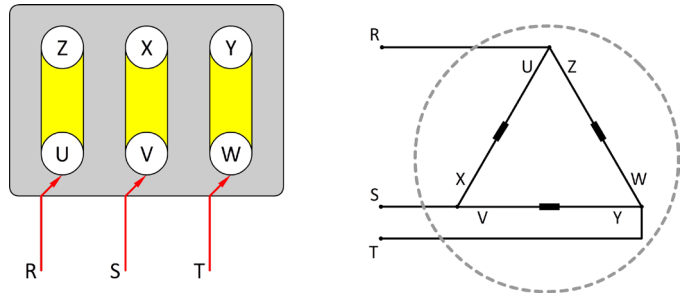
Güç ve gerilim değişimi için motor klemens bağlantı kutusundaki uçlar, yıldız veya üçgen şeklinde bağlandıktan sonra şebekeden beslenir. Bağlantıları bu şekilde yapılmayan motorlar çalışmaz.

- **Yıldız (Y) Bağlantı:** Bu bağlantıda klemens bağlantı kutusundaki X, Y ve Z uçları köprü kullanılarak birleştirilir; U, V ve W uçlarına şebeke gerilimi uygulanır (Şekil 5.6). Statorda her bir sargıya 220 volt yani normal gerilim olan 380 volttan daha düşük bir gerilim uygulanır. Bu şekilde bağlanan motorlar, ilk harekette şebekeden daha az akım çeker. Devir sayısı eşit olmasına rağmen bu motorların gücü, üçgen bağlantılı motorların gücüne göre düşüktür.



Şekil 5.6: Yıldız bağlantı

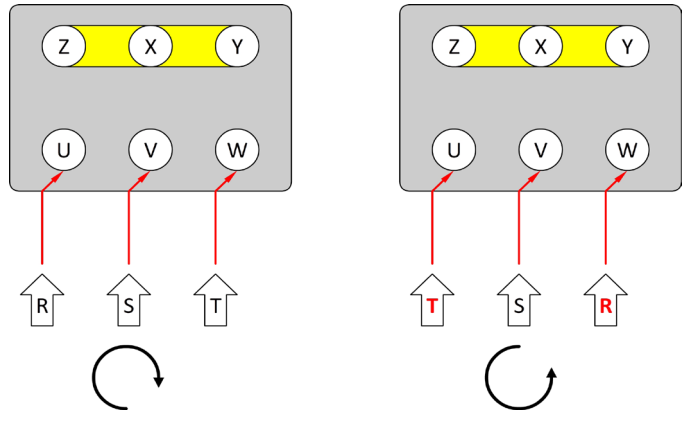
- **Üçgen (Δ) Bağlantı:** Bu bağlantıda klemens bağlantı kutusundaki U ve Z, V ve X, W ve Y uçları köprü kullanılarak birleştirilir; U, V ve W uçlarına şebeke gerilimi uygulanır (Şekil 5.7). Statorda her bir sargıya uygulanan gerilim 380 volt olur. Üçgen bağlanmış motorlar, şebekeden yüksek akım çeker. Üçgen motorların güçleri, yıldız bağlantıdaki motor gücüne göre daha yüksektir.



Şekil 5.7: Üçgen bağlantı

2.1.2. Dönüş Yönünün Değiştirilmesi

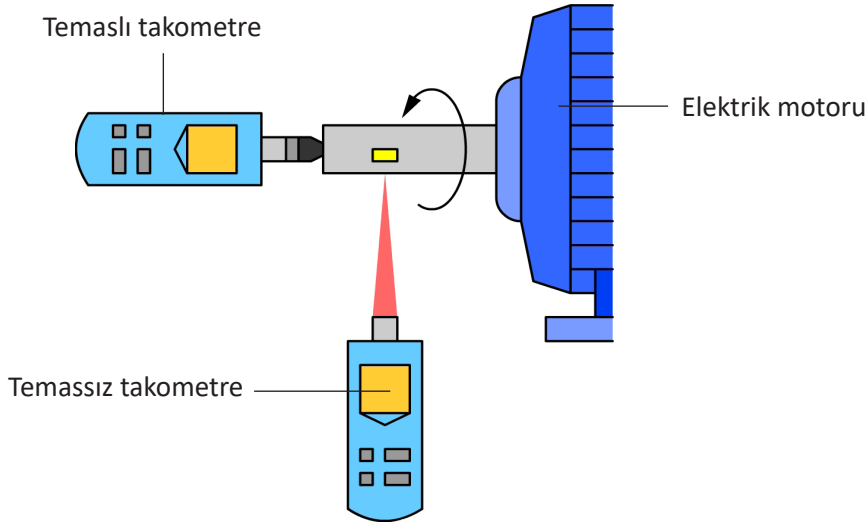
Asenkron motorlarda dönüş yönünün değiştirilmesi için motor klemens bağlantı kutusundaki şebeke uçlarından ikisinin yeri değiştirilir (Şekil 5.8). Motor dönüş yönünü değiştirmek için iki fazın yerini değiştiren ileri, boş ve geri konumları olan özel şalterler kullanılır.



Şekil 5.8: Motor dönüş yönünün değiştirilmesi

2.1.3. Devir Sayısının Değiştirilmesi

Asenkron motorların devir sayısı frekans ve kutup sayısına bağlıdır. Frekans ve kutup sayısı değiştikçe motor devir sayısı da değişir. Bunun yanında çıkış hızı, motora entegre edilmiş redüktör dişli sistemleriyle de değiştirilebilir. Döner makinelerin birim zamandaki devir sayılarını ölçmek için **takometre** kullanılır. Temaslı ve temassız olmak üzere iki tip takometre vardır (Şekil 5.9).



Şekil 5.9: Temaslı ve temassız tip takometreler

2.2. Asenkron Motorlarda Yol Verme

Asenkron motorlar, ilk hareketi gerçekleştirmek için normal çalışma akımlarının çok üzerinde bir akıma ihtiyaç duyar. Bu ilk harekete **asenkron motorun yol alması** ya da **asenkron motora yol verme** denir. Yol alma akımı, motor gücüne ve kutup sayısına bağlı olarak değişir. Çekilen akım özellikle büyük güçlü makinelerde şebeke geriliminin düşmesine ve çalışan diğer makinelerin olumsuz etkilenmesine neden olabilir. Bu olumsuz etkilerin ve motorların yol alma akımlarının azaltılması için bazı yol verme yöntemleri uygulanır.

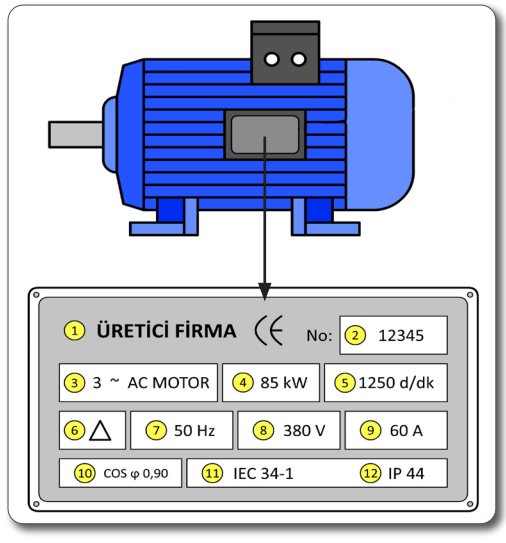
- **Direkt (Doğrudan) Yol Verme**
  Gücü yaklaşık 4-5 kilowatta (kW) kadar olan motorlar, yol alma aşamaları kısa sürdüğü ve çok yüksek akım çekmedikleri için şebekeyi olumsuz yönde etkilemez. Bu nedenle düşük güçlü motorlara direkt yol verilir.

- **Düşük Akımla Yol Verme**
  En sık kullanılan yol verme yöntemlerinden biridir. Yüklü motora düşük akım verildiğinde istenilen döndürme momenti oluşamayacağı için motor yol alamaz. Bu nedenle ilk hareket anında yük altında olmayan (boşta olan) motorlarda bu yöntem kullanılır. Üçgen-yıldız yol verme, oto trafosuyla yol verme, dirençle yol verme gibi düşük akımla yol verme yöntemleri vardır.

- **Mikro İşlemcilerle Yol Verme**
  Geleneksel yol verme yöntemlerinin yanında şebeke ile motor arasına bağlanan mikro işlemcilerle de yol verme işlemi kumanda edilebilir. **Yumuşak yol verme** olarak da adlandırılan bu elektronik sistemler, motorların sorunsuz ve vuruntu olmadan (kademesiz) hızlanmasına olanak sağlayarak mekanik ve elektriksel sorunların azalmasına, motor ömrünün uzamasına yardımcı olur.

2.3. Motor Bilgi Etiketleri

Silinmeyecek şekilde yazılıp motor gövdesine monte edilmiş, motor hakkında önemli bilgiler içeren etiketlere **motor bilgi etiketleri** denir (Şekil 5.10). Motor etiketi üzerinde yer alan bilgilerin ne anlama geldiğinin bilinmesi ve etiketin doğru okunması bakım, onarım, kontrol ve işletim açısından önemlidir.



1. Üretici firma adı
2. Seri numarası
3. Faz sayısı ve akım türü
4. Çıkış gücü
5. Devir sayısı
6. Bağlantı türü (üçgen veya yıldız)
7. Frekansı
8. Gerilimi
9. Akımı
10. Güç katsayısı
11. Uluslararası elektrik motor standardı
12. Motor koruma sınıfı

Şekil 5.10: Asenkron motor etiketi

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (International Electrotechnical Commission-IEC) ve Ulusal Elektrik Üreticileri Birliği (National Electrical Manufacturers Association-NEMA), elektrik motorlarının standartlarını belirleyen iki temel kurumdur. Türkiye'de bu standartlar, IEC temel alınarak Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından belirlenir. Belirlenen standartlar doğrultusunda motorlar; çevresel etkilere karşı korunabilme dereceleri, izolasyon durumları, ortam ısısına bağlı çalışma performansları, çalışma rejimleri, soğutma şekilleri, yapım (inşa ve montaj) tipleri ile gürültü ve titreşim değerlerine göre sınıflandırılır. Sınıflandırma özellikleri, motorların etiketlerine kodlanır.

2.4. Periyodik Bakım ve Kontroller

Zorlu deniz koşullarında çalışan makinelerin çalışma performansları, gerekli bakım ve kontrolleri yapılmazsa önemli ölçüde olumsuz etkilenir. Nem, sıcaklık, titreşim ve daha birçok çevresel etken altında çalışan elektrik motorları, düzenli kontrol ve bakıma ihtiyaç duyar. Yapılan kontrol, bakım ve onarım sırasında iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulmalıdır. Gemide bu kural ve tedbirlerle ilgili izinler alınarak gerekli formlar doldurulmalıdır. Uygulamalar, eğitimli ve yetkili kişiler tarafından yapılmalıdır.

Gemilerde bulunan elektrik motorları sürekli olarak yük altında çalışan motorlardır. Belirli çalışma saatlerini tamamladıklarında komple revizyon (overhaul) yapılmalıdır. Bu revizyonlar, motorun bağlı bulunduğu yer ve motorun büyüklüğüne göre yerinde yapılabileceği gibi motorun komple sökülmesiyle gemi makine dairesi atölyesinde de yapılabilir. Motorların kontrolleri mekanik ve elektriksel olmak üzere iki aşamalıdır. Mekanik kontrol ve bakımlarda yapılması gereken işlemler şunlardır:

- Motor gövdesi ve motor koruma kapaklarının sağlamlık kontrolleri ve temizliği yapılır.
- Motor fanının sağlamlığı ve hava akışında herhangi bir engel olup olmadığı kontrol edilir.

- Motor milinde eğiklik varsa oluşan salınım, motor parçalarının tamamını olumsuz etkileyeceği için mil salınımının belirtilen tolerans değerler içinde olduğu kontrol edilir.
- Milin bağlı bulunduğu rulman veya yatakların kontrolleri ve temizliği yapılır. İşlevini kaybeden parçalar değiştirilir.
- Motor klemens bağlantı kutusundaki bağlantılar titreşim nedeniyle zamanla gevşeyebilir. Bağlantılar bu nedenle belirli aralıklarla kontrol edilir. Gevşek klemens bağlantısı, elektrik arkına neden olacağı için yangına yol açabilir. Ayrıca klemens yalıtkan malzemesinin sağlam olup olmadığı kontrol edilir. Motor klemens bağlantı kutusu kontrolleri elektrik akımı kesilerek yapılır.

Yapılan kontroller, ilgili makine üreticisi tarafından belirlenen ve makine kataloğunda yer alan bilgiler doğrultusunda yapılmalıdır. Her kontrol, bakım ve onarım kayıt altına alınmalıdır.

Elektrik motorlarının elektriksel kontrolleri doğru araç gereç kullanılarak yapılır. Gemilerdeki elektriksel kontrollerde multimetre, çok yüksek dirençlerin ölçümünde ise meger cihazı kullanılır.

Genelde çelikten inşa edilen gemilerde elektriksel donanımların iyi yalıtılmış olması hayati önem taşır. Bu nedenle gemilerdeki kablo tesisatı, panolar, elektrik makineleri ve diğer iletkenler yüksek değerde yalıtım direncine sahip olmalıdır. Bu değerler belirli aralıklarla ölçülüp kayıt altına alınmalıdır. Yalıtım dirençlerinin ölçümünde çok yüksek direnç değerlerini ölçebilen yüksek test voltajına sahip **meger cihazı** kullanılır (Görsel 5.7).

Gemilerde kullanılan meger cihazları, kendi ürettikleri 500 veya 1.000 volt DC test gerilimiyle çalışır ve yalıtım direncini megaohm (MΩ) cinsinden ölçer. Bu cihazlar analog (ibreli) veya dijital yapıda olabilir. Cihazın negatif (-) ucu iletkene, pozitif (+) ucu gövdeye bağlanarak ölçüm yapılır (Görsel 5.8). Ölçüm sırasında devrede elektrik olmamalıdır. İdeal yalıtım değeri, sonsuz izolasyon direncidir. Düşük izolasyon direnci, yalıtımın zayıf olduğunu gösterir. Ölçülen ve kaydedilen değerler, ilgili işletme tablolarında belirtilen değerlerle karşılaştırılarak yorumlanır.



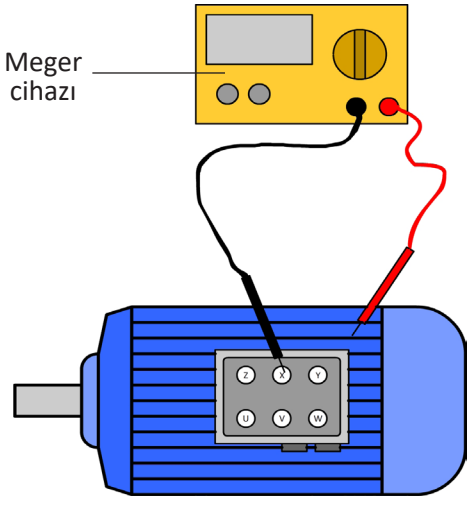
Görsel 5.7: Dijital meger cihazı



Görsel 5.8: Meger cihazıyla yalıtım direnci ölçümü

- **Sargılardan Gövdeye Elektrik Kaçak Kontrolü**

  Stator sargıları ve gövde arasındaki kısa devre kontrolü için önce motor klemens bağlantı kutusundaki üçgen ve yıldız bağlantıların köprüleri sökülür. Meger cihazı yardımıyla bütün faz uçları ve gövde arasında kısa devre olup olmadığı kontrol edilir (Şekil 5.11). Kaçak varsa kaçağın olduğu sargı tespit edilerek gerekli önlemler alınır.

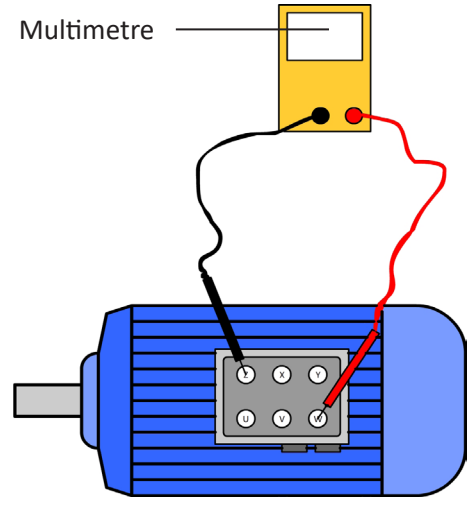


Şekil 5.11: Gövdeye kaçak kontrolü

- **Sargıların Kopukluk ve Kısa Devre Kontrolü**

  Sargıların herhangi bir yerindeki kopukluğun tespiti için klemens bağlantı kutusu bağlantı köprüleri sökülür ve sargı giriş çıkışları multimetreyle kontrol edilir.

  Sargıların birbiriyle ve kendi içerisinde kısa devre kontrolü yapılırken her bir sargının birbiriyle bağlantılı olup olmadığı ve sargı dirençleri multimetreyle ölçülür. Ölçüm sonucunda değerlerde uyumsuzluk olup olmadığı kontrol edilir (Şekil 5.12).



Şekil 5.12: Sargılarda kopukluk ve kısa devre kontrolü

5.2. UYGULAMA

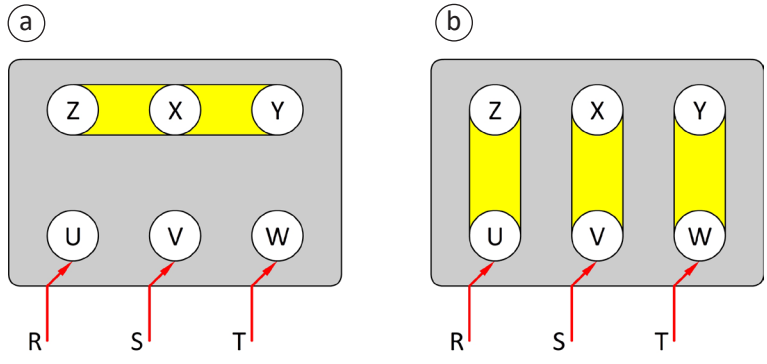
ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARI YILDIZ VE ÜÇGEN BAĞLAMA

Amaç: Üç fazlı asenkron motorun güç ve gerilim değişimi için üçgen ve yıldız bağlantılarını yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Üç fazlı asenkron motor	1 adet
2. Tornavida	1 adet
3. Uygun anahtar takımı	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır ve elektrik motoru, çalışma tezgâhına emniyetli şekilde sabitlenir.
3. Motor etiketine bakılarak mevcut şebekenin gerilimi ile motor yıldız ve üçgen bağlantı geriliminin uygunluğu kontrol edilir.
4. Motor durdurularak elektrik bağlantısı kesilir ve klemens bağlantı kutusu kapağı açılır.
5. Klemens bağlantı uçları tespit edilir.
6. Yıldız bağlantı için X, Y ve Z uçları köprü ile birleştirilerek U, V ve W uçlarına şebeke bağlantısı yapılır (Şekil 5.13.a).
7. Üçgen bağlantı için U ve Z, V ve X, W ve Y uçları köprüyle birleştirilir; U, V ve W uçlarına şebeke bağlantısı yapılır (Şekil 5.13.b).
8. Motor çalıştırılır.



Şekil 5.13: Üç fazlı asenkron motorda yıldız (a) ve üçgen (b) bağlantı

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.	Motor klemens bağlantı kutusu kapağının açılması ve bağlantı uçlarının tespit edilmesi	15	
4.	Üçgen bağlantının yapılması	20	
5.	Yıldız bağlantının yapılması	20	
6.	Motorun çalıştırılması	15	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

5.3. UYGULAMA

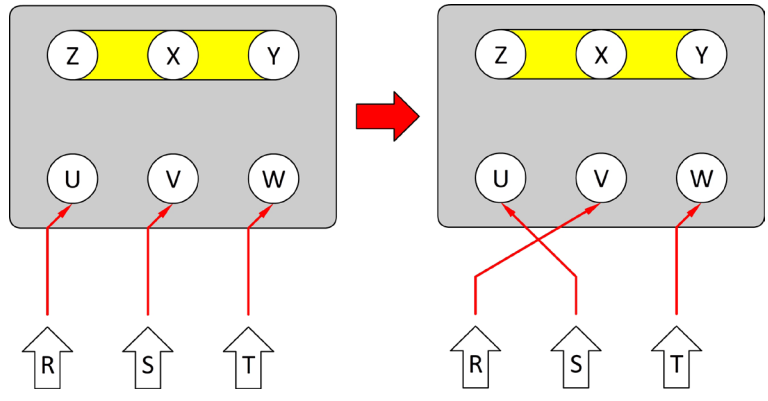
ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARDA DÖNÜŞ YÖNÜNÜ DEĞİŞTİRME

Amaç: Üç fazlı asenkron motorun bağlantı uçlarını değiştirerek dönüş yönünü değiştirmek.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Üç fazlı asenkron motor	1 adet
2. Tornavida	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır ve elektrik motoru, çalışma tezgâhına emniyetli şekilde sabitlenir.
3. Motor çalıştırılarak motorun dönüş yönü tespit edilir.
4. Motor durdurularak motorun elektrik bağlantısı kesilir ve klemens bağlantı kutusu kapağı açılır.
5. Klemens bağlantı uçları tespit edilir. R, S ve T uçlarından ikisinin bağlantıları değiştirilir (Şekil 5.14).
6. Motor çalıştırılır ve motorun dönüş yönünün değiştiği gözlenir.



Şekil 5.14: Üç fazlı asenkron motorda dönüş yönünün değiştirilmesi

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.	Motor klemens bağlantı kutusu kapağının açılması ve bağlantı uçlarının tespit edilmesi	20	
4.	R, S ve T uçlarından ikisinin bağlantılarının değiştirilmesi	25	
5.	Motorun çalıştırılması ve dönüş yönünün kontrol edilmesi	25	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

5.4. UYGULAMA

ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORU SÖKME

Amaç: Üç fazlı asenkron motorun sökümünü yapmak.

Araç Gereç	Miktar
1. Üç fazlı asenkron motor	1 adet
2. Tornavida	1 adet
3. Çektirme	1 adet
4. Segman pensesi	1 adet
5. Uygun anahtar takımı	1 adet
6. Plastik çekiç	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır ve elektrik motoru, çalışma tezgâhına emniyetli şekilde sabitlenir.
3. Motor durdurularak motorun elektrik bağlantısı kesilir.
4. Motor kapakları sökülmeden önce kapak ve gövdeye (doğru montaj için) aynı hizada işaret koyulur.
5. Varsa mil üzerindeki dişli veya kasnak, çektirmeyle sökülür.
6. Fan koruma kapağı ve fan sökülür.
7. Ön ve arka motor koruma kapakları uygun anahtar kullanılarak sökülür.
8. Rotor sökülür.
9. Rotor, rulman ve yatakların kontrolü yapılır.
10. Stator ve klemens bağlantı kontrolleri yapılır.
11. Sökülen bütün parçaların temizlik ve bakımları yapılır.
12. İşlem basamakları tersten takip edilerek sökülen motor toplanır.

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.	Fan ve motor koruma kapaklarının sökülmesi	20	
4.	Rotor, rulman ve yatakların kontrollerinin yapılması	25	
5.	Stator ve klemens bağlantı kontrollerinin yapılması	25	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

5.5. UYGULAMA

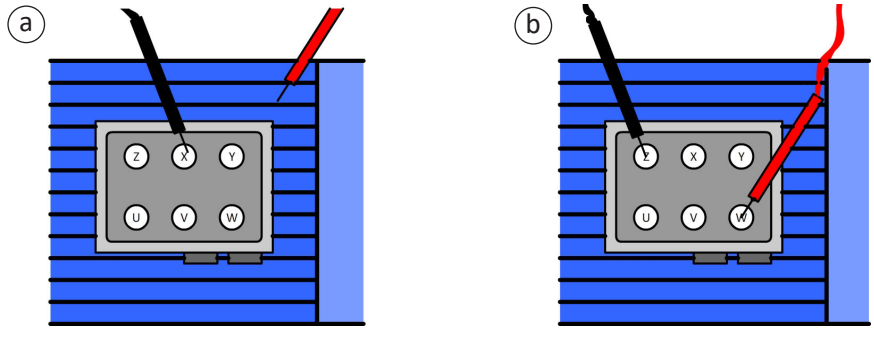
ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARDA ELEKTRİKSEL KONTROLLERİ YAPMA

Amaç: Üç fazlı asenkron motorda gövdeye kaçak, sargılarda kopukluk ve kısa devre kontrollerini yapmak.

Araç Gereç	Miktar
1. Üç fazlı asenkron motor	1 adet
2. Tornavida	1 adet
3. Multimetre	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır ve elektrik motoru, çalışma tezgâhına emniyetli şekilde sabitlenir.
3. Motor durdurularak motorun elektrik bağlantısı kesilir ve klemens bağlantı kutusu kapağı açılır.
4. Sargı giriş ve çıkış uçları tespit edilir.
5. Meger cihazı kullanılarak sargılardan gövdeye elektrik kaçağı olup olmadığı kontrol edilir (Şekil 5.15.a).
6. Multimetre kullanılarak sargılarda kopukluk olup olmadığı kontrol edilir (Şekil 5.15.b).
7. Multimetre kullanılarak sargılarda kısa devre olup olmadığı kontrol edilir (Şekil 5.15.b).



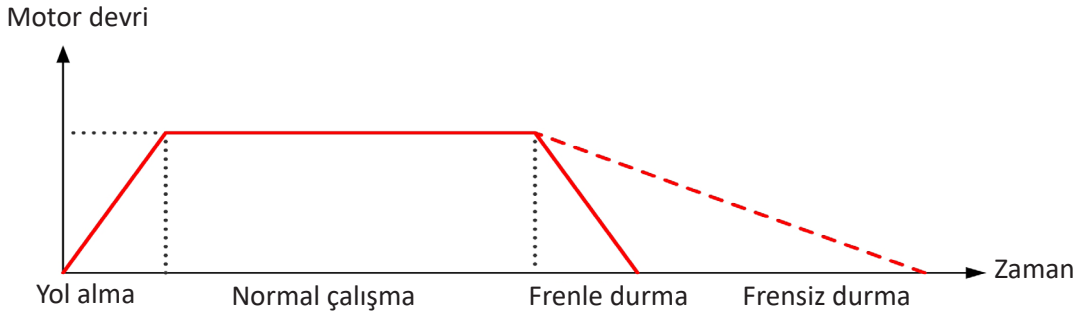
Şekil 5.15: Sargılarda gövdeye kaçak kontrolü (a) ile sargılarda kopukluk ve kısa devre kontrolü (b)

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.	Motor klemens bağlantı kutusu kapağının açılması ve bağlantı uçlarının tespit edilmesi	15	
4.	Sargılardan gövdeye elektrik kaçak kontrolünün yapılması	15	
5.	Sargılarda kopukluk kontrolünün yapılması	20	
6.	Sargılarda kısa devre kontrolünün yapılması	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

3. ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME SİSTEMİ

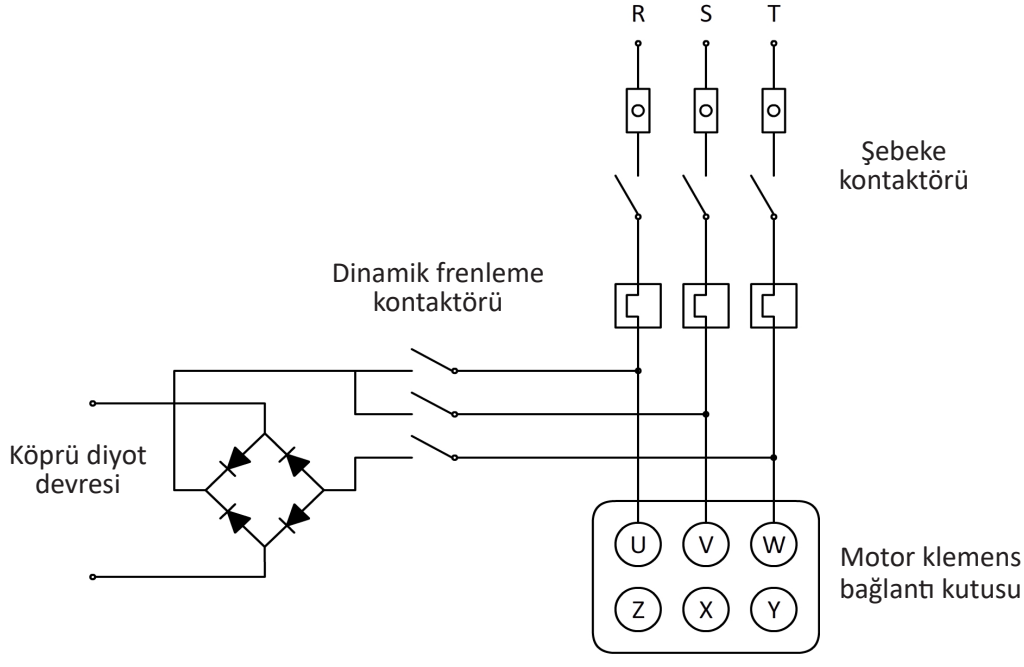
Özellikle büyük ve güçlü motorların enerjisi kesildikten sonra rotorun ataleti nedeniyle durmaları uzun zaman alır. Motorların kontrollü, güvenli ve hızlı bir şekilde durmasını; asılı yüklerin belirli bir konumda tutulmasını sağlayan sistemlere **frenleme sistemi** denir. Şekil 5.16'da frenlemenin motor durma süresine etkisi görülmektedir. Frenleme, elektriksel ve mekanik olmak üzere iki şekilde sınıflandırılabilir. Denizcilik alanında dinamik (elektriksel) ve balatalı (mekanik) frenleme sistemleri yaygın olarak kullanılır.



Şekil 5.16: Frenlemenin etkisi

3.1. Dinamik Frenleme

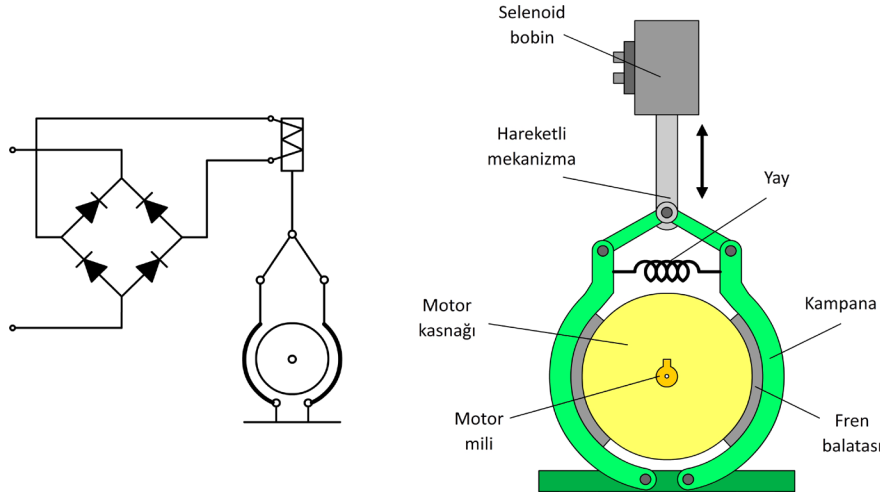
Motorun şebeke enerjisi kesildikten sonra stator sargılarına bir köprü diyot devresi yardımıyla doğru akım uygulanarak yapılan frenlemeye **dinamik frenleme** denir. Frenleme için motor gücü ve büyüklüğüne göre uygun gerilim uygulanır. Doğru akım uygulanan stator sargılarında sabit bir manyetik alan oluşur. Bu durum, rotor kutuplarını etkiler ve dönme hareketine karşı koyan bir frenlemeye neden olur (Şekil 5.17).



Şekil 5.17: Dinamik fren

3.2. Balatalı Frenleme

Motorun enerjisi kesildikten sonra motor miline bağlı kasnağı frenleme balataları yardımıyla durdurmayı sağlayan frenlemeye **balatalı frenleme** denir. Kampanalı ve diskli olmak üzere iki temel tipi vardır. Elektrik motoru çalışırken frenlemenin engellenmesi için selenoid bobine enerji verilir. Enerji verilen selenoid bobin, hareketli mekanizmayı iterek yayı gerer ve kasnağı serbest bırakır. Frenleme sırasında selenoid bobinin enerjisi kesilir ve yay, fren balatalarını kasnağa doğru çekerek frenlemeyi sağlar. Şekil 5.18'de balatalı mekanik fren şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.18: Balatalı fren

Dinamik frenlemenin balatalı frenlemeye göre üstünlüğü vardır. Buna rağmen güvenlik açısından vinç, matafora vb. asılı yüklerin tutulması uygulamalarında güç kesintisinden etkilenmemek için balatalı frenleme kullanılır. Dinamik ve balatalı frenlemenin özellik bakımından karşılaştırılması Tablo 5.2'de gösterilmiştir.

Tablo 5.2: Dinamik ve Balatalı Frenlemenin Karşılaştırılması

Dinamik Frenleme	Balatalı Frenleme
Mekanik bakım gerektirmez.	Parçalar arasında sürtünme olduğu için frenleme mekanizmasının belirli periyotlarda değişmesi, ayarlanması, temizlenmesi ve ve bakımının sık sık yapılması gerekir.
Dönen kısımların enerjisi şebekeye geri döndürülebilir ya da farklı amaçlar için kullanılabilir.	Dönen kısımların enerjisi, sürtünme nedeniyle ortaya çıkan ısı olarak atılır.
Frenleme sarsıntısız ve yumuşaktır.	Frenleme, motor çalışma şartlarına bağlı olarak sarsıntılı olabilir.
Dönen kısımları belirli konumda hareketsiz tutmak için elektrik enerjisi gerekir.	Dönen kısımları belirli konumda hareketsiz tutmak için fiziksel temas gerekir.

Dinamik ve balatalı frenleme sistemlerine ek olarak **ani frenleme** sistemi vardır. Ani frenleme sisteminde motor, bir yönde dönerken şebekeden ayrılır ve tam tersi yöne dönmesi için bağlantısı değiştirilerek tekrar şebekeye bağlanır. Böylece motor miline ters döndürme momenti uygulanır. Ani frenleme, birçok mekanik ve elektriksel probleme neden olacağı için büyük ve yüksek güçteki motorlarda uygulanmaz.

5.6. UYGULAMA

ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARDA DİNAMİK FRENLEME SİSTEMİNİ ÇALIŞTIRMA

Amaç: Üç fazlı asenkron motorda dinamik frenleme sistemini çalıştırmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Üç fazlı asenkron motor	1 adet
2. Dinamik frenleme sistemi devresi	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Dinamik frenleme devresi ve asenkron motor hazırlanır.
3. Şebeke kontaktörü enerjilendirilerek motorun çalışması sağlanır.
4. Motor çalışma devrine geldiğinde enerji kesilir.
5. Dinamik frenleme kontaktörü enerjilendirilir ve köprü diyot çıkışları motor uçlarına bağlanır.
6. Motorun durması gözlenir.
7. Dinamik frenleme kontaktörünün enerjisi kesilir.

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	20	
4.	Frenleme sisteminin çalıştırılması	30	
5.	Motorun durdurulması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.7. UYGULAMA

ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARDA BALATALI FRENLEME SİSTEMİNİ ÇALIŞTIRMA

Amaç: Üç fazlı asenkron motorda balatalı frenleme sistemini çalıştırmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Üç fazlı asenkron motor	1 adet
2. Balatalı frenleme sistemi devresi	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Balatalı frenleme devresi ve asenkron motor hazırlanır.
3. Şebeke kontaktörü enerjilendirilerek motorun çalışması sağlanır.
4. Motor, çalışma devrine geldiğinde enerji kesilir.
5. Selonoid bobinin enerjisi kesilir ve yayın fren balatalarını kasnağa doğru çekmesi gözlenir.
6. Motorun durması gözlenir.

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	20	
4.	Frenleme sisteminin çalıştırılması	30	
5.	Motorun durdurulması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

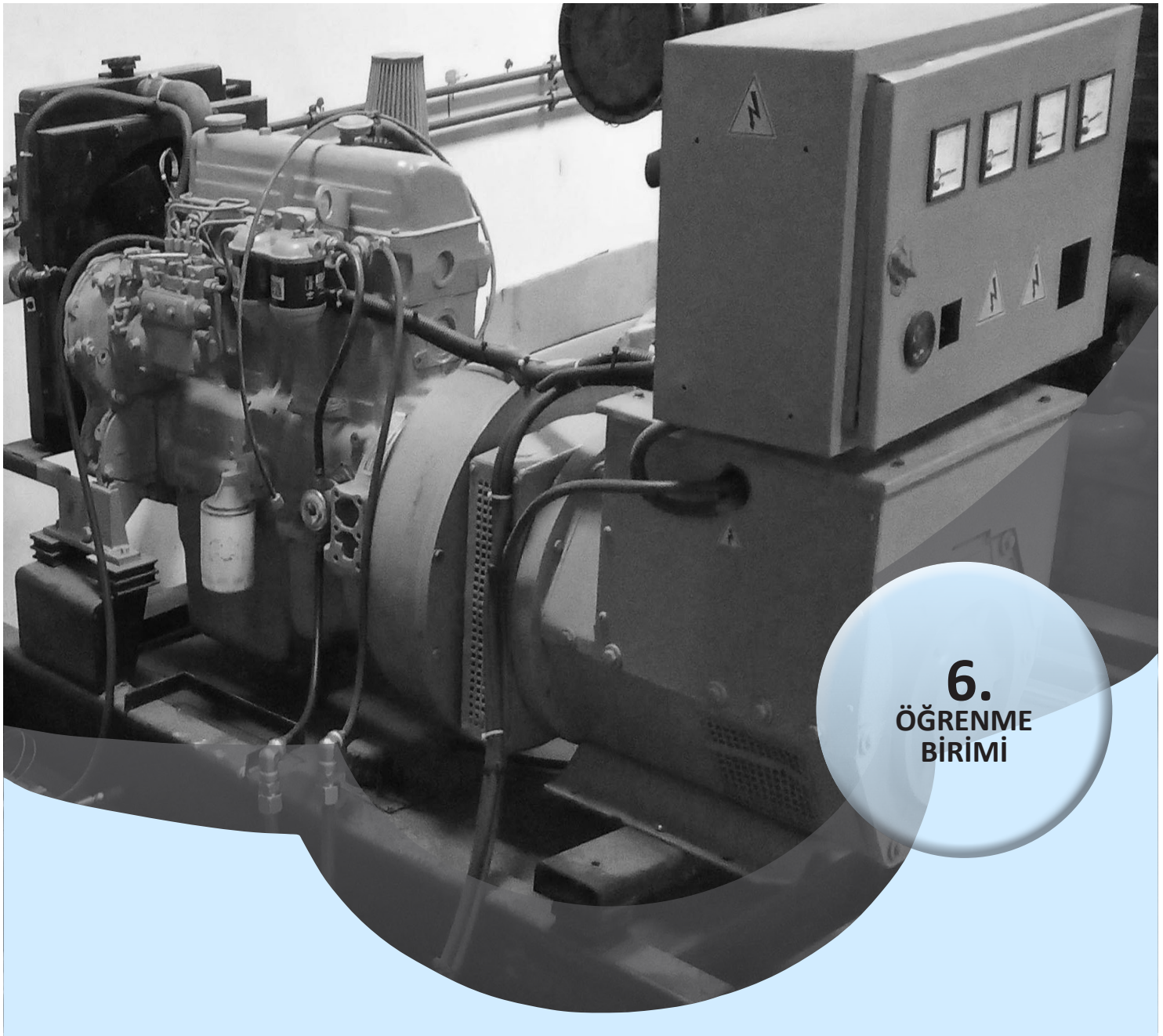
.....

.....

.....

.....

NOTLAR



6.
ÖĞRENME
BİRİMİ

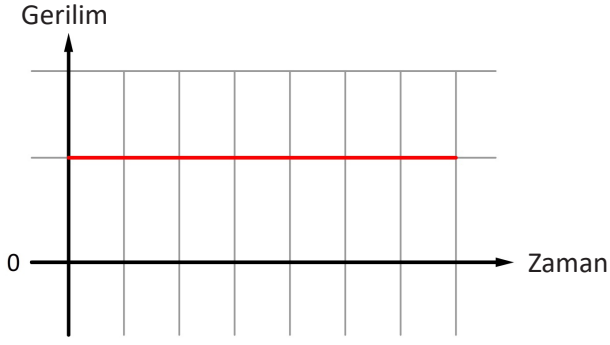
DOĞRU AKIM MOTORLARI VE DC JENERATÖRLER

Neler Öğreneceksiniz?

- Doğru akım motorlarının bakımını yapma
- Doğru akım motorunu çalıştırma
- DC jeneratörün bakımını yapma
- DC jeneratörü çalıştırma

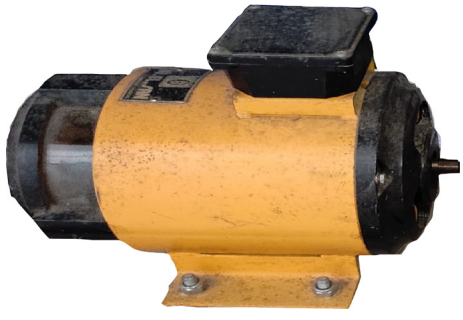
1. DOĞRU AKIM MOTORLARININ BAKIMI VE ÇALIŞTIRILMASI

Yönü ve şiddeti zamana bağlı olarak değişmeyen akıma **doğru akım (DC)** denir (Şekil 6.1). Doğru akım kaynakları günümüz gemilerinde kullanılmamaktadır. Gemide doğru akım ihtiyacı olan yerlerde alternatif akım doğrultularak kullanılır.



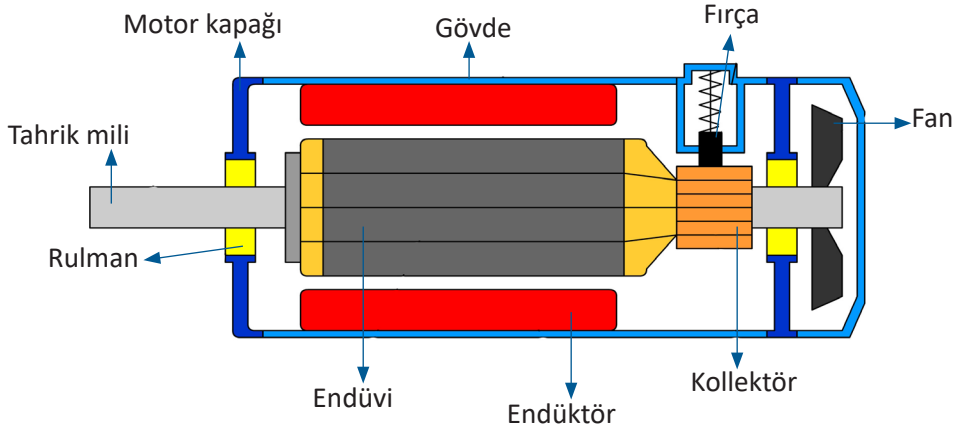
Şekil 6.1: Doğru akım

Doğru akım elektrik enerjisini hareket enerjisine çeviren elektrik motorlarına **DC motor** denir (Görsel 6.1). DC motorlarda sabit manyetik alan içerisinde bulunan bir iletkenin üzerinden akım geçirildiğinde iletken üzerinde manyetik alan oluşur. Bunun sonucunda aynı kutuplar birbirini iter ve iletken hareket eder.



Görsel 6.1: DC motor

DC motorların başlıca parçaları endüktör (stator), endüvi (armatür, rotor), fırçalar, kollektör, motor kapakları, yataklar veya rulmanlar ile soğutucu fandır (Şekil 6.2).



Şekil 6.2: DC motorların başlıca parçaları

Manyetik alanı oluşturan **endüktör**, motor gövdesinin içindeki sabit kısımdır (Görsel 6.2). Endüktör, ana ve yardımcı kutuplar üzerine sarılı alan (uyartım) sargılarından (bobin) oluşur. Bu sargılarda yalıtımlı bakır teller kullanılır. DC motorlarda motor gücü ve devir sayısı kutup sayısına bağlıdır. Motor büyüdükçe kutup sayısı da artar.



Görsel 6.2: Endüktör

Endüvi, motorun döner kısmıdır (Görsel 6.3). Motor milinin üzerindeki sargılardan ve kollektörden oluşur. Endüvi üzerinde bulunan sargılardan akım geçirildiğinde oluşan manyetik alan ile endüktörde bulunan manyetik alan birbirini etkiler ve endüvi hareket enerjisini meydana getirir.



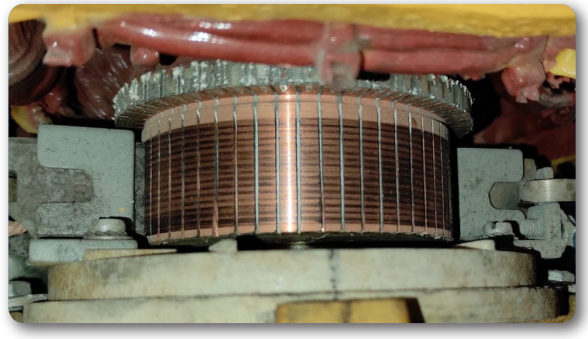
Görsel 6.3: Endüvi

Fırçalar, kollektöre sürtünme yoluyla doğru açıda temas ederek akımı iletir (Görsel 6.4). Bir fırça tutucusunun içindeki baskı yayları, gerekli basıncı fırçalara uygulayarak akımın kollektöre sürekli iletilmesini sağlar. Sürtünmeden kaynaklanan aşınmalar meydana geleceği için fırçaların ve kollektörün belirli aralıklarla kontrol edilmesi gerekir.



Görsel 6.4: Fırçalar

Kollektör, bakır dilimlerden oluşur ve her dilimin arasında yalıtkan malzeme vardır (Görsel 6.5). Endüvinin üzerindeki sargılar, kollektör dilimlerine bağlanır. Kollektör dilimleri, fırçadan aldığı akımı endüvi sargılarına iletir.

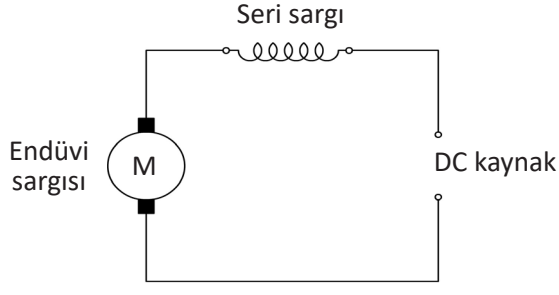


Görsel 6.5: Kollektör

Motor gövdesinin ön ve arka kısmında koruyucu **motor kapakları** bulunur. Motor koruma kapaklarının üzerinde AC motorlarda olduğu gibi endüvinin monte edildiği (yataklandırıldığı) ve kolayca dönmesini sağlayan **rulmanlar** veya **yataklar** bulunur. Motor miline sabitlenen **soğutucu fan**, oluşan ısının dışarı atılmasını sağlar.

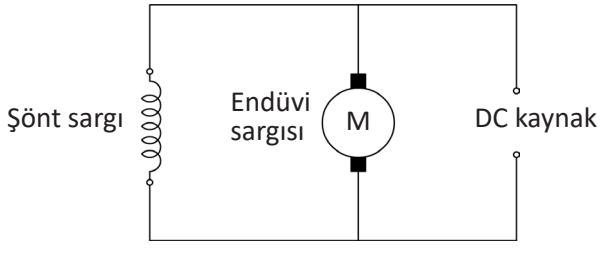
DC motorlar seri, şönt ve kompunt (compound) motorlar olmak üzere üçe ayrılır.

- **Seri Motor:** Endüvi ve endüktör sargılarının birbirine seri bağlandığı motorlardır. Seri motorların ilk hareket torkları çok yüksek olduğu için bu motorlara ilk hareket, yük altındayken verilir yani motor yüksüz çalıştırılmaz. Yükün azalmasıyla devir sayıları artar. Gemilerdeki vinç, kreyn, matafora, ırgat gibi yüksek ilk hareket torku gerektiren düzeneklerde kullanılır (Şekil 6.3).



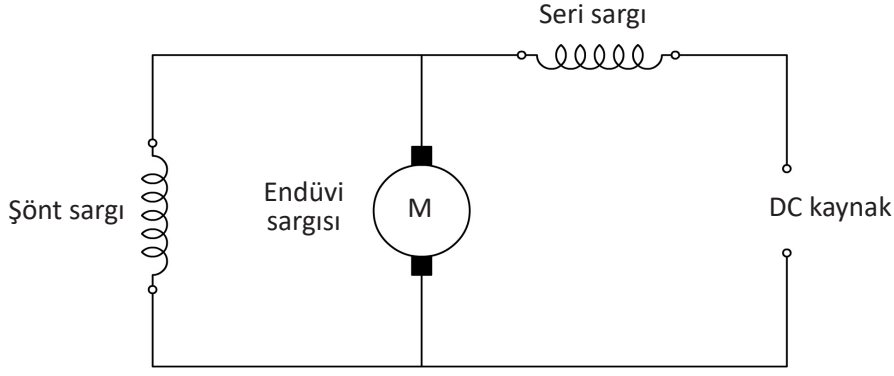
Şekil 6.3: Seri motor

- **Şönt Motor:** Endüvi ve endüktör sargılarının birbirine paralel bağlandığı motorlardır. Değişken hızlı uygulamalarda kullanımı uygundur. Yükün azalmasıyla devir sayılarında önemli değişiklik olmaz. Gemilerdeki pompalar, havalandırma fanları, kompresörler, dümen makineleri gibi düzeneklerde kullanılır (Şekil 6.4).



Şekil 6.4: Şönt motor

- **Kompunt Motor:** Endüvi ve endüktör sargılarının birbirine hem seri hem paralel bağlandığı motorlardır. Bu motorların bir başka adı, **bileşik sargılı motor**dur. Seri bağlantı ilk hareket torkunu sağlarken paralel bağlantı hız kontrolünü kolaylaştırır. Gemilerdeki kompresör, matafora, ırgat, vinç, kreyn gibi düzeneklerde kullanılır (Şekil 6.5).



Şekil 6.5: Kompunt motor

Gemideki her makine ve mekanizma gibi DC motorların da belirli periyotlarla kontrol ve bakımlarının yapılması gerekir. Bu kontrol ve bakımlar, motorların ömrünü uzattığı gibi verimli çalışmalarını da sağlar.

1.1. Doğru Akım Motorlarının Bakımı

Motorların kontrolleri mekanik ve elektriksel olmak üzere ikiye ayrılır. Mekanik kontrol ve bakımlarda motor gövdesi ve motor koruma kapaklarının sağlamlık kontrol ve temizliği yapılır. Motor fanının sağlamlığı ve hava akışında herhangi bir engel olup olmadığı kontrol edilir. Motor milinde eğiklik varsa oluşan salınım, motor parçalarını olumsuz yönde etkiler. Bu durumun oluşmaması için mil salınım kontrolleri yapılarak salınımın belirtilen tolerans değerlerde olup olmadığı kontrol edilir. Milin bağlı bulunduğu rulman veya yatakların kontrolleri ve temizliği yapılır. İşlevini kaybeden parçalar tespit edilerek değiştirilir.

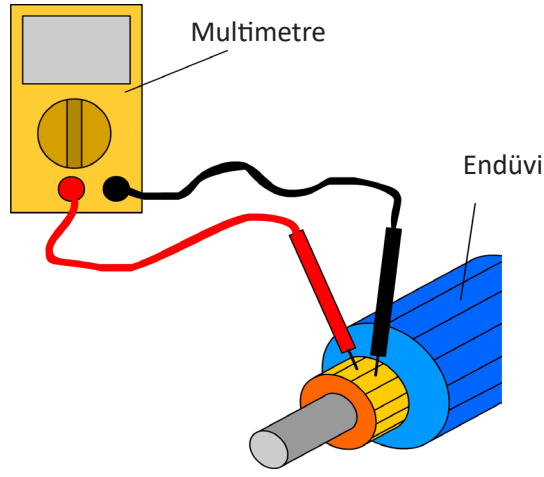
Karbondan yapılmış fırçalar, kollektöre sürtünerek çalıştığı için zamanla aşınır. Aşınan fırçaların kollektör yüzeyine uyguladıkları basınç azaldığı için akım iyi iletilemez ve ark oluşur. Bu nedenle fırça, baskı yayı ve kabloların fiziksel yapısı kontrol edilir; bunlar gerekli görüldüğünde yenisiyle değiştirilir. Montaj sırasında fırçanın kollektöre doğru açıda bastığı kontrol edilir.

Kontroller, ilgili makine üreticisinin belirlemiş olduğu ve makine kataloğunda yer alan bilgiler doğrultusunda yapılır. Her kontrol, bakım ve onarım kayıt altına alınır.

DC motorların elektriksel kontrolleri iş güvenliği kurallarına uygun şekilde, doğru araç gereç kullanılarak yapılır. Elektriksel kontrollerde multimetre ve meger cihazı kullanılır.

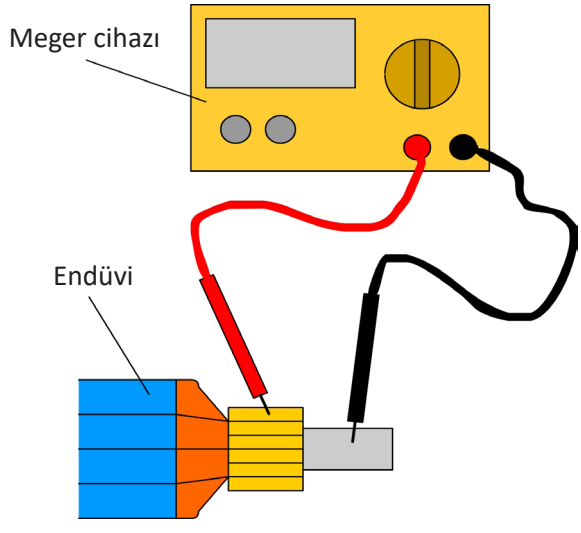
a) Endüvi ve Kollektör Kontrolleri

Endüvi sargılarında oluşabilecek kopukluk, kısa devre veya gövdeye kaçak gibi durumlar kollektör üzerinden ölçme cihazlarıyla kontrol edilmelidir. Kollektör, fırçanın sürtünmesiyle aşıntı ve fiziksel deformasyona uğrayabilir. Kontroller sırasında yalıtkan zarar görmeyecek şekilde kollektör dilimlerinin arası temizlenmelidir. Devredeki kopukluklar ve kısa devre, her kollektör dilimi birbirinden yalıtılmış olduğu için multimetreyle kontrol edilmelidir (Şekil 6.6).



Şekil 6.6: Endüvinin multimetreyle kontrolü

Gövdeye kaçak kontrollerinde yalıtım direncinin ölçülmesi gerekir. Bunun için meger cihazı kullanılır (Şekil 6.7). İki bağlantı ucu olan meger cihazının bir ucu sargıya, diğer ucu ise gövdeye temas ettirilir. Ölçüm sırasında devrede elektrik olmamalıdır. Olması gereken yalıtım değeri, sonsuz izolasyon direncidir. Düşük izolasyon dirençleri, yalıtımın zayıf olduğunu gösterir. Ölçülen ve kaydedilen değerler, üretici firma tablolarında belirtilen değerlerle karşılaştırılarak yorumlanır.

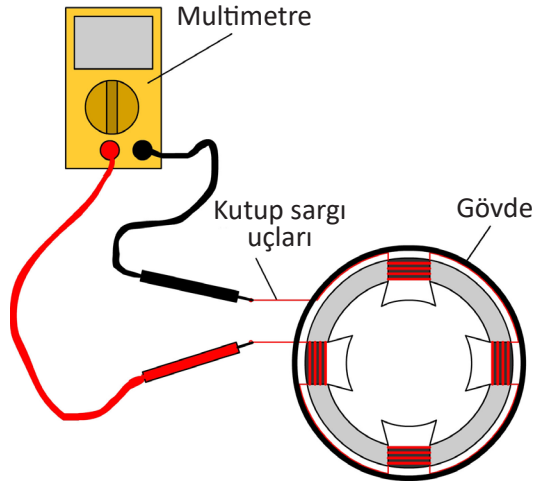


Şekil 6.7: Endüvi sargılarında meger cihazıyla gövdeye kaçak kontrolü

b) Endüktör Sargılarında Kopukluk, Kısa Devre ve Gövdeye Kaçak Kontrolü

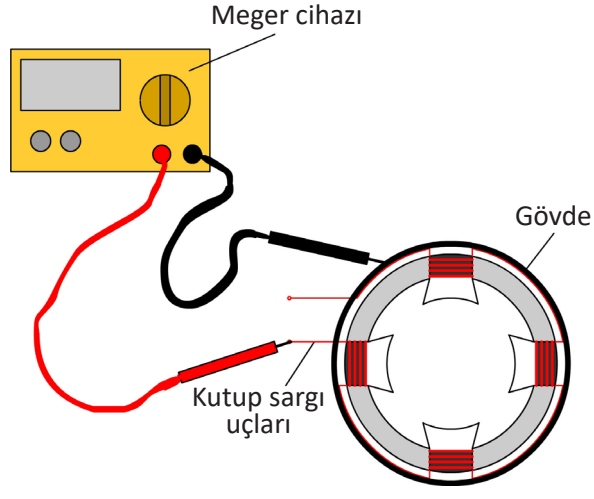
Çeşitli nedenlerle endüktörde meydana gelen devre kopuklukları, her bir kutup sargısı için ayrı ayrı kontrol edilmelidir. Sargıların ara bağlantılardaki giriş ve çıkışlarından multimetreyle ölçüm yapılarak iletimin devamlılığı gözlenmelidir.

Kısa devre, kutup sargılarındaki yalıtımın bozulması sonucunda akımın devreyi kısa yoldan tamamlamasıdır. Kısa devre kontrolü, kutup sargısı dirençlerinin multimetreyle ölçülüp elde edilen değerlerin karşılaştırılmasıyla yapılır (Şekil 6.8).



Şekil 6.8: Endüktörün multimetreyle kontrolü

Yalıtımın bozulması nedeniyle gövdeye kaçak olabilir. Sargılar ve gövde arasındaki yalıtım direnci, meger cihazıyla ölçülerek kontrol edilmelidir. Ölçüm; cihazın bir ucunun sargıya, diğer ucunun gövdeye temas ettirilmesiyle yapılır (Şekil 6.9).



Şekil 6.9: Endüktör sargılarında meger cihazıyla gövdeye kaçak kontrolü

DC motorlarda meydana gelebilecek arızalar, yapılan kontroller sırasında tespit edilebileceği gibi motor çalışırken de tespit edilebilir. Bu arızaların nedenleri incelenerek gerekli bakım ve onarım işlemleri yapılır (Tablo 6.1).

Tablo 6.1: DC Motorlarda Olası Arızalar ve Nedenleri

Olası Arıza	Olası Nedenler
Motorun harekete geçememesi	• Elektrik enerjisinin olmaması • Aşırı yük • Endüktör ve / veya endüvi sargılarında kopukluk • Motorun hareket verdiği mekanizmada (pompa, yataklar vb.) sıkışma • Fırçalardan kollektöre iletimin olmaması • Motor yataklarında sıkışma veya kilitlenme
Motorun olması gerekenden daha yavaş çalışması	• Düşük gerilim • Aşırı yük • Yatak veya rulman sorunları • Endüktör ve / veya endüvi sargılarında kısa devre • Fırçaların doğru açıda temas etmemesi
Motorun olması gerekenden daha hızlı çalışması	• Yüksek gerilim • Endüktör ve / veya endüvi sargılarında kısa devre • Fırçaların doğru açıda temas etmemesi • Ters çalışan alan sargıları • Yol verme sisteminde arıza
Motorun aşırı ısınması	• Aşırı yük • Havalandırma sisteminde arıza • Yataklardaki sorunlardan kaynaklanan aşırı sürtünme • Endüktör ve / veya endüvi sargılarında kısa devre • Gerilimdeki dengesizlik
Fırçalarda ark (kıvılcım) oluşumu	• Kirli kollektör yüzeyi • Fırçaların yanlış açıda veya hatalı takılması • Fırçaların kollektör yüzeyine tam temas etmemesi • Kollektörde yüzey bozukluğu • Motorda titreşim
Motorda titreşim ve gürültü	• Motorun montaj cıvata ve somunlarında gevşeme • Motorun mil bağlantı elemanlarında (kaplin, dişli vb.) arıza • Eğilmiş motor mili • Motorun hareketli parçalarında sürtünme • Yataklarda veya rulmanlarda arıza

c) Elektrik Motorlarının Temizliği

Elektrik motorları çalışma şartlarına göre toz ve kire maruz kalır. Motorun içindeki veya dış yüzeylerindeki bu kirlenme ısınmaya, hareketli parçaların zorlanmasına, çalışma veriminin düşmesine ve çeşitli arızaların ortaya çıkmasına neden olur. Belirli aralıklarla yapılması gereken motor temizliği için çeşitli yöntemler uygulanır.

Kuru yüzeysel temizlik, elektrik motorları üzerinde oluşan kaba kir veya tozun gerekli önlemler alındıktan sonra basınçlı hava veya fırça kullanılarak temizlenmesidir. Motorun dış kısımda görülen girinti ve çıkıntılar, elektrik bağlantı kutusu ile pervane ve çevresi dikkatli bir şekilde temizlenmelidir. Düzenli yapılan bu işlem, motorun üzerinde kir birikmesini önler.

Kimyasal temizlik; motorların çalışma ortamlarından kaynaklanan, yüzeysel kuru temizliğin yeterli olmadığı yerlerin uygun kimyasallarla temizlenmesidir. Mevcut kirin özelliğine göre ve motor parçalarının zarar görmeyeceği şekilde yapılacak temizliklerde endüstriyel kimyasal temizleyiciler kullanılır. Seçilen kimyasal temizleyicinin temizlenecek malzemede kullanımının uygun olduğundan emin olunmalıdır. Kimyasal maddelerin kullanım talimatlarına uyulmalıdır.

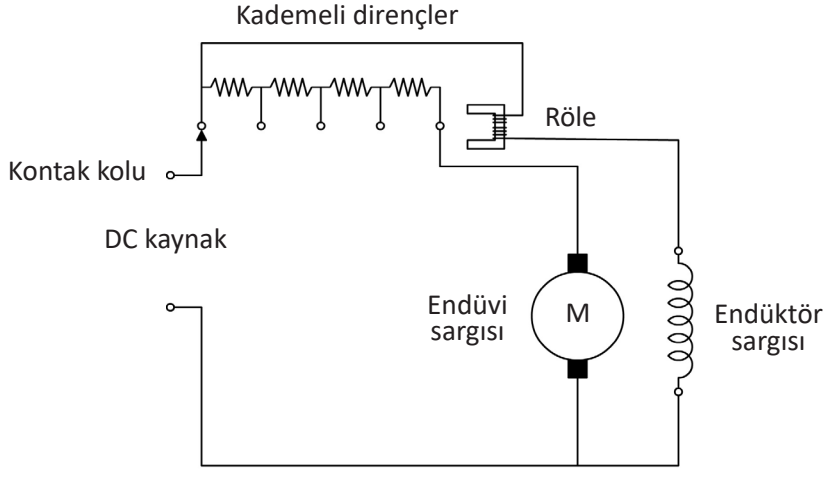
Elektriksel aksamların temizliği, meydana gelen kirlilik ve pasın bu aksamlar için özel üretilmiş kimyasallarla temizlenmesidir. Kimyasal maddelerin kullanım talimatlarına uyulmalıdır. Temizlik sonunda elektrik aksamlarının nemli kalmamasına dikkat edilmelidir.

Temizlik sonunda meydana gelen atıklar, ilgili talimatlar doğrultusunda saklanmalı ya da yok edilmelidir. Uygulamalar sırasında ilgili gemiye özgü iş güvenliği kurallarına uyulmalı ve şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.
- Temizlik sırasında motorun çalışmadığı ve elektrik bağlantısının olmadığı kontrol edilmelidir.
- Temizliğin yapıldığı ortamda yangın veya patlama oluşturacak tehlikelere karşı önlem alınmalıdır.
- Temizlik yapılacak ortam uygun şekilde havalandırılmalıdır.
- Kullanılacak kimyasalların yapılacak işleme uygunluğu kontrol edilmelidir.
- Kimyasal maddelerin kullanım talimatlarına uyulmalıdır.

1.2. Doğru Akım Motorlarının Çalıştırılması

Büyük DC motorlar, ilk hareket yani yol verme sırasında devreden fazla akım çeker. Bu durum şebeke ve motor açısından olumsuz sonuçlara neden olabilir. Olumsuzlukların engellenmesi için **yol verici** ya da **starter** adı verilen devreler kullanılır. Bu mekanizmaların işlevi, direnç yardımıyla kademeli ve kontrollü olarak akımı artırmak ve motorun yol almasını sağlamaktır. Şekil 6.10'da DC motorlarda kullanılan kademeli dirençle yol verme mekanizması görülmektedir.



Şekil 6.10: DC motorlarda kademeli dirençle yol verme mekanizması

Motor dönüş yönü, endüvi veya endüktördeki akımın yönü yani kutup uçları değiştirilerek ters yöne çevrilebilir. **Motor dönüş hızı** ise manyetik alan kuvveti ve iletkenden geçen akımla doğru orantılı olduğu için uygulanan gerilim değiştirilerek, artırılıp azaltılabilir.

6.1. UYGULAMA

DC MOTORU SÖKME

Amaç: DC motoru sökmek.

Araç Gereç	Miktar
1. DC motor	1 adet
2. Tornavida takımı	1 adet
3. Çektirme	1 adet
4. Segman pensesi	1 adet
5. Uygun anahtar takımı	1 adet
6. Plastik çekiç	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır ve elektrik motoru, çalışma tezgâhına emniyetli şekilde sabitlenir.
3. Motor kapakları sökülmeden önce kapak ve gövdeye (doğru montaj için) aynı hizada işaret konur.
4. Varsa mil üzerindeki dişli veya kasnak, çektirmeyle sökülür.
5. Fan koruma kapağı ve fan sökülür.
6. Ön ve arka motor koruma kapakları uygun anahtar kullanılarak sökülür.
7. Fırçalar ve fırça yuvaları sökülür.
8. Endüvi sökülür.
9. Endüvi, rulman veya yatakların kontrolü yapılır.
10. Endüktör ve bağlantı kontrolleri yapılır.
11. Sökülen bütün parçaların temizlik ve bakımları yapılır.
12. İşlem basamakları tersten takip edilerek sökülen motor toplanır.

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.	Fan ve motor koruma kapaklarının sökülmesi	15	
4.	Fırçalar ve fırça yuvalarının sökülmesi	15	
5.	Endüvi, rulman veya yatakların sökülmesi	20	
6.	Endüvi ve endüktör kontrollerinin yapılması	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

6.2. UYGULAMA

DC MOTORLARIN ENDÜVİ SARGILARINDA KOPUKLUK, KISA DEVRE VE GÖVDEYE KAÇAK KONTROLÜ YAPMA

Amaç: DC motorların endüvi sargılarındaki kopukluk, kısa devre ve gövdeye kaçak kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	Miktar
1. Kollektörlü DC motor endüvisi	1 adet
2. Multimetre	1 adet
3. Meger cihazı	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç ve sökülmüş endüvi, çalışma tezgâhında emniyetli şekilde hazırlanır.
3. Endüvi sargılarında kopukluk tespiti için her bir komşu kollektör dilimi arasındaki iletim, multimetreyle kontrol edilir.
4. Endüvi sargılarında kısa devre olup olmadığı multimetreyle kontrol edilir.
5. Gövdeye kaçak tespiti için gövde ile kollektör dilimleri arasındaki direnç meger cihazıyla ölçülür.

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.	Endüvi sargılarındaki kopukluk kontrolünün yapılması	20	
4.	Endüvideki kısa devre kontrolünün yapılması	25	
5.	Endüvideki gövdeye kaçak kontrolünün yapılması	25	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

6.3. UYGULAMA

DC MOTORLARIN ENDÜKTÖR SARGILARINDA KOPUKLUK, KISA DEVRE VE GÖVDEYE KAÇAK KONTROLÜ YAPMA

Amaç: DC motorların endüktör sargılarındaki kopukluk, kısa devre ve gövdeye kaçak kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. DC motor endüktörü	1 adet
2. Multimetre	1 adet
3. Meger cihazı	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç ve sökülmüş endüktör, çalışma tezgâhında emniyetli şekilde hazırlanır.
3. Endüktör sargılarının ara geçişlerindeki yalıtkanlar açılır.
4. Kopukluk kontrolü yapılacak endüktör sargısının kontrolü, sargının giriş ve çıkış uçlarından multimetreyle yapılır.
5. Multimetre yardımıyla her bir endüktör sargısının direnci ölçülüp, karşılaştırılarak kısa devre kontrolü yapılır.
6. Meger cihazının bir ucu motor gövdesine, diğer ucu kontrol edilecek endüktör sargısının ucuna temas ettirilerek gövdeye kaçak kontrolü yapılır.

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.	Endüktör sargılarındaki kopukluk kontrolünün yapılması	20	
4.	Endüktör sargılarındaki kısa devre kontrolünün yapılması	25	
5.	Endüktör sargılarındaki gövdeye kaçak kontrolünün yapılması	25	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6.4. UYGULAMA

DC MOTORU ÇALIŞTIRMA

Amaç: DC motoru çalıştırmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. DC motor	1 adet
2. Yol verici devre	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Çalıştırmadan önce motorun yapısal durumu gözle kontrol edilir.
3. Motorun elektrik bağlantılarında gevşeklik olup olmadığı kontrol edilir.
4. Yol verici devre direnci, en yüksek kademeye ayarlanır.
5. Motor çalıştırılır.
6. Motor devri kademeli olarak artırılır.

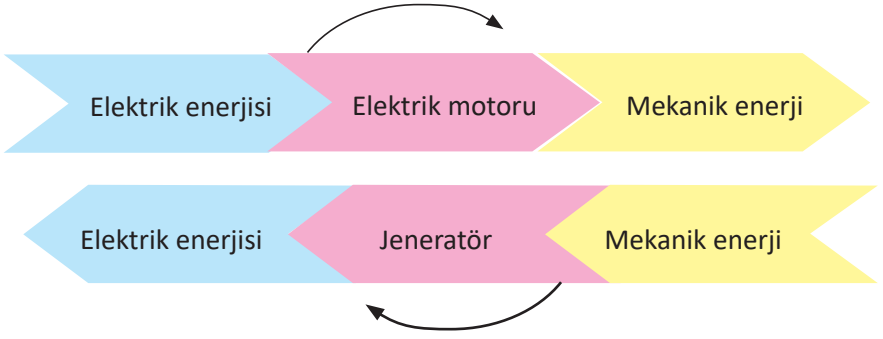
Uygulama Değerlendirme

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 yapısal durumunun gözle kontrol edilmesi	15	
4.	Motorun elektrik bağlantılarının kontrol edilmesi	15	
5.	Motorun çalıştırılması	20	
6.	Motor devrinin kademeli olarak değiştirilmesi	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

2. DC JENERATÖRLERİN BAKIMI VE ÇALIŞTIRILMASI

Hareketli elektrik makineleri, motorlar ve jeneratörler olmak üzere iki gruba ayrılır. Hareket üreten makineler motor, elektrik üreten makineler **jeneratör** olarak adlandırılır (Şekil 6.11). DC motorlar gibi DC jeneratörlerin de belirli periyotlarla kontrol ve bakımlarının yapılması gerekir. Bu kontrol ve bakımlar, jeneratörlerin ömrünü uzatır ve verimli çalışmasını sağlar.

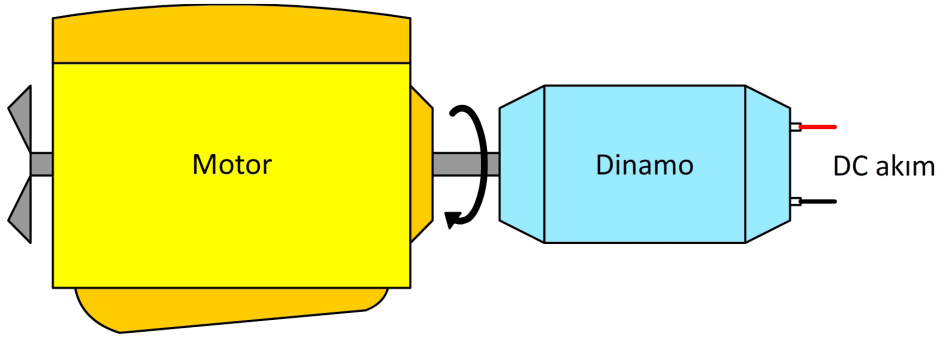


Şekil 6.11: Elektrik motoru ve jeneratörün enerji dönüşümü

2.1. DC Jeneratörlerin Bakımı

Gemiler seyir hâlindeyken karayla bağlantıları olmadığı için kendi elektriğini bağımsız bir şekilde üreten sistemlere ihtiyaç duyar. Jeneratörler, hareket enerjisini elektrik enerjisine çevirerek gemilerin elektrik ihtiyacını karşılar.

DC elektrik enerjisi üreten makinelere **DC jeneratör** denir. Bunlar, manyetik alan içerisinde hareket ettirilen bir iletkende indüksiyon yoluyla akım meydana gelme (indüklenme) prensibine göre çalışır. Jeneratörler hareketini içten yanmalı motorlardan, gaz ve buhar türbinleri gibi makinelerden alır. DC jeneratörlerin elektrik üreten kısmına **dinamo** denir (Şekil 6.12).



Şekil 6.12: DC jeneratörün kısımları

DC jeneratörler büyük ve ağır olmaları ayrıca fırça, kollektör gibi parçalarında sıklıkla problem çıkması nedeniyle günümüz gemilerinde kullanılmaz. DC jenerarörler; DC motorlar gibi seri, şönt ve kompunt olmak üzere üçe ayrılır.

DC jeneratörler, kullanım amaçları farklı olsa da DC motorlarla aynı yapıya sahiptir. Endüktör, endüvi, fırçalar, kollektör, yataklar veya rulmanlar, soğutucu fan ile motor kapaklarından oluşur.

DC jeneratörlerin arıza tespiti, bakım ve kontrolleri DC motorlarda olduğu gibi yapılır. Endüktör ve endüvi sargılarındaki kopukluk ve kısa devre, multimetreyle kontrol edilir. Gövdeye kaçak kontrolü için meger cihazı kullanılarak yalıtım dirençleri ölçülür.

DC jeneratördeki fırçaların ve kollektörün fiziksel yapısı kontrol edilerek gerekli görülen parçalar değiştirilmelidir. Her bir kollektör dilimi için kısa devre ve kopukluk kontrolü, multimetreyle ölçülerek yapılır.

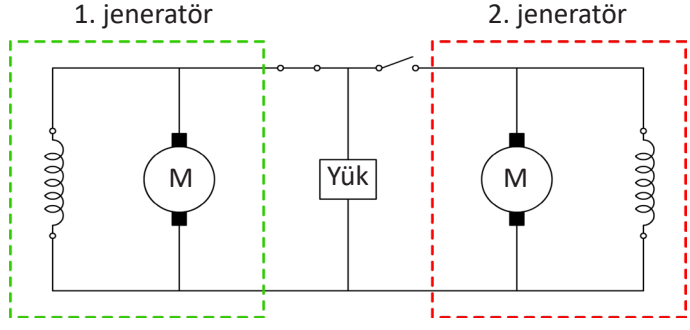
DC jeneratördeki yatak ve rulmanların kontrolleri yapılarak gürültülü ve titreşimli çalışmaya neden olanları değiştirilmelidir. Ayrıca motor kapakları ve soğutucu fanın yapısal durumu kontrol edilmelidir.

2.2. DC Jeneratörlerin Çalıştırılması

Gemilerde genellikle bir büyük jeneratör yerine iki küçük jeneratör kullanılır. Elektrik güç ihtiyacı az olduğunda tek jeneratör çalıştırılır. Limandaki operasyonlarda, manevralarda, ana ve yardımcı makinelerin çoğunun aynı anda çalışması gibi durumlarda elektrik gücü ihtiyacı artar. Bu nedenle iki jeneratör senkronize çalıştırılarak sistem beslenir. Arıza veya bakım nedeniyle bir jeneratör devre dışı kaldığında sistemin elektrik ihtiyacı diğer jeneratör ya da jeneratörler tarafından karşılanır. Böylece tek jeneratörün sürekli tam yükte çalışması gerekmeyeceğinden sistemin çalışma verimi de artar.

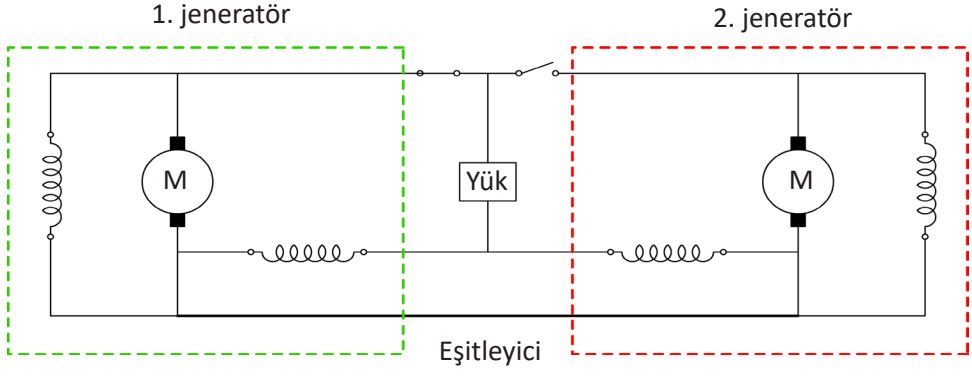
DC jeneratörlerin birlikte çalıştırılması için seri jeneratörler seri, şönt ve kompunt jeneratörler ise paralel bağlanır. Jeneratörlerin çıkış gerilimlerinin ayarlanabilmesi için regülatörler kullanılır.

İki jeneratörün paralel bağlanması için önce birinci jeneratör çalıştırılır. Devir sayısı, frekansı ve gerilimi uygun değerlere getirildikten sonra jeneratör devreye alınır. Daha sonra ikinci jeneratör çalıştırılarak devir sayısı, frekansı ve gerilim ayarları birinci jeneratöre uygun olacak şekilde yapılır ve devreye alınır. Şekil 6.13'te şönt jeneratörlerin paralel bağlanması görülmektedir.



Şekil 6.13: Şönt jeneratörlerin paralel bağlanması

Kompunt jeneratörler, kararlı şekilde paralel çalışabilmeleri için bir eşitleyici yardımıyla bağlanabilir. Eşitleyici bağlantı, seri sargıların paralel bağlanmasını sağlar (Şekil 6.14).



Şekil 6.14: Kompunt jeneratörlerin paralel bağlanması

Paralel bağlanan jeneratörlerin sağlıklı ve emniyetli çalışması için sigortalar, kesiciler, aşırı akım veya kısa devre sistemleri kullanılır. Jeneratörlerle ilgili gerilim, akım, frekans gibi anlık değerlerin izlenmesi için sisteme sürekli bağlı bulunan ölçü aletleri kullanılır.

DC jeneratörlerin çalışması sırasında meydana gelen arızalar, kısa sürede tespit edilmelidir. Arızalı jeneratör, sistemden ayrılmalı ve arızanın nedenlerine göre gerekli bakım ve onarım yapılmalıdır (Tablo 6.2).

Tablo 6.2: DC Jeneratörlerde Olası Arızalar ve Nedenleri

Olası Arıza	Olası Nedenler
Gerilim üretiminin olmaması	• Endüktör ve / veya endüvi sargılarında kopukluk • Fırçalardan kollektöre iletimin olmaması • Hareket aktarma sisteminde (kavrama) arıza
Olması gerekenden düşük gerilim çıkışı	• Hareket veren sistemin düşük devirli çalışması • Fırçalardan kollektöre iletimin zayıf olması • Endüktör ve / veya endüvi sargılarında kısa devre • Regülatörde arıza
Olması gerekenden yüksek gerilim çıkışı	• Jeneratöre hareket veren sistemin yüksek devirli çalışması • Regülatörde arıza
Aşırı ısınma	• Aşırı yüklenme • Havalandırma sisteminde arıza • Yataklardaki sorunlardan kaynaklanan aşırı sürtünme • Endüktör ve / veya endüvi sargılarında kısa devre • Gerilimdeki dengesizlik
Fırçalarda ark oluşumu	• Kirli kollektör yüzeyi • Fırçaların yanlış açıda veya hatalı takılması • Fırçaların kollektör yüzeyine tam temas etmemesi • Kollektörde yüzey bozukluğu • Jeneratörde titreşim
Gürültülü çalışma	• Jeneratörün montaj cıvata ve somunlarında gevşeme • Jeneratörün hareket aktarma sisteminde arıza • Eğilmiş jeneratör mili • Jeneratörün hareketli parçalarında sürtünme • Yataklarda veya rulmanlarda arıza

6.5. UYGULAMA

DC JENERATÖRÜ SÖKME

Amaç: DC jeneratörü sökmek.

Araç Gereç	Miktar
1. DC jeneratör	1 adet
2. Tornavida takımı	1 adet
3. Çektirme	1 adet
4. Segman pensesi	1 adet
5. Uygun anahtar takımı	1 adet
6. Plastik çekiç	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Jeneratörün, motoru durdurularak, elektrik bağlantısı kesilir.
4. Jeneratörün elektrik bağlantıları sökülür.
5. Jeneratörün motor bağlantısı ayrılır.
6. Jeneratör, çalışma tezgâhında emniyetli bir şekilde hazırlanır.
7. Jeneratör koruma kapakları ve soğutma fanı sökülür.
8. Fırçalar ve fırça tutucular sökülür.
9. Endüvi ve endüktör sökülür.
10. Sökülen parçaların temizlik ve kontrolleri yapılır.
11. İşlem basamakları tersten takip edilerek sökülen jeneratör toplanır.

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.	Jeneratör motorunun durdurularak elektrik bağlantısının kesilmesi ve bağlantıların sökülmesi	10	
4.	Jeneratörün motor bağlantısının ayrılması	10	
5.	Jeneratör koruma kapakları ve soğutma fanının sökülmesi	10	
6.	Fırçalar ve fırça tutucuların sökülmesi	10	
7.	Endüvi ve endüktörün sökülmesi	10	
8.	Sökülen parçaların temizlik ve kontrollerinin yapılması	20	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

6.6. UYGULAMA

DC JENERATÖRLERİNİN YALITIM DİRENCİNİ ÖLÇME, ROTOR VE STATOR KONTROLLERİNİ YAPMA

Amaç: DC jeneratörlerin yalıtım direncini ölçmek, rotor ve statorun elektriksel kontrollerini yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Jeneratör	1 adet
2. Meger cihazı	1 adet
3. Multimetre	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Jeneratör enerjisinin kesilmiş ve hareket mekanizmasının durmuş olduğu kontrol edilir.
3. Jeneratör bağlantı kutusundan sargı uçları tespit edilir.
4. Multimetreyle ilgili sargılardaki kopukluk ve kısa devre kontrolü yapılır.
5. Meger cihazıyla sargı ve gövde arasındaki yalıtım direnci ölçülür.

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.	Jeneratör bağlantı kutusundan sargı uçlarının tespiti	20	
4.	Multimetreyle sargılardaki kopukluk ve kısa devre kontrolünün yapılması	25	
5.	Meger cihazıyla sargı ve gövde arasındaki yalıtım direncinin ölçülmesi	25	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....

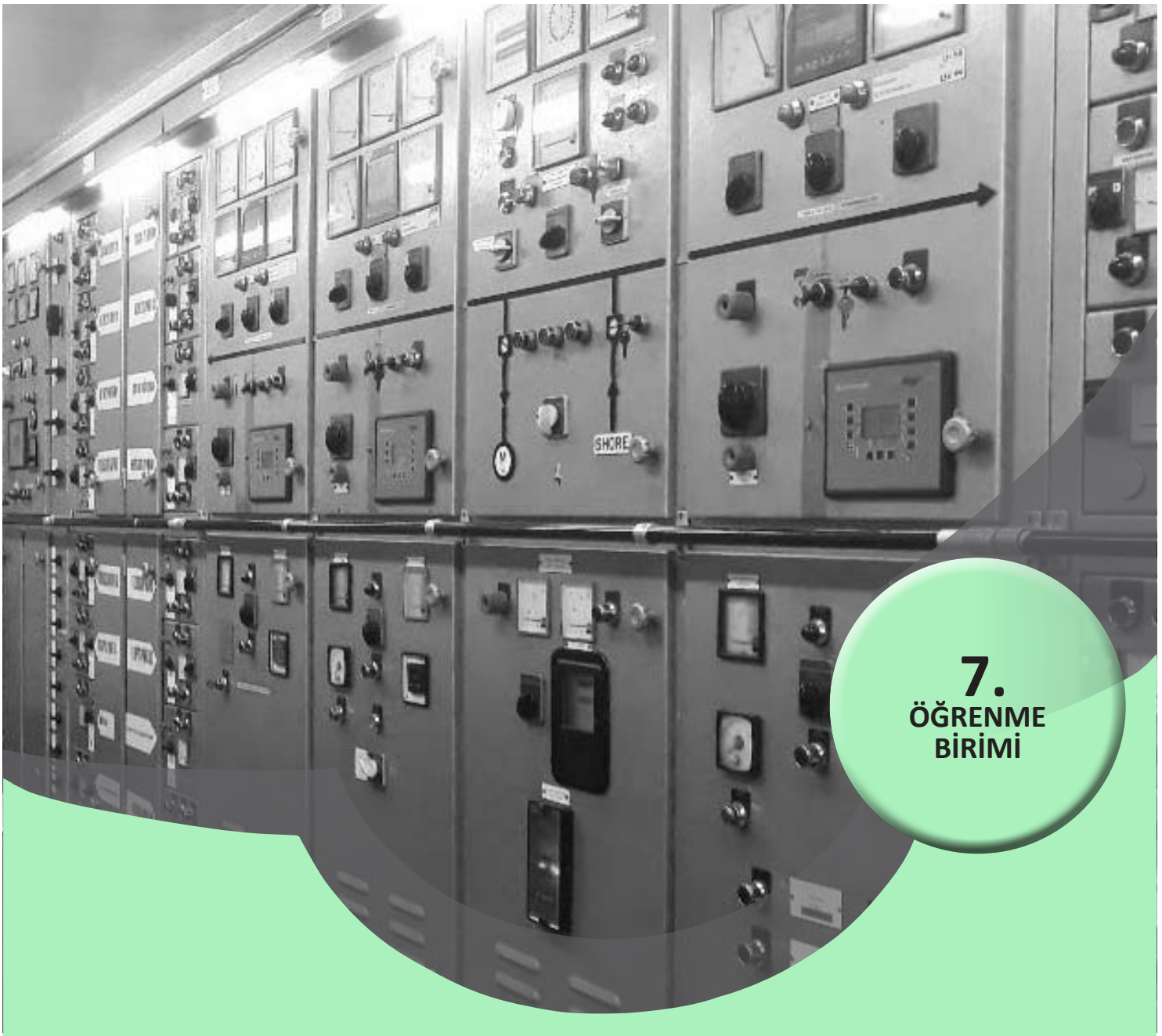
.....

.....

.....

.....

.....



7.
ÖĞRENME
BİRİMİ

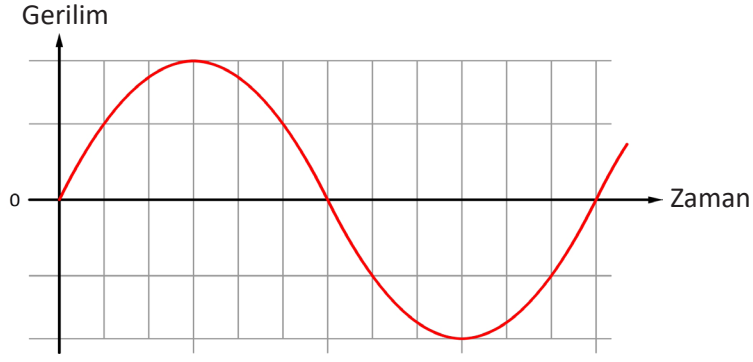
AC JENERATÖRLER VE DAĞITIM TABLOLARI

Neler Öğreneceksiniz?

- AC Jeneratörleri devreye alma ve paralel bağlama
- AC jeneratörlerin bakımını yapma
- Kuvvet akım dağıtım tablolarını ve tabloda kullanılacak malzemeleri seçme
- Petrol, kimyasal madde ve sıvılaştırılmış gaz tankerlerinin elektrik devrelerini kontrol etme

1. AC JENERATÖRLERİN DEVREYE ALINMASI

Yönü ve şiddeti zamana bağlı olarak sürekli değişen akıma **alternatif akım (AC)** denir. Bu değişim genelde sinüs dalgası şeklindedir (Şekil 7.1). Üçgen, kare ve testere dişi şeklinde kendini tekrar eden düzenli bir yapıda da olabilir.

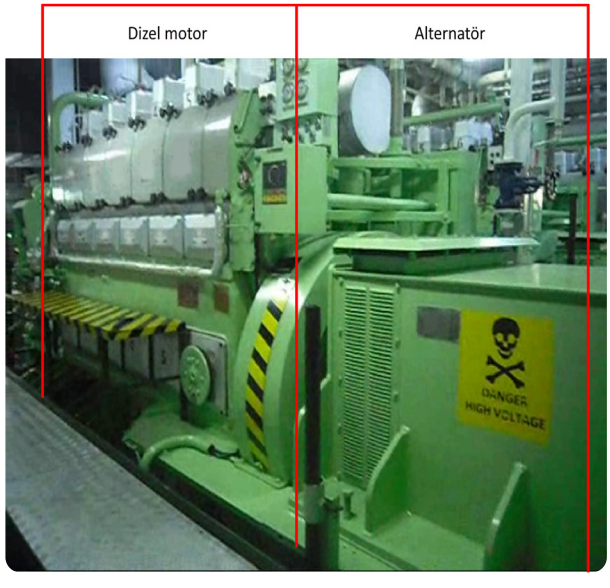


Şekil 7.1: Alternatif akım (AC)

Günümüz ticaret gemilerinde DC akım kaynakları yerine AC akım kaynakları kullanılmaktadır. AC akım üreten sistemlerin DC akım üreten sistemlere göre tercih edilme nedenlerinden bazıları şunlardır:

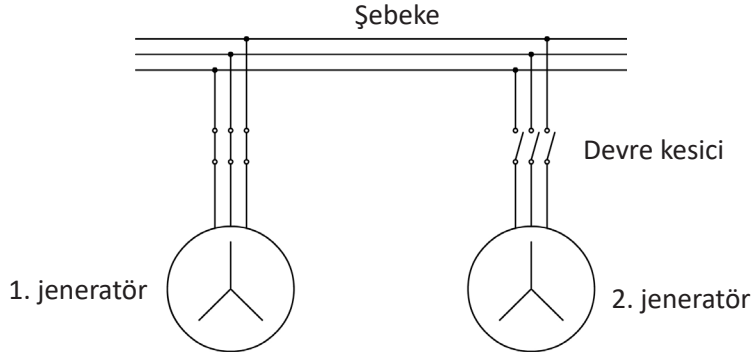
- Bakım ve onarımları kolaydır.
- Bakım, onarım ve işletim maliyetleri daha azdır.
- Daha uzun ömürlü sistemlerdir.
- Limanda veya tersanede şehir şebekesinden beslenebilir.
- Doğru akım gereken yerlerde doğrultmaç kullanılarak alternatif akım, doğru akıma dönüştürülebilir.
- Gerilimi düzenleyen, gerilimin yükseltilmesi ve düşürülmesini sağlayan transformatörler (regülatörler) kullanılarak istenilen gerilim değerleri elde edilebilir.

AC elektrik enerjisi üreten makinelere **AC jeneratör** denir. Jeneratörler hareket verme ve elektriği üretme bölümlerinden oluşur. Buna **jeneratör seti** adı verilir. Gemilerde ana jeneratörlere genelde dizel motorlar tarafından hareket verilir (Görsel 7.1).



Görsel 7.1: Alternatif akım (AC)

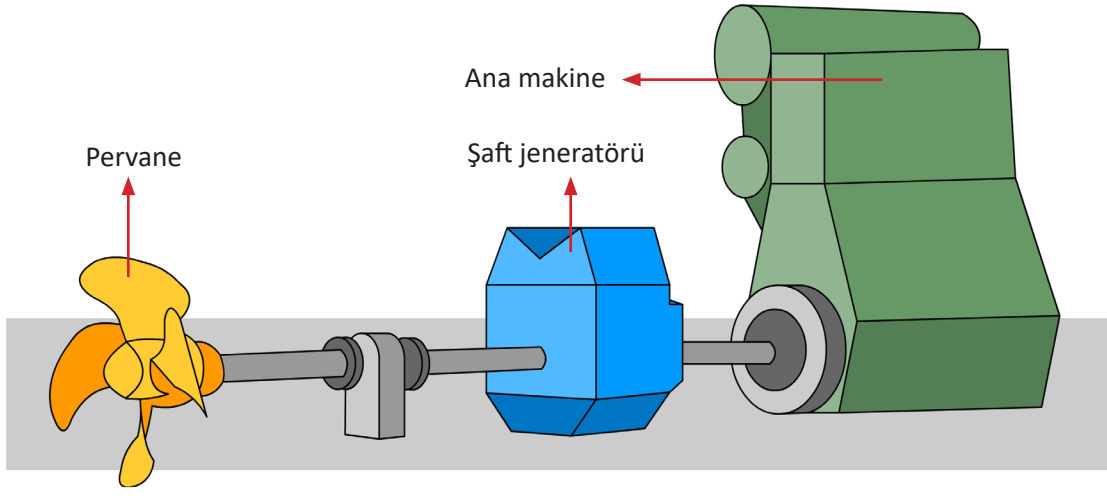
Jeneratörün elektriği üreten kısmına **alternatör** denir. Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi'ne (Safety of Life at Sea-SOLAS) tabi olan gemilerde ana elektrik güç kaynağı, en az iki jeneratörden oluşur (Şekil 7.2). Bu jeneratörlerin kapasitesi, jeneratörlerden herhangi birinin durması hâlinde geminin temel işletme ve güvenlik şartlarını sağlamalıdır.



Şekil 7.2: İki jeneratörlü sistem

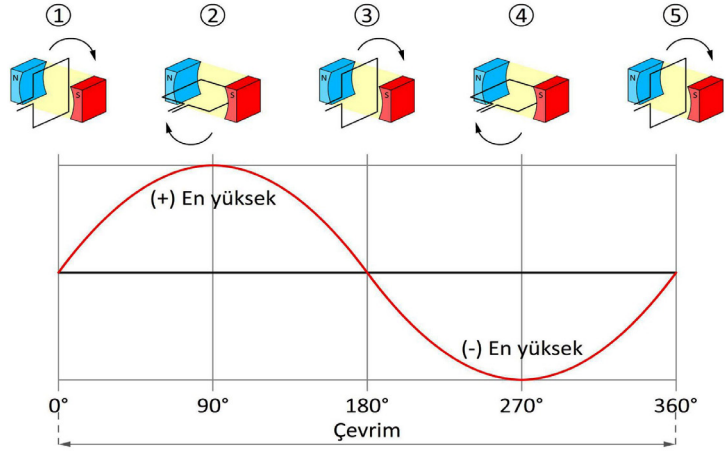
Gemilerde ana jeneratörlerin arızalanması durumunda devreye girerek dümen donanımı, yangın pompası, seyir ekipmanları, alarm sistemleri gibi gemideki temel mekanizmaların elektrik ihtiyacını karşılayan jeneratörlere **acil durum (emergency) jeneratörü** denir. Bu jeneratörlerin bağımsız bir kontrol ve dağıtım panosu vardır. Acil durum jeneratörleri, ihtiyaç durumunda otomatik olarak devreye girer. Ana ve yardımcı makinelerin bulunduğu alanın dışında konumlandırılır. Gemi acil durum jeneratörleri, SOLAS'ta belirtildiği gibi bakımlı ve her an çalışır durumda olmalıdır.

Gemilerde ana makine şaftının döner hareketini elektrik enerjisine çeviren sisteme **şaft jeneratörü** denir (Şekil 7.3). Şaft jeneratörü, gemide yardımcı elektrik enerji kaynağı olarak, gemi seyir hâlinde ve ana makine sabit devirde çalışırken kullanılabilir. Şaft jeneratörleri, elektrik üretebildikleri gibi bazı durumlarda elektrik motoru olarak şafta (pervaneye) hareket vermek için kullanılabilir. Elektrik üretme yani jeneratör modu **PTO (power take of)**, hareket üretme yani elektrik motoru modu ise **PTI (power take in)** olarak adlandırılır.



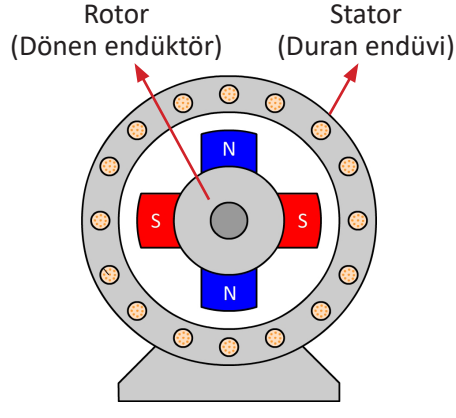
Şekil 7.3: Şaft jeneratörü

AC jeneratörlerde, sabit bir manyetik alan içerisinde hareket ettirilen iletken üzerinde indüksiyon yoluyla akım meydana gelir. Şekil 7.4'te iletkenin pozisyonlarına göre gerilimin indüklenmesi gösterilmiştir. İletken birinci konumdayken manyetik alan kuvvet çizgilerine paralel olduğu için etkileşim (kesişme) gerçekleşmez ve gerilim indüklenmez. İletken ikinci konumdayken kuvvet çizgilerine diktir ve indüklenen gerilim, en yüksek pozitif değeri alır. İletken üçüncü konumdayken paralel duruma gelir ve gerilim tekrar sıfır olur. İletken dördüncü konumdayken dik konuma gelir fakat kutup yönü değiştiği için indüklenen gerilim, negatif yönde en yüksek değere ulaşır. İletken beşinci konumdayken tekrar paralel duruma geldiği için etkileşim gerçekleşmez ve gerilim indüklenmez. 0 ile 360° arasında gerçekleşen bu işlemler için geçen süreye **bir çevrim (periyod)** denir. Gerilim, bir çevrim boyunca değişik değerlerde indüklenerek alternatif akımı oluşturur.



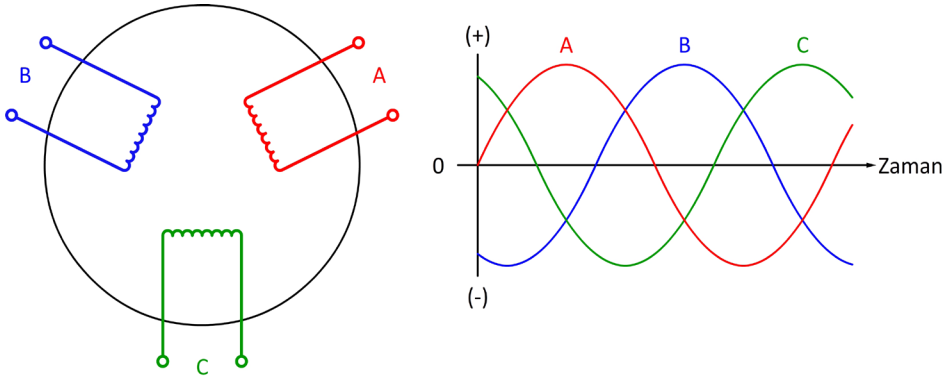
Şekil 7.4: Alternatif akımın oluşumu

AC jeneratörlerde üretilen gerilim, kollektör ve fırçalar yerine bilezikler yardımıyla dış devreye alınır. Yapı ve parçaları, diğer elektrik makineleriyle benzerlik gösterir. Rotor ve stator olmak üzere iki ana parçadan oluşan küçük ölçekli AC jeneratörlerde gerilim rotorda indüklenir. Bu jeneratörlere **dönen endüvili jeneratör** denir. Büyük ölçekli AC jeneratörlerde ise gerilim statorda indüklenir. Bu jeneratörlere **duran endüvili jeneratör** denir (Şekil 7.5). Statorda indüklenen gerilimin kullanılması, işletim açısından daha avantajlıdır. Bu sistemlerde gerilimin dış devreye alınmasında fırça veya bileziklere ihtiyaç duyulmaz. Duran kısımda sargı ve sargı izolasyonu daha sağlıklı yapılır. Sargıların soğutulması kolaydır ve rotor daha kolay dengelenebilir.



Şekil 7.5: Duran endüvili AC jeneratör

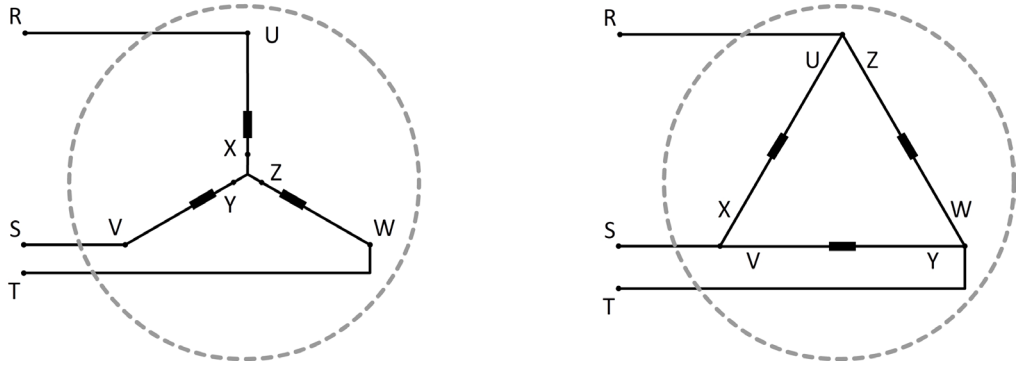
Gemilerde üç fazlı gerilim üretme sistemleri kullanılır. Stator sargıları gövdenin içinde birbirine 120°lik açıyla yerleştirilir. Bu sargıların çıkış uçları sırasıyla **R**, **S** ve **T** olarak adlandırılır. Dördüncü uç, toprak hattıdır. Üç faz arası gerilim 380 volttur fakat nötr ve bir faz uç alınarak 220 volt da elde edilebilir. Şekil 7.6'da duran endüvili üç fazlı AC jeneratörün her bir bobininden çıkan gerilimin 120°lik değişimi görülmektedir.



Şekil 7.6: Üç fazlı AC jeneratör

Üç fazlı jeneratör sistemlerinde gerilim indüklenmesi için sargılar birbirine yıldız veya üçgen olarak bağlanır (Şekil 7.7). Yıldız bağlantının üçgen bağlantıya göre bazı üstünlükleri şunlardır:

- Daha az sargıyla aynı gerilim elde edilebilir.
- 220 veya 380 V gibi iki farklı gerilim elde edilebilir.
- Topraklamanın yapılması daha kolaydır.
- Çıkış gerilimi, sinüs dalgasına daha çok benzerlik gösterir.



Şekil 7.7: AC jeneratörlerde yıldız ve üçgen bağlantı

Jeneratörler devreye alınırken yapılması gereken bazı kontroller şunlardır:

- Gözle genel kontroller
- Motor kısmındaki yakıt, yağ ve su seviyesi
- Sıvı sızıntıları
- Motor hava giriş ve çıkışları
- Egzoz bağlantıları
- İlk hareket sistemi bağlantıları (akü veya pnömatik sistem)
- Acil stop ve çıkış şalterlerinin konumları ile elektrik bağlantıları

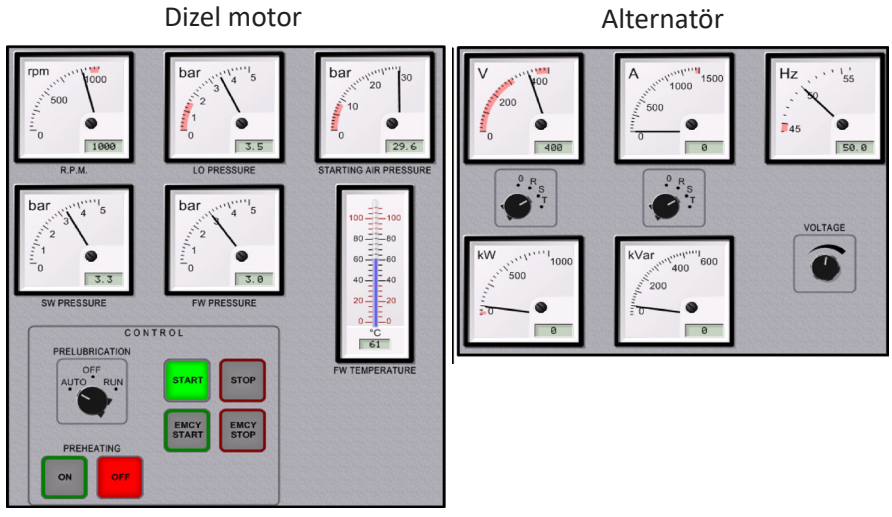
Jeneratör devreye alındıktan sonra yapılan kontroller şunlardır:

- Yüksek ses ve titreşim
- Egzoz sisteminde kaçak
- Motorda yakıt, yağ ve su sızıntısı
- Hava giriş çıkışı
- Motor sıcaklığı
- Motorun yağ, su ve hava basıncı (Görsel 7.2)
- Gerilim ve frekans değerleri



Görsel 7.2: AC jeneratör dizel motor gösterge panosu

Tek bir jeneratörün karşılamakta zorlanacağı yüksek elektrik enerjisi ihtiyacında mevcut iki jeneratörün birlikte ve uyumlu bir şekilde tek bir jeneratör gibi çalışması gerekir. Bu işleme **jeneratörlerin paralel bağlanması** ya da **jeneratörlerin senkronize edilmesi** denir. Senkronize edilecek jeneratörlerin çıkış değerlerinin birbirine eşit olması gerekir. Bu değerler, her bir sisteme bağlı göstergelerden takip edilir (Şekil 7.8).



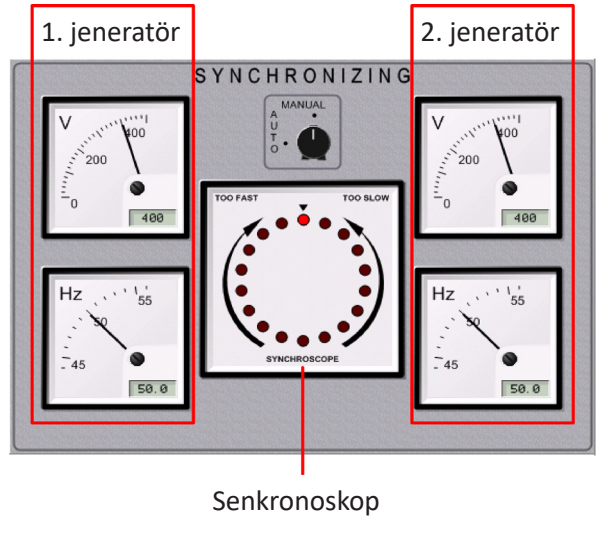
Şekil 7.8: AC jeneratör (dizel motor ve alternatör kısımları) çalışma değerleri

Birlikte çalışması istenen jeneratörlerin öncelikle birbirine eşit gerilimde olmaları gerekir. Eğer gerilimler eşitlenmezse gerilimi düşük olan jeneratörün alternatörü, sistemden gerilim çekeceği için elektrik motoru olarak çalışmaya başlar.

Gerilim eşitlendikten sonra frekans eşitliği sağlanmalıdır. Frekans değeri, kutup ve devir sayısına bağlıdır. Kutup sayısı sabit olduğu için devir sayısı değiştirilerek frekans ayarı yapılır. Devir sayısının değişimi için dizel motora giden yakıt miktarı governörden ayarlanır.

Paralel bağlanacak jenetatörlerin faz çıkış uçları aynı olmalıdır. Aynı fazlar kendi aralarında bağlanmalıdır.

Gerekli değerler ayarlandığında son adım olan senkronize anının saptanması, senkronizasyon panosu yardımıyla yapılır. Senkronize anı, paralel bağlanan jeneratörlerin faz eğrilerinin üst üste çakışarak tek bir jeneratör gibi çalışması demektir. Bu anın tespiti, senkronizasyon panosundaki senkronoskop takip edilerek yapılmaktadır. Senkronoskop ibresi (kırmızı led) saat 12 pozisyonuna gelmeden hemen önce diğer jeneratör devreye alınarak senkronizasyon tamamlanır. Senkronizasyon işlemi manuel veya otomatik olarak yapılabilir. Gemilerde hassas paralel bağlantı için otomatik elektronik senkronlama üniteleri kullanılır. Şekil 7.9'da senkronize olmuş iki jeneratör ve senkronoskop görülmektedir.



Şekil 7.9: Senkronizasyon panosu ve senkronoskop

7.1. UYGULAMA — AC JENERATÖRÜ ÇALIŞTIRMA VE DEVREYE ALMA

Amaç: AC jeneratörü çalıştırıp, devreye alarak şebekenin beslenmesini sağlamak.

Araç Gereç	Miktar
1. AC jeneratör	1 adet
2. Jeneratör çalıştırma talimatı	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gözle genel kontroller yapılır.
3. Motor kısmındaki yakıt, yağ ve su seviyeleri kontrol edilir.
4. Motor hava giriş ve çıkışları kontrol edilir.
5. Egzoz bağlantıları kontrol edilir.
6. İlk hareket sistemi bağlantıları kontrol edilir.
7. Acil stop ve çıkış şalterlerinin konumları, elektrik bağlantıları kontrol edilir.
8. Dizel motor çalıştırılır.
9. Çalıştırma sonrasında motor değerleri (yakıt, yağ, su, hava basınçları ve motor devri) gösterge panosundan takip edilir ve motorun ideal çalışma sıcaklığına gelmesi beklenir.
10. Alternatör kısmında motor devrine göre gerilim ve frekans ayar ve hazırlıkları yapılır.
11. Jeneratör devreye alınarak şebekeye bağlanır.

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.	Gözle genel kontrollerin yapılması	5	
4.	Motordaki yakıt, yağ ve su seviyelerinin kontrol edilmesi	10	
5.	Motor hava giriş ve çıkışlarının kontrol edilmesi	5	
6.	Egzoz bağlantılarının kontrol edilmesi	10	
7.	İlk hareket sistemi bağlantılarının kontrol edilmesi	10	
8.	Acil stop, çıkış şalterlerinin konumları ve elektrik bağlantılarının kontrol edilmesi	10	
9.	Dizel motorun çalıştırılması	10	
10.	Gerilim ve frekans ayarları yapılarak jeneratörün devreye alınması	10	
11.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

7.2. UYGULAMA — AC JENERATÖRLERİ SENKRONİZE ETME

Amaç: AC jeneratörleri senkronize etmek.

Araç Gereç	**Miktar**
1. AC jeneratör	1 adet
2. Jeneratör çalıştırma talimatı	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.

2. 1. jeneratörün kontrolleri, jeneratör çalıştırılmadan önce yapılır.

3. 1. jeneratörün dizel motoru çalıştırılır, motorun ideal çalışma değerlerine gelmesi beklenir.

4. 1. jeneratör alternatörünün gerilim ve frekans ayarları yapılır.

5. 1. jeneratör devreye alınır.

6. 2. jeneratörün kontrolleri, jeneratör çalıştırılmadan önce yapılır.

7. 2. jeneratörün dizel motoru çalıştırılır, motorun ideal çalışma değerlerine gelmesi beklenir.

8. 2. jeneratör alternatörünün gerilim ve frekans ayarları yapılır.

9. Senkronoskop takip edilerek ibrenin (kırmızı led) saat 12 pozisyonuna gelmesi beklenir ve 2. jeneratör devreye alınarak senkronizasyon sağlanır.

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.	1. jeneratör kontrollerinin yapılması ve dizel motorunun çalıştırılması	10	
4.	1. jeneratör alternatörünün gerilim ve frekans ayarlarının yapılması	10	
5.	1. jeneratörün devreye alınması	10	
6.	2. jeneratör kontrollerinin yapılması ve dizel motorunun çalıştırılması	10	
7.	2. jeneratör alternatörünün gerilim ve frekans ayarlarının yapılması	10	
8.	2. jeneratörün devreye alınması	10	
9.	1. jeneratör ve 2. jeneratörün senkronize edilmesi	10	
10.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

2. AC JENERATÖRLERİN BAKIMI

Elektrik motoru ve jeneratörlerin yapıları aynı olduğu için AC jeneratörlerin bakım, onarım ve kontrolleri de diğer elektrik makinelerine benzer şekilde yapılır. Elektriğin üretildiği alternatör kısmında mekanik ve elektriksel bakım, onarım ve kontroller yapılır.

Jeneratör gövdesi ve koruma kapaklarının sağlamlık kontrolleri yapılır. Soğutucu fan ve hava akış yollarının uygunluğu kontrol edilir.

Jeneratörlerde hareket enerjisi, çeşitli güç aktarma sistemleriyle alternatöre iletilir. Güç aktarma sistemlerindeki bozukluklar; yataklamada sorun, aşırı ısınma, titreşim, gürültü gibi istenmeyen sonuçlara ve makinelerde ciddi hasarlara neden olur. Yataklama ve rulmanların durumu titreşim ölçer, sıcaklık ölçer gibi cihazlarla kontrol edilir.

Klemens bağlantı kutusundaki kablo bağlantıları kontrol edilir. Gevşek, kopuk ve uygun olmayan bağlantıların kontrolleri yapılır. Belirli şartlar altında alternatör çıkış gerilimi kontrol edilerek olması gereken değerlerle karşılaştırılır.

Sargılarda izolasyon kontrolleri, meger cihazı kullanılarak belirli aralıklarla kayıt altına alınır. Rotor ve stator sargılarında kopukluk ve kısa devre kontrolleri yapılır. Yapılan kontroller sonucunda varsa arızalar tespit edilip, nedenleri incelenerek gerekli bakım ve onarımlar yapılır (Tablo 7.1).

Tablo 7.1: AC Jeneratörlerde Olası Arıza ve Nedenleri

Olası Arıza	Olası Nedenler
Gerilim üretimi yok	• Rotor / stator sargılarında kopukluk • Çıkış bağlantılarında sorun • Hareket aktarma sisteminde arıza
Olması gerekenden düşük veya yüksek gerilim çıkışı	• Hareket veren sistemin düşük veya yüksek devirli çalışması • Bileziklerde iletimin zayıf olması • Rotor / stator sargılarında kısa devre • Regülatörde (ayarlayıcı) arıza
Aşırı ısınma	• Aşırı yüklenme • Havalandırma sisteminde arıza • Yatak veya rulmanlardaki sorunlardan kaynaklanan aşırı sürtünme • Rotor / stator sargılarında kısa devre • Gerilimde dengesizlik
Gürültülü çalışma	• Jeneratörün montaj cıvata ve somunlarında gevşeme • Hareket aktarma sisteminde (kavrama) arıza • Hareket veren makinede arıza • Jeneratör milinde eğilme • Jeneratörün hareketli parçalarında sürtünme • Yataklarda veya rulmanlarda arıza

7.3. UYGULAMA — AC JENERATÖRÜ SÖKME

Amaç: AC jeneratörü sökmek.

Araç Gereç	Miktar
1. AC jeneratör	1 adet
2. Tornavida takımı	1 adet
3. Çektirme	1 adet
4. Segman pensesi	1 adet
5. Uygun anahtar takımı	1 adet
6. Plastik çekiç	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Jeneratörün motoru durdurularak elektrik bağlantısı kesilir.
4. Jeneratörün elektrik bağlantıları sökülür.
5. Jeneratörün motor bağlantısı ayrılır.
6. Jeneratör, çalışma tezgâhında emniyetli bir şekilde hazırlanır.
7. Jeneratör koruma kapakları ve soğutma fanı sökülür.
8. Varsa kasnak veya dişli sistemi çektirmeyle sökülür.
9. Rotor ve stator sökülür.
10. Sökülen parçaların temizlik ve kontrolleri yapılır.
11. İşlem basamakları tersten takip edilerek sökülen jeneratör toplanır.

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.	Jeneratörün motoru durdurularak elektrik bağlantısının kesilmesi	10	
4.	Jeneratörün elektrik bağlantılarının sökülmesi	10	
5.	Jeneratörün motor bağlantısının ayrılması	10	
6.	Jeneratör koruma kapakları ve soğutma fanının sökülmesi	10	
7.	Rotor ve statorun sökülmesi	15	
8.	Sökülen parçaların temizlik ve kontrollerinin yapılması	15	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

7.4. UYGULAMA

AC JENERATÖRLERİN YALITIM DİRENCİNİ ÖLÇME, ROTOR VE STATOR KONTROLLERİNİ YAPMA

Amaç: AC Jeneratörlerde yalıtım direncini ölçmek, rotor ve statorun elektriksel kontrollerini yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. AC jeneratör	1 adet
2. Meger cihazı	1 adet
3. Multimetre	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Jeneratör enerjisinin kesilmiş ve hareket mekanizmasının durmuş olduğu kontrol edilir.
3. Jeneratör bağlantı kutusundan sargı uçları tespit edilir.
4. Multimetreyle sargılarda kopukluk ve kısa devre kontrolü yapılır.
5. Meger cihazıyla sargı ve gövde arasındaki yalıtım direnci ölçülür.

Uygulama Değerlendirme

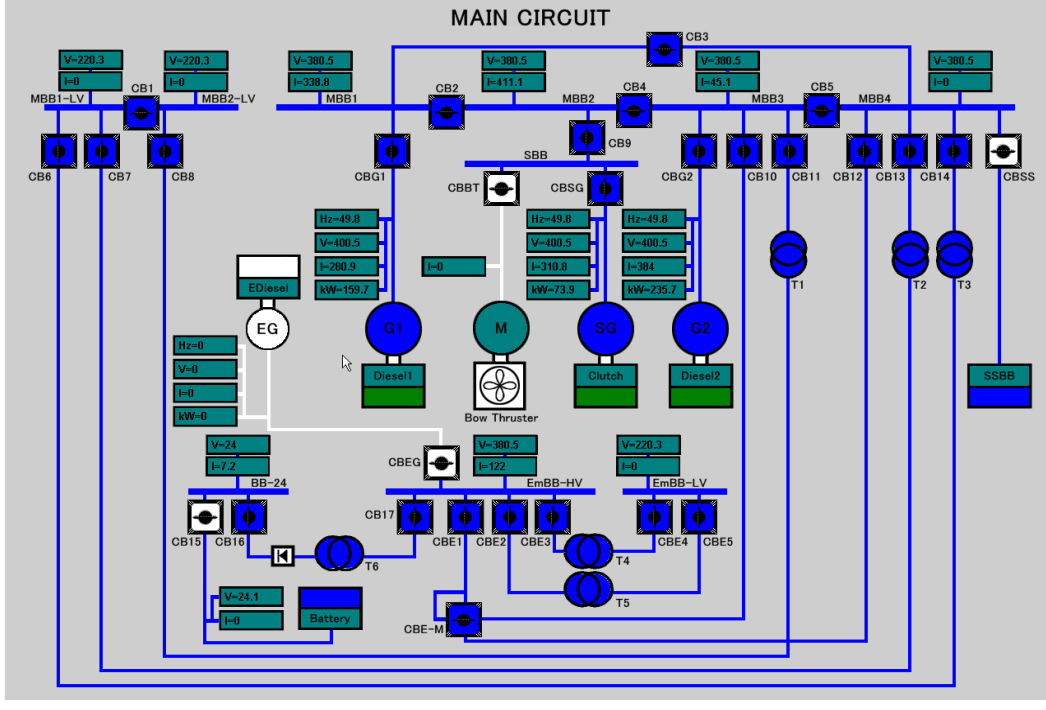
Sıra No.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Jeneratör bağlantı kutusundan sargı uçlarının tespit edilmesi	20	
4.	Multimetreyle sargılarda kopukluk ve kısa devre kontrolünün yapılması	25	
5.	Meger cihazıyla sargı ve gövde arasındaki yalıtım direnci ölçümünün yapılması	25	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

3. KUVVET AKIM DAĞITIM TABLOLARI

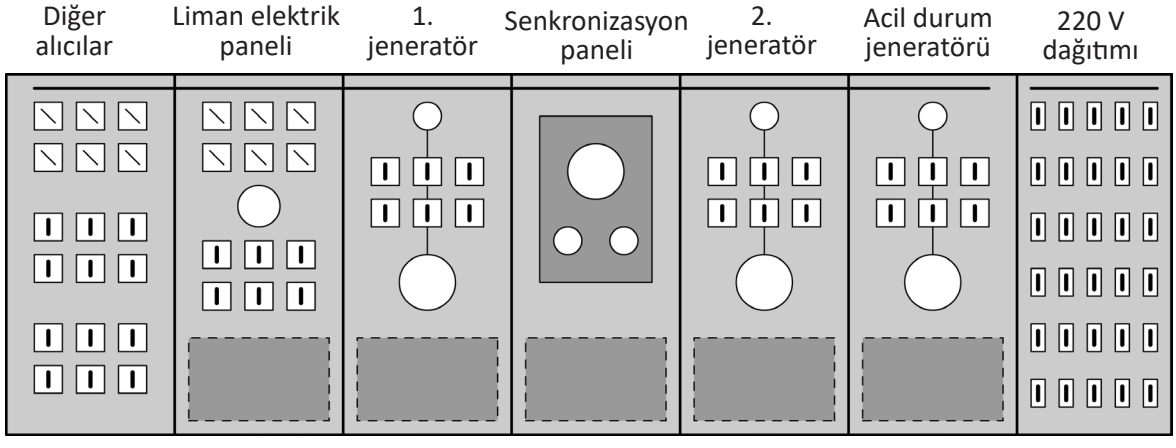
Kuvvet akım dağıtım tabloları, gemide elektrik enerjisinin üretiminden sonra ihtiyaca göre dağıtımının yapıldığı panolardır. Gemilerde panolara **switchboard (siviçbord)** da denir. Ana dağıtım panosu (main switchboard) ve acil durum dağıtım panosu (emergency switchboard) olmak üzere iki çeşittir.

Şekil 7.10'da geminin elektrik enerjisinin üretildiği ana jeneratörler (G1, G2), acil durum jeneratörü (EG), şaft jeneratörü (SG) ve dağıtımı şematik olarak görülmektedir. Elektriğin dağıtılması, izlenmesi ve kontrolü bu panolar yardımıyla yapılır.



Şekil 7.10: Gemi ana dağıtım devresi

Ana dağıtım tablosu; jeneratör panelleri, senkronizasyon paneli, liman elektriği (shore supply), aydınlatma devreleri, güç devreleri gibi panellerden oluşur. Şekil 7.11'de bir gemideki örnek pano yerleşimi şematik olarak gösterilmiştir.



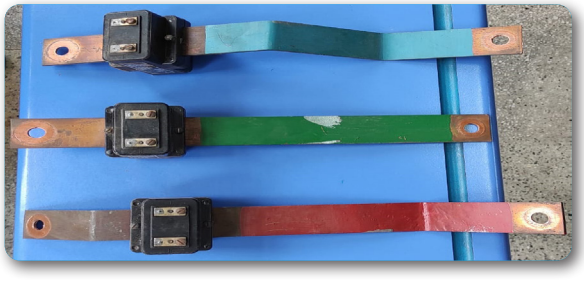
Şekil 7.11: Ana pano şematik yerleşimi

Panolar **DPK** olarak adlandırılan, yüzeyinde kimyasal bir kaplama olan, dayanıklı saclardan imal edilir. Panoların iskeletinde köşebent malzeme kullanılarak dayanımları artırılır ve panolar ihtiyaca göre birleştirilir (Görsel 7.3).



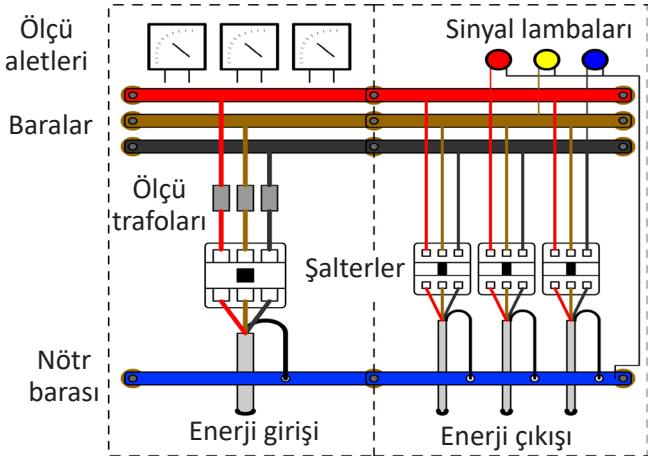
Görsel 7.3: Gemi ana dağıtım panosu

Baralar: Busbar olarak da bilinir. Ana dağıtım panolarında elektrik enerjisinin jeneratörden alınıp dağıtılmasını sağlayan iletken, bakır şerit çubuklardır (Görsel 7.4). Bara kesiti ve boyutları, akım şiddetine göre seçilir. Baralar birbirine somun ve cıvatalar yardımıyla, panoya ise mesnet izolatörleri yardımıyla bağlanır. Gemilerde çok fazla titreşim olduğu için bağlantılar belirli aralıklarla kontrol edilmelidir. Bu kontroller, gemi elektrik sistemi devre dışıyken iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alındıktan sonra yapılmalıdır.



Görsel 7.4: Bara

Pano içerisindeki gevşek bağlantılar, elektrik arkına ve bunun sonucunda elektrik kaynaklı yangınlara neden olur. Bara bağlantıları, pano kılavuzunda belirtilen değerlerde torkmetreyle sıkılmalıdır. Ayrıca baralardaki yüksek enerji akışı ısınmalara neden olabilir. Pano sıcaklıkları temassız sıcaklık ölçerle kontrol edilmelidir (Şekil 7.12).



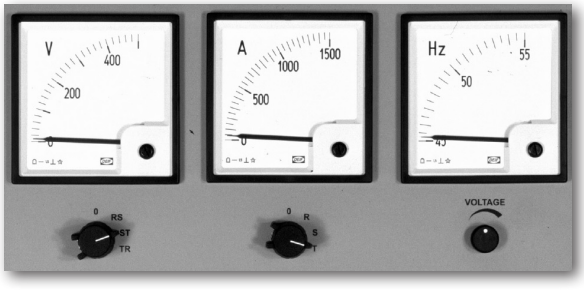
Şekil 7.12: Örnek dağıtım panosu bağlantıları

Şalterler: Elektrik devrelerini açıp kapatma işlemlerini yaparak alıcıların kumanda edilmesini sağlayan devre elemanlarıdır (Görsel 7.5). Panolarda özelliklerine ve uygulanan akıma göre çeşitli şalterler kullanılır. Gemilerde manuel şalterlerin yanında elektrik devrelerinin aşırı yük durumlarında devreyi kesmeye yarayan hat koruyucu, motor koruyucu ve jeneratör koruyucu otomatik şalterler de kullanılır.



Görsel 7.5: Şalter örnekleri

Ölçü Aletleri: Pano üzerine monte edilerek ilgili sisteme ait değerlerin takip edilmesini sağlar (Görsel 7.6). Voltmetre, ampermetre, frekansmetre gibi dijital veya analog ölçü aletleri, ölçülecek değere uygun olacak şekilde seçilerek yerleştirilir. Vardiya sırasında bu değerler kayıt altına alınır ve olması gereken değerlerle karşılaştırılır.



Görsel 7.6: Ölçü aletleri

Ölçü Trafoları: Devreden geçen yüksek akım ve gerilim değerlerinin istenilen oranda düşürülerek emniyetli ve kolay bir şekilde ölçü aletleri tarafından ölçülmesini sağlar (Görsel 7.7). Böylece büyük boyutlu ölçü aletleri ve yüksek emniyetli bileşenler yerine düşük maliyetli ve daha güvenli bir ölçüm yapılmış olur. Akım trafosu, devreye seri olarak bağlanır ve devreden geçen akım değerini belirli bir oranda düşürerek ölçü aletine iletir. Gerilim trafosu, devreye paralel olarak bağlanır ve devreden geçen gerilim değerini belirli bir oranda düşürerek ölçü aletine iletir.



Görsel 7.7: Ölçü trafosu

Kablolar: Genelde içerisinde bakır tel bulunan, dışı yalıtımlı ve elektrik akımını istenilen yere ileten malzemelerdir. Gemilerde kullanılan kablolar titreşim, nem, yüksek sıcaklık gibi etkilere maruz kalır. Yüksek dayanımda üretilen bu kabloların fiziksel kontrolleri belirli aralıklarla yapılır ve izolasyon dirençleri meger cihazıyla ölçülür.

Kontaktör: Genelde elektrik motorlarının çalıştırılmasında kullanılan, enerjilendiğinde elektrik devresini açan veya kapatan devre elemanlarıdır (Görsel 7.8). Yüksek akımlarda kullanılmaya uygundur.



Görsel 7.8: Kontaktör

Panoların emniyetli çalışması için düzenli kontrol ve bakımlarının yapılması gerekir. Bakımı ve kontrolü yapılacak panonun elektrik bağlantısı mutlaka kesilmelidir. Elektrikle ilgili işlemlerde uygun kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalı ve yeterli aydınlatmada çalışılmalıdır. Yapılan çalışmalar, kayıt altına alınmalıdır.

Panonun yapısal durumu ve devre elemanlarının gözle kontrolleri yapılmalıdır. Yüksek ısıdan erimiş, yanmış veya kararmış ekipmanlar tespit edilmelidir. Kopmuş, yerinden çıkmış veya gevşemiş bağlantılar tespit edilerek gerekli bakım ve onarım yapılmalıdır. Panonun içerisindeki toz veya yabancı cisimler temizlenmelidir.

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7.5. UYGULAMA

KUVVET DAĞITIM TABLOSUNUN BAKIM VE KONTROLLERİNİ YAPMA

Amaç: Gemilerde kuvvet dağıtım panosunun bakım ve kontrollerini yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
1. Pano	1 adet
2. Tornavida	1 adet
3. Uygun anahtar takımı	1 adet
4. Temassız sıcaklık ölçer	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Panonun elektrik bağlantısı kesilir.
3. Panonun sıcaklığı temassız sıcaklık ölçerle kontrol edilir.
4. Panonun ekipmanları gözle kontrol edilir.
5. Bara bağlantısındaki somun ve cıvataların bağlantıları kontrol edilir.
6. Pano devre elemanlarının bağlantıları kontrol edilir.

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.	Pano sıcaklığının ölçülmesi	20	
4.	Pano ekipmanlarının gözle kontrol edilmesi	15	
5.	Bara bağlantısındaki somun ve cıvata bağlantılarının kontrol edilmesi	15	
6.	Pano devre eleman bağlantılarının kontrol edilmesi	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. TANKER ELEKTRİK DEVRELERİ

Yanıcı maddelerin gaz, buhar ve toz hâlinde havayla karışarak oluşturduğu ortama **patlayıcı ortam** denir. Petrol, kimyasal madde ve sıvılaştırılmış gaz tankerleri yüksek patlama riski oluşturabilecek ortamlardır. Bu ortamlarda yanmanın üçüncü bileşeni olan ısı meydana geldiğinde patlama oluşur. Gemilerde devre elemanlarının çalışması, mekanik sürtünmeler, statik elektriklenme, beklenmedik arıza durumları ve yüksek yüzey sıcaklıkları; ısı kaynağı oluşturarak tehlikeli ortamlarda patlamaya neden olur.

Tankerler, riskleri ortadan kaldırmak için Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization-IMO) tarafından belirtilen kurallar dâhilinde özel devre elemanlarıyla donatılmıştır. Patlayıcı ve yanıcı maddelerin bulunduğu ortamlarda kullanılan özel yalıtımlı devre elemanlarına **explosion proof (eksploşın puruf) malzemeler** denir. Bu malzemelerin üzerinde **ex-proof (ekspuruf)** olduğunu belirten işaret bulunur (Şekil 7.13). Ex-proof devre elemanlarının bakım ve onarımları yetkili üretici tarafından yapılmalıdır. Kontroller sırasında tespit edilen uygunsuz elemanlar, kayıt altına alınarak yenileriyle değiştirilmelidir.



Şekil 7.13: Patlayıcı ortamda kullanılabilme işareti

Petrol, kimyasal madde ve sıvılaştırılmış gaz tankerlerinde kullanılan elektrik devre elemanlarının tehlikeli ortamlarda güvenli şekilde çalışabilmesi için geliştirilen koruma yöntemleri aşağıda verilmiştir.

Elektrik Motorları: Patlayıcı ortamlarda, ark oluşturmayan sincap kafesli elektrik motorları kullanılır. Fırça ve bilezikli elektrik motorları, çalışma sırasında ark oluştuğu için tehlikeli ortamlarda tercih edilmez. Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik motorları; patlama, toz, gaz, kimyasal etkiler, basınç, sıcaklık gibi durumlara karşı ek koruma yöntemleriyle donatılmıştır.

Şalter, Devre Kesici ve Yol Vericiler: Çalışması sırasında ark oluşturan devre elemanlarıdır. Özel koruma yöntemleri uygulanarak dış ortamdan izole edilir. Tip, kullanıldıkları ortam ve boyutlarına göre çeşitli koruma yöntemleri uygulanır.

Transformatörler: Elektrik enerjisinin frekansını değiştirmeden, gerilimini değiştirerek elektrik enerjisini bir devreden diğer devreye aktarır. Çalışması sırasında ark oluşturmamalarına rağmen patlayıcı ortamdan uzağa yerleştirilerek çeşitli koruma yöntemleriyle muhafaza altına alınır.

Kablolar: Çalışmaları sırasında ark oluşmadığı hâlde kopunca ve yalıtımları bozulunca ark oluşumuna neden olabilir. Ex-proof kablolar, yanma ve kopmaya karşı dayanımı artırmak için özel zırhla kaplanır. Kablo bağlantı yerleri ve ekler, ex-proof kutuların içinde yer alır. Kabloların cihazlara bağlantısı yapılırken cihazın koruma özelliğinin bozulmamasına dikkat edilmelidir.

Fiş ve Prizler: Takma ve çıkarma sırasında ark oluşmasını önleyici şekilde tasarlanmıştır. Kolay çıkmaması için kilit mekanizmaları vardır ve dış ortamla izole şekilde çalışır.

Aydınlatma Elemanları: Çeşitlerine göre koruma yöntemleri uygulanır. Akkor flamanlı, florasan tüplü, cıva buharlı gibi aydınlatma elemanlarının dış etkilere dayanıklı şeffaf bir kap içinde, uygun koruma tipinde çalışması sağlanır.

Devre elemanının çalıştığı ortama ve özelliğine göre uygulanan koruma yöntemleri, sınıflandırılarak çeşitli tiplere ayrılır (Tablo 7.2).

Tablo 7.2: Devre Elemanlarına Uygulanan Koruma Tipleri

Koruma Tipi	Uygulama Yöntemi	Uygulandığı Devre Elemanı
d tipi (alev sızdırmaz koruma)	Ark veya yüksek sıcaklık üreten devre elemanlarının basınca dayanıklı bir muhafazanın içine yerleştirilmesi	Şalterler, devre kesiciler, yol vericiler, transformatörler
e tipi (artırılmış emniyet)	Çalışması sırasında ark veya yüksek sıcaklık üretmeyen devre elemanları için ek önlemlerin alınması	Sincap kafes motor, kablo bağlantıları, klemens kutuları
p tipi (basınçlı tip koruma)	Tehlikeli gaz girişini önlemek için tehlike yaratacak bölgenin basıncının artırılması	Bilezikli ve fırçalı motorlar, devre kesiciler, yol vericiler, şalterler
q tipi (kumlu koruma)	Tehlikeli gaz girişini önlemek için tehlike yaratacak bölgenin kuvars kumuyla doldurulması	Transformatörler, elektronik devreler
o tipi (yağlı koruma)	Ark veya yüksek sıcaklık üreten devre elemanlarının yağa daldırılarak ortamdan izole edilmesi	Büyük transformatörler, büyük devre kesicileri, soğutulması gereken dirençler
m tipi (döküm veya kapsüllü koruma)	Ark veya yüksek sıcaklık üreten devre elemanlarının reçine gibi kimyasal maddelerin içine gömülerek izole edilmesi	Elektronik devreler, otomasyon devre elemanları
n tipi (ark çıkarmaz)	Çalışması sırasında ark veya yüksek sıcaklık üretmeyen devre elemanları için ek koruma uygulanması	nA (ark çıkarmayan), nC (ark çıkaran), nL (enerji seviyesi düşük), nP (basınçlı koruma), nR (sınırlı hava geçiren) devre elemanları
i tipi (kendinden emniyetlilik)	Normal çalışma veya arıza anında ortaya çıkan ark ve sıcaklığın patlayıcı ortamı tetikleyecek güçte olmaması	Çok düşük voltajda çalışan devre elemanları

Mevcut koruma yöntemleriyle korunamayacak devre elemanları için özel koruma yöntemleri geliştirilir. Bu yöntemler **s tipi (özel tip)** olarak adlandırılır. s tipi koruma yönteminin yapılan deneylerle tehlikeli ortamda kullanılmaya uygun olduğu ispat edilmeli ve onaylanmalıdır.

7.6. UYGULAMA

TANKER ELEKTRİK DEVRELERİNİN KONTROLÜNÜ YAPMA

Amaç: Petrol, kimyasal madde ve sıvılaştırılmış gaz tankerlerinde kullanılan ex-proof devre elemanlarının görsel kontrollerini yapmak.

Araç Gereç	Miktar
Exproof devre elemanları	Çeşitli türde

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Devre elemanlarının görsel kontrolleri yapılır.
3. Elemanların yüzey temizliği kontrol edilir.
4. Muhafazalar, kutular ve giriş çıkışlar kontrol edilir.
5. Sızdırmazlık contaları kontrol edilir.
6. Kablo bağlantıları kontrol edilir.
7. Motor fanı, varsa sürtünen yüzeyler ve elektrik bağlantı muhafazaları kontrol edilir.
8. Devre elemanlarının çevresel etkilerden uygun şekilde korundukları kontrol edilir.

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 elemanlarının görsel kontrollerinin yapılması	10	
4.	Eleman yüzeylerinin temizlik kontrolünün yapılması	10	
5.	Muhafazalar, kutular ve bunların giriş çıkışlarının kontrol edilmesi	10	
6.	Sızdırmazlık contalarının kontrol edilmesi	10	
7.	Kablo bağlantılarının kontrol edilmesi	10	
8.	Motor fanı, varsa sürtünen yüzeyler ve elektrik bağlantı muhafazalarının kontrol edilmesi	10	
9.	Devre elemanlarının çevresel etkilerden korunma kontrollerinin yapılması	10	
10.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....



8.
ÖĞRENME BİRİMİ

OTOMATİK KONTROL

Neler Öğreneceksiniz?

- Ana ve yardımcı makinelerin otomasyon ve kontrol sistemlerinin bakımını yapma
- Makine kontrol odasında bulunan monitör sistemi yardımı ile arıza teşhisi yapma
- Elektrikli ve elektronik cihazların bakımını yapma

1. OTOMASYON VE KONTROL SİSTEMLERİ

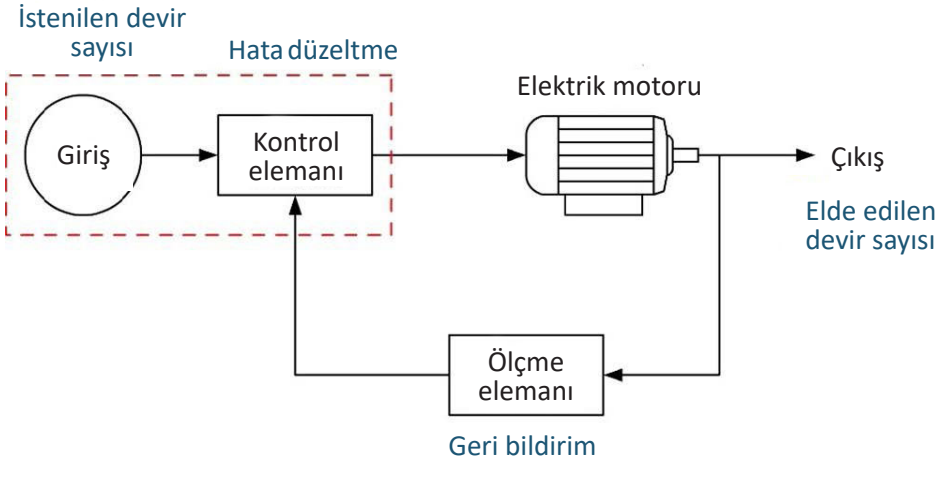
Belirli bir sistemin istenilen şartlar doğrultusunda insan müdahalesini getirmeyecek şekilde çalışmasına **otomatik kontrol** denir. Otomatik kontrol sistemleri denetim ve kontrol kolaylığı sağlar, sıfır hataya yakın çalışır, iş yükünü azaltır ve verimliliği artırır. Gemilerde endüstriyel bilgisayarlar ve özel yazılımlarla kontrol edilen otomatik kontrol sistemleri kullanılır. Sistemin takibi ve kontrolü makine kontrol odasından yapılır (Görsel 8.1).



Görsel 8.1: Gemi makine kontrol odası

Belirli oranda insan müdahalesinin de bulunduğu otomatik kontrollü sistemlere **otomasyon** denir. İnsan müdahalesi ve otomatik kontrol arasındaki iş paylaşımının oranı, otomasyon sisteminin düzeyini belirler. Günümüz gemi otomasyon sistemlerinde insan etkisi azalırken tam otomasyonlu sistemlere geçiş süreci hızlanmaktadır. Tam otomasyonlu sistemler çalışma değerlerini sürekli kayıt altına alır, kontrol eder, değerlendirir ve gerekli değişikliklere karar verir. Böylece sistem, emniyetli ve istenilen değerlerde çalışır.

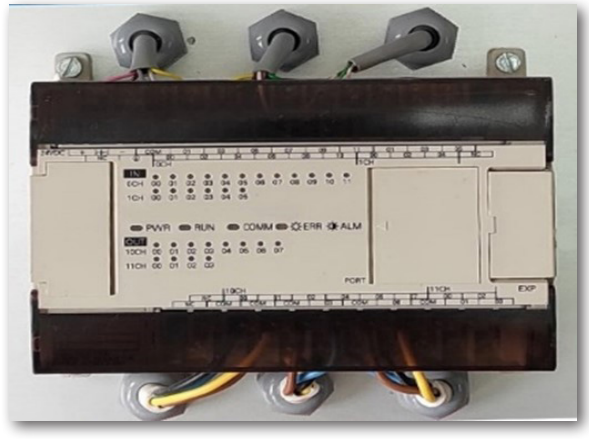
Şekil 8.1'de görülen örnek sistemde elektrik motorunun devir sayısı, ölçme elemanı tarafından sürekli olarak ölçülür. Çeşitli nedenlerle devir sayısında oluşabilecek sapmalar tespit edilir ve kontrol elemanı yardımıyla devir sayısı istenilen değere ayarlanır.



Şekil 8.1: Örnek otomasyon sistemi

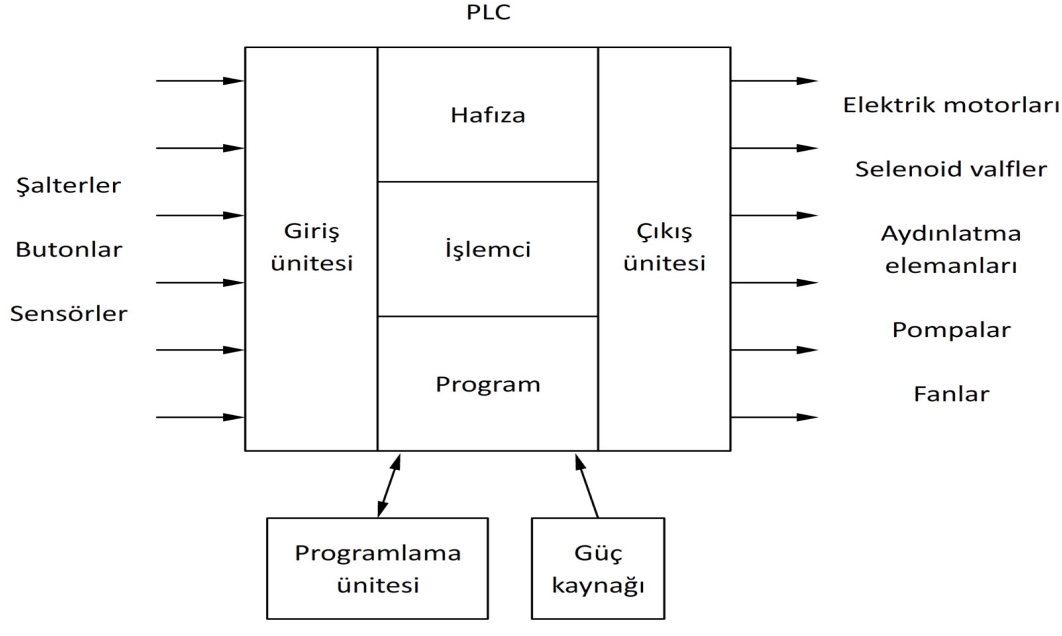
Gemilerdeki güç hatları üzerinde yüksek hızda haberleşme sağlayan kontrol sistemleri kullanılır. Giriş elemanlarından aldığı bilgileri hafızasına kaydederek analiz eden ve sonuçlarını çıkış elemanlarına ileten cihazlara **programlanabilir mantıksal denetleyici (programmable logic controller-PLC)** denir.

PLC'ler yüksek hızlı haberleşme sağlayan sistemlerdendir. İşlemci, hafıza, giriş ve çıkış ünitesinden oluşan PLC'ler işletim sistemine sahip mikro bilgisayarlardır. Klasik sistemlere göre çevre şartlarından kolay etkilenmeyen, kullanımı kolay, az elemanla daha hızlı çalışan, daha az kablolama ve az bakım gerektiren güvenli sistemlerdir (Görsel 8.2).



Görsel 8.2: PLC

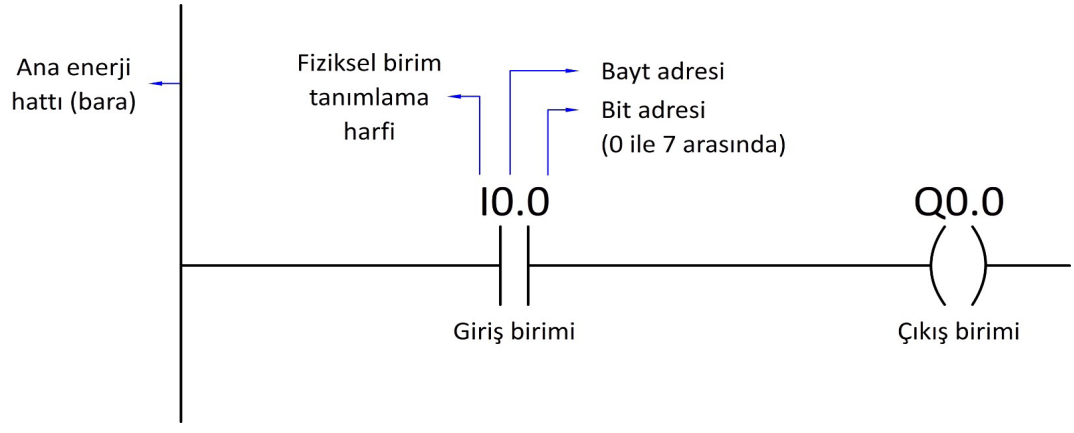
PLC'nin çalışması bir döngü içerisindeki aşamalardan oluşur. Şalter, buton, sensör gibi giriş elemanlarından gelen sinyaller giriş ünitesi üzerinden işlemciye gönderilir. İşlemci, giriş sinyalleri ve hafızada kayıtlı programa göre çıkış sinyallerini düzenler. Program komutları doğrultusunda çıkış ünitesine bağlı olan elektrik motorları, selenoid valfler, aydınlatma elemanları, pompalar, fanlar gibi elemanları kumanda eder (Şekil 8.2).



Şekil 8.2: PLC'nin yapısı

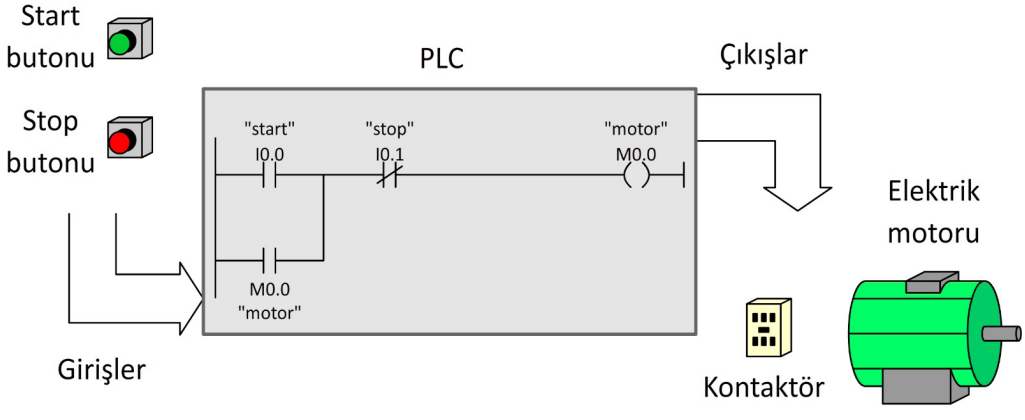
Bir uygulamayı gerçekleştirmek için belirli kurallar çerçevesinde yazılmış komutlara **program** denir. PLC'lerin programlanmasında **ladder logic [ledır locig (merdiven mantığı)]** programlama dili yaygın olarak kullanılır. PLC'ler, çeşitli sembol ve diyagramlardan oluşan bu programlama yöntemiyle kolayca programlanır ve programlama ünitesi yardımıyla hafızaya yüklenir. Program dili aynı olsa da farklı markalara ait PLC'ler için farklı programlama arayüzleri kullanılabilir.

Devre elemanları, ladder diyagramında harf ve numara verilerek adlandırılır. Bu adlandırma, elemanların haberleşme adresini oluşturur. Girişler için **I** (Inputs), çıkışlar için **Q** (Outputs), hafıza için **M** (Memory) gibi fiziksel birim tanımlama harfleri kullanılır. Harflerin yanında bit ve bayt adresleri bulunur. Her elemanın haberleşme adresi, birbirinden farklı numaralarla verilir (Şekil 8.3).



Şekil 8.3: Örnek ladder diyagramı

Şekil 8.4'te bir elektrik motorunun çalıştırılıp durdurulmasının ladder diyagramı ve devrenin fiziksel ilişkilendirilmesi gösterilmiştir. Start ve stop butonları kullanılarak mühürleme yöntemiyle elektrik motorunun kontrolü sağlanmıştır. I0.0 girişine normalde açık bir start butonu, I0.1 girişine normalde kapalı bir stop butonu, M0.0'a bir kontaktör ve M0.0 çıkışına bir elektrik motoru yerleştirilmiştir. Start butonuna basıldığında kontaktör enerjilenir, devreyi kapatır ve elektrik motoru çalışır. Stop butonuna basıldığında devre açılır, kontaktörün enerjisi kesilir ve elektrik motoru durur.



Şekil 8.4: Ladder diyagramı ve devrenin fiziksel ilişkilendirilmesi

Aynı veya farklı elemanlar kullanılarak PLC devrelerinin çalışma şekilleri değiştirilebilir. PLC devreleri, ihtiyaca göre yeniden tasarlanabilir ve programlanabilir.

Gemi makine dairesindeki kontrol sistemleri ana makine, yardımcı makineler ve elektrik sistemi olmak üzere üç gruba ayrılır. Sistemlerin uzaktan kontrolleri PLC'yle gerçekleştirilir ve çalışma değerleri PLC üzerinden takip edilir.

Ana makine sistemlerinde uzaktan kumanda işlemleri makine kontrol odasındaki bilgisayar sisteminden takip edilerek sistemlerin istenilen değerlerde çalışması sağlanır (Tablo 8.1).

Tablo 8.1: Gemi Ana Makine Kontrol Sistemleri ve Uzaktan Kumanda İşlemleri

Sistem	Uzaktan Kumanda İşlemleri
Ana makine kontrol sistemi	• Makineyi çalıştırmadan önce torna çark yapma • Makineyi çalıştırma ve durdurma • Makine devrini değiştirme • Acil durum kontrolü
Soğutma sistemi (tatlı su, deniz suyu)	• Pompaların kontrolü • Valflerin kontrolü
Yakıt besleme ve transfer sistemleri	• Pompaların kontrolü • Valflerin kontrolü • Tank seviye kontrolü • Isıtıcıların sıcaklık kontrolü
Yağ ve yakıt seperatör sistemleri	• Valflerin kontrolü • Seperatör elektrik motorlarının kontrolü • Pompaların kontrolü • Basınç ve sıcaklık kontrolü
Yağlama sistemi	• Pompaların kontrolü • Valflerin kontrolü • Tank seviye kontrolü • Isıtıcıların sıcaklık kontrolü
İlk hareket (basınçlı hava) sistemi	• Valflerin kontrolü • Basınç kontrolü • Kompresörleri çalıştırma ve durdurma
Egzoz gazı ve turboşarj sistemi	• Basınç ve sıcaklık kontrolü • Fanın hava giriş çıkışı ve hava akışının kontrolü
Silindir içi yanma kontrol ve ayar sistemi	• Yakıt püskürtme zamanı kontrolü • Yakıt püskürtme miktarı kontrolü

Gemi yardımcı makine sistemlerinde de uzaktan kumanda işlemleri makine kontrol odasındaki bilgisayar sisteminden takip edilerek sistemlerin istenilen değerlerde çalışması sağlanır (Tablo 8.2).

Tablo 8.2: Gemi Yardımcı Makine Kontrol Sistemleri ve Uzaktan Kumanda İşlemleri

Sistem	Uzaktan Kumanda İşlemleri
Kazanın buhar ve yakıt sistemi	• Pompaların kontrolü • Valflerin kontrolü • Tank seviye kontrolü • Basınç ve sıcaklık kontrolü • Fan ve brülör kontrolü
Sintine sistemi	• Pompaların kontrolü • Valflerin kontrolü • Seperatör elektrik motorlarının kontrolü • Tank seviye kontrolü
Dümen sistemi	• Pompaların kontrolü • Valflerin kontrolü • Manevra kontrolü
Tatlı su üretme sistemi	• Pompaların kontrolü • Valflerin kontrolü • Partikül ayar kontrolü
Yangın alarm ve karbondioksit (CO_2) sistemi	• Pompaların kontrolü • Valflerin kontrolü • Fan ve havalandırma kontrolü • Karbondioksit ana valfi kontrolü
İklimlendirme ve soğutma sistemi	• Pompaların kontrolü • Valflerin kontrolü • Basınç ve sıcaklık kontrolü • Fan ve havalandırma kontrolü

Gemi elektrik sistemi uzaktan kontrol işlemleri, makine kontrol odasındaki bilgisayar ve dağıtım panolarından kontrol edilir. Sistemler otomatik veya manuel olarak kumanda edilebilir (Tablo 8.3).

Tablo 8.3: Elektrik Sistemi Kontrol Sistemleri ve Uzaktan Kumanda İşlemleri

Sistem	Uzaktan Kumanda İşlemleri
Dizel jeneratör sistemleri Şaft jeneratörü sistemi Acil durum jeneratörü sistemi	• Makineyi çalıştırma ve durdurma • Makine devrini değiştirme • Ön yağlama kontrolü • Ön ısıtma kontrolü • Voltaj kontrolü • Faz kontrolü • Şalterlerin kontrolü
Jeneratör senkronizasyon sistemi	• Senkronizasyon kontrolü • Şalterlerin kontrolü
Ana dağıtım panosu	• Şalterlerin kontrolü • Enerji besleme kontrolü

8.1. UYGULAMA

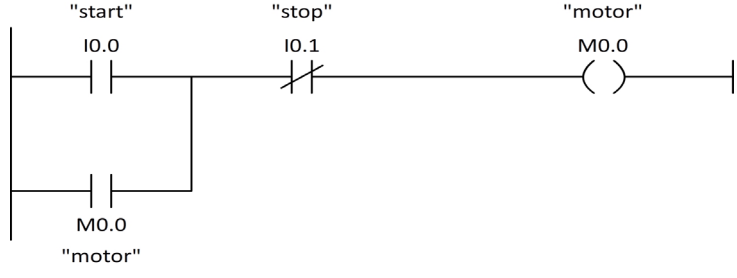
PLC İLE DEVRE KURMA

Amaç: Start ve stop butonlarını kullanarak mühürleme yöntemiyle elektrik motorunu çalıştırmak ve durdurmak.

Araç Gereç	Miktar
1. PLC	1 adet
2. Start butonu (normalde açık)	1 adet
3. Stop butonu (normalde kapalı)	1 adet
4. Kontaktör	1 adet
5. Elektrik motoru	1 adet
6. Bağlantı kabloları	Yeteri kadar

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Ladder diyagramına göre yazılmış program PLC'ye yüklenir (Şekil 8.5).
3. PLC I0.0 giriş bağlantısına start butonu bağlanır.
4. PLC I0.1 giriş bağlantısına stop butonu bağlanır.
5. PLC M0.0 çıkış bağlantısına kontaktör bağlanır.
6. PLC M0.0 çıkış bağlantısına motor bağlanır.
7. Start butonuna basılır ve elektrik motoru çalıştırılır.
8. Stop butonuna basılır ve elektrik motoru durdurulur.



Şekil 8.5: Start ve stop motor kontrol ladder diyagramı

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.	Programın PLC'ye yüklenmesi	20	
4.	Start butonunun bağlanması	10	
5.	Stop butonunun bağlanması	10	
6.	Kontaktörün bağlanması	10	
7.	Elektrik motorunun bağlanması	10	
8.	Elektrik motorunun çalıştırılması ve durdurulması	10	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

8.2. UYGULAMA

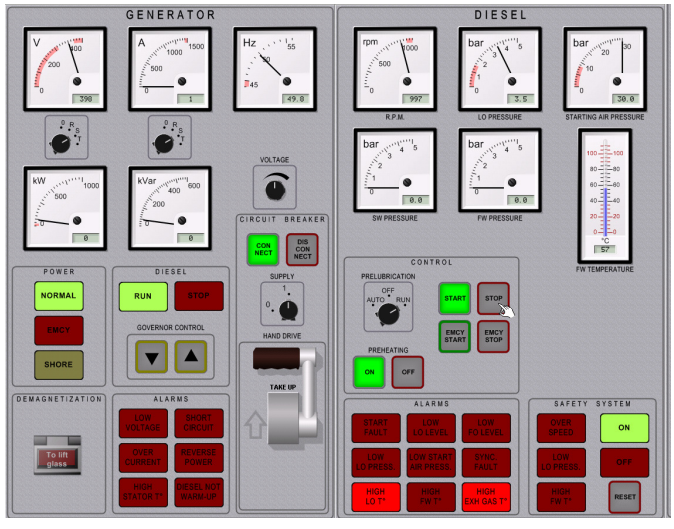
DİZEL JENERATÖR SİSTEMİNE UZAKTAN KONTROL UYGULAMASI YAPMA

Amaç: Gemi elektrik sistemlerinden dizel jeneratörü uzaktan kontrolle çalıştırmak ve devreye almak.

Araç Gereç	**Miktar**
Gemi makine simülatörü	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gemi makine simülatörü çalıştırılarak uzaktan kontrol ekranında işlem yapılır (Şekil 8.6).
3. Dizel motor ön ısıtma (PREHEATING) ve ön yağlama (PRELUBRICATION) sistemleri çalıştırılır.
4. Yağ (LO), deniz suyu (SW), tatlı su (FW), ilk hareket havası (START AIR) sistemlerinin basınçları kontrol edilir.
5. Dizel motora ilk hareket verilir ve motor çalıştırılır, governör kontrol ile devir ayarlanır.
6. Alternatör voltajı (V) ve frekansı (Hz) ayarlanır.
7. Jeneratör, şalter (CIRCUIT BREAKER) yardımıyla devreye alınır.



Şekil 8.6: Dizel jeneratör otomasyon kontrol ekranı

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.	Dizel motorun ön ısıtma ve ön yağlama sisteminin çalıştırılması	10	
4.	Yağ, deniz suyu, tatlı su ve ilk hareket havası sistem basınçlarının kontrol edilmesi	15	
5.	Dizel motorun çalıştırılması ve devrinin ayarlanması	15	
6.	Alternatörün voltaj ve frekansının ayarlanması	15	
7.	Jeneratörün şalter yardımıyla devreye alınması	15	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

8.3. UYGULAMA

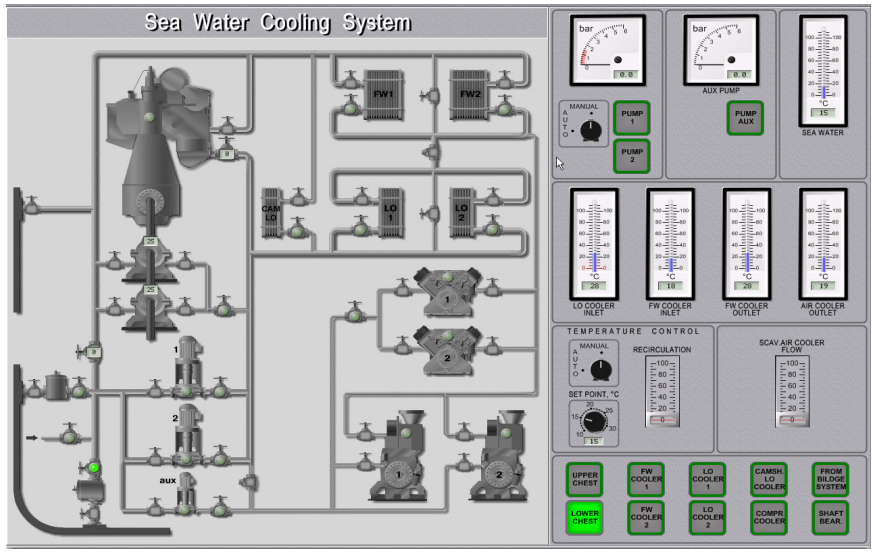
DENİZ SUYU SOĞUTMA SİSTEMİNE UZAKTAN KONTROL UYGULAMASI YAPMA

Amaç: Gemi ana makine sistemlerinden deniz suyu soğutma sistemini uzaktan kontrolle çalıştırmak ve devreye almak.

Araç Gereç	**Miktar**
Gemi makine simülatörü	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gemi makine simülatörü çalıştırılarak uzaktan kontrol ekranında işlem yapılır (Şekil 8.7).
3. Tatlı su soğutucu valfi (FW COOLER) açılır.
4. Yağlama yağı soğutucu valfi (LO COOLER) açılır.
5. Sıcaklık kontrol (TEMPERATURE CONTROL) ayarlanır.
6. Deniz suyu pompası çalıştırılır.
7. Giriş ve çıkış sıcaklıkları takip edilir.



Şekil 8.7: Deniz suyu soğutma otomasyon kontrol ekranı

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 soğutucu valfinin (FW COOLER) açılması	10	
4.	Yağlama yağı soğutucu valfinin (LO COOLER) açılması	15	
5.	Sıcaklık kontrolünün (TEMPERATURE CONTROL) ayarlanması	15	
6.	Deniz suyu pompasının çalıştırılması	15	
7.	Giriş ve çıkış sıcaklıklarının takip edilmesi	15	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

8.4. UYGULAMA

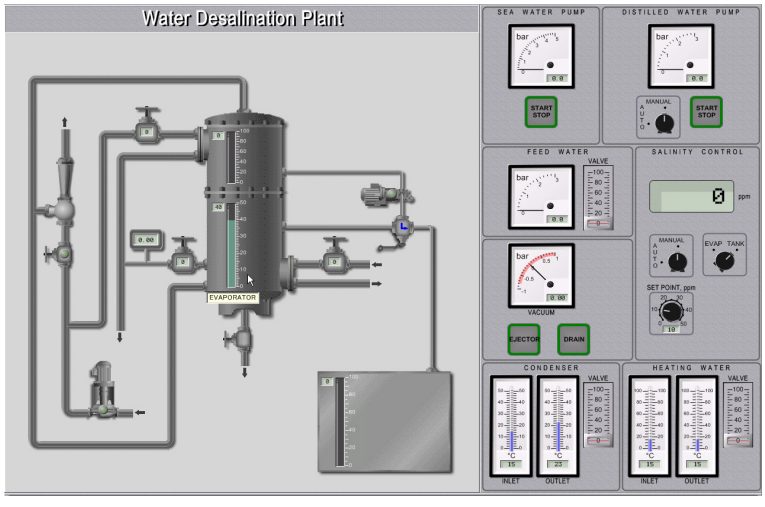
TATLI SU ÜRETME (EVAPORATÖR) SİSTEMİNE UZAKTAN KONTROL UYGULAMASI YAPMA

Amaç: Gemi yardımcı makine sistemlerinden tatlı su üretme sistemini uzaktan kontrolle çalıştırmak ve devreye almak.

Araç Gereç	**Miktar**
Gemi makine simülatörü	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gemi makine simülatörü çalıştırılarak uzaktan kontrol ekranında işlem yapılır (Şekil 8.8).
3. Kondenser ve ısıtma suyu sıcaklığı ayarlanır, kondenserin giriş ve çıkışları kontrol edilir.
4. Deniz suyu ve damıtılmış su pompaları çalıştırılır.
5. Tuzluluk ölçer, olması gereken değere ayarlanır.
6. Ejekter pompası çalıştırılır.
7. Tatlı su tankı beslenir.



Şekil 8.8: Tatlı su üretme otomasyon kontrol ekranı

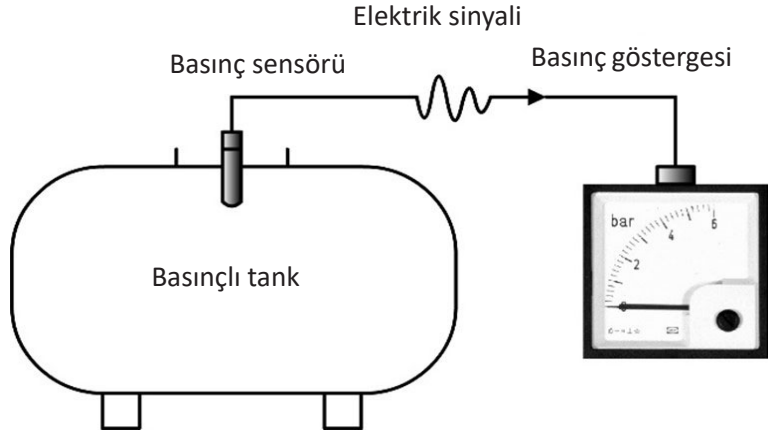
Uygulama Değerlendirme

Sıra No.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Kondenser ve ısıtma suyu sıcaklığının ayarlanması ve kontrolü	10	
4.	Deniz suyu ve damıtılmış su pompalarının çalıştırılması	10	
5.	Tuzluluk ölçerin olması gereken değere ayarlanması	20	
6.	Ejekter pompasının çalıştırılması	20	
7.	Tatlı su tankının beslenmesi	10	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

2. MONİTÖR SİSTEMİ YARDIMI İLE ARIZA TESPİTİ

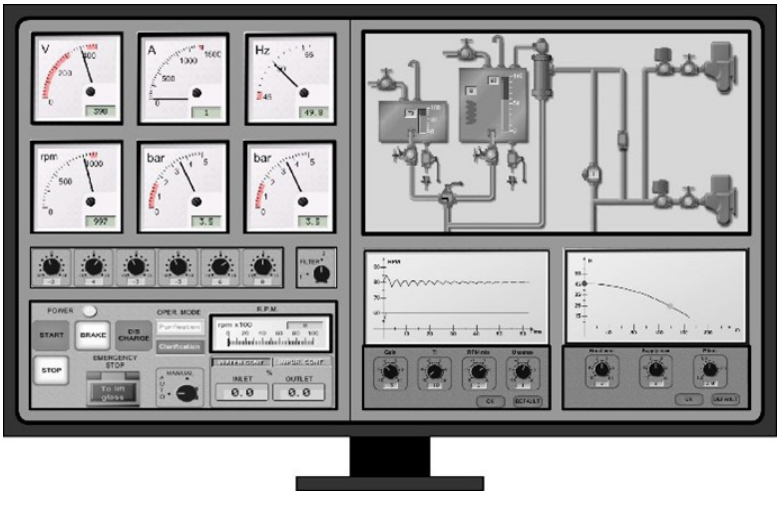
Ortamdaki fiziksel değişiklikleri algılayan cihazlara **sensör (algılayıcı)**, algılanan değişiklikleri elektrik sinyaline dönüştürerek izleme sistemlerine gönderen cihazlara **transduser (dönüştürücü)** denir.

Sensörler; gemi sistemlerinde yük, basınç, sıcaklık, titreşim, devir sayısı, güç, elektrik enerjisi, sıvıların seviye değerleri, akışkan hızı, yağ buharı, duman miktarı gibi değerlerdeki değişiklikleri algılayarak bilgisayar sistemlerine aktarır. Aktarılan değerler göstergeler yardımıyla takip edilir, kayıt altına alınır, yetkili personel tarafından yorumlanır ve ait olduğu sistem hakkında bilgi edinilir (Şekil 8.9).



Şekil 8.9: Basınç sensörüyle basınç ölçümü

Bir sisteme ait çeşitli değişkenlerin bilgisayar yazılımı yardımıyla ekrandan izlenip takip edilmesini sağlayan sistemlere **monitör sistemi (monitöring)** denir. Ekranda basitleştirilmiş devre şeması, göstergeler ve uzaktan kumanda elemanları bulunur (Şekil 8.10).

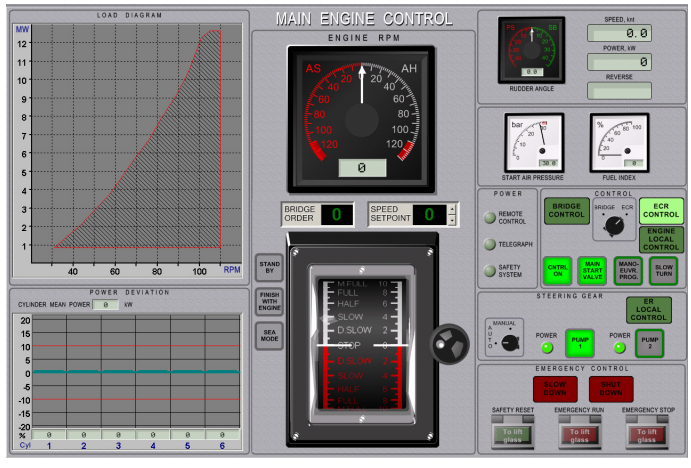


Şekil 8.10: Örnek monitör sistemi

Gemilerde her devreye ait bilgi, monitör sistemi yardımıyla makine kontrol odasından izlenip takip edilir. Gerektiğinde uzaktan kumanda elemanları yardımıyla sisteme müdahale edilir.

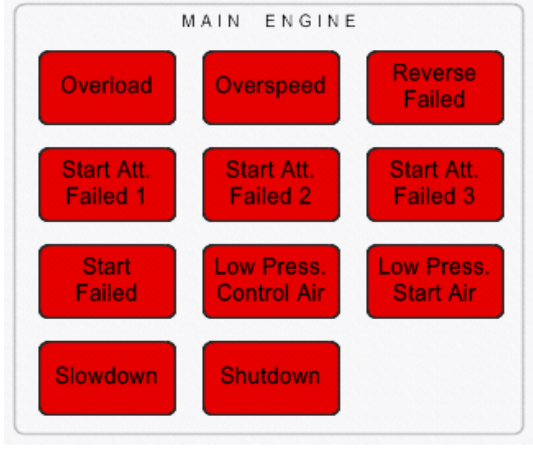
Şekil 8.11'de genel konteyner gemisine ait makine eğitim simülatörünün ana makine otomasyon kontrol ekranı olan monitör sistemi gösterilmiştir. Bu monitör sisteminde çeşitli kontrol ve kumanda işlemleri yapılabilir.

Monitör sistemi ekranında ana makine yük diyagramı, silindir güç değişim yüzdesi grafiği, devir, güç, sürat, ilk hareket basıncı, tornistan ve ileri yol, ana makine yakıt endeksi (verimi), dümen açısı ve emniyet durum göstergeleri bulunur. Ayrıca bu ekranda ana makine; makine telgrafı, dümen sistemi pompaları, uzaktan kontrol, torna çark, ana valf kumandası, acil çalıştırma, acil durdurma gibi sistemlere ait dijital buton ve şalterlerle uzaktan kumanda edilebilir.



Şekil 8.11: Gemi ana makine otomasyon kontrol ekranı

İstenilen çalışma değerleri dışındaki anormal durumlarda sesli veya ışıklı arıza uyarıları, ilgili sisteme ait alarm panosundan takip edilir (Şekil 8.12).



Overload	: Aşırı yük
Overspeed	: Aşırı hız
Reverse Failed	: Dönüş yönü hatası
Start Att. Failed 1	: 1. ilk hareket hatası
Start Att. Failed 2	: 2. ilk hareket hatası
Start Att. Failed 3	: 3. ilk hareket hatası
Start Failed	: İlk hareket hatası
Low Press. Control Air	: Düşük kontrol havası basıncı
Low Press. Start Air	: Düşük ilk hareket havası basıncı
Slowdown	: Yavaşlama (Güvenlik)
Shutdown	: Durdurma (Güvenlik)

Şekil 8.12: Gemi ana makine kontrol sistemi alarm panosu

Gemiye ait her devrenin gerçek zamanlı tüm verileri, ana makine kontrol sisteminde olduğu gibi monitörden takip edilir. Her devreye ait bir alarm kontrol panosu vardır. Buradan alarm durumuna göre arızalar ve olası arıza nedenleri tespit edilir. Uzaktan kontrol yardımıyla çözülemeyen arızalara yerinde müdahale edilir.

8.5. UYGULAMA

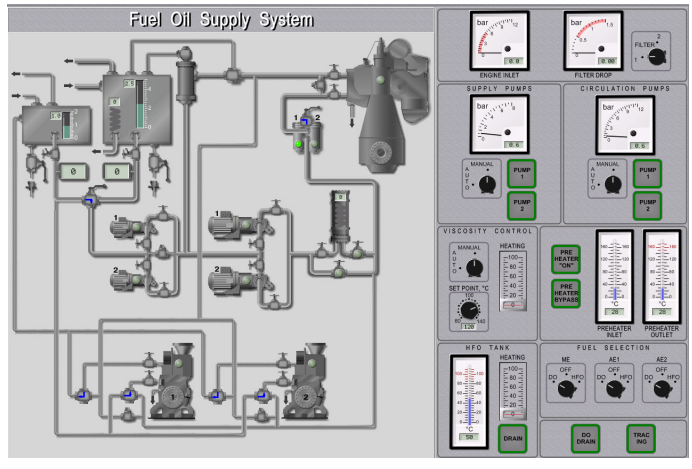
YAKIT BESLEME MONİTÖR SİSTEMİYLE KONTROL VE ARIZA TESPİTİ YAPMA

Amaç: Gemi ana makine sistemlerinden yakıt besleme monitör sistemiyle kontrol ve arıza tespiti yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
Gemi makine simülatörü	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gemi makine simülatörü çalıştırılarak devre şemasına ait alarmlar takip edilir ve arıza tespitinde bulunulur (Şekil 8.13).
3. Besleme ve sirkülasyon pompası arızaları kontrol edilir.
4. Filtre tıkanıklığı kontrol edilir.
5. Devredeki yakıt sıcaklığı kontrol edilir.
6. Düşük yakıt basıncı arızası kontrol edilir.
7. Yakıt tanklarının seviyesi kontrol edilir.



Şekil 8.13: Yakıt besleme otomasyon kontrol ekranı

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.	Besleme ve sirkülasyon pompası arızalarının kontrol edilmesi	10	
4.	Filtre tıkanıklığının kontrol edilmesi	15	
5.	Devredeki yakıt sıcaklığının kontrol edilmesi	15	
6.	Düşük yakıt basıncı arızasının kontrol edilmesi	15	
7.	Yakıt tankları seviyesinin kontrol edilmesi	15	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

8.6. UYGULAMA

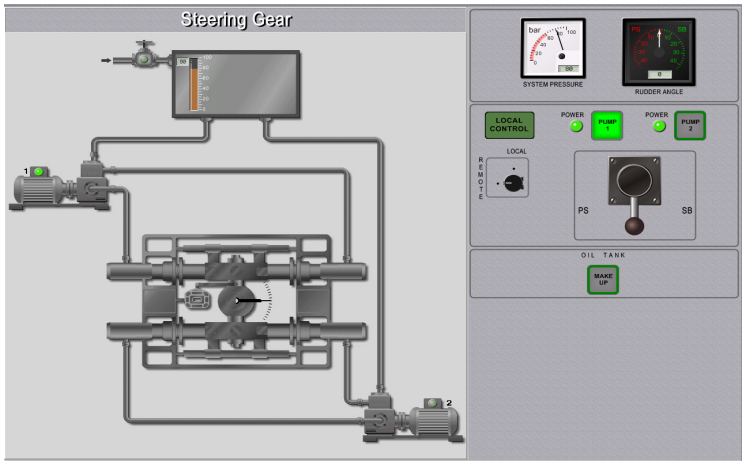
DÜMEN MONİTÖR SİSTEMİYLE KONTROL VE ARIZA TESPİTİ YAPMA

Amaç: Gemi yardımcı makine sistemlerinden dümen monitör sistemiyle kontrol ve arıza tespiti yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
Gemi makine simülatörü	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gemi makine simülatörü çalıştırılarak devre şemasına ait alarmlar takip edilir ve arıza tespitinde bulunulur (Şekil 8.14).
3. Güç / enerji kesinti arızası kontrol edilir.
4. Sancak-iskele kontrol sistemlerinin çalışması kontrol edilir.
5. Düşük yağ basıncı arızası kontrol edilir.
6. Pompalardaki arıza veya aşırı yük kontrol edilir.
7. Tank seviyesi kontrol edilir.



Şekil 8.14: Dümen monitör otomasyon kontrol ekranı

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 kesinti arızasının kontrol edilmesi	10	
4.	Sancak-iskele kontrol sistemlerinin çalışmasının kontrol edilmesi	15	
5.	Düşük yağ basıncı arızasının kontrol edilmesi	15	
6.	Pompalardaki arıza veya aşırı yükün kontrol edilmesi	15	
7.	Tank seviyesinin kontrol edilmesi	15	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

8.7. UYGULAMA

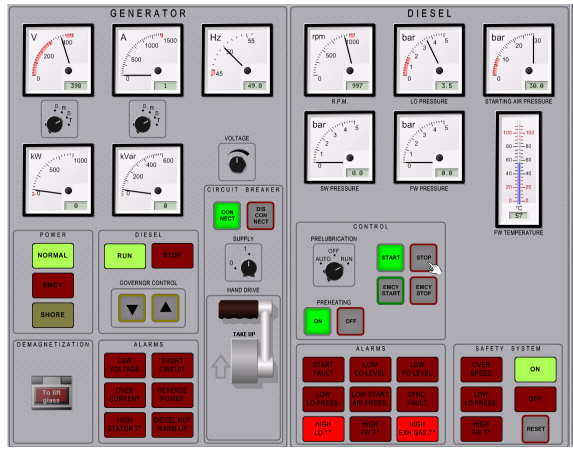
DİZEL JENERATÖR MONİTÖR SİSTEMİYLE KONTROL VE ARIZA TESPİTİ YAPMA

Amaç: Gemi elektrik sistemlerinden dizel jeneratör monitör sistemiyle kontrol ve arıza tespiti yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
Gemi makine simülatörü	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Gemi makine simülatörü çalıştırılarak devre şemasına ait alarmlar takip edilir ve arıza tespitinde bulunulur (Şekil 8.15).
3. Düşük ilk hareket hava basıncı ve ilk hareket arızası kontrol edilir.
4. Yağ ve yakıt seviyesi kontrol edilir.
5. Düşük / yüksek yağ basıncı arızası kontrol edilir.
6. Düşük / yüksek yağ ve soğutma suyu sıcaklığı arızası kontrol edilir.
7. Yüksek egzoz gazı sıcaklığı arızası kontrol edilir.
8. Düşük voltaj, sargılarda kısa devre ve yüksek akım arızası kontrol edilir.



Şekil 8.15: Dizel jeneratör otomasyon kontrol ekranı

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.	Düşük ilk hareket hava basıncı ve ilk hareket arızasının kontrol edilmesi	10	
4.	Yağ ve yakıt seviyesinin kontrol edilmesi	10	
5.	Düşük / yüksek yağ basıncı arızasının kontrol edilmesi	10	
6.	Düşük / yüksek yağ ve soğutma suyu sıcaklığı arızasının kontrol edilmesi	10	
7.	Yüksek egzoz gazı sıcaklığı arızasının kontrol edilmesi	10	
8.	Düşük voltaj, sargılarda kısa devre ve yüksek akım arızasının kontrol edilmesi	20	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

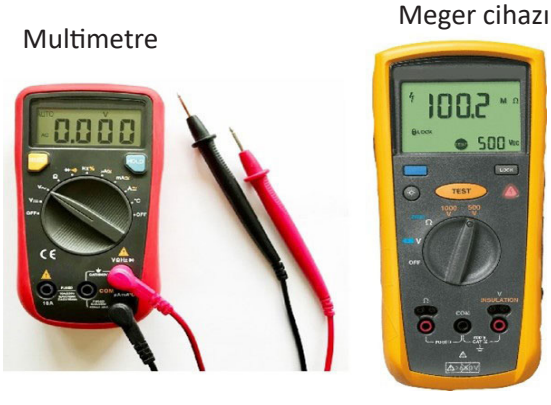
3. OTOMASYON KONTROL SİSTEMLERİNDE ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK CİHAZLARIN BAKIMI

Gemilerde elektrik sistemlerinin işlerliği hayati öneme sahiptir. Elektrikli ve elektronik cihazların uzun süre arıza yapmadan verimli çalışabilmeleri için yapılan planlı ve düzenli çalışmalara **planlı bakım** denir. Bakımlar üreticinin talimatları doğrultusunda gemide yetkilendirilmiş personel tarafından yapılmalıdır.

Monitör sistemleri yardımıyla oluşabilecek arızalar önceden tahmin edilebilir. Planlı bakımlardan farklı olarak sistemler ve devre elemanlarıyla ilgili bilgilerin takip edilerek, ortaya çıkabilecek arızaların önceden tahmin edilip gerekli bakımın yapılmasına **önleyici bakım** denir. Önleyici bakımın faydaları şunlardır:

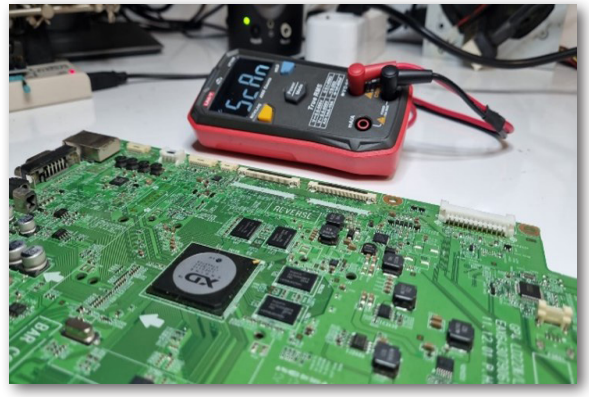
- Bakım ve onarım maliyetlerini azaltması
- Enerji tüketimini azaltması
- Sistemleri yüksek verimde çalıştırması
- Devre elemanlarının ömrünü artırması
- Beklenmeyen arızaları azaltması

Gemilerde taşınabilir ve pano tipi ölçü cihazları kullanılır. Bunlardan multimetre ve meger cihazı, gemilerdeki elektrikli cihaz ve elektrik tesisatı kontrollerinde sıkça kullanılır (Görsel 8.3). Elektriksel büyüklüklerin ölçümünde kullanılan bu cihazların ölçüm sonuçlarının doğruluğundan emin olunmalıdır. Cihazların doğru ve güvenilir ölçüm yapması, oluşan veya oluşabilecek arızaların tespiti için önemlidir. Ölçme cihazının doğru ölçme yapabilmesi için yapılan ayarlamaya **kalibrasyon** denir. Kalibrasyon işlemi belirli aralıklarla yetkili kişiler tarafından yapılır ve işlemler kayıt altına alınır.



Görsel 8.3: Multimetre ve meger cihazı

Gemilerde otomasyon kontrol sistemlerinin yaygınlaşmasıyla elektronik devrelerde sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Bu devreler küçük ve hassas olduğu için değişken çevre şartlarından kolayca etkilenebilir. Baskı devre kartları, sinyal dönüştürücüler, iletim sistemleri, elektronik motor kontrol üniteleri gibi cihazların bakım ve kontrolleri dikkatli bir şekilde yapılmalıdır (Görsel 8.4).



Görsel 8.4: Elektronik baskı devre

Otomatik kontrol sistemlerini oluşturan elektrikli ve elektronik cihazların bakım ve kontrolleri belirli periyotlarla yapılarak kayıt altına alınır. Yapılan bakım ve kontrol işlemleri şunlardır:

- Sistem yazılımlarının kontrolleri ve gerekli sistem güncellemeleri
- Bilgisayar donanımlarının temizlik, bakım ve kontrolü
- Dağıtım panolarının temizlik, bakım ve kontrolü
- Kabloların bakımı ve yalıtım ölçümü
- Elektrikli ve elektronik devre elemanlarının temizlik, fiziksel ve elektriksel kontrolü
- Çalışan elektrikli cihazların temassız sıcaklık ölçerle kontrolü
- Kısa devre ve kopukluk kontrolü
- Sensörlerin temizlik bağlantı ve pozisyon kontrolü
- Dijital ve analog ölçü cihazlarının bakım ve kontrolü
- Uzaktan kumanda sistemlerinin elektrik bağlantılarının bakım ve kontrolü

Bir gemide kullanılan elektrik güç sistemi; gerilim değeri 1.000 volttan düşükse **alçak gerilim sistemi**, 1.000 volttan yüksekse **yüksek gerilim sistemi** olarak adlandırılır. Gemi boyutu büyüdükçe kullanılan makinelerin kapasiteleri artar ve daha yüksek güce ihtiyaç duyulur. Bu nedenle büyük boyutlu gemilerde yüksek gerilim sistemleri kullanılır. Yüksek gerilim sistemlerinin bakım ve kontrolleri yetkilendirilmiş personel tarafından yapılmalıdır.

NOTLAR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.8. UYGULAMA

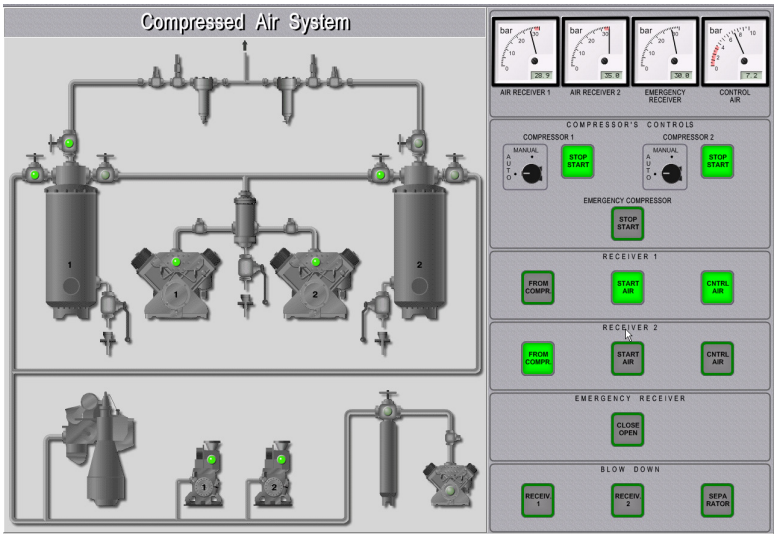
OTOMASYON VE KONTROL SİSTEMİNİN (İLK HAREKET SİSTEMİ) BAKIMINI YAPMA

Amaç: Otomasyon ve kontrol sistemindeki devre elemanlarının bakım ve kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
Gemi makine simülatörü	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Devre elemanlarının fiziksel kontrolü yapılır (Şekil 8.16).
3. Valf kumanda sisteminin bakım ve kontrolü yapılır.
4. Kompresörün elektrik motorundaki kumanda sisteminin ve elektrik bağlantılarının bakım ve kontrolü yapılır.
5. Hava basınç sensörlerinin bakım ve kontrolü yapılır.
6. Devre elemanlarının elektrik bağlantıları ile kabloların bakım ve kontrolü yapılır.



Şekil 8.16: İlk hareket sistemi otomasyon kontrol ekranı

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 elemanlarının fiziksel kontrollerinin yapılması	10	
4.	Valf kumanda sisteminin bakım ve kontrolünün yapılması	10	
5.	Kompresörün elektrik motorundaki kumanda sisteminin ve elektrik bağlantılarının bakım ve kontrolünün yapılması	10	
6.	Basınç sensörlerinin bakım ve kontrolünün yapılması	20	
7.	Devre elemanlarının elektrik bağlantıları ile kabloların bakım ve kontrolünün yapılması	20	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

8.9. UYGULAMA

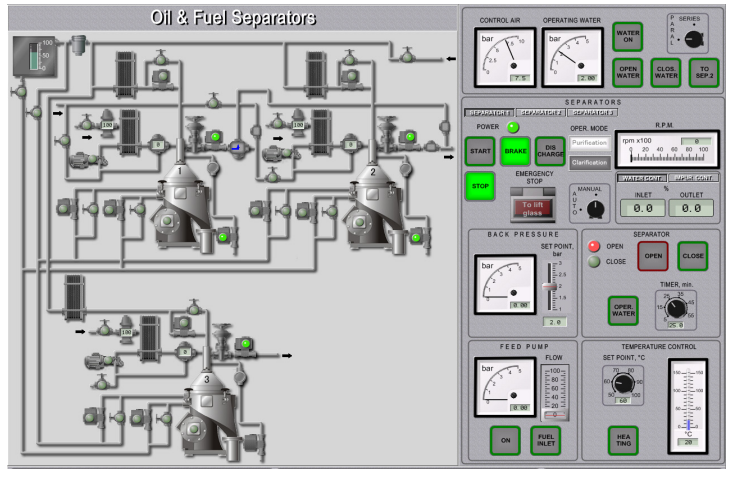
OTOMASYON VE KONTROL SİSTEMİNİN (YAĞ VE YAKIT SEPERATÖRLERİ) BAKIMINI YAPMA

Amaç: Otomasyon ve kontrol sistemindeki devre elemanlarının bakım ve kontrolünü yapmak.

Araç Gereç	**Miktar**
Gemi makine simülatörü	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri öğretmen gözetiminde alınır.
2. Devre elemanlarının fiziksel kontrolü yapılır (Şekil 8.17).
3. Pompa ve valf kumanda sisteminin bakım ve kontrolü yapılır.
4. Seperatörün elektrik motorundaki kumanda sistemi ile elektrik bağlantılarının bakım ve kontrolü yapılır.
5. Su basınç ve sıcaklık sensörlerinin bakım ve kontrolü yapılır.
6. Seviye sensörlerinin bakım ve kontrolü yapılır.
7. Çanak (bowl) titreşim sensörünün bakım ve kontrolü yapılır.
8. Devre elemanlarının elektrik bağlantıları ile kabloların bakım ve kontrolleri yapılır.



Şekil 8.17: Yağ ve yakıt seperatör sistemi otomasyon kontrol ekranı

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 elemanlarının fiziksel kontrolünün yapılması	10	
4.	Pompa ve valf kumanda sisteminin bakım ve kontrolünün yapılması	10	
5.	Seperatörün elektrik motorundaki kumanda sistemi ile elektrik bağlantılarının bakım ve kontrolünün yapılması	10	
6.	Su basınç, sıcaklık ve seviye sensörlerinin bakım ve kontrolünün yapılması	10	
7.	Çanak (bowl) titreşim sensörünün bakım ve kontrolünün yapılması	20	
8.	Devre elemanlarının elektrik bağlantıları ile kabloların bakım ve kontrolünün yapılması	10	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için temrin dosyasının düzenli tutulması	10	
	TOPLAM	**100**	

KAYNAKÇA

- Abbasoğlu, İbrahim. *Gemi Elektriği ve Elektroteknik.* İstanbul: Yalın Yayıncılık, 2010.
- Bal, Güngör. *Elektrik Makinaları 1.* Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2016.
- Bodur, Aydın. *Elektrik Kılavuzu (1) (e-Kitap).* Ankara: TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 2011.
- Bodur, Aydın. *Elektrik Motorları (1) AC Motorlar ve Sürücüleri (e-Kitap).* Ankara: TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 2010.
- Croser, P. *Pnömatik Temel Seviye TP 101 Öğretim Kitabı.* İstanbul: Festo Didactic Yayınları, 1990.
- Croser, P., Thompson J. *Elektropnömatik Temel Seviye TP 201 Öğretim Kitabı (Çev. Tahsin Onay).* İstanbul: Festo Didactic Yayınları, 1991.
- Çolak, İlhami. *Elektrik Makinaları 2.* Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2017.
- Demirel, Kemal. *Hidrolik ve Pnömatik.* İstanbul: Birsen Yayınevi, 2012.
- Demirel, Kemal. *Hidrolik ve Pnömatik.* İstanbul: Birsen Yayınevi, 2019.
- Erden, Abdülkadir. *Mekatronik Mühendisliği Kavramlar ve Uygulamalar.* Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2007.
- Küçük, Mehmet. *Hidrolik Pnömatik.* Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, 2007.
- Küçükşahin, Fahrettin. *Gemi Elektriği.* İstanbul: Akademi Denizcilik, 2000.
- Küçükşahin, Fahrettin. *Gemi Elektroteknolojisi.* İstanbul: Birsen Yayınevi, 2010.
- Merkle D. *Elektrohidrolik Temel Seviye TP 601 Öğretim Kitabı.* İstanbul: Festo Didactic Yayınları, 1991.
- Merkle D., Schrader B., Thomes M. *Hidrolik Temel Seviye TP 501 Öğretim Kitabı.* İstanbul: Festo Didactic Yayınları, 1991.
- Odabaşı, Turgut. *Elektrik Kuvvetli Akım (7) (e-Kitap).* Ankara: TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 2011.
- Özçelik, Alper Yasin. *Patlama Riski Olan Ortamlarda Elektrik Tesisatının İş Güvenliği Açısından İncelenmesi.* Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, 2014.
- Sarı, Mustafa Kemal. *Exproof.* Ankara: TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası. 2011.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. *Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü Denizcilik Alanı Çerçeve Öğretim Programı.* Ankara: MEB, 2020.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. *Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü Gemi Otomasyonu 11 Ders Bilgi Formu.* Ankara: MEB, 2020.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

- *Hidrolik Silindirlerde Yastıklama.* https://www.akder.org/tr/makale/307-hidrolik-silindirlerde-yast-klama#.Y3u2_XZBzDc (Erişim Tarihi: 20.10.2022 13.00).
- *Hidrolik Yağlar.* https://www.akder.org/tr/makale/294-hidrolik-yaglar#.Y3u3BnZBzDc (Erişim Tarihi: 19.10.2022 13.00).
- https://www.marineinsight.com/marine-electrical/construction-and-working-of-3-phase-induction-motor-on-ship/ (Erişim Tarihi: 07.10.2021 13.40).
- https://www.marineinsight.com/marine-electrical/how-to-overhaul-motors-on-ships/ (Erişim Tarihi: 08.10.2021 09.35).
- T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü. *Elektrik Motorlarında Enerji Verimliliği.* http://www.iaosb.org.tr/Media/FileDocument/ElektrikMotorlar_brosur.pdf (Erişim Tarihi: 29.09.2021 11.15).
- Türk Dil Kurumu. *Güncel Türkçe Sözlük.* https://sozluk.gov.tr (Erişim Tarihi: 19.06.2022 16.00).
- Türk Dil Kurumu. *Yazım Kuralları.* https://www.tdk.gov.tr/kategori/icerik/yazim-kurallari/ (Erişim Tarihi: 30.05.2022 17.00).

*** Bu ders materyalinde kaynakça, Chicago kaynak gösterme yöntemine göre oluşturulmuştur.**

GÖRSEL KAYNAKÇASI

TAVSİYE EDİLEN UYGULAMA DERS SAATLERİ

Uygulama Numarası ve Adı	Uygulama Saati	Toplam Ders Saati
1.1. UYGULAMA ÇİFT ETKİLİ SİLİNDİRİN HİDROLİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	16
1.2. UYGULAMA HİDROLİK MOTORUN KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	
1.3. UYGULAMA VE VALFİYLE TEK ETKİLİ SİLİNDİRİN HİDROLİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	
1.4. UYGULAMA AKIŞ KONTROL VALFİYLE ÇİFT ETKİLİ HİDROLİK SİLİNDİRİN HIZ KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	
1.5. UYGULAMA ÇİFT ETKİLİ HİDROLİK SİLİNDİRİN ELEKTROHİDROLİK DOĞRUDAN KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	
1.6. UYGULAMA TEK ETKİLİ HİDROLİK SİLİNDİRİN ELEKTROHİDROLİK DOLAYLI KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	
2.1. UYGULAMA GEMİ HİDROLİK AMBAR KAPAĞI DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	20
2.2. UYGULAMA GEMİ HİDROLİK KAPI DEVRESİNİN KONTROLÜNÜ YAPMA	2	
2.3. UYGULAMA HİDROLİK YÖN KONTROL VALFİNİ SÖKME	2	
2.4. UYGULAMA HİDROLİK POMPANIN BASINÇ VE AKIŞ TESTLERİNİ YAPMA	2	
2.5. UYGULAMA EKSENEL PİSTONLU HİDROLİK POMPAYI SÖKME	2	
2.6. UYGULAMA GEMİ HİDROLİK DÜMEN DEVRESİNİN KONTROLÜNÜ YAPMA	2	
2.7. UYGULAMA HİDROLİK SİLİNDİRİN SIZDIRMAZLIK ELEMANLARINI DEĞİŞTİRME	2	
3.1. UYGULAMA ÇİFT ETKİLİ İKİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN PNÖMATİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	16
3.2. UYGULAMA VEYA VALFİYLE TEK ETKİLİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN PNÖMATİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	
3.3. UYGULAMA AKIŞ KONTROL VALFİYLE TEK ETKİLİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN HIZ KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	
3.4. UYGULAMA HAVA KUMANDALI YÖN KONTROL VALFİYLE TEK ETKİLİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	
3.5. UYGULAMA PNÖMATİK MOTORUN KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	
3.6. UYGULAMA SINIR ANAHTARI KULLANARAK ÇİFT ETKİLİ PNÖMATİK SİLİNDİRİN ELEKTROPNÖMATİK KONTROL DEVRESİNİ OLUŞTURMA	2	
4.1. UYGULAMA PNÖMATİK İLK HAREKET DEVRESİNİN DEVRE TAKİBİNİ YAPMA	2	20
4.2. UYGULAMA GEMİ ANA MAKİNESİNİ İLK HAREKETE HAZIRLAMA	4	
4.3. UYGULAMA KOMPRESÖR BAKIMI YAPMA	4	
4.4. UYGULAMA STARTING VALFİ SÖKME	2	
4.5. UYGULAMA SELENOİD VALFLERDE BOBİN KONTROLÜ YAPMA	2	
5.1. UYGULAMA SENKRON MOTORU ÇALIŞTIRMA VE KONTROL ETME	2	
5.2. UYGULAMA ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARI YILDIZ VE ÜÇGEN BAĞLAMA	2	

5.3. UYGULAMA ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARDA DÖNÜŞ YÖNÜNÜ DEĞİŞTİRME	2	18
5.4. UYGULAMA ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORU SÖKME	2	
5.5. UYGULAMA ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARDA ELEKTRİKSEL KONTROLLERİ YAPMA	2	
5.6. UYGULAMA ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARDA DİNAMİK FRENLEME SİSTEMİNİ ÇALIŞTIRMA	1	
5.7. UYGULAMA ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLARDA BALATALI FRENLEME SİSTEMİNİ ÇALIŞTIRMA	1	
6.1. UYGULAMA DC MOTORU SÖKME	2	18
6.2. UYGULAMA DC MOTORLARIN ENDÜVİ SARGILARINDA KOPUKLUK, KISA DEVRE VE GÖVDEYE KAÇAK KONTROLÜ YAPMA	2	
6.3. UYGULAMA DC MOTORLARIN ENDÜKTÖR SARGILARINDA KOPUKLUK, KISA DEVRE VE GÖVDEYE KAÇAK KONTROLÜ YAPMA	2	
6.4. UYGULAMA DC MOTORU ÇALIŞTIMA	2	
6.5. UYGULAMA DC JENERATÖRÜ SÖKME	2	
6.6. UYGULAMA DC JENERATÖRLERİN YALITIM DİRENCİNİ ÖLÇME, ROTOR VE STATOR KONTROLLERİNİ YAPMA	2	
7.1. UYGULAMA AC JENERATÖRÜ ÇALIŞTIRMA VE DEVREYE ALMA	2	18
7.2. UYGULAMA AC JENERATÖRLERİ SENKRONİZE ETME	2	
7.3. UYGULAMA AC JENERATÖRÜ SÖKME	2	
7.4. UYGULAMA AC JENERATÖRLERİN YALITIM DİRENCİNİ ÖLÇME, ROTOR VE STATOR KONTROLLERİNİ YAPMA	2	
7.5. UYGULAMA KUVVET DAĞITIM TABLOSUNUN BAKIM VE KONTROLLERİNİ YAPMA	2	
7.6. UYGULAMA TANKER ELEKTRİK DEVRELERİNİN KONTROLÜNÜ YAPMA	2	
8.1. UYGULAMA PLC İLE DEVRE KURMA	2	18
8.2. UYGULAMA DİZEL JENERATÖR SİSTEMİNE UZAKTAN KONTROL UYGULAMASI YAPMA	1	
8.3. UYGULAMA DENİZ SUYU SOĞUTMA SİSTEMİNE UZAKTAN KONTROL UYGULAMASI YAPMA	1	
8.4. UYGULAMA TATLI SU ÜRETME (EVAPORATÖR) SİSTEMİNE KONTROL UYGULAMASI YAPMA	1	
8.5. UYGULAMA YAKIT BESLEME MONİTÖR SİSTEMİYLE KONTROL VE ARIZA TESPİTİ YAPMA	1	
8.6. UYGULAMA DÜMEN MONİTÖR SİSTEMİYLE KONTROL VE ARIZA TESPİTİ YAPMA	1	
8.7. UYGULAMA DİZEL JENERATÖR MONİTÖR SİSTEMİYLE KONTROL VE ARIZA TESPİTİ YAPMA	1	
8.8. UYGULAMA OTOMASYON VE KONTROL SİSTEMİNİN (İLK HAREKET SİSTEMİ) BAKIMINI YAPMA	2	
8.9. UYGULAMA OTOMASYON VE KONTROL SİSTEMİNİN (YAĞ VE YAKIT SEPERATÖRLERİ) BAKIMINI YAPMA	2	

	Uygulama Ders Saati	Teorik Ders Saati	Toplam Ders Saati
Toplam Saatler	100	44	144
Yüzdelik Dilim (%)	69,5	30,5	100

NOTLAR

NOTLAR