

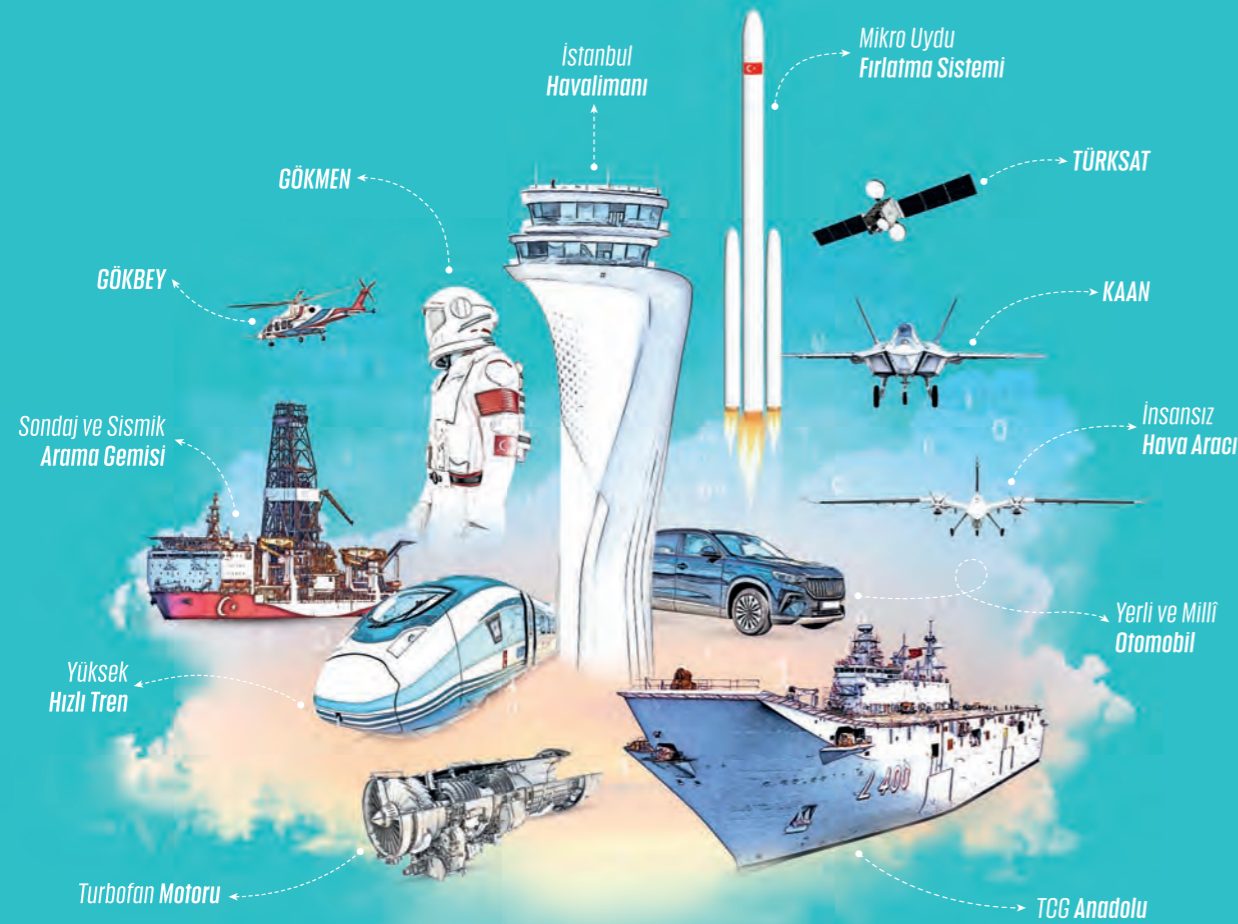
Bu kitaba sığmayan
daha neler var!

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 978-975-11-6257-1

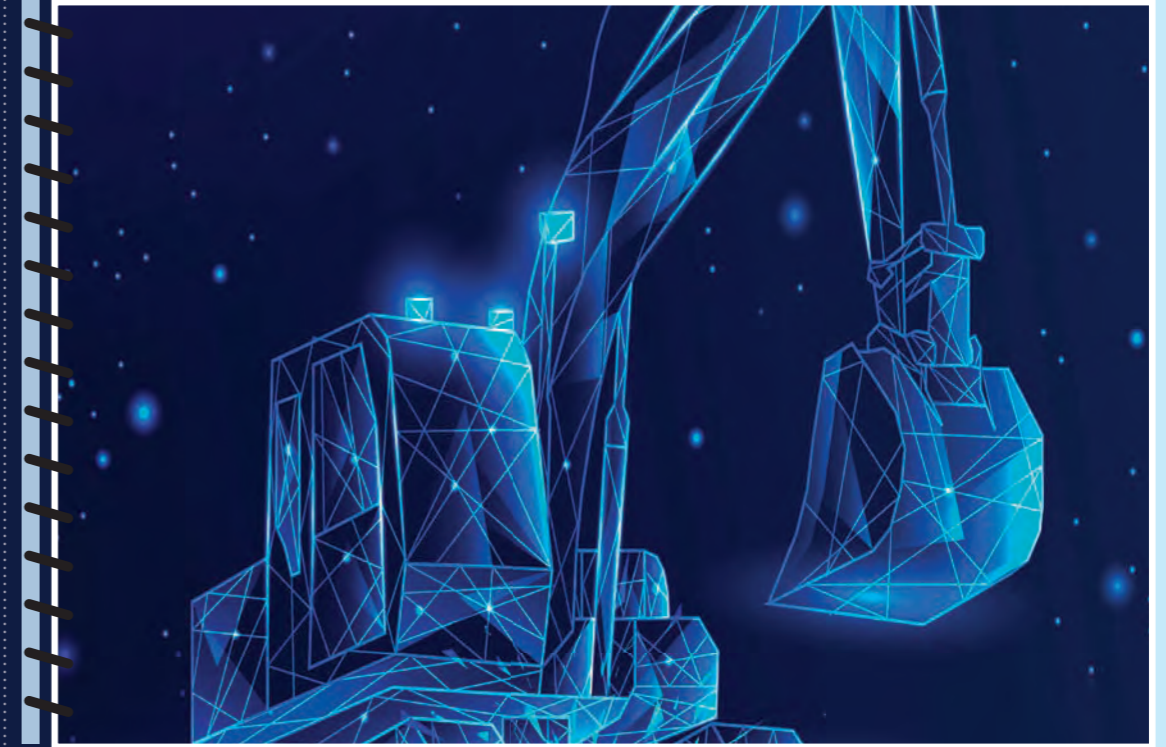
Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin
İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ARAÇLARDA HİDROLİK VE PNÖMATİK SİSTEMLER

ARAÇLARDA HİDROLİK VE PNÖMATİK SİSTEMLER

DERS MATERYALİ



DERS MATERYALİ



MESLEKÎ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ARAÇLARDA HİDROLİK VE PNÖMATİK SİSTEMLER

Ders Materyali

Yazarlar

Deniz **SÜTCÜ**

Mehmet Nurullah **İPEK**

Sait **ERTAŞ**



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI	7895
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLARI DİZİSİ.....	1823

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı

İbrahim **DİNÇ**

Program Geliştirme Uzmanı

Emel **DOLDUR**

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

Mustafa **ÇELİK**

Görsel Tasarım Uzmanı

Menduh **TOPSAKAL**

Nevin **KURT**

ISBN 978-975-11-6257-1

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

BASKI

Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599



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,
Medeniyet 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 İlahî, 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 İlahî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
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

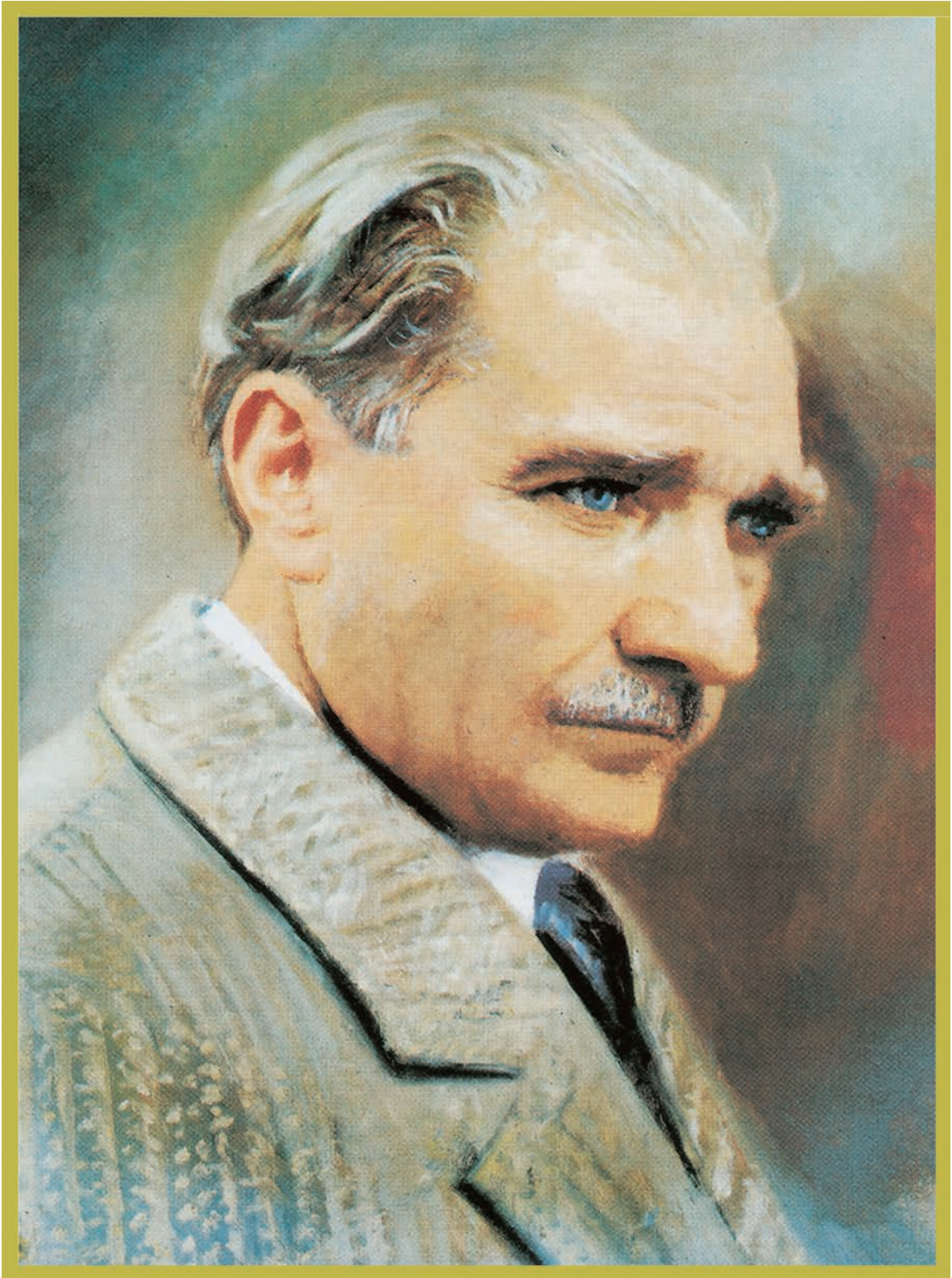
GENÇLİĞE HİTABE

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 namüsaît 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 Materyalinin Tanıtımı 14

1. HİDROLİK PRENSİPLER 18

1. ÖĞRENME BİRİMİ

1.1. Hidrolik	18
1.1.1. Temel Terimler.....	18
1.1.2. Hidroliğin Tanımı Endüstrideki Yeri ve Önemi.....	20
1.1.3. Hidrolik Sistemlerin Üstünlükleri ve Olumsuz Yönleri.....	21
1.1.4. Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Birimler.....	21
1.2. Hidrostatik Prensip	23
1.3. Hidrodinamik Prensip	30
1.3.1. Süreklilik Denklemi.....	30
1.3.2. Bernoulli Prensibi.....	32
1.4. Hidrolik Akışkanlar ve Yağlar	35
1.4.1. Hidrolik Yağın Görevleri.....	35
1.4.2. Hidrolik Yağlarda Aranılan Özellikler.....	35
1.4.3. Hidrolik Yağ Çeşitleri.....	36
1.4.3.1. Madenî Yağlar.....	36
1.4.3.2. Ateşe Dayanıklı Yağlar.....	37
1.5. Hidrolik Devrelerde Kullanılan Semboller	39
1.5.1. Hidrolik Devre Hatlarının Sembolleri.....	39
1.5.2. Hidrolik Devre Yardımcı Elemanları Sembolleri.....	39
1.5.3. Hidrolik Devre Elemanları Sembolleri.....	40
1.6. Hidrolik Devreler	42
1.6.1. Hidrolik Devrelerin Ana Kısımları.....	42
1.6.2. Hidrolik Devre Hatları.....	43
1.6.3. Hidrolik Devre Çeşitleri.....	45
Ölçme ve Değerlendirme	49

2. HİDROLİK SİSTEMLER 54

2. ÖĞRENME BİRİMİ

2.1. Depolar ve Donanım	54
2.1.1. Yağ Tankları (Depoları).....	54
2.1.1.1. Yağ Tanklarının Görevi ve Sembolü.....	54
2.1.1.2. Hidrolik Yağ Tankları Seçilirken Dikkat Edilecek Hususlar.....	55
2.1.2. Yağ Isıtıcıları.....	56
2.1.3. Yağ Soğutucuları.....	56
2.1.4. Depo Üzerinde Bulunması Gereken Diğer Avadanlıklar.....	58
2.1.5. Hidrolik Sistemlerde Çalışırken İş Güvenliği.....	58
2.2. Filtreler	59
2.2.1. Filtrelerin Görevi ve Sembolü.....	59
2.2.2. Filtre Çeşitleri.....	59
2.2.3. Filtrelerin Yapısal Özellikleri.....	61
2.2.4. Hidrolik Filtrelerin Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar.....	62

2.2.5. Hidrolik Sistemde Kullanılan Filtre Donanımları	62
2.3. Hidrolik Pompalar	63
2.3.1. Hidrolik Pompaların Görevi ve Sembolü	63
2.3.2. Hidrolik Pompa Çeşitleri	63
2.3.3. Pompaların Çalışma Prensibi	67
2.3.4. Pompanın Motora Bağlantı Şekli	67
2.3.5. Debi	67
2.3.6. Debinin Hesaplanması	67
2.3.6.1. Dişli Çarklı Pompalarda Debi Hesaplanması	68
2.3.6.2. Paletli Pompalarda Debi Hesaplanması	69
2.3.7. Hidrolik Pompaların Karşılaştırılması	70
2.3.8. Hidrolik Pompalarda Verimin Hesaplanması	71
2.3.9. Hidrolik Pompa Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar	72
2.3.10. Pompa ve Akışkan Uyumu	72
2.4. Hidrolik Motorlar	72
2.4.1. Hidrolik Motorların Görevi ve Sembolü	72
2.4.2. Hidrolik Motor Çeşitleri	73
2.4.3. Hidrolik Motorların Kullanma Alanları	75
2.4.4. Hidrolik Motorların Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar	75
2.4.5. Hidrolik Motorlarda Döndürme Momentinin Hesaplanması	76
2.5. Valfler	77
2.5.1. Valflerin Görevleri	77
2.5.2. Yön Kontrol Valfleri	77
2.5.3. Yön Kontrol Valf Çeşitleri	77
2.5.4. Yön Kontrol Valflerinin Sembolle İfade Edilmesi	80
2.5.5. Yön Kontrol Valflerinde Yol ve Konum	80
2.5.6. Yol ve Konumlarına Göre Bazı Yön Kontrol Valfleri	81
2.5.7. Yön Kontrol Valflerinin Merkez Konumları	86
2.5.8. Yön Kontrol Valflerinin Kumanda Ediliş Biçimleri	86
2.5.9. Basınç Kontrol Valfleri	87
2.5.10. Basınç Düşürme Valfleri	89
2.5.11. Basınç Sıralama Valfleri	90
2.5.12. Boşaltma Valfleri	90
2.5.13. Akış Kontrol Valfleri	91
2.5.14. Akışkan Kontrol Metotları	94
2.6. Hidrolik Silindirler	96
2.6.1. Hidrolik Silindirlerin Görevi ve Sembolü	96
2.6.2. Hidrolik Silindirlerin Çalışması ve Yapısal Özellikleri	96
2.6.3. Hidrolik Silindir Elemanları	97
2.6.4. Silindir Gömleğinin Yapısı	97
2.6.5. Piston ve Piston Kolu	97

2.6.6. Sızdırmazlık Elemanları	98
2.6.7. Kapaklar	98
2.6.8. Hidrolik Silindir Çeşitleri	98
2.6.8.1. Tek Etkili Silindirler.....	98
2.6.8.2. Çift Etkili Silindirler.....	99
2.6.8.3. Teleskopik Silindirler	99
2.6.8.4. Yastıklı Silindirler.....	100
2.6.8.5. Tandem Silindirler.....	100
2.6.8.6. Dupleks Silindirler	101
2.6.8.7. Döner Silindirler.....	101
2.6.9. Döndürücüler.....	102
2.6.9.1. Kanatlı Döndürücüler	102
2.6.9.2. Pistonlu Döndürücüler	102
2.6.9.3. Kremayerli Döndürücüler	102
2.6.10. Hidrolik Silindirlerle İlgili Hesaplamalar	103
2.6.10.1. Silindir Et Kalınlığının Hesaplanması	103
2.6.10.2. Piston Hızının Hesaplanması	106
2.6.10.3. Piston Kursu Tamamlama Zamanının Hesaplanması.....	107
2.6.10.4. Piston Kolunun Boyu ve Çapının Hesaplanması	108
2.6.10.5. Silindirlerde Piston İtme ve Çekme Kuvvetlerinin Hesaplanması.....	109
2.6.11. Hidrolik Silindirlerin Kullanım Alanına Uygun Seçilmesi	111
2.7. Borular ve Hortumlar	111
2.7.1. Hidrolik Akış Türleri	111
2.7.2. Reynolds Sayısı	112
2.7.3. Boru ve Hortumların Yapısal Özellikleri	112
2.7.4. Bağlantı Elemanları.....	112
2.7.5. Borulama	113
2.7.6. Borular ve Yapısal Özellikleri	113
2.7.7. Hortumlar ve Yapısal Özellikleri.....	113
2.7.8. Hortum Seçimi ve Montajında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	114
2.7.9. Rekorlar	114
2.7.10. Boru Seçiminde ve Montajında Dikkat Edilecek Hususlar	115
2.7.11. Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Sızdırmazlık Elemanları	115
2.7.12. Sızdırmazlık Elemanları Çeşitleri.....	115
2.7.12.1. Yapıldıkları Malzemeye Göre Sızdırmazlık Elemanları.....	115
2.7.12.2. Kullanıldıkları Yerlere Göre Sızdırmazlık Elemanları.....	116
2.7.13. Diş Çeşitleri	116
2.7.14. Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Manometre ve Sembölü	118
2.7.15. Akışölçerler (Debimetre) ve Sembölü	118
2.7.16. Basınç Anahtarı ve Sembölü.....	118
2.7.17. Basınçölçer Koruma Valfi.....	118

2.7.18. Sıcaklıkölçer ve Sembölü.....	119
2.7.19. Seviyeölçer	119
2.7.20. Uyarı Göstergesi	119
2.7.21. Hidrolik Borular ile İlgili Hesaplamalar	120
2.7.21.1. Boru Çaplarının Hesaplanması.....	120
2.7.22. Hidrolik Boruların Kullanım Alanı.....	121
2.8. Hidrolik Akümülatörler	121
2.8.1. Hidrolik Akümülatörün Görevi ve Sembölü.....	121
2.8.2. Hidrolik Akümülatörün Çalışması	121
2.8.3. Hidrolik Akümülatörün Çeşitleri.....	122
2.8.3.1. Ağırlıklı Akümülatörler.....	122
2.8.3.2. Yaylı Akümülatörler.....	122
2.8.3.3. Diyaframlı Akümülatörler	123
2.8.3.4. Balonlu Akümülatörler.....	123
2.8.3.5. Pistonlu Akümülatörler.....	124
2.8.4. Hidrolik Akümülatörlerle Çalışırken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar.....	124
2.8.5. Hidrolik Akümülatörlerin Bakımı ve Akümülatöre Gaz Doldurulması	124
2.8.6. Hidrolik Akümülatörlerin Kullanım Alanları	125
2.8.7. Hidrolik Akümülatörlerin Kontrolleri.....	125
Ölçme ve Değerlendirme	126

3. PNÖMATİK SİSTEMLER.....	132
3.1. Pnömatik Prensipler.....	132
3.1.1. Pnömatiğin Temel Prensipleri	132
3.1.2. Pnömatik Sistemlerin Endüstrideki Yeri ve Önemi	133
3.1.3. Pnömatiğin Uygulama Alanları.....	133
3.1.4. Pnömatik Sistemlerin Olumlu ve Olumsuz Yönleri	134
3.1.5. Hidrolik ve Pnömatik Sistemlerin Karşılaştırılması	134
3.1.6. Pnömatik Devrelerin Ana Kısımları.....	135
3.1.7. Pnömatik Sistemde Havanın Hazırlanması	137
3.1.7.1. Kompresör Çeşitleri.....	138
3.1.7.2. Kompresörlerin Kapasiteleri.....	142
3.1.7.3. Havanın Hazırlanması.....	142
3.1.8. Boyle-Mariotte (Boyl-Maryot) Kanunu'nun Tanımı	149
3.1.9. Gay-Lussac (Gey Lassek) Kanunu'nun Tanımı	150
3.1.9.1. Sabit Basınç Altında Genleşme.....	150
3.1.9.2. Sabit Hacim Altında Genleşme	151
3.1.10. Havanın Nem Miktarının Hesaplanması	152
3.2. Pnömatik Silindirler	154
3.2.1. Pnömatik Silindirlerin Çeşitleri ve Simgeleri.....	154
3.2.1.1. Tek Etkili Silindirler	154

3.2.1.2. Çift Etkili Silindirler	155
3.2.1.3. Tandem Silindirler	155
3.2.1.5. Döner Silindirler	156
3.2.1.6. Özel Silindirler	157
3.2.1.7. Silindir Elemanları	157
3.2.1.8. Silindirlerde Yastıklama	158
3.2.2. Silindirlerde Kuvvet İletiminin Hesaplanması	158
3.3. Pnömatik Motorlar	162
3.3.1. Pnömatik Motorların Görevleri	162
3.3.2. Pnömatik Motorların Çeşitleri	162
3.3.3. Pistonlu Pnömatik Motorlar	163
3.3.3.1. Radyal Pistonlu Motorlar	163
3.3.3.2. Eksenel Pistonlu Motorlar	163
3.3.4. Paletli Pnömatik Motorlar	163
3.3.5. Dişli Çarklı Pnömatik Motorlar	164
3.3.6. Türbin Tipli Pnömatik Motorlar	164
3.4. Pnömatik Valfler	165
3.4.1. Pnömatik Valflerin Görevleri	165
3.4.2. Pnömatik Valf Sembolleri	166
3.4.3. Pnömatik Valf Çeşitleri	166
3.4.3.1. Yön Kontrol Valfleri	167
3.4.3.2. Basınç Kontrol Valfleri	176
3.4.3.3. Akış Kontrol Valfleri	177
3.5. Pnömatik Devreler	178
3.5.1. Pnömatik Devre Çeşitleri	178
3.5.1.1. Tek İş Elemanlı Devreler	178
3.5.1.2. Çok İş Elemanlı Devreler	179
3.5.2. Pnömatik Devre Üzerindeki Hatlar ve Devrenin Ana Kısımları	179
3.5.3. Pnömatik Devre Elemanlarının Belirlenmesi	179
3.5.4. Pnömatik Devre Çizimlerinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	182
3.5.5. Pnömatik Devre Elemanlarının Numaralandırılması	183
3.5.6. Tek Etkili Silindirin Çalıştırılması	184
3.5.7. Çeşitli Pnömatik Devre Çizimleri	184
3.5.7.1. Pnömatik Mengene ile İş Yapılması	184
3.5.7.2. Bir Pnömatik Motorun Çalıştırılması	185
3.6. Pnömatik Devrelerin Bakımı	187
3.6.1. Hidrolik ve Pnömatik Devrelerin Günlük Bakımları	187
3.6.2. Hidrolik ve Pnömatik Devrelerin Haftalık Bakımları	188
3.6.3. Hidrolik ve Pnömatik Devrelerin Aylık Bakımları	188
3.6.4. Hidrolik ve Pnömatik Devrelerin Altı Aylık Bakımları	188
Ölçme ve Değerlendirme	189
Kaynakça	190



Öğrenme birimi konularını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

HİDROLİK PRENSİPLER

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Kütle, kuvvet ve basınç ile ilgili hesaplamalar yapma
- Hidrostatik ile ilgili hesaplamalar yapma
- Hidrodinamik ile ilgili hesaplamalar yapma
- Hidrolik sistemlerde uygun hidrolik yağ seçimi yapma
- Hidrolik sembollerini seçici kullanma
- Basit hidrolik devre çizme



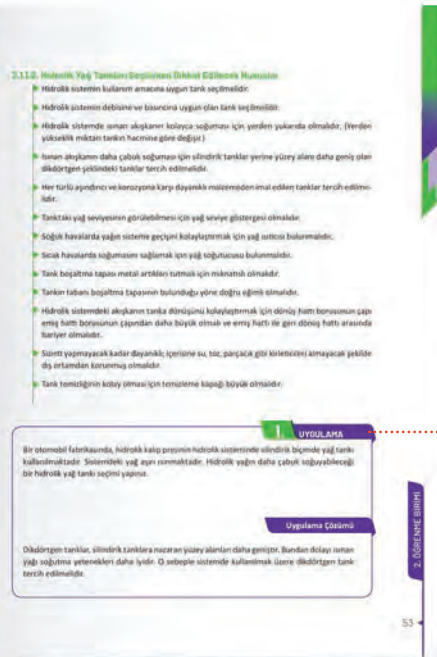
Öğrenme biriminin numarasını ve adını gösterir.

Etkileşimli kitap, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz karekodu gösterir.



Konu başlıklarını gösterir.

Konu içinde dikkat edilecek açıklamaları gösterir.



Öğrenme birimi içindeki uygulama ve çözümleri gösterir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

7. Aşağıdaki soruları okuyup doğru seçenekleri işaretleyiniz.

1. Hidrolik sistemlerde kullanılan aşağıdaki depoluk ederi devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?
 A) Yağ filtresi B) Hidrolik silindir C) Yağ akışıltsıcısı
 D) Yağ tankı E) Hidrolik motor

2. Aşağıdakilerden hangisi yağ deposunun üzerinde bulunan devre elemanı değildir?
 A) Hidrolik silindir B) Emme hattı filtresi C) Fesizlenek kapağı
 D) Boyutlama tapası E) Emiş hattı filtresi

3. Aşağıdakilerden hangisi valflerin görevidir?
 A) Hidrolik akışkanın yönünü, basıncını ve hızını kontrol eder.
 B) Hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye çevirir.
 C) Mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çevirir.
 D) Hidrolik devredeki akışkana depoluk eder.
 E) Hidrolik akışkanın temizlenmesini sağlar.

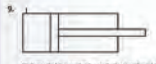
4. Aşağıdakilerden hangisi filtre çeşitlerinden değildir?
 A) Emiş hattı B) Soğutma hattı C) Dönüş hattı
 D) Basınç hattı E) Vakuum hattı

5. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik pompa seçimiinde dikkat edilcek hususlardan değildir?
 A) Pompanın dönüş yönü B) Çalışma basıncı C) Pompanın yakıtı
 D) Çalışma debisi E) Pompanın verimi

6. Hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?
 A) Hidrolik tank B) Hidrolik pompa C) Hidrolik motor
 D) Hidrolik silindir E) Filtre

7. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik silindir çeşidi değildir?
 A) Tek etkili B) Farklı C) Çift etkili
 D) Dubleks E) Teleskopik

8. Aşağıdakilerden hangisi basınç kontrol valflerindedir?
 A) Basınç düşürme B) Normilde açılı C) Normilde kapalı
 D) Dönme yön kontrolü E) Sızıncılı yön kontrolü

9. 
 Yukarıdaki sembol aşağıda verilen hidrolik devre elemanlarından hangisine aittir?
 A) Hidrolik pompa B) Hidrolik motor C) Akümülatör
 D) Hidrolik silindir E) Valf

10. Yukarıdakilerden hangisi veya hangileri değişken kapasiteli pompa çeşitlerindedir?
 A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I - II E) I - II - III

11. Hidrolik akışkanın tek yönde geçişine izin veren valf aşağıdakilerden hangisidir?
 A) Yön kontrol valfi B) Akış kontrol valfi C) Basınç düşürme valfi
 D) Yavaşlatma valfi E) Çek valfi

12. Hidrolik akışkanın düzenli katmanlar halinde akması aşağıdaki aşağıdakilerden hangisidir?
 A) Tırtılmalı B) Delikli C) Doğru
 D) Laminar E) Hidrolik + Pistonlu döndürücü

Öğrenme birimi ile ilgili öğrenilen bilgileri değerlendirmek amacıyla hazırlanan soruları gösterir.

PNÖMATİK SİSTEMLER

1. Örnek Problem

Bir fabrika içerisinde yer alan pnömaltik bir sistemde 298.7 kPa basınçta ve 0.5 m³ hacimdeki hava 0.1 m³ hacme kadar sıkıştırılmaktadır. Bu işlem sonunda gösterge basıncı (mutlak basınç) değeri ne olur? P₁ = 101.3 kPa

P₁ = 298.7 kPa V₁ = 0.5 m³ V₂ = 0.1 m³ P₂ = ?

Çözüm

Problemün çözümünde (P₁, V₁) Gösterge basıncı olan 298.7 kPa'a atmosfer basıncı eklenerek (P₁) mutlak basınç bulunur.
 298.7 kPa + 101.3 kPa = 400 kPa P₁ · V₁ = P₂ · V₂

P₁ = P₁ + P_{atm} P₁ = 400 $\frac{0.5}{0.1}$
 P₁ = 1200 kPa
 Gösterge basıncını (P₂) bulmak için (P₁) mutlak basınçtan atmosfer basıncı çıkarılır.
 P₂ = P₁ - P_{atm} = 1200 kPa - 101.3 kPa = 1098.7 kPa gösterge basıncı (P₂) olarak bulunur.

3.1.9. Gay-Lussac (Gey Lussac) Kanunu'nun Tanımı

Kısmen gazları basınç, hacim ve sıcaklıkların değişiminde sabit basınç ve sabit hacim alınarak genişleme veya büzülme sırasında incelenebilir. Gay-Lussac Kanunu'na göre yapılan hesaplamalarda mutlak sıcaklık (T) ve mutlak basınç (P) birimleri kullanılması gerekir. Görsel 3.25'te Gay-Lussac Kanunu'nun grafiği ifade edilmiştir.

3.1.9.1. Sabit Basınç Altında Genleşme

Gay-Lussac Kanunu'na göre, kapalı kap içerisinde bulunan gazın basıncı sabit tutulduğunda çamur gazın hacmi de ne kadar değişim olursa gazın sıcaklığı da o oranda değişim olur. Basınç sabit olmak şartıyla, gazın hacmi artarsa gazın sıcaklığı da artar. Gazın basıncı aynı anda gazın sıcaklığı da artarsa, bu durumda aşağıdaki eşitlik kullanılabilir.

$$V_1 - V_2 = \frac{T_1}{T_2} \text{ veya } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

2. Örnek Problem

Sıcaklık değişimine bağlı olarak çalışan bir makine parçasının başlangıç hacmi 5m³ olup içerisindeki hava 50 C sıcaklıkta 80 C sıcaklığa kadar ısıtılmaktadır. Havanın 80 C'deki hacmini hesaplayınız. (0 C = 273 K olarak alınır.)

V₁ = 5 m³ T₁ = 50 C T₂ = 80 C V₂ = ?

Çözüm

T₁ = 50 + 273 = 323 K (mutlak sıcaklık)
 T₂ = 80 + 273 = 353 K (mutlak sıcaklık)
 $V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1} = 5 \frac{353}{323}$
 V₂ = 5.48 m³

3. Örnek Problem

Bir araç lastiğinin içindeki basınç (P₁) 500 kPa (5 Bar) ölçümlenmiştir. Bu araçta (T₁) 15 C sıcaklıkta seyahat ederken 300 km'lik yol sonunda sonra lastiğin sıcaklığı (T₂) 45 C olduğuna göre lastiğin son basıncını hesaplayınız.

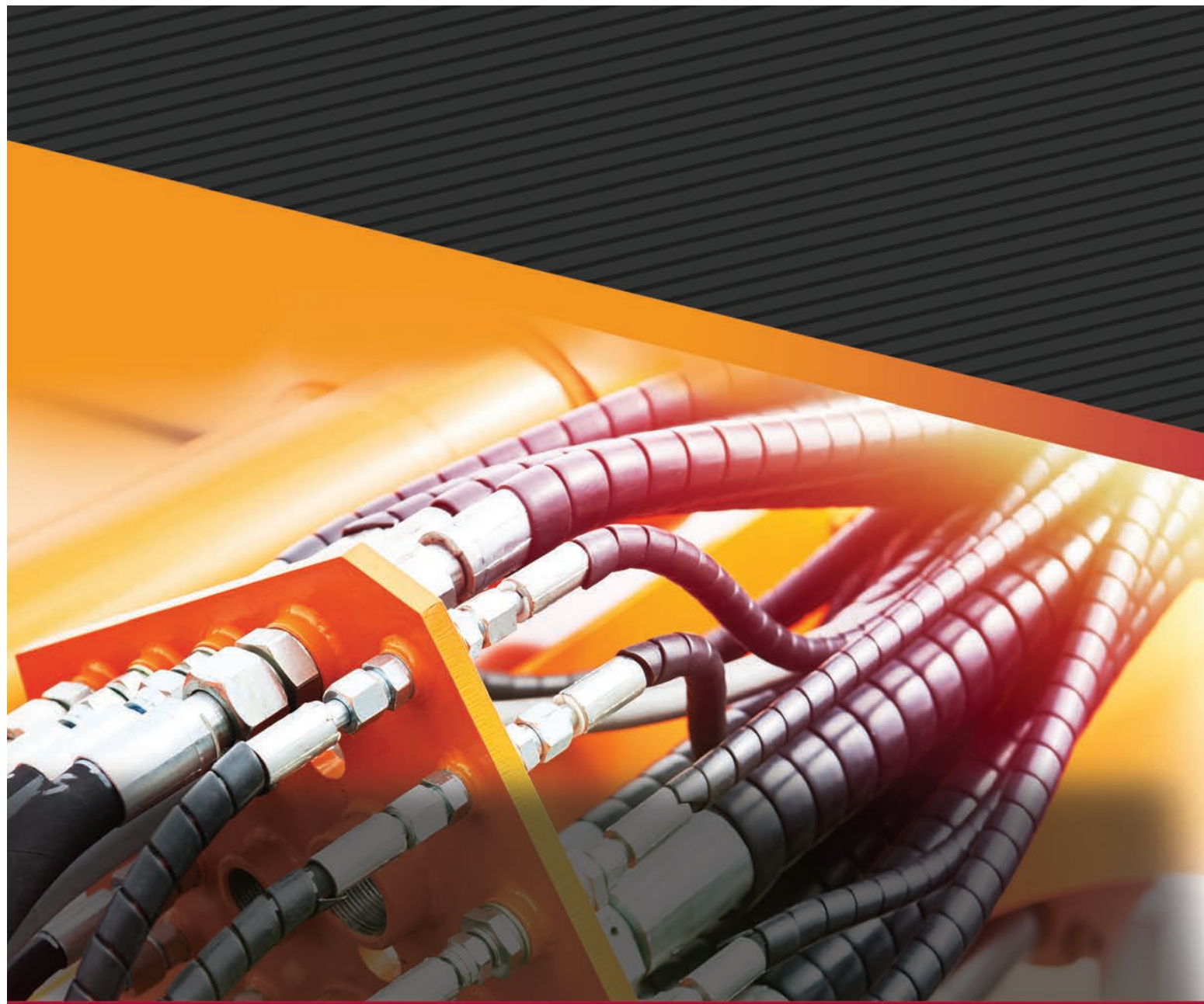
P₁ = 500 kPa T₁ = 15 C T₂ = 45 C P₂ = ?

Çözüm

T₁ = 15 + 273 = 288 K (mutlak sıcaklık)
 T₂ = 45 + 273 = 318 K (mutlak sıcaklık)
 P₂ = 500 kPa + 101.3 kPa = 601.3 kPa (mutlak basınç)
 $P_2 = P_1 \frac{T_2}{T_1} = 601.3 \frac{318}{288}$
 P₂ = 663.93 kPa (mutlak basınç)
 P₂ (gösterge basıncı) = 663.93 - 101.3 = 562.63 kPa

Sayfa numaralarını gösterir.

Öğrenme birimi içindeki örnek problem ve çözümleri gösterir.



1. ÖĞRENME BİRİMİ



HİDROLİK PRENSİPLER

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- ▶ Kütle, kuvvet ve basınç ile ilgili hesaplamalar yapma
- ▶ Hidrostatik ile ilgili hesaplamalar yapma
- ▶ Hidrodinamik ile ilgili hesaplamalar yapma
- ▶ Hidrolik sistemlerde uygun hidrolik yağ seçimi yapma
- ▶ Hidrolik sembolleri seçip kullanma
- ▶ Basit hidrolik devre çizme



1. HİDROLİK PRENSİPLER

1.1. Hidrolik

Hidrolik, sıvıların davranışlarını inceleyen bilim dalıdır. Yunanca hydraulics (hidravlik) kelimesinden gelmektedir. Hidrolik prensiplere dayalı sıvı ile çalışan sistemlere hidrolik sistemler, hava ile çalışan sistemlere de pnömatik sistemler denir.

1.1.1. Temel Terimler

Kütle: Kütle, bir cismi meydana getiren madde miktarıdır. Kütle olmayan madde yoktur. Çoğu zaman kütle ile ağırlık karıştırılmaktadır. Kütle, madde miktarı iken ağırlık, kütle ile yer çekimi ivmesinin çarpımıdır.

Ağırlık bir kuvvettir, birimi Newton (N) ve N ile gösterilir. Yer çekiminin olmadığı yerde ağırlık sıfırdır. Kütle ise yer çekiminden, sıcaklıktan, basınçtan ve hacim değişimlerinden etkilenmemektedir. Kütle birimi olarak en çok kilogram (kg) ve gram (g) kullanılmaktadır.

Kuvvet: Duran bir cismi harekete geçiren, hareket halindeki bir cismi durdurabilen, cisme yaptığı etki ile şekil değiştirmesine sebep olan etkiye kuvvet denir. Kuvvetin hızlandırma, yavaşlatma, yön değiştirme, şekil değiştirme ve döndürme etkisi vardır.

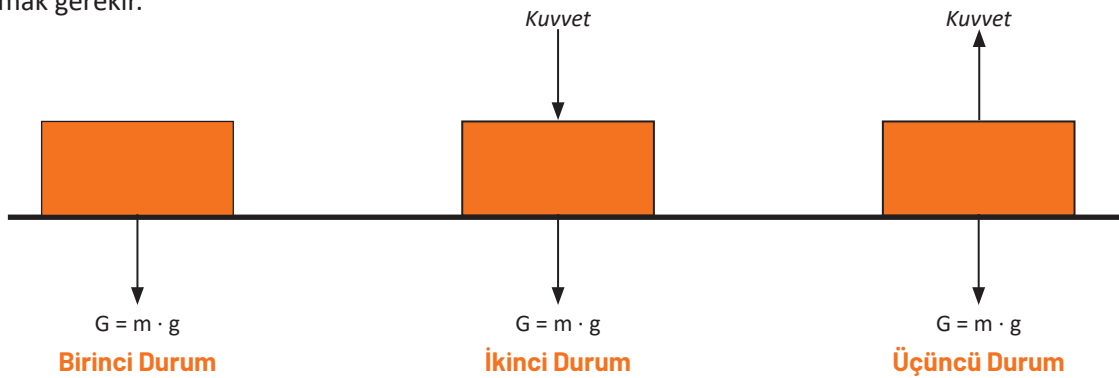
Kuvvet, bir cismin kütlesi ile ivmesinin çarpımıyla bulunur. $F = m \cdot a$ şeklinde formüle edilir.

F = kuvvet, birimi Newton (N)'dir.

Basınç kuvveti ise yüzeye uygulanan basınç ile yüzey alanının çarpımına eşittir. $F = P \cdot A$

Basınç: Basınç yüzeye uygulanan dik kuvvetin yüzeyin birim alanına oranıdır. P simgesiyle gösterilir, birimi $\frac{N}{m^2} = p_a$ [Pascal (Paskal)]'dır. Bir metrekaarelik yüzeye kaç N'lık kuvvet uygulandığını gösterir. $P = \frac{F}{A}$

Yüzeye etki eden kuvvet artarsa basınç artar, kuvvetin etki ettiği yüzey alan artarsa basınç azalır. Madenin hallerine göre basıncın ifade edilişi değişebilir. Sonuç olarak basınç, her zaman cisme uygulanan dik kuvvetin yüzey alanına oranıdır. Katı basıncını hesaplarırken uygulanan kuvvetin nereden geldiği bilinmelidir. Genellikle katı basıncı, cismin ağırlığının bulunduğu yüzeye yaptığı baskı olarak ifade edilir. Ayrıca Görsel 1.1'deki gibi cismi etkileyen farklı kuvvetler de olabilir. Bu durumda onları da hesaba katmak gerekir.



Görsel 1.1: Katılarda basınç

Yukarıdaki görselde katı blokların üç farklı durumu görülmektedir.

Birinci durumunda, yüzeye uygulanan kuvvet sadece ağırlıktır.

$$P = \frac{G}{A}$$

İkinci durumda, aşağı doğru ek bir kuvvet etki etmektedir. Uygulanan kuvvet ile ağırlık aynı yönde olduğundan toplanır.

$$P = \frac{G+F}{A}$$

Üçüncü durumda ise blok, yukarı yönde bir F kuvvetine maruz kalmaktadır. Uygulanan kuvvet ağırlık ile zıt yönde olduğundan, yüzeye yapılacak baskıyı azaltıcı etkiye sahiptir.

$$P = \frac{G-F}{A}$$

Eğer üçüncü durumda uygulanan kuvvet, ağırlığa eşit olursa yüzeye yapılan basınç sıfır olur. F kuvveti ağırlıktan daha büyük olursa cisim yukarı doğru hareket eder. Bu durumda yüzeye yapılan basınç yine sıfır olur.



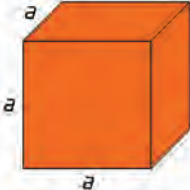
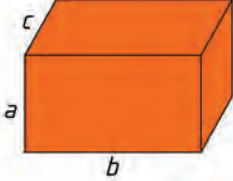
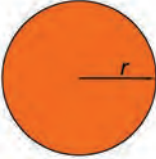

Sıvıların, katılar gibi belirli bir şekilleri yoktur ve içinde buldukları kabın şeklini alır. Sıvıların basıncı da katıların basıncından farklıdır. Durgun sıvılar içinde buldukları kabın tabanına ve yan yüzeylerine basınç uygular. Sıvı dolu bir kabın aynı derinlikteki bütün noktalarındaki basınç eşit büyüklüktedir.

Gazlarda durum daha farklıdır. Maddenin molekülleri her yöne hareket ettiğinden gaz hâlinde bulunur. Gazların basıncı, gaz moleküllerinin içinde buldukları kabın iç yüzeyine sürekli çarpmaları sonucu oluşur.

Gaz molekülleri ne kadar hızlı hareket edip yüzeye çok çarparsa basınç o oranda yüksek olur. Gaz molekülleri, içerisinde bulunduğu kabın iç yüzeyindeki her noktaya aynı etkiyi yaptığından her noktada basınç aynıdır. Kapalı bir kapta gaz, ısıtıldıkça basıncı yükselir. Kabın hacmi büyüdükçe de basıncı azalır.

Alan: Cisme uygulanan kuvvetin etki ettiği yüzeydir. Basınç hesaplamalarında alan birimi olarak m² kullanılır. A harfi ile gösterilir.

Bazı geometrik şekillerin alan, çevre ve hacim hesaplamaları Görsel 1.2'de gösterilmektedir.

Kare	Dikdörtgen
	
Çevre = $4 \cdot a$	Çevre = $2 \cdot a + 2 \cdot b$
Alan = a^2	Alan = $a \cdot b$
Küp	Dikdörtgen Prizma
	
Alan = $6 \cdot a^2$	Alan = $2(a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c)$
Hacim = a^3	Hacim = $a \cdot b \cdot c$
Daire	Silindir
	
Çevre = $2 \cdot \pi \cdot r$	Alan = $2 \cdot \pi \cdot r \cdot h + 2 \cdot \pi \cdot r^2$
Alan = $\pi \cdot r^2$	Alan = $2 \cdot \pi \cdot r \cdot (h + r)$
	Hacim = $\pi \cdot r^2 \cdot h$

Görsel 1.2: Alan hacim hesaplamaları

1.1.2. Hidroliğin Tanımı Endüstrideki Yeri ve Önemi

Hidrolik: Sıkıştırılmaz özellikteki akışkanların kullanılmasıyla, akışkan basıncının, debisinin ve yönünün kontrol edilebildiği; elde edilen enerji ile doğrusal, dairesel ve açılma hareketleri üretilebilen, hidrolik sistemlerin çalışma prensiplerini düzenleyen mühendislik bilimidir.



Hidrolik sistemde, hidrolik sıvısına herhangi bir noktada uygulanan basınç, herhangi bir kayba uğramadan iletilir. Bu basınçlı hidrolik sıvısı, içinde bulunduğu kabın her kısmına aynı oranda etki eder.

Hidrolik ile çalışan sistemler endüstrinin vazgeçilmez güç üreticileri ve hareket ileticileridir. Hidrolik kontrollü makineler düzgün ve titreşimsiz çalışmaları için kontrol edilmeleri çok daha kolaydır. Dairesel ve doğrusal hareketleri, kuvvetleri diğer sistemlere nazaran daha kolay ve verimli olarak iletmeleri sebebiyle, 1950'lerden sonra makine imalatlarında ve endüstriyel uygulamalarda hidrolik sistemler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Hidrolik sistemlerin kullanıldığı alanlar:

<p>▶ Endüstri</p> <ul style="list-style-type: none"> Takım tezgâhları imalatında Ağır sanayi makinelerinin yapımı ve kullanılmasında Pres ve çeşitli kaldırıcılarda Plastik enjeksiyon makinelerinde Kaldırma araçlarında 	<p>▶ Hareketli Hidrolik Araçlar</p> <ul style="list-style-type: none"> Yol, inşaat ve kazı makinelerinde Tarım makinelerinde Taşıtlarda (özellikle fren ve direksiyon sistemlerinde) Trenlerde Uçaklarda
<p>▶ Demir Çelik ve Madencilik</p> <ul style="list-style-type: none"> Çelik haddehanelerinde Maden ocaklarında 	<p>▶ Denizcilik ve Gemicilik</p> <ul style="list-style-type: none"> Limanlarda yükleme ve boşaltma araçlarında Gemilerde dümen kontrolünde Güverte krenlerinde
<p>▶ Özel Alanlar</p> <ul style="list-style-type: none"> Teleskoplarda Kıtalar arası haberleşme uydularında Uçakların dümen ve iniş takımlarında Konveyörlerde taşıma işlerinde 	<p>▶ Enerji</p> <ul style="list-style-type: none"> Enerji santrallerinde Barajlarda Türbinlerde

1.1.3. Hidrolik Sistemlerin Üstünlükleri ve Olumsuz Yönleri

 Hidrolik Sistemlerin Üstünlükleri	 Hidrolik Sistemlerin Olumsuz Yönleri
<ul style="list-style-type: none">▶ Kolaylıkla hidrolik enerji elde edilebilir.▶ Bakımı ve onarımı kolaydır.▶ Yön değişimi ve hız kontrolü için sistemin durmasına gerek yoktur.▶ Sistemin yağlanması için ek bir yağlamaya ihtiyaç yoktur.▶ Sistemin denetim ve kontrolü kolaydır.▶ Ani basınç yükselmelerinde sistem kendini korur.▶ Uzaktan kontrol edilmeye uygundur.▶ Büyük güçler elde etmek için küçük basınçlar yetebilmektedir.▶ Hidrolik sistemler sessiz ve gürültüsüz çalışır.▶ Sistemdeki hidrolik akışkan, devre elemanlarının soğutulmasını da sağlamaktadır.▶ Tek merkezden kontrol edilebilmeye müsaittir.▶ Kapladıkları alan azdır.▶ Parça ömürleri uzundur.	<ul style="list-style-type: none">▶ Yüksek sıcaklıklarda, hidrolik sıvısı sızıntı ve kaçakları fazla olacağından verimleri düşer.▶ Yüksek basınçtan kaynaklı olarak bağlantılarda kaçak ve sızıntı oluşabilir.▶ Çoğu atık yağlar doğaya zarar verir.▶ Yüksek basınç ve sıcaklıklarda çalışmaya maruz kalan bazı elemanlar özelliklerini kaybederek sistemin çalışmasında aksamalara sebep olur.▶ Çok ısınan devrelere eşanjör (yağ soğutucu) bağlama zorunluluğu vardır.▶ Sistem tesisatında boru kıvrımlarının çokluğu verimin düşmesine sebep olur.

1.1.4. Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Birimler

Hidrolik hesaplamalarında genellikle SI [System International (Uluslararası Sistem)] birim sistemi kullanılır. BG [British Gravitational (İngiliz Birim Sistemi)] birim sistemi de kullanılmaktadır. Tablo 1.1'de birimler gösterilmektedir.

Tablo 1.1: Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Birimler

Adı	Sembol	SI Sistem	Metrik Sistem	BG Sistem
Kuvvet	F	N	kg	pound (Lb)
Yüzey (Alan)	A	m ²	cm ²	inç ²
Basınç	P	N/m ² (Pa)	kg/cm ²	Lb/ inç ² (PSI)

Birimler ve birim dönüşümleri oldukça önemlidir. Hesaplamalarda sayısal değerler işleme girdiği gibi birimler de kendi aralarında hesaplamaya girerek birbirine dönüşebilmektedir.

Bar : Pascal'ın küçük kaldığı yerlerde kullanılır. Bir bar $10^5=100.000$ Pascal'a eşittir.

Kilogramkuvvet (kgf) : Bir kilogramlık kütle için yer çekimi ivmesiyle çarpılmış halini ifade eder. 9,81 N'a eşittir.

PSI : Kütle olarak pound (libre) alan olarak inç² kullanılır. PSI= Lb/ inç²dir. Pound veya libre 454 grama eş değer bir kütleyi ifade eder. 1 inç=2,54 cm'dir.

Atmosfer Basıncı (atm): Deniz seviyesinde ölçülen hava basıncını ifade eder.

Teknik Atmosfer (at) : 1 cm²lik alan üzerine etkiyen 1 kilogram kuvvete 1 teknik atmosfer denir.

► Basınç Birimleri

- 1 N/m² = 1 Pa
- 1 N/cm² = 10⁴ N/m² veya 10⁴ Pa
- 1 Bar = 10⁵ Pa = 10⁵ N/m²
- 1 Bar = 10 N/cm²
- 1 Bar = 1.02 kg/cm²
- 1 kg/cm² = 0,981 Bar
- 1 Bar = 14,5 PSI veya Libre/inç²
- 1 Atm = 76 cm-Hg (76 cm cıva sütunu)
- 1 Atm = 101325 Pa = 1,01325 Bar
- 1 At = 1 kgf/cm² = 98100 N/m² = 0,981 Bar
- 1 Atm = 1,03329 At (Atm/At = 1,01325 Bar/0,981 Bar = 1,03329 At)

► Güç Birimleri

- Birim zamanda yapılan işe denir. Birim olarak watt (W) ve beygir gücü (HP veya BG) kullanılır.
- 1 HP = 75 kgm/s (75 kgm/s yer çekimi ivmesi olan 9,81m/s² ile çarpılırsa watt karşılığı bulunur.)
- 1 HP = 735,75 W
- 1 W = 0,00136 HP
- 1 KW = 1000 W
- 1 W = 1 Nm/s

► Kuvvet Birimleri

- 1 kgf = 9,81 N
- 1 N = 0,102 kgf
- 1 N = 1 kgm/s²
- 1 dyn = 1 gcm/s²
- 1 N = 10⁵ dyn

► İş Birimleri

- İş, cisme uygulanan kuvvet ile cismin -kuvvet etkisiyle- aldığı yolun çarpımına eşittir.
- İş = Kuvvet · Yol
- W = F · L
- W = İş birimi Nm'dir. Nm aynı zamanda Joule (J) demektir.
- F = Kuvvet birimi N'dir.
- L = Yol birimi m'dir.
- 1 Nm = 1 J
- 1 Nm = 0,102 kgfm
- 1 kgfm = 9,81 J

► Hacim Birimleri

- 1 m³ = 1000 litre
- 1 dm³ = 1 litre
- 1 Litre = 1000 cm³ veya cc (cc: Cubic centimeter)
- 1 Litre = 1000 mL (mililitre)
- 1 galon (Amerikan) = 3,785 litre
- 1 galon (İngiliz) = 4,546 litre

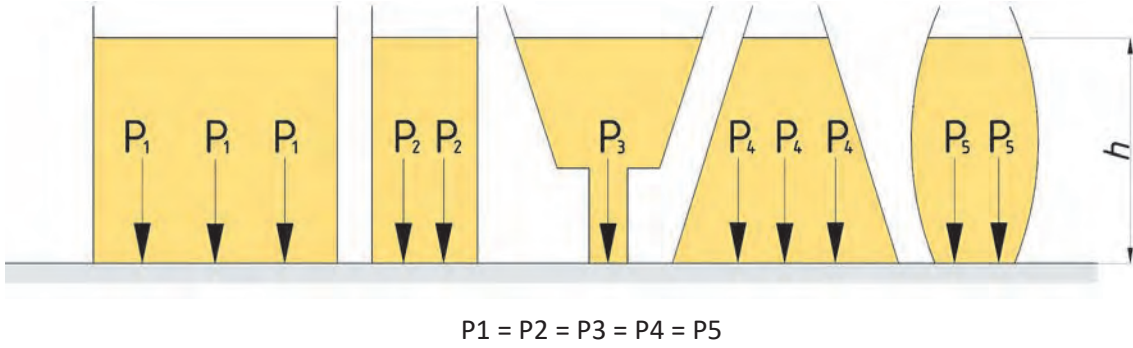
1.2. Hidrostatik Prensipler

Hidrostatik prensipler, hareketsiz sıvıların denge şartlarına ve kapalı kaplardaki sıvıların davranışlarına ait fizik kanunlarıdır.

Hidrostatik basınç, durgun sıvıların içinde buldukları kabın iç çeperlerine ya da içlerine daldırılan cisimlerin dış çeperlerine yaptıkları basınca denir. Hidrostatik basınç, sıvının serbest veya üst yüzeyinde sıfır olmasına karşın sıvının derinliklerine inildikçe artar.

Prensip 1

Bir kaba konulan sıvı, kabın tabanına basınç uygular. Kabin şeklinin taban basıncına etkisi yoktur. Aynı tür sıvıların kaptaki yükseklikleri eşit olduğunda basınçları da birbirine eşit olur. Görsel 1.3'te kap şeklinin sıvı basıncına etkisi gösterilmektedir.



Görsel 1.3: Kap şeklinin sıvı basıncına etkisi

Kaplardaki basınç, kullanılan sıvının yoğunluğuna, yer çekimi ivmesine ve sıvının yüksekliğine bağlıdır.

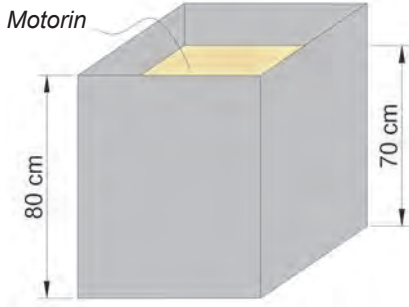
$P = \rho \cdot g \cdot h$ formülü ile basınç bulunur. Birimi N/m^2 yani Pa'dır.

Aşağıda, birimlerin hesaplamalarda nasıl bulunduğu gösterilmektedir.

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$
$$P = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{m}$$
$$P = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \frac{\text{N}}{\text{s}^2} \text{m}$$
$$P = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

P = Kabin tabanına yapılan sıvı basıncı (N/m^2)
 ρ = Sıvının yoğunluğu (kg/m^3)
 g = Yer çekimi ivmesi (m/s^2)
 h = Sıvının yüksekliği (m)

1. Örnek Problem



80 cm boyundaki bir kabın 70 cm'lik yüksekliğine kadar motorin doldurulmuştur. Motorinin kabın tabanına yapacağı basıncı hesaplayınız.

$$\rho_{\text{motorin}} = 850 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Yer çekimi ivmesi} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$h = 70 \text{ cm} = 0,7 \text{ m}$$

$$\rho = 850 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$P=?$$

Çözüm

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P = 850 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,7 \text{ m}$$

$$P = 5836,95 \text{ N/m}^2 \cong 0,05837 \text{ bar}$$

2. Örnek Problem

Denizde 40 m derinliğe dalan bir yüzücünün üzerindeki sıvı basıncı kaç atm olur?

$$\rho_{\text{denizsu}} = 1035 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Çözüm

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P = 40 \text{ m} \cdot 1035 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

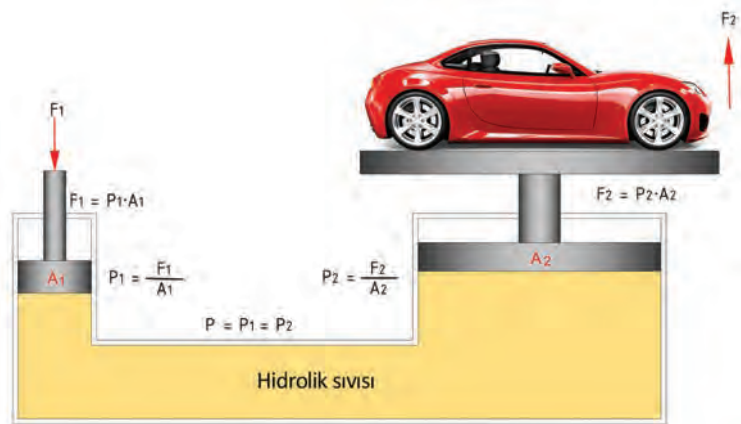
$$P = 406134 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} \Rightarrow 406134 \text{ Pa} \cong 4 \text{ atm}$$

Prensip 2 (Pascal Kanunu)

İçi sıvı ile dolu kapalı bir kaba uygulanan kuvvetin oluşturduğu basınç, kabın her yerine eşit olarak iletilir. Bu prensibe Pascal prensibi de denir.

Pascal prensibinin en önemli özelliği, küçük kuvvetler ile büyük yüklerin kaldırılmasına olanak sağlamasıdır. Görsel 1.4'te daha küçük olan F_1 kuvveti ile daha ağır olan F_2 yükü kaldırılmaktadır.



Görsel 1.4: Pascal prensibi

Bu prensipten faydalanılarak birçok makineler yapılmış ve insanlığın kullanımına sunulmuştur. Hidrolik krikolar, iş makineleri, hidrolik araç liftleri, hidrolik fren sistemleri bunlardan bazılarıdır.

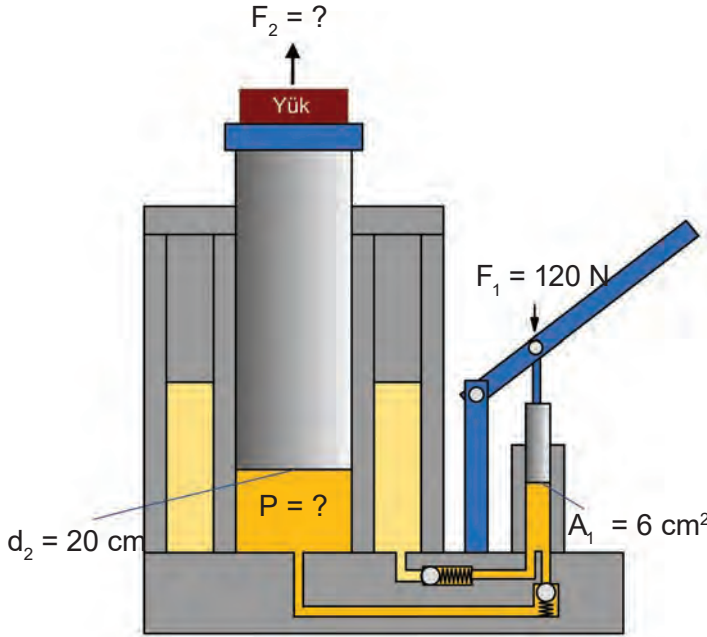
Sistem basıncı, kaldırılacak yükün büyüklüğüne bağlı olarak büyür. Örneğin atölyede bulunan araç krikosunu yüksüz halde kaldırırken hiç zorlanma olmaz. Aynı kriko ile bir aracı kaldırırken zorlanma olur. Bu da yükün, bize karşı direnç oluşturduğunu gösterir. Yükü kaldırabilmek için basıncı yükseltmemiz gerekir. Bu basınç artışı, insan gücü veya bir hidrolik pompa yardımıyla gerçekleşir.

Pascal prensibine göre basınç, kuvvet ile doğru; yüzey alan ile ters orantılıdır.

$$P = \frac{F}{A} \quad F = P \cdot A \quad A = \frac{F}{P}$$

Piston yüzey alanı $\frac{\pi \cdot d^2}{4}$ veya $\pi \cdot r^2$ formülüyle bulunur.

3. Örnek Problem



Görseldeki krikoda F_2 ağırlığında bir yük kaldırılmaktadır. Yük pistonunun çapı 20 cm'dir. 120 N'lık F_1 kuvvetinin uygulandığı pistonun yüzey alanı $A_1 = 6 \text{ cm}^2$ 'dir.

- P basıncını bulunuz.
- Yük pistonunun kaldırabileceği yük (F_2) kaç N'dır?

Verilenler:

$$F_1 = 120 \text{ N}$$

$$A_1 = 6 \text{ cm}^2$$

$$d_2 = 20 \text{ cm} \quad A_2 = \text{bilinmiyor}$$

Çözüm

$$\begin{aligned} \text{a) } P &= P_1 & P_1 &= \frac{F_1}{A_1} = \frac{120 \text{ N}}{6 \text{ cm}^2} = 20 \text{ N/cm}^2 \\ P &= P_1 = 20 \text{ N/cm}^2 \end{aligned}$$

b) Yük pistonun kaldıracağı yükü bulabilmemiz için öncelikle yük pistonunun yüzey alanını bulmalıyız.

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 400}{4} = 314 \text{ cm}^2$$

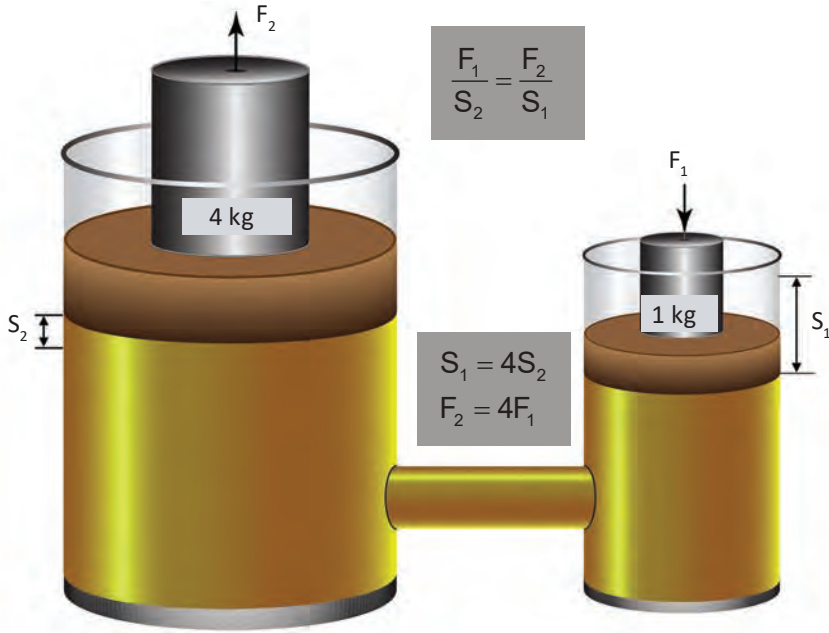
$$P = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow F_2 = p \cdot A_2$$

$$F_2 = p \cdot A_2 = 20 \text{ N/cm}^2 \cdot 314 \text{ cm}^2 = 6280 \text{ N}$$

Hidrolik Sistemlerde Kuvvet İletimi

Hidrolikle kuvvet iletiminin temeli, bir kaynaktan alınan mekanik kuvvetin hidrolik basınca dönüştürülerek kullanım noktasına iletilmesi ve burada tekrar mekanik kuvvete dönüştürülerek kullanılmasıdır.

Görsel 1.5'te kuvvet artışı ile pistonun aldığı yol arasındaki bağıntı gösterilmektedir.



Görsel 1.5: Hidrolik sistemlerde kuvvet iletimi

$P = P_1 = P_2$ olduğundan

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

Hidrolik sıvısı sıkıştırılmayan bir sıvı olduğundan $V = V_1 = V_2$ dir.

$$V_1 = A_1 \cdot S_1$$

$$V_2 = A_2 \cdot S_2$$

$$A_1 \cdot S_1 = A_2 \cdot S_2$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_2}{S_1}$$

$$F_1 \cdot S_1 = F_2 \cdot S_2$$

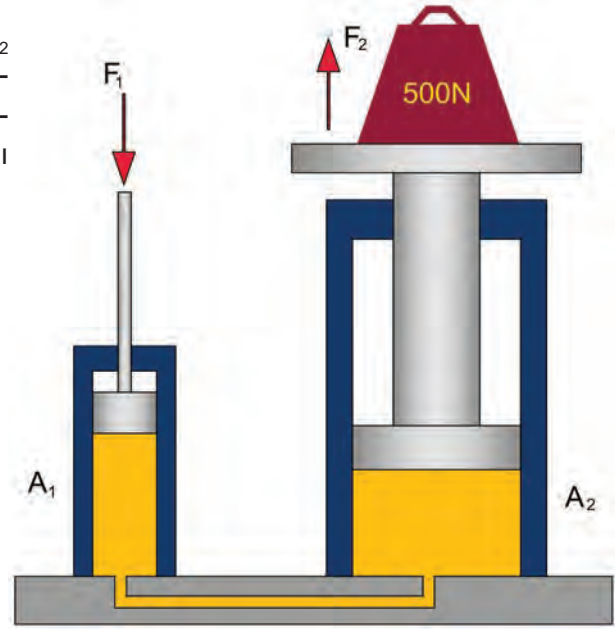
Bağıntılarını buluruz.

4. Örnek Problem

Aşağıdaki görselde görülen 500 N'lık F_2 ağırlığı, F_1 kuvveti etkisiyle 2 cm yukarı kaldırılıyor. Ağırlığın bulunduğu A_2 pistonu yüzey alanı 20 cm², F_1 kuvvetinin uygulandığı A_1 pistonu yüzey alanı ise 4 cm²dir.

Buna göre;

- Uygulanan F_1 kuvvetini,
- Sistemin basıncını,
- Kuvvet pistonunun aşağı indiği mesafeyi,
- Yer değişimi yapan sıvının hacmini bulunuz.



Çözüm

$$S_2 = 2 \text{ cm}$$

$$A_2 = 20 \text{ cm}^2$$

$$F_2 = 500 \text{ N}$$

$$A_1 = 4 \text{ cm}^2$$

$$\text{a) } F_1 = ?$$

$$\text{b) } P = ?$$

$$\text{c) } S_1 = ?$$

$$\text{d) } V = ?$$

a) F_1 'i bulmak için önce sistemin basıncını bulmak gerekir.

$$P = P_1 = P_2 \text{ olduğundan}$$

$$P_2 = \frac{F_2}{A_2} = \frac{500 \text{ N}}{20 \text{ cm}^2} = 25 \text{ N/cm}^2$$

$$F_1 = P_1 \cdot A_1 = 25 \text{ N/cm}^2 \cdot 4 \text{ cm}^2$$

$$F_1 = 100 \text{ N}$$

$$\text{b) } P = P_2 = 25 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{c) } S_1 \cdot F_1 = S_2 \cdot F_2$$

$$S_1 = \frac{S_2 \cdot F_2}{F_1} = \frac{2 \text{ cm} \cdot 500 \text{ N}}{100 \text{ N}} = 10 \text{ cm}$$

d) $V = V_1 = V_2$ olduğundan herhangi bir bölgeyi ele alabiliriz.

$$V_1 = A_1 \cdot S_1 = 4 \text{ cm}^2 \cdot 10 \text{ cm} = 40 \text{ cm}^3$$

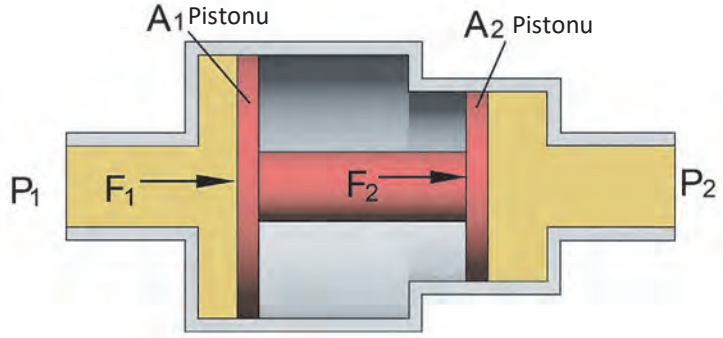
$$V = V_1 = 40 \text{ cm}^3$$

Hidrolik Basınç Yükseltme

Hidrolik basınç yükselticiler, düşük basınçlı hidrolik sistemlerde, sistem basıncını otomatik olarak artırarak daha yüksek çıkış basıncı sağlayan kuvvetlendiricilerdir. Görsel 1.6'da hidrolik basınç yükseltici görülmektedir.

Basınç yükseltilmesi için kesit ölçüleri birbirinden farklı iki piston kullanılır. Birinci piston ile ikinci piston birbirine bağlantılı olduğundan F_1 ve F_2 kuvvetleri daima eşittir.

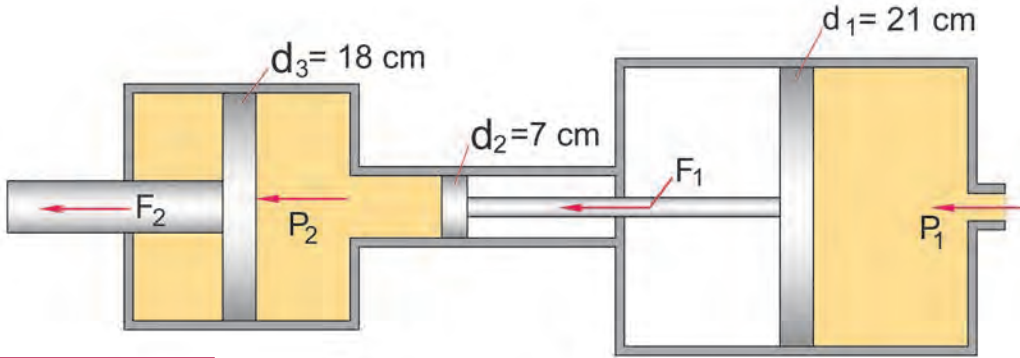
P_1 basıncı ile F_1 kuvveti elde edildikten sonra F_2 kuvveti de aynı değere sahip olur. F_2 kuvveti ile A_2 pistonu itilerek, P_1 basıncından çok daha yüksek P_2 basıncı elde edilir.



Görsel 1.6: Hidrolik basınç yükseltici

5. Örnek Problem

Aşağıdaki hidrolik basınç yükselticinin birinci pistonunun çapı 21 cm'dir. Bu pistona 500 Pa'lık P_1 basıncı uygulanmaktadır. Hidrolik basınç yükselticinin ikinci pistonunun çapı ise 7 cm, çıkış pistonunun çapı ise 18 cm'dir. F_1 , F_2 kuvvetini ve P_2 basıncını bulunuz.



Çözüm

Verilenler

- $d_1 = 21 \text{ cm}$
- $P_1 = 500 \text{ Pa}$
- $d_2 = 7 \text{ cm}$
- $d_3 = 18 \text{ cm}$
- $F_1 = ?$
- $F_2 = ?$
- $P_2 = ?$
- $A_1 = ? \quad A_2 = ? \quad A_3 = ?$

$$A_1 = \frac{\pi \times d_1^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,21^2}{4} = 0,035 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \times d_2^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,07^2}{4} = 0,0038 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{\pi \times d_3^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,18^2}{4} = 0,025 \text{ m}^2$$

$$F_1 = P_1 \times A_1 = 500 \text{ N/m}^2 \times 0,035 \text{ m}^2 = 17,5 \text{ N}$$

$$P_2 = \frac{F_1}{A_2} = \frac{17,5 \text{ N}}{0,0038 \text{ m}^2} = 4605 \text{ N/m}^2$$

$$F_2 = P_2 \times A_3 = 4605 \text{ N/m}^2 \times 0,025 \text{ m}^2 @ 115 \text{ N}$$

veya

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{F_1}{F_2} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \times A_3}{A_2} = \frac{17,5 \times 0,025}{0,0038} @ 115 \text{ N}$$

İş ve Güç

İş, bir cisme uygulanan kuvvet ile cismin -kuvvet etkisiyle- aldığı yolun çarpımına eşittir.

İş formülü: İş (W) = Kuvvet x Yol = F · L

W= İş birimi olarak kgfm veya Nm kullanılır. Nm aynı zamanda Joule (J) demektir.

F= Kuvvet birimi N veya kgf

L= Yol birimi m'dir.

1 Nm = 0,102 kgfm 1 kgfm = 9.81 J (Nm)

Birim zamanda yapılan işe ise **güç** denir. (Hem güç hem basınç P ile gösterildiği için karışıklık olmaması adına güç için $P_{Güç}$, basınç için P kullanılacaktır.)

$$Güç = \frac{İş}{Zaman} \Rightarrow P_{Güç} = \frac{W}{t}$$

Eğer hız verilmişse; Güç = Kuvvet x Hız $\rightarrow P_{Güç} = F \cdot v$ formülüyle bulunur. Güç birimi olarak watt (W) veya beygir gücü (HP) kullanılır. Hız birimi m/s, zaman birimi olarak ise saniye (s) kullanılır.

Bir makine veya insan bir işi ne kadar kısa sürede yaparsa o kadar güçlüdür. Örneğin iki kamyon aynı miktarda kumu aynı mesafeye taşımaktadır. Birinci kamyon bu işi 30 dakikada, ikinci kamyon 40 dakikada yapıyor. İki kamyonun yaptığı iş aynı ama birinci kamyon işi daha kısa zamanda yaptığı için daha güçlüdür.

Hidrolik sistemde güç hesaplama:

$$P_{Güç} = (P \times Q) / 600 \cdot$$

$P_{Güç}$: Motor gücü (kiloWatt ; kW)

P : Pompa basıncı (bar)

Q : Pompa debisi (l/dk.)

η_m : Motorun verimi

600 : Birim dönüşümünden kaynaklanan formül sabiti

6. Örnek Problem

10 bar basınca sahip bir pompanın debisi 8 l/dk.dır. Motorun verimi %90'dır. Motorun gücünü hesaplayınız.

Çözüm

Verilenler

P = 10 bar

Q = 8 l/dk.

$\eta_m = \%90 = 0,9$

$P_{Güç} = ?$

$$P_{Güç} = \frac{P \times Q}{600 \times \eta_m}$$

$$P_{Güç} = \frac{10 \times 8}{600 \times 0,9}$$

$$P_{Güç} = 0,148 \text{ KW}$$

600 sabitini kullanmadan çözelim.

$$P = 10 \text{ bar} = 10 \cdot 100\,000 = 1\,000\,000 \text{ Pa} = \text{N/m}^2$$

$$Q = 8 \text{ l/dk.} = 8/1000 = 0,008 \text{ m}^3/\text{dk.} = 0,008/60 = 0,0001333 \text{ m}^3/\text{s olur.}$$

$$\eta_m = \%90 = 0,9$$

$$P_{\text{Güç}} = ?$$

$$P_{\text{Güç}} = \frac{P \cdot Q}{\zeta_m}$$

$$P_{\text{Güç}} = \frac{1000000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times 0,0001333 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{0,9}$$

$$P_{\text{Güç}} = 148 \text{ W}$$

$$P_{\text{Güç}} = \frac{148 \text{ W}}{1000} = 0,148 \text{ KW}$$

Hidrolik Güç İletimi

Hidrolik sistemler güç iletim elemanları olarak görev yapar. Enerji üretici sistemler değildir. Sisteme dışarıdan verilen enerji ile çalışır. Bu enerji, genellikle ya elektrik motoruyla ya da içten yanmalı motorla mekanik enerji olarak verilir.

Sistem kısaca şöyle çalışır. Görsel 1.7'de de görüldüğü gibi bir mekanik enerji kaynağı, hidrolik pompaya mekanik enerji verir. Hidrolik pompa, mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çevirerek işi yapacak olan hidrolik motora veya silindire gönderir. Böylelikle istenilen işin yapılması sağlanır.



Görsel 1.7: Hidrolik sistemlerde enerji dönüşümü ve güç iletimi

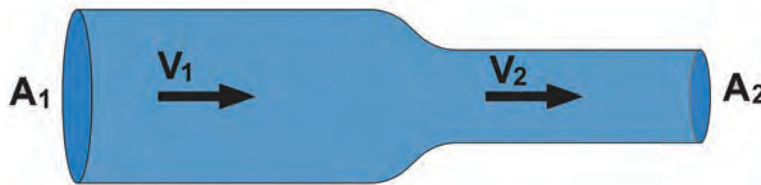
1.3. Hidrodinamik Prensipler

Hidrodinamik prensipler, süreklilik denklemi ve Bernoulli (Bernolli) denklemi olmak üzere sıvıların hareketini iki şekilde inceler.

1.3.1. Süreklilik Denklemi

Bir borunun farklı kesitlerindeki akışkanın debisi her noktada aynıdır.

$$Q_1 = Q_2$$



Görsel 1.8: Süreklilik denklemi

Debi, belirli bir zaman diliminde geçen akışkan miktarına denir.

Kesitin daraldığı yerlerde akışkan hızı artar, kesitin genişlediği yerlerde akışkan hızı azalır.

$Q_1 = Q_2$ olduğuna göre;

$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$ olarak süreklilik denklemi yazılabilir.

Buradaki sembollerin anlamları şunlardır:

Q: Debi, birimi m³/s

v: Akışkan hızı, birimi m/s

A: Boru kesit alanı, birimi m²

V: Akışkanın hacmi, birimi m³

S: Akışkanın aldığı yol, birimi m

t: Zaman, birimi saniye (s)

Formüller

$$Q = A \cdot v$$

$$Q = \text{Hacim} / \text{Zaman} = V / t$$

$$V = A \cdot S$$

$$Q = A \cdot S / t$$

$$v = S / t$$

$$Q_1 = A_1 \cdot v_1$$

$$Q_2 = A_2 \cdot v_2$$

7. Örnek Problem

Bir süt fabrikası, sütün fabrika içinde taşınabilmesi için bir boru sistemi yapmıştır. Borunun giriş kesit alanı 12 cm², çıkış kesit alanı ise 8 cm²'dir. Sütün giriş kesitteki hızı 3 m/s olduğuna göre sütün boru çıkış kesitindeki hızı kaç m/s ve boruyla taşınan sütün debisi kaç m³/s'dir?



Çözüm

$$v_G = 3 \text{ m/s}$$

$$A_G = 12 \text{ cm}^2 = 12 \cdot 10^{-4} = 0,0012 \text{ m}^2$$

$$A_Ç = 8 \text{ cm}^2 = 8 \cdot 10^{-4} = 0,0008 \text{ m}^2$$

$$Q = ? \quad v_Ç = ?$$

Debi, borunun her yerinde aynı olmak zorunda olduğundan ($Q_1 = Q_2 = Q$)

$$Q_G = v_G \cdot A_G = 3 \text{ m/s} \cdot 0,0012 \text{ m}^2 = 0,0036 \text{ m}^3/\text{s} = 36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_Ç = Q = 36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_Ç = v_Ç \cdot A_Ç$$

$$v_Ç = Q_Ç / A_Ç = (36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}) / 8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 4,5 \text{ m/s}$$

$$v_Ç = 4,5 \text{ m/s}$$

1.3.2. Bernoulli Prensibi

Hareket halindeki akışkanın hızı hangi oranda artarsa, akışkanın içindeki basıncın da o oranda azalacağını ifade eden hidrodinamik prensibe Bernoulli prensibi denir.

$$P + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = \text{sabit}$$

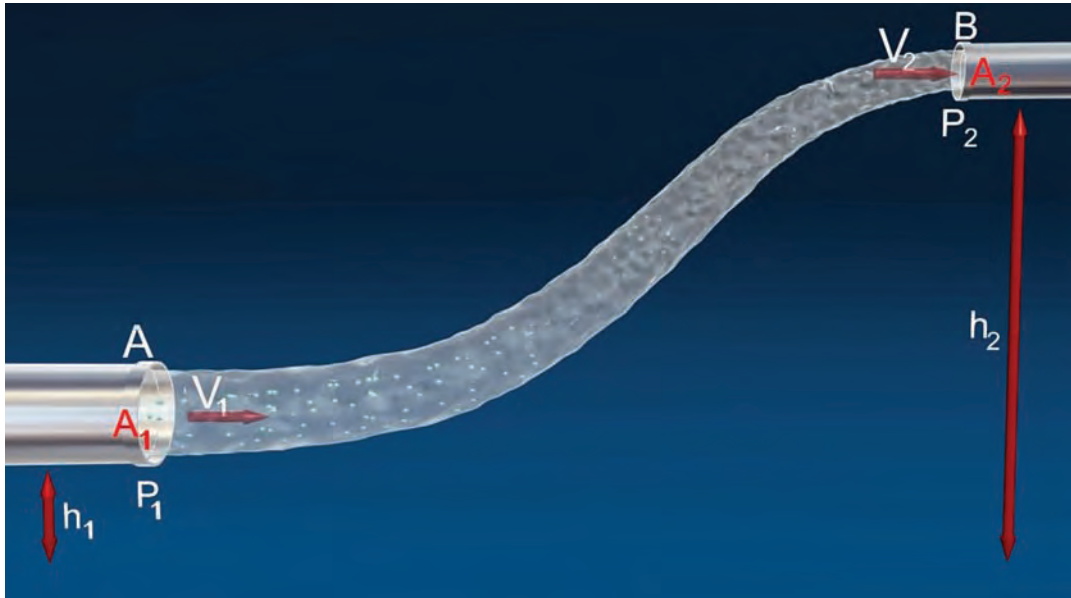
Bernoulli prensibi, akışkanın bir noktasındaki hız ve basınç ilişkisini açıklar. Bu prensibe yükseklik etkisi de eklendiğinde Bernoulli denklemi elde edilir.

$$P + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot h = \text{sabit}$$

Bu prensip adını İsviçreli bilim adamı Daniel Bernoulli (Denyil Bernolli)'den almıştır.

Borudan sürekli akan akışkanın toplam basınç enerjisi, akışın eksen çizgisi boyunca her noktada aynıdır.

Toplam basınç; statik basınç, dinamik basınç ve hidrostatik basınçların toplamına eşittir.



Görsel 1.9: Bernoulli denklemi

$$P_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2$$

Formülde de belirtildiği gibi birinci bölge ile ikinci bölgenin toplam basınç enerjileri birbirine eşittir.

Burada;

P = Basınç (Pa-N/m²)

v = Akış hızı (m/s)

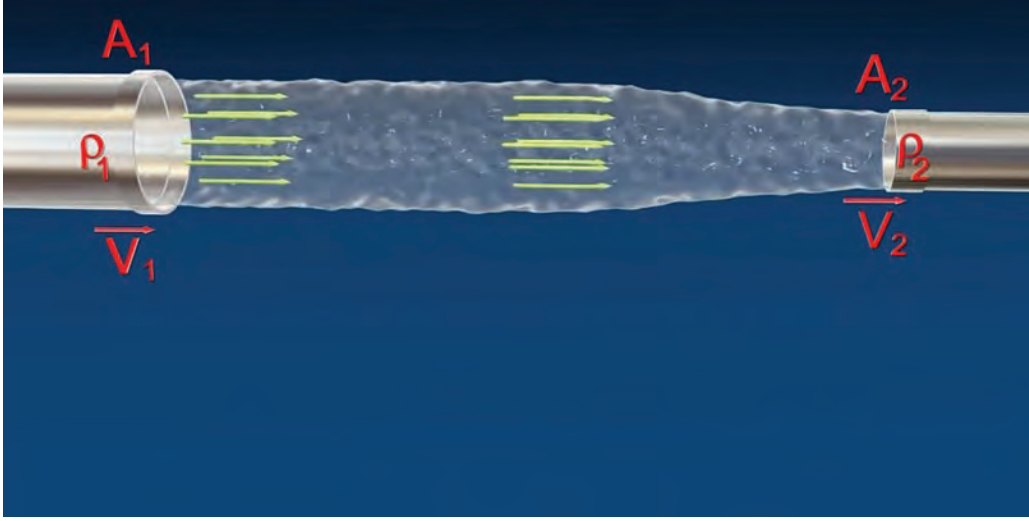
A = Boru kesit alanı (m²)

h = Yükseklik (m)

ρ = Özgül ağırlık (kg/m³)

g = Yer çekimi ivmesi (m/s²)

8. Örnek Problem



Görseldeki borudan 10000 Pa'lık P_1 basıncı ile 240 cm²lik A_1 kesitinden 1 m/s v_1 hızıyla su akmaktadır. Su aynı yükseklikte bulunan 90 cm²lik A_2 kesit alanından 4 m/s'lik hız ile geçmektedir. P_2 basıncını bulunuz.

Çözüm

$$A_1 = 240 \text{ cm}^2 = 0,024 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 90 \text{ cm}^2 = 0,009 \text{ m}^2$$

$$P_1 = 10000 \text{ pa}$$

$$v_1 = 1 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 4 \text{ m/s}$$

$$\rho_{\text{su}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$P_2 = ?$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{su}} \cdot v_1^2 + \rho_{\text{su}} \cdot g \cdot h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{su}} \cdot v_2^2 + \rho_{\text{su}} \cdot g \cdot h_2$$

h_1 ve h_2 birbirine eşit, ρ_{su} ve yer çekimi ivmesi iki taraf için aynı olduğundan formülü sadeleştirebiliriz.

$$P_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{su}} \cdot v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{su}} \cdot v_2^2 \text{ olur.}$$

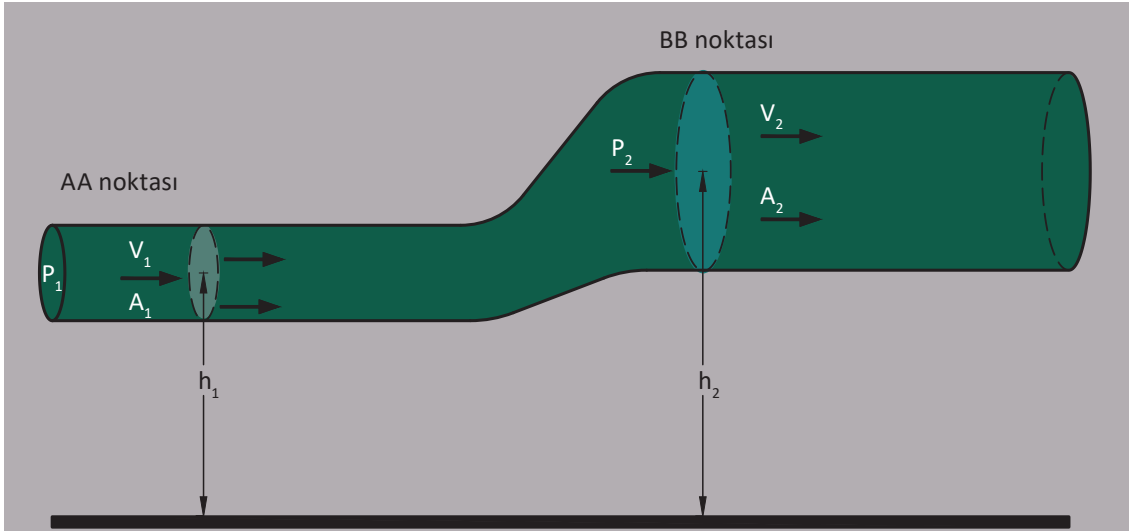
Değerleri yerlerine yazalım.

$$10000 + \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 4^2$$

$$15000 = P_2 + 8000 \text{ ise}$$

$$P_2 = 15000 - 8000$$

$$P_2 = 7000 \text{ Pa}$$



İçerisinde hidrolik sıvısı akan bir boru tertibatı görseldeki gibidir. AA noktasının toplam P_1 statik basıncı 2 bar olup A_1 kesiti 180 cm^2 , v_1 hızı 3 m/s, h_1 yüksekliği 50 cm'dir. BB bölgesindeki A_2 kesiti 500 cm^2 , P_2 basıncı 1 bar, h_2 yüksekliği 80 cm'dir.

$$\rho_{\text{hidrolik}} = 900 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Yer çekimi ivmesi (g)} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

v_2 hızını bulunuz.

Çözüm

$$P_1 = 2 \text{ bar} = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 1 \text{ bar} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$A_1 = 180 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 500 \text{ cm}^2$$

$$v_1 = 3 \text{ m/s}$$

$$h_1 = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$h_2 = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{hidrolik}} = 900 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$v_2 = ?$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{hidrolik}} \cdot v_1^2 + \rho_{\text{hidrolik}} \cdot g \cdot h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{hidrolik}} \cdot v_2^2 + \rho_{\text{hidrolik}} \cdot g \cdot h_2$$

$$2 \cdot 10^5 + \frac{1}{2} \cdot 900 \cdot 3^2 + 900 \cdot 9,81 \cdot 0,5 = 1 \cdot 10^5 + \frac{1}{2} \cdot 900 \cdot v_2^2 + 900 \cdot 9,81 \cdot 0,8$$

$$2 \cdot 10^5 + 4050 + 4414,5 = 1 \cdot 10^5 + 450 \cdot v_2^2 + 7063,2$$

$$208464,5 = 107063,2 + 450 \cdot v_2^2$$

$$101401,3 = 450 \cdot v_2^2$$

$$101401,3 / 450 = v_2^2$$

$$v_2^2 = 225,336 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 225,336 \text{ m/s} \text{ ise } v_2 \approx 15 \text{ m/s}$$

1.4. Hidrolik Akışkanlar ve Yağlar

Hidrolik sistem elemanları arasında güç ve hareket iletimini sağlayan sıkıştırılmayan sıvılara **hidrolik akışkan** denir.

1.4.1. Hidrolik Yağın Görevleri

Hidrolik sıvısının en temel görevi, hidrolik enerjiyi kayıpsız aktararak istenilen iş ve hareketin oluşmasını sağlayıp her türlü operasyon koşulları ile baş edebilecek kabiliyette olmasıdır.

▶ Başlıca görevleri şunlardır:
▶ Hidrolik basınç enerjisini iletmek
▶ Hidrolik sistem parçalarını yağlamak
▶ Sistemin ısısını alarak soğutmasını sağlamak
▶ Basınç değişimlerinden kaynaklı titreşimleri sönmölemek
▶ Metal parçaları paslanmadan korumak
▶ Aşınmalardan dolayı kopan parçacıkları sistemden uzaklaştırmak
▶ Kumanda sinyali göndermek

1.4.2. Hidrolik Yağlarda Aranılan Özellikler

Hidrolik yağların görevlerini yapabilmeleri için sahip olmaları gereken özellikler şunlardır:

Viskozite: Sıvıların akmaya karşı gösterdiği dirençtir. Hidrolik sistemlerde kullanılan yağlar yaz ve kışa uygun viskozitede olmalıdır.

Yağlama Yeteneği: Sistemi yağlayabilmelidir.

Polimerleşme: Yüksek ısı ve basınçlara dayanıklı olup özelliğini kaybetmemelidir. Yağların belli bir sıcaklıktan sonra molekül yapıları bozulabilir. Yağın bu olumsuz şartlarda bozulmaması ve moleküllerine ayrışmaması polimerleşme özelliğinin iyi olduğunu gösterir.

Oksidasyon: Yağın molekül yapısının bozulması sonucu, hidrolik devre elemanlarında oksitlenmeler meydana gelir. Hava ve suyun sistemden kolayca atılabilmesi için yağın onlardan ayrışmaya müsait olması gerekir.

Köpüklenme: Hidrolik devrelerde yağın içine havanın karışmasıyla köpüklenme meydana gelir. Hava kabarcığı, sıvının sıkıştırılmaz özelliğini kaybetmesinin yanında kavitasyona da sebep olur. Kavitasyon, sıkıştırılan sıvı içindeki hava kabarcığının patlaması ile malzemede oluşturduğu tahribata denir.

Isıl Genleşme: Hidrolik devrelerde kullanılan yağ, ısındıkça genleşeceği için sistemde istenmeyen fazla basınçların oluşmasına sebep olur. Yağların ısıl genleşmelerinin düşük olması istenir.

Film Dayanımı: Yağlanan parçalarda oluşan film tabakası, parçaların aşınmasını, sürtünmeden kaynaklanan ısınmaları önler. Yağların film dayanımının iyi olması istenir.

Akma Noktası: Hidrolik devre yağları düşük sıcaklıklarda akıcılıklarını kaybedip daha yoğun bir hâl alır. Bu hâlin başladığı sıcaklığa akma noktası denir. Yağların her çalışma sıcaklığında ihtiyaca cevap vermesi istenen bir özelliktir.

Temizlik: Sistemin çalışmasıyla oluşabilecek kirletici maddeleri temizleyebilmelidir.

Alev Alma Noktası: Yağın yanmaya başladığı sıcaklığa denir. Hidrolik sistemde kullanılacak yağın, alev alma noktasının yüksek olması istenir.

Özgül Kütle (Yoğunluk): Birim hacimdeki kütle miktarına yoğunluk veya özgül kütle denir. Sembolü ρ , birimi kg/m^3 tür. Sıvılar için yoğunluk kullanılır. Özgül ağırlık ile karıştırılmamalıdır. Özgül ağırlık, özgül kütlelerin yer çekimi çarpımıyla bulunur. Sembolü γ , birimi N/m^3 tür.

1.4.3. Hidrolik Yağ Çeşitleri

Madenî yağlar ve ateşe dayanıklı yağlar olarak iki gruba ayrılır.

1.4.3.1. Madenî Yağlar

Madenî yağlar, petrol ürünü yağlardır ve yanıcıdır. Hidrolik sistemlerde en çok kullanılan bu yağların kalitesi ve verimliliği elde edildikleri ham petrolün kalitesi, rafineri metodu ve kullanılan katkıların yapacağı faydalara bağlıdır.

▶ HH Hidrolik Yağlar

Doğal mineral yağlardır. Maliyeti düşük ve katkı içermez. Hassas olmayan sistemlerde kullanımları uygundur.

▶ HL Hidrolik Yağlar

HL hidrolik yağlarda paslanmayı önleyici katkıları kullanılmıştır. Ömürleri HH yağlara göre daha uzundur. Ancak aşınmaya karşı performansları istenilen düzeyde değildir.

▶ HM (HLP) Hidrolik Yağlar

HL tipi yağlar gibi olup aşınma önleyici katkıları içerir. Aşınmaya karşı koruma istenen yerlerde kullanılır ve daha uzun bir kullanım ömrüne sahiptir. Endüstriyel ve hareketli sistemlerde kullanılır.

▶ HR (HVI, HVLP) Hidrolik Yağlar

Yüksek viskoziteli yağlardır. HM hidrolik yağlara ek olarak ısı dengeleyici katkı içerir. Demir çelik endüstrisi gibi çok aşırı sıcaklıklarda çalışılan ve uzun ömür beklenen sistemlerde kullanılır.

▶ HG (HLPD) Hidrolik Yağlar

HM (HLP) hidrolik yağların deterjan ve su içeren tipidir. Hidrolik kızak sistemlerinde kullanımları uygundur.

▶ HD Hidrolik Yağlar

Paslanma, oksidasyon ve aşınma önleyici katkıları içerir. İş makineleri, presler, hareketli yapı ekipmanları gibi sabit olmayan mobil hidrolik sistemlerde kullanılır.

▶ HS Hidrolik Yağlar

Mineral yağ olmamasına karşın ateşe dayanıklı olmayan sentetik sıvılardır.

▶ HV (HVLPD) Hidrolik Yağlar

Viskozite indeksi yüksek HM yağlardır. Yüksek sıcaklıkta çalışan, hareketli ve aşınmaya dayanımın önemli olduğu yerlerde kullanılır.

1.4.3.2. Ateşe Dayanıklı Yağlar

Madenî yağların tutuşması kolay olduğundan yüksek sıcaklıklarda çalışılan endüstri alanlarında kullanımları sakıncalı olmaktadır. Üretim alanlarındaki makine ve çalışanların güvenliği için ateşe dayanıklı hidrolik sistem sıvıları geliştirilmiştir.

Ateşe dayanıklı hidrolik sıvılar, su içeren ve su içermeyen olarak iki farklı sınıfa ayrılır. Bu hidrolik sıvılar şunlardır:

► Su İçeren Hidrolik Sıvılar

Su ve çözünür yağlardan oluşur. Düşük viskoziteli hidrolik sıvıların istendiği sistemlerde kullanılır. HFA, HFB, HFC grubu hidrolik sıvılardır.

► HFA Hidrolik Sıvılar

%90 üzerinde su oranı ve %10'dan az yağ içerikli katkılardan oluşan güvenli hidrolik sıvılardır. HFA'lar, büyük yangın risklerinin olduğu tüm endüstrilerde ve HFA tipi sıvılarla çalışan hidrolik tesisatlarda kullanılır.

► HFB Hidrolik Sıvılar

%60 yağ ve %40 su karışımından oluşur. HFA hidrolik sıvılara oranla daha iyi yağlayıcı olmanın yanında içerisindeki su oranıyla da yangınlara dirençlidir.

► HFC Hidrolik Sıvılar

Su - glikol karışımı olan hidrolik sıvılardır. Yaklaşık %40-45 oranında su içerir. Yağlama kabiliyeti, ateşe dayanıklılığı ve biyolojik olarak kolay parçalanabilirliği ile çevreye zarar da vermeyen hidrolik sıvılardır.

► Su İçermeyen Hidrolik Sıvılar

HFDR ve HFDR grubu hidrolik sıvılardır.

► HFDR Hidrolik Sıvılar

Organik esterler ya da sentetik ham maddeler ile üretilebilen, kendi kendine sönen ve yüksek alev alma noktasına sahip susuz yağlardır. Biyolojik olarak doğada çözünebilirlikleri %90 civarındadır. Suda çözünmezler ve yer altı suları için zararsızdır. Demir çelik endüstrisinde, endüstriyel fırınlarda ve maden endüstrisi gibi yanma riski olan yerlerde kullanılır.

► HFDR Hidrolik Sıvılar

Fosfat ester esaslı, ateşe dayanıklı, sentetik hidrolik sıvılardır. Yangına çok dayanıklı olmakla birlikte yüksek maliyetlidir. Bu sıvılar su içermedikleri halde yangın tehlikelerine karşı en iyi korumayı sağlar. Hidrolik sistemin çalışma koşullarına bağlı olarak su içeren bir sıvının kullanılmasına izin vermediği ancak yangın tehlikelerine karşı da iyi bir korumanın gerektirdiği alanlarda uygulanır.

Bazı hidrolik akışkanların özellikleri Tablo 1.2'de gösterilmiştir.

Tablo 1.2: Hidrolik Sıvısı Çeşitleri ve Özellikleri

Hidrolik Sıvı Özellik	HV	HFA	HFB	HFC	HFD
Fiyat Kıyaslaması	1	0.25	2	2	5
Yağlama Kabiliyeti	Çok iyi	Yeterli	Orta	İyi	Çok iyi
Su Oranı Yüzdesi	%0	%80	%40	%35-55	%0
Kullanım Sıcaklığı °C	+10 +100	+2 +55	+2 +60	-35 +65	-20 +150
Sızdırmazlık Elemanı	Nitril kauçuk	Nitril kauçuk	Nitril kauçuk	Nitril kauçuk	Viton

1. UYGULAMA

Çalışma ortamı -5 °C ile -15 °C arasında olan bir soğuk hava deposunda, hidrolik sisteme sahip elektrikli forklift kullanılmaktadır. Yağ çeşitleri ve yağ özelliklerine ait bilgiler ışığında bu forklift için yağlama yeteneği olan ve uygun fiyatlı bir hidrolik sıvısı seçimi yapınız.



Uygulama Çözümü

Çalışma ortamı -5 °C ile -15 °C arasında olduğu için uygun hidrolik sıvıları HFC ve HFD tipi sıvılardır.

Yağlama yeteneği yönünden karşılaştığımızda ise her iki hidrolik sıvısının da uygun olduğu görülmektedir. Ancak uygun fiyatlı bir hidrolik sıvısı istendiği için tercih edilen çok daha az maliyetli olan HFC tipi hidrolik sıvısı olmalıdır.

1.5. Hidrolik Devrelerde Kullanılan Semboller

Hidrolik devreler çizilirken herkes tarafından anlaşılabilirliği için standart semboller kullanılmalıdır. Hidrolik devre çizimleri anlaşılır, okunabilir, kontrol edilebilir olmalıdır.

1.5.1. Hidrolik Devre Hatlarının Sembolleri

Hidrolik devreler çizilirken Görsel 1.10'da gösterilen bağlantı elemanları sembolleri kullanılır.

Çalışma hattı	Uyarı hattı	Sızıntı hattı	Eleman sınırı	Akış yönü
Ayarlanabilir	Çift dönüş yönü	Tek dönüş yönü	Bükülebilir hat	Kesişen hatlar
Dışardan bağlantı yapılabilir hat	Çabuk bağlantı elemanı	Kısma (viskoziteden bağımsız)	Kısma (viskoziteye bağlı)	Kesişmeyen hatlar
Havalandırma noktası				

Görsel 1.10: Hidrolik devre hatlarının sembolleri

1.5.2. Hidrolik Devre Yardımcı Elemanları Sembolleri

Yardımcı devre elemanları, hidrolik akışkanın depolanmasını, temizlenmesini, soğutulmasını veya ısıtılmasını; sistem için gerekli basınç, sıcaklık bilgisi sağlayan elemanlara denir. Görsel 1.11'de hidrolik devre yardımcı elemanları sembolleri görülmektedir.

Basıncılı hidrolik tankı	Hidrolik tankı	Filtre	Akülatör	Çevirmeli kontak normalde açık
Kör tapa	Açma kapama valfi	Basınç anahtarı	Yağ seviye göstergesi	Çevirmeli kontak normalde kapalı
Isıtıcı	Soğutucu	Termometre	Debimetre	Dijital modül
Elektrik motoru	İçten yanmalı motor	Manometre	Sesli ikaz	Buton normalde açık
Elektrik hattı	Gerilim beslemesi	Ampermetre	Voltmetre	Buton normalde kapalı
Lamba	Röle	Röle kontağı normalde açık	Röle kontağı normalde kapalı	Çekmeli kontak normalde açık

Görsel 1.11: Hidrolik devre yardımcı elemanları sembolleri

1.5.3. Hidrolik Devre Elemanları Sembolleri

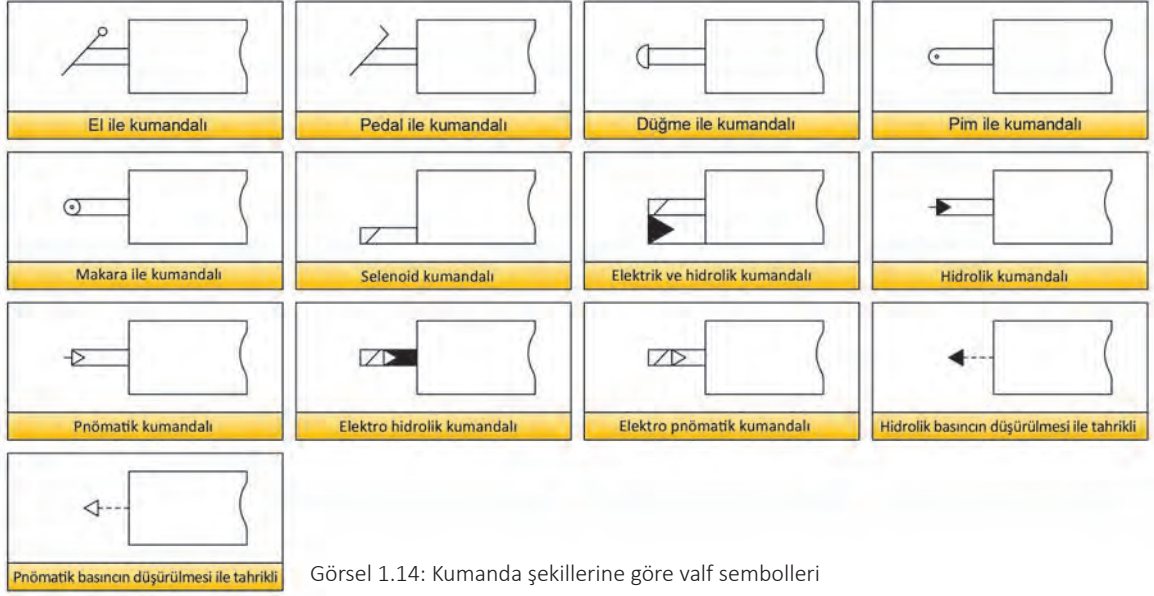
Görsel 1.12'deki hidrolik motor, pompa ve silindirlerin sembolleri; Görsel 1.13'teki hidrolik valf sembolleri ile Görsel 1.14'teki kumanda şekillerine göre valf sembolleri bu grupta yer alır.

Sabit debili tek yönlü pompa	Sabit debili çift yönlü pompa	Değişken debili tek yönlü pompa	Değişken debili çift yönlü pompa
Sabit debili tek yönlü motor	Sabit debili çift yönlü motor	Değişken debili tek yönlü motor	Değişken debili çift yönlü motor
Hidrolik açsal döndürücü	Tek etkili hidrolik silindir	Çift etkili hidrolik silindir	Çift etkili çift millî hidrolik silindir
Tek etkili hidrolik silindir (yaylı)	Tek etkili teleskopik silindir	Çift etkili teleskopik silindir	Tandem silindir
Tek yönde yastıklı silindir	Çift yönde yastıklı silindir	Tek yönde ayarlanabilir yastıklı silindir	Çift yönde ayarlanabilir yastıklı silindir

Görsel 1.12: Hidrolik motor, hidrolik pompa, hidrolik silindirlerin sembolleri

Çek valf	Çek valf (yaylı)	Ayarlı çek valf	Pilot kumandalı çek valf
Çek valfli çabuk bağlantı	Veya (or) valfi	Ve (and) valfi	Ayarlanabilir akış denetim valfi
Valf konumları	Açık merkez	Kapalı merkez	H merkez
Selenoid valf	Basınç denetim valfi	Normalde açık basınç denetim valfi	Pilot kumandalı basınç denetim valfi
Tek yönlü akış bölücü valf	İki yönlü akış bölücü valf	2 yönlü 2 konumlu yön denetim valfi	3 yönlü 2 konumlu yön denetim valfi
4 yönlü 2 konumlu yön denetim valfi	4 yönlü 3 konumlu yön denetim valfi	6 yönlü 3 konumlu yön denetim valfi	6 yönlü 4 konumlu yön denetim valfi

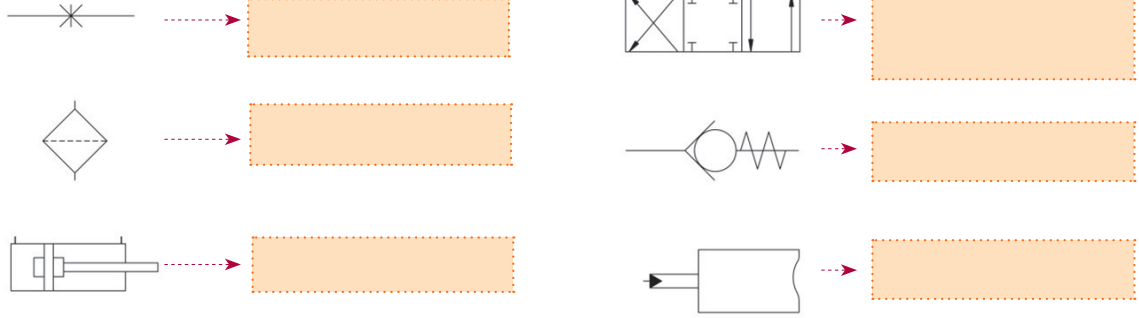
Görsel 1.13: Hidrolik valf sembolleri



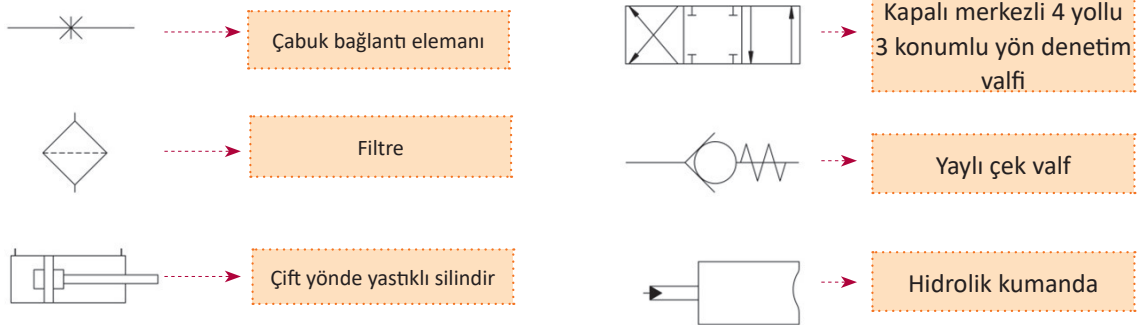
Görsel 1.14: Kumanda şekillerine göre valf sembolleri

2. UYGULAMA

Aşağıda görselleri verilen hidrolik devre elemanlarının isimlerini yazınız.



Uygulama Çözümü



Çabuk bağlantı elemanı

Filtre

Çift yönde yastıklı silindir

Kapalı merkezli 4 yollu
3 konumlu yön denetim
valfi

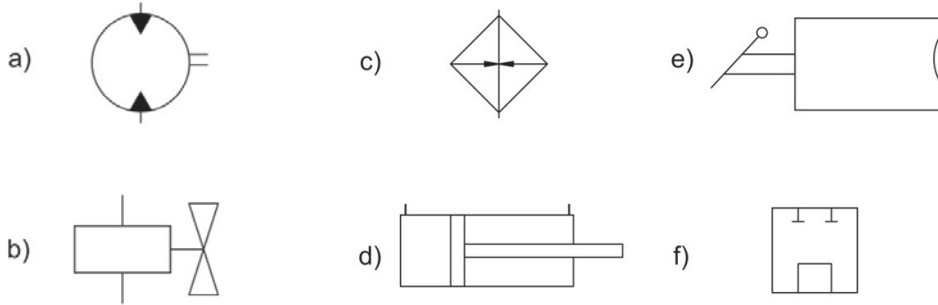
Yaylı çek valf

Hidrolik kumanda

Aşağıda adı verilen hidrolik devre elemanlarının sembollerini çiziniz.

- Sabit debili çift yönlü hidrolik motor
- Selenoid valf
- Hidrolik yağ ısıtıcısı
- Çift etkili hidrolik silindir
- El ile kumanda
- Açık merkez

Uygulama Çözümü



1.6. Hidrolik Devreler

Hidrolik sıvısı kullanılarak bir iş veya bir hareketi meydana getirebilmek için hidrolik elemanlarının, iş yapabilir kabiliyete sahip olacak şekilde bağlantı elemanları vasıtasıyla birbirlerine bağlanmasına **hidrolik devre** denir.

1.6.1. Hidrolik Devrelerin Ana Kısımları

Tank (Yağ Deposu): Hidrolik sistemde kullanılacak hidrolik sıvısının depolandığı kaba denir.

Hidrolik Pompalar: Sisteme hidrolik sıvısının basınçlı bir şekilde gönderilmesini sağlar.

Hidrolik Silindriiler: Hidrolik enerjiyi doğrusal harekete çevirir.

Hidrolik Motorlar: Hidrolik enerjiyi dairesel harekete çevirir.

Hidrolik Valfler: Hidrolik sistemde hidrolik sıvısının miktarını (akış kontrol valfi), basıncını (basınç kontrol valfi), yönünü (yön kontrol valfi) ayarlayan ve akışkanın tek yönde geçişini sağlayan (çek valf) hidrolik devre elemanıdır.

Hidrolik Akümülatörler: Hidrolik sistemlerdeki hidrolik enerjiyi depolayıp ihtiyaç durumunda bunu sisteme geri veren devre elemanlarıdır.



Görsel 1.15: Manometre

Bağlantı Elemanları: Devre elemanlarını birbirine bağlayarak hidrolik akışkanın dolaşımını sağlayan hidrolik devre elemanlarıdır.

Sızdırmazlık Elemanları: Hidrolik devre elemanlarının birbiriyle bağlandıkları noktalarda sızıntının olmaması için kullanılan elemanlardır.

Manometreler: Sistemin basıncını gösterir. Görsel 1.15'te manometre görülmektedir.

Filtreler: Hidrolik sıvısı içine karışmış kir ve çapak gibi kirlenmeleri temizler.

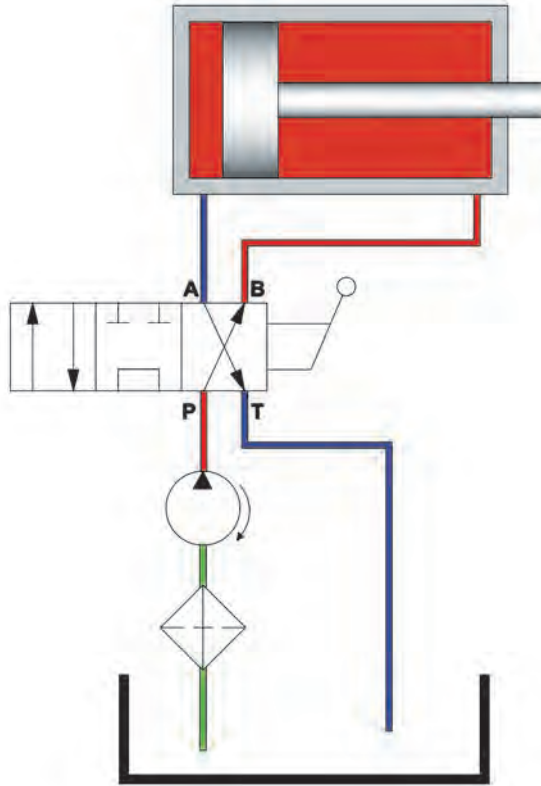
1.6.2. Hidrolik Devre Hatları

Emiş Hattı

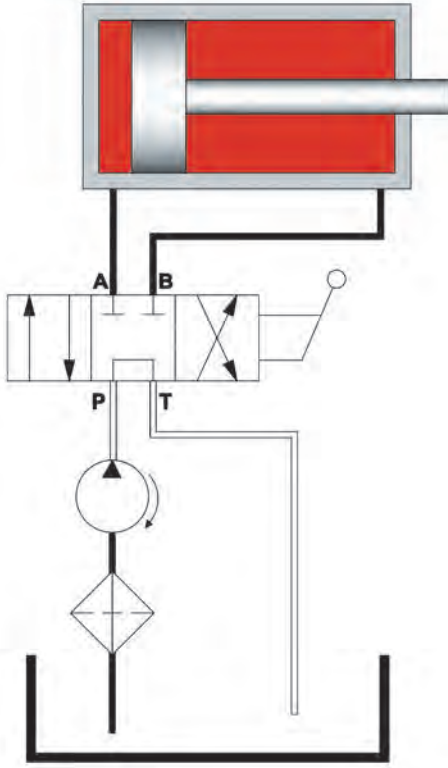
Bir hidrolik devrede pompa ile tank arasında kalan bölüme denir. Emiş hattı üzerinde emiş filtresi ve yağ ısıtıcısı bulunur. Görsel 1.16'da hidrolik devre emiş hattı yeşil renk ile gösterilmiştir.

Basınç Hattı

Bir hidrolik devrede pompa ile hidrolik silindir veya hidrolik motor arasında kalan bölüme denir. Hidrolik devrelerde basınç hattı üzerinde basınç hattı filtresi, basınç kontrol valfi, manometre, yön kontrol valfi, çek valf, akış kontrol valfi gibi elemanlar bulunur. Görsel 1.16'da hidrolik devre basınç hattı kırmızı renk ile gösterilmiştir.



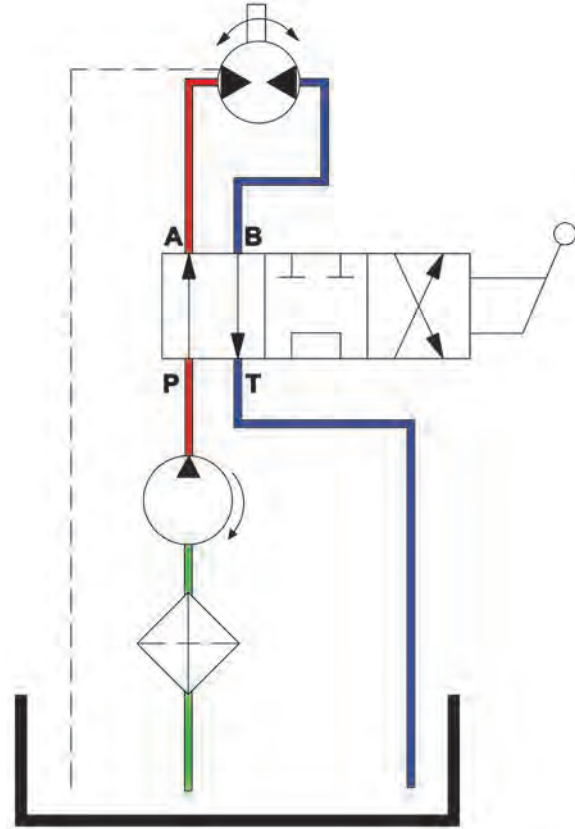
Görsel 1.16: Hidrolik devrede emiş, basınç ve dönüş hatları



Görsel 1.17: Hidrolik devrede nötr hattı

Sızıntı Hattı

Hidrolik devre elemanları çalışırken hidrolik sıvı sızıntısı gerçekleşebilir. Sızan akışkanın tanka dönüş yaptığı hatta **sızıntı hattı** denir. Görsel 1.18’de hidrolik motorun çalışması esnasında meydana gelen hidrolik akışkan sızıntısı kesik çizgi ile gösterilen sızıntı hattı ile gösterilmektedir.



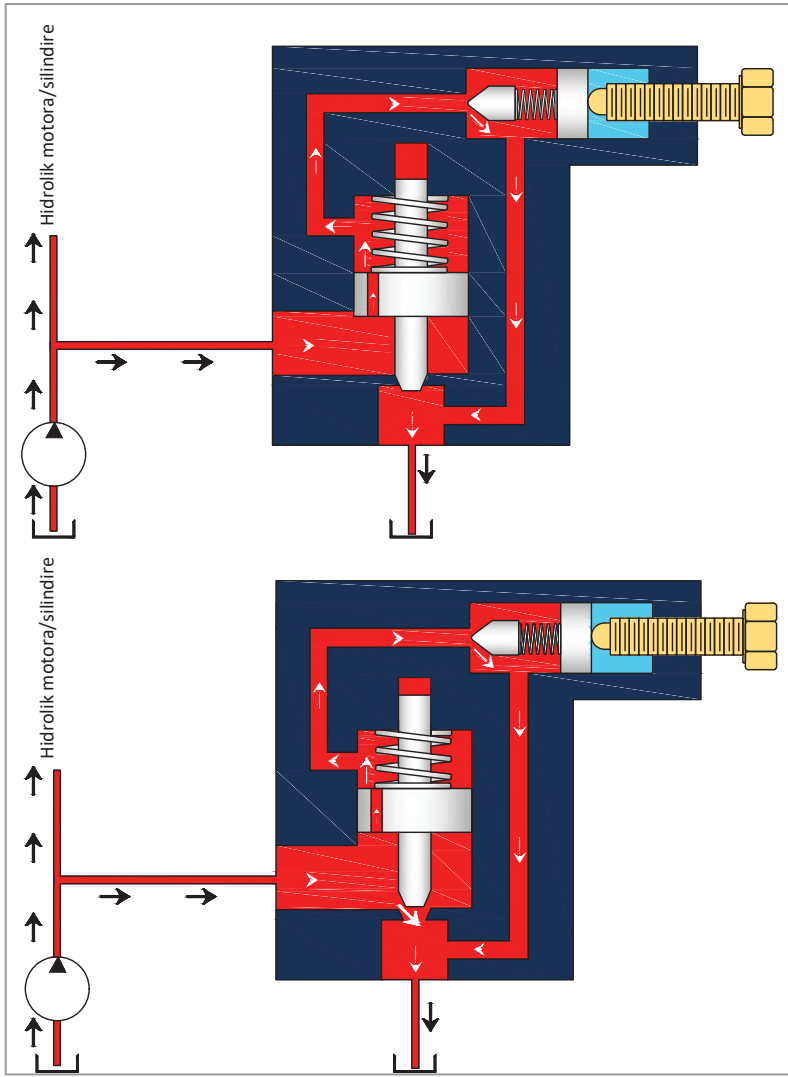
Görsel 1.18: Hidrolik devrede sızıntı hattı

Dönüş Hattı

Hidrolik sistemlerde, iş meydana getiren elemanlardan, emniyet ve nötr valflerinden çıkan hidrolik sıvısının tanka dönüşünü sağlayan hattır. Görsel 1.16’da hidrolik devre dönüş hattı mavi renk ile gösterilmiştir.

Nötr Hattı

Hidrolik pompanın ürettiği basınçlı yağın hidrolik devre elemanlarına gönderilmeden tanka dönmesidir. Bu durum yön kontrol valfinin nötr konumuyla gerçekleşir. Yön kontrol valfinde nötr konum yoksa emniyet basınç valfi ile gerçekleşir. Nötr hattı rengi beyaz olarak gösterilir. Görsel 1.17’de yön kontrol valfi nötr pozisyonunda olduğundan, hidrolik yağ silindire gitmeden tanka dönüş yapmaktadır.



Görsel 1.19: Hidrolik devrede pilot hattının kullanılması

Pilot Hattı

Pilot hattı, yüksek basınç altında çalışan elemanların kontrol edilmesi amacıyla kullanılır. Görsel 1.19'da pilot hattı ile tetiklenen basınç kontrol valfi görülmektedir.

Üst kısımdaki görselde yağ basıncı yükseldiğinde pilot hattındaki valfin yay kuvvetini yenerek açmaya zorlar ve az miktarda yağ tanka gider. Bu yağ akışı, emniyet valfi gövdesinin altında ve üstünde bir basınç farkı meydana getirir.

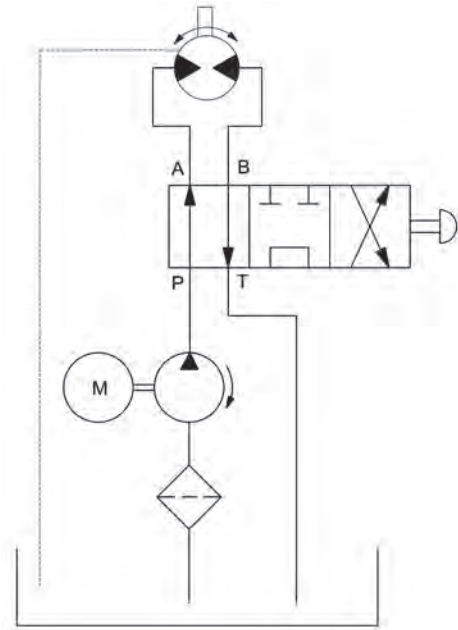
Alt kısımdaki görselde pistonun üst kısmındaki basınç alt taraftaki basınçtan daha düşük olduğundan piston ve gövde elemanı, yuvasından yukarı doğru kaldırılır. Böylelikle sistemdeki emniyet valfi pilot hattı vasıtasıyla açılmış olur.

1.6.3. Hidrolik Devre Çeşitleri

Hidrolik devreler; açık hidrolik devreler, kapalı hidrolik devreler ve yarı kapalı hidrolik devreler olmak üzere üçe ayrılır.

Açık Hidrolik Devreler

Hidrolik sıvısı tanktan çıkan, hidrolik motor veya silindirlere işi bittikten sonra tekrar tanka dönen devrelere **açık hidrolik devre** denir. Bu tip devrelerin tankları atmosfer basıncına açıktır. Görsel 1.20'de açık hidrolik devre görülmektedir.

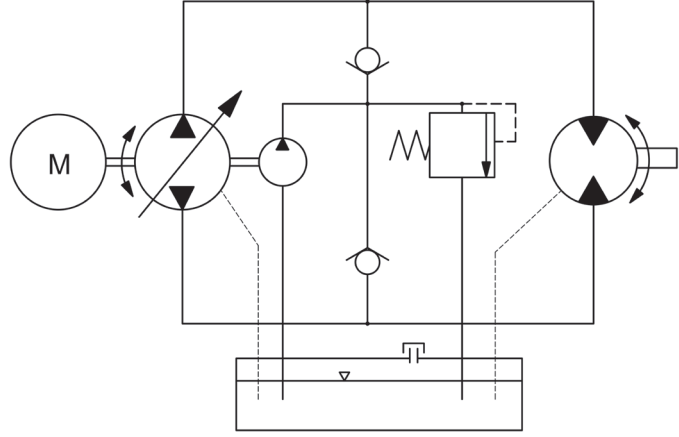


Görsel 1.20: Açık hidrolik devre

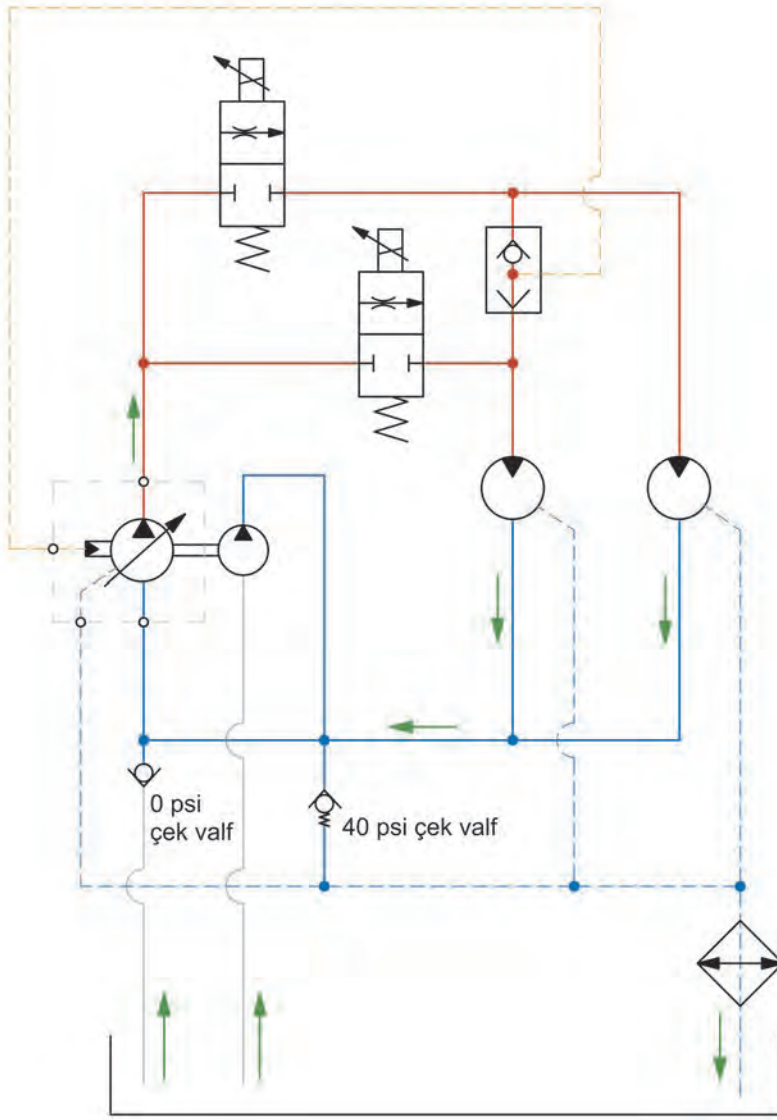
Kapalı Hidrolik Devreler

Hidrolik sıvısı, pompa ile hidrolik motor arasında sürekli bir akış içerisinde olup tanka uğramayan devrelere **kapalı hidrolik devreler** denir.

Bu tip devrelerde sızıntılar için küçük bir tank bulunur. Ayrıca sızıntılar sonucunda devrede eksilen hidrolik sıvısının telafisi için bir besleme pompası kullanılmaktadır. Görsel 1.21'de kapalı hidrolik devre görülmektedir.



Görsel 1.21: Kapalı hidrolik devre



Görsel 1.22: Yarı kapalı hidrolik devre

Yarı Kapalı Hidrolik Devreler

Kapalı devre gibi çalışmalarına karşın devredeki hidrolik sıvısının bir kısmını Görsel 1.22'de görülen 40 psi çek valf üzerinden sızıntı hattı aracılığıyla tanka göndererek devredeki hidrolik sıvısının kısıtlı da olsa dinlenmesinin sağlanabildiği devrelere **yarı kapalı hidrolik devre** denir. Bu tip devrelerde bir besleme pompası ile hidrolik sıvısının eksilen miktarı tanktan tamamlanır. Bu devrelerde kullanılan tanklar küçük ebatlıdır. Görsel 1.22'de yarı kapalı hidrolik devre görülmektedir.

Açık ve Kapalı Hidrolik Devrelerin Karşılaştırılması

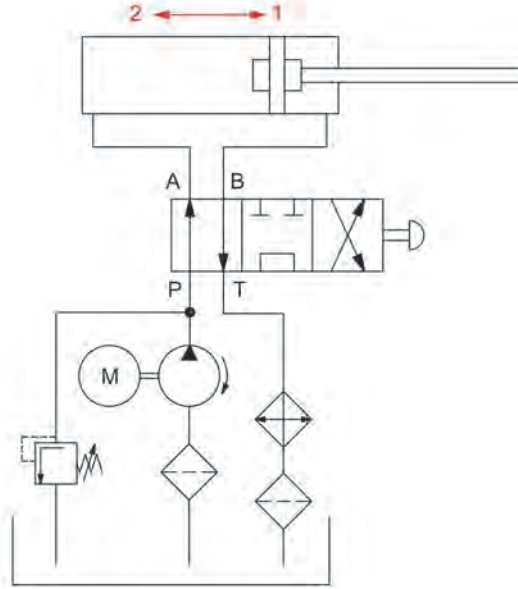
Açık ve kapalı hidrolik devrelerinin birbirilerine karşı avantaj ve dezavantajları vardır. Bu avantaj ve dezavantajlar şunlardır:

▶ Açık devrelerin deposu büyüktür.	▶ Kapalı devrelerin deposu küçüktür. Taşıtlarda uygulanması başarılıdır.
▶ Açık devrelerde hidrolik sıvısı depoya dönüş yapar.	▶ Kapalı devrelerde hidrolik sıvısı depoya dönüş yapmaz.
▶ Açık devrelerde iletilen kuvvet büyüktür.	▶ Kapalı devrelerde iletilen kuvvet daha küçüktür.
▶ Açık devrelerde kontrol, basınç hattından alınan sinyallerle sağlanır.	▶ Kapalı devrelerde kontrol, dönüş hattından alınan sinyallerle sağlanır.
▶ Açık devrelerde ilk çalışma anında sisteme hava girer.	▶ Kapalı devrelerde sisteme hava girmesi söz konusu değildir.
▶ Açık devrelerde dinlenmiş ve soğuma fırsatı bulmuş hidrolik sıvısı sisteme verildiğinden sistem ısınmaları daha düşüktür.	▶ Kapalı devrelerde hidrolik sıvısı hep bir döngü içinde olduğundan sistem ısınmaları daha yüksektir.
▶ Açık devrelerde hidrolik sıvısı dönüş filtrelerinden geçtiği için daha geç kirlenir.	▶ Kapalı devrelerde hidrolik sıvısı daha çabuk kirlenir.
▶ Açık devrelerin çalıştırılması için daha fazla sayıda devre elemanına ihtiyaç vardır.	▶ Kapalı devrelerin çalıştırılması için az sayıda devre elemanı yeterlidir.
▶ Açık devrelerde motorların yön ve hız kontrol ayar hassasiyeti daha düşüktür.	▶ Kapalı devrelerde motorların yön ve hız kontrol ayarları en hassas değerlerde ayarlanabilir.

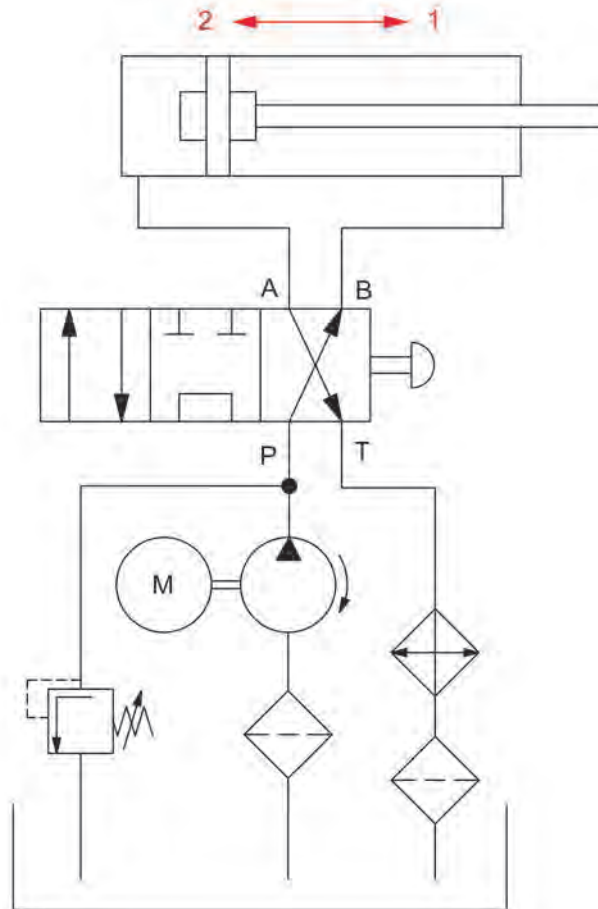
Hidrolik Devre Çiziminde Dikkat Edilecek Hususlar

- ▶ Hidrolik devre çizimleri mümkün olduğu kadar küçük ölçekli olmalıdır.
- ▶ Standart semboller kullanılmalı TS 1306 ve DIN 24300 uygun olmalıdır.
- ▶ Devre çizimlerinde silindir konumları yatay çizilmelidir.
- ▶ Valflerin sembollerinin kareleri eşit çizilmelidir.
- ▶ Çizgiler net ve düzgün olmalıdır.
- ▶ Kumanda şekilleri devrede gösterilmelidir.
- ▶ Sistemin çalıştığı düşünülerek çizilmelidir.
- ▶ Teknik resim kurallarına uyulmalıdır.

Aşağıdaki hidrolik devrenin yön kontrol valfi konumunu, silindir pistonu 2 yönünde hareket edecek şekilde değiştirerek devreyi yeniden çiziniz.



Uygulama Çözümü



Aşağıdaki soruları okuyup doğru seçenekleri işaretleyiniz.

- 1. Dünyayı çevreleyen havanın, yeryüzüne yapmış olduğu basınç aşağıdakilerden hangisi ile adlandırılır.**
A) Alçak basınç
B) Atmosfer basıncı
C) Normal basınç
D) Vakum
E) Yüksek basınç
- 2. Aşağıdaki basınç birim dönüşümlerinden hangisi doğrudur?**
A) 1 pascal = 1 bar
B) 1 pascal = 10 000 bar
C) 100 pascal=1 bar
D) 1000 pascal = 1 bar
E) 100 000 pascal = 1 bar
- 3. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik akışkanların seçiminde dikkat edilmesi gerekenlerden değildir?**
A) Filtrelenmeye uygun olmalıdır.
B) Kullanım alanına uygun seçilmelidir.
C) Sistemdeki ısıyı düşürebilmelidir.
D) Sistemi yağlama yeteneği olmalıdır.
E) Viskozite yüksek olmalıdır.
- 4. Aşağıdakilerden hangisi alıcıların hızlarını ayarlamak için kullanılan kontrol valfidir?**
A) Akış
B) Basınç
C) Güç
D) Hız
E) Yön
- 5. Aşağıdakilerden hangisi büyük itme kuvvetlerinin gerektirdiği yerlerde kullanılan silindir çeşididir?**
A) Çift etkili silindir
B) Tandem silindir
C) Teleskopik silindir
D) Tek etkili silindir
E) Yastıklı silindir
- 6. Taban alanı 0,2 m² ve kütlesi 60 kg olan bir cismin tabanına uyguladığı basınç kaç Pa olur? (Yer çekimi ivmesi a=10 m/s² alınacaktır.)**
A) 1050
B) 2000
C) 3000
D) 4300
E) 5200

7. Hidrolik motorlardan hangi tür enerji elde edilir?
- A) Akışkan enerjisi B) Kimyasal enerji C) Mekanik enerji
D) Pnömatik enerji E) Potansiyel enerji
8. Hidrolik sistemde, belirli bir akış kesitinden belirli bir sürede geçen akışkan miktarı olarak tanımlanır.
Yukarıdaki boşluğa aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?
- A) Akış kontrol valfi B) Basınç C) Debi
D) Güç E) Kuvvet
9. "Sürtünme kuvvetini ihmal edecek olursak kapalı bir boru içindeki sıvının sahip olduğu toplam enerji, akım çizgisi boyunca aynıdır."
Yukarıdaki tanım aşağıdakilerden hangisine aittir?
- A) Bernoulli kanunu
B) Newton yasası
C) Pascal prensibi
D) Süreklilik denklemi
E) Termodinamik yasası
10. Yağların akmaya karşı gösterdiği zorluğa ne denir?
- A) Kavitasyon B) Köpüklenme C) Oksidasyon
D) Polimerleşme E) Viskozite
11. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik akışkanların seçiminde dikkat edilmesi gerekenlerden değildir?
- A) Filtrelenmeye uygun olmalıdır.
B) Kullanım alanına uygun seçilmelidir.
C) Sistemdeki ısıyı düşürebilmelidir.
D) Sistemi yağlama yeteneği olmalıdır.
E) Viskozite yüksek olmalıdır.
12. "Hidrolik yağlarının yüksek basınç ve sıcaklık etkisiyle molekül yapılarının bozulmasına denir."
Cümlesinde boşluğa aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?
- A) Adezyon
B) Köpüklenme
C) Oksidasyon
D) Polimerleşme
E) Viskozite



2. ÖĞRENME BİRİMİ

HİDROLİK SİSTEMLER

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- ▶ Hidrolik tank ve donanımını seçme
- ▶ Hidrolik filtre ve donanımının seçimini yapma
- ▶ Hidrolik pompaları gerekli hesaplamaları yaparak seçme
- ▶ Hidrolik motorları gerekli hesaplamaları yaparak seçme
- ▶ Hidrolik valflerin seçimini yapma
- ▶ Hidrolik silindirleri gerekli hesaplamaları yaparak seçme
- ▶ Hidrolik sistemlerde boruları, hortumları ve bağlantı elemanlarını seçme
- ▶ Hidrolik akümülatörlerin seçimini ve bakımını yapma



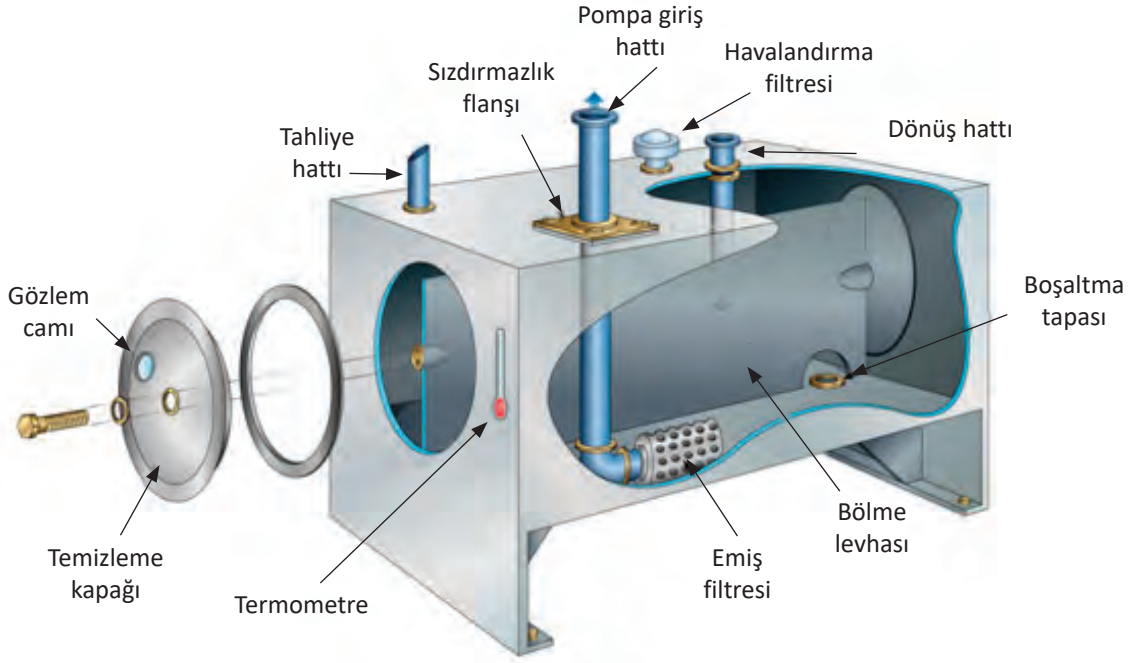
2. HİDROLİK SİSTEMLER

2.1. Depolar ve Donanım

Yağ tankları ve tanklarda bulunan donanımlar hidrolik sistemin temelini oluşturur.

2.1.1. Yağ Tankları (Depoları)

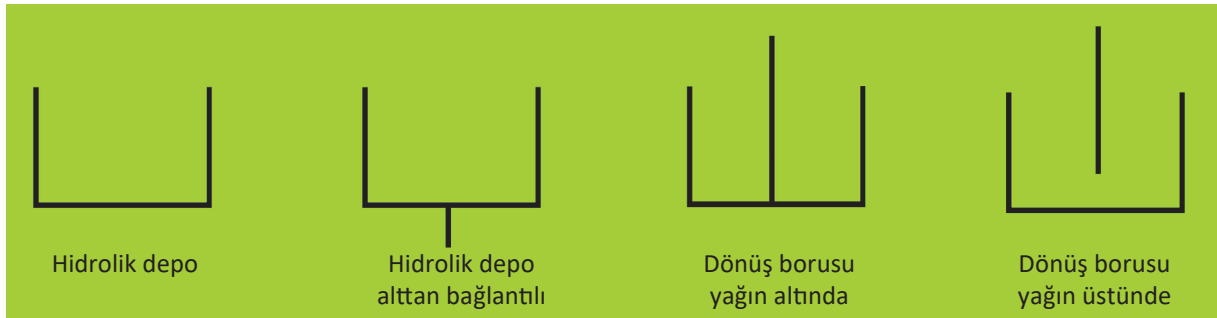
Hidrolik sistemlerde yağın depolandığı devre elemanına **yağ tankı** denir. Hidrolik sistemin değişken akışkan ihtiyacını karşılar. Görsel 2.1'de hidrolik tank ve kısımları görülmektedir.



Görsel 2.1: Yağ deposu (tankı)

2.1.1.1. Yağ Tanklarının Görevi ve Sembolü

Yağ tankı hidrolik sistemdeki yağa depoluk eder. Yağın bir yerde toplanmasını, dinlenmesini ve yağın içinde bulunan parçacıklardan arınmasını sağlar. Hidrolik devre sıvısı çalışırken ısınır, bu ısı tank vasıtasıyla dışarı atılarak hidrolik sıvısının yüksek sıcaklıklardan olumsuz etkilenmesi önlenmiş olur. Yağın içinde oluşabilecek hava kabarcıkları da burada ayrıştırılarak sistem kavitasyondan (hava kabarcıklarının, basınç etkisiyle patlaması sonucu malzemede meydana gelen tahribat) korunmuş olur. Hidrolik yağ deposu bağlantı şekilleri ve sembolleri Görsel 2.2'de görülmektedir.



Görsel 2.2: Hidrolik yağ deposu bağlantı şekilleri ve sembolleri

2.1.1.2. Hidrolik Yağ Tankları Seçilirken Dikkat Edilecek Hususlar

- ▶ Hidrolik sistemin kullanım amacına uygun tank seçilmelidir.
- ▶ Hidrolik sistemin debisine ve basıncına uygun olan tank seçilmelidir.
- ▶ Hidrolik sistemde ısınan akışkanın kolayca soğuması için yerden yukarıda olmalıdır. (Yerden yükseklik miktarı tankın hacmine göre değişir.)
- ▶ Isınan akışkanın daha çabuk soğuması için silindirik tanklar yerine yüzey alanı daha geniş olan dikdörtgen şeklindeki tanklar tercih edilmelidir.
- ▶ Her türlü aşındırıcı ve korozyona karşı dayanıklı malzemeden imal edilen tanklar tercih edilmelidir.
- ▶ Tanktaki yağ seviyesinin görülebilmesi için yağ seviye göstergesi olmalıdır.
- ▶ Soğuk havalarda yağın sisteme geçişini kolaylaştırmak için yağ ısıtıcısı bulunmalıdır.
- ▶ Sıcak havalarda soğumasını sağlamak için yağ soğutucusu bulunmalıdır.
- ▶ Tank boşaltma tapası metal artıkları tutmak için mıknatıslı olmalıdır.
- ▶ Tankın tabanı boşaltma tapasının bulunduğu yöne doğru eğimli olmalıdır.
- ▶ Hidrolik sistemdeki akışkanın tanka dönüşünü kolaylaştırmak için dönüş hattı borusunun çapı emiş hattı borusunun çapından daha büyük olmalı ve emiş hattı ile geri dönüş hattı arasında bariyer olmalıdır.
- ▶ Sızıntı yapmayacak kadar dayanıklı; içerisine su, toz, parçacık gibi kirleticileri almayacak şekilde dış ortamdan korunmuş olmalıdır.
- ▶ Tank temizliğinin kolay olması için temizleme kapağı büyük olmalıdır.

1. UYGULAMA

Bir otomobil fabrikasında, hidrolik kalıp presinin hidrolik sisteminde silindirik biçimde yağ tankı kullanılmaktadır. Sistemdeki yağ aşırı ısınmaktadır. Hidrolik yağın daha çabuk soğuyabileceği bir hidrolik yağ tankı seçimi yapınız.

Uygulama Çözümü

Dikdörtgen tanklar, silindirik tanklara nazaran yüzey alanları daha geniştir. Bundan dolayı ısınan yağın soğutma yetenekleri daha iyidir. O sebeple sistemde kullanılmak üzere dikdörtgen tank tercih edilmelidir.

2.1.2. Yağ Isıtıcıları

Elektrik enerjisi kullanılarak hidrolik sıvısının ısıtılmasını sağlayan elemanlara **yağ ısıtıcısı** denir.

Yağ Isıtıcılarının Görevi

Soğuk havalarda, hidrolik yağların viskoziteleri artar, sistem sağlıklı çalışamaz. Hidrolik yağların istenilen verimde çalışabilmeleri için ısıtılmaları gerekir. Yağ ısıtıcıları bu görevi yerine getirerek sistemin istenilen şekilde çalışmasını sağlar. Yağ ısıtıcıları seçilirken deponun boyutları ve kapasitesi dikkate alınmalıdır.

Yağ Isıtıcılarının Özellikleri

Yağ ısıtıcıları elektrik ile çalışır. Elektrik enerjisi, rezistanstan geçip ısınarak içinde bulunduğu yağın ısıtılması sağlanmış olur. Üzerindeki termostat sayesinde hidrolik yağ ısıtıcılarının sıcaklık ayarı yapılabilir. Yağ ısıtıcıları -50 C° ile 80 C° arasındaki sıcaklıklarda çalışabilecek kabiliyete sahiptir. Ucu depo içinde kalacak şekilde emiş hattı üzerine monte edilir. Görsel 2.3'te hidrolik yağ ısıtıcısı ve sembolü görülmektedir.



Görsel 2.3: Yağ ısıtıcısı ve sembolü

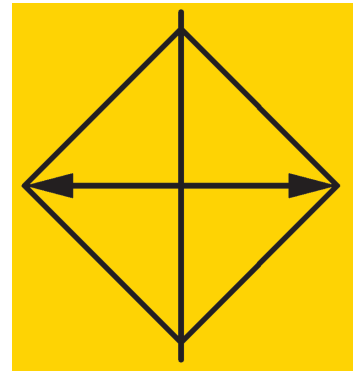
2.1.3. Yağ Soğutucuları

Sıcaklığı yüksek olan hidrolik sıvısının soğutulmasını sağlayan elemana **yağ soğutucusu** denir.

Yağ Soğutucularının Görevi

Çalışma sıcaklığı üzerindeki bir sıcaklığa maruz kalmış hidrolik yağın viskozitesi düşer, akıcılığı artar, film oluşturma yeteneği kaybolur. Bu sebeple aşınmalar artar ve sistemin verimi düşer. Viskozitenin düşük olması sızıntıların olmasına da sebep olur.

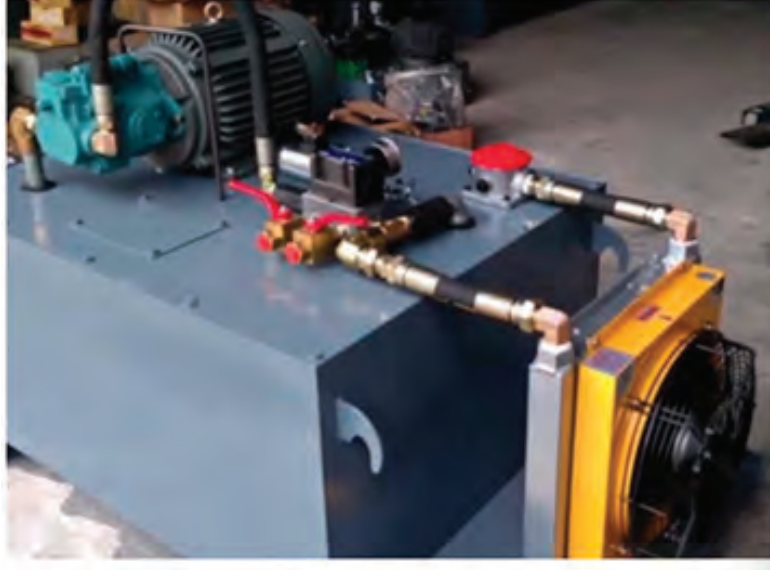
Yağ soğutucuları, ısınan yağın soğumasını sağlayarak yağ viskozitesinin normal değere gelmesini, böylelikle aşınmaların en aza indirilmesini sağlar. Viskozitesi uygun olan yağ, sızma eğilimi göstermediğinden sistemde gereksiz yağ eksilmelerinin de önüne geçilmiş olur. Görsel 2.4'te yağ soğutucusu sembolü görülmektedir.



Görsel 2.4: Yağ soğutucusu sembolü

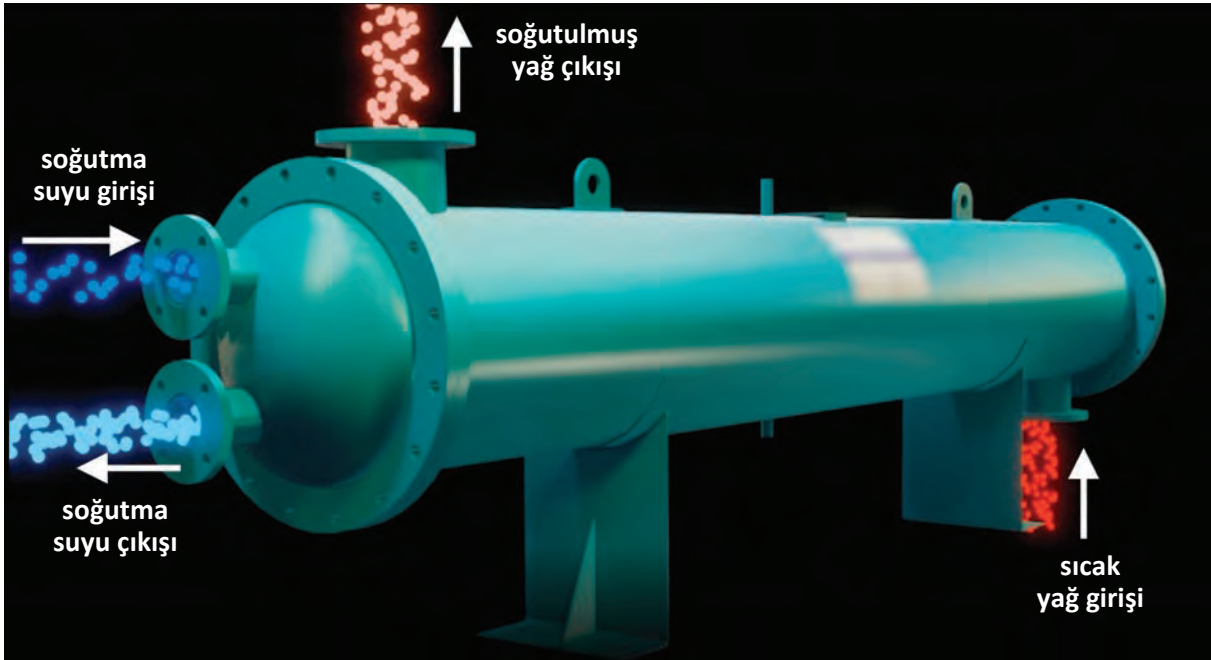
Yağ Soğutucularının Özellikleri

Soğutucular hava ve su ile soğutmalı olarak ikiye ayrılır. Hava ile soğutmalı sistemler elektrikli fan yardımıyla soğutma işlemini gerçekleştirir. Görsel 2.5'te hava soğutmalı yağ soğutucusunun devreye bağlantısı ve kesiti görülmektedir.



Görsel 2.5: Hava soğutmalı yağ soğutucusu

Su ile soğutmalı yağ soğutucularında ise motor soğutma suyundan faydalanılır. Yağ soğutucuları içinde yağ ve soğutma suyu için ayrı kanallar vardır. Soğutma suyu kanalları ile yağ kanalları birbiri ile ısı alışverişi yapacak şekilde konumlandırılmıştır. Soğutma suyu, ısınmış yağın ısısını üzerine alarak yağın soğumasını sağlar. Depo üzerindeki dönüş hattına monte edilir. Görsel 2.6'da su ile soğutmalı yağ soğutucusu görülmektedir.



Görsel 2.6: Su ile soğutmalı yağ soğutucusu

2.1.4. Depo Üzerinde Bulunması Gereken Diğer Avadanlıklar

Doldurma Filtresi: Depoya yağ doldurulurken kaba parçacıkların depoya girmesini önlemek amacıyla, dolun esnasında kullanılan filtredir.

Doldurma filtreleri genellikle tel elemanlı filtrelerdir. Yağ dolumu sırasında tankın kapağı açıldıktan sonra, dolun filtresi tankın ağzına yerleştirilir ve yağ dolumu yapılır. Dolun işlemi bittikten sonra filtre yerinden alınarak tankın kapağı kapatılır.

Havalandırma Filtresi: Hidrolik sistemde, tankın içindeki yağ miktarı çalışma koşullarına göre değişkenlik gösterdiği için tankın içinde oluşabilecek vakum veya yüksek basıncın giderilmesi gerekir. Bu basınç farklarının dengelenmesi için de depo havalandırma kanalı kullanılmaktadır. Bu kanaldan giren havanın içindeki kir ve tozu tutmak amacıyla havalandırma filtresi kullanılmaktadır. Bu filtrelerin verimli çalışabilmeleri için belirli aralıklarla temizlenmesi gerekir.



Görsel 2.7: Doldurma ve havalandırma filtreleri

Havalandırma Borusu: Deponun içinde her zaman çözünmüş hava ve yağ buharı bulunabilmektedir. Buhar hidrolik devreye girdiğinde yağ içerisinde kabarcıklara neden olur. Bunu önlemek için tanka havalandırma borusu takılarak oluşan yağ buharı dışarı atılır. Böylece hava kabarcığı oluşmasının önüne geçilmiş olur. Havalandırma borusu içinde havalandırma filtresi bulunmaktadır.

Yayıcı: Hidrolik sistemden dönen yağın depo içine boşalırken köpürmemesi için kullanılan elemandır. İç içe geçirilmiş iki tüpten oluşur. Dıştaki tüpün delik sayısı içteki tüpün delik sayısından fazladır. Hidrolik yağ, iç tüpten dış tüpe geçerken yağın hızı azaltılarak depo içinde oluşabilecek köpüklenme önlenmiş olur. Akış hızının azalmasıyla gürültü de azalmış olur. Yağ tankı içinde yağ seviyesinin altına konumlanmıştır.

2.1.5. Hidrolik Sistemlerde Çalışırken İş Güvenliği

- ▶ İşçi, iş ve çevre güvenliği sağlanmalıdır.
- ▶ Herhangi bir donanımı kullanmadan önce kullanma talimatı mutlaka okunmalı ve talimata uyulmalıdır.
- ▶ İşe başlamadan önce her zaman donanım kontrol edilmeli ve gözden geçirilmelidir.
- ▶ Yağ sızıntıları sürekli gözetilmelidir.
- ▶ Hidrolik sistem basınç altında iken çalışan bağlantılar asla sökülüp takılmamalıdır.
- ▶ Arızalı donanım tamir edilmeden asla kullanılmamalıdır.
- ▶ Sistem basıncı maksimum seviyeyi aşmamalıdır.
- ▶ Sistemin bakımı devamlı yapılmalı, bakım periyotları aşılmamalıdır.

2.2. Filtreler

Hidrolik sistemlerde akışkan içerisindeki aşındırıcı ve kirletici parçacıkları tutan devre elemanına **filtre** denir.

2.2.1. Filtrelerin Görevi ve Sembolü

Filtreler sistemin temizliğini ve sorunsuz çalışmasını sağlar. Filtreler tıkanıldığında emiş gücü ve basıncı düşer. Bazen mikron düzeydeki bir parçacık sistemin durmasına neden olabilir. Bu nedenle devrenin gerekli olan her yerinde filtre kullanılmalıdır. Filtrelerin hassasiyetleri tutabildikleri parçacıkların büyüklüğüne göre değişir. Sisteme uygun filtre kullanıldığında devre sorunsuz çalışır. Görsel 2.8'de filtre ve sembolü görülmektedir.



Görsel 2.8: Filtre ve sembolü

2.2.2. Filtre Çeşitleri

Hidrolik sistemde hatların hassasiyet ve çalışma şartlarına göre çeşitli filtreler kullanılmaktadır.

Emiş Hattı Filtresi

Yağ deposunun içine yerleştirilen filtre depodan çekilen akışkanın temiz bir şekilde sisteme gönderilmesini sağlar. Soğuk havalarda akışkanın viskozitesinin artacağı göz önüne alınarak büyük ebatlı filtre kullanılmalıdır. Böylece pompaya ve basınç hattı filtresine yeterli miktarda temiz yağ gitmesi sağlanmış olur. Emiş hattı filtrelerinin belli periyotlarla bakımı yapılmalı ve değiştirilmelidir. Görsel 2.9'da emiş hattı filtresi ve devredeki sembolü görülmektedir.



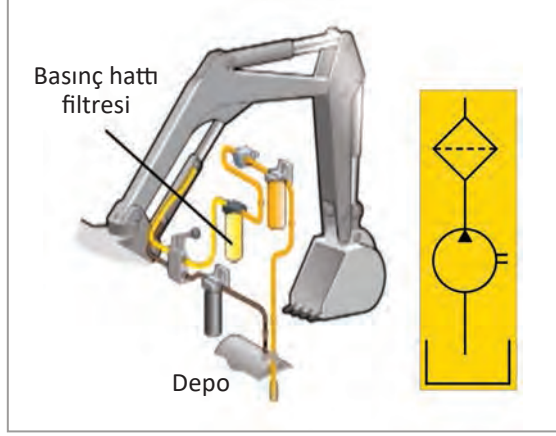
Görsel 2.9: Emiş hattı filtresi ve sembolü

Basınç Hattı Filtresi

Hidrolik devrede pompadan hemen sonra yerleştirilir. Bazı sistemlerde hassas devre elemanlarının önüne de basınç hattı filtresi yerleştirilir. Basınç hattı filtresi, basınç hattının temiz kalması ve parçacıkların devreye girerek arızalara yol açmaması için kullanılır. Basınç hattı filtreleri hassas filtreleme yapar. Basınç hattı filtresi çok yüksek basınçlara dayanıklıdır. Filtre tıkanıldığında sistemin çalışabilmesi için bir bypass (baypas) devresi eklenmiştir. Tıkalı filtre ile uzun süre bypass devresi üzerinden çalışmak sistemin arızalanmasına yol açar. Görsel 2.10'da basınç hattı filtreleri, Görsel 2.11'de basınç hattı filtresinin devreye bağlantısı görülmektedir.



Görsel 2.10: Basınç hattı filtresi



Görsel 2.11: Basınç hattı filtresi ve sembolü

Dönüş Hattı Filtresi

Dönüş hattına monte edilen filtrelerdir. Yağın içindeki partikülleri tutarak yağın temiz bir şekilde sistemden depoya dönmesini sağlar.

Filtreden geçen yağın basıncı düşer, akışı sakinleşir. Bu sakinleşme, köpük ve girdap oluşumunu engeller. Dönüş hattı filtrelerinin değişimi diğer filtrelere göre daha kolay ve maliyeti daha düşüktür. Görsel 2.12'de dönüş hattı filtresi görülmektedir.



Görsel 2.12: Dönüş hattı filtresi ve sembolü

Off-line (Of-layn) Filtrasyon

Yardımcı filtrasyon diye de adlandırılır. Hidrolik sistemin ana makinesinden bağımsız olarak çalışır. Sistemdeki yağın daha çabuk ve daha iyi temizlenmesi amacıyla sisteme ek bir filtrasyon sağlar. Bu sistem; filtre, pompa, elektrik motoru ve diğer bağlantılardan oluşur. İstenirse devreye ayrıca bir soğutucu da eklenerek yağın soğutulması da sağlanabilir.

Harici pompa emiş yaparak yağı filtreden geçirir ve tekrar depoya gönderir. Bu döngü böylece devam eder. Sistemin hidrolik yağı daima belli bir temizlik seviyesinde kalır. Ayrıca ilk yağ dolumunda da off-line filtrasyon kullanılarak yağ içinde olabilecek partiküllerin sisteme girişi baştan engellenmiş olur.

2.2.3. Filtrelerin Yapısal Özellikleri

Hidrolik filtreler kullanıldıkça tıkanır bu durum filtreden yağ geçişini zorlaştırır ve veriminin düşmesine neden olur. Filtreler belli bir mikron düzeyindeki parçacıkları tutma özelliğine sahiptir. Hidrolik sistem filtreleri, basınca dayanıklı malzemeden imal edilir. Filtreleme elemanları imalatında, kâğıt, tel örgü, sentetik elyaf veya fiberglas kompozit gibi malzemeler kullanılır. Filtre malzemesi kullanılacak yere göre seçilmelidir. Genellikle filtreler 10 °C ile 1000 °C arasındaki sıcaklıklarda çalışır. Filtrelerin değişim zaman aralığı, üretici firma tarafından belirtilmiş olmasının yanında ayrıca; hidrolik devre kirlilik sinyali verdiğinde, yağ değişimlerinde veya bir yıllık süre sonunda değiştirilmelidir. Akışkanlar sistem içinde çalışırken zamanla kirlenip özelliklerini kaybeder. Akışkanların kirlenme ve özelliklerini kaybetme nedenleri şunlardır:

Montaj Sırasında Oluşan Kirlenmeler

Devrenin kurulum aşamasında, metal parçacıklar ve gözle göremeyeceğimiz diğer kirleticiler kalmış olabilir. Bu tür durumların önüne geçebilmek için devrenin ilk çalışmasında, düşük numaralı (daha akışkan) yağ kullanılarak sistemin temizliği sağlanmalıdır. Temizlik işlemi tamamlandıktan sonra, sistemdeki bu yağ boşaltılarak yerine çalışma özelliğine uygun hidrolik yağ doldurulmalıdır.

Çevre Şartlarında Oluşan Kirlenmeler

Hidrolik sistemlerin en büyük problemlerinden biri tozudur. Tozlu ortamda çalışan makinelerin yağları, toza maruz kalarak erken zamanda kirlenir ve özelliğini kaybeder. Bu olumsuz durumdan kaçınmak için yağ değişim aralıkları daha kısa tutularak sistemin arıza yapması önlenmelidir. Özellikle iş makineleri, çalışma ortamlarının tozlu olması sebebiyle bu durumdan daha çok etkilenmektedir.

Hidrolik Sistemin Çalışması Sonucu Oluşan Kirlenmeler

Hareketli olarak birbiri ile çalışan her parça aşınmaya uğrar. Bunun önüne geçmek mümkün değildir. Hidrolik sistem elemanları da çalışma esnasında aşınmaya uğrar. Bu sistemin doğasında olan bir şeydir. Bu aşınmalar sebebiyle sistem yağında kirlenme meydana gelir.

! DİKKAT

Filtreler genellikle 10 °C ile 1000 °C arasındaki sıcaklıklarda çalışır.

2.2.4. Hidrolik Filtrelerin Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

- ▶ Sistemde oluşabilecek basınç farklarına karşı dayanıklı olmalıdır.
- ▶ Basınç kayıplarını en aza indirmek için filtreler büyük seçilmelidir.
- ▶ Kullanılacak akışkanın türüne ve viskozitesine göre filtre seçilmelidir.
- ▶ Hidrolik devrede kullanılan akışkanın debisine ve sıcaklığına uygun filtre seçilmelidir.
- ▶ Hidrolik sistemin daha iyi çalışması için uzun ömürlü olmalıdır.
- ▶ Bakım maliyeti ekonomik ve montajı kolay olmalıdır.

2. UYGULAMA

Ağır şartlar altında çalışan bir iş makinesinin hidrolik sisteminde, tanka dönen yağın içinde metal parçacıkları ve diğer kirleticiler bulunmaktadır. Bu parçacıklar yağın ömrünü kısaltmakta ve deponun çabuk kirlenmesine sebep olmaktadır.

Derste edindiğiniz bilgileri kullanarak hidrolik yağın daha temiz ve uzun ömürlü olması için hangi tip filtre, hidrolik devrenin hangi hattına takılmalıdır?

Uygulama Çözümü

Dönüş hattı filtresi, hidrolik yağ dönüş hattına takılmalıdır.

2.2.5. Hidrolik Sistemde Kullanılan Filtre Donanımları

Filtre tasarımı, firmadan firmaya değişiklik gösterebilir. Önemli olan filtrenin filtreleme işlevidir. Parçacıkları tutma kabiliyeti ne kadar iyi ve hassas ise filtre kalitesi de o oranda iyi kabul edilir. Kaliteli filtrelemeye sahip filtrelerde, katman sayısı fazla dokumaları ise sıktır. Filtre elemanları iki grupta toplanır. Bunlar yüzeysel filtreler ve derin filtrelerdir.

⚠ DİKKAT

Filtre tasarımı, firmadan firmaya değişiklik gösterebilir.

Yüzeysel Filtreler: Yüzeysel filtreler tek katmandan oluşur. Genellikle metal veya kâğıt elemandan yapılır. Süzme işlemi, filtre malzemesinin yüzeyinde gerçekleşir. Kaba parçacıkları tutabilen ancak küçük parçacıkları geçiren bu filtreler genellikle ön temizlik işlemleri için daha uygundur. Bu tip filtreler daha çok emiş hattında kullanılır.

Derin Filtreler: Birden fazla katmandan oluşan derin filtreler, akışkan içindeki çok küçük parçacıkları süzebilecek kabiliyete sahiptir. Bu tip filtreler, pompadan sonra ve temizlik konusunda yüksek hassasiyet isteyen hidrolik devre elemanlarından önce kullanılır. Derin filtreler; cam elyafı, selülozik malzeme, sinterlenmiş metal elyaflar gibi filtre elemanlarından imal edilmektedir.

2.3. Hidrolik Pompalar

Düşük basınca sahip hidrolik sıvısına basınç kazandırarak sistemde dolaşımını sağlayan hidrolik devre elemanına **hidrolik pompa** denir.

Depodan çektiği akışkanı sabit bir debi ile hidrolik devreye gönderen pompalara **sabit debili pompalar**; sistemin ihtiyacına göre farklı debilerde pompalayabilen pompalara ise **değişken debili pompalar** denir.

2.3.1. Hidrolik Pompaların Görevi ve Sembolü

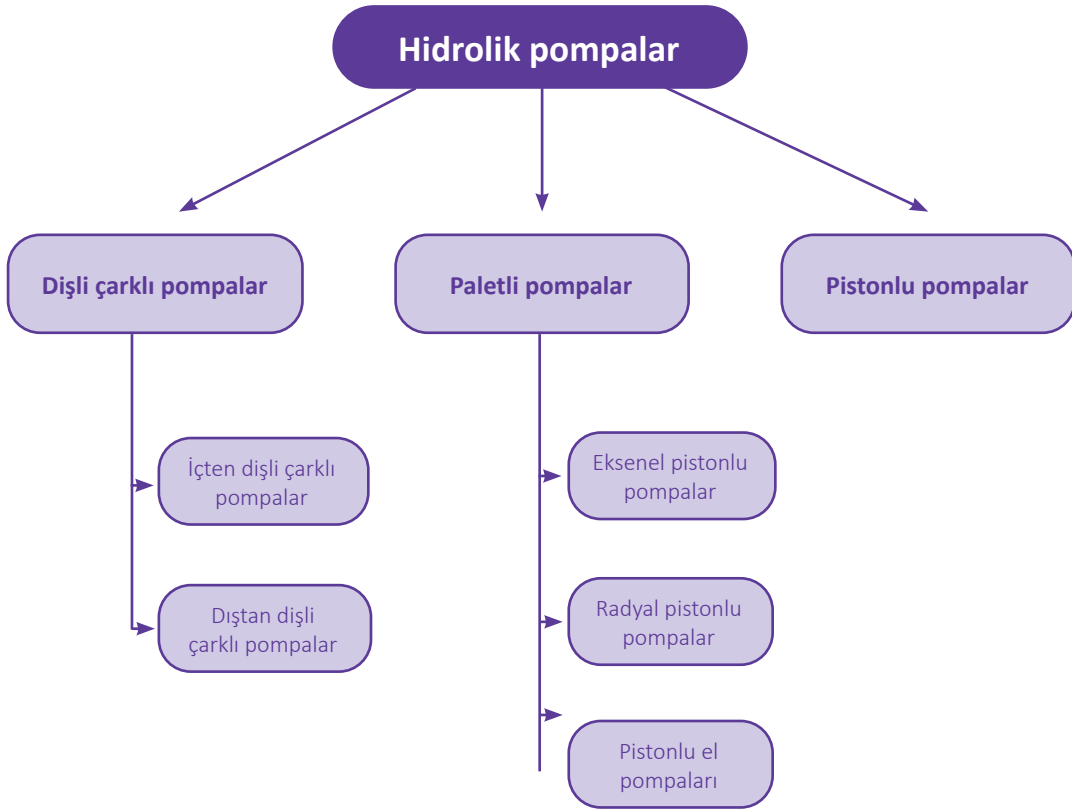
Hidrolik sistemin ana elemanlarından biridir. Pompaların görevi içten yanmalı bir motordan veya elektrik motorundan aldığı hareketle yağı depodan çekerek belirli bir basınçta ve debide hidrolik sisteme göndermektir. Pompa mekanik enerjiyi hidrolik enerjisine dönüştürür. Pompalar, sistemlerin ihtiyaçlarına göre farklı debi, basınç ve kapasitelerde üretilir. Görsel 2.13'te hidrolik pompa sembolü gösterilmiştir.



Görsel 2.13: Hidrolik pompa sembolü

2.3.2. Hidrolik Pompa Çeşitleri

Hidrolik pompalar, çalışma prensiplerine, debilerine, basınç değerlerine ve kapasitelerine göre sınıflandırılır. Şema 2.1'de hidrolik pompa çeşitleri görülmektedir.



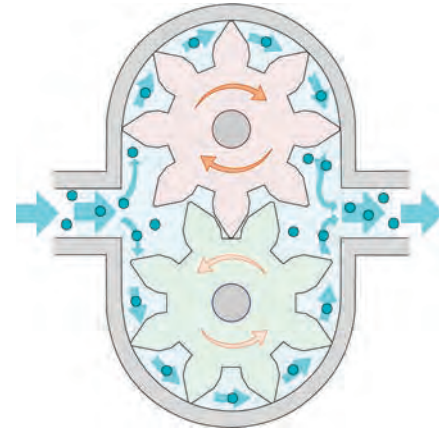
Şema 2.1: Hidrolik pompa çeşitleri

a) Dişli Çarklı Pompalar

Basit bir yapıya sahip olan dişli çarklı pompalar, birlikte çalışan iki adet düz veya helisel dişliden oluşur. Depodan çekilen yağ, dişlilerin arasındaki boşluklara dolarak basınç hattına gider. Dişliler ile pompa yüzeyi arasındaki boşluk dişlinin hareket edebileceği kadardır. Bu boşluğun artması, yağ sızıntısının olmasına, dolayısıyla pompa veriminin düşmesine sebep olur. Dişlilerin çapı ve diş derinliği ne kadar büyük olursa pompa basıncı ve debisi de o oranda büyük olur. Bu pompanın en büyük dezavantajları gürültülü çalışması, düşük verimli olması ve istenilen pompa basınçlarını sağlamada yetersiz kalmasıdır. Görsel 2.14'te dişli çarklı pompa resmi, Görsel 2.15'te dişli çarklı pompa kesiti gösterilmiştir.



Görsel 2.14: Dişli çarklı pompa



Görsel 2.15: Dişli çarklı pompa kesiti

Dişli Çarklı Pompaların Özellikleri:

- ▶ Basit bir tasarıma sahip olduklarından, bakımları kolay ve maliyeti düşüktür.
- ▶ Orta basınç ve düşük hacimlerde büyük güç oluşturabilir.
- ▶ Tozlu ortamlarda çalışmaya uygundur.
- ▶ Pompa çarklarının aşınma dayanımını arttırmak için sementasyon çeliğinden imal edilir.
- ▶ Farklı viskoziteye sahip akışkanları pompalayabilir.

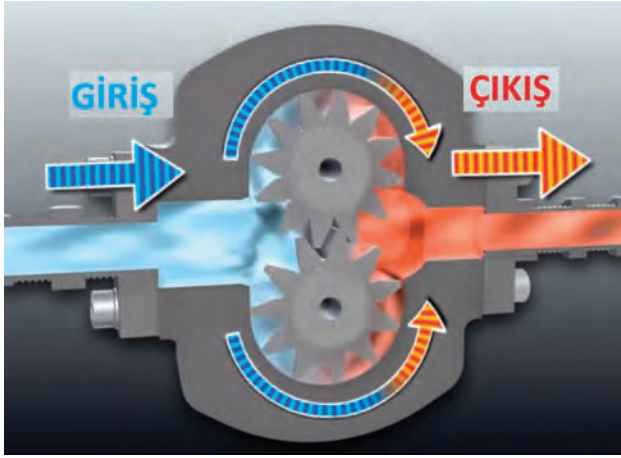


Görsel 2.16: İçten dişli pompa kesiti

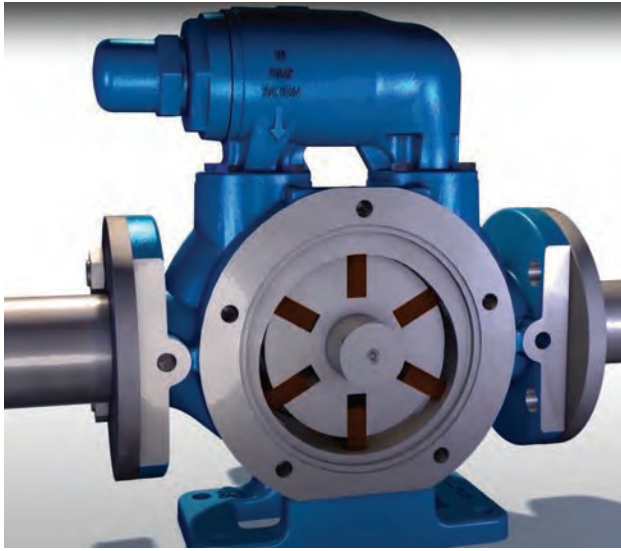
Dişli çarklı pompalar, içten dişli ve dıştan dişli olmak üzere iki çeşittir:

• İçten Dişli Çarklı Pompalar

İçten dişli çarklı pompalar iç içe ve eksenden kaçık bir şekilde birbirine bağlıdır. Dişliler birlikte ve aynı yönde döner. Ortadaki dişli, dış tarafta bulunan dişlinin dişleri arasındaki yağı sıkıştırarak dışarı doğru gitmesini sağlar ve böylelikle basınç oluşturulur. Diğer pompalara göre daha sessiz çalışır. Görsel 2.16'da içten dişli pompa kesiti görülmektedir.



Görsel 2.17: Dıştan dişli pompa



Görsel 2.18: Paletli pompa

Paletli Pompaların Özellikleri:

- ▶ Küçük boyutludur.
- ▶ Gürültüsüz ve titreşimsiz çalışır.
- ▶ 1000 ile 3000 devir/dk. arasında çalışır.
- ▶ Çalışma basınçları 160 bar'dır.
- ▶ Pompada sürtünmeler fazla olduğundan kayıplar da fazladır.
- ▶ Montajı zor ve bakımı zahmetlidir.
- ▶ Pompanın tasarımından dolayı iç sızıntılar fazladır.

c) Pistonlu Pompalar

Silindir içinde hareket eden pistonlar yardımıyla yağ depodan emilerek basınç hattına gönderilir. Emme basma işlemi pistonun illeri geri hareketi ile sağlanır. En önemli özellikleri, yüksek basınç oluşturabilmesi ve yüksek verime sahip olmasıdır.

• Dıştan Dişli Çarklı Pompalar

En fazla kullanılan pompa tipidir. Bu tip pompada dişliler, dıştan dışa birbirilerini kavradıkları için bu adı almıştır. Pompa dişlilerinden biri, motordan hareket alarak kendi ile birlikte diğer dişliyi de döndürür. Yağı dişli ile pompa yüzeyi arasında alarak emiş yapar. Emiş yapılan yağ dişli yardımıyla çıkış bölgesine alınırken basınç kazanmış olur. Görsel 2.17'de dıştan dişli çarklı pompa kesiti görülmektedir.

b) Paletli Pompalar

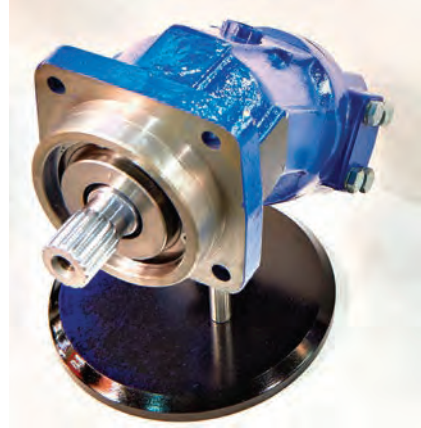
Bir kovan ve kovan içine yerleştirilen rotordan meydana gelir. Pompa hareketini bir eksantrik mil vasıtasıyla motordan alır. Emiş sırasında rotor kanatçıkları açılır, basma sırasında ise kanatçıklar içeri girer. Rotorun dönmesi ile kanatçıkların arasına alınan yağ depodan emilerek basınç hattı üzerinden sisteme gönderilir. Tek hazneli ve çift hazneli olarak da üretilir. Sabit ve değişken kapasiteli (debili) olmak üzere iki çeşidi vardır. Görsel 2.18'de paletli pompa kesiti görülmektedir.

Pistonlu Pompa Çeşitleri:

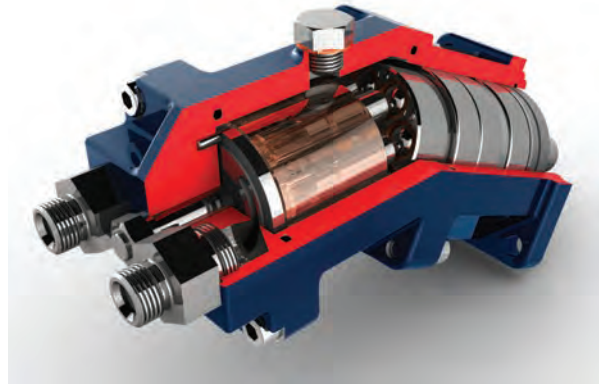
- ▶ Eksenel pistonlu pompalar
- ▶ Radyal pistonlu pompalar
- ▶ Pistonlu el pompaları

- **Eksenel Pistonlu Pompalar**

Eksenel pistonlu pompalarda pistonlar, pompa eksenine paralel bir şekilde bağlanmıştır. Bir blok içerisine yerleştirilmiş pistonların, ileri geri hareket etmesi ile basınç oluşturulur. Plakanın eğimli olması dairesel olan hareketin, pistonlara doğrusal hareket olarak iletilmesini sağlar. Plaka eğiminin azaltılıp çoğaltılmasıyla pistonun hareket ettiği kurs boyu uzatılıp kısaltılabilir. Bu da pompa basıncının ve debisinin değişimine olanak verir. Bu pompalar yüksek basınç ve verimle çalışır. Bu avantajlarının yanında, gövdelerinin büyük olması ve gürültülü çalışmaları dezavantajlarıdır. Sabit ve değişken kapasiteli (debili) olmak üzere iki çeşidi vardır. Görsel 2.19'da eksenel pistonlu pompa ve Görsel 2.20'de eksenel pistonlu pompa kesiti görülmektedir.



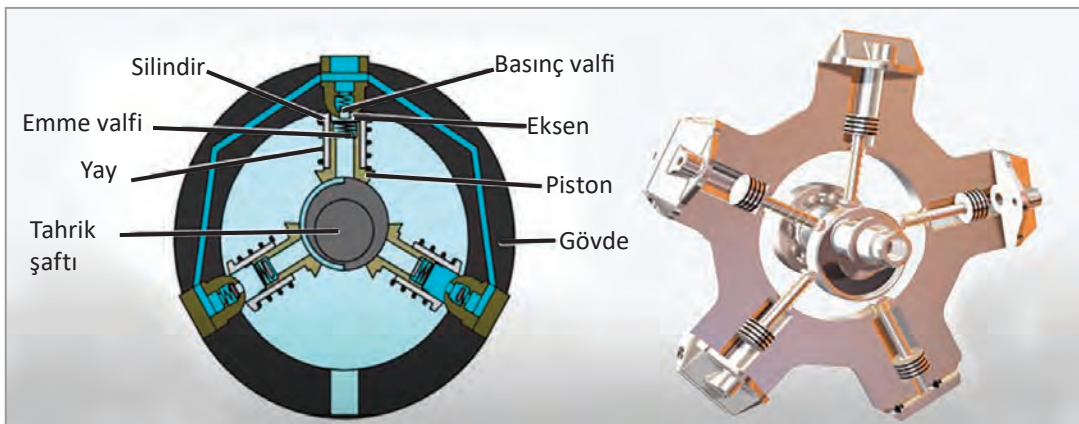
Görsel 2.19: Eksenel pistonlu pompa



Görsel 2.20: Eksenel pistonlu pompa kesiti

- **Radyal Pistonlu Pompalar**

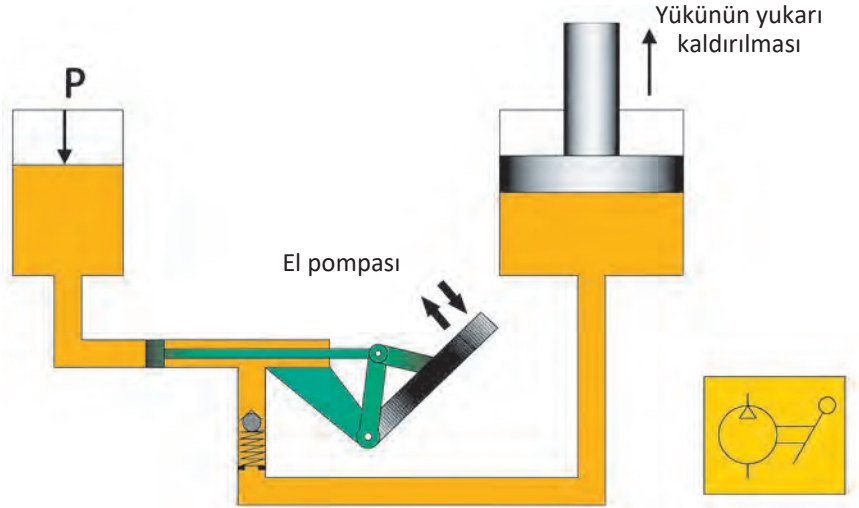
Pistonlar mil üzerine dikey olarak yerleştirilmiştir. Yıldız tipi içten yanmalı bir motorun pistonları gibi çalışır. Eksenden kaçık yerleştirilmiş rotorun dönmesiyle pistonların ileri geri hareketi sağlanır. Pistonlar sırayla vakum etkisi ile emiş yapar ve basınç hattına sırayla hidrolik yağı basar. Sabit ve değişken kapasiteli (debili) olmak üzere iki çeşidi vardır. Görsel 2.21'de radyal pistonlu pompa kesiti görülmektedir.



Görsel 2.21: Radyal pistonlu pompa

• Pistonlu El Pompaları

Sistemin ani durması veya akımın kesilmesi durumlarında kullanılır. Yapıları çok basittir. Krikoların çalışma prensiplerine göre çalışır. Görsel 2.22'de pistonlu el pompası görülmektedir.



Görsel 2.22: Pistonlu el pompası

2.3.3. Pompaların Çalışma Prensibi

Bütün pompalar azalan ve artan hacim sistemine göre çalışır. Emme anında hacim artar basma anında ise hacim küçülür. Pompalar bu hareketlerini bir motordan alarak yapar. Pompalar, hidrolik yağını depodan emerek içerisindeki mekanizma sayesinde basıncı artırır ve devreye gönderir. Gönderilen yağın basıncı boruların çapına bağlıdır. Büyük çaplı borularda basınç küçük iken küçük çaplı borularda ise basınç büyüktür.

Pompalar hidrolik devreye bağlanmadan önce bazı kontrolleri yapılmalıdır. Bu kontroller şunlardır:

- ▶ Pompa çalıştırılmadan önce basınç borusuna bir miktar yağ konulmalıdır.
- ▶ Pompa takılırken motorun dönüş yönü ile pompanın dönüş yönüne dikkat edilmelidir.
- ▶ Emme ve basınç hatlarındaki valflerin açık olmasına dikkat edilmelidir.
- ▶ Filtrelerin temiz olmasına dikkat edilmelidir.

2.3.4. Pompanın Motora Bağlantı Şekli

Pompaların bağlantısı yapılırken motor ile aynı eksende olmasına dikkat edilmelidir. Pompa çalıştıkça ekseninde kaçıklık artabilir. Pompa ve motor bağlantısı esnek bir kavrama ile yapılırsa pompa ve motora gelecek zarar önlenmiş olur.

2.3.5. Debi

Hidrolik sistemde birim zamanda akan akışkan miktarına debi denir. Hesaplamalarda Q ile gösterilir. Birimi m^3/s , $cm^3/dk.$, $dm^3/dk.$ veya $l/dk.$ olarak kullanılır. Debi debimetre ile ölçülür.

2.3.6. Debinin Hesaplanması

Dişli çarklı pompa ve paletli pompalarda debi hesaplaması aşağıdaki örneklerle açıklanmıştır.

2.3.6.1. Dişli Çarklı Pompalarda Debi Hesaplanması

Görsel 2.23'te diş yüksekliği (h), dişli çark genişliği (b) ve dişli bölüm dairesi çapı (D_o) gösterilmiştir.

$Q = D_o \cdot b \cdot h \cdot W$ (cm^3/s) bu formülde geçen;

$Q =$ Dişli çarklı pompanın debisi (cm^3/s)

$D_o =$ Dişli çark bölüm dairesi çapı (cm)

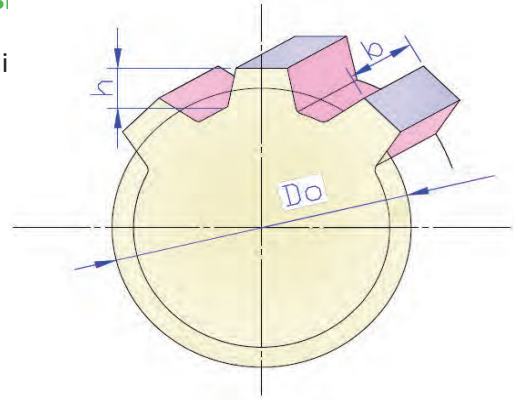
$b =$ Dişli çark genişliği (cm)

$h =$ Diş yüksekliği (cm)

$W =$ Açısal hızın sembolüdür.

$W = 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}$ formülü ile problemlerde devir/dk. olarak verilen hızın radyan/s'ye dönüşümü sağlanır.

1 devir/s = $2 \cdot \pi$ radyan/s'dir.



Görsel 2.23: Dişli çark

1. Örnek Problem

Bir iş makinesinin dişli çarklı pompasının mili 1600 devir/dk. ile dönmektedir. Dişlinin bölüm dairesi çapı 85 mm, diş genişliği 40 mm ve diş yüksekliği 15 mm ise pompanın debisini bulunuz.

$$n = 1600 \text{ devir/dk.}$$

$$Q = ?$$

$$D_o = 85 \text{ mm} = 8,5 \text{ cm}$$

$$W = ?$$

$$b = 40 \text{ mm} = 4 \text{ cm}$$

$$h = 15 \text{ mm} = 1,5 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14 \text{ alınacak.}$$

Çözüm

$$Q = D_o \cdot b \cdot h \cdot W$$

$$W = 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}$$

$$W = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1600}{60} \text{ ise } W = 167,5 \text{ (rad/s)}$$

$$Q = 8,5 \cdot 4 \cdot 1,5 \cdot 167,5$$

$$Q = 8\,542,5 \text{ cm}^3/\text{s} \text{ olarak bulunur.}$$

2. Örnek Problem

Dişli bir pompa 1400 devir/dk. ile dönmektedir. Dişlinin genişliği 60 mm, bölüm dairesi çapı 90 mm ve diş yüksekliği ise 30 mm'dir. Açısal hız ise 146,5 radyan/s'dir. Buna göre debiyi hesaplayınız.

$$n = 1400 \text{ devir/dk.}$$

$$D_o = 90 \text{ mm} = 9 \text{ cm}$$

$$b = 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ mm} = 3 \text{ cm}$$

$$w = 146,5 \text{ radyan/s}$$

$$Q = ?$$

Çözüm

$$Q = D_o \cdot b \cdot h \cdot W$$

$$Q = 9 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 146,5 \quad Q = 23\,733 \text{ cm}^3/\text{s} \text{ olarak bulunur.}$$

3. Örnek Problem

Bir iş makinesinin pompası dişli çarklı pompa olup pompa mili 2100 devir/dk. ile dönmektedir. Pompa dişlisinin bölüm dairesi çapı 90 mm, diş genişliği 50 mm ve diş yüksekliği 20 mm'dir. Bu durumda pompa debisi ne olur?

$$N = 2100 \text{ devir/dk.}$$

$$D_o = 90 \text{ mm} = 9 \text{ cm}$$

$$b = 50 \text{ mm} = 5 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ mm} = 2 \text{ cm}$$

$$W = ?$$

$$Q = ?$$

Çözüm

$$W = 2 \cdot p \cdot \frac{n}{60} \quad W = 2 \times 3,14 \times \frac{2100}{60} = 219,8 \text{ radyan/s}$$

$$Q = D_o \cdot b \cdot h \cdot W$$

$$Q = 9 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 219,8 \quad Q = 19\,782 \text{ cm}^3/\text{s} \text{ olarak bulunur.}$$

2.3.6.2. Paletli Pompalarda Debi Hesaplaması

Paletli pompalarda debi hesaplanırken aşağıdaki formüller kullanılır.

$$Q_t = \frac{2 \cdot p \cdot h \cdot b \cdot n \cdot (d + h)}{1000} \text{ (l/dk.)}$$

$Q = Q_t \cdot \eta$ Formülde geçen;

Q_t = Teorik debi (l/dk.)

Q = Gerçek debi (l/dk.)

b = Paletin genişliği (cm)

n = Pompa mili devir sayısı (devir/dk.)

d = Rotorun çapı (cm)

h = Paletin aksenal kaçıklığı (cm)

η = % olarak pompa verimliliği

Paletli bir pompanın tek devirde sisteme gönderdiği akışkan miktarı ise;

$V = 2 \cdot e \cdot b \cdot [p(R + r) + s \cdot n]$ formülde geçen;

V = Pompanın bir devirde bastığı akışkan miktarı (cm³)

e = Eksen kaçıklığı (cm)

R = Gövde iç yarıçapı (cm)

r = Rotor yarıçapı (cm)

s = Palet kalınlığı (cm)

n = Pompa mili devir sayısı (devir/dk.)

4. Örnek Problem

Devir sayısı 1500 devir/dk. olan paletli pompanın rotor çapı 25 cm, paletin kursu 15 cm'dir. Pompa %80 verimle çalışmaktadır. Paletin aksenal kaçıklığı 15 cm, genişliği 25 cm ve kalınlığı 0,2 cm olup gövde iç çapı 36 cm'dir. Buna göre:

a) Paletli pompanın debisini l/dk. olarak bulunuz.

b) Paletli pompanın bir devirde sisteme gönderdiği akışkan miktarını bulunuz.

$$n = 1500 \text{ devir/dk.} \quad d = 25 \text{ cm} \quad h = 15 \text{ cm} \quad \eta = \%80 \quad e = 15 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm} \quad R = 36 \text{ cm} \quad r = 36/2 = 18 \text{ cm.} \quad s = 0,2 \text{ cm}$$

$$Q_t = ? \quad Q = ? \quad V = ?$$

Çözüm

$$Q_t = \frac{2 \cdot p \cdot h \cdot b \cdot n \cdot (d + h)}{1000} \text{ (l/dk.)}$$

$$Q_t = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 25 \cdot 1500 \cdot (25 + 15)}{1000} = 141 \text{ 300 (cm}^3\text{/dk.)}$$

$$Q = Q_t \cdot \eta$$

$$Q = Q_t \cdot \eta = 141 \text{ 300} \cdot 0,80 = 113 \text{ 040 (cm}^3\text{/dk.)} = 113,04 \text{ l/dk.}$$

$$V = 2 \cdot e \cdot b \cdot [\pi \cdot (R+r) + s \cdot n]$$

$$V = 2 \cdot 15 \cdot 25 \cdot [3,14 \cdot (36+18) + 0,2 \cdot 1 \text{ 500}]$$

$$V = 352 \text{ 170 cm}^3\text{/dk.} = 0,352 \text{ m}^3\text{/dk bir devirde sisteme gönderilen akışkan miktarı.}$$

2.3.7. Hidrolik Pompaların Karşılaştırılması

Her pompanın farklı ölçülerde ve kapasitelerde modelleri vardır. Karşılaştırıldığında en büyük ölçülere sahip olan pistonlu pompalardır. En küçük ölçülerde ise dişli pompalardır. Kanatlı pompalar ise bu iki pompanın ortasında bulunur. Tablo 2.1'de debi, basınç ve devir değerleri görülmektedir.

Tablo 2.1: Hidrolik Pompa Karşılaştırma Tablosu

Pompa tipi	Debi (l/dakika)	Basınç (kg/cm ²)	Devir (devir/dakika)
Dişli pompalar	0,75 - 560	18 - 200	800 - 3500
Paletli pompalar	1,8 - 940	18 - 200	1200 - 4000
Pistonlu pompalar	1,8 - 1700	50 - 400	600 - 6000

Tablo 2.1 incelendiğinde pompaların geniş bir çalışma aralığına sahip olduğu görülmektedir. Verimler karşılaştırıldığında ise pistonlu pompaların daha verimli olduğu görülmektedir. Dişli tip pompaların ise daha düşük verime sahip olduğu görülmektedir.

2.3.8. Hidrolik Pompalarda Verimin Hesaplanması

Pompaların daha iyi performansla çalışması için üretici firmaların belirlediği önerilere uyulmalıdır. Pompalar çalışırken sürtünmeden dolayı verim kayıpları yaşanır bu da dolaylı olarak gücün bir kısmının kaybolmasına sebep olur. Pompaların montajı sırasında uygun toleranslar verilirse kayıplar azalır. Pompanın giriş kısmı ile depo arasındaki mesafe iyi ayarlanmalıdır. Çünkü bu mesafe ne kadar uzun olursa verim ve basınç o kadar düşer. Hidrolik pompalarda verim hesaplanırken aşağıdaki formül kullanılır.

$G = Q \cdot P$ şeklinde hesaplanır.

$$Q = \frac{450 \cdot n \cdot \eta}{1000} \text{ l/dk. (Pompanın debisi)}$$

$$P = \frac{450 \cdot \eta}{Q} \text{ bar (Pompa basıncı)}$$

$$G_1 = \frac{Q \cdot G}{600 \cdot \eta} \text{ Kw (Elektrik motorunun gücü)}$$

$$n = \frac{Q \cdot 1000}{v \cdot \eta} \text{ dev/dk. (Pompa devri)}$$

$$\eta = \frac{G}{G_1} \text{ (% olarak verim)}$$

Formülde geçen ;

η = Verim (%)

G = Pompaya etki eden güç (kW)

G_1 = Elektrik motorunun gücü (kW)

Q = Pompanın debisi (cm³/dk.)

P = Pompanın çalışma basıncı (N/cm²)

V = Pompadan belirli bir devirde geçen akışkan miktarı (cm³/devir)

n = Pompa devir sayısı (devir/dk.)

5. Örnek Problem

Bir pres makinesinin verimi hesaplanmak istenmektedir. Pompanın çalışma basıncı 120 bar ve debisi 30 l/dk.'dır. Pompanın bağlı olduğu elektrik motorunun gücü ise 12 kW'tır. Bu pompanın verimini bulunuz.

$$P = 120 \text{ bar} = 1200 \text{ N/cm}^2 \quad Q = 30 \text{ l/dk.} = 30 \text{ 000 cm}^3/\text{dk.} \quad G_1 = 12 \text{ kW}$$

$$G = ? \quad \eta = ?$$

Çözüm

$$G = Q \cdot P \quad G = 30 \text{ 000} \cdot 1200 \quad G = 36 \cdot 10^6 \text{ Ncm/dk.}$$

Önce Ncm/dk'yı Nm/s'ye yani watt'a çevirelim.

$$1 \text{ Ncm/dk.} = \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{100} = \frac{1}{600} \text{ Nm/s}$$

$$G = 36 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{6000} = 6000 \text{ Nm/s} = 6000 \text{ watt} = 6 \text{ kW} \quad \eta = \frac{G}{G_1} = \frac{6}{12} \cdot 100 = \% 50$$

2.3.9. Hidrolik Pompa Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

- ▶ Pompa, kullanılacağı sisteme uygun olmalıdır.
- ▶ Pompanın çalışma güvenilirliği yüksek olmalıdır.
- ▶ Kullanılacak akışkanın viskozitesine uygun olmalıdır.
- ▶ İhtiyaç duyulan debi aralığını sağlayabilmelidir.
- ▶ Çalışma basıncı ve devri istenilen aralıkta olmalıdır.
- ▶ Pompanın verimi yüksek olmalıdır.
- ▶ Pompanın dönüş yönü ihtiyaca uygun olmalıdır.
- ▶ Pompanın ses ve gürültü seviyesi düşük olmalıdır.
- ▶ Montajı kolay, bakım ve onarımı ekonomik olmalıdır.
- ▶ Yeterli servis ağına sahip olmalı ve yedek parça temini kolay olmalıdır.

2.3.10. Pompa ve Akışkan Uyumu

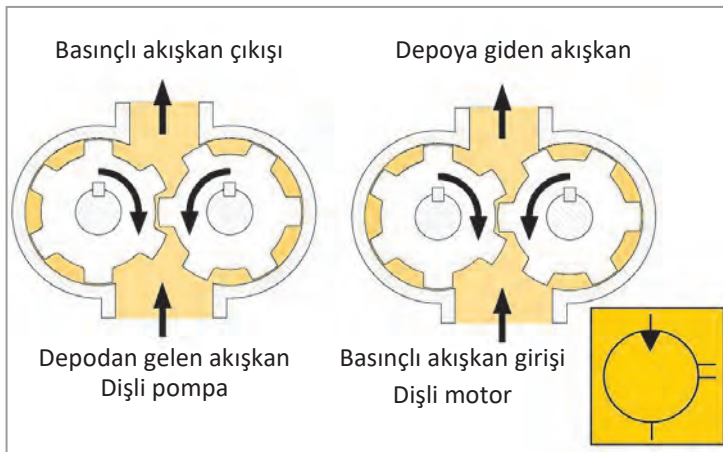
Hidrolik sistemde kullanılan akışkanın viskozitesi ile pompa uyumlu olmalıdır.

Pompanın daha iyi ve verimli çalışması için akışkandan beklenen özellikler şunlardır:

- ▶ Pompa iç yüzeyinde iyi bir yağ filmi oluşturabilmelidir.
- ▶ Sistemi soğutabilmelidir.
- ▶ Yüksek basınçlarda özelliğini kaybetmemelidir.
- ▶ Uzun süreli çalışabilmelidir.
- ▶ Viskozitesi uygun olmalıdır.

2.4. Hidrolik Motorlar

Hareket oluşturan devre elemanıdır. Hidromotor olarak da isimlendirilir.



Görsel 2.24: Hidrolik motor ve sembolü

2.4.1. Hidrolik Motorların Görevi ve Sembolü

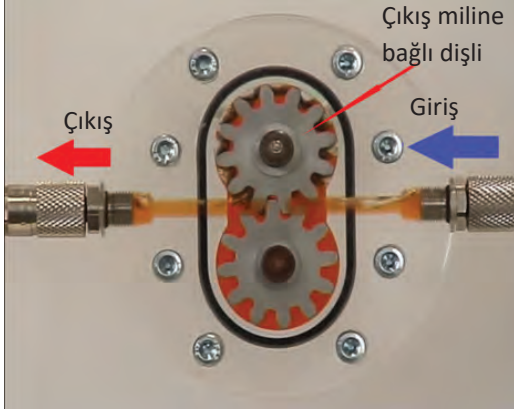
Hidrolik motorlar pompadan gelen hidrolik enerjiyi dairesel harekete dönüştürerek mekanik enerjiyi elde eder. Çalışma prensipleri pompaların tam tersidir. Pompalar mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştürürken motorlar ise hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürür. Hidrolik motora giren akışkanın debisi ne kadar fazla ise devir de o oranda yüksek olur. Görsel 2.24'te hidrolik motor ve sembolü görülmektedir.

2.4.2. Hidrolik Motor Çeşitleri

Hidrolik sistemlerde çeşitli tip ve kapasitede hidrolik motorlara ihtiyaç duyulmaktadır. Hidrolik motor çeşitleri şunlardır:

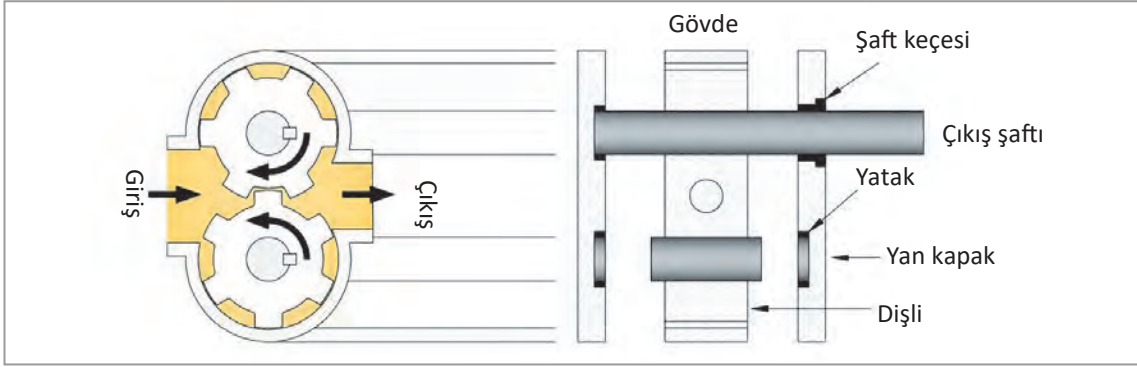
Dişli Tip Hidrolik Motorlar

Dişli tip motorlar bir gövde içerisine monte edilmiş iki uyumlu dişliden oluşur. İki dişli de aynı diş özelliğine sahip olup basınçlı akışkan tarafından hareket ettirilir.



Görsel 2.25: Dıştan dişli tip hidrolik motor

Dişlilerden biri motorun çıkış miline bağlıyken diğer dişli serbest hareket etmektedir. Basınçlı akışkan dişlilerin arasındaki yuvaya dolarken dişlileri döndürmeye zorlar. Basınçlı akışkan direncin az olduğu yolu izler. Akışkan hidrolik motorun diğer tarafında düşük basınçta çıkar. Dişliler ile gövde arasındaki tolerans boşluğu akışkan sızıntısını önlerken hacimsel verimin artmasına yardımcı olur. Dişli tip motorlar içten dişli ve dıştan dişli tip motor olarak iki çeşittir. Görsel 2.25'te dıştan dişli tip hidrolik motor ve Görsel 2.26'da ise dıştan dişli tip hidrolik motor kesiti görülmektedir.



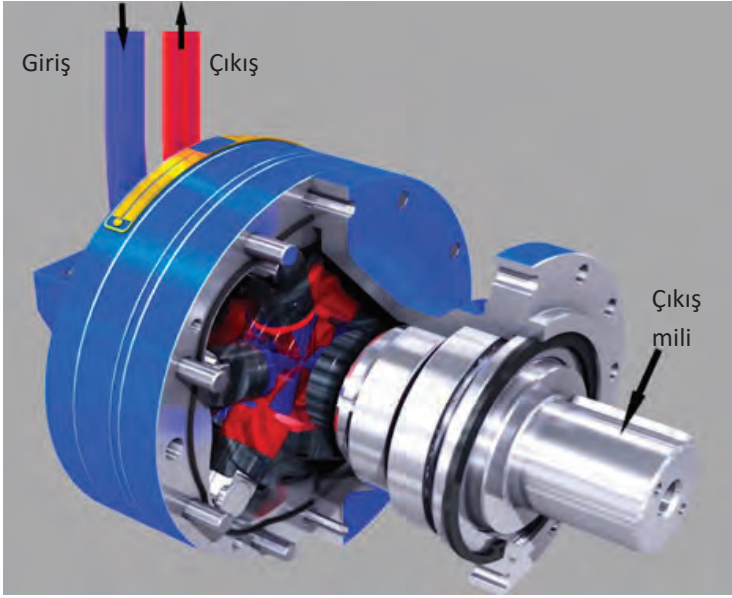
Görsel 2.26: Dıştan dişli tip hidrolik motor kesiti

Pistonlu Tip Hidrolik Motorlar

Özellikle iş makinelerinde kullanılan hidrolik motorlardır. Hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürme dışında, pistonlu pompalarla çalışma şekilleri benzerdir. Pistonlu motorlar fazla basınç ve hızın istendiği sistemlerde kullanılır. Diğer tip motorlardan daha karmaşık olduğundan bakımları zahmetli ve pahalıdır. Eksenel pistonlu ve radyal pistonlu olmak üzere iki çeşidi vardır. İş makinelerinde eksenel pistonlu motorlar tercih edilmektedir. Radyal pistonlu motorlar ise endüstriyel tesislere daha uygundur. Eksenel pistonlu motorun tasarımı bir gövdenin içerisine dairesel olarak yerleştirilmiş pistonlardan oluşur. Pompanın gönderdiği akışkan giriş kanalından girerek pistonları hareket ettirir. Burada oluşacak kuvvet pistonun etki alanı ile akışkan basıncının çarpımıyla elde edilir. Bu kuvvet eğim plakasına doğru pistonu iter. Diğer pistonlar da bu kuvvete maruz kalarak aynı şekilde hareket eder ve çıkış milini döndürerek mekanik enerji elde edilmiş olur. Görsel 2.27'de eğik eksenli pistonlu motor görülmektedir.



Görsel 2.27: Eğik eksenli pistonlu tip hidrolik motor

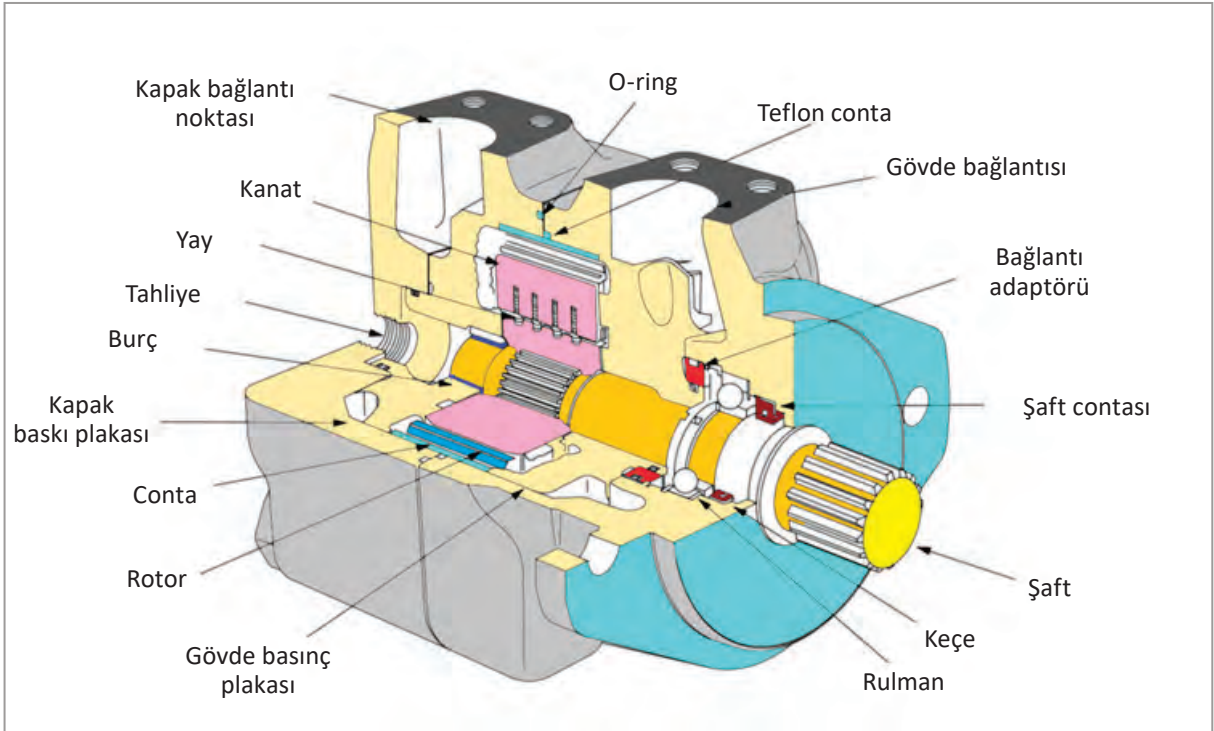


GörSEL 2.28: Radyal pistonlu motor

Ağır işlerde ve yüksek tork istenen yerlerde radyal pistonlu motorlar tercih edilir. Radyal pistonlu motorların çalışması, pompanın göndermiş olduğu akışkanın basıncının etkisiyle olmaktadır. Bu basıncın etkisiyle kam üzerindeki haznelere hareket ettirilerek motor milinin dönmesi sağlanır. GörSEL 2.28'de radyal pistonlu motor görülmektedir.

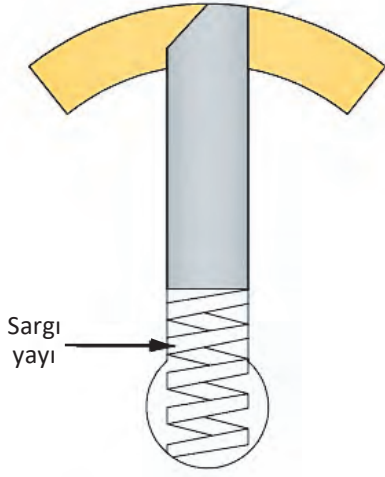
Paletli Tip Hidrolik Motorlar

GörSEL 2.29'da görüldüğü gibi paletli tip motorlar ana gövde içine yerleştirilmiş rotor, kanat, dağıtım plakası ve çıkış milinden oluşur. Dişli motorların çalışmasına benzer bir çalışma sistemleri vardır. Giriş kanalından giren akışkan bazı kanatların her iki yüzeyine basınç uygulamaktadır. Paletlere uygulanan dönüş yönündeki kuvvet ters yönde uygulanan kuvvetten büyük olduğundan dönme hareketi gerçekleşir. Dönüş yönünde dönme hareketini tamamlayan akışkan çıkış kanalından depoya geri döner. Bu motorlarda sistemden gelen yağ, paletleri dışarı çıkarabilecek basınçta olursa dönme hareketi başlar.

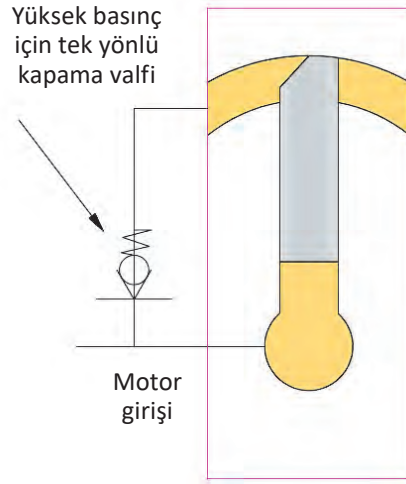


GörSEL 2.29: Paletli tip hidrolik motor

Paletler basınçlı akışkan gelmeden dışarı çıkmaz. Bu sebeple akışkan bypass edilmiş olur ve motor döndürülmez. Diğer hidrolik motorlara göre bakım onarım işçiliği fazla olmasına karşın çalışma basıncı ile verimi düşüktür. Görsel 2.30 ve 2.31’de kanatların açılma kesitleri görülmektedir.



Görsel 2.30: Paletin yay ile dışarı çıkarılması



Görsel 2.31: Paletin yağ basıncı ile dışarı çıkarılması

2.4.3. Hidrolik Motorların Kullanma Alanları

Hidrolik motorlar çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Kullanım alanları şunlardır:

- ▶ Ağır iş makineleri
- ▶ Otomotiv sanayi
- ▶ Takım tezgâhları
- ▶ Gemi sanayi
- ▶ Demir çelik sanayi
- ▶ Döküm sanayi

2.4.4. Hidrolik Motorların Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

Hidrolik motor seçilirken dikkat edilmesi gereken birçok özellik vardır. En önemlisi kullanım amacıdır. Diğer özellikler şunlardır:

- ▶ Hidrolik motorun devri, çalışma basıncı ve boyutları uygun olmalıdır.
- ▶ Basınç sınırları dikkate alınmalıdır. Motorun üreteceği döndürme kuvveti, sistemin basıncıyla bağlantılıdır. Sistem basıncı yüksek olan devrede, düşük basınç sınırına sahip motor kullanılırsa motor hasar görür.
- ▶ Motor istenen yükü karşılayabilmelidir. Büyük yük gerektiren yerde düşük yüklü motor kullanılmamalıdır.
- ▶ Seçilen motorun torku ile ihtiyaç duyulan tork birbirlerini karşılamalıdır.
- ▶ İhtiyaç duyulan debi miktarı dikkate alınmalıdır.
- ▶ Hidrolik motorun gücü, kullanacağımız devreye uygun olmalıdır.
- ▶ Kullanacağımız devrenin boyutlarına uygun motor seçilmelidir.
- ▶ Hidrolik motorun bakımı, onarımı ve montajı kolay olmalı; yedek parça tedarikinde zorluk yaşanmamalıdır.
- ▶ Ekonomik olmalıdır.

2.4.5. Hidrolik Motorlarda Döndürme Momentinin Hesaplanması

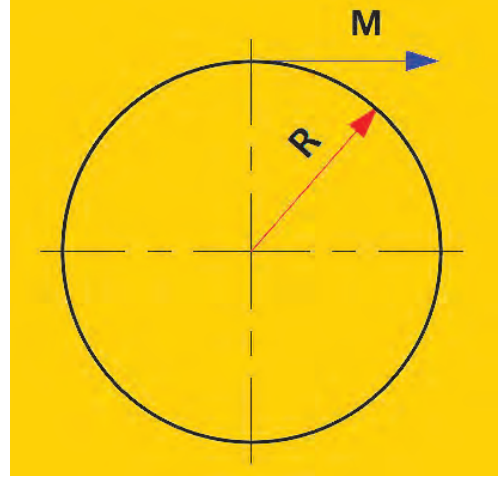
Hidrolik motorlar çalışırken döndürme momenti oluşturur. Hidrolik motorlar tercih edilirken sağladıkları moment dikkate alınır. Hidrolik motorların moment hesaplaması Görsel 2.32'de gösterildiği gibidir.

$$M = P \cdot R \text{ (kgfm) veya (daNm)}$$

M = Döndürme moment

P = Çevresel kuvvet (kgf), (daN)

R = Çevresel yarıçap (m)



Görsel 2.32: Döndürme momenti

6. Örnek Problem

Bir hidrolik motorun çevresel yarıçapı 40 cm, çevresel kuvveti 60 daN'dur. Bu hidrolik motordan ne kadar döndürme momenti elde edileceğini bulunuz.

Çözüm

$$R = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m} \quad P = 60 \text{ daN}$$

$$M = ?$$

$$M = P \cdot R$$

$$M = 0,4 \cdot 60$$

$$M = 24 \text{ daN olur.}$$

$$\text{Döndürme momenti; } M = \frac{P \cdot V \cdot \eta_{\text{hac}}}{2 \cdot \pi \cdot 100}$$

P = Çalışma basıncı (bar) veya (daN/cm²)

V = Geometrik emiş hacmi

η_{hac} = hacimsel verim (0,9 – 0,95)

7. Örnek Problem

Bir hidrolik motorun çalışma basıncı 40 bar, hacimsel verimi %90 ve geometrik emiş hacmi 20 litre ise bu motorun döndürme momentini bulunuz.

$$P = 40 \text{ bar} = 4000 \text{ kN/m}^2 \quad V = 20 \text{ litre} = 0,02 \text{ m}^3 \quad \eta_{\text{hac}} = 0,90$$

$$\pi = 3,14$$

$$M = ?$$

Çözüm

$$M = \frac{P \cdot V \cdot \eta_{\text{hac}}}{2 \cdot \pi \cdot 100} = \frac{4000 \cdot 0,02 \cdot 0,90}{2 \cdot 3,14 \cdot 100} = 0,115 \text{ kNm} = 115 \text{ Nm}$$

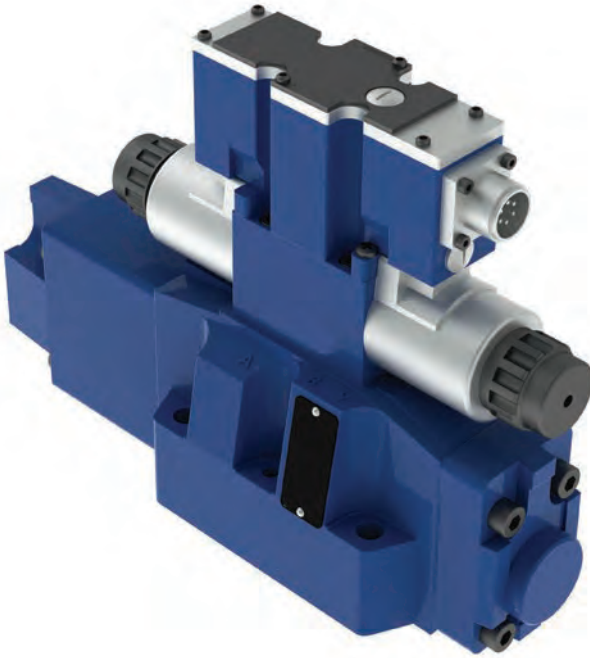
2.5. Valfler

Valf Türkçede vana demektir. Hidrolik sistemlerde farklı görevleri yerine getiren devre elemanıdır.

2.5.1. Valflerin Görevi

Valfler; hidrolik devredeki akışkanın yönünü, hızını ve basıncını değiştiren elemanlardır. Akışkanın yolunu açan ve kapatan, basıncını azaltıp yükselten, yön kontrolünü yapan ve akışkan miktarını ayarlayan hidrolik devre elemanıdır.

Valfler hidrolik sistemde silindir ve motorların hareketlerini kontrol eder. Böylece silindir ve motorların istenilen hızda, istenilen yönde hareket etmesi sağlanmış olur. Ayrıca hidrolik sistemde görevi biten akışkanın hidrolik deposuna dönmesini sağlar.

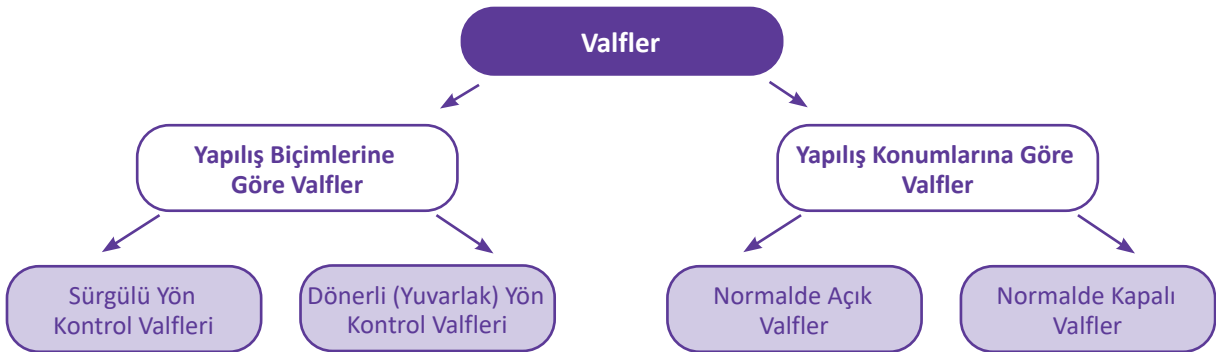


Görsel 2.33: Yön kontrol valfi

2.5.2. Yön Kontrol Valfleri

Yön kontrol valfleri adından da anlaşıldığı gibi akışkanın yönünü kontrol etmeye yarayan devre elemanıdır. Hidrolik sistemlerde alıcıların belirlenen yönde çalışmasını sağlar. Hidrolik sistemdeki devre elemanı hangi yöne gidecekse yön kontrol valfi sıvıyı o tarafa yönlendirir. Hidrolik sistemlerde, alıcıların sağa sola, ileri geri hareket etmesini ve istendiğinde yönünün değişimini veya durmasını sağlar. Yön kontrol valfleri yapılaş biçimlerine ve konumlarına göre iki çeşittir. Görsel 2.33'te yön kontrol valfi gösterilmiştir.

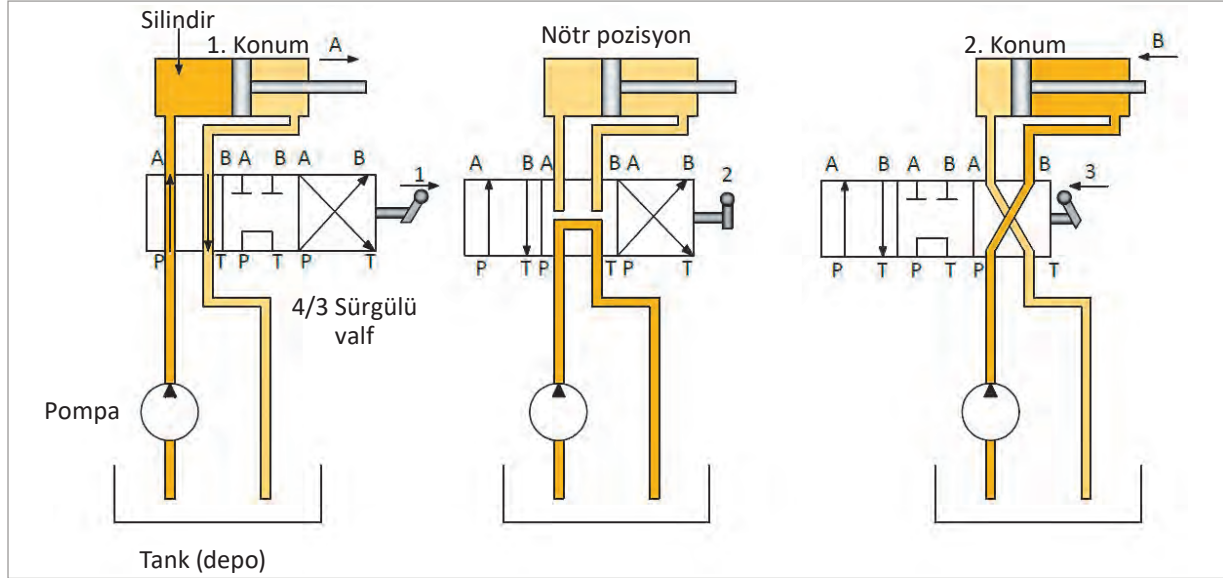
2.5.3. Yön Kontrol Valf Çeşitleri



Şema 2.2: Yön kontrol valflerinin çeşitleri

Sürgülü Yön Kontrol Valfleri

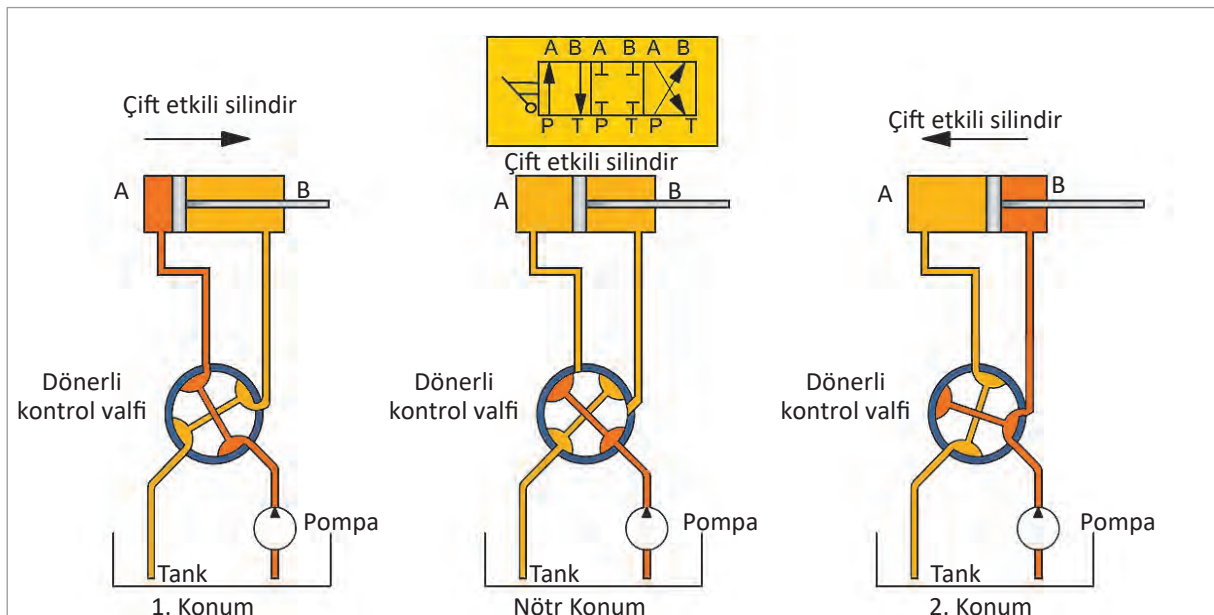
Endüstride ve iş makinelerinde yaygın olarak kullanılan valflerdir. Valf, gövde ve gövde içerisinde illeri geri hareket eden sürgüden oluşur. Gövdesinde çalışma kanalları, sürgüde de kademeler bulunur. Valfin gövdesi üzerinde bulunan bağlantı kanallarına yol adı verilir. Görsel 2.34'te sürgülü yön kontrol valfinin pozisyonları gösterilmiştir.



Görsel 2.34: Sürgülü yön kontrol valf devresi

Döner Yön Kontrol Valfleri

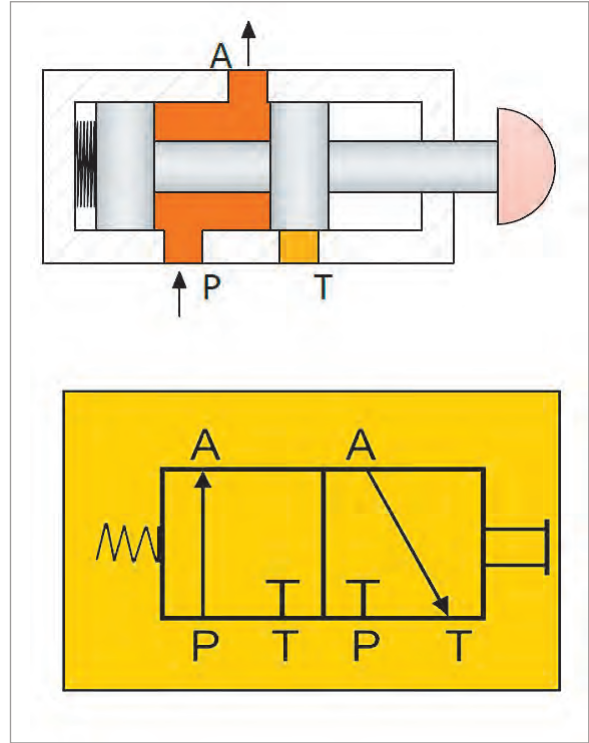
Döner yön kontrol valfleri bir gövde ve gövde içerisine yataklandırılmış bir rotordan oluşur. Rotorda yağ kanalları, gövde üzerinde ise bağlantı noktaları bulunur. Rotorun çalışması sırasında birbirleri ile hizalanan kanallardan akışkan geçişi olurken çakışmayan kanallar kapalı konumda kalır. Debisi ve basıncı düşük olduğundan bu tip valfler genellikle pilot valf olarak kullanılır. Görsel 2.35'te döner yön kontrol valfi devresi ve sembolü görülmektedir.



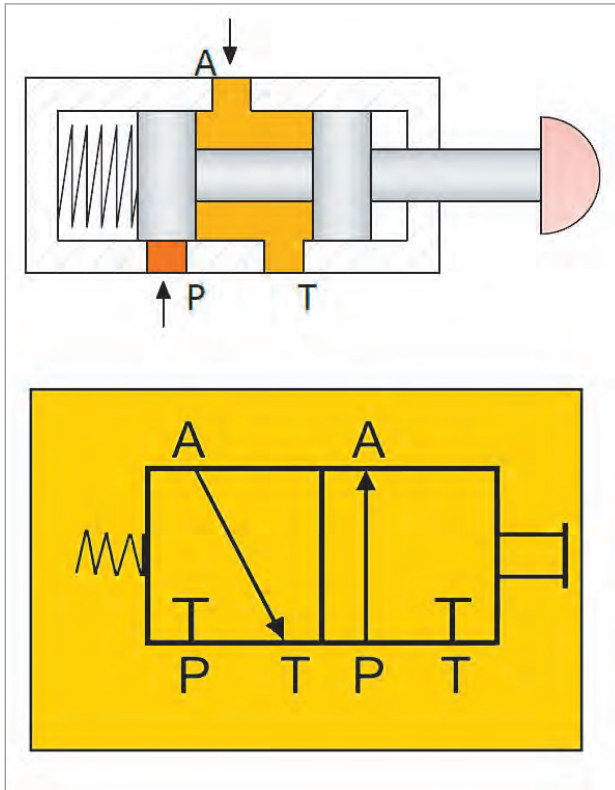
Görsel 2.35: Döner yön kontrol valfi kesiti ve sembolü

Normalde Açık Valfler

Hidrolik pompadan (P) gelen basınçlı akışkanın yolu normal şartlarda açıktır. Pompa tarafından depodan çekilen basınçlı akışkan P hattını takip ederek çıkış yolu olan A'dan geçip çalışma hattına direkt ulaşıyorsa bu tip valflere normalde açık valf denir. Valfe müdahale edilmeği müddetçe akışkanın akışı devam eder. Görsel 2.36'da normalde açık valf kesiti ve sembolü görülmektedir.



Görsel 2.36: Normalde açık valf kesiti ve sembolü



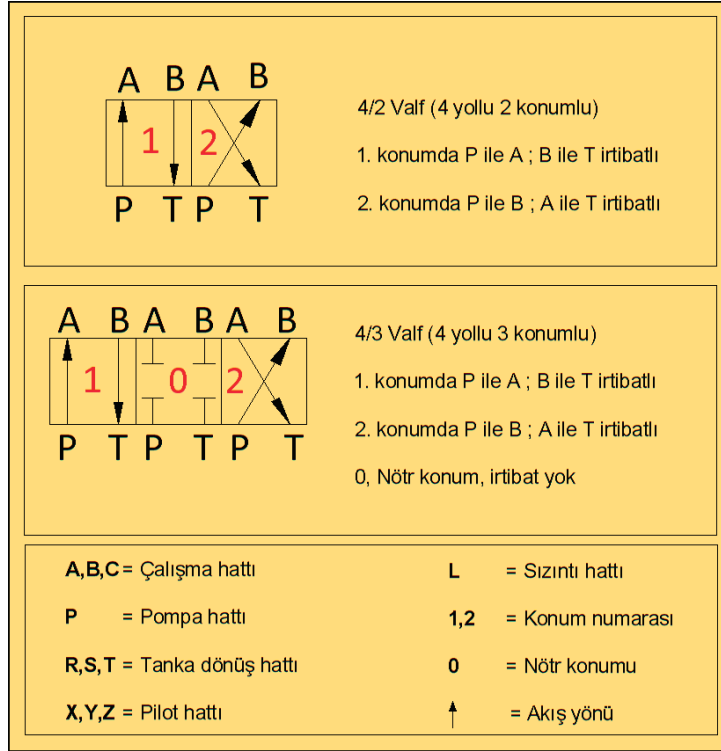
Görsel 2.37: Normalde kapalı valf kesiti ve sembolü

Normalde Kapalı Valfler

Hidrolik pompadan (P) gelen basınçlı akışkanın yolu normal şartlarda kapalıdır. Akışkan yolunun açılması için valf butonunun hareket ettirilmesi gerekir. Bu valfin asıl amacı basınçlı akışkanın çalışma hattına direkt olarak gitmesini engellemektir. Görsel 2.37'de normalde kapalı valf kesiti ve sembolü gösterilmektedir.

2.5.4. Yön Kontrol Valflerinin Sembolle İfade Edilmesi

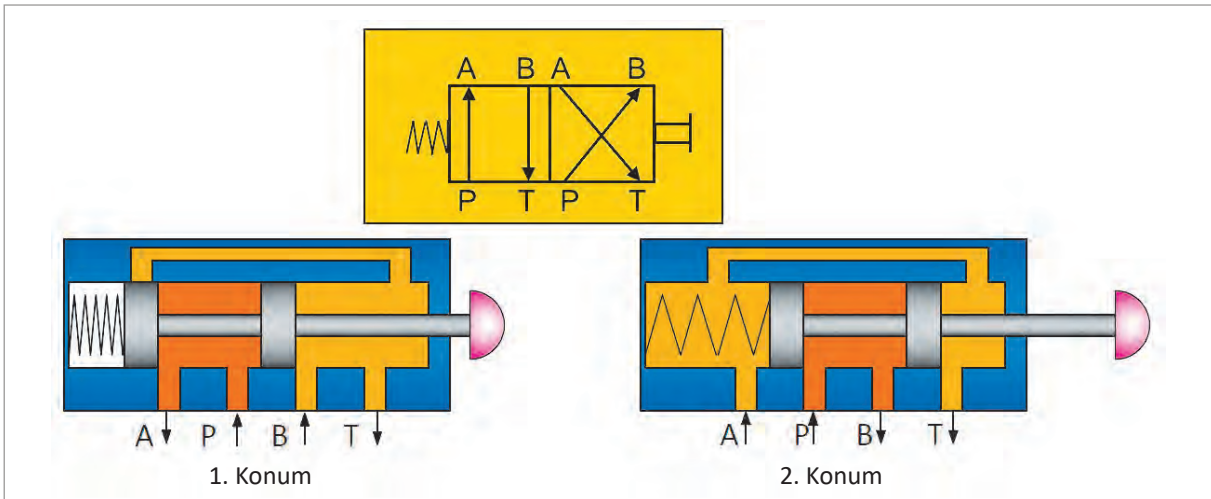
Yön kontrol valflerinin sembolleri çizilirken dikkat edilmesi gereken hususlar Görsel 2.38'de gösterilmektedir. Semboller, yollar ve konumlar standartlara uygun olmalıdır.



Görsel 2.38: Yön kontrol valf konumlarının sembolle ifadesi

2.5.5. Yön Kontrol Valflerinde Yol ve Konum

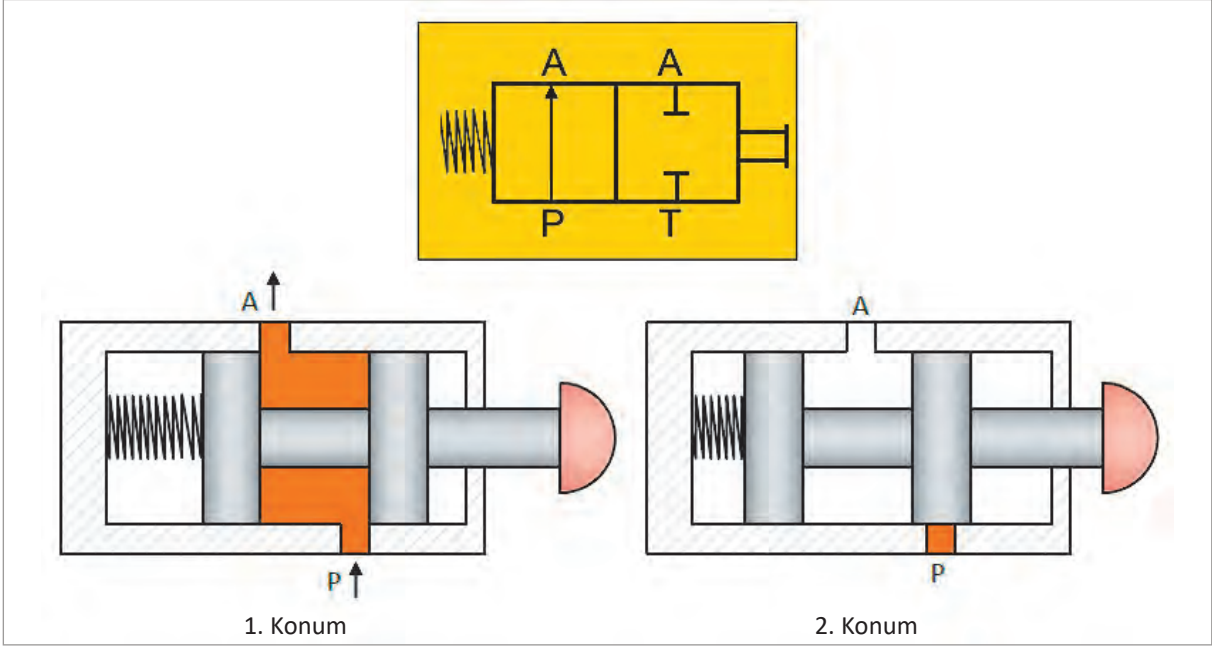
Yön kontrol valfleri konumlarına ve yol sayısına göre adlandırılır. Önce yol sonra da konumları ifade edilir. Yön kontrol valflerinin bağlantı sayısı yol olarak ifade edilirken iş yapma durumuna ise konum denir. Pistonun silindir içerisindeki ileri ve geri hareketi 2 konum olarak adlandırılır. Görsel 2.39'da A, B, P ve T yolları dolayısıyla valfin 4 yollu olduğunu göstermektedir.



Görsel 2.39: Yön kontrol valflerinde yol ve konum

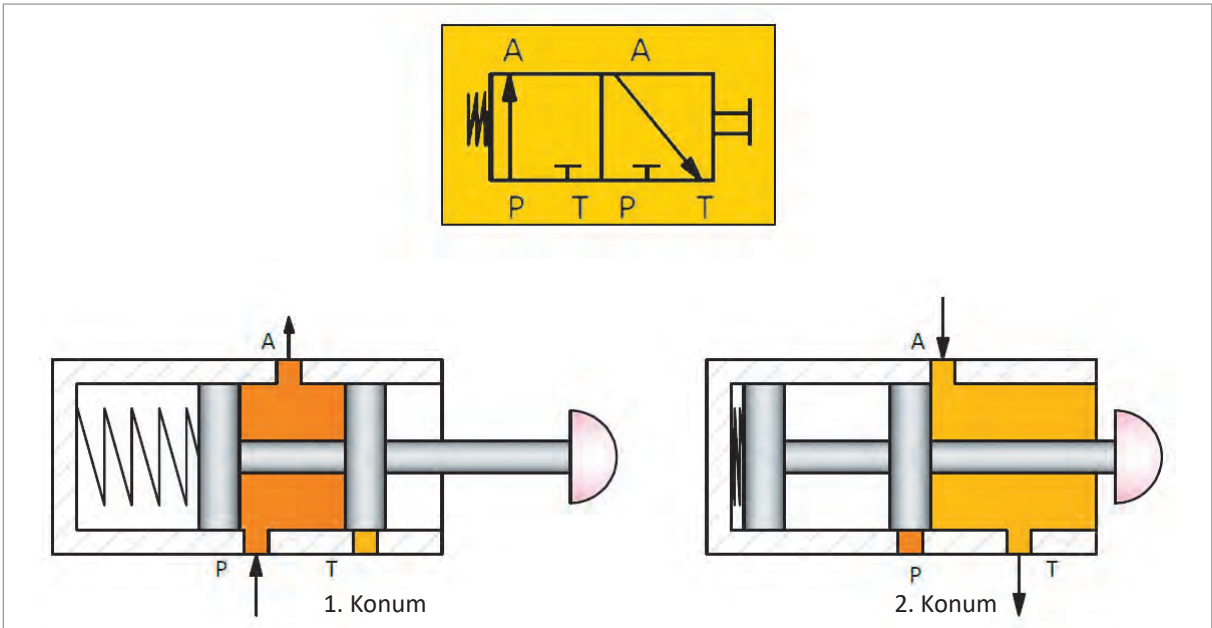
2.5.6. Yol ve Konumlarına Göre Bazı Yön Kontrol Valfleri

2/2 Valf: İki yollu ve iki çalışma konumu bulunan valfler 2/2 valf olarak adlandırılır. Bir giriş bir çıkış yolu vardır. Bu tip valflerde akışkan hep tek yönde akar. Bu valfler genellikle açma kapama valfi olarak kullanılır. Görsel 2.40'ta görüldüğü gibi birinci konumda akışkan girişine izin verilirken (P – A hattında) ikinci konumda ise valf akışkanı kesmektedir.



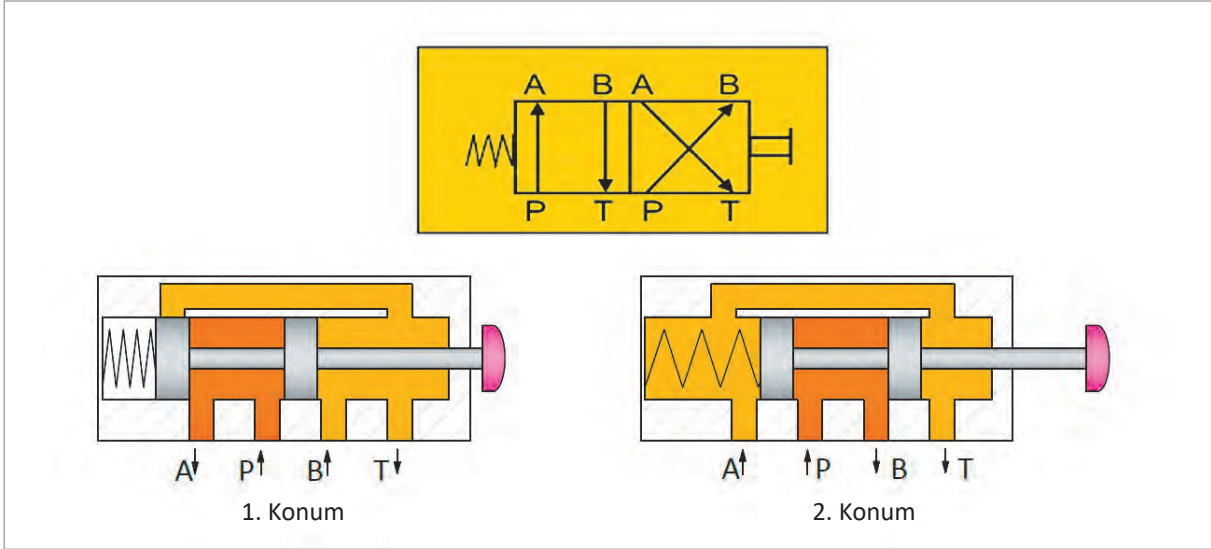
Görsel 2.40: 2/2 valf kesiti ve sembolü

3/2 Valf: 3 yollu ve 2 çalışma konumu vardır. Daha çok tek etkili silindirlerde açma kapama işlevini yerine getirir. Görsel 2.41'de görüldüğü gibi birinci konumda pompadan gelen basınçlı akışkan silindire girerken depoya döneceği hat kapalıdır. İkinci konumda ise silindirden depoya dönüş açıkken pompa dan gelen akışkanın yolu kapalıdır.



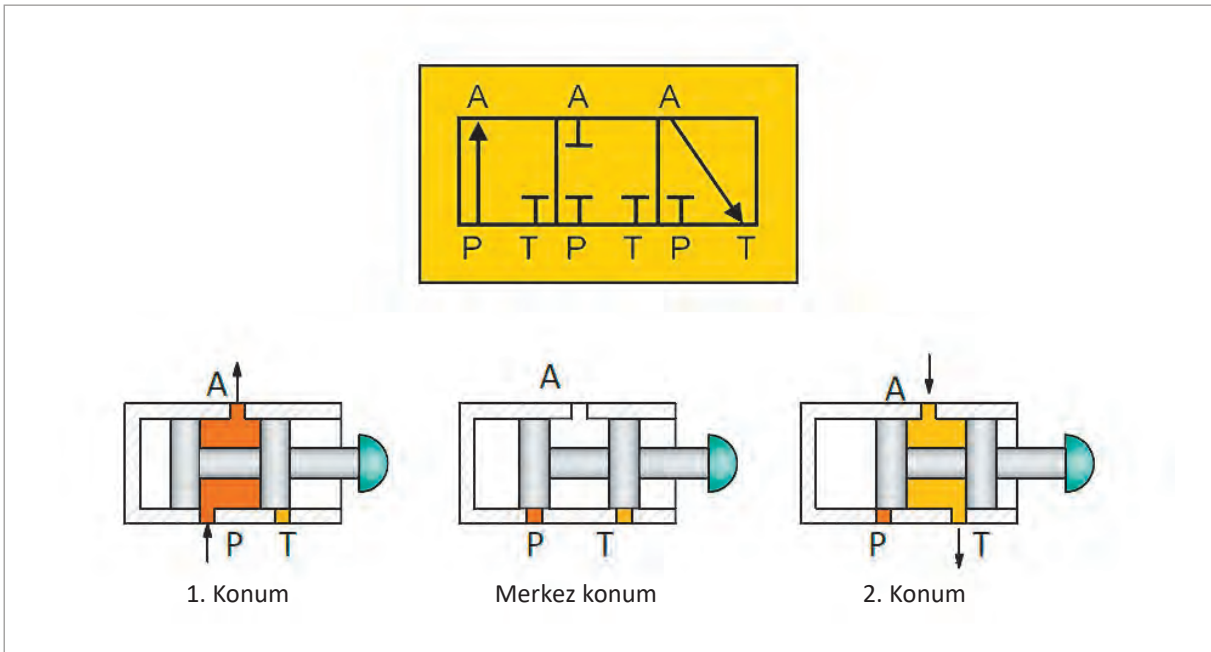
Görsel 2.41: 3/2 valf kesiti ve sembolü

4/2 Valf: 4 yollu ve 2 konumlu valftir. Çift etkili silindirlerde kullanılmaktadır. Görsel 2.42’de görüldüğü gibi birinci konumda akışkan P – A hattında pompadan silindire hareket ederken aynı zamanda B – T hattında ise akışkan depoya dönmektedir. İkinci konumda ise A – T hattında silindirdeki akışkan depoya dönmekte iken P – B hattında ise pompadan gelen basınçlı akışkan silindire gönderilmektedir.



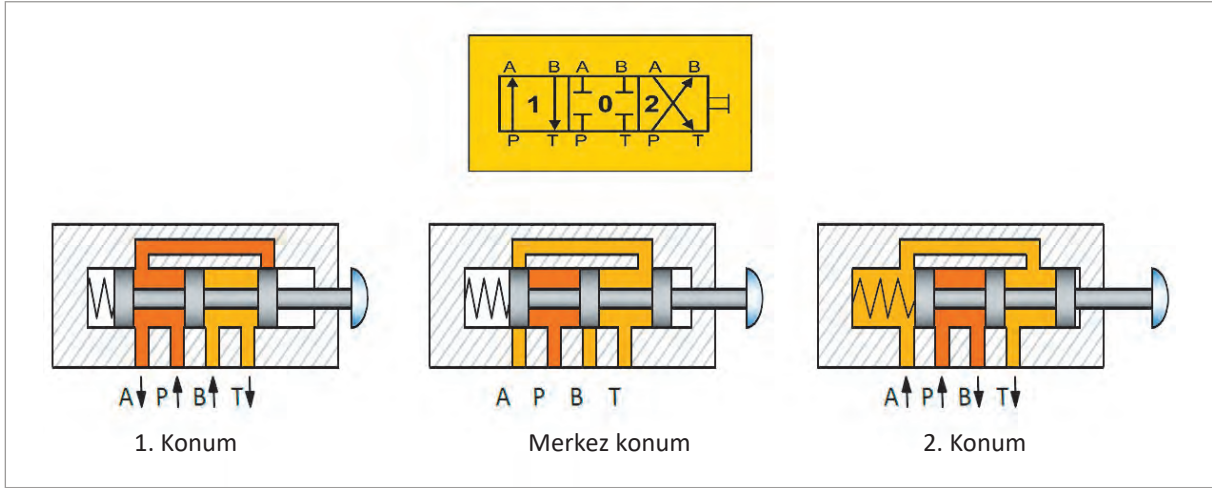
Görsel 2.42: 4/2 valf kesiti ve sembolü

3/3 Valf: 3 yollu, 3 konumlu valflerdir. Üç konumundan ikisi çalışma konumu bir tanesi nötr konumdur. Üç farklı iş yapılan yerlerde tercih edilir. Elektromanyetik sinyallerle çalışan valflerde sinyal olmadığı durumlarda yayın etkisi ile valfin konumu nötr olur. Görsel 2.43’te görüldüğü gibi birinci konumda pompadan (P) silindire (A) akış olurken depoya (T) dönüş yolu kapalıdır. İkinci konumda ise silindirden (A) depoya (T) dönüş olurken pompadan(P) gelen akışkanın yolu kapalıdır.



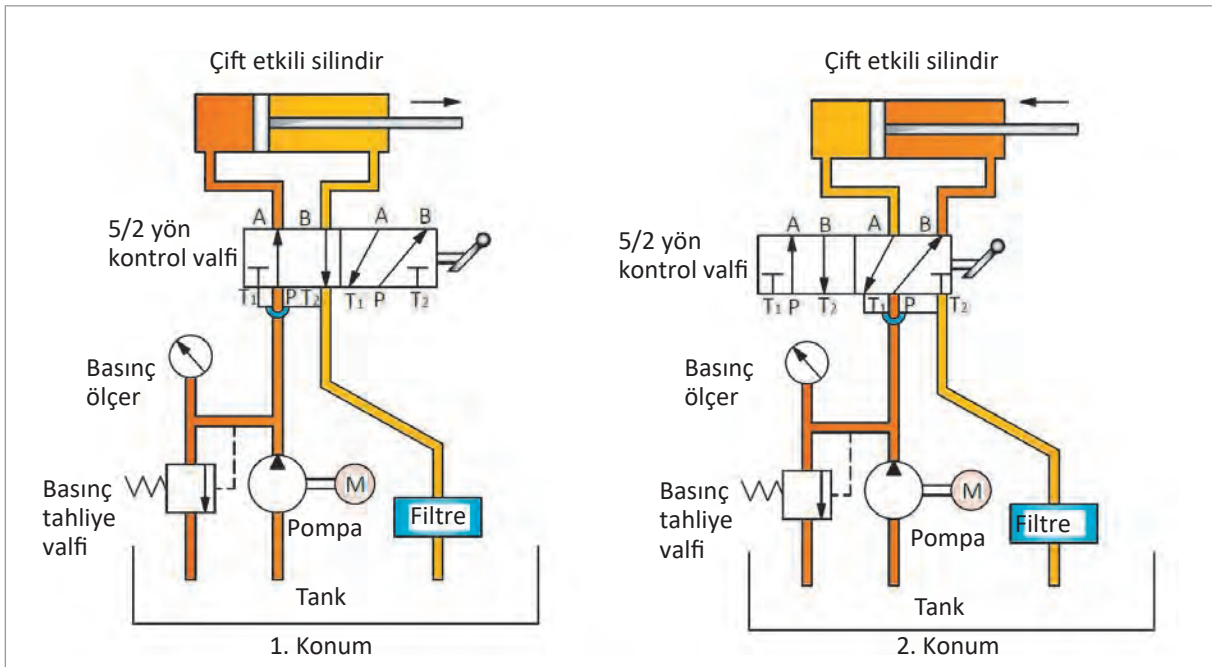
Görsel 2.43: 3 /3 valf kesiti ve sembolü

4/3 Valf: 4 yollu ve 3 konumlu olan valflerdir. Hidromotorların kontrol edilmesinde ve çift etkili silindirlerin çalıştırılmasında kullanılır. Sarsıntısız çalışma özelliğine sahiptir. 0 (sıfır) konumu nötr konumunu ifade ederken, 1. ve 2. konumlar ise çalışma konumlarıdır. Görsel 2.44'te 4/3 valf kesiti ve sembolü görülmektedir.



Görsel 2.44: 4 /3 valf kesiti ve sembolü

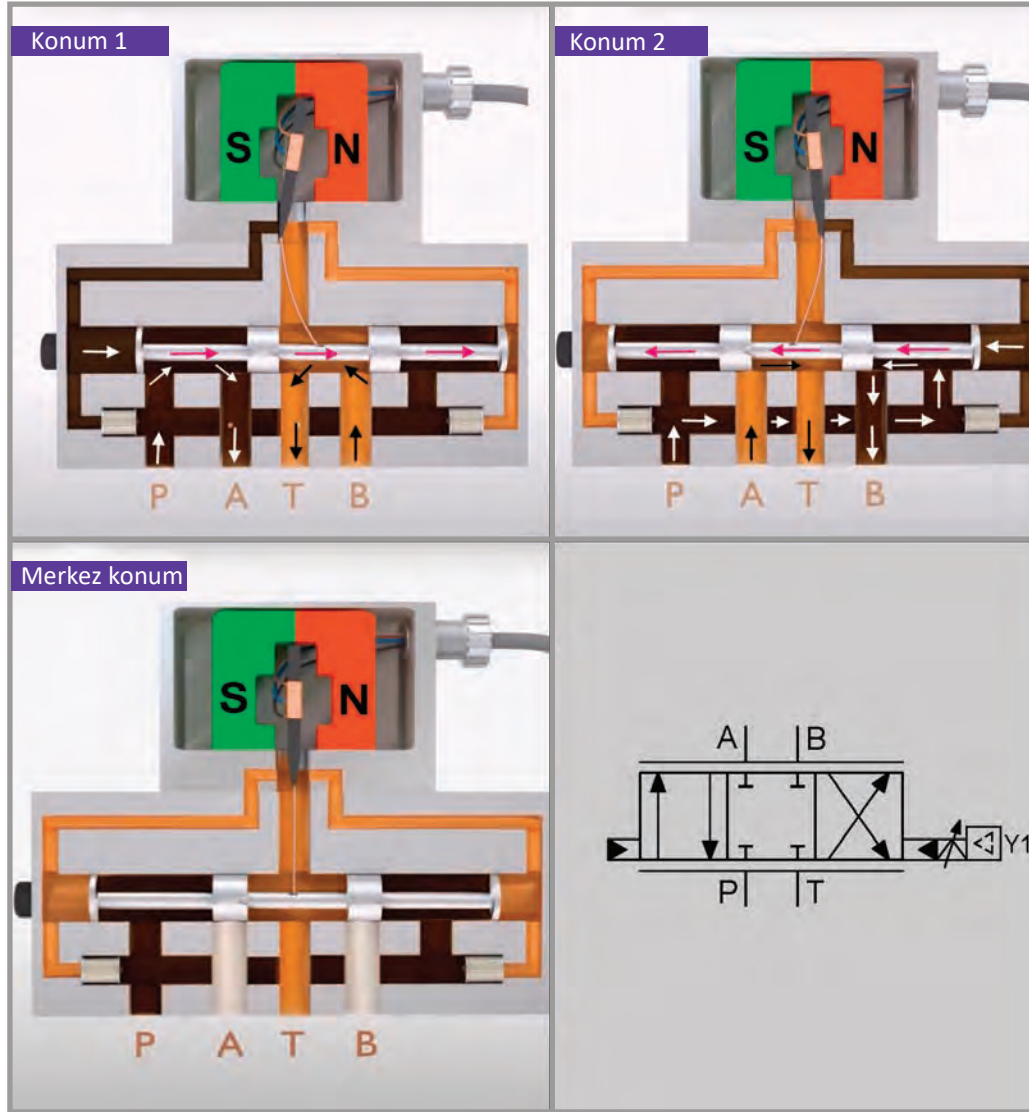
5/2 Valf: 5 yollu ve 2 konumlu valflerdir. Genellikle çift etkili silindirlerin kontrol ve kumanda edilmesinde kullanılır. Bu valflerin bir özelliği de silindire giren akışkanın başka alıcılara da gönderilebilmesine olanak sağlamasıdır. Ayrıca bu valfler birden fazla depo ile çalışmaya elverişlidir. Görsel 2.45'te görüldüğü gibi birinci konumda P – A arasında akışkan geçişi olurken birinci dönüş(T_1) hattı kapalıdır. B, T_2 hattından depoya dönüş yapmaktadır. İkinci konumda ise A, T_1 hattı üzerinden depoya dönüş yapabilmesi için T_1 hattından T_2 hattına bağlantı yapılmaktadır. Böylece T_2 hattı üzerinden depoya dönüş sağlanmaktadır. Bu esnada ikinci dönüş hattı olan T_2 nin yolu kapalıdır. Aynı zamanda P – B hattında ise basınçlı akışkan geçişi olmaktadır.



Görsel 2.45: 5/2 valfin kullanıldığı devre Pompa valfin sembolü

Servo Yön Kontrol Valfleri

Servo valfler, küçük elektrik akımlarının oluşturduğu manyetik alan etkisi ile yönlendirilen hidrolik akışkan vasıtasıyla, valf sürgülerinin konum değiştirmesini sağlayan valflerdir. Görsel 2.46'da servo yön kontrol valfinin farklı konumları görülmektedir.



Görsel 2.46: Servo yön kontrol valf kesiti ve sembolü

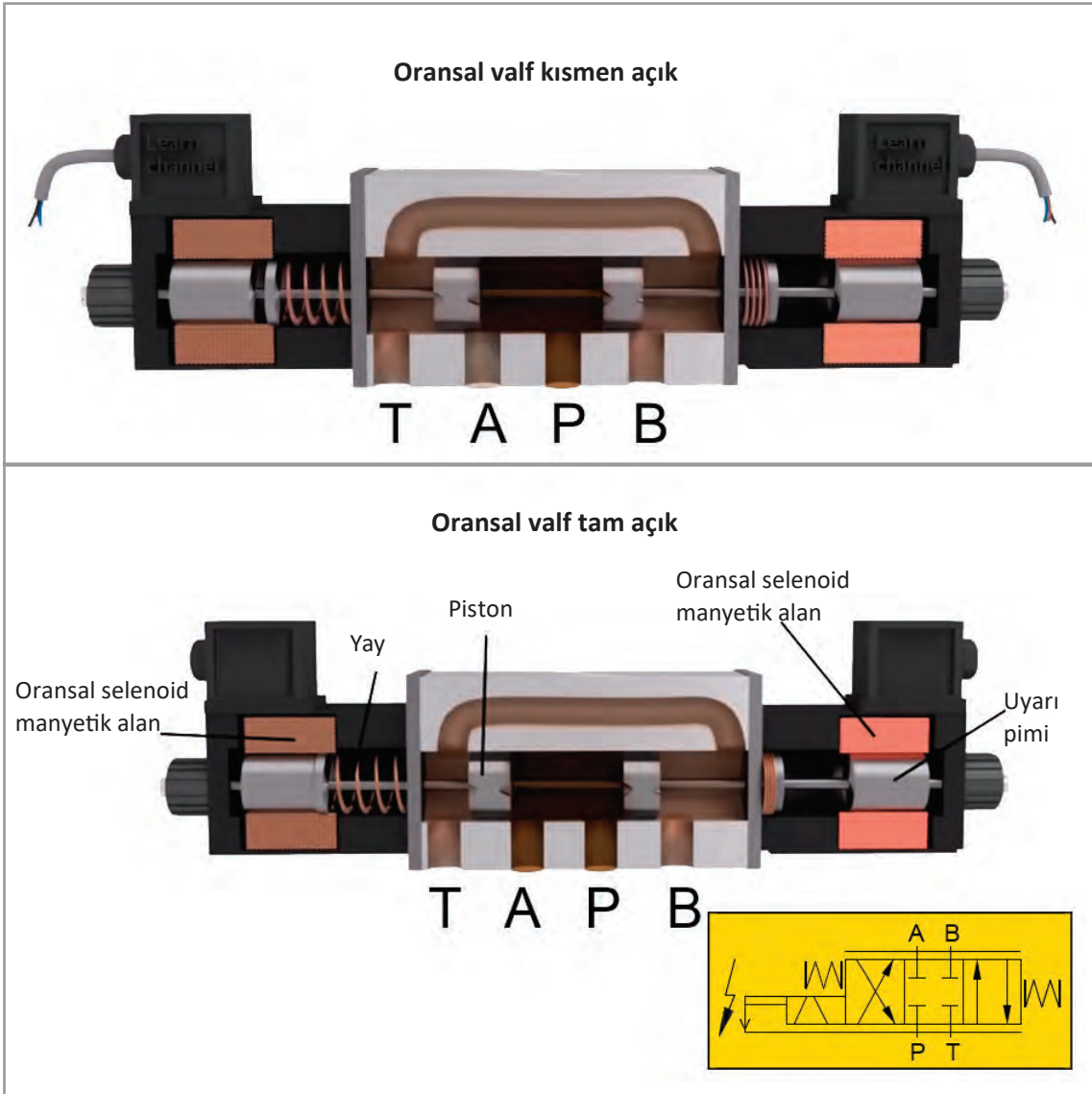
Servo valf bobinine elektrik akımı verilmediğinde manyetik etki ile hareket eden klapeler her iki kanala eşit mesafededir. Bu sebeple pompadan gelen basınçlı akışkan sürgünün her iki tarafına eşit miktarda basınç uygular. Basınçlar eşit olduğunda sürgü hareket edemediği için merkezde ve nötr durumda durur.

Bobin sargılarına elektrik akımı verildiğinde klapeler elektromıknatıs özelliği kazanır. Bobine gelen akımın yönü klappenin manyetik kutuplarını tayin eder. Görsel 2.46 konum 1'deki gibi daimî mıknatısın S kutbuna doğru hareket ederek o yöndeki kanalı kapatır veya akışı kısar. Kapanan kanaldaki basınç diğer taraftaki kanalın basıncından daha büyük olacağından, bu basınç farkı sürgünün sağa doğru hareket etmesini sağlar. Konumu değişen sürgü; basınçlı akışkanın P noktasından A noktasına, düşük basınçlı akışkanın da B noktasından T noktasına gitmesine izin verir.

Bobin sargılarına giden elektrik akımının yönü değiştirildiğinde sargıda oluşan manyetik alanın yönü değişir. Manyetik alanı değişen bobin Görsel 2.46 konum 2’de olduğu gibi daimî mıknatısın N kutbuna doğru hareket ederek klapenin bu yöndeki kanalı kapatmasını sağlar. Bu defa ters yönde oluşan basınç farkı sürgünün sola doğru hareket etmesini sağlar. Farklı bir konuma geçen sürgü; basınçlı akışkanın P noktasından B noktasına, düşük basınçlı akışkanın da A noktasından T noktasına gitmesini sağlar.

Oransal Yön Kontrol Valfleri

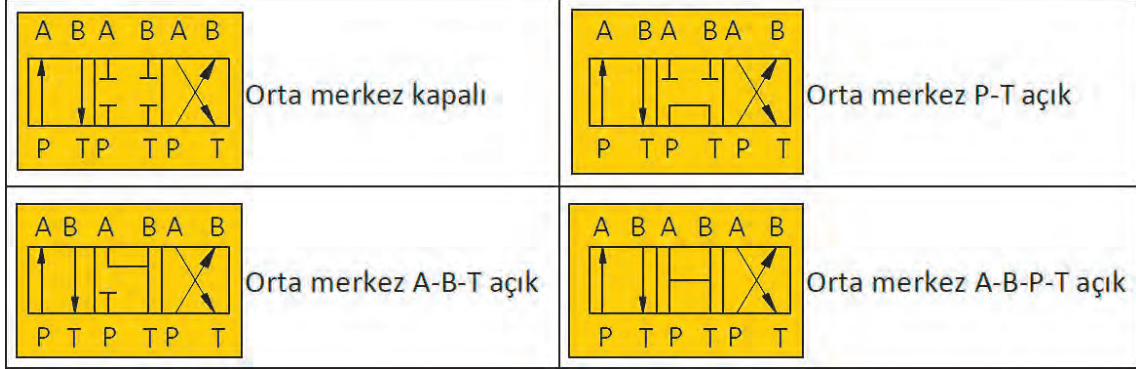
Elektromanyetik kuvvet ile çalışan valflerdir. Bobin sargılarına verilen akım miktarı kadar sürgüyü hareket ettirir. Akım miktarı değiştikçe manyetik alan şiddeti de o oranda değişir. Değişen manyetik alan, sürgünün istenilen miktarda hareket etmesini sağlar. Sürgünün az veya çok hareket etmesiyle akışkanın geçtiği kanalın kesiti değiştirilerek debinin hassas bir şekilde ayarlanması sağlanır. Oransal yön kontrol valfleri akışkana yön verirken aynı zamanda akışkanın geçtiği kesiti büyütüp küçülterek geçecek akışkan miktarını da ayarlar. Görsel 2.47’de oransal elektromanyetik yön kontrol valf kesiti ve sembolü görülmektedir.



Görsel 2.47: Oransal elektromanyetik yön kontrol valf kesiti ve sembolü

2.5.7.Yön Kontrol Valflerinin Merkez Konumları

Üç konumlu bir valfte 1. ve 2. konum, alıcıların çalıştırıldığı konumlardır. Nötr (merkez) konumda ise alıcılar hareket etmemektedir. Merkez konumları kullanım yerlerine göre değişiklik gösterir. Görsel 2.48’de valf konumları gösterilmiştir.



Görsel 2.48: Yön kontrol valflerinin merkez konumları

2.5.8. Yön Kontrol Valflerinin Kumanda Ediliş Biçimleri

Hidrolik sistemde en fazla yön kontrol valfleri kullanılmaktadır. Yön kontrol valflerinin hidrolik sistemi kumanda etme biçimleri farklıdır. Bunlar direkt kumandalı ve pilot kumandalı olarak iki çeşittir.

Direkt Kumandalı Valfler

Valfe kumanda etmek için ayrıca bir kumanda elemanına ihtiyaç yoktur. Hareket direkt olarak iletilmektedir. Direkt kumandalı yön kontrol valf çeşitleri şunlardır:

- ▶ Elle kumandalı
- ▶ Mekanik kumandalı
- ▶ Hidrolik kumandalı
- ▶ Pnömatik kumandalı
- ▶ Elektrik kumandalı

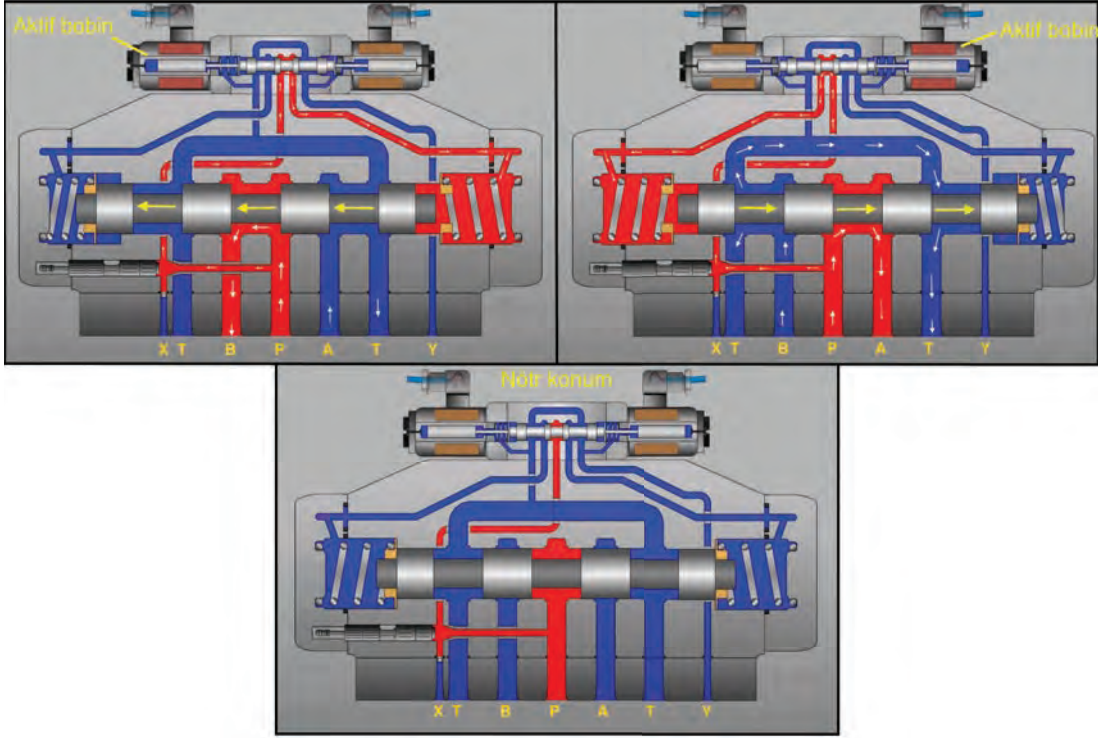
⚠ DİKKAT

İstendiği takdirde el ile kumandalı küçük bir valf ile de büyük bir valf kumanda edilebilir.

Pilot Kumandalı Valfler

Pilot kumandalı valfler direkt kumanda edilmeye uygun olmayan valflerde tercih edilir. Özellikle büyük debili valflere direkt kumanda edebilmek için büyük kuvvetlere veya büyük ebatlı selenoit bobinlerine ihtiyaç duyulur. Bu da valfin hantal ve istenmeyen büyüklükte olmasına sebep olur. Pilot kumanda, küçük ölçekli bir valf ile büyük ölçekli valfe kumanda etmektir. İstendiği takdirde el ile kumandalı küçük bir valf ile de büyük bir valf kumanda edilebilir. Ancak bu pek kullanılan bir durum değildir.

Genellikle elektromanyetik kumanda ile çalışan valfler pilot kumanda için kullanılır. Görsel 2.49'da pilot kumandalı valfin çalışma usulü gösterilmektedir.



Görsel 2.49: Pilot kumandalı valf

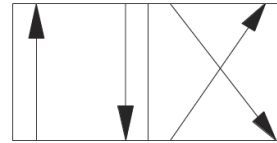
3. UYGULAMA

Aşağıda adı verilen yön kontrol valflerinin sembollerini çiziniz.

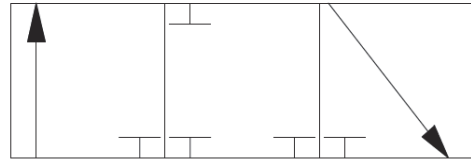
- 4 yollu 2 konumlu yön kontrol valfi
- 3 yollu 3 konumlu yön kontrol valfi

Uygulama Çözümü

- 4 yollu 2 konumlu yön kontrol valf sembolü



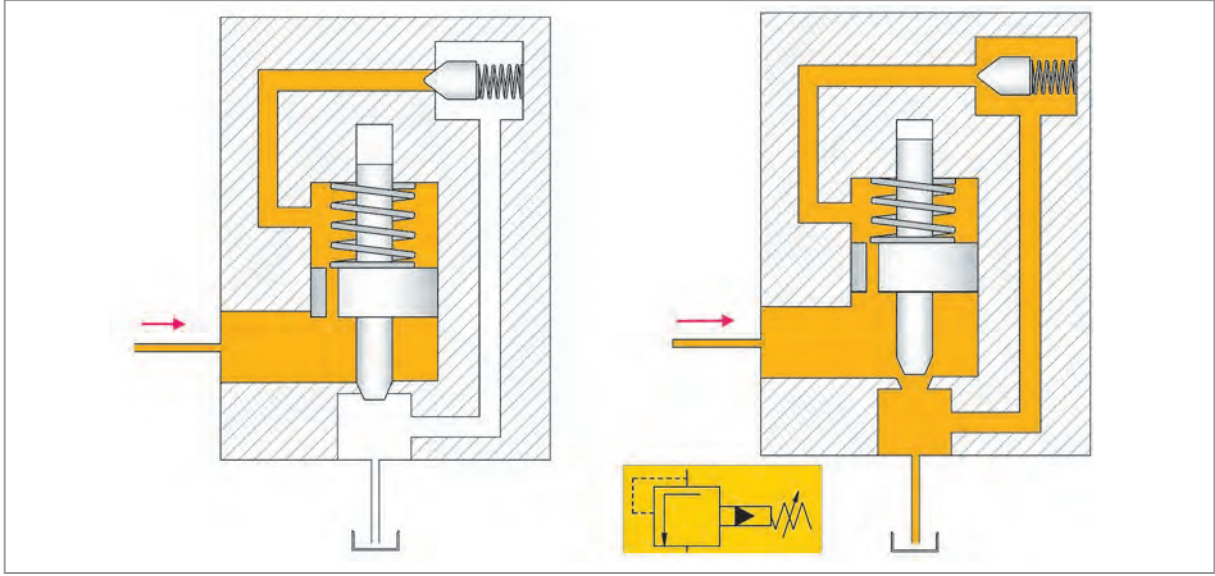
- 3 yollu 3 konumlu yön kontrol valf sembolü



2.5.9. Basınç Kontrol Valfleri

Hidrolik sistemlerde kullanılan basınç kontrol valfleri akışkan basıncının belli bir değerde kalmasını sağlar. Basınç kontrol valfleri akışkanın geçeceği kesiti değiştirerek önceden belirlenmiş sistem basıncına getirir. Ayrıca sistemde bulunan hidrolik alıcılarının da istenilen basınçta çalışmasını sağlar. Basınç kontrol valf çeşitleri şunlardır:

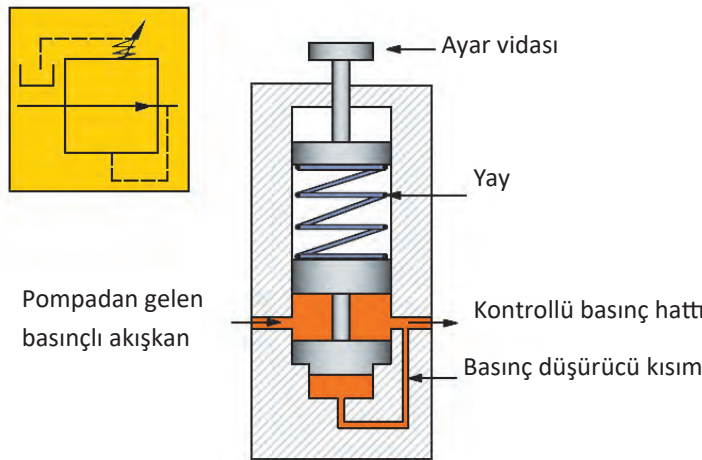
Pilot Kontrollü Emniyet Valfi: Görsel 2.52'nin sol tarafında görüldüğü gibi yağ basıncı pilot valfini açabilecek seviyeye ulaşmadığından emniyet valfinin üstündeki ve altındaki basınç eşittir. Bu sebeple emniyet valfi açılmaz. Basınç yükselince Görsel 2.52'nin sağ tarafında görüldüğü gibi akışkan pilot valfinin yay kuvvetini yenerek açmaya zorlar ve az miktarda akışkan tanka gider. Bu akış, emniyet valfi gövdesinin alt ve üstünde bir basınç farkı meydana getirir. Emniyet valfinin üst kısmındaki basınç alt tarafındaki basınçtan daha düşük olduğundan emniyet valfi yukarı doğru kalkar. Böylelikle ana tahliye yolu açılarak akışkan tanka gönderilir. Bu şekilde sistem yüksek basınca karşı korunmuş olur. Görsel 2.52'de pilot kontrollü emniyet valfi kesiti ve sembolü görülmektedir.



Görsel 2.52: Pilot kontrollü emniyet valfi kesiti ve sembolü

2.5.10. Basınç Düşürme Valfleri

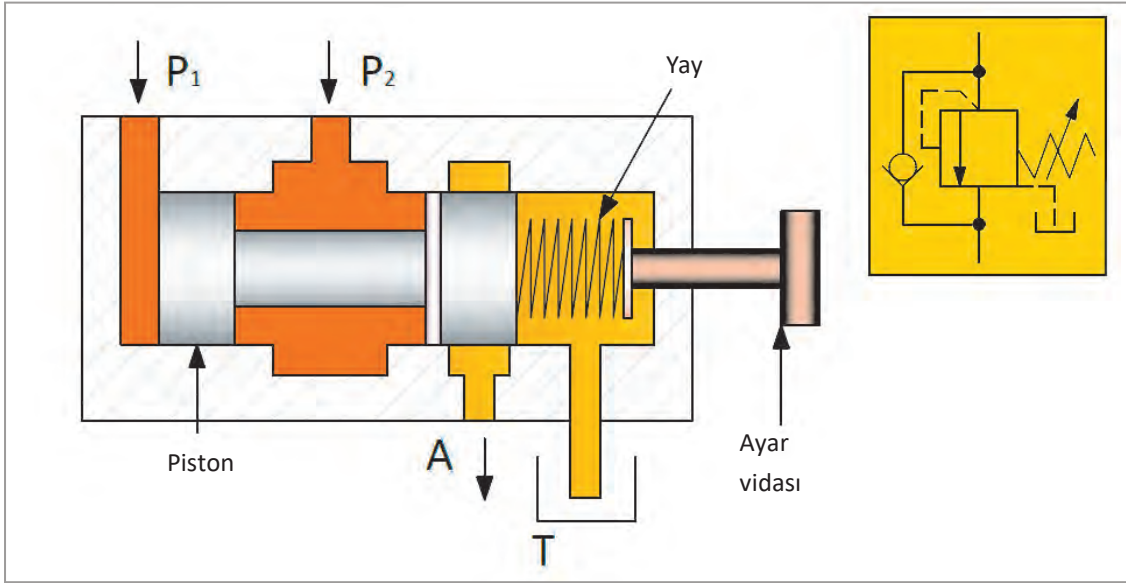
Hidrolik sistemin çıkış basıncında etkilidir. Devrede birden fazla silindir ve hidrolik motor kullanılıyorsa silindirlere birinin basıncı diğerinden farklı olabilir. Farklı çalışma basınçlarında etkili olması için silindir ve motordan önce takılır. Hidrolik devrede belli noktadaki basınç düşürülebilir. Bu valfler iki yönlü basınç düşürme valfi ve üç yönlü basınç düşürme valfi olarak iki çeşittir. Görsel 2.53'te basınç düşürme valfi ve sembolü görülmektedir.



Görsel 2.53: Basınç düşürme valfi kesiti ve sembolü

2.5.11. Basınç Sıralama Valfleri

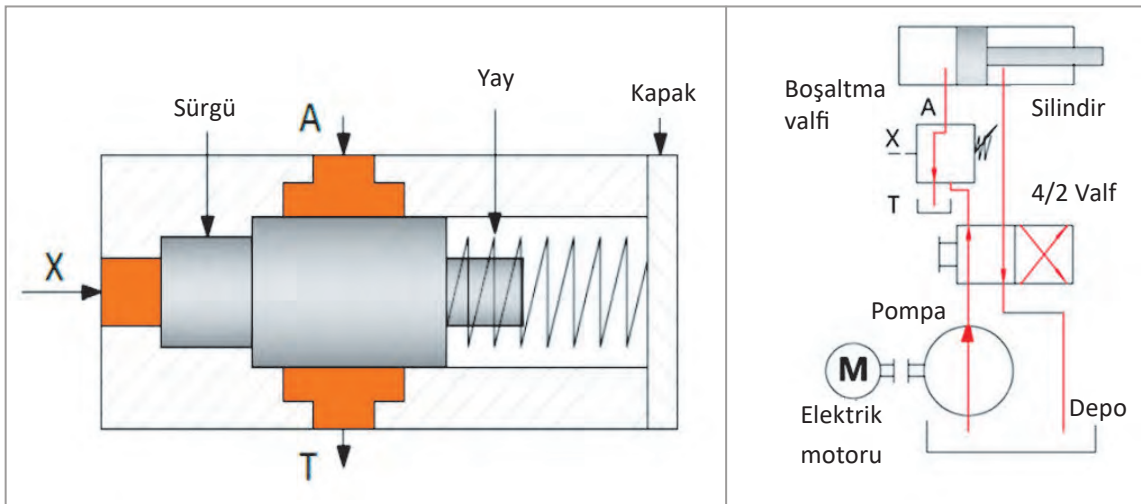
Birden fazla alıcının (hidrolik motorlar ve silindirler) farklı zamanlarda devreye girerek farklı görevleri yerine getirmesi istendiğinde basınç sıralama valfi kullanılır. Hidrolik sistemlerde basınç sıralama valflerinin temel görevi öncelikli olan alıcının hidrolik basıncını elde etmektir. Hidrolik pompadan gelen akışkan basıncı önce silindire sonra motora gönderme işlemini sıra ile yapar. Basınç sıralama valfleri normal şartlarda açık veya kapalı olabilir. Görsel 2.54'te görüldüğü gibi P_1 basıncı P_2 basıncını geçmeye başladığında piston yay basıncını yenerek akışkana yol verir. Böylece ikinci alıcı da devreye girmiş olur.



Görsel 2.54: Basınç sıralama valf kesiti ve sembolü

2.5.12. Boşaltma Valfleri

Boşaltma valfinin tahliye ucu hidrolik tanka bağlıdır. Sistemde oluşacak ani basınçlarda devreyi korumak amacıyla açılarak devredeki basıncı düşürür. Bu durum sistemin ömrünü uzatır ve güvenli çalışmasını sağlar. Görsel 2.55'te boşaltma valfi kesiti ve devresi görülmektedir.

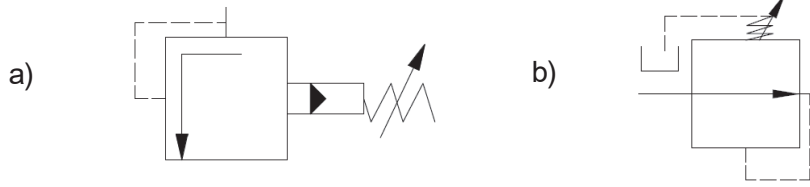


Görsel 2.55: Boşaltma valf kesiti ve devresi

Aşağıda adı verilen basınç kontrol valflerinin sembollerini çiziniz

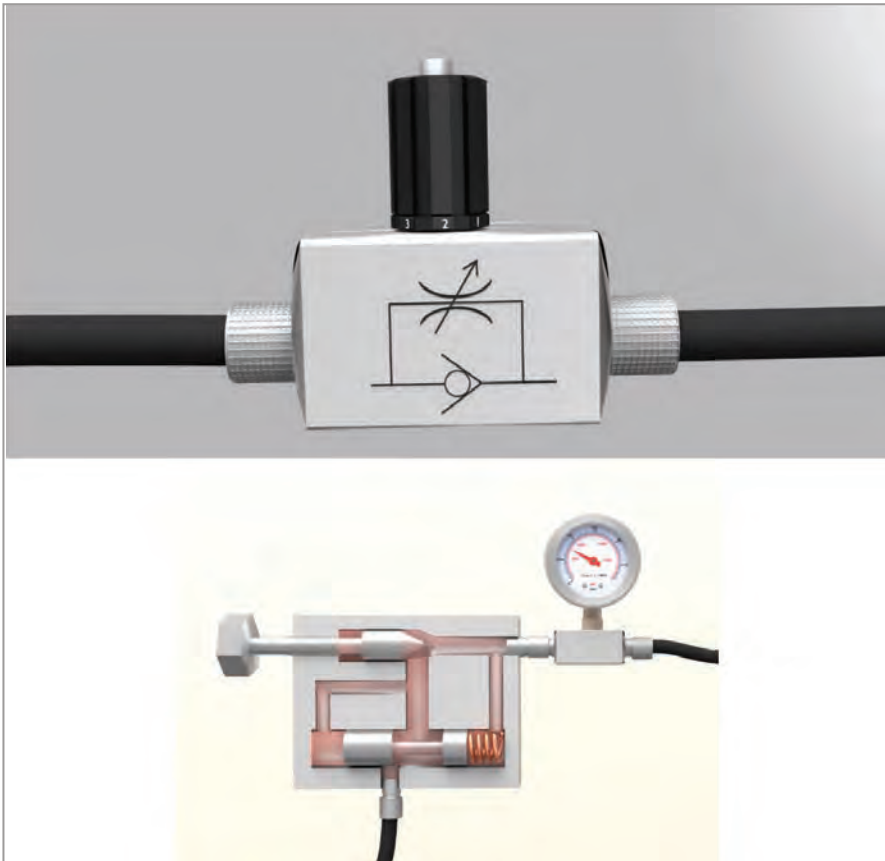
- Pilot kontrollü emniyet valfi
- Basınç düşürme valfi

Uygulama Çözümü



2.5.13. Akış Kontrol Valfleri

Akış kontrol valfinin diğer adı hacim kontrol valfidir. Bu valfin görevi hidrolik motora veya silindire gönderilecek akışkanın miktarını ayarlamaktır. Debi ayarlandığında akışkanın hızı da ayarlanmış olur. Dolayısıyla motorun devir sayısı da ayarlanmış olur. Kapalı konumları yoktur sadece açık kalma miktarları ayarlanabilir. Açık kalma miktarı bir vida ile olabileceği gibi otomatik olarak da ayarlanabilir. Görsel 2.56'da akış kontrol valfi görülmektedir.

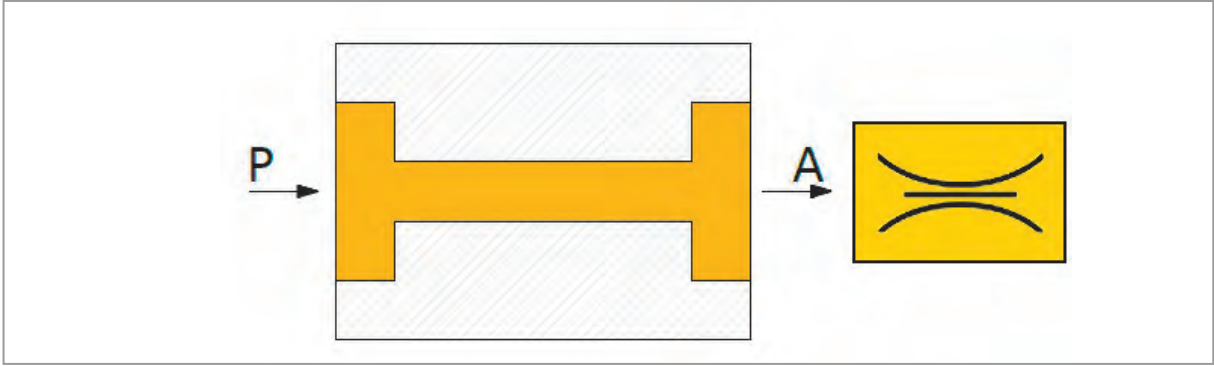


Görsel 2.56: Akış kontrol valfi

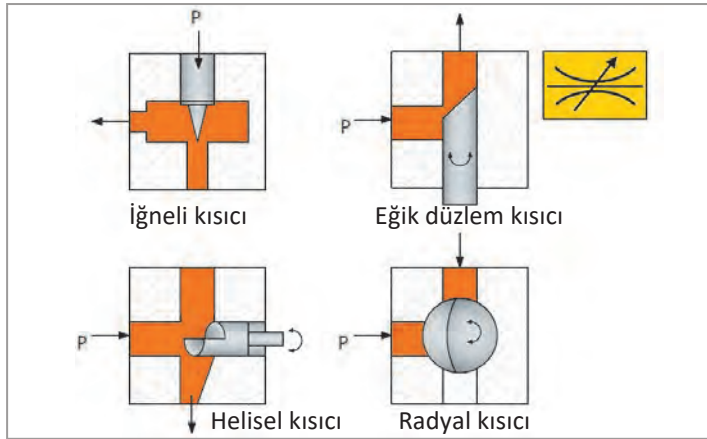
Akış Kontrol Valfi Çeşitleri

Akış kontrol valfleri kullanılacak yere göre çeşitli şekillerde çalışır. Akış kontrol valfi çeşitleri şunlardır:

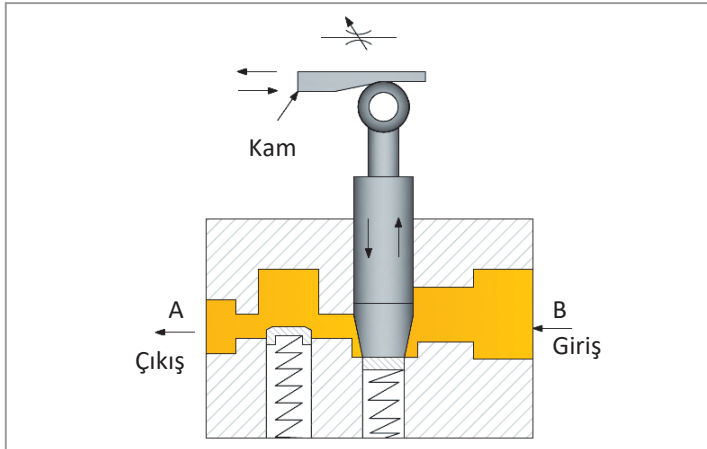
Sabit Akış Kontrol Valfi: Sabit akış kontrol valflerinde akışkanın geçtiği kesit sabit olduğundan geçen akışkan miktarı da sabit kalır. Bu valflerde akış ayarlaması yapılmadığından hidrolik silindirlere ve motorlara sabit miktarda akışkan gönderilmektedir. Böylece alıcıların hızları da sabit bir değerde kalır. Görsel 2.57’de sabit akış kontrol valfi kesiti görülmektedir.



Görsel 2.57: Sabit akış kontrol valfi ve sembolü



Görsel 2.58: Ayarlanabilir akış kontrol valf kesitleri ve sembolü



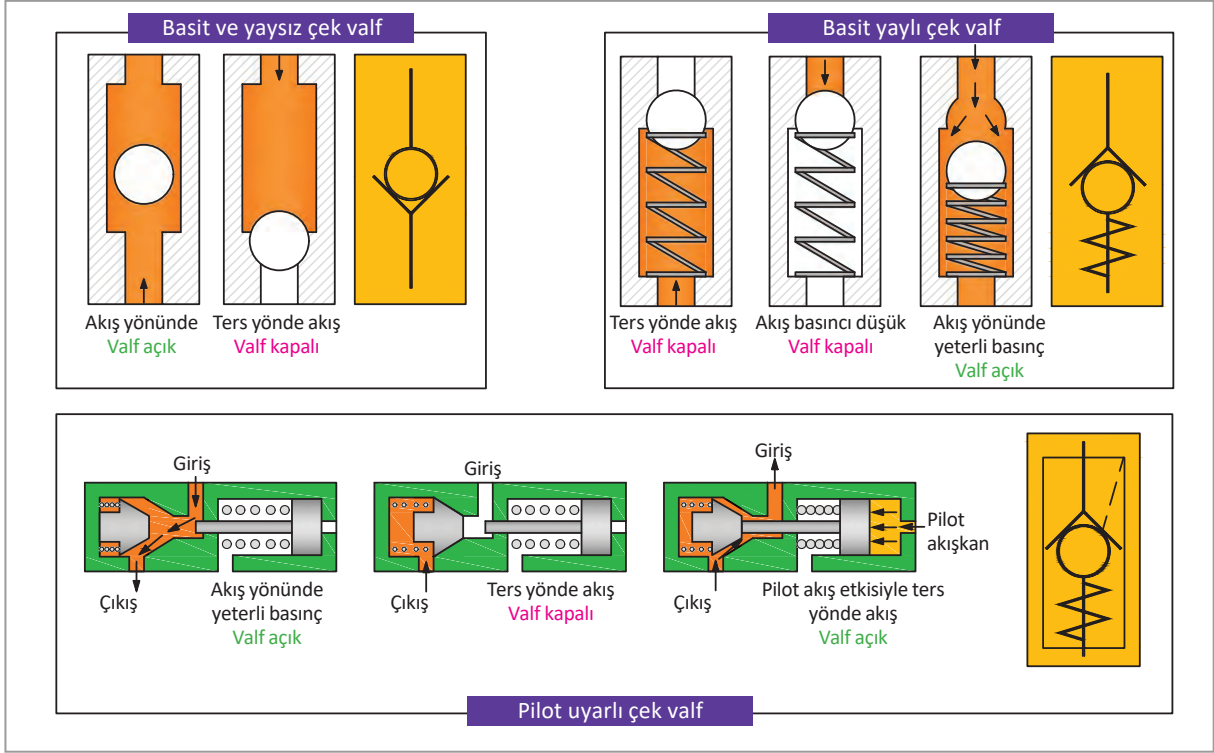
Görsel 2.59: Yavaşlatma valfi ve sembolü

Ayarlanabilir Akış Kontrol Valfi: Hidrolik sistemlerde ayarlanabilir akış kontrol valflerine, **hız kontrol valfi** de denir. Hidrolik devrede sıvının geçtiği hacim büyütülüp küçültülerek birim zamanda geçen akışkan miktarı ayarlanır. Devreden alıcılara gönderilen akışkan miktarı ayarlandığında hızları da ayarlanmış olur. Pompadan gelen akışkan miktarı ayar vidası ile ayarlanır. Görsel 2.58’de değişik biçimlerde üretilen ayarlanabilir akış kontrol valflerinin kesitleri ve sembolü görülmektedir.

Yavaşlatma Valfi: Hidrolik devrelerde alıcıların hızlarını kontrol altında tutmak amacıyla kullanılır. Yavaşlatma valfi bir kam yardımıyla kontrol edilir. Devreye gönderilen akışkan miktarı azaltılarak hız ayarı yapılır. Yavaşlatma hızı kamın açısına göre değişiklik gösterir. Görsel 2.59’da yavaşlatma valfi ve sembolü görülmektedir.

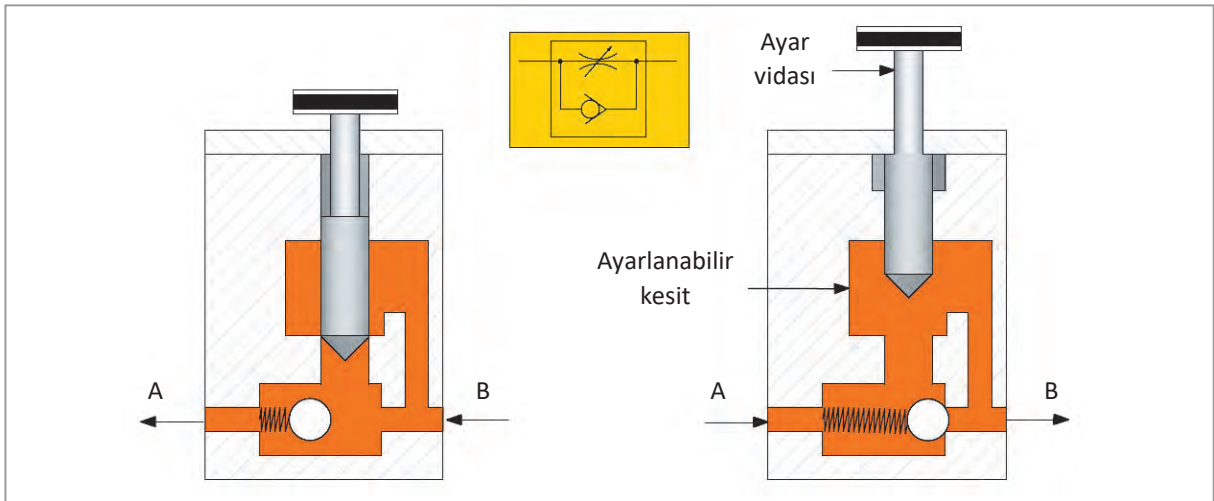
Çek Valfler: Akışkanın tek yönde geçişine izin veren devre elemanıdır. Yapıları sade ve basittir. Hidrolik devredeki akışkana, akış yönünde herhangi bir engelleme yapılmaz ve akışkanın geçişine izin verilir. Ters yönde bir akış söz konusu olduğunda çek valfe uygulanan ters basınç kuvveti valfin kapanmasına ve akışın ters yönde gerçekleşmesine engel olur.

Bazı çek valfler ise ön (pilot) uyarılı olarak çalışır. Bu tip çek valfler normalde basit çek valf gibi çalışır. Ancak ters yönde akış geçişi istendiğinde, pilot akışkan çek valfin açılmasını sağlayarak ters yönde akışı gerçekleştirir. Görsel 2.60'ta basit ve pilot uyarılı çek valflerin çalışması ve sembolleri gösterilmektedir.



Görsel 2.60: Basit ve pilot uyarılı çek valflerin çalışması ve sembolleri

Çek Valfi Ayarlanabilen Akış Kontrol Valfleri: Bu valfler, silindirin giriş ve çıkış kanallarına takılarak pistonun ileri ve geri hareketini kontrol eder. Akışkanın yönünü ve miktarını sınırlar. Görsel 2.61'de çek valfi ayarlanabilir akış kontrol valfi kesiti gösterilmektedir.

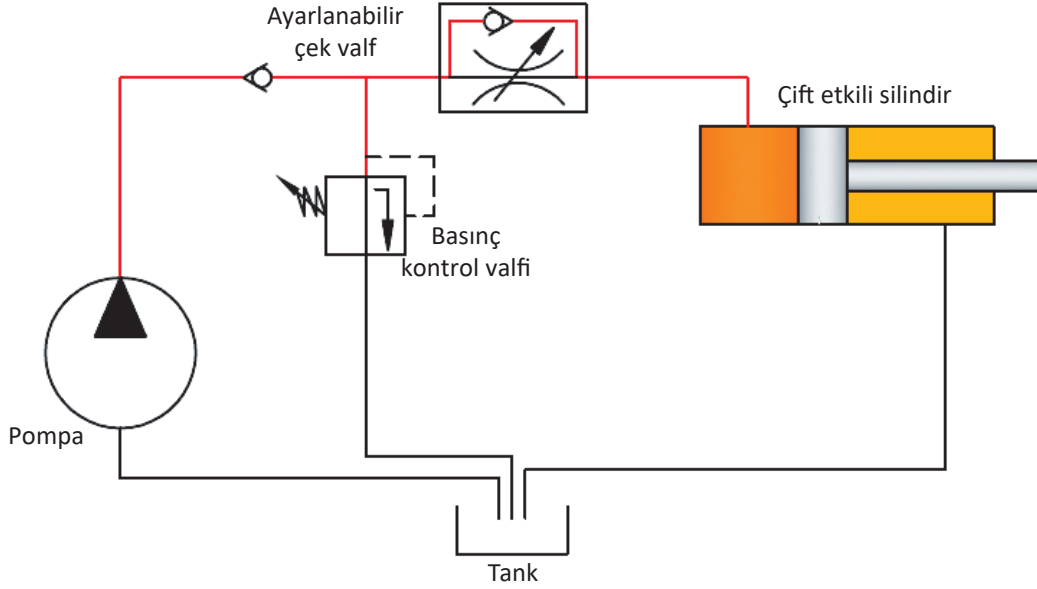


Görsel 2.61: Çek valfi ayarlanabilir akış kontrol valfi kesiti

2.5.14. Akışkan Kontrol Metotları

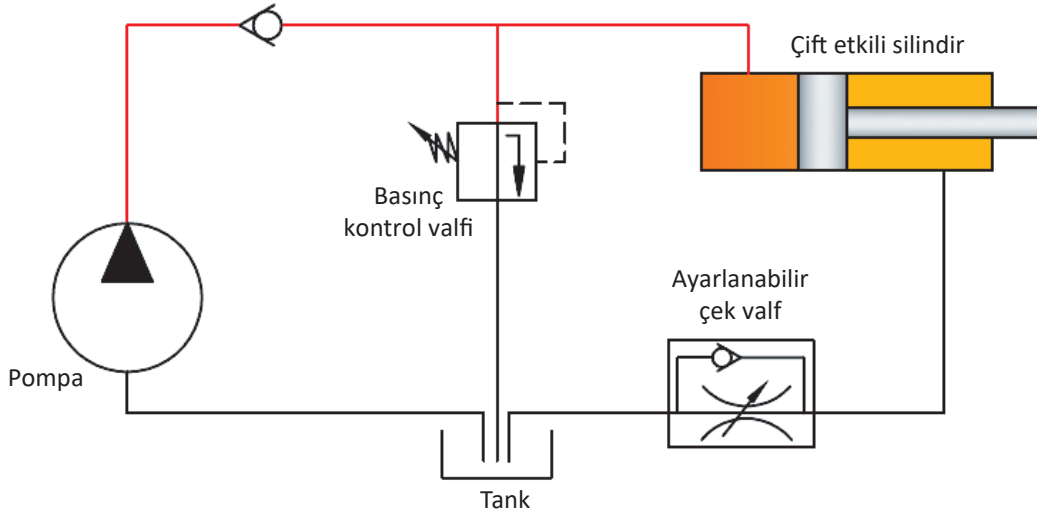
Hidrolik sistemlerde akışkan kontrol etme metotları üç şekildedir. Bunlar:

Hidrolik Silindire Giden Sıvının Kontrolü: Basınç kontrol valfi, pompa ile silindir arasında takılarak silindire giden akışkanın kontrolü sağlanmış olur. GörSEL 2.62’de pompa ile silindir arasında konulan akış kontrol valfi ile silindire giden akışkanın kontrolü gösterilmektedir.



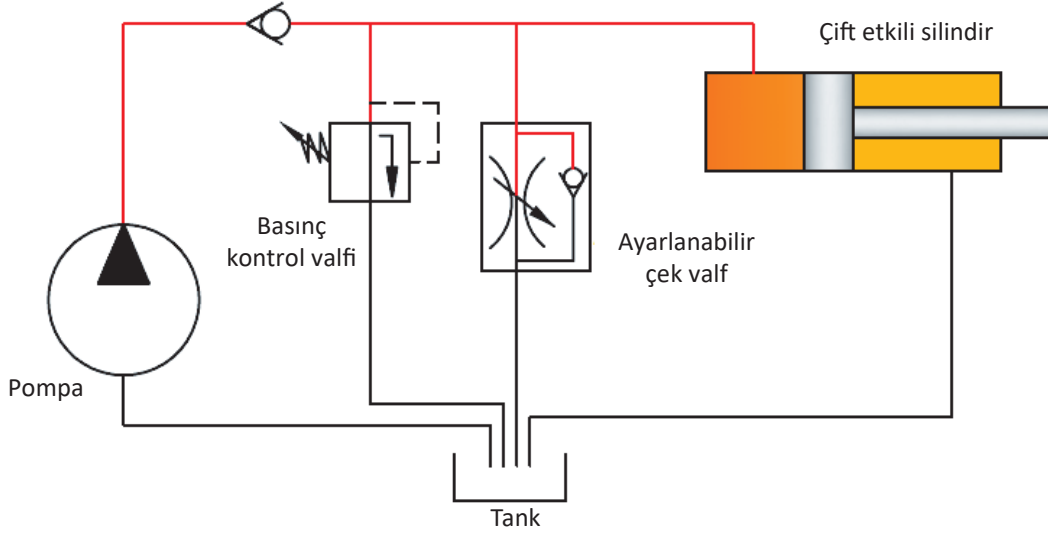
GörSEL 2.62: Hidrolik silindire giden akışkanın kontrolü

Hidrolik Silindirden Çıkan Sıvının Kontrolü: Akışkan kontrolü için silindir çıkışına akış kontrol valfi bağlanarak kontrol sağlanmış olur. GörSEL 2.63’te silindir sonrasında konulan akış kontrol valfi ile silindirden çıkan akışkanın kontrolü gösterilmektedir.



GörSEL 2.63: Hidrolik silindirden çıkan sıvı devresi

Silindire Giderken Bir Kısmı Yağ Deposuna Dönen Sıvının Kontrolü: Akış kontrol valfinin girişi, pompa çıkışı ile silindir girişi arasında yapılmıştır. Akış kontrol valfinin çıkışı ise tanka tahliye olacak şekilde bağlanmıştır. Bu tip devrelerde silindire gidecek akışkanın kontrolü, akışkanın bir kısmı tanka gönderilerek yapılır. Görsel 2.64'te silindire gidecek akışkanın bir kısmının depoya baypas edilmesi gösterilmektedir.



Görsel 2.64: Silindire giderken bir kısmı yağ deposuna dönen sıvı devresi

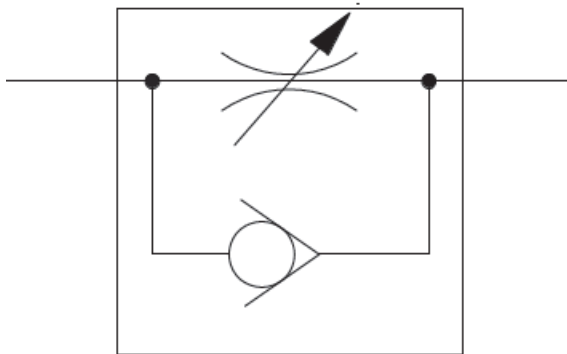
5. UYGULAMA

Aşağıda adı verilen akış kontrol valflerinin sembollerini çiziniz

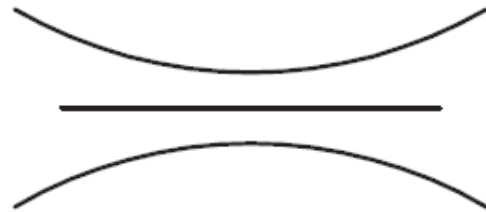
- Çek valfi ayarlanabilir akış kontrol valfi
- Sabit akış kontrol valfi

Uygulama Çözümü

a) Çek valfi ayarlanabilir akış kontrol valf sembolü



b) Sabit akış kontrol valfi sembolü

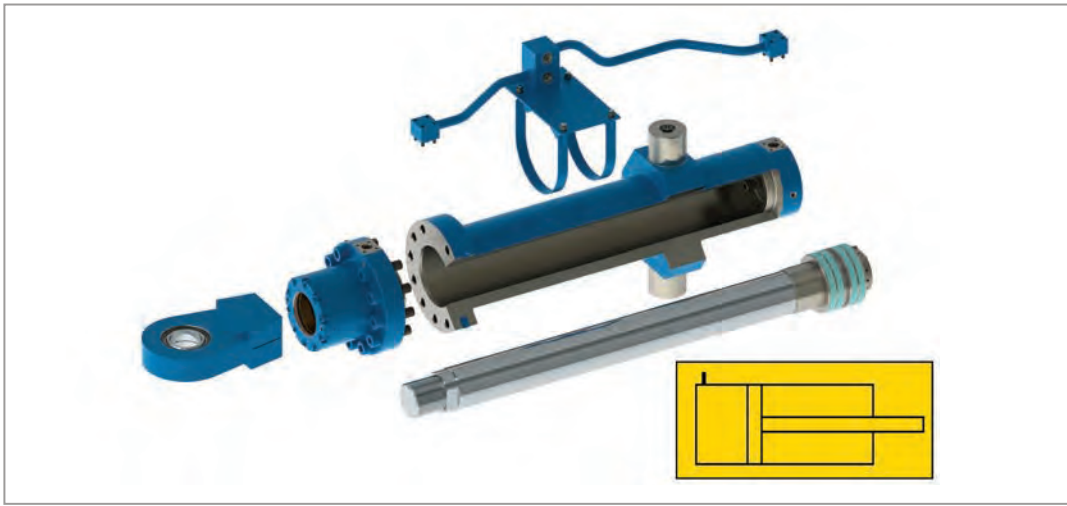


2.6. Hidrolik Silindirler

Hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye çevirerek doğrusal ve açısıl hareketin oluşmasını sağlayan devre elemanına **hidrolik silindir** denir.

2.6.1. Hidrolik Silindirlerin Görevi ve Sembolü

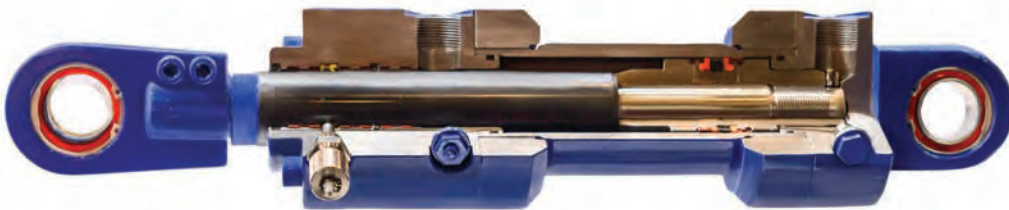
Hidrolik sistemlerde, hidrolik pompanın ürettiği hidrolik enerji silindirler tarafından doğrusal ya da açısıl harekete dönüştürülür. Silindirin ürettiği bu doğrusal ya da açısıl hareketler farklı amaçlar için kullanılır. Araçların hidrolik direksiyonlarında aracın yönünü tayin etmede, iş makinelerinde kova ile kazma işleminde, mobil vincin yük kaldırma işlemlerinde, kamyonlarda yük boşaltmak için damperin kaldırılması gibi birçok durumda kullanılan devre elemanıdır. Görsel 2.65'te hidrolik silindir ve sembolü görülmektedir.



Görsel 2.65: Hidrolik silindir ve sembolü

2.6.2. Hidrolik Silindirlerin Çalışması ve Yapısal Özellikleri

Hidrolik silindirler artan ve azalan hacme göre çalışır. Silindire gelen akışkan silindirde yüksek basınç oluşturarak pistonu dışarı doğru iter ve böylelikle işin yapılmasını sağlar. Hidrolik silindirlerin bazı çeşitlerinde çift yönde (çift etkili silindirler) iş yapılırken bazı çeşitlerinde ise tek yönde (tek etkili silindirler) iş yapılır. Hidrolik silindirlerde yüksek kuvvet elde etmek için geniş piston yüzeyine ihtiyaç duyulur. Pistonun yüzey alanı büyüdükçe üretilen kuvvet artar, yüzey alanı küçüldükçe kuvvet azalır. Hidrolik silindirler, iki tarafı kapatılmış boru şeklindedir. Silindir içindeki akışkanın basıncıyla hareket eden bir piston ve pistonu bağlayan bir mil oluşur. Hidrolik silindirler büyük basınçlara ve kuvvetlere dayanabilecek şekilde üretilir. Görsel 2.66'da hidrolik silindirin yapısı görülmektedir.



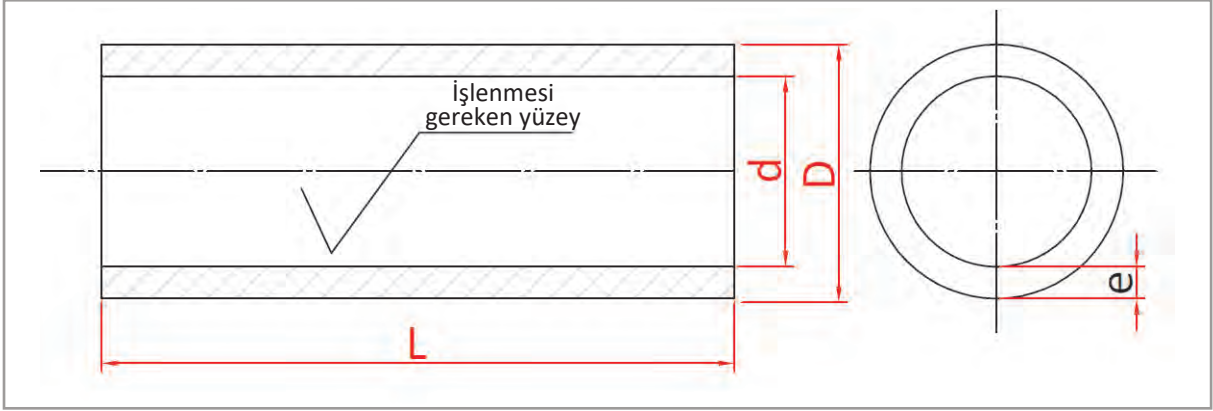
Görsel 2.66: Hidrolik silindirin yapısı

2.6.3. Hidrolik Silindir Elemanları

Hidrolik silindirlerde bulunan elemanlar şunlardır: Silindir gömleği, piston, piston kolu, sızdırmazlık elemanları ve kapaklardır.

2.6.4. Silindir Gömleğinin Yapısı

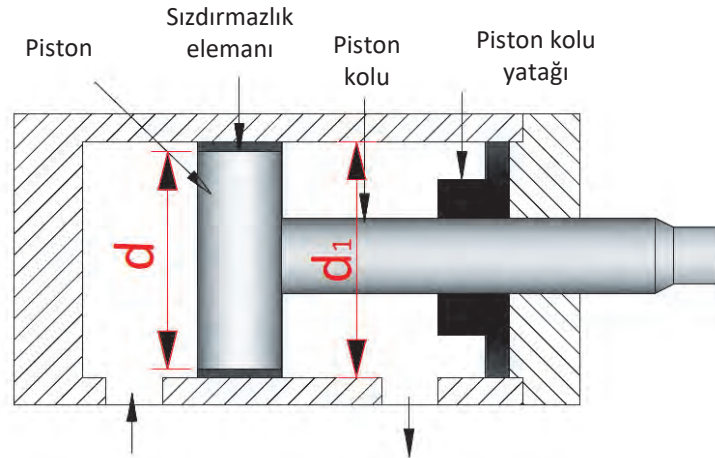
Hidrolik silindir gömlekleri kullanım amacına göre dökme demir, dökme çelik ve alaşımlı çelikten üretilir. Hidrolik silindir gömlekleri hangi malzemeden yapılırsa yapılsın, içi iyice işlenmeli ve honlanmalıdır. Gömlekten maksimum verim alabilmek için pistonla gömlek arasındaki sürtünme minimum düzeyde olmalıdır. Silindir gömleklerinin iç yüzeyi pürüzlü olursa sızıntı ve yağ kaçaklarından dolayı verim düşer. Görsel 2.67’de silindir gömlek kesiti görülmektedir.



Görsel 2.67: Silindir gömlek kesiti

2.6.5. Piston ve Piston Kolu

Piston, piston kolu ile birlikte silindir içinde doğrusal hareket eden devre elemanıdır. Oluşturacağı kuvvetin büyüklüğü piston çapı ile orantılıdır. Piston çapı silindir çapından küçük üretilir. Piston üzerinde bulunan sızdırmazlık elemanları sayesinde pistonu iten akışkan pistonun arka yüzeyine geçemediğinden maksimum kuvvet elde edilir. Pistonlar yağ ile birlikte çalıştığı için sürekli yağlanır, bu da silindir içinde rahat hareket etmesini sağlar. Küçük çaplı pistonlar alüminyum veya pirinçten üretilirken büyük çaplı pistonlar dökme çelik veya dökme demirden üretilir. Görsel 2.68’de piston ve piston kolu kesiti görülmektedir.



Görsel 2.68: Piston ve piston kolu kesiti

2.6.6. Sızdırmazlık Elemanları

Sızdırmazlık elemanları döner mil keçesi, o-ring, takım halka, körüklü keçe gibi değişik isimlerle bilinir. Sızdırmazlık elemanları hidrolik sistemin vazgeçilmez elemanlarıdır. Hidrolik devredeki akışkanın dışarıya sızmasını engellerken dışarıdan toz ve pisliklerin devreye girmesine de engel olur. Hidrolik devrenin sağlıklı çalışmasını sağlar ve ömrünü uzatır. Görsel 2.69'da değişik tiplerde sızdırmazlık elemanları görülmektedir.



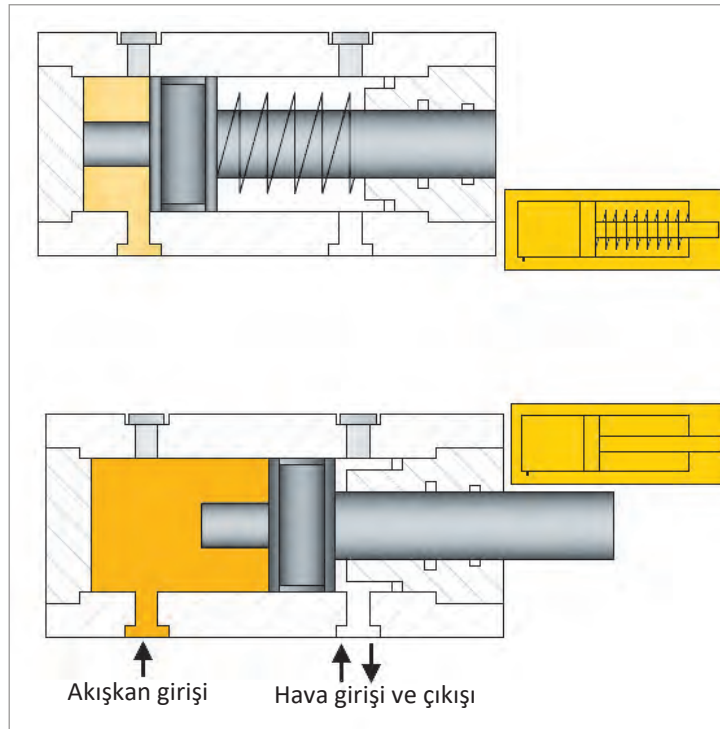
Görsel 2.69: Sızdırmazlık elemanları

2.6.7. Kapaklar

Boru şeklindeki silindirin ön ve arka kısmında bulunur. Tek kollu silindirlerde bir ucu kaynatılmış biçimde sabitleştirilmişken diğer ucu civata ile birleştirilmiştir. Çift kollu silindirlerde ise her iki kapak da sökülebilir civatalarla birleştirilmiştir. Kapakların üzerinde basınçlı akışkanın dışarı sızmasını önlemek amacıyla keçe kullanılır. Ayrıca bu keçeler, dışarı doğru çıkan piston kolu üzerindeki yağı sıyrarak yağ kaçağını önlediği gibi piston kolu tekrar içeri girdiğinde dış ortamdaki kirleticilerin silindir içine girmesini de engelleyerek akışkanın temiz kalmasını sağlar.

2.6.8. Hidrolik Silindir Çeşitleri

Hidrolik sistemlerde, silindirler kullanım amaçlarına göre değişik özelliklerde imal edilir.



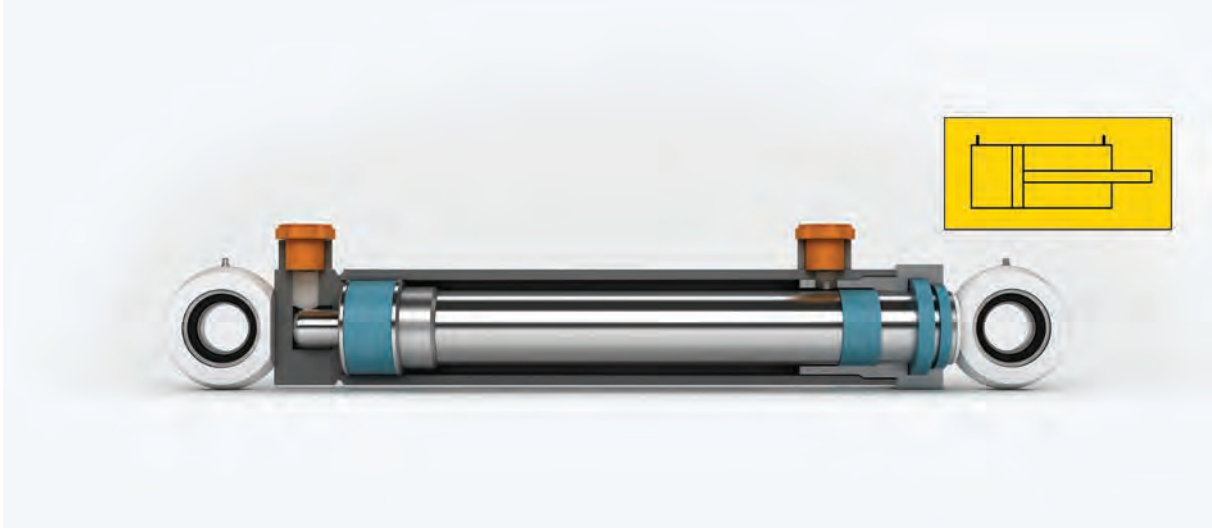
Görsel 2.70: Tek etkili silindir kesiti ve sembolü

2.6.8.1. Tek Etkili Silindirler

Tek etkili silindirlerde akışkan silindire tek taraftan girerek pistonu ileri doğru hareket ettirir. Pistonun eski konumuna gelmesi ise iki şekilde olur. Bazı silindirlerde geri getirme yayı bulunur. Piston ileri hareket ederken önündeki yayı sıkıştırır ve hareket tamamlandığında piston üzerindeki yağ basıncı ortadan kalktığı için sıkışan yayın basıncı ile piston eski konumuna geri döner. Diğer tip silindirlerde ise piston yağ basıncı ile ileri hareket edip işi yapar. İş bitiminde piston üzerindeki yağ basıncı ortadan kalkar ve piston yükün ağırlığı ile eski konumuna geri döner. Görsel 2.70'te tek etkili silindir kesiti ve sembolü görülmektedir.

2.6.8.2. Çift Etkili Silindirler

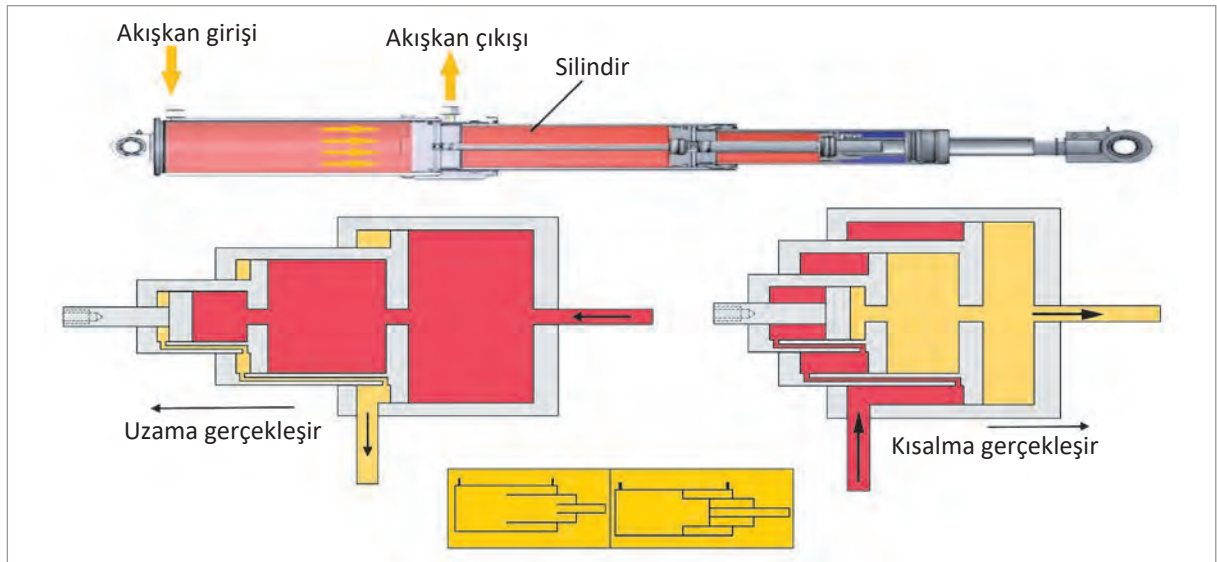
Çift etkili silindirlerde akışkan pistonun her iki yüzeyine etki eder. Pistonun her iki yöndeki hareketi basınçlı akışkan tarafından sağlanır. Akışkan silindire girerken pistonun yüzeyine bir kuvvet uygular. Bu durumda basınç yükselirken piston kolu dışarı doğru hareket eder. Diğer yüzeyine kuvvet uygulandığında ise piston eski konumuna gelir. Yaygın olarak kullanılan silindir çeşididir. Görsel 2.71’de çift etkili silindir kesiti ve sembolü görülmektedir.



Görsel 2.71: Çift etkili silindir kesiti ve sembolü

2.6.8.3. Teleskopik Silindirler

Teleskopik silindirler etki mesafesi uzak olan durumlarda tercih edilir. İç içe geçmiş birden fazla ve değişik çaplardaki silindirlere oluşur. İş yapmaya başladığında öncelik sırasına göre içteki silindirden başlayarak dışarı doğru açılır. Kapanırken de iç içe geçer. Böylece daha az yer kaplar. Daha çok iş makinelerinde ve damperli kamyonlarda tercih edilir. Görsel 2.72’de teleskopik silindir kesiti ve sembolü görülmektedir.



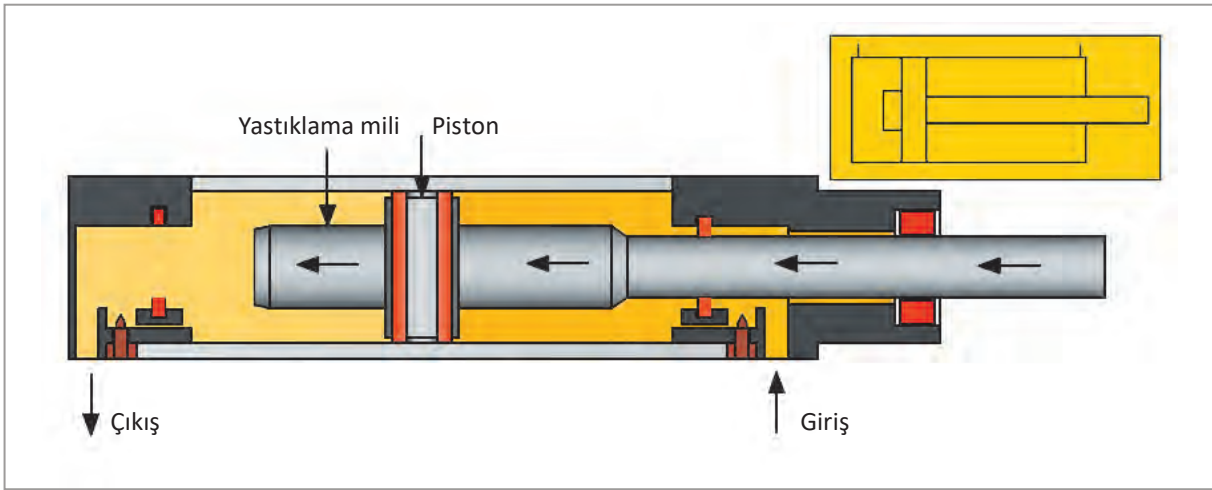
Görsel 2.72: Teleskopik silindir kesiti ve sembolü

2.6.8.4. Yastıklı Silindirler

Hidrolik sistemlerde kullanılan yastıklı silindirler; gürültünün, titreşimin ve sesin istenmediği yerlerde tercih edilir. Ayrıca hareket eden elemanların ani kapanması ve oturması gibi durumların istenmediği yerlerde de tercih edilir. Piston, silindir içerisindeki kursunu tamamlayıp eski konumuna dönerken akışkan çıkış kanalından hızlı bir şekilde çıkar dolayısıyla piston hızı da yüksek olur. Piston, yastıklama mili akışkan çıkış kanalına ulaştığında kanalın bir kısmını kapladığı için akışkanın çıkacağı kesiti daraltır. Bu da akışkanın çıkış hızını düşürür. Akışkanın hızı düştüğü için pistonun hızı da düşer, böylece piston eski konumuna yavaş ve gürültüsüz döner. Görsel 2.73'te yastıklı silindir ve sembolü görülmektedir.

⚠ DİKKAT

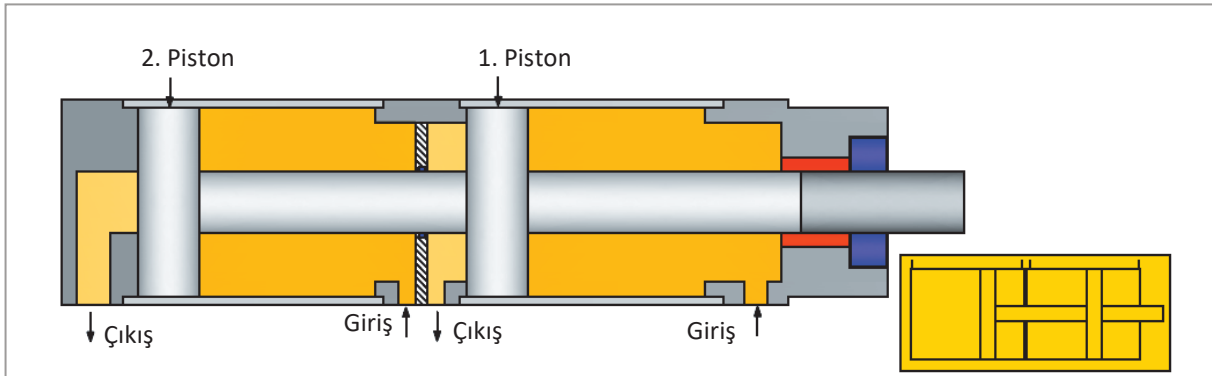
Yastıklı silindirler; gürültünün, titreşimin ve sesin istenmediği yerlerde tercih edilir.



Görsel 2.73: Yastıklı silindir ve sembolü

2.6.8.5. Tandem Silindirler

Tandem silindirler büyük kuvvetlerin istendiği yerlerde tercih edilir. Büyük kuvvet elde etmek için piston çapı ya da silindir hacmi büyütmek yerine aynı piston miline bağlı birden fazla piston bağlanarak büyük kuvvet elde edilmesi sağlanır. Mile bağlı her iki pistonun yüzeyine basınçlı akışkan etki ettiğinden büyük bir itme kuvveti oluşur. Görsel 2.74'te tandem silindir kesiti ve sembolü görülmektedir.

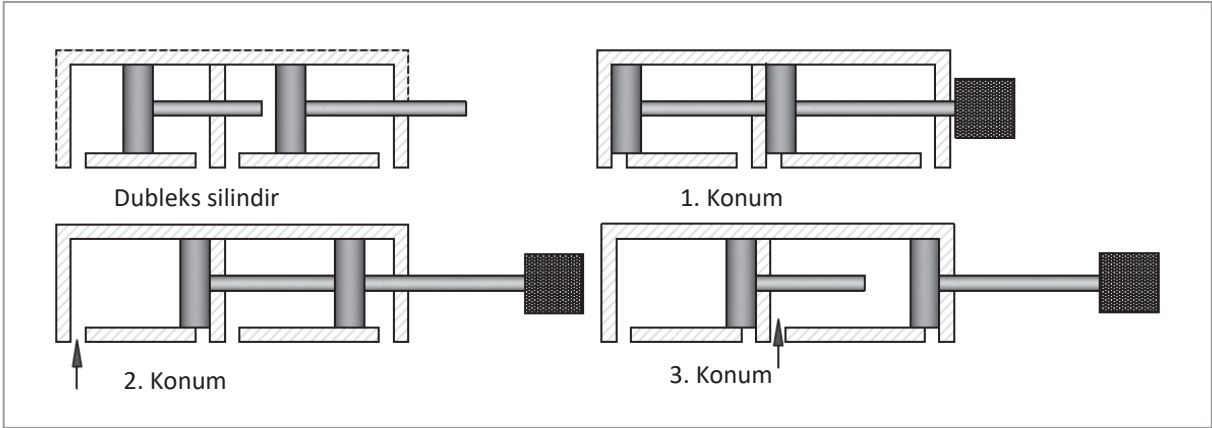


Görsel 2.74: Tandem silindir kesiti ve sembolü

2.6.8.6. Dupleks Silindirler

Piston kolları birbirlerinden bağımsız ve kursları farklı olan iki silindirden meydana gelir. Dupleks silindirlerin üç çalışma konumu vardır. Birinci konum, her iki pistonun geride olduğu konumdur. Bu konumda hareket yoktur. İkinci konum, kısa stroklu piston ilerlediğinde oluşur. Hidrolik akışkan sadece kısa stroka yönlendirildiği için piston kolu ancak kısa strok kadar ilerleyebilir. Üçüncü konum, uzun stroklu piston ilerlediğinde elde edilir. Hidrolik akışkan uzun stroka yönlendirilerek daha uzun kurs boyu elde edilir.

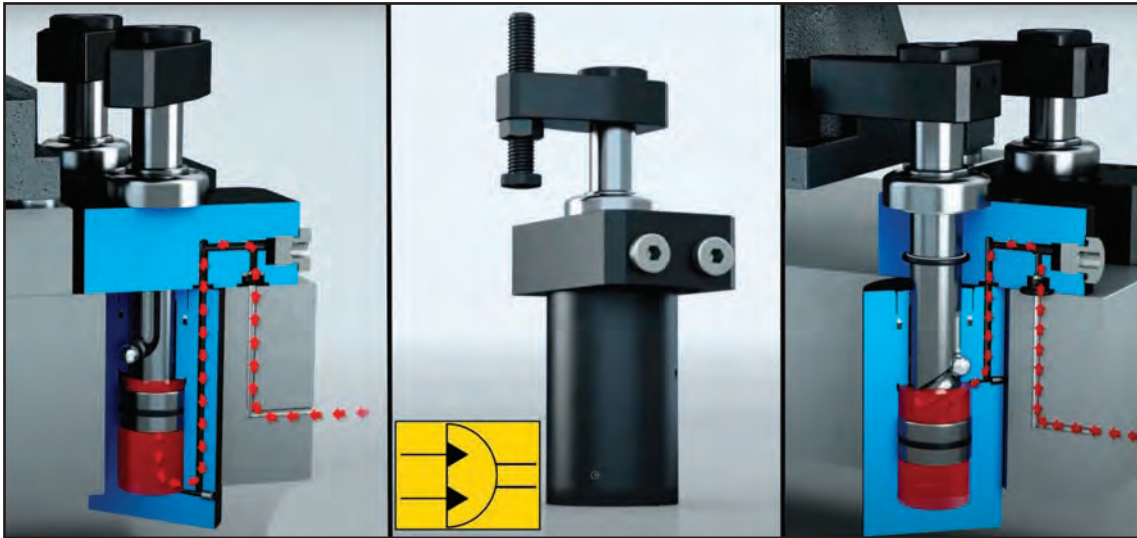
Bu tip silindirler farklı çalışma konumları ile farklı piston kolu uzunlukları elde edilmesini sağlar. Görsel 2.75'te dupleks silindirin konumları görülmektedir.



Görsel 2.75: Dupleks silindirler ve konumları

2.6.8.7. Döner Silindirler

Döner silindirler açısıl hareketlerin kullanıldığı yerlerde tercih edilir. Döner silindire gelen akışkan silindirdeki basıncı yükselterek pistonun hareket etmesini sağlar. Piston ileri doğru hareket ederken piston mili üzerinde açılmış açısıl yiv vasıtasıyla aynı zamanda belli bir açıda döner. Bu da açısıl hareket elde edilmesini sağlar. Parçaların bükülmesinde ve çevrilmesinde ayrıca robotların çalışmasında da tercih edilir. Görsel 2.76'da döner silindir, iç yapısı ve sembolü görülmektedir.



Görsel 2.75: Döner silindir, iç yapısı ve sembolü

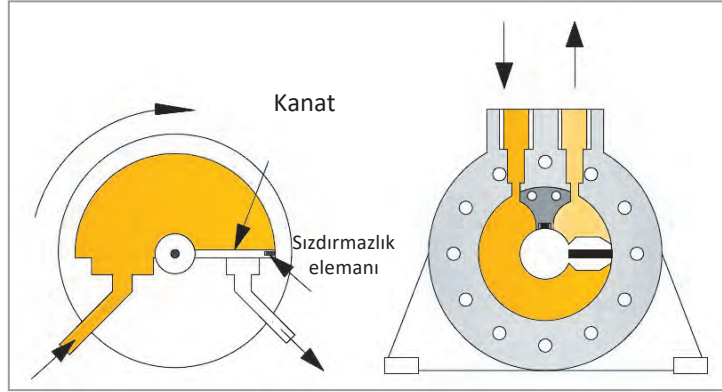
2.6.9. Döndürücüler

Daha çok dönme hareketlerinin yapılması istenen yerlerde tercih edilir. Açısal hareketler için ideal silindirlerdir. Bu açılar; 180°, 240°, 360°'lik açılardır. Bazı hidrolik alıcıların belli açılarda dönülmesi ve daha sonra da yerine geri dönmesi istenebilir. Buna döner kuleler ve tablalar örnek gösterilebilir. Döndürücülerin üç çeşidi vardır. Bunlar; kanatlı döndürücüler, pistonlu döndürücüler ve kremayerli döndürücülerdir.

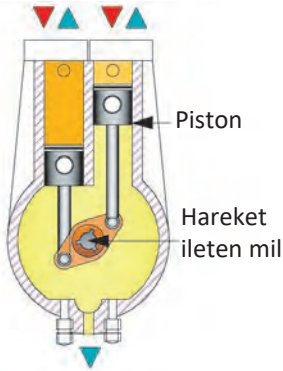
2.6.9.1. Kanatlı Döndürücüler

Silindirin içine gönderilen akışkan kanadın dönmesini sağlar. Kanadın aksi yönde hareket etmesi için akışkanın kanadın diğer tarafından içeri girmesi gerekir. Böylece açısal hareketler elde edilmiş olur. Döndürme kuvvetinin düşük olduğu yerlerde tercih edilir.

Görsel 2.77'de kanatlı döndürücü kesiti görülmektedir.



Görsel 2.77: Kanatlı döndürücü kesiti



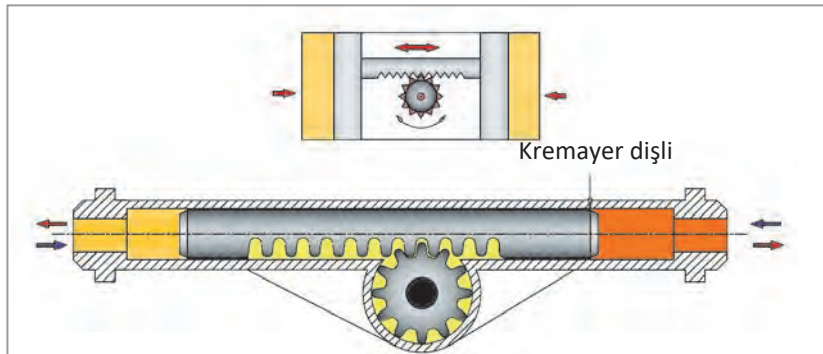
Görsel 2.78: Pistonlu döndürücü

2.6.9.2. Pistonlu Döndürücüler

Pistonlu döndürücülerin çalışma şekli hidrolik silindirlerin çalışma şekliyle benzerdir. Yapı olarak içten yanmalı motorların yapısını andırır. Pistonlar kol ile bir mile bağlıdır. Pistonlar doğrusal hareket yaparken mil, bağlantı şeklinden dolayı bu doğrusal hareketi dairesel harekete çevirir. Görsel 2.78'de pistonlu döndürücü kesiti gösterilmektedir.

2.6.9.3. Kremayerli Döndürücüler

Motorlu araçlarda kullanılan direksiyon sistemindeki kremayer dişli düzeni ile benzer yapıdadır. Bir kremayer dişli milinin sağına ve soluna basınçlı yağ gönderilmesi suretiyle kremayer dişli milinin sağa ve sola hareket etmesi sağlanır. Hareket eden kremayer dişli mil, alt tarafına monte edilmiş dairesel dişliye hareket vererek döndürücüden istenen açısal hareketin oluşması sağlanır. Görsel 2.79'da kremayerli döndürücü kesiti verilmiştir.



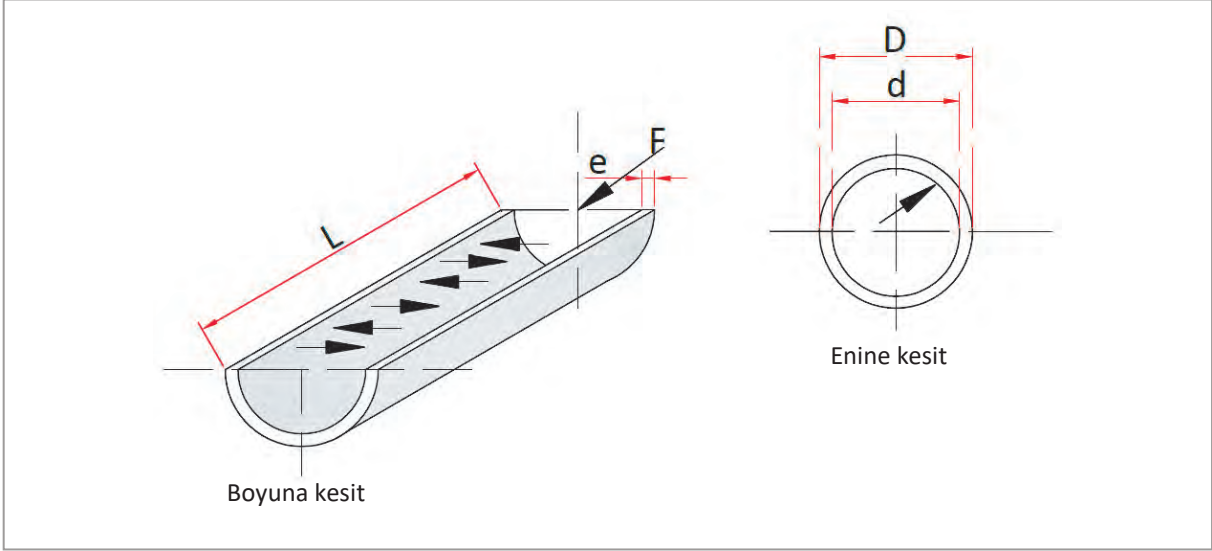
Görsel 2.79: Kremayerli döndürücü kesiti

2.6.10. Hidrolik Silindirlerle İlgili Hesaplamalar

Hidrolik silindirler üretilmeden önce hesaplamalar yapılarak çalışma şartlarına uygun üretilmeleri sağlanır.

2.6.10.1. Silindir Et Kalınlığının Hesaplanması

Silindirler tasarlanırken en büyük basınca dayanacak şekilde tasarlanır. Büyük basınçları karşılaması için en ve boy kesit ölçüleri hesaplanır. Görsel 2.80’de silindirlerin enine ve boyuna kesitleri gösterilmektedir.



Görsel 2.80: Silindir gömleklerinin enine ve boyuna kesiti

Silindir et kalınlığı hesaplanırken aşağıdaki formüller kullanılır:

$$\sigma_{\text{çem}} = \frac{F}{A} \quad F = \sigma_{\text{çem}} \cdot A$$

$$\text{Enine kesit et kalınlığı: } e = \frac{P \cdot d}{2 \cdot \sigma_{\text{çem}}} \quad \text{Boyuna kesit et kalınlığı: } e = \frac{P \cdot d}{2 \cdot \sigma_{\text{çem}}} + c$$

$$\text{Boyuna kesit alanı: } A = 2 \cdot e \cdot L$$

Formüllerde kullanılan sembollerin anlamları şunlardır:

d = Silindir iç çapı (cm)

D = Silindir dış çapı (cm)

e = Silindir et kalınlığı (cm)

L = Silindir uzunluğu

P = Çalışma basıncı (kg/cm²)

A = Kesit alanı (cm²)

F = Etki eden kuvvet (kg)

c = Korozyon için sabit sayı = 0,1 eklenmeli

$\sigma_{\text{çem}}$ = Emniyetli çekme gerilmesi (kg/cm²)

8. Örnek Problem

Bir hidrolik silindirin iç çapı 90 mm, uzunluğu 180 mm'dir. Hidrolik silindirin malzemesi akma çeliktir ve 60 kg/cm² basınçta çalışması istenmektedir. Akma çelik emniyet gerilmesi 800 kg/cm² olduğuna göre ; (c= 0,1 korozyon sabiti)

- Silindirin et kalınlığını,
- Silindirin kesit alanını,
- Silindire etki eden kuvveti bulunuz.

Çözüm

$$d = 90 \text{ mm} = 9 \text{ cm}$$

$$L = 180 \text{ mm} = 18 \text{ cm}$$

$$P = 60 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{çem}} = 800 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = ?$$

$$A = ?$$

$$F = ?$$

$$a) e = \frac{P \cdot d}{2 \cdot \sigma_{\text{çem}}} + c$$

$$e = \frac{60 \cdot 9}{2 \cdot 800} + 0,1 = \frac{540}{1600} + 0,1$$

$$e = 0,3375 + 0,1$$

$$e = 0,4375$$

$$e = 0,4 \text{ cm}$$

$$e = 4 \text{ mm (et kalınlığı)}$$

$$b) \text{ Boyuna kesit alanı: } A = 2 \cdot e \cdot L \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A = 2 \cdot 0,4 \cdot 18 = 14,4 \text{ cm}^2$$

$$A = 14,4 \text{ cm}^2$$

$$c) \text{ Silindire etki eden kuvvet:}$$

$$F = \sigma_{\text{çem}} \cdot A$$

$$F = 800 \cdot 14,4$$

$$F = 11520 \text{ kg}$$

9. Örnek Problem

Hidrolik silindirin iç çapı 120 mm, uzunluğu 250 mm olan akma çelikten imal edilen silindirin çalışma basıncının 60 bar olması istenmektedir. Çeliğin emniyet gerilmesi 700 kg/cm² olduğuna göre (c= 0,1 korozyon sabiti);

- Silindirin et kalınlığını,
- Silindirin kesit alanını,
- Silindire etki eden kuvveti bulunuz.

Çözüm

$$d = 120 \text{ mm} = 12 \text{ cm}$$

$$L = 250 \text{ mm} = 25 \text{ cm}$$

$$P = 60 \text{ bar} = 600 \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{çem}} = 700 \text{ N/cm}^2$$

$$c = 0,1 \text{ korozyon sabiti}$$

$$e = ?$$

$$A = ?$$

$$F = ?$$

$$a) e = \frac{P \times d}{2 \times \sigma_{\text{çem}}} + c = \frac{600 \times 12}{2 \times 700} + 0,1$$

$$e = 5,24 \text{ cm}$$

$$e = 52,4 \text{ mm}$$

$$b) \text{ Boyuna kesit alanı: } A = 2 \cdot e \cdot L \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A = 2 \cdot 52,4 \cdot 25$$

$$A = 2620 \text{ cm}^2$$

$$c) \text{ Silindire etki eden kuvvet:}$$

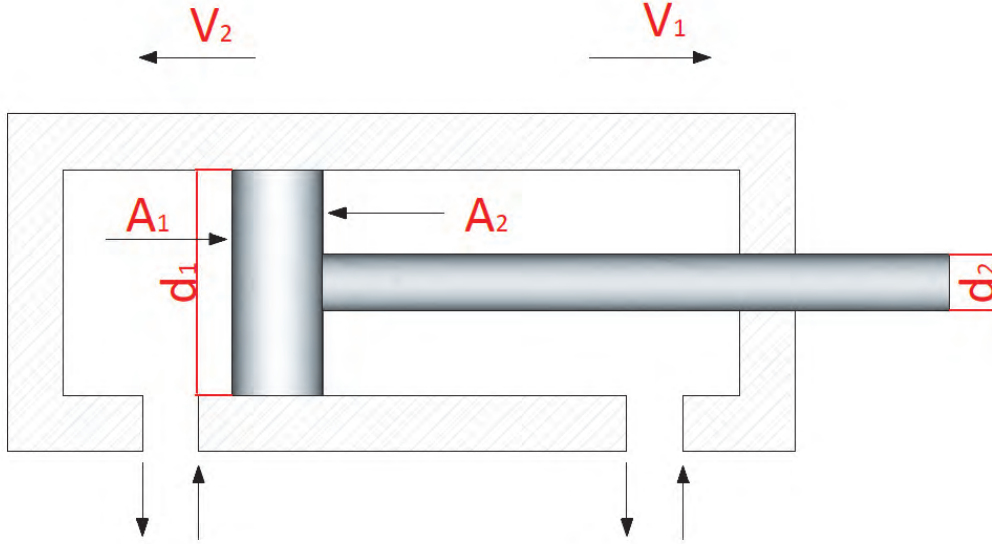
$$F = \sigma_{\text{çem}} \cdot A$$

$$F = 600 \cdot 2620$$

$$F = 1\,572\,000 \text{ N} = 1572 \text{ kN}$$

2.6.10.2. Piston Hızının Hesaplanması

Piston hızı silindire giren sıvının debisine bağlıdır. Piston hızını artırmak için debinin artırılması, piston hızını azaltmak için ise debinin azaltılması gerekir. Bu da akış kontrol valfi ile ayarlanır. Bununla birlikte piston hızını belirleyen diğer bir etken de akışkanın viskozitesidir. Viskozite artarsa piston hızı düşer, viskozite düşerse piston hızı artar. Görsel 2.81'de piston ve kol kesiti gösterilmektedir.



Görsel 2.81: Piston ve kol çapı kesiti

Piston hızının hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılır:

$$v = \frac{Q}{A} \text{ (cm/dk.)} \quad A = \frac{\pi d^2}{4} = 0,785 \cdot d^2$$

Not: Formüldeki 0,785 değeri π 'nin ($\pi = 3,14$) 4'e bölümünden elde edilmiştir.

v = Piston hızı (cm/dk.)

Q = Akışkan debisi (cm³/dk.)

A = Silindir kesit alanı (cm²)

10. Örnek Problem

Bir iş makinesi pompasının debisi 20 l/dk. pistonunun çapı 60 mm ve piston kolu çapı ise 20 mm'dir. Bu pistonun sola ve sağa yaptığı hareketinin hızlarını bulunuz. ($\pi=3,14$ olarak alınacak)

$$Q = 20 \text{ (l/dk.)} = 20000 \text{ cm}^3/\text{dk.}$$

$$d_1 = 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm}$$

$$d_2 = 20 \text{ mm} = 2 \text{ cm}$$

$$v_1 = ?$$

$$v_2 = ?$$

Çözüm

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A_1 = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} = 28,26 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = (d_1^2 - d_2^2) \cdot 0,785 = (6^2 - 2^2) \cdot 0,785 = 25,12 \text{ cm}^2$$

Piston sağa doğru giderken;

$$v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{20000}{28,26} = 707,7 \text{ cm/dk.} = 7,077 \text{ m/dk.}$$

Piston sola doğru giderken;

$$v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{20000}{25,12} = 796,17 \text{ cm/dk.} = 7,9617 \text{ m/dk.}$$

11. Örnek Problem

Bir pompanın debisi 30 l/dk. piston çapı 30 mm ve piston kolu çapı ise 8 mm'dir. Pistonun, piston kolu tersi yönde hareket ettirildiğindeki hızını bulunuz.

$$Q = 30 \text{ (l/dk.)} = 30000 \text{ cm}^3/\text{dk.}$$

$$d_1 = 30 \text{ mm} = 3 \text{ cm}$$

$$d_2 = 8 \text{ mm} = 0,8 \text{ cm}$$

$$v = ?$$

Çözüm

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{30000}{0,785 \cdot (d_1^2 - d_2^2)} = \frac{30000}{0,785 \cdot (3^2 - 0,8^2)} = 4571 \text{ cm / dk.} = 45,70 \text{ m / dk.}$$

2.6.10.3. Piston Kursu Tamamlama Zamanının Hesaplanması

Pistonun hidrolik silindir içerisindeki kursu tamamlama zamanı hesaplama formülü:

$$t = \frac{V}{Q}$$

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot h$$

t = Piston kursunu tamamlama zamanı (s)

Q = Akışkan debisi (l/dk.)

V = Piston giderken yol aldığı hacim (cm³)

d = Piston çapı (cm)

h = Piston kurs boyu (cm)

12. Örnek Problem

Debisi 30 l/dk. olan silindirde pistonun süpürdüğü hacim 14 cm³'tür. Pistonun kursunu tamamlama zamanını bulunuz.

$$Q = 30 \text{ (l/dk.)} = \frac{30 \cdot 1000}{60} = 500 \text{ (cm}^3/\text{s)} \text{ (l/dk. cm}^3/\text{s'ye dönüştürüldü)}$$

$$V = 14 \text{ (cm}^3) \quad t = ?$$

Çözüm

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{14}{500} = 0,028 \text{ s}$$

Not: Debinin değeri dakika olarak verildiğinden bunu saniyeye çevirirken 60 ile çarpılır. Litreyi santimetreküpe çevirirken 1000 ile çarpılır.

2.6.10.4. Piston Kolumun Boyu ve Çapının Hesaplanması

Piston kolu da piston gibi silindirik bir yapıya sahiptir. Hidrolik pompanın ürettiği basınç kuvvetini iş yapmak için kullanır. Piston koluna ait formül aşağıda verilmiştir.

$$d = \sqrt[4]{\frac{L^2 \cdot F \cdot EKS}{10^6}}$$

$$F = \frac{F_k}{EKS}$$

$$L = 10^3 \sqrt{\frac{d^4}{F \cdot EKS}} = \text{cm}$$

d = Piston kolu çapı (cm)

L = Piston kolu boyu (cm)

F = Piston kolunu burkulmaya zorlayan kuvvet (kg)

F_k = Piston kolunu burkulmaya zorlayan kritik kuvvet (kg)

EKS = Emniyet kat sayısı

13. Örnek Problem

Uzunluğu 500 mm olan bir piston kolu 9000 kg'lık bir kuvvetin etkisinde kalıyor. Piston kolunun emniyet kat sayısı 5 olduğuna göre piston kolunun çapını bulunuz.

L = 500 mm = 50 cm eder.

F = 9000 kg

EKS = 5

d = ?

Çözüm

$$d = \sqrt[4]{\frac{L^2 \cdot F \cdot EKS}{10^6}} = \sqrt[4]{\frac{50^2 \cdot 9000 \cdot 5}{10^6}} = \sqrt[4]{\frac{11250000}{1000000}} = \sqrt[4]{112,5} = 3,25 \text{ cm}$$

14. Örnek Problem

Bir piston kolu 600 kg'lık bir kuvvetin etkisinde kalırken, piston kol boyu 300 mm'dir. Emniyet katsayısı 3 olan pistonun kol çapını hesaplayınız.

$$L = 300 \text{ mm} = 30 \text{ cm} \quad F = 600 \text{ kg} \quad \text{EKS} = 3$$

$$d = ?$$

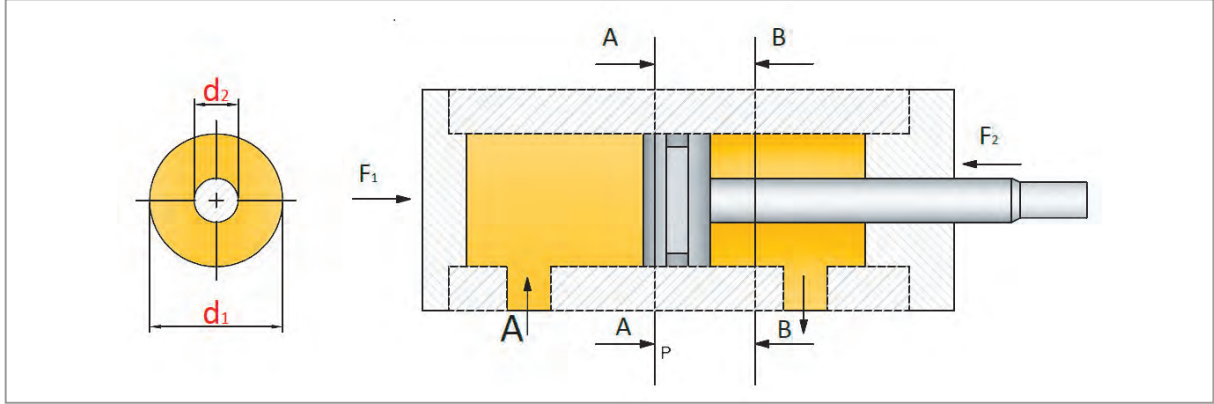
Çözüm

$$d = \sqrt[4]{\frac{L^2 \cdot F \cdot \text{EKS}}{10^6}} = \sqrt[4]{\frac{30^2 \cdot 600 \cdot 3}{10^6}} = \sqrt[4]{\frac{1620000}{1000000}} = \sqrt[4]{1,62} = 1,13 \text{ cm} = 11,3 \text{ mm}$$

2.6.10.5. Silindirlerde Piston İtme ve Çekme Kuvvetlerinin Hesaplanması

Silindire giren akışkan pistonun yüzeyine bir kuvvet uygular. Uygulanan kuvvet piston yüzeyinin alan büyüklüğüne bağlı olarak değişir. Pistonun kesit alanı büyüdükçe meydana gelen kuvvet de büyür.

Hesaplamalar yapılırken verim kayıpları da dikkate alınmalıdır. Tek kollu silindirde iki yüzeyin kesit alanları birbirlerinden farklıdır. Giriş kısmında uygulanacak kuvvet daha büyüktür. Görsel 2.82'de pistonun itme ve çekme kuvveti gösterilmektedir.



Görsel 2.82: Pistonun itme ve çekme kuvveti

Pistonun itme ve çekme kuvvetlerinin hesaplanması şu şekildedir:

$F = P \cdot A \cdot \eta$ bu formülde geçen;

F = Pistonun itme kuvveti (N, kg)

P = Çalışma basıncı (kg/cm², bar)

A = Silindir kesit alanı (cm²)

η = Silindir verimi % yüzde olarak verilir.

A – A Kesitinde ; $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ veya $0,785 \cdot d^2$

B – B Kesitinde ; $A = \frac{\pi \cdot (d_1^2 - d_2^2)}{4}$ veya $0,785 \cdot (d_1^2 - d_2^2)$

15. Örnek Problem

Çapı 175 mm olan bir pistonun kol çapı 70 mm'dir. Verim %80 olan tek kollu çift etkili silindirin çalışma basıncı 900 bar'dır. Pistonun her iki yüzeyinde oluşacak itme kuvvetlerini bulunuz. ($\pi = 3,14$ olarak alınacak)

$$d_1 = 175 \text{ mm} = 17,5 \text{ cm} \quad d_2 = 70 \text{ mm} = 7 \text{ cm}$$

$$P = 900 \text{ bar} = 9000 \text{ N/cm}^2 \quad \eta = \%80 = 0,80$$

$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

Çözüm

$$F_1 = P \cdot A_1 \cdot \eta$$

$$F_2 = P \cdot A_2 \cdot \eta$$

$$A_1 = A = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 17,5^2}{4} = 240,40 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot (d_1^2 - d_2^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (17,5^2 - 7^2)}{4} = 201,94 \text{ cm}^2$$

$$F_1 = 9000 \cdot 240,4 \cdot 0,80 = 1\,730\,880 \text{ N}$$

$$F_1 = 1730,88 \text{ kN}$$

$$F_2 = 9000 \cdot 201,94 \cdot 0,80 = 1\,453\,968 \text{ N}$$

$$F_2 = 1453,96 \text{ kN}$$

16. Örnek Problem

Çapı 200 mm olan pistonun kollarının çapı 40 mm'dir. Verim %70 olan çift kollu çift etkili silindirin basıncı 600 bar'dır. Pistonun iki tarafına uygulanan itme kuvvetlerini bulunuz. ($\pi = 3,14$ olarak alınacak.)

$$d_1 = 200 \text{ mm} = 20 \text{ cm} \quad d_2 = 40 \text{ mm} = 4 \text{ cm}$$

$$P = 600 \text{ bar} = 6000 \text{ N/cm}^2 \quad \eta = \%70 = 0,70$$

$F_1 = F_2$ (Çift kollu ve çift etkili olduğundan her iki yönde uygulanan kuvvet eşittir.)

Çözüm

$$A = \frac{\pi \cdot (d_1^2 - d_2^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (20^2 - 4^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot 384}{4}$$

$$A = \frac{1205,76}{4} = 301,44 \text{ cm}^2$$

$$F_1 = F_2 = P \cdot A_1 \cdot \eta = 6000 \cdot 301,44 \cdot 0,70 = 1\,266\,048 \text{ N'dır.}$$

$$F_1 = F_2 = 1266 \text{ kN}$$

2.6.11. Hidrolik Silindirlerin Kullanım Alanına Uygun Seçilmesi

Silindirler seçilirken bazı kriterler dikkate alınmalıdır. Bu kriterler şunlardır:

- ▶ Hidrolik silindirin çalışma basıncı
- ▶ Hidrolik silindirin gövde yapısı ve bağlantı şekli
- ▶ Hidrolik silindirin çapı
- ▶ Hidrolik silindirin çalışacağı alanın ebatları
- ▶ Çalışma stroku
- ▶ Hidrolik silindirin bağlantı şekli
- ▶ Milin çapı

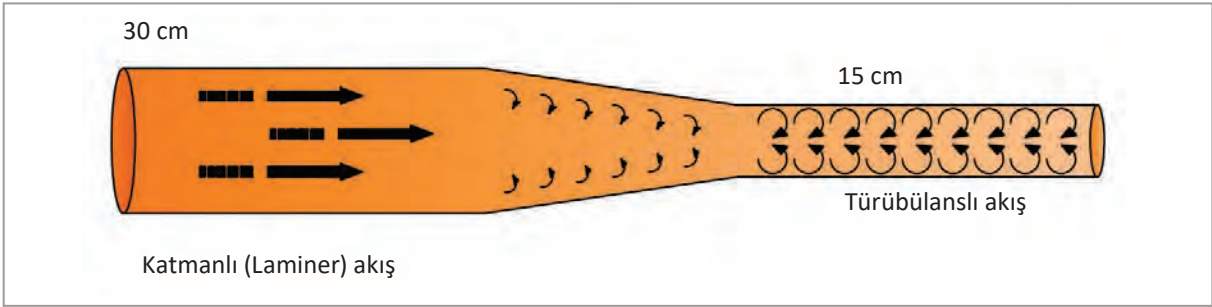
Silindirler tasarlanırken en büyük basınca dayanacak şekilde tasarlanır. Büyük basınçları karşılaması için en ve boy kesit ölçüleri hesaplanır.

2.7. Borular ve Hortumlar

Hidrolik sistemin ihtiyacına göre değişik özelliklerde boru ve hortumlar kullanılır.

2.7.1. Hidrolik Akış Türleri

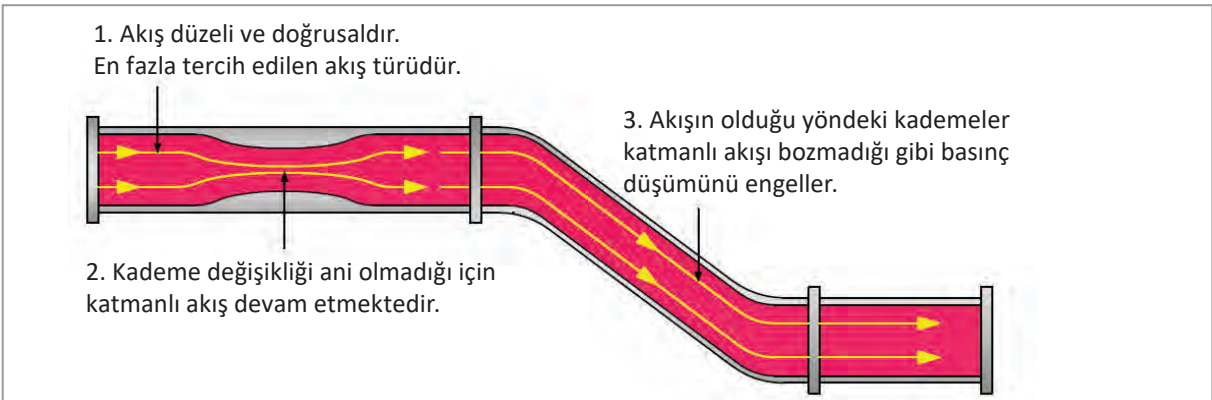
Boruların çaplarına ve borunun içinden geçecek akışkanın hızına bağlı olarak iki çeşit akış vardır. Bunlar katmanlı (laminer) ve türbülanslı akış olarak bilinir. Görsel 2.83'te akış türlerinin boru içerisindeki konumu görülmektedir.



Görsel 2.83: Akış türleri

Katmanlı (Laminer) Akış

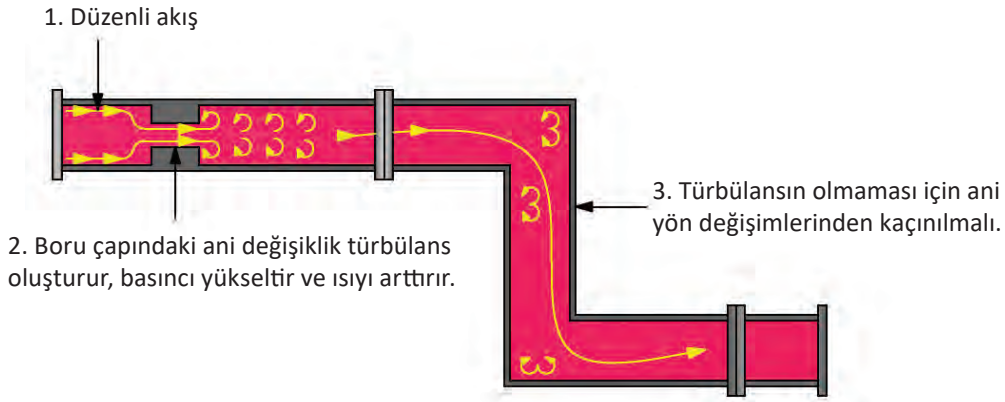
Katmanlı akış türünde akışkan düzenli katmanlar halinde akar. Her tabakanın hızı farklılık gösterebilir. Akış boru ile aynı eksende olurken akışkan tabakaları arasında yer değişimi olmaz. Boru çapındaki kademeli değişiklik katmanlı akışı etkilemez. Borudaki eğim katmanlı akışı bozmadığı gibi basınç düşümünü de engeller. Görsel 2.84'te katmanlı akışın boru içerisindeki hareketleri gösterilmiştir.



Görsel 2.84: Katmanlı (Laminer) akış

Türbülanslı Akış

Boru çapında herhangi bir değişiklik yok ise akış hızı düzenli olarak devam eder. Ancak boru kesit alanında ani değişiklik olursa akış hızı artar, akışın düzeni bozulur ve türbülansa neden olur. Aynı zamanda türbülans basınç ve ısı yükselmesine de neden olmaktadır. Akışın ani yön değişiklikleri de türbülansa neden olur. Görsel 2.85'te türbülanslı akışın boru içerisindeki hareketleri görülmektedir.



Görsel 2.85: Türbülanslı akış

2.7.2. Reynolds Sayısı

Hidrolik hattın içinde katmanlı ya da türbülanslı akış olabilir. Reynolds sayısı hat içindeki akışkanın karakterini (katmanlı ya da türbülanslı olduğunu) göstermektedir. Katmanlı akıştan türbülanslı akışa geçişte hattın şekli, hattın yüzey pürüzlülük durumu, akışkanın hızı, hattın yüzey sıcaklığı ve akışkan türü etkilidir.

Reynolds sayısı akışkanın yoğunluğu, akışkanın hızı, boru çapı ile doğru; akışkanın dinamik viskozitesi ile ters orantılıdır.

Akışın laminar akıştan türbülanslı akışa geçtiği reynolds sayısına kritik reynolds sayısı denir. Kritik reynolds sayısı hattın geometrik yapısına ve akışın durumuna göre değişir. Kesiti dairesel olan bir borunun kritik reynolds sayısı genellikle 2300 olarak kabul edilir.

Tablo 2.2: Reynold Sayısı

0 - 2300	Laminer akış
2300 - 4000	Geçiş evresi
4000 ve sonrası	Türbülanslı akış

Pratik uygulamalarda dairesel borudaki akış, $re < 2300$ için laminar, $Re > 4000$ için türbülanslı olarak kabul edilirken bu iki değer arasındaki değerler ise geçiş evresidir. Tablo 2.3'te reynolds sayısının aralığı görülmektedir.

2.7.3. Boru ve Hortumların Yapısal Özellikleri

Hidrolik sistem devre elemanları arasında hidrolik akışın gerçekleşebilmesi için bir yola ihtiyaç vardır.

2.7.4. Bağlantı Elemanları

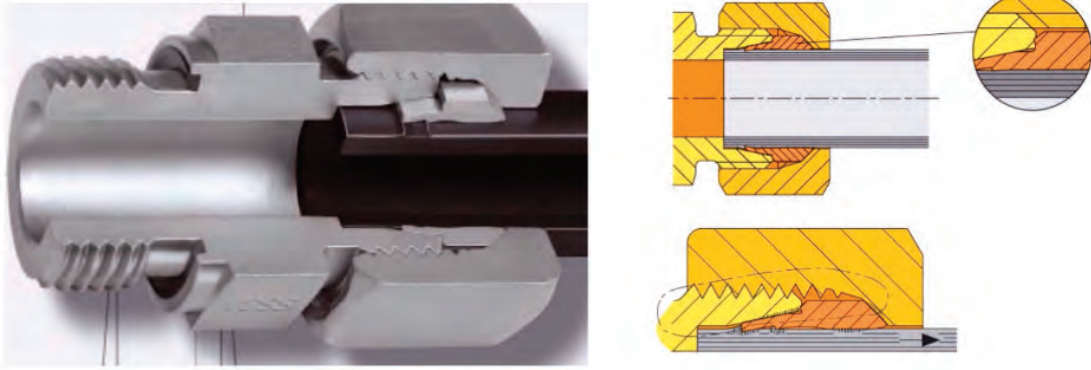
Hidrolik sistemlerde devre elemanlarının irtibatını sağlayan ve akışkanı iş elde etmek için alıcılara göndermeye yarayan devre elemanlarıdır. Bunlar; borular, hortumlar ve rekorlardır.

2.7.5. Borulama

Hidrolik sistemdeki akışkanı devre elemanları arasında taşıyan bağlantı elemanlarına verilen addır. Hidrolik sistemlerde borular, hortumlar ve iletim hatlarının tamamıdır.

2.7.6. Borular ve Yapısal Özellikleri

Hidrolik sistemlerin basınç hatlarında kullanılan borular dikişsiz ve yumuşak çeliklerden üretilir. Dikişsiz borular tek parça halinde üretilirken pas ve korozyonu önlemek için iç kısmı fosfatlanır. Borular standartlara uygun bağlanırsa gürültü ve titreşimler en aza indirilmiş olur. Görsel 2.86'da boru bağlantı kesiti gösterilmiştir.



Görsel 2.86: Boru bağlantı kesiti

2.7.7. Hortumlar ve Yapısal Özellikleri

Hidrolik sistemde titreşimli, sarsıntılı ve hareketli elemanların olduğu yerlerde boru yerine hortum kullanılır. Boru kullanılmasının imkânsız olduğu yerlerde de hortum kullanılır. Hidrolik hortumlar sentetik lastik, bez ve çelik örgü katmanlarından oluşur. Hidrolik basıncın düşük olduğu yerlerde bez örgülü, basıncın yüksek olduğu yerde ise çelik tel örgülü hortumlar tercih edilir. Hidrolik hortumlar üç kısımdan oluşur. Bunlar; iç kısım, basınç taşıyıcı kısım ve üst tabakadır. Hidrolik sistemlerde kullanılan hortumlar değişik malzemelerden üretilebilir. İç kısımda polyester, sentetik lastik, teflon ve elastomer (defalarca uzatılıp bırakıldıkları halde kendi ölçülerine geri dönebilen, esnekliğini kaybetmeyen kauçuk esaslı malzeme) gibi malzemeler kullanılır. Basınç kısmında metal polyester veya reyondan üretilen örgüler kullanılır. Üst tabakada ise ufalanmayan lastikler, polyester elastomer veya diğer malzemeler kullanılır. Hortumların çalışma ortamında bozulmaması için dış tabaka, helisel veya örgü şeklinde bir tabaka ile kaplanır. Görsel 2.87'de hidrolik hortumlar gösterilmektedir.



Görsel 2.87: Hidrolik hortumlar

2.7.8. Hortum Seçimi ve Montajında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Sıcaklık ve basınca maruz kalan hortumun boyu değişebilir. Devrenin bu değişimlerden etkilenmemesi için bir miktar esneme payı bırakılmalıdır.

Hortumlar yüksek sıcaklığa sahip bölgelerden geçerken etkilenmemesi için ısıya dayanıklı yalıtkanlarla korunmalıdır.

Hortum, kıvrımlı yerlerden geçirilirken geniş yarıçap verilebilmesi için yeterli uzunlukta bırakılmalıdır.

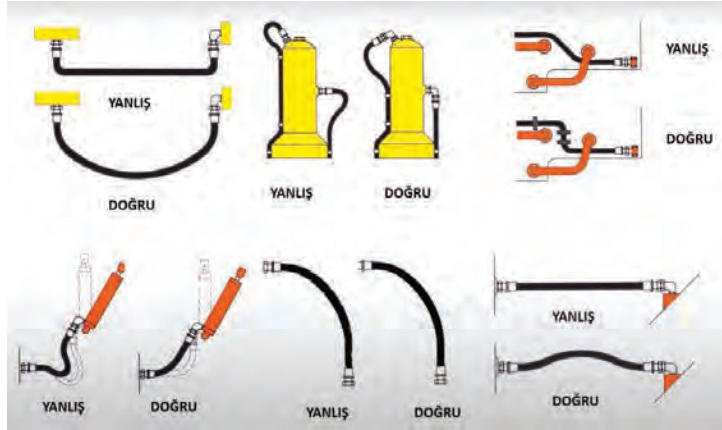
Hortum bağlantı uçlarına rekorlar bağlanmalı, titreşimin fazla olduğu yerlerde presli tip rekorlar tercih edilmelidir.

Hortumun çapı sistemdeki basınca ve sıcaklığa dayanabilir olmalıdır.

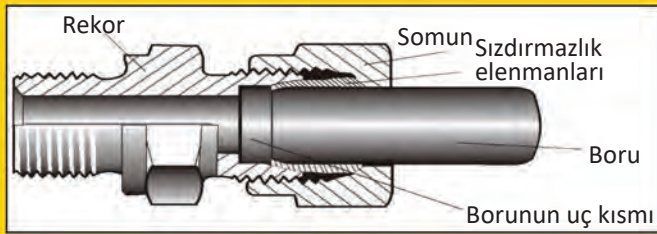
Hidrolik sistemlerde farklı çaplarda hortumlar tercih edilmemeli bunun yerine hat boyunca aynı çap hortum kullanılmalıdır.

Montaj sırasında keskin köşelerden kaçınılmalıdır. Görsel 2.88’de hortumların doğru ve yanlış bağlantı şekilleri gösterilmiştir

Aşırı kısa ya da aşırı uzun hortum tercih edilmemelidir.



Görsel 2.88: Hortum montajında dikkat edilmesi gereken hususlar



Görsel 2.89: Rekor kesiti ve bağlantı rekor çeşitleri

2.7.9. Rekorlar

Hidrolik sistemde rekorlar boru ve hortumları birbirlerine ve diğer elemanlara bağlayan devre elemanlarıdır. Rekorların iç kısımları akışkanın geçişini engellemeyecek şekilde üretilir. Kaynaklı rekorların, borudan boruya bağlantı, borudan dişli gövdeye bağlantı gibi tipleri vardır. Görsel 2.89’da rekor kesiti ve bağlantı rekor çeşitleri görülmektedir.

2.7.10. Boru Seçiminde ve Montajında Dikkat Edilecek Hususlar

Boru seçiminde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- ▶ Hidrolik sistemlerde kullanılacak boruların içi pürüzsüz olmalıdır.
- ▶ Kullanılacak yerde kıvrım sayısı az tutulmalıdır.
- ▶ Seçilecek çap ve uzunluk hidrolik devreye uygun olmalıdır.
- ▶ Hava alma supapları olmalıdır.
- ▶ Hattın basınç altındaki kesiti dar olmamalıdır.
- ▶ Sistemde oluşacak sıcaklığa karşı dayanıklı olmalıdır.
- ▶ Mümkün olduğunca ek az kullanılmalıdır.
- ▶ Uygun sızdırmazlık elemanları seçilerek sızıntı ve kaçağın önüne geçilmelidir.
- ▶ Titreşimin olduğu yerlerde boru kullanılmamalıdır.
- ▶ Boru hatları desteklerle iyice sabitlenmelidir.

Boru montaj aşamasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- ▶ Borular kesilirken dik açı ile kesilmelidir.
- ▶ Borunun ucunda oluşabilecek çapaklar temizlenmelidir.
- ▶ Boru ucunda 15° lik açı ile pah kırılmalıdır.
- ▶ Montaj yapılacak tüm bağlantı elemanları temiz ve kuru olmalıdır.
- ▶ Bağlantı elemanları sıkılırken uygun torkta sıkılmalıdır.
- ▶ Kullanılacak sızdırmazlık elemanlarının (o-ring, keçe vb.) montaj sırasında dönmüş ya da kıvrılmış olmamasına dikkat edilmelidir.
- ▶ Borular birleştirilirken petrol türevi yağlar yerine farklı kayganlaştırıcılar kullanılmalıdır.
- ▶ Montajı tamamlanan devre mutlaka teste tabi tutulmalıdır.

2.7.11. Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Sızdırmazlık Elemanları

Hidrolik sistemlerde boşlukları en aza indirmek için kullanılan elemanlara **sızdırmazlık elemanı** denir. Hidrolik sistemlerde akışkanın sızmasını engellemek ve verimi yükseltmek için kullanılır. Aynı zamanda hareketli elemanların hareketli kısımlarının sızdırmazlığını da sağlar.

2.7.12. Sızdırmazlık Elemanları Çeşitleri

Sızdırmazlık elemanları yapıldıkları malzemeye ve kullanıldıkları yerlere göre sınıflandırılır.

2.7.12.1. Yapıldıkları Malzemeye Göre Sızdırmazlık Elemanları

Bezli malzemeden yapılan sızdırmazlık elemanları:

- ▶ Bezli NBR (nitril)
- ▶ Bezli FKM (viton veya flourel)

Esnek malzemeden yapılan sızdırmazlık elemanları:

- ▶ Silikon
- ▶ Viton
- ▶ Neopren
- ▶ Poliüretan
- ▶ Etilen propilen kauçuk
- ▶ Sitren butadien kauçuk
- ▶ Doğal kauçuk
- ▶ Termoplastik malzemeden yapılanlar

2.7.12.2. Kullanıldıkları Yerlere Göre Sızdırmazlık Elemanları

Statik sızdırmazlık elemanları:

- ▶ Contalar
- ▶ O-ringler (halkalar)

Dinamik sızdırmazlık elemanları:

- ▶ Toz keçeleri
- ▶ Piston kolu keçeleri
- ▶ Piston keçeleri

2.7.13. Diş Çeşitleri

Hortum ve borular seçilirken malzemenin uygun seçildiği gibi diş ölçüleri de doğru bir şekilde seçilmelidir. Bağlantı elemanlarında genel olarak 4 çeşit diş vardır. Bunlar:

SAE [Society of Automotive Engineers (Sosaydi of Otomotiv Enciniyirs)] Diş

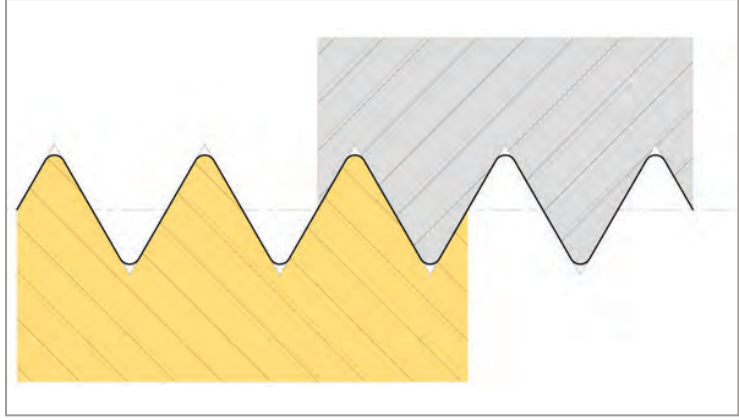
SAE diş düz diş olarak da bilinir. Bağlantı parçası ve bağlandığı noktada sızdırmazlık bir o-ring ile sağlanır. Dirsek ve T kullanıldığında o-ringi sıkıştırmak için bir pul ve somun kullanılır. Görsel 2.90'da SAE diş kesiti görülmektedir.



Görsel 2.90: SAE düz diş kesiti

BSP [British Standard Pipe (Britiş Standart Payp)] Diş

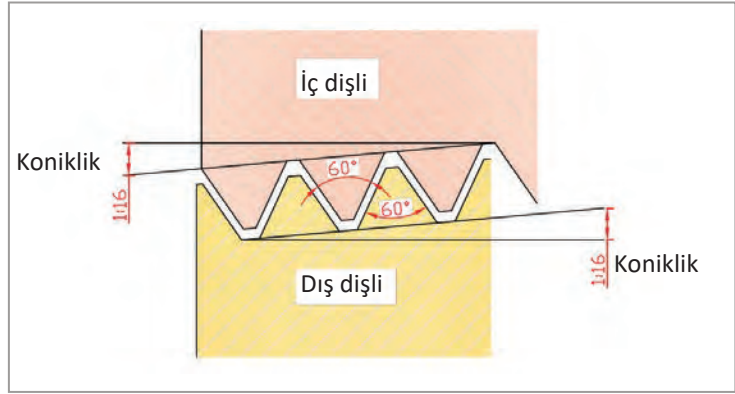
BSP diş standardı Türkiye ve Avrupa'da hidrolik sistemlerde en çok kullanılan standarttır. Konik ve düz olmak üzere iki standardı vardır. Diş dişlerin bağlan-tısında teflon ve sıvı sızdırmazlık ele-manları kullanılabilir, i dişlilerin bağ-lantısında ise herhangi bir sızdırmazlık elemanı kullanılmaz. Görsel 2.91'de BSP diş kesiti görülmektedir.



Görsel 2.91: BSP diş kesiti

NPT [National Pipe Thread (Neyşinil Payp Tred)] Diş

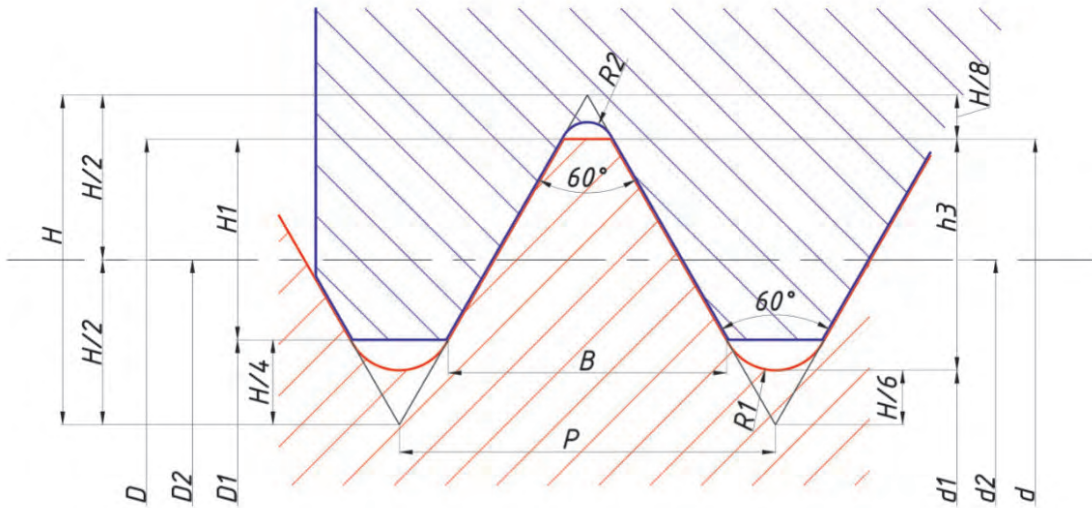
Konik formludur ve diş aları 60'dir. Dişin u ve dip kısımlarının vidalandığı yer ile teması yoktur. Diş diplerine teflon bant ve sıvı sızdırmazlık elemanları kullanılarak diş boşlukları doldurulur. NPT tip dişler daha çok dir-sek bağlantılarında tercih edilir. Görsel 2.92'de NPT diş kesiti görülmektedir.



Görsel 2.92: NPT konik diş kesiti

Metrik Diş

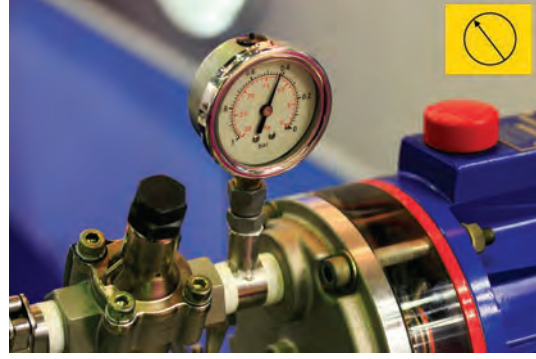
Metrik dişlerde diş açısı 60'dir. Otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. İnce ve kalın diş olmak üzere iki türü vardır. Diş sızdırmazlığı, kullanılan o-ring veya pullarla sağlanır. Görsel 2.93'te metrik diş kesiti görülmektedir.



Görsel 2.93: Metrik diş kesiti

2.7.14. Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Manometre ve Sembolü

Manometreler, hidrolik sistemlerin basınç hattına takılarak basıncı ölçmeye yarayan hidrolik devre elemanıdır. Sistem çalışırken basınç manometrelerden takip edilir. Hat üzerinde belirlenmiş noktalara takılarak hattın tamamı kontrol altına alınır. Görsel 2.94'te manometre ve sembolü görülmektedir.



Görsel 2.94: Manometre ve sembolü

2.7.15. Akışölçerler (Debimetre) ve Sembolü

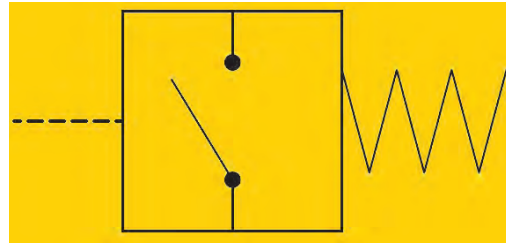
Debimetre, hidrolik devrede akışkanın hacimsel ölçümünü yapar. Debimetrenin üzerinde miknatıslı bir piston bulunur. Konik bir pim, yay ve göstergeden meydana gelir. Debimetreye giren akışkan içerdeki pistonu iterek yay kuvvetini yener. Miknatıslı pim ise ibreyi hareket ettirir. Günümüzde dijital akışölçerler daha çok tercih edilmektedir. Görsel 2.95'te dijital debimetre ve simgesi belirtilmiştir.



Görsel 2.95: Debimetre ve sembolü

2.7.16. Basınç Anahtarı ve Sembolü

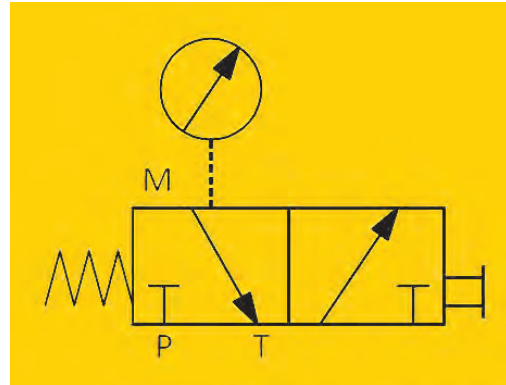
Hidrolik sistemlerde basınç anahtarının giriş ucuna uygulanan basınç belirlenen değere ulaştığında elektrik devresini açar ya da kapatır. Görsel 2.96'da basınç anahtarı sembolü gösterilmiştir.



Görsel 2.96: Basınç anahtarı sembolü

2.7.17. Basınçölçer Koruma Valfi

Hidrolik devrede basınçölçerlerin sürekli basınç altında kalmaması için kullanılır. Sadece basınç ölçmesi gerektiği zaman basıncı ölçerek okuma sağlar. İki konumu vardır. Sıfır konumu, akışkanın basınçölçere girmesini engellerken çalışma konumu, akışkanın doğrudan akış ölçerine girmesini sağlayarak basıncı ölçer. Görsel 2.97'de basınçölçer koruma valfi sembolü görülmektedir.



Görsel 2.97: Basınçölçer koruma valfi sembolü



Görsel 2.98: Sıcaklıkölçer ve sembolü



Görsel 2.99: Seviyeölçer ve sembolü

2.7.18. Sıcaklıkölçer ve Sembolü

Hidrolik tankta bulunan yağın sıcaklığını ölçmeye yarar. Böylece devrenin sıcaklığı her an kontrol altında tutulmuş olur. Üzerindeki tespit civataları ile hidrolik tanka monte edilir. Göstergenin alt kısmında bulunan yağ keçesi sızdırmazlık sağlar. Görsel 2.98'de sıcaklıkölçer ve sembolü görülmektedir.

2.7.19. Seviyeölçer

Hidrolik deponun yağ seviyesini gösterir. Böylece hidrolik sistemdeki yağın seviye durumu sürekli takip edilebilecektir. Hidrolik sistemin boşa çalışması ya da verimin düşmesinin de önüne geçilmiş olur. Görsel 2.99'da seviyeölçer ve sembolü görülmektedir.

2.7.20. Uyarı Göstergesi

Filtrelerin kirliliği akışkana karşı göstermiş olduğu direnç nedeniyle dolaylı olarak ölçülmektedir. Filtreler kirlenmeye başladığında akışkanın basıncı artar ve önündeki yaylı sürgüyü hareket ettirir. Sürgünün hareketi ile doğrudan görülebileceği gibi elektrikle çalışan anahtar vasıtasıyla da göstergeden görülebilir.

6. UYGULAMA

Aşağıda adı verilen manometrelerin sembollerini çiziniz

- Debimetre
- Isıölçer

UYGULAMA ÇÖZÜMÜ

a) Debimetrenin sembolü



b) Isıölçer sembolü



2.7.21. Hidrolik Borular ile İlgili Hesaplamalar

Hidrolik sistem için uygun olan boru çapının seçilebilmesi için hesaplamaların önemi büyüktür.

2.7.21.1. Boru Çaplarının Hesaplanması

Hidrolik sistemlerde kullanılacak boruların çapı sistemdeki verimi düşürmeyecek çapta seçilmelidir. Boru çapının olması gerekenden daha büyük seçilmesi sistemin gürültülü çalışmasına ve gereksiz basınç kayıpları yaşanmasına sebep olur. Bu durumda pompanın debisi sisteme yetersiz kaldığı için sistemi besleyemez. Boru çapının olması gerekenden daha küçük seçilmesi, borularda ve bağlantı noktalarında sızmaların ve çatlama oluşmasına sebep olur. Çap hesaplanırken debi, çalışma basıncı ve akışkan hızı dikkate alınır.

Çap formülü aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Q = A \cdot V \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$Q = V \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \text{ buradan } d'yi \text{ çektığımızda,}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{V \cdot \pi}} \text{ formülleri ile hesaplanır. Formülde geçen;}$$

$$Q = \text{Akışkan(pompa) debisi m}^3/\text{s}$$

$$V = \text{Ortalama akış hızı m/s}$$

$$d = \text{Boru iç çapı m}$$

$$A = \text{Boru kesit alanı m}^2$$

17. Örnek Problem

Bir endüstriyel tesiste kullanılan hidrolik devrenin akışkan debisi $4 \text{ m}^3/\text{s}$, akışkanın ortalama hızı 8 m/s ise akışkanın geçtiği boru iç çapını hesaplayınız.

$$Q = 4 \text{ m}^3/\text{s} \quad V = 8 \text{ m/s} \quad d = ?$$

Çözüm

$$Q = A \cdot V \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \text{ m}^2 \text{ ise}$$

$$Q = V \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{V \cdot \pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 4}{8 \cdot 3,14}}$$

$$d = \sqrt{\frac{16}{25,12}}$$

$$d = \sqrt{0,63}$$

$$d = 0,79 \text{ m}$$

2.7.22. Hidrolik Boruların Kullanım Alanı

Hidrolik borular; otomotivde (araçlarda, iş makinelerinde), havalandırma sistemlerinde, iklimlendirmede, havacılıkta, endüstriyel tesislerde, doğalgaz hatlarında, inşaat ve sanayi alanlarında kullanılmaktadır.

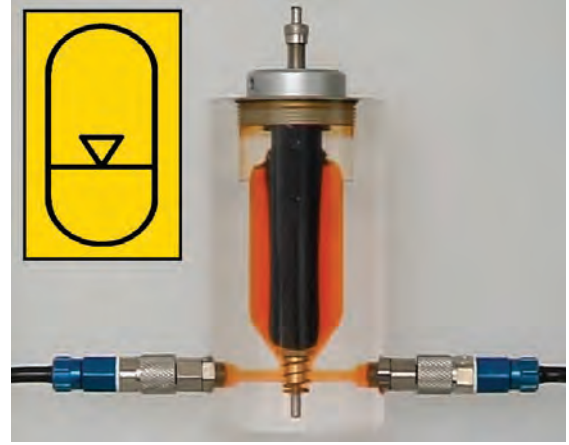
2.8. Hidrolik Akümülatörler

Hidrolik devrelerde artan basınç enerjisini depolayabilen, sistemde basınç eksikliğinde ise hazır bulunan bu enerjiyi çok hızlı bir şekilde sisteme geri verebilen devre elemanına hidrolik akümülatör denir.

2.8.1. Hidrolik Akümülatörün Görevi ve Sembolü

Görsel 2.100'de sembolü ile birlikte gösterilen akümülatörün görevleri şunlardır:

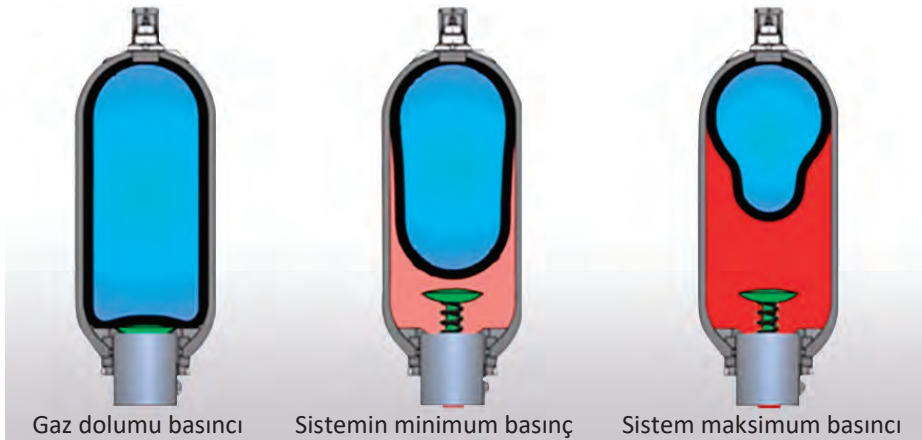
- ▶ Hidrolik devredeki çalışma basıncını ayarlar.
- ▶ Devrede oluşabilecek acil durumlarda devreye girerek sistemi korur.
- ▶ Devredeki sızıntıların oluşturdukları verim kayıplarını önler.
- ▶ Isının yükselmesine bağlı olarak hidrolik yağın soğumasını sağlar.
- ▶ Hidrolik pompanın arızalanması durumunda veya elektrik kesintilerinde sistemi bir miktar besleyerek devrenin tamamlanmasını sağlar.
- ▶ Basınç dalgalanmalarını önler.
- ▶ Darbe ve titreşimleri azaltır.



Görsel 2.100: Akümülatör ve sembolü

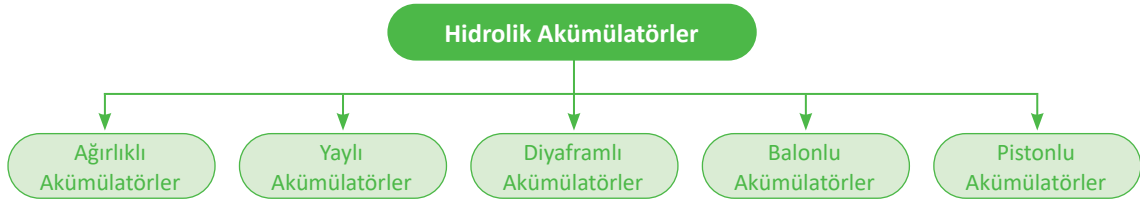
2.8.2. Hidrolik Akümülatörün Çalışması

Hidrolik akümülatör sistemdeki akışkandan bir miktar alıp bünyesinde depolar daha sonra hidrolik sistemde akışkan eksildiğinde devreye girerek depoladığı akışkandan eksilen kısmı tamamlar. Görsel 2.101'de akümülatörün çalışma basınç durumu görülmektedir.



Görsel 2.101: Akümülatör çalışma basıncı

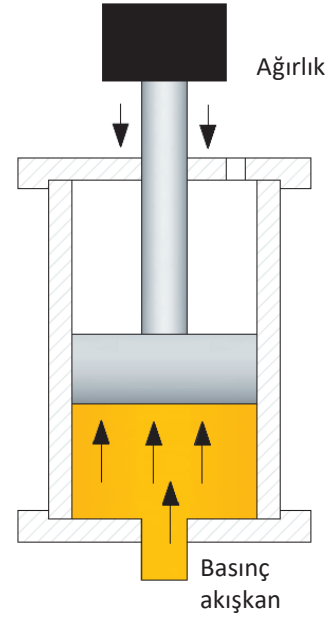
2.8.3. Hidrolik Akümülatörün Çeşitleri



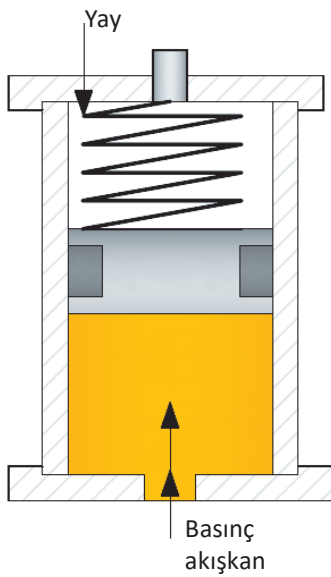
Şema 2.3: Hidrolik akümülatör çeşitleri

2.8.3.1. Ağırlıklı Akümülatörler

Akışkanın üzerine ağırlıklar konularak dengeyi sağlayan akümülatör çeşididir. Daha çok basıncın sabit olduğu ve büyük hacimlerin gerekli olduğu yerlerde tercih edilir. Sistemdeki akışkanın basıncı düştüğünde ağırlıkların etkisiyle akümülatörün depoladığı akışkanı devreye göndererek sistem basıncının normal çalışma basıncına erişmesi sağlanmış olur. Olumsuz yanı yapısal olarak çok büyük olmasıdır. Görsel 2.102’de ağırlıklı akümülatör kesiti görülmektedir.



Görsel 2.102: Ağırlıklı akümülatör kesiti



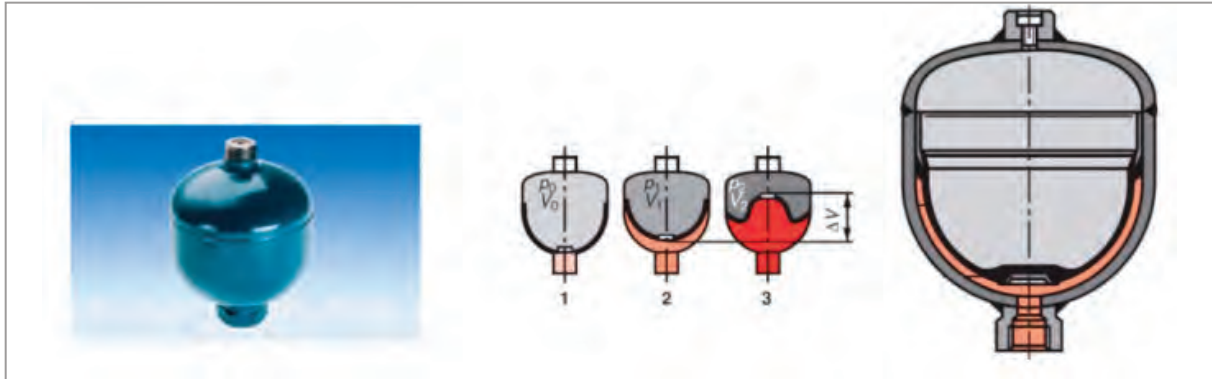
Görsel 2.103: Yaylı akümülatör kesiti

2.8.3.2. Yaylı Akümülatörler

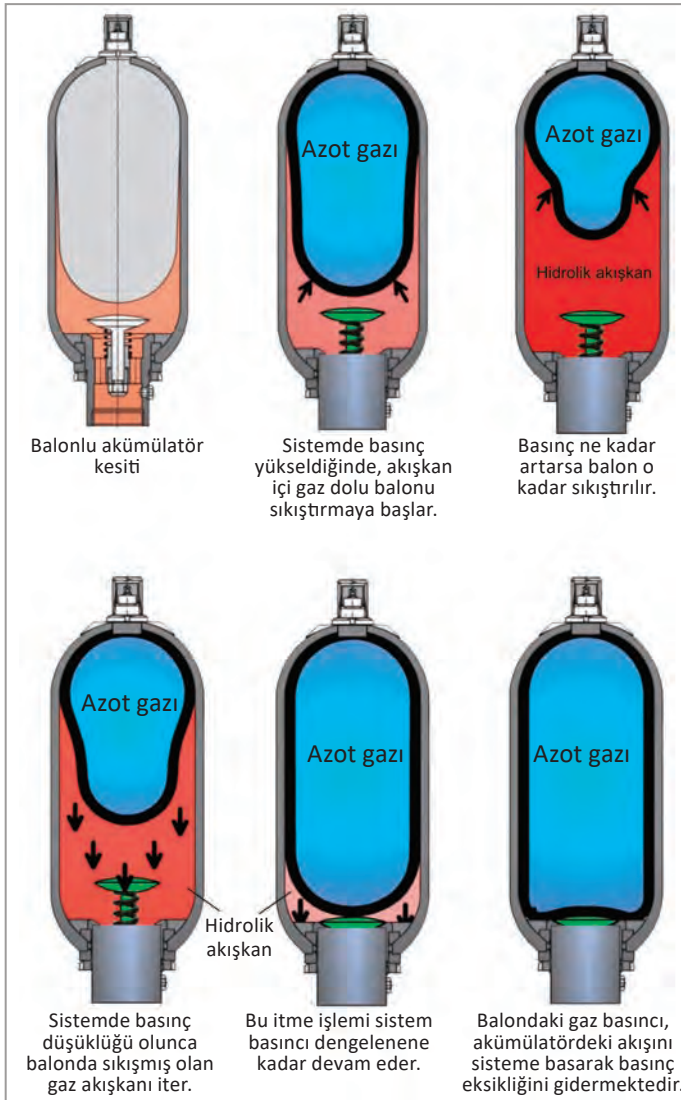
Hidrolik silindir içerisinde yayın bağlı olduğu pistondan ibarettir. Yayın özelliğinden ve pistonun hareketi sınırladığından akümülatörün depoladığı akışkan hacmi azdır. Akümülatördeki akışkan arttıkça yay sıkışır ve yayın karşı kuvveti artar. Devredeki akışkan eksildiğinde yay pistonu iterek devreye ihtiyaç duyulan akışkanı gönderir. Görsel 2.103’te yaylı akümülatör kesiti görülmektedir.

2.8.3.3. Diyaframlı Akümülatörler

Akümlatörün içerisine dolan basınçlı akışkan diyaframı sıkıştırır. Böylece akümülatörler hidrolik enerji ile şarj olur. Bu tip akümülatörler daha çok küçük şokları, titreşimleri ve hacimsel değişimleri engellemek için kullanımı uygundur. Görsel 2.104'te diyaframlı akümülatör kesiti görülmektedir.



Görsel 2.104: Diyaframlı akümülatör kesiti



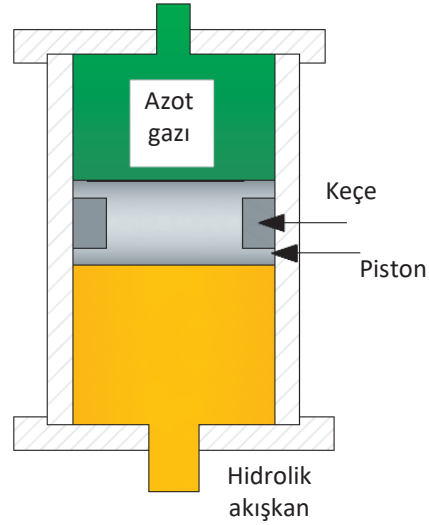
Görsel 2.105: Balonlu akümülatörün kesiti ve çalışması

2.8.3.4. Balonlu Akümülatörler

Balonlu akümülatörün yapısı, kapalı depo ve içi düşük basınçlı azot gazı ile dolu bir balondan oluşur. Akümülatörlerde akışkan olmadığı zaman, içinde azot gazı bulunan balon şişerek depoyu kaplar. Hidrolik sistemden akümülatöre akışkan geldiğinde balonu sıkıştırarak küçültür. Bu durumda hacmi azalan gazın basıncı artar ve böylece enerji depolamış olur. Balonlu akümülatörler dikey ve yatay olarak çalışabilir. Görsel 2.105'te balonlu akümülatörün kesiti ve çalışması görülmektedir.

2.8.3.5. Pistonlu Akümülatörler

Piston azot gazını ve akışkanı birbirinden ayırır. Bu ayırma işlemi pistonla bağlanan keçelerle sağlanır. Daha büyük debilerin ve hacimlerin olduğu sistemlerde tercih edilir. Doldurulan gazın basıncı çalışma basıncından 5 bar daha küçük seçilir. Akümülatöre gelen akışkan pistonla bir kuvvet uygulayarak itme kuvveti oluştururken diğer tarafta bulunan gazı sıkıştırır. Böylece sıkışan gaz hidrolik enerji depolamış olur. Hidrolik devredeki basınç düştüğünde sıkışan gaz hidroliğin sisteme doğru iterek sisteme gerekli olan basıncı sağlamış olur. Görsel 2.106'da pistonlu akümülatör kesiti görülmektedir.



Görsel 2.106: Pistonlu akümülatör kesiti

2.8.4. Hidrolik Akümülatörlerle Çalışırken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- ▶ Akümülatörler uygun görülen gazların dışında farklı bir gaz ile doldurulmamalıdır. Oksijen gazı gibi gazlar yağ ile temasında patlamalara neden olabilir.
- ▶ Hava gazı ile de doldurulmamalıdır.
- ▶ Akümülatörlere doldurulacak azot gazı kuru olmalıdır.
- ▶ Akümülatör basıncı üreticinin belirlediği basınçtan fazla olmamalıdır.
- ▶ Akümülatör üzerinde işlem yapılmadan önce sistem basıncı tamamen boşaltılmalıdır.
- ▶ Akümülatör sökme işleminden önce içindeki gaz boşaltılarak basıncı düşürülmelidir.
- ▶ Bakım ve onarım işlemi sırasında akümülatöre dışarıdan herhangi bir partikülün girmesine izin verilmemelidir.
- ▶ Balonlu ve diyaframlı tip akümülatörlerde nitrojen gazı ile şarj edilirken yavaş yapılmasına dikkat edilmelidir.

2.8.5. Hidrolik Akümülatörlerin Bakımı ve Akümülatöre Gaz Doldurulması

Hidrolik Akümülatörlerin Bakımı

- ▶ Akümülatörün çalışma performansı yetersiz ise basınç kontrol edilerek ihtiyaç duyulan yerlere gaz doldurulur.
- ▶ Hidrolik sistemdeki yağ kirlenmiş ise yağ ve filtre uygun olan ile değiştirilir.
- ▶ Hidrolik akümülatörün gözle kontrolü yapılırken dış temizliği yapılmalıdır.
- ▶ Temizlik her zaman aşınmayı önler. Akümülatörler aşınmaya karşı fazla dayanıklı olmadığından boyada oluşacak hasarlar giderilmelidir.
- ▶ Periyodik bakımlar aşılmalı ve bu bakımlarda civata torkları kontrol edilmelidir.
- ▶ Onarımlarda orijinal parça kullanılmalıdır.

Akümülatöre Gaz Doldurulması

- ▶ Akümülatörde uygun olan gaz kullanılmalıdır.
- ▶ Akümülatöre doldurulacak gaz kuru azot gazı olmalıdır.
- ▶ Gaz tüpünün hortumu akümülatördeki doldurma valfine bağlanmalıdır.
- ▶ Doldurma valfi açılmalıdır.
- ▶ Tüpün üzerindeki gösterge basıncı okunmalı ve uygun değere gelene kadar yavaş bir şekilde açılmalıdır.
- ▶ Akümülatördeki gösterge regülatör göstergesindeki değere ulaştığında doldurma valfi ve regülatör kapatılmalıdır.
- ▶ Doldurma hortumu sökülmelidir.
- ▶ Hidrolik akümülatörün son kontrolleri yapılarak çalışmaya hazır konuma getirilmelidir.

2.8.6. Hidrolik Akümülatörlerin Kullanım Alanları

Akümülatörler hidrolik sistemlerde farklı amaçlar için ve farklı şekillerde kullanılır. Uygulamaları;

- ▶ Enerji depolamada,
- ▶ Hidrolik akışkan rezervinde,
- ▶ Acil müdahale durumlarında,
- ▶ Kuvvetlerin dengede kalmasını sağlamada,
- ▶ Akışkanın sızıntılarını karşılamada,
- ▶ Titreşim ve darbelerin yok edilmesinde,
- ▶ Sistemin sabit basıncının elde edilmesinde kullanılır.

2.8.7. Hidrolik Akümülatörlerin Kontrolleri

Hidrolik akümülatörlerin uzun süre ve arızasız bir şekilde kullanılması için bakım ve kontroller belirlenen aralıklarla yapılmalıdır. Bakım ve kontroller şu sıraya göre yapılmalıdır:

- ▶ Hidrolik akümülatörün ön doldurma basıncı kontrol edilmelidir.
- ▶ Akümülatör bağlantı kontrolleri yapılmalıdır.
- ▶ Bağlantılarında sızıntı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- ▶ Sabitleme elemanları kontrol edilmelidir.
- ▶ Göstergelerde elde edilen veriler ile olması gereken veriler karşılaştırılmalıdır.
- ▶ Gaz seviyesi ölçülmelidir.

7. UYGULAMA

Çalışma basıncı 45 bar olan bir hidrolik sisteme pistonlu tip akümülatör kullanılmak istenmektedir. Derste edindiğiniz bilgileri kullanarak sistemin ihtiyacını karşılayacak basınç değerine sahip pistonlu akümülatörü seçiniz.

Uygulama Çözümü

Pistonlu akümülatörlerin basıncının, kullanılacakları hidrolik sistemin basıncından 5 bar daha düşük olması tercih edilir. Hidrolik sistem basıncı 45 bar olduğuna göre pistonlu akümülatörün basıncı 40 bar olarak seçilmelidir.

Aşağıdaki soruları okuyup doğru seçenekleri işaretleyiniz.

1. Hidrolik sistemlerde kullanılan akışkana depoluk eden devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Yağ filtresi B) Hidrolik silindir C) Yağ soğutucusu
D) Yağ tankı E) Hidrolik motor

2. Aşağıdakilerden hangisi yağ deposunun üzerinde bulunan devre elemanı değildir?

- A) Hidrolik silindir B) Emme hattı filtresi C) Temizleme kapağı
D) Boşaltma tapası E) Emiş hattı filtresi

3. Aşağıdakilerden hangisi valflerin görevidir?

- A) Hidrolik akışkanın yönünü, basıncını ve hızını kontrol eder.
B) Hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye çevirir.
C) Mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çevirir.
D) Hidrolik devredeki akışkana depoluk eder.
E) Hidrolik akışkanın temizlenmesini sağlar.

4. Aşağıdakilerden hangisi filtre çeşitlerinden değildir?

- A) Emiş hattı B) Soğutma hattı C) Dönüş hattı
D) Basınç hattı E) Vakum hattı

5. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik pompa seçiminde dikkat edilecek hususlardan değildir?

- A) Pompanın dönüş yönü B) Çalışma basıncı C) Pompanın yakıtı
D) Çalışma debisi E) Pompanın verimi

6. Hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?

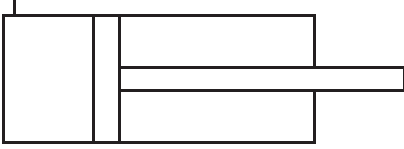
- A) Hidrolik tank B) Hidrolik pompa C) Hidrolik motor
D) Hidrolik silindir E) Filtre

7. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik silindir çeşidi değildir?

- A) Tek etkili B) Paletli C) Çift etkili
D) Dupleks E) Teleskopik

8. Aşağıdakilerden hangisi basınç kontrol valflerindedir?

- A) Basınç düşürme B) Normalde açık C) Normalde kapalı
D) Döner yön kontrol E) Sürgülü yön kontrol



9. Yukarıdaki sembol aşağıda verilen hidrolik devre elemanlarından hangisine aittir?

- A) Hidrolik pompa B) Hidrolik motor C) Akümülatör
D) Hidrolik silindir E) Valf

I- Paletli pompa

II- Radyal pistonlu pompa

III- İçten dişli çarklı pompa

10. Yukarıdakilerden hangisi veya hangileri değişken kapasiteli pompa çeşitlerindedir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I – II E) I – II – III

11. Hidrolik akışkanın tek yönde geçişine izin veren valf aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Yön kontrol valfi B) Akış kontrol valfi C) Basınç düşürme valfi
D) Yavaşlatma valfi E) Çek valf

12. Hidrolik akışkanın düzenli katmanlar halinde aktığı akış türü aşağıdakilerden hangisidir?

- A)Türbülanslı
B) Dalgalı
C) Doğru
D) Laminer
E) Hidrolik

I- Pistonlu döndürücü

II- Kremayer döndürücü

III- Kanatlı döndürücü

13. Yukarıda verilenlerden hangisi veya hangileri hidrolik döndürücü çeşitlerindedir?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I – III

E) I – II – III

14. Aşağıdakilerden hangisi boruların montajı aşamasında yapılması gerekenlerden değildir?

A) Boru montajında petrol türevi yağlar kullanılmalı

B) Boru ucunda oluşacak çapaklar temizlenmeli

C) Boru uçları 15 derecelik açı ile pah kırılmalı

D) Bağlantı elemanları uygun torkta sıkılmalı

E) Borular dik açı ile kesilmeli

15. Aşağıdakilerden hangisi filtrenin görevidir?

A) Yağı temizler.

B) Köpüklenmeyi sağlar.

C) Yağı basınçlandırır.

D) Yağı soğutur.

E) Yağı depolar.

16. Aşağıdakilerden hangisi direkt kumandalı valflerden değildir?

A) Elle

B) Mekanik

C) Elektrik

D) Hidrolik

E) Pilot

17. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik devre bağlantı elemanlarından?

- A) Valf
- B) Piston
- C) Silindir
- D) Hortum
- E) Pompa

18. Hidrolik sistemlerde debi aşağıdakilerden hangisi ile ölçülür?

- A) Manometre
- B) Hidrometre
- C) Basınçölçer
- D) Hızölçer
- E) Debimetre

19. Hidrolik devrenin basıncını aşağıdakilerden hangisi ile ölçeriz?

- A) Manometre
- B) Debimetre
- C) Seviye göstergesi
- D) Sıcaklıkölçer
- E) Koruma valfi

20. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik akümülatör çeşitlerinden değildir?

- A) Ağırlıklı
- B) Yaylı
- C) Diyaframalı
- D) Balonlu
- E) Kremayer



3. ÖĞRENME BİRİMİ

PNÖMATİK SİSTEMLER

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- ▶ Havanın hazırlanmasında kullanılan devre elemanlarını kontrol etme ve hesaplarını yapma
- ▶ Pnömatik silindirleri gerekli hesaplamaları yaparak seçme
- ▶ Pnömatik motorları gerekli hesaplamaları yaparak seçme
- ▶ Pnömatik valflerin seçimini yapma
- ▶ Pnömatik devre çizme
- ▶ Pnömatik devrelerin bakımını yapma



3. PNÖMATİK SİSTEMLER

3.1. Pnömatik Prensipler

Pnömatik: Gaz basıncı ile hareket eden makine anlamına gelmekte olup iş elemanlarının (motor ve silindirler) ve kumanda elemanlarının (valfler) basınçlı hava ile çalıştırılması gibi endüstriyel uygulamaları da kapsamaktadır. Yunan dilinde nefes anlamına gelen pneuma (pnevma) kelimesinden türetilen pnömatik, önceleri hava akışını ifade etmek için kullanılırken günümüzde ise herhangi bir gazın akışını ifade etmekte kullanılmaktadır.

3.1.1. Pnömatiğin Temel Prensipleri

Pnömatiğin temel prensipleri olan difüzyon, dispersiyon, sıkıştırılabilirlik, mutlak sıcaklık, basınç, atmosfer basıncı, mutlak basınç, efektif basınç ve vakum aşağıda açıklanmıştır.

Difüzyon: Hava moleküllerinin çok yoğun olduğu ortamdan az yoğun olduğu ortama kendiliğinden geçmesine denir.

Dispersiyon: Sıvı bir maddenin, gaz halindeki bir maddenin içinde küçük parçalara ayrılarak gaz ve sıvı taneciklerin birbirileri ile eşit bir şekilde karışmasına denir.

Sıkıştırılabilirlik: Sıvılar sıkıştırılmaz olarak kabul edilmelerine karşın gazlar için aynı şey geçerli değildir. Gazlar sıkıştırılabilir maddelerdir. Gazlar ne kadar sıkıştırılırsa basınçları da o kadar büyür. Bu durumda büyük basınçlı gazlar için daha dayanıklı depolama tanklarına ihtiyaç duyulur.

Mutlak Sıcaklık: Pnömatik sistemlerdeki sıcaklık hesaplamalarında mutlak sıcaklık değeri olarak Kelvin kullanılmaktadır. Kelvin (K) ile santigrat derece (°C) birbirinden farklıdır. Kelvin değerini bulmak için °C değerine 273,15 eklemek yeterlidir. Örneğin 28°C olan bir hava sıcaklığı $28 + 273,15 = 301,15$ K olur.

Basınç: Basınç, birim alana uygulanan kuvvet olarak kabul edilmekte olup Pascal kuralına göre belirli bir kesitte sıkıştırılan sıvı veya gazların bulunduğu kabın bütün çeperlerine aynı oranda kuvvet uygulamasıdır.

Atmosfer Basıncı: 15°C sıcaklıkta deniz seviyesindeki standart atmosfer basıncı 760 MmHg, 1 Bar veya 101,325 (kPa) kiloPascal'dır. Pnömatik ve hidrolik sistemlerde kullanılan basınç manometrelerin sıfır değeri, atmosfer basıncını ifade etmektedir.

Mutlak Basınç: Atmosfer basıncı ile basınçölçerde (manometre) okunan değer toplamına mutlak basınç denir. Örneğin bir basınç göstergesinde 300 kPa bir değer okunuyorsa buna atmosfer basıncı dâhil olmayıp burada ölçülen değer efektif basınç gösterir. Bu değere 101,3 kPa atmosfer basıncı eklendiğinde 401,3 kPa'lık mutlak basınç bulunur.

Efektif Basınç: Etkin basınç ya da gösterge basıncı da denilen efektif basınç, ölçüm yerinin basıncını hesaba katmadan alınan yani manometrede okunan basınç değeridir.

Vakum: Negatif basınç veya emme basıncı olarak da bilinen bu durum, bir ortamda havanın tamamen veya kısmen mevcut olmadığını ve basınç değerinin atmosfer basıncının altında olduğunu ifade eder.

⚠ DİKKAT

Pnömatik ve hidrolik sistemlerde kullanılan basınç manometrelerin sıfır değeri, atmosfer basıncını ifade etmektedir.

3.1.2. Pnömatik Sistemlerin Endüstrideki Yeri ve Önemi

Bir enerji çeşidi olan basınçlı hava, endüstride eskiden beri kullanılmakla birlikte pnömatik sistemler endüstriye 1950'li yıllarda girmiştir. Madencilikte, otomotiv sektöründe, demir yollarındaki havalı frenlerde uzun zamandan beri basınçlı hava gücünden yararlanılmaktadır. Günümüzde üretkenliği artırmak için imalat işlerinin otomasyonunda pnömatik sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemlerdeki iş, basınçla hareket eden akışkanın davranışlarından elde edilmektedir. Enerji maliyetlerinin artması, kaynağı atmosferde sınırsız hava olan pnömatik sistemleri oldukça önemli kılmaktadır. Pnömatik sistemlerin çalışma basıncı en az 7 bar olup geniş alana yayılan ve hava hatlarıyla beslenen çoklu sistemlerde ise bu basınç en az 10-12 bar olmalıdır.

! DİKKAT

Günümüzde üretkenliği artırmak için imalat işlerinin otomasyonunda pnömatik sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Pnömatik sistemlerin iş yapma biçimlerinden bazıları; havalı el aletlerinin, doğrusal hareket cihazlarının, kapı açma sistemlerinin ve döner hareketli cihazların çalıştırılmasıdır. Robot teknolojisi, kaldırma cihazları, konveyörler, kimyasal işlem cihazları ve büyük kapasiteli iklimlendirme (klima) sistemlerinde mevcut akış valflerinin kontrolünde de pnömatik sistemlerden faydalanılmaktadır.

3.1.3. Pnömatiğin Uygulama Alanları

Pnömatik sistemlerin çok yaygın kullanım alanı olmakla birlikte küçük kuvvetlerle hızlı hareketlerin elde edildiği sistemlerde, hijyenik ve emniyetli çalışma şartlarının (gıda, sağlık, ilaç vb.) gerektirdiği durumlarda da kullanılır. Üretim ve imalat hattının hemen hemen her aşamasında doğrusal ve dairesel hareketlerde pnömatik sistemler kullanıldığı gibi otomotivde, özellikle ağır vasıtaların fren, süspansiyon ve güç aktarma sistemlerinde kullanımı yaygındır.

Pnömatik sistemlerin yaygın olarak kullanıldığı sanayi dalları şunlardır:



3.1.4. Pnömatik Sistemlerin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Pnömatik Sistemlerin Olumlu Yönleri:

- ▶ Pnömatik sistemlerde enerji kaynağı olarak kullanılan hava kolayca ve sınırsız ölçüde bulunabilir.
- ▶ Sürtünmenin az olmasından dolayı hava uzak mesafelere taşınabilir.
- ▶ Pnömatik sistemlerde kullanılan elemanlar basit yapıdadır ve maliyeti ucuzdur.
- ▶ Sistemde hava kullanıldığından herhangi bir kaçak veya sızıntı durumunda çevre kirliliği oluşmaz. Bu sebeple ilaç, gıda, tekstil ve kimya sanayisinde yaygın olarak kullanılabilir.
- ▶ Havanın ısı değişimlerine duyarlılığı azdır. Yanma ve patlama tehlikesi olmadığından sıcak ortamlarda emniyetli bir şekilde kullanılabilir.
- ▶ Yüksek çalışma hızlarına ulaşabildiğinden sistemin verimi yüksektir.
- ▶ Aşırı yüklemelere karşı emniyetli olup sistemin montajı ve bakımı da kolaydır.

Pnömatik Sistemlerin Olumsuz Yönleri:

- ▶ Pnömatikte kullanılan hava sıkıştırılabilir olduğundan piston hızını hassas ayarlamak ya da aynı seviyede tutmak oldukça zordur.
- ▶ Sistemdeki basınçlı hava kullanıldıktan sonra egzoz üzerinden atıldığından basınç kazanmış havanın kaybolması maliyeti artırır.
- ▶ Uygun yağlayıcı ve filtre kullanılmadığında sürtünme artarak hareketi zorlaştırır.
- ▶ Hava içerisindeki su buharı paslanmaya neden olmaktadır.
- ▶ Egzoz hattına susturucu takılmazsa sistemden tahliye edilen hava rahatsızlık verecek yükseklikte seslere neden olur.
- ▶ Pnömatik sistemlerde çalışma basıncı 6-8 bar olduğu için büyük kuvvetler elde etmek zordur. 2000-3000 kg'lık kuvvet ihtiyacı olan sistemlerde kullanılmaya daha uygundur.

3.1.5. Hidrolik ve Pnömatik Sistemlerin Karşılaştırılması

- ▶ Pnömatik sistemlerde iş elde etmek için sıkıştırılabilir hava kullanılırken hidrolik sistemlerde sıkıştırılamayan sıvılar kullanılır.
- ▶ Hidrolik sistemde çalışma basıncı 1000 bar gibi yüksek değerlere çıkabilirken pnömatik sistemlerde çalışma basıncı 12 bar gibi düşük değerlerde kalır.
- ▶ Pnömatik sistemlerde çalışma hareketi daha hızlı, hidrolik sistemlerde ise çalışma hareketi daha yavaştır.
- ▶ Pnömatik sistemler düşük kuvvete ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılırken, hidrolik sistemler büyük kuvvet ihtiyacı olan yerlerde kullanılır.

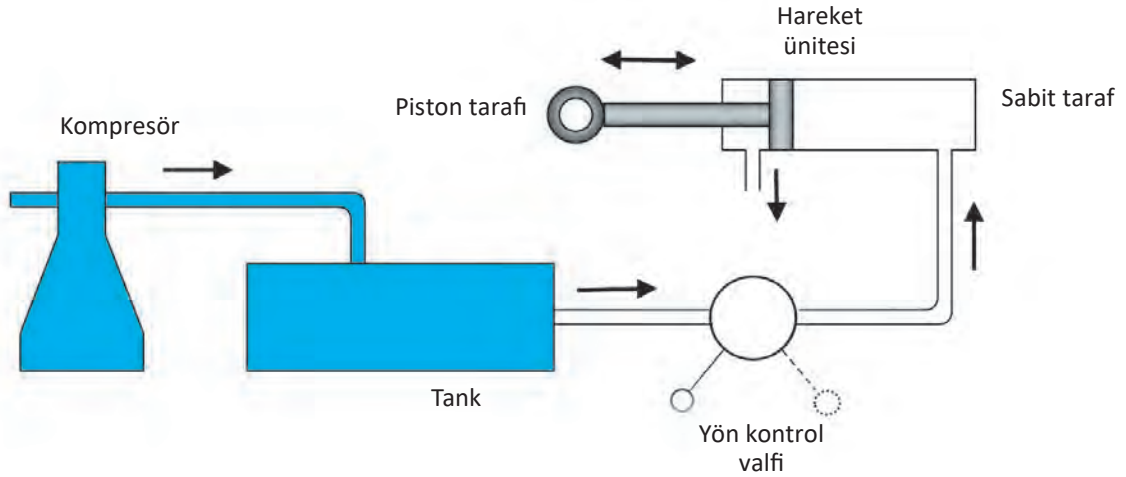
- ▶ Sıcaklık artışı pnömatik sistemlerde yanma ve patlama gibi bir tehlikeye neden olmamakla birlikte çalışma hızında da bir değişikliğe neden olmaz. Ancak hidrolik sistemlerde kullanılan yağ, yanıcı olmakla birlikte sıcaklık değişimlerinde sistemin çalışma hızını da etkiler.
- ▶ Hidrolik sistemde kullanılan sıvı aynı zamanda sistemi yağladığından ayrıca bir yağlama ünitesine ihtiyaç duyulmaz. Pnömatik sistemlerde ise hava kullanıldığı için sistemde ayrıca bir yağlayıcıya ihtiyaç vardır.
- ▶ Hidrolik sistemlerde hareket iletim mesafesi kısa iken pnömatik sistemlerde hareket iletim mesafesi daha uzundur.
- ▶ Pnömatik sistemlerin arıza tespiti daha kolay olup bakım maliyetleri düşüktür ancak hidrolik sistemlerde arıza tespiti daha zor olup bakım-onarım maliyetleri de daha yüksektir.
- ▶ Pnömatik sistemler hidrolik sistemlere göre daha gürültülüdür.
- ▶ Pnömatik sistemler hidrolik sistemlere göre temiz ortamlarda kullanılmaya daha uygundur.

3.1.6. Pnömatik Devrelerin Ana Kısımları

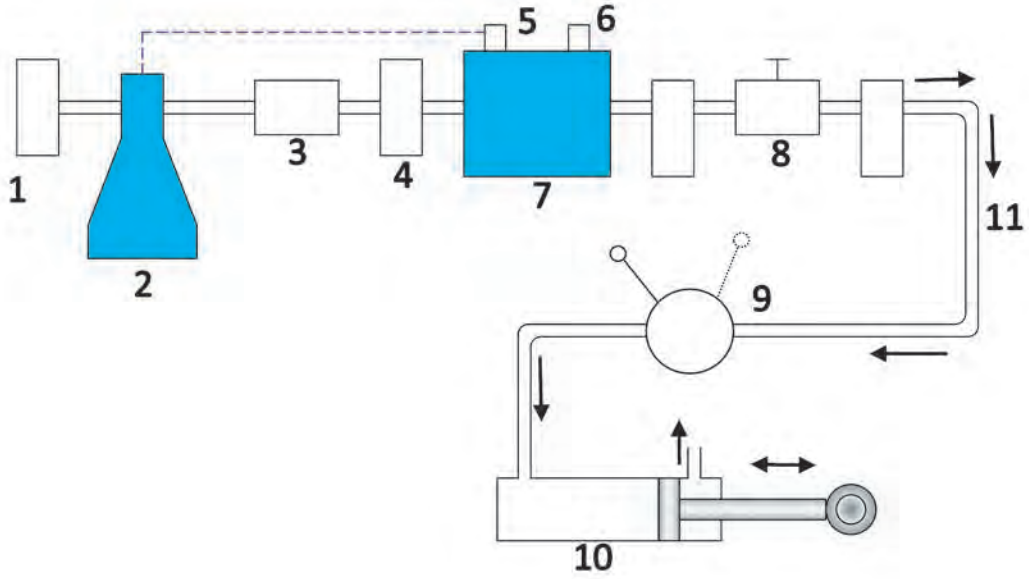
Pnömatik sistemlerde atmosferdeki hava emilerek sıkıştırılır ve iş yapmak için gereken kuvvet bu sıkıştırılmış havanın basıncından elde edilir. İş yapıldıktan sonra kullanılan hava atmosfere tahliye edilir. Pnömatik sistemler; basit olarak elektrik motoru veya içten yanmalı motordan hareket alan bir kompresör, sıkıştırılan basınçlı havanın depo edilmesini sağlayan tank, kontrol valfleri ve işi gerçekleştiren alıcılardan (silindir, motor vb.) meydana gelir. Kullanım alanına, iş performansına ve daha güvenilir çalışma şartlarına göre sisteme daha fazla donanım eklenebilmektedir. Görsel 3.1'de pnömatik sistemin ana kısımları gösterilmektedir.

⚠ DİKKAT

Pnömatik sistemlerde atmosferdeki hava emilerek sıkıştırılır.



Görsel 3.1: Pnömatik sistemin ana kısımları



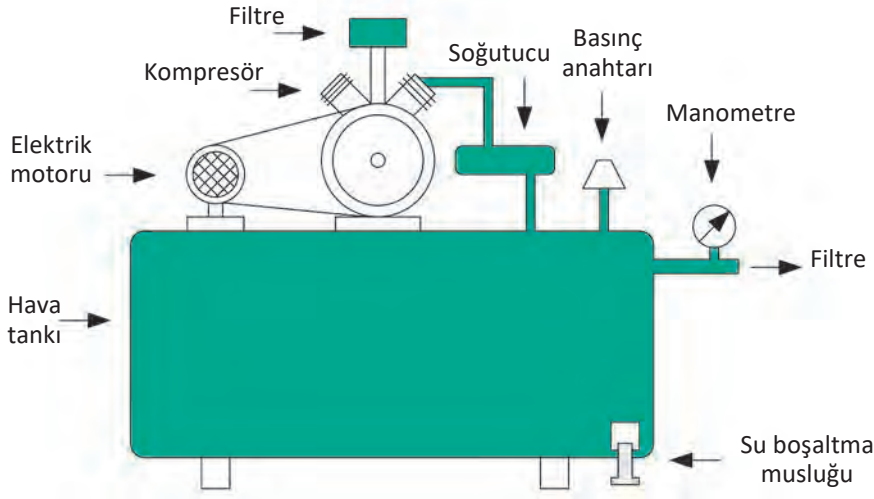
Görsel 3.2: Tüm donanımların yer aldığı pnömatik sistem

Görsel 3.2'de tüm donanımların yer aldığı pnömatik sistem gösterilmektedir. Görselde numaralandırılan donanımlar şunlardır:

- ▶ **1** Dışarıdan alınan havayı temizlemek için kullanılan giriş filtresidir.
- ▶ **2** Atmosferden havayı emen ve basınçlı bir şekilde alıcılara sevk eden kompresördür.
- ▶ **3** Hava basıncının artmasıyla birlikte havanın artan sıcaklığını düşürmeye yarayan soğutucudur.
- ▶ **4** Hava içindeki nemin sisteme zarar vermesini engelleyen nem tutucu filtredir.
- ▶ **5** Kompresörü devreye sokup ve çıkarmaya yarayan basınç şalteridir.
- ▶ **6** Basınç şalterinin arızalanması durumunda sistem emniyeti için devreye giren basınç tahliye valfidir.
- ▶ **7** Sıkıştırılmış havayı belirli bir basınç altında depolayan tanktır.
- ▶ **8** Basınçlı havayı sistemde uygun kullanım koşullarına hazırlayan filtre, basınç düzenleyici ve yağlama tertibatı (şartlandırıcı)dır.
- ▶ **9** Emniyet donanımları bulunan komple yön kontrol valfidir.
- ▶ **10** İşin niteliğine göre seçilmiş olan hareket ünitesidir. Söz konusu ünite silindir, motor veya hava tahrikli pompa olabilir.
- ▶ **11** Basınçlı havanın iletilmesini sağlayan hortum, boru ve bağlantı parçalarıdır.

3.1.7. Pnömatik Sistemde Havanın Hazırlanması

Atmosferden alınan havayı dış basınca göre daha yüksek basınçlı duruma getiren, hareketini elektrik motorundan ya da içten yanmalı motordan alan mekanik elemanlara **kompresör** denilmektedir. Kompresör, havayı emme ağzındaki giriş filtresinden geçirerek vakum yardımıyla içeriye çeker. Emilen bu havanın hacmi azaltılarak basıncı artırılır ve oluşan bu basınçlı hava çıkış valfleri üzerinden depolama tankına gönderilir. Kompresör üzerinde, sisteme gönderilen hava basıncını belirli sınırlar içinde tutmaya yarayan basınç regülatörleri bulunmaktadır. Böylece basınç azaldığında kompresör üzerindeki tahrik motoru (elektrik veya içten yanmalı motor) devreye girer ve basınç istenilen seviyenin üstüne çıktığında ise tahrik motoru devreden çıkar. Birçok kompresör çeşidi olmasıyla birlikte motorun hava tankı üzerinde yer aldığı kompresör tipi piyasada yaygın olarak kullanılmaktadır. Hava tanklarının altında yoğunlaşan suyun tahliye edilmesini sağlayan bir musluk bulunmaktadır. Görsel 3.3'te hava tankı üzerinde bulunan kompresör şeması gösterilmektedir.



Görsel 3.3: Hava tankı üzerinde bulunan kompresör şeması

Kompresörlerde sıkıştırılan havanın ısınması verim kaybına neden olmasının yanında havanın yağla karışması da olası bir patlamaya neden olabilmektedir. Bu noktada soğutma işlemi çok önemli olup hava üretimi sırasında meydana gelen ısıyı yok etmek için hava akımı ile soğutma, vantilatör yardımıyla soğutma ve kompresör içindeki su ceketleriyle soğutmadan faydalanılır. Eğer ısı, hava ile atılacaksa hava ile teması olan yüzey alanının büyük olması gerekmektedir. Görsel 3.4'te ekipmanları tamamlanmış paket tip kompresör gösterilmektedir.

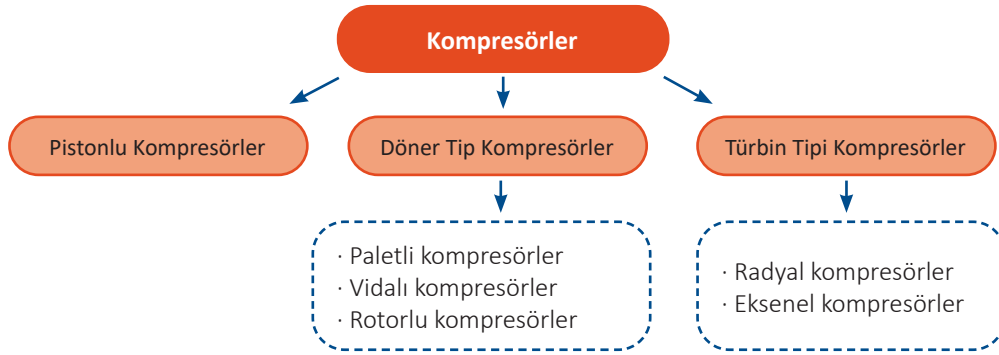


Görsel 3.4: Ekipmanları tamamlanmış paket tip kompresör

Kompresörler çalışma sırasında gürültülü oldukları için ses geçirmeyen özel odalarda bulunmalı ayrıca kuru hava basmaları için rutubetten uzak bir ortam tercih edilmelidir.

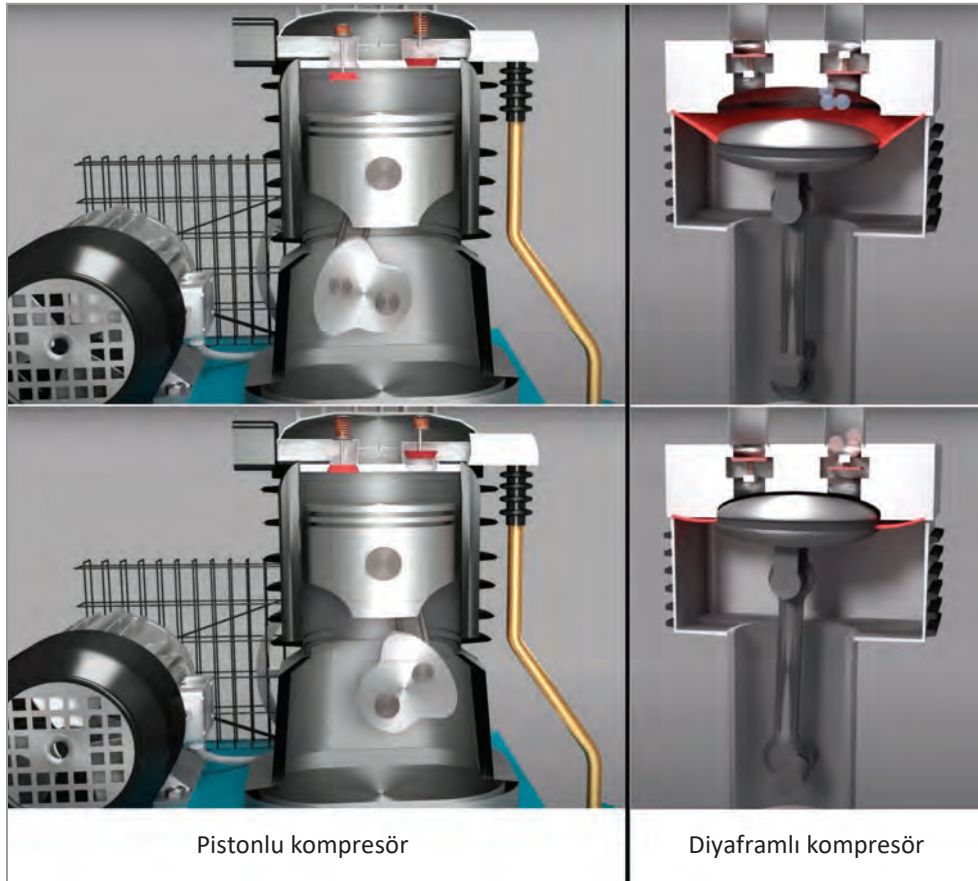
3.1.7.1. Kompresör Çeşitleri

Kompresörler kullanılacak yere göre farklı şekillerde üretilir.



3.1.7.1.1. Pistonlu Kompresörler

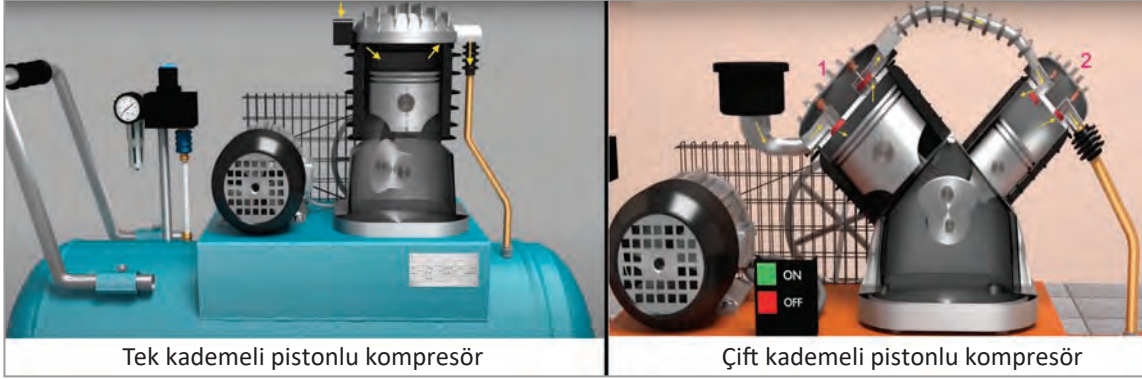
Pistonlu tip kompresörler bir silindir içerisinde bulunun pistonun krank mili vasıtasıyla aşağı yukarı hareketi şeklinde çalışır. Sistemdeki krank mili hareketini elektrik motoru veya içten yanmalı motordan alarak pistonu iletir. Piston aşağı hareketinde havayı emer ve yukarı hareketinde havayı depolanması gereken yerlere basınçla gönderir. Görsel 3.5'te gösterilen emme ve basma portlarındaki valfler sayesinde herhangi bir kaçak olmadan emme basma hareketi devam edebilmektedir.



Görsel 3.5: Pistonlu kompresör tipleri

Pistonlu tip kompresörler basit yapıları ve yüksek verimleri sayesinde endüstriyel pnömatik sistemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

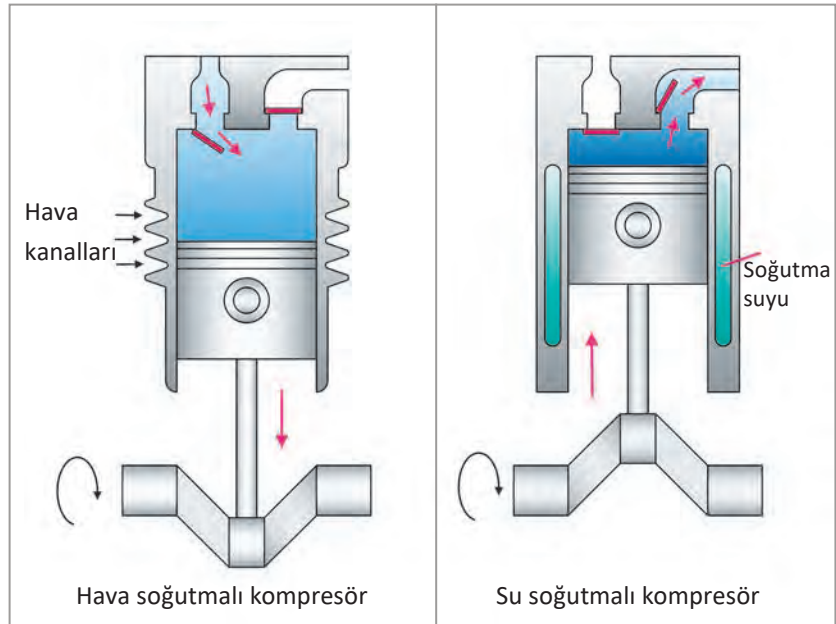
Pistonlu kompresörlerle aynı prensipte çalışan diyaframli tip kompresörler vardır. Yağ ve neme karşı güçlendirilmiş kauçuk tipi esnek bir malzemeden yapılan diyafram plakası, aşağı hareketinde içeriye doğru esneme yaparak havayı emer. Yukarı hareketinde ise diyafram dışa doğru esneyerek havayı basınçlı olarak tanka gönderir. Diyaframın çabuk aşınması ve yırtılması gibi olumsuzluklar sistemin verimini düşürmekte ve kullanım alanını sınırlamaktadır. 2,1-2,75 bar arasında basınca sahip diyaframli kompresörler küçük hava debileri (30-90 l/dk.) üretebilmektedir.



Görsel 3.6: Tek ve çift kademeli pistonlu kompresörler

Pistonlu tip kompresörler tek ve çift kademeli olarak çalışabilir. Görsel 3.6'da gösterildiği gibi tek kademeli kompresörde hava tek pistonlu bir silindirde sıkıştırılırken çift kademeli sistemde hava 1. kademe pistonu tarafından emilir, sıkıştırılarak 2. kademe pistonuna gönderilir ve burada ikinci bir sıkıştırma ile havanın basıncı artırılarak sisteme gönderilir. Sıkıştırılan havanın sıcaklığı artar ve harcanan güç sarfiyatı da fazla olur. Bu nedenle sıkıştırılan havanın ve kompresörün soğutulması önemlidir. Sıkıştırılan hava sisteme entegre edilen ara soğutucu veya çıkış soğutucusu ile soğutulurken kompresörün soğutulmasında da su veya hava yardımcı yöntemler kullanılabilir.

Hava yardımcı soğutmada daha az parçaya ihtiyaç duyulduğundan maliyeti düşüktür ancak su soğutmalı sistem daha verimli olduğu için uzun dönemde işletme maliyeti daha da düşük olmaktadır. Küçük ebatlı kompresörlerde (25 BG-18,6 kW'ın altında) hava soğutmalı sistemler kullanılırken daha büyük ünitelerde su soğutmalı sistemler tercih edilmektedir. Görsel 3.7'de su ve hava soğutmalı kompresör tipleri gösterilmektedir.

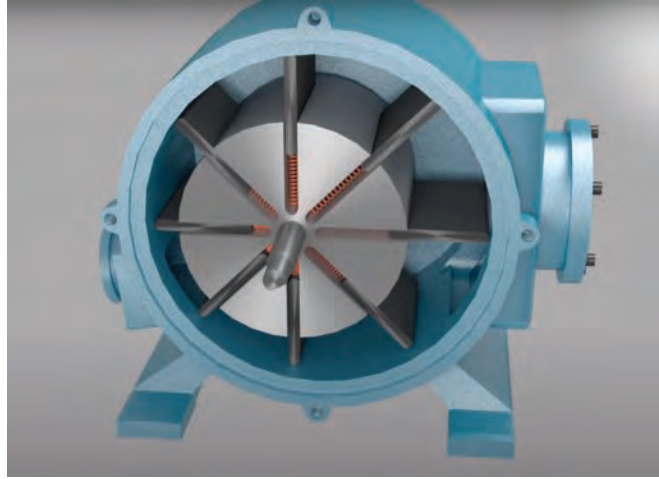


Görsel 3.7: Su ve hava soğutmalı kompresörler

3.1.7.1.2. Döner Tip Kompresörler

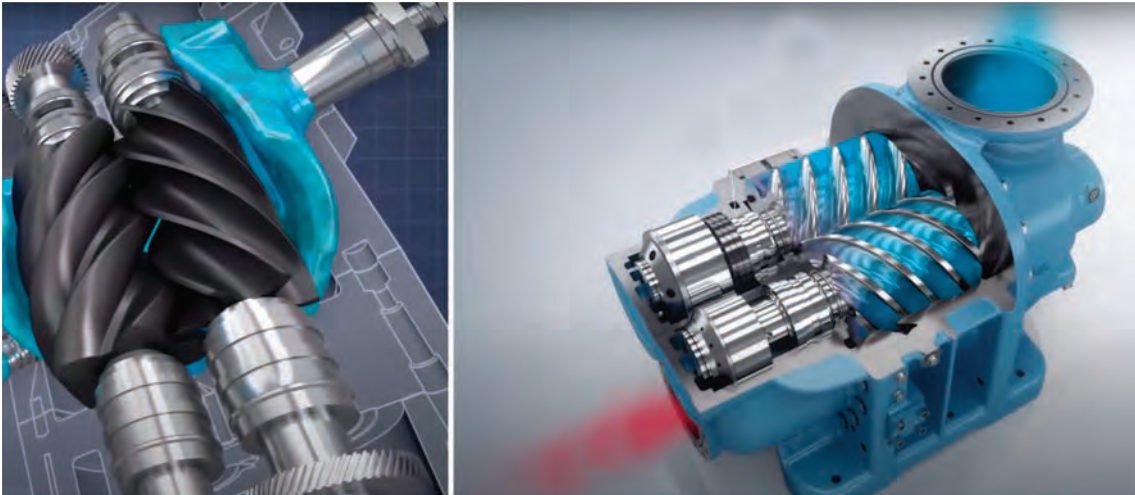
Döner tip kompresörler; paletli, vidalı, rotorlu ve türbin tipi kompresörler olmak üzere dörde ayrılır ve çalışma prensipleri birbirinden farklıdır.

Paletli Kompresörler: Silindir içerisine merkezden kaçık olarak yerleştirilen ve üzerinde aksel (yatay) olarak hareket edebilir paletler bulunan bir rotor bulunur. Rotorun dönmesiyle oluşan merkezkaç kuvveti paletlerin dışarı doğru hareket etmesini sağlar. Paletlerin dışarı doğru çıkmasıyla silindir yüzeyi ile paletler arasında sızdırmazlık sağlanır. Rotorun merkezden kaçık olması, silindir çeperi ile rotor arasındaki uzaklığın en büyük olduğu bölgede hacim genişlemesiyle paletlerin arasına hava girmesini sağlar. Rotorun dönmesiyle hacim daralması olur ve hava sıkışarak silindirin basınç bölmesine iletilir. Görsel 3.8’de paletli tip kompresörlerin yapısı gösterilmektedir.



Görsel 3.8: Paletli tip kompresörlerin yapısı

Vidalı Kompresörler: Vidaların iki eksen üzerine yerleştirilerek birbirine ters yönde dönmesiyle havanın sıkıştırılmasını sağlayan kompresördür. Vidalar birbirine hassas bir toleransla alıştırılmış olup vida kanallarının arasına giren hava hacimsel bir daralmayla basılır. Hareketin devamlı olması sisteme büyük oranda ve sürekli olarak hava basılmasına imkân verir. Büyük işletmelerde 13 bar basınca kadar hava sağlayabilen büyük gövdeli kompresörler bulunabilmektedir. Görsel 3.9’da vidalı tip kompresörün yapısı gösterilmektedir.



Görsel 3.9: Vidalı tip kompresörlerin yapısı



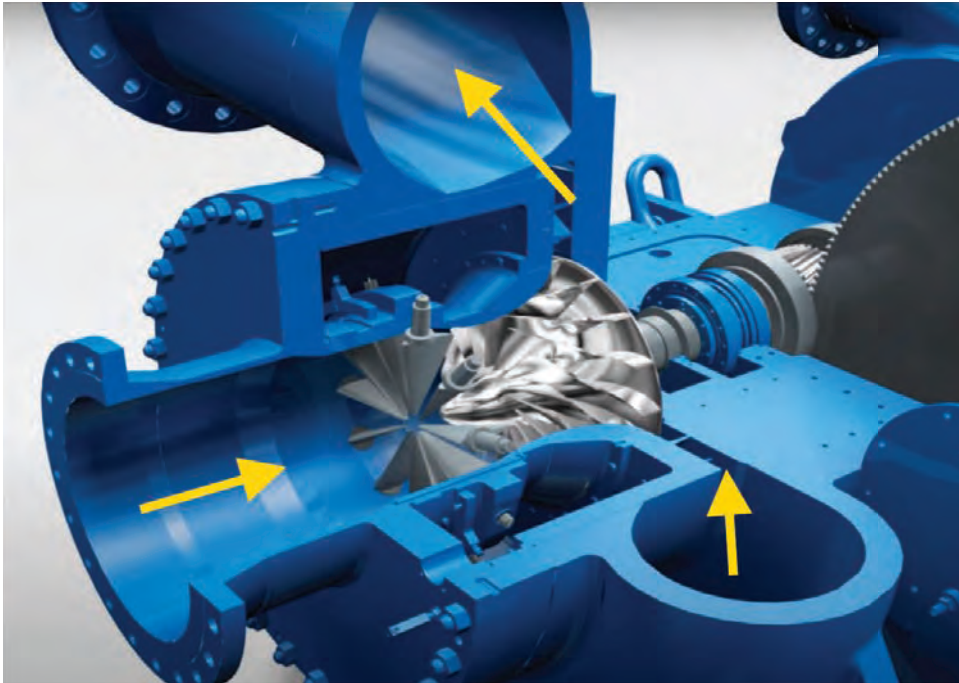
Görsel 3.10: Rotorlu tip kompresörlerin yapısı

Rotorlu Kompresörler: Vidalı kompresörle aynı prensipte çalışan rotorlu kompresörlerde yuvarlak rotorlar bir gövde içerisine hassas bir toleransla yerleştirilmiştir. Elektrik motorundan gelen hareket ile rotor kanatlarının arasına giren hava hacimsel bir küçülmeye çıkış kısmından basınçlı olarak gönderilir. Bu kompresörler aynı zamanda vakum pompası olarak da kullanılabilir. Görsel 3.10'da rotorlu tip kompresörün yapısı gösterilmektedir.

3.1.7.1.3. Türbin Tipi Kompresörler (Santrifüj Kompresörler)

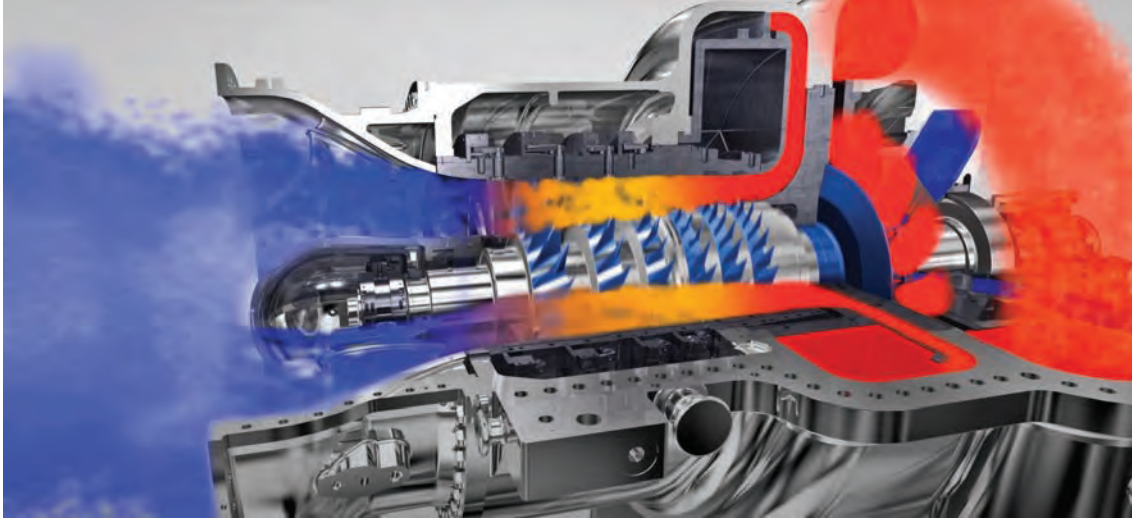
Bir mili sarmalayacak şekilde dizilmiş çok sayıda türbin kanatlarından oluşmuş bir kompresör olup radyal (dikey) ve aksenal (paralel) olarak iki şekilde yapılır. Bu kompresörlerde giriş ve çıkış çaplarının eşit olması gerekir. Çünkü çıkışın daraltılması basınçlı hava elde etmeyi zorlaştırmaktadır.

Radyal (Dikey) Kompresörler: Bir mil etrafına yerleştirilmiş dikey kanatlardan oluşur. Kompresör milinin yüksek devirde dönmesiyle hava giriş kısmından radyal kanatlara sahip döner bir çarkın (türbin) merkezine doğru emilir ve merkezkaç etkisiyle çarkın çevresine doğru itilerek basılır. Havanın bu çevresel hareketi basınç artışına ve kinetik enerji oluşumuna neden olur. Araçlarda kullanılan turbo şarj sistemi radyal kompresörün çalışma prensibine göre üretilmiştir. Görsel 3.11'de radyal tip kompresörlerin yapısı gösterilmektedir.



Görsel 3.11: Radyal kompresörlerin yapısı

Eksenel (Paralel) Kompresörler: Eğik olarak tasarlanmış kanatların üzerine mil eksenine boyunca (paralel) yerleştirilmesi ile oluşan kompresörlerdir. Milin dönmesiyle kanatların arasına giren hava bir dizi döner ve sabit kanatlardan geçer. Burada sabit kanatlar kinetik enerjiyi basınca dönüştürürken havanın hızı da kademeli olarak artar ve çıkışa gönderilir. Eksenel kompresörler aynı verimlilikteki merkezkaç kompresörlerden daha küçük ve hafif olmalarına karşın daha yüksek hızlarda çalışabilmektedir. Görsel 3.12’de eksenel kompresörün yapısı gösterilmektedir.



Görsel 3.12. Eksenel kompresörün yapısı

3.1.7.2. Kompresörlerin Kapasiteleri

Kompresörlerin kapasiteleri tespit edilirken kullanılacak olan pnömatik araçların sayıları, kapasiteleri ve tüketecekleri hava miktarları dikkate alınır. Küçük işlerde yeterli kapasiteli seyyar kompresörler seçilirken büyük işlerde ve fabrikalarda ihtiyaç olan havayı üretebilen “basıncılı hava üretim merkezleri” kurulabilir.

Kompresör kapasitesi $m^3/dk.$ cinsinden ifade edilmektedir.

3.1.7.3. Havanın Hazırlanması

Pnömatik sistemlerde hava ihtiyacı genellikle atmosferden karşılanır. Ancak atmosferdeki hava içerisinde çevresel şartlara bağlı olarak nem, toz parçacıkları, kimyasal artıklar ve farklı gazlar bulunabilir. Hava içerisinde bulunan bu maddelerin oranı yer ve ortama göre değişmektedir. Bu durumda kullanılacak havanın pnömatik devreye uygun hale getirilmiş olması gerekir.

3.1.7.3.1. Havanın Kurutulması

Pnömatik sistemlerde havanın kuru olması, sistem elemanlarının verimli çalışması için istenen bir durumdur. Kompresörlerde sıkıştırılan hava ısınır ve soğur bu sırada nem açığa çıkar. Bu nemin hava kurutucuları vasıtasıyla sistemden uzaklaştırılması gerekir. Hava kurutucularında basınçlı havaya ön soğutma işlemi uygulandığından diğer kurutuculara oranla yüksek verimli ve tasarruflu bir kurutma işlemi mümkün olmaktadır. Bu sistemlerde kompresörden gelen basınçlı hava içindeki su buharı soğutucu gaz yardımıyla $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ çığlenme noktasında yoğunlaştırılarak sistemden uzaklaştırılır. Elde edilen kuru hava da sisteme gönderilir.

Görsel 3.13'te kurutucu bağlanmış pnömatik sistemin yapısı gösterilmektedir.

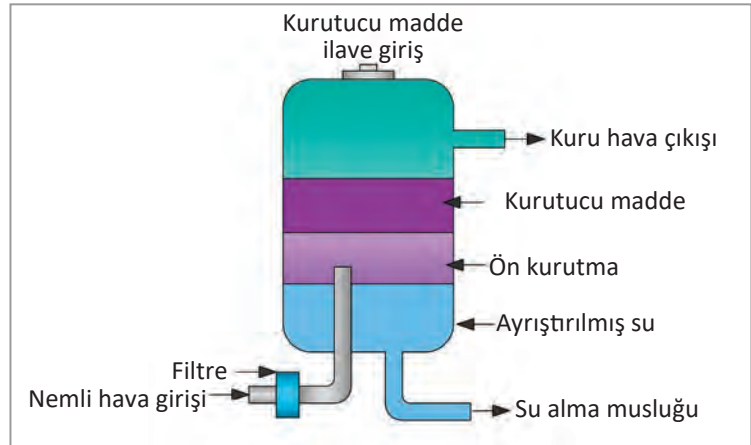


Görsel 3.13: Kurutucu bağlanmış pnömatik sistem

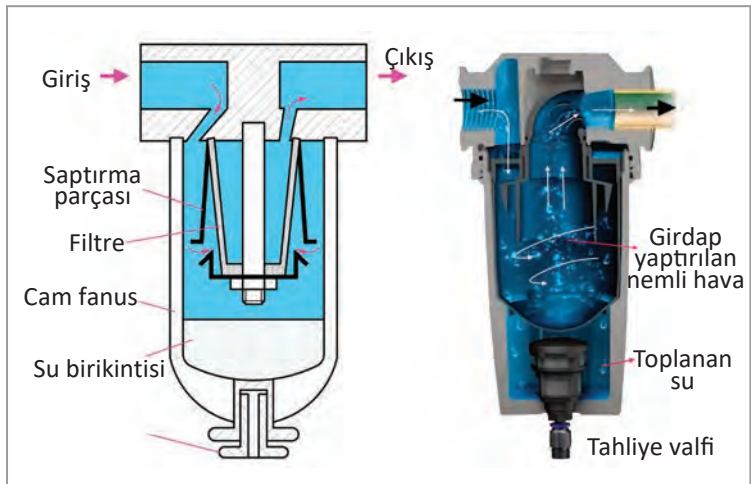
Havanın kurutulma işlemi soğutularak yapıldığı gibi nem tutucu bazı maddeler kullanılarak da yapılabilir. Genellikle silika jel, tuz, alüminyum dioksit gibi maddeler nem tutucu olarak kullanılır. Görsel 3.14'te nem tutucu maddeler kullanılarak çalışan kurutucu görülmektedir.

Nemi alınmış hava nem ayırıcı filtreden de geçirilerek hava içinde kalan nem varsa burada ayrıştırılması sağlanır. Nem ayırıcı filtreye giren basınçlı havaya, girdap hareketi yaptırılarak içindeki su damlacıklarının merkezkaç kuvvet etkisi ile kenara çarpıp aşağıya doğru süzülerek alt tarafta toplanması sağlanır.

Havadan ayrılan su, alt kısımda toplanır. Biriken bu suyun tahliyesi alttaki valf ile yapılır. Bu tür ayırıcılarla hava içerisindeki sıvılar %95 oranında ayrıştırılabilir. Görsel 3.15'te nem ayırıcı filtre iç yapısı görülmektedir.



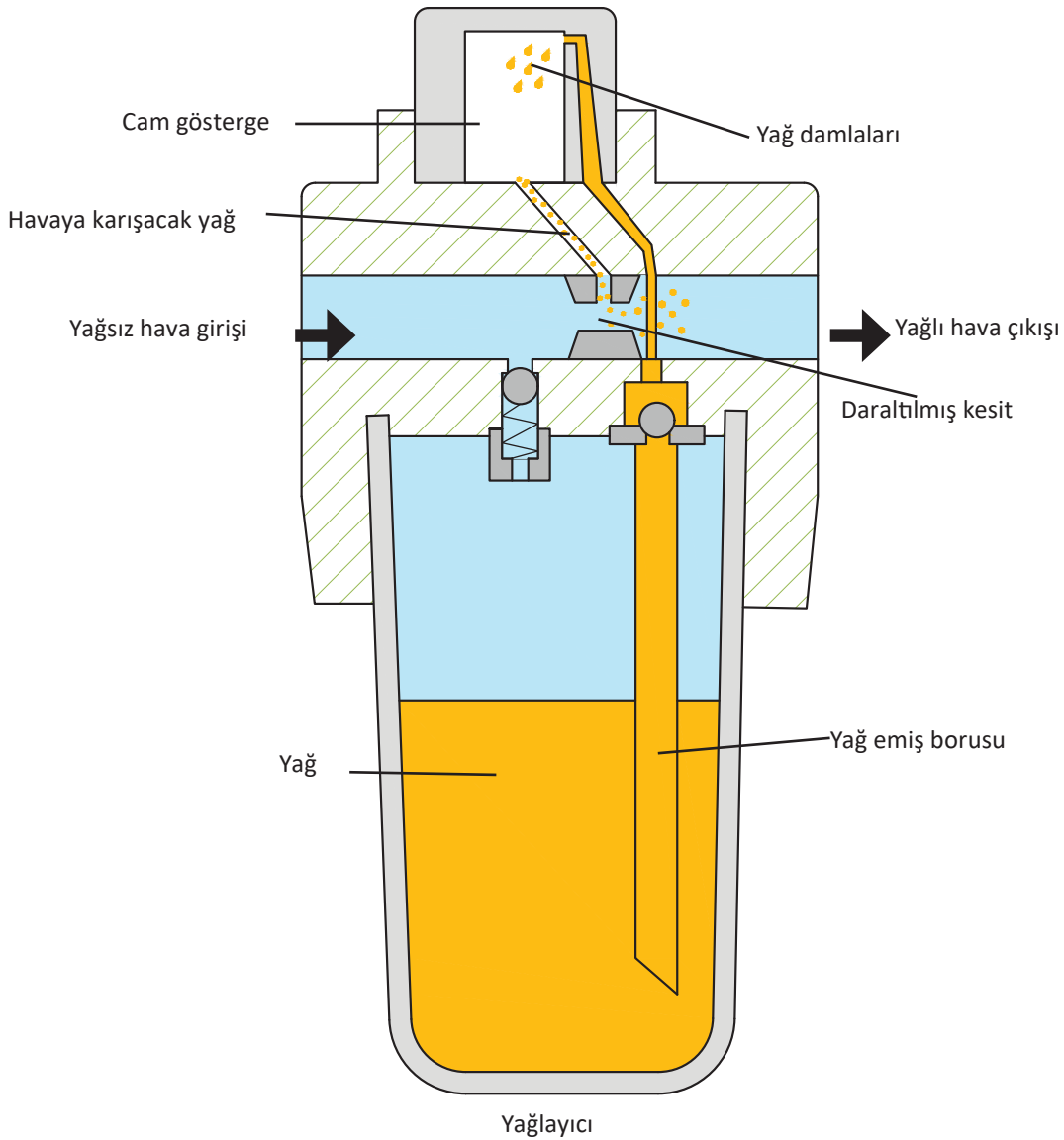
Görsel 3.14: Nem tutucu maddeler kullanılarak çalışan kurutucu



Görsel 3.15: Nem ayırıcı filtrelerin iç yapısı

3.1.7.3.2. Havanın Yağlanması

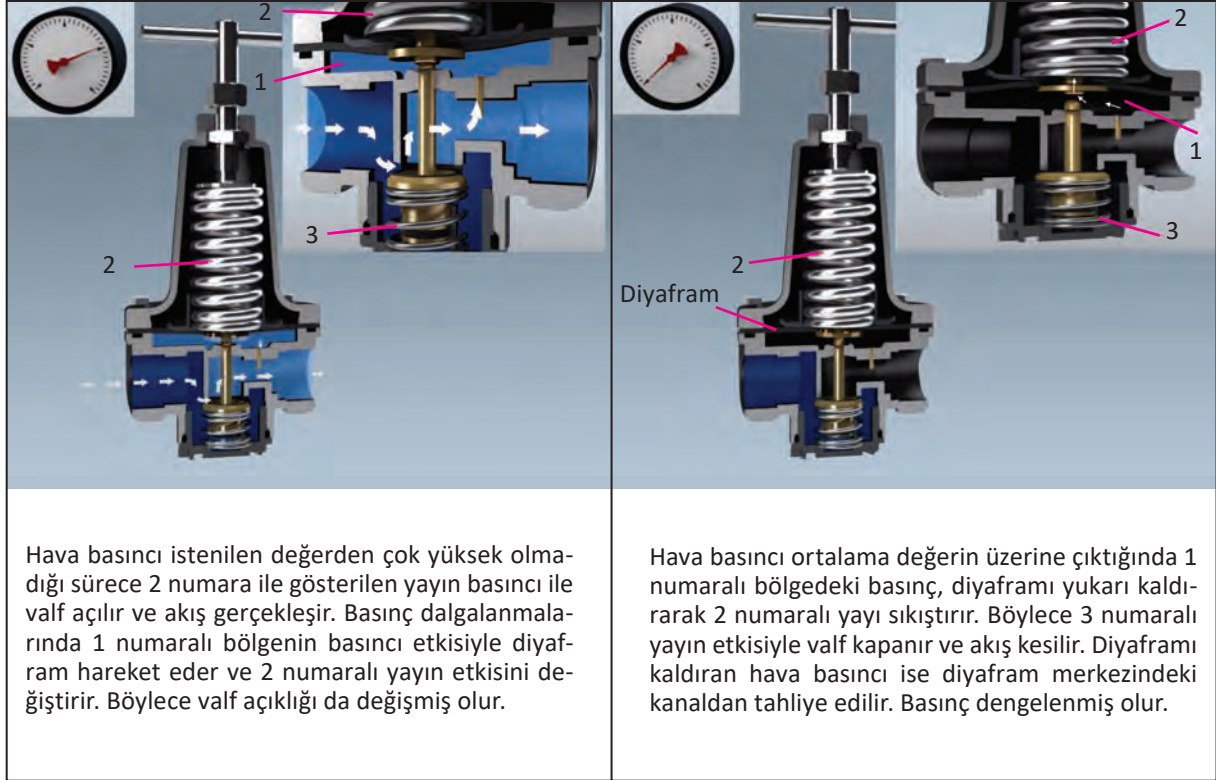
Pnömatik sistemler iş gücünü basınçlı hava ile elde eder. Sistemi oluşturan parçalarda oluşabilecek aşınma ve paslanmayı azaltmak için yağlama sistemine ihtiyaç vardır. Burada yağlama işlemi basınçlı havaya belli bir oranda yağ karıştırılarak yapılmaktadır. Pnömatik sistemlerde havanın yağlanması hava hattı üzerinde bulunan yağlayıcılar (yağlama cihazı) tarafından yapılmaktadır. Basınçlı hava daraltılmış bir kesitten geçirilerek hızlandırılır. Hızı artan havanın basıncı düşer ve vakum meydana gelir. Bu vakum ile yağ haznesinden gelen borudan yağ çekilir ve havaya karıştırılır. Pratik olarak her 1000 litre havaya 1 ile 12 damla yağ karıştırılır. Yağın miktarı yağlayıcı üzerindeki ayar vidasından değiştirilebilmektedir. Pnömatik devrelerde yağlayıcıdan önce filtre kullanılmalı ve yağlayıcı mümkün olduğu kadar elemanlara yakın konumlandırılmalıdır. Yağlayıcı dik olarak monte edilmeli ve hava belirtilen yönde içinden geçirilmelidir. Görsel 3.16'da yağlayıcının iç yapısı gösterilmektedir.



Görsel 3.16: Yağlayıcının iç yapısı

3.1.7.3.3. Basıncın Ayarlanması

Pnömatik sistemlerde kullanılan cihazların çalışması için farklı basınçlara ihtiyaç olmaktadır. Hava basıncının gerekenden az olması sistem verimini düşürmekte, basıncın gerekenden fazla olması da cihazların aşınmasına ve gereksiz enerji sarfiyatına sebep olabilmektedir. Basınç regülatörü de denilen bu valfler basıncı istenilen değerde sabit tutarak sistemin sağlıklı çalışmasını sağlamaktadır. Basınç regülatörü üzerinde bulunan ayar vidası ile basınç değeri ayarlanabilmekte olup regülatör çıkışında bulunan manometreyle de basınç değeri okunabilmektedir. Görsel 3.17’de basınç regülatörü kesiti gösterilmektedir.



Görsel 3.17: Basınç regülatörü kesiti



Görsel 3.18: Şartlandırıcı ünitesi

3.1.7.3.4. Şartlandırıcılar

Filtre, basınç regülatörü ve yağlayıcıdan meydana gelen sisteme şartlandırıcı adı verilmektedir. Şartlandırıcı; pnömatik sistemde basınçlı hava ile çalışan cihazlara, silindirlere ve pnömatik motor gibi elemanlara en fazla 3 m uzaklıkta olacak şekilde konumlandırılmalıdır. Birden fazla ve aynı basınçta çalışan pnömatik elemanlar için tek şartlandırıcı yeterli iken farklı basınçta çalışan elemanlar varsa her basınç kademesi için ayrı şartlandırıcı ünitesi kullanılmalıdır. Görsel 3.18’de şartlandırıcı ünitesi gösterilmektedir.

3.1.7.3.5. Manometreler

Pnömatik sistemlerde basınç ölçmeye yarayan aletlerdir. Manometreler hava tankında ve basıncın sürekli takip edilmesi gereken kritik noktalarda kullanılır. Manometreler metal elemanlı ve sıvılı olmak üzere iki çeşittir. Görsel 3.19'da manometre gösterilmektedir.



Görsel 3.19: Manometre

3.1.7.3.6. Susturucular

Basıncı hava pnömatik sistemi terk ederken ani bir hacim genişlemesi yaşar ve havanın atmosfere çıkmasıyla birlikte patlamalara benzer gürültü meydana gelir. Yön kontrol valflerinin egzoz hatlarına takılan susturucunun içine giren hava aniden geniş bir alana dağılır ve plastik veya metal parçacıklara çarpar. Bu esnada küçük deliklerden tahliye olan basınçlı havanın sesinde de azalma meydana gelmektedir. Pnömatik devrelerde kullanılan susturucuların tıkalı olmamasına dikkat edilmelidir. Görsel 3.20'de susturucular gösterilmektedir.



Görsel 3.20: Susturucular



Görsel 3.21: Basınç anahtarları

3.1.7.3.7. Basınç Anahtarı

Pnömatik sistemlerde kullanılan hava tankının belirlenen basınca ulaştığında sistemi besleyen kompresörün kapanması gerekir. Aynı zamanda basınç istenilen değerin altında olduğunda da kompresörün çalışması gerekmektedir. Basınç anahtarları, pnömatik sistemlerde hava basıncını elektrik sinyaline dönüştürerek devreleri otomatik olarak açıp kapayan elektronik anahtarlardır. Görsel 3.21’de farklı tiplerdeki basınç anahtarları gösterilmektedir.

3.1.7.3.8. Borular ve Hortumlar

Pnömatik sistemlerde üretilen basınçlı hava; çalışan cihazlara boru, hortum ve bağlantı elemanları üzerinden iletilir. Basınçlı hava taşıyan boruların uzunluğu arttıkça basınç düşmeleri ve sızıntılar meydana gelebilmektedir. Boru iç yüzeylerindeki pürüz, girinti ve çıkıntılar da basınçtaki düşme miktarını etkiler. Ana dağıtım şebekesinde bakır, pirinç, alaşımli çelik, siyah çelik boru, galvanizli çelik boru ve plastik borular kullanılmakla birlikte özel kullanım sahalarında da bakır ve plastik borular tercih edilmektedir. Kullanım yerlerindeki dağıtım şebekesinde en yaygın kullanılan polietilen ve poliamid plastik hortumlardır. Esnekliğin istenildiği yerlerde mekanik gerilmelere karşı plastik hortumlara göre daha dayanıklı olan kauçuk hortumlar kullanıldığı için maliyet de daha yüksektir. Görsel 3.22’de örnek bir hava dağıtım sistemi hortum ve bağlantılar gösterilmektedir.



Görsel 3.22: Örnek bir hava dağıtım sistemi hortum ve bağlantılar

3.1.7.3.9. Boru ve Hortumların Birleştirilmesi

Pnömatik sistemlerde hortum ve boru birleştirmelerinde üç farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar; kaynaklı, vidalı ve flanşlı tip birleştirmelerdir. Boru bağlantılarının temiz, güvenli ve kolay takılıp sökülebilmesini sağlamak için yüksüklü rakorlar geliştirilmiştir. Rakorla bağlantı yöntemleri daha çok dışsız ve ince etli borular için uygun olup bazı durumlarda kullanılan plastik boruların bağlantıları da kaynaklı veya rakor bağlantılı olabilir. Görsel 3.23'te boru, hortum ve bağlantı elemanları gösterilmektedir.



Görsel 3.23: Boru, hortum ve bağlantı elemanları

3.1.7.3.10. Basınç Düşmesi

Pnömatik sistemlerde; boru sayısının fazlalığı, basıncın uzun mesafelere taşınması, boru iç çapının uygunsuzluğu, kıvrım sayılarının fazlalığı, boru ekleri, kaçak ve sızıntılar gibi sebeplerden dolayı hava basıncında düşmeler meydana gelmektedir. Sistemin etkilenmesini engellemek için boru boyları kısa, çapları ise boyları oranında büyük olmalıdır.

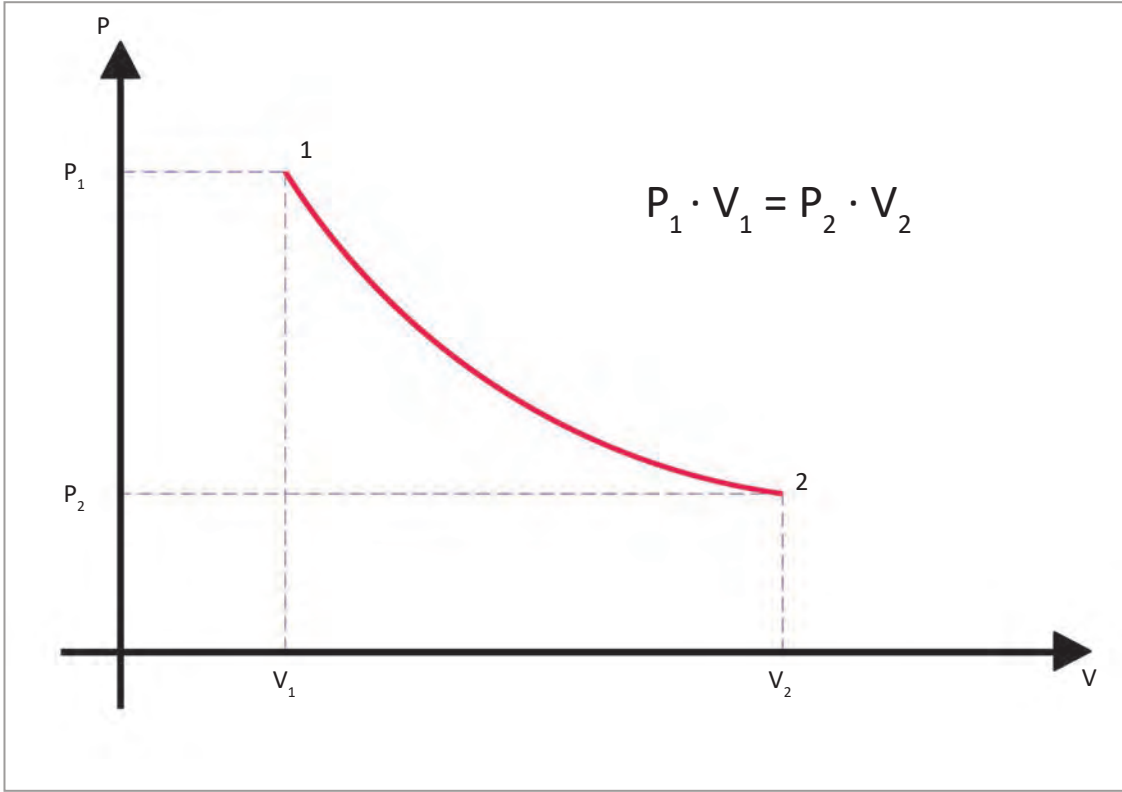
3.1.8. Boyle-Mariotte (Boyl-Maryot) Kanunu'nun Tanımı

Boyle-Mariotte Kanunu, bir gazın basıncı ile hacmi arasındaki bağıntıyı verir. Buna göre kapalı bir kap içinde ve sabit sıcaklıkta bulunan belli bir miktardaki gazın mutlak basıncı gazın hacmiyle ters orantılı olarak değişeceği ifade edilir. Basınç (P) ve hacim (V) arasındaki ilişki aşağıdaki gibi formüle edilmektedir:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Burada ifade edilen; 1 atm basınçta (101,3 kPa mutlak basınç) ve 100 m³ hacmindeki hava 10 m³ hacme kadar sıkıştırıldığında hava sıcaklığının sabit kalması şartıyla basıncın 10 atm (1013 kPa) değerine çıkmasıdır. Hacim 10 birim küçülürken basınç 10 birim artmaktadır.

$$101,3 \text{ kPa} \cdot 100 \text{ m}^3 = 1013 \text{ kPa} \cdot 10 \text{ m}^3$$



Görsel 3.24: Boyle-Mariotte Kanunu'nun grafikte ifadesi

Görsel 3.24'teki Boyle-Mariotte Kanunu'nun grafikte ifadesini incelersek; burada P₁ ve P₂ sıkıştırma işleminden önceki ve sonraki basınçları, V₁ ve V₂ sıkıştırmadan önceki ve sonraki hacimleri ifade eder. Atmosfer basıncının etkilerini de dikkate almak amacıyla problemleri çözmeden önce basınç değerini gösterge basıncından mutlak basınca, problemin çözümünden sonra sonucun tekrar gösterge basıncına dönüştürülmesi gerekir.

Mutlak basınç (P_m) ve gösterge basıncı (P_g) arasındaki ilişki aşağıda ifade edilmiştir:

$$P_m = P_g + 101,3 \text{ kPa}, \quad P_g = P_m - 101,3 \text{ kPa}.$$

1. Örnek Problem

Bir fabrika içerisinde yer alan pnömatik bir sistemde 298,7 kPa basınçta ve 0,3 m³ hacimdeki hava 0,1 m³ hacme kadar sıkıştırılmaktadır. Bu işlem sonunda gösterge basınç (efektif basınç) değeri ne olur? $P_{atm} = 101,3 \text{ kPa}$

$$P_1 = 298,7 \text{ kPa} \quad V_1 = 0,3 \text{ m}^3 \quad V_2 = 0,1 \text{ m}^3 \quad P_2 = ?$$

Çözüm

Problemin çözümünde (P_m) Gösterge basıncı olan 298,7 kPa'a atmosfer basıncı eklenerek (P_m) mutlak basınç bulunur:

$$298,7 \text{ kPa} + 101,3 \text{ kPa} = 400 \text{ kPa} \quad P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$P_2 = P_1 \frac{V_1}{V_2} \quad P_2 = 400 \frac{0,3}{0,1}$$

$$P_2 = 1200 \text{ kPa}$$

Gösterge basıncını (P_g) bulmak için (P_m) mutlak basınçtan atmosfer basıncı çıkarılır:

$$P_g = P_m - P_{atm} = 1200 \text{ kPa} - 101,3 \text{ kPa} = 1098,7 \text{ kPa} \text{ gösterge basıncı } (P_g) \text{ olarak bulunur.}$$

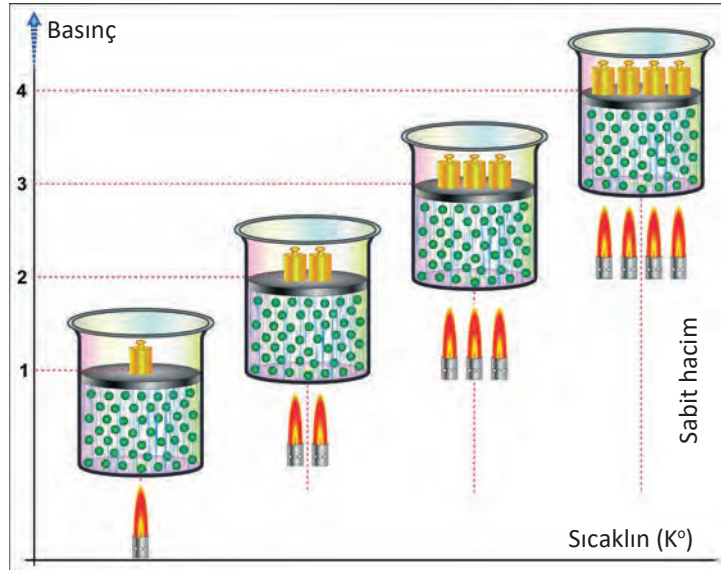
3.1.9. Gay-Lussac (Gey Lassek) Kanunu'nun Tanımı

Kanun gazların basınç, hacim ve ısı ilişkilerini inceler. Sabit basınç ve sabit hacim altındaki genişleme ayrı başlıklar altında incelenecektir. Gay-Lussac Kanunu'na göre yapılan hesaplamalarda mutlak sıcaklık (K) ve mutlak basınç (kPa, Bar) değerlerinin kullanılması gerekir. Görsel 3.25'te Gay-Lussac Kanunu'nun grafikte ifadesi gösterilmektedir.

3.1.9.1. Sabit Basınç Altında Genişleme

Gay-Lussac Kanunu'na göre, kapalı kap içerisinde bulunan gazın basıncı sabit tutulduğu zaman gazın hacminde ne kadar değişim olursa gazın sıcaklığında da o oranda değişim olur. Basınç sabit olmak şartıyla, gazın hacmi artarsa gazın sıcaklığı da artar. Gazın hacmi azalır aynı oranda gazın sıcaklığı da azalır. Bu bağıntı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanabilir.

$$V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1} \text{ veya } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$



Görsel 3.25. Gay-Lussac Kanunu'nun grafikte ifadesi

2. Örnek Problem

Sıcaklık değişimine bağlı olarak çalışan bir makine parçasının başlangıç hacmi 5m^3 olup içerisindeki hava 50°C sıcaklıktan 80°C sıcaklığa kadar ısıtılmaktadır. Havanın 80°C 'deki hacmini hesaplayınız. ($0^\circ\text{C} = 273\text{ K}$ olarak alınır.)

$$V_1 = 5\text{ m}^3 \quad T_1 = 50^\circ\text{C} \quad T_2 = 80^\circ\text{C} \quad V_2 = ?$$

Çözüm

$$T_1 = 50 + 273 = 323\text{ K (mutlak sıcaklık)}$$

$$T_2 = 80 + 273 = 353\text{ K (mutlak sıcaklık)}$$

$$V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1} \quad V_2 = 5 \left(\frac{353}{323} \right)$$

$$V_2 = 5,46\text{ m}^3$$

3.1.9.2. Sabit Hacim Altında Genleşme

Gay-Lussac Kanunu'nun diğer bir ifadesine göre, kapalı bir kap içinde bulunan gazın hacmi sabit tutulduğunda gaz basıncının değişimi, gaz sıcaklığının değişimine aynı oranda etki eder. Gaz basıncı artarsa gaz sıcaklığı da aynı oranda artar. Gaz basıncı düşerse gaz sıcaklığı da aynı oranda düşer.

$$P_2 = P_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \quad \text{veya} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

3. Örnek Problem

Bir araç lastiğinin içindeki basınç (P_1) 500 kPa (5 Bar) ölçülmektedir. Bu sırada (T_1) 15°C sıcaklığa sahiptir. 300 km 'lik yol alındıktan sonra lastiğin sıcaklığı (T_2) 45°C olduğuna göre lastiğin son basıncını hesaplayınız.

$$P_1 = 500\text{ kPa} \quad T_1 = 15^\circ\text{C} \quad T_2 = 45^\circ\text{C} \quad P_2 = ?$$

Çözüm

$$T_1 = 15 + 273 = 288\text{ K (mutlak sıcaklık)}$$

$$T_2 = 45 + 273 = 318\text{ K (mutlak sıcaklık)}$$

$$P_1 = 500\text{ kPa} + 101,3\text{ kPa} = 601,3\text{ kPa (mutlak basınç)}$$

$$P_2 = P_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \quad P_2 = 601,3 \left(\frac{318}{288} \right)$$

$$P_2 = 663,93\text{ kPa (mutlak basınç)}$$

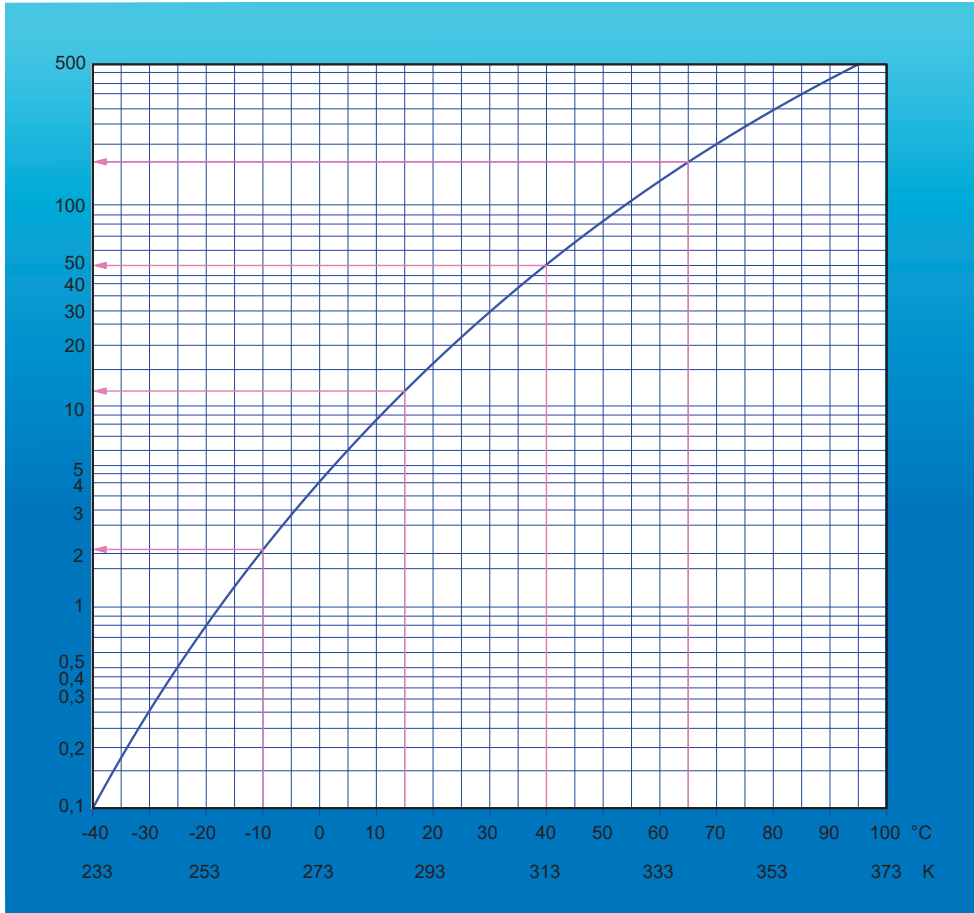
$$P_2 \text{ (gösterge basıncı)} = 663,93 - 101,3$$

$$P_2 = 562,63\text{ kPa}$$

3.1.10. Havanın Nem Miktarının Hesaplanması

Pnömatik sistemlerde kompresör tarafından sıkıştırılan ve tankta basınç altında muhafaza edilen hava içerisinde bir miktar nem bulunur. Sıkıştırılan havanın basıncı arttığından nem de yoğunlaşarak su damlasına dönüşür. Meydana gelen su kumanda elemanlarının, boruların ve diğer pnömatik cihazların tıkanmasına ya da paslanmasına sebep olur. Bu durumu engellemek için hava içerisindeki nem oranının iyi ayarlanması gerekmektedir.

Doyma Eğrisi: Doyma eğrisi, basınçlı havanın farklı sıcaklıklarda buhar fazında taşıyabileceği maksimum su miktarını ifade eder. Diğer bir ifadeyle havanın sıcaklığı arttıkça taşıyacağı maksimum buhar miktarı da artmaktadır. Görsel 3.26'da doyma eğrisi (nem diyagramı) gösterilmektedir.



Görsel 3.26: Doyma eğrisi (Nem diyagramı)

Mutlak Nem: 1 metre küp (m^3) havada bulunan su buharı miktarına denir.

Çiğlenme Noktası: Hava içindeki nemin yoğunlaşarak su damlası oluşturabileceği sıcaklık değerine çiğlenme noktası denir.

Bağıl Nem: Hava içerisindeki nemin aynı sıcaklıkta havanın taşıyabileceği maksimum neme oranının % olarak ifade edilmesidir.

Doyma Miktarı: Hava sıcaklığına bağlı olarak 1 metre küp (m^3) havada taşınabilen maksimum su buharı miktarı olup doyma eğrisi üzerinden tespit edilebilir. Görsel 3.26'daki nem diyagramında da görüleceği üzere su buharı miktarı havanın sıcaklığına bağlı olarak artmakta veya azalmaktadır.

4. Örnek Problem

Basınçlı hava ile çalışan bir sistemde saatte 500 m^3 hava geçmektedir. Havanın basıncı 10 bar ve sıcaklığı $55 \text{ }^\circ\text{C}$ (328 K)'dir. Bağıl nem oranı %50 olduğuna göre, mutlak nem oranını ve bir saatte biriken su miktarını hesaplayınız. ($55 \text{ }^\circ\text{C}$ için doyum miktarının 100 g / m^3)

$$Q = 500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P = 10 \text{ atm (Bar)}$$

$$T = 55 \text{ }^\circ\text{C (328 K)}$$

$$\text{B.N.O} = 50 \text{ g / m}^3$$

$$\text{M.N.O} = ?$$

Çözüm

$$\text{Bağıl Nem Oranı} = \frac{\text{Mutlak Nem Oranı} \cdot 100}{\text{Doyma Miktarı}} \quad \text{B.N.O} = \frac{\text{M.N.O} \times 100}{\text{D.M}}$$

$$\text{Mutlak Nem Oranı} = \frac{\text{Bağıl Nem Oranı} \cdot \text{Doyma Miktarı}}{100} \quad \text{M.N.O} = \frac{50 \times 100}{100} = 50 \text{ g / m}^3$$

1 m^3 havadaki su buharı 50 g olarak bulunur ve buna göre toplam su buharı miktarı 500 m^3 hava için, $500 \text{ m}^3 \cdot 50 \text{ g/m}^3 = 25000 \text{ g/h}$ olarak bulunur.

5. Örnek Problem

Bir pnömomatik sistemde hava tankından saatte 350 m^3 hava geçmektedir. Havanın sıcaklığı $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (303 K)'dir. Bağıl nem oranı %40 olduğuna göre, mutlak nem oranını ve bir saatte biriken su miktarını hesaplayınız. ($30 \text{ }^\circ\text{C}$ için doyum miktarının 25 g / m^3)

$$Q = 350 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T = 30 \text{ }^\circ\text{C (303 K)}$$

$$\text{B.N.O} = 40 \text{ g / m}^3$$

$$\text{M.N.O} = ?$$

Çözüm

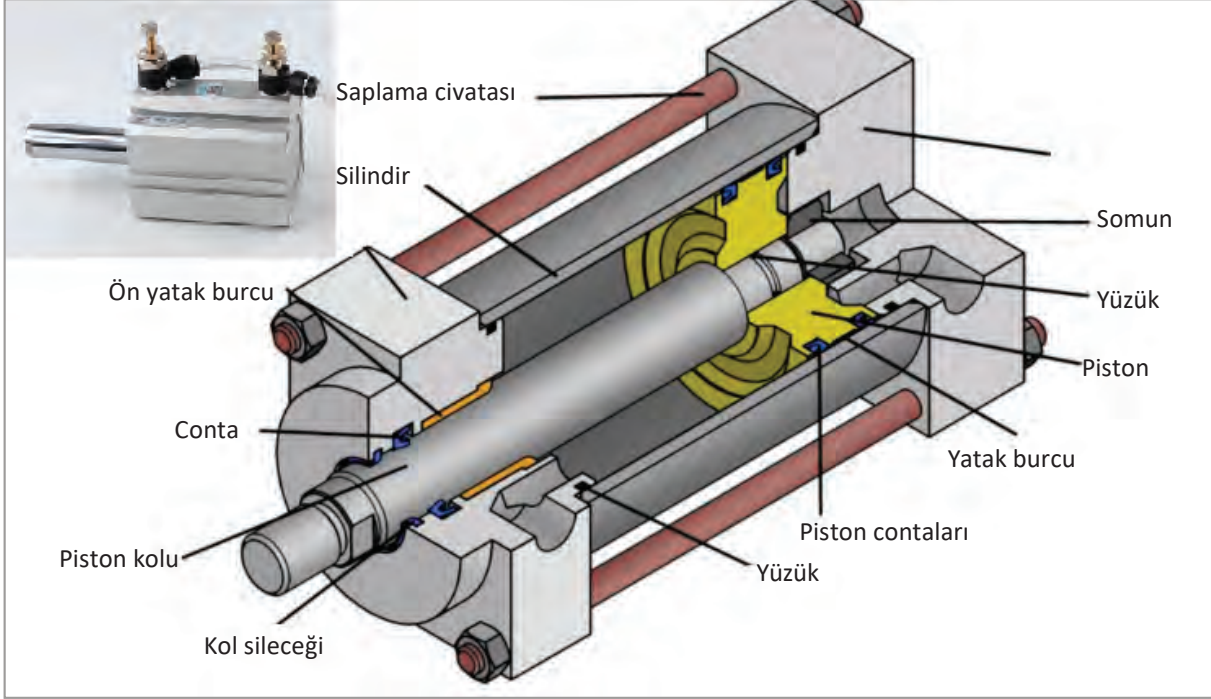
$$\text{Bağıl Nem Oranı} = \frac{\text{Mutlak Nem Oranı} \cdot 100}{\text{Doyma Miktarı}} \quad \text{B.N.O} = \frac{\text{M.N.O} \times 100}{\text{D.M}}$$

$$\text{Mutlak Nem Oranı} = \frac{\text{Bağıl Nem Oranı} \cdot \text{Doyma Miktarı}}{100} \quad \text{M.N.O} = \frac{40 \times 25}{100} = 10 \text{ g / m}^3$$

1 m^3 havadaki su buharı 10 g olarak bulunur ve buna göre toplam su buharı miktarı 350 m^3 hava için, $350 \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ g/m}^3 = 3500 \text{ g/h}$ olarak bulunur.

3.2. Pnömatik Silindirler

Pnömatik silindirler, sistemden gelen basınçlı hava ile ileri geri doğrusal hareketle iş elde edilmesini sağlayan alıcılardır. Silindirler iki tarafı kapalı boru içerisine yerleştirilmiş piston ve pistonu bağlanmış bir piston kolundan oluşmaktadır. Üzerinde sızdırmazlık elemanları ve hava giriş çıkış portları bulunmaktadır. Görsel 3.27’de pnömatik silindir ve kesiti gösterilmektedir.



Görsel 3.27: Pnömatik silindir ve kesiti

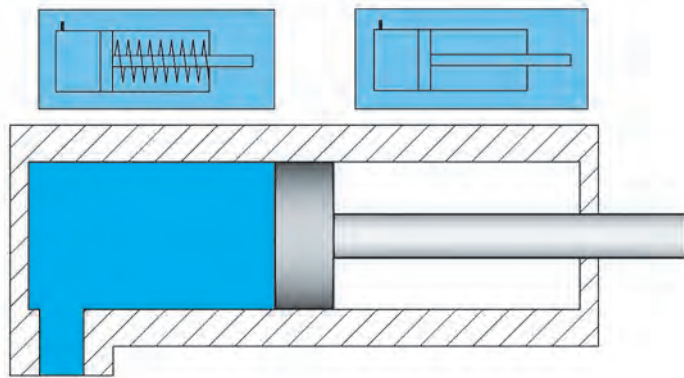
Pnömatik silindirlerin sızdırmazlık toleransları çok hassas yapılarak sürtünen yüzeylerden hava kaçaklarının önüne geçilmektedir. Boyutları büyük olan silindirler dökme çelik veya dökme demirden yapılırken küçük gövdeli silindirler ise düzgün çekilmiş alüminyumdan yapılmaktadır. Pnömatik silindirlerin verimli ve daha uzun süreli çalışmaları için periyodik bir yağlama gereklidir.

3.2.1. Pnömatik Silindirlerin Çeşitleri ve Simgeleri

Pnömatik sistemlerde kullanım yerine göre farklı özellikte silindirler kullanılmaktadır. Bu silindirler tek etili, çift etkili, tandem, teleskopik, döner ve özel silindirler olarak adlandırılır.

3.2.1.1. Tek Etkili Silindirler

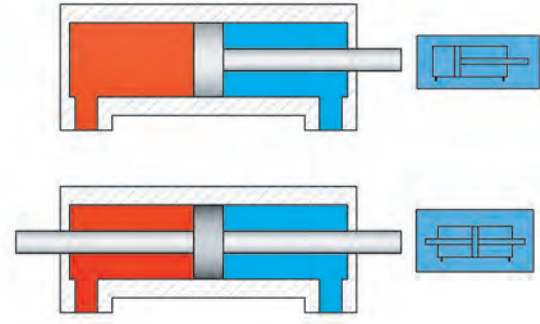
Basınçlı hava ile tek yönlü doğrusal hareket elde ederek iş üreten silindirlerdir. Bu tip silindirlerde piston kolu geri getirme yayı tarafından geriye getirilir. Görsel 3.28’de tek etkili silindir ve sembolü gösterilmektedir.



Görsel 3.28: Tek etkili silindir ve sembolü

3.2.1.2. Çift Etkili Silindirler

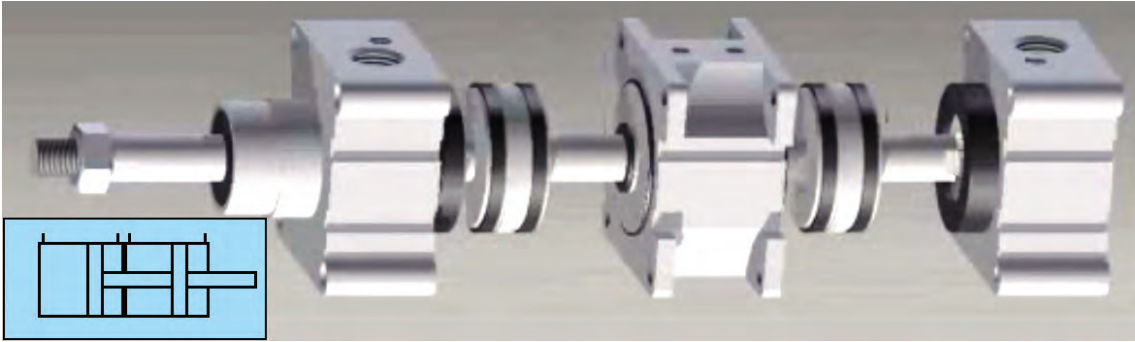
Tek etkili silindirlere yapı olarak benzemekle birlikte temel fark bu silindirlere geri getirme yayının olmamasıdır. Üzerinde hava giriş ve çıkış bağlantısı bulunan çift etkili silindirler her iki yönde hareket ve kuvvet elde edebilir. Farklı tip ve boyutlarda olmalarına karşın pnömomatik sistemlerde en çok kullanılan silindir tipidir. Görsel 3.29'da çift etkili silindir ve sembolü gösterilmektedir.



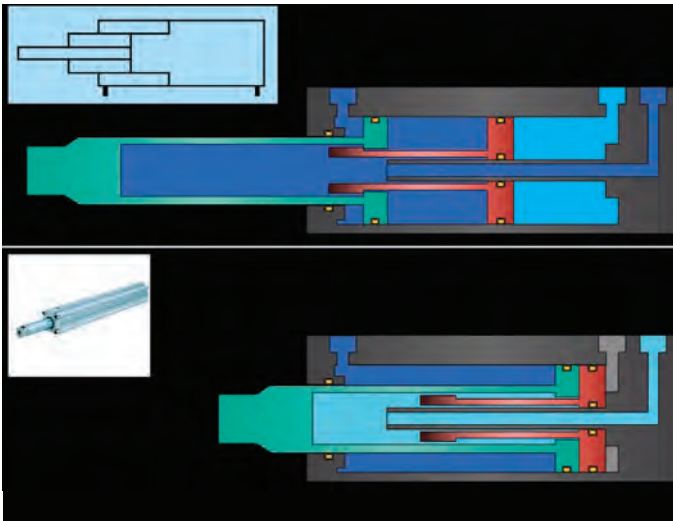
Görsel 3.29: Çift etkili silindir ve sembolü

3.2.1.3. Tandem Silindirler

Piston ve silindir boyutlarının artırılmadan daha büyük itme ve çekme kuvvetlerine ihtiyaç olan ve kısa hareket aralığında çalışması gereken yerlerde tandem silindirler kullanılır. Tandem silindirler birbirine bağlanmış iki çift etkili silindir biçiminde olup aynı anda iki silindir ve iki piston birleştirildiği için daha fazla kuvvet oluşumu sağlamaktadır. Görsel 3.30'da tandem silindir ve sembolü gösterilmektedir.



Görsel 3.30: Tandem silindir ve sembolü



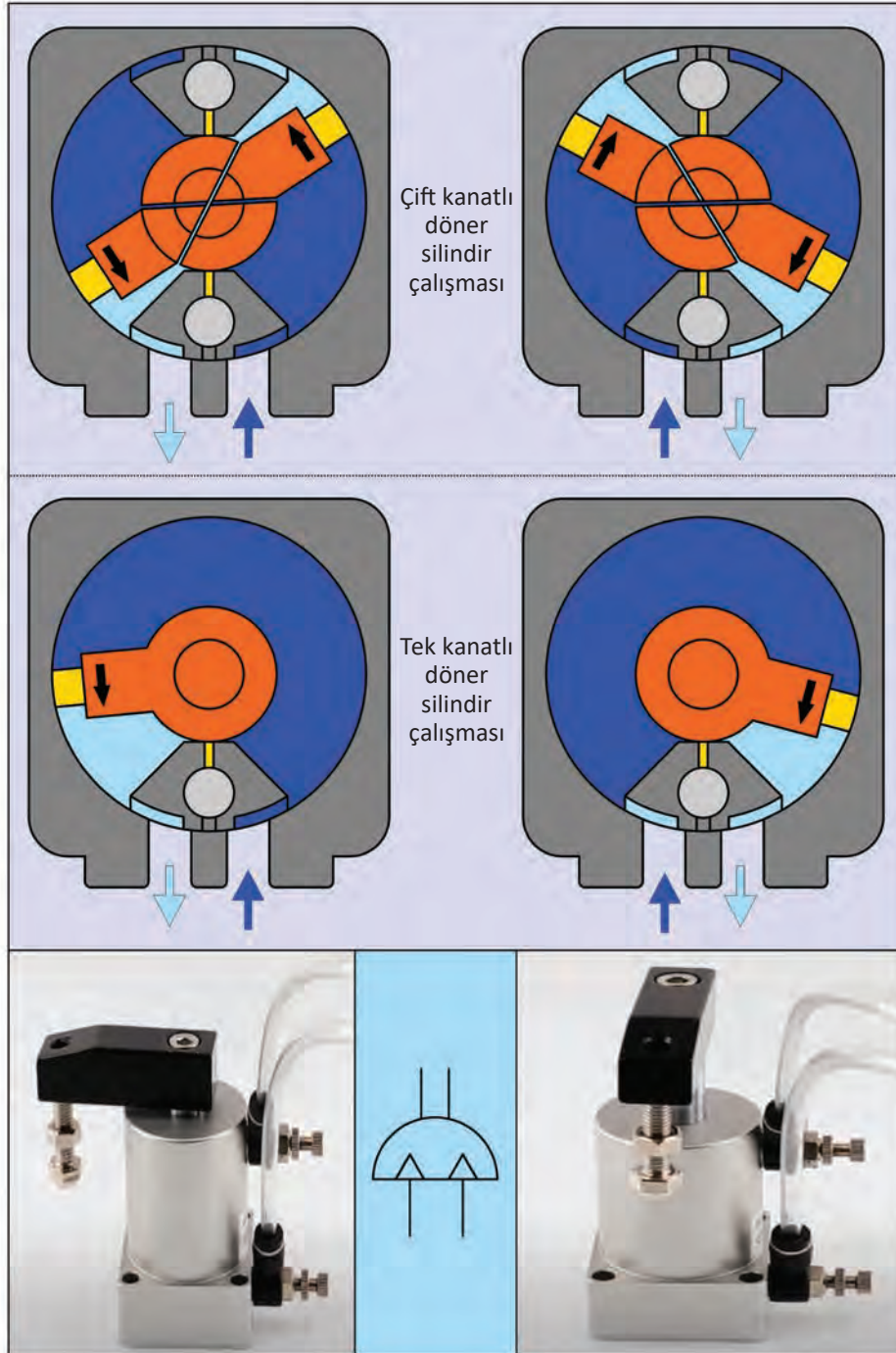
Görsel 3.31: Teleskopik silindir ve sembolü

3.2.1.4. Teleskopik Silindir

Silindir boyunun kısa ancak piston boyunun uzun olması gereken yerlerde teleskopik silindirler kullanılmaktadır. İç içe geçen birçok pistondan meydana gelen bu silindire basınçlı hava uygulandığında pistonlar içten dışa doğru sırayla itme çekme hareketi yapar. Tek ve çift etkili olarak yapılabilir. Gemi dümenlerinin ayarlanması ve uzay dürbünleri gibi özel alanlarda kullanılmasına rağmen pnömomatik sistemlerde kullanımı pek yaygın değildir. Görsel 3.31'de teleskopik silindir ve sembolü gösterilmektedir.

3.2.1.5. Döner Silindirler

Döner silindirler doğrusal hareketin açısal harekete dönüştürülmesi için geliştirilmiştir. Çift etkili döner silindirin piston koluna kremayer düz dişli açılmıştır. Piston kolunun doğrusal hareketinde kremayer dişliye bağlı silindir şeklindeki düz dişli çarkın dönmesi ile $45^\circ - 90^\circ - 180^\circ - 360^\circ$ ya da istenilen açılarda hareket üretilir. Profil bükme işlerinde, ambalaj işlerinde vb. yerlerde kullanımı oldukça yaygındır. Görsel 3.32'de döner silindirin çalışması ve sembolü gösterilmektedir.



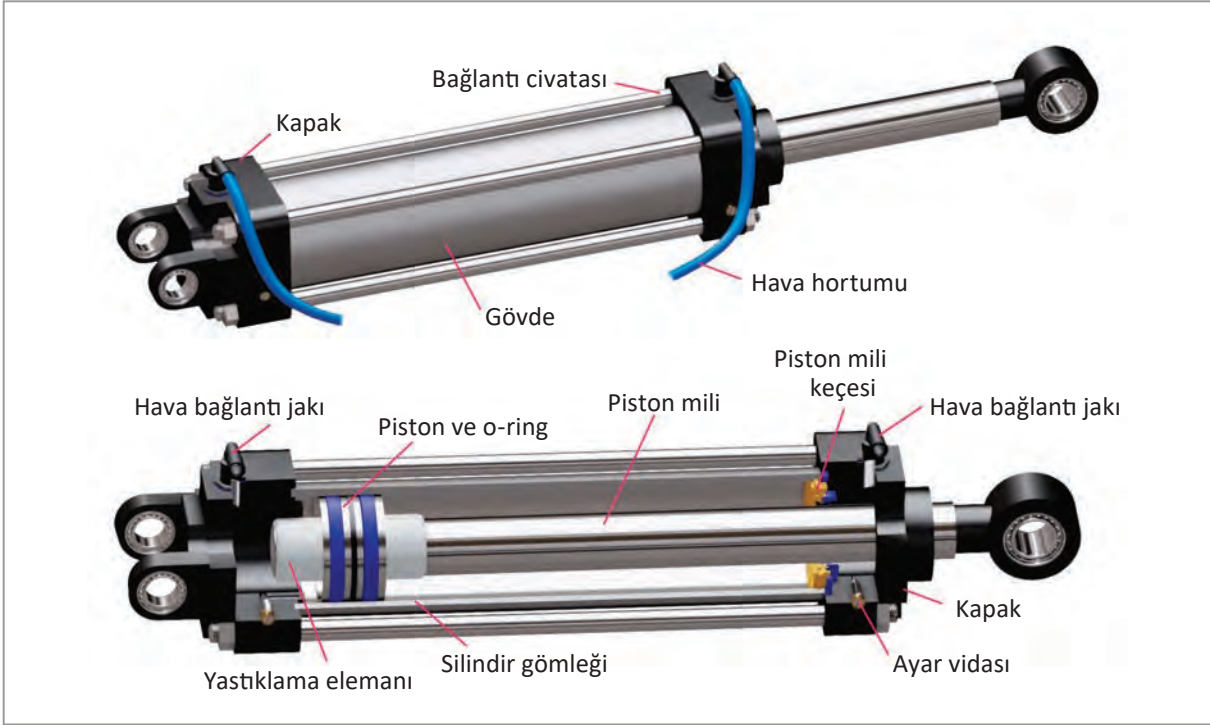
Görsel 3.32: Döner silindirin çalışması ve sembolü

3.2.1.6. Özel Silindirler

Standart işler dışında özel durumlar için geliştirilmiş silindirlerdir. Bu silindirler perçinleme, zımbalama ve asfalt kazı işlerinde kullanılan çok amaçlı, darbeli silindirlerdir.

3.2.1.7. Silindir Elemanları

Pnömatik silindir; silindir gömleği, piston, piston kolu, sızdırmazlık elemanları ve kapaklardan oluşur. Görsel 3.33'te pnömatik silindir kesiti ve elemanları gösterilmektedir.



Görsel 3.33: Pnömatik silindir kesiti ve elemanları

Silindir Gömleği: Yüksek basınç altında çalışan silindir gömleklere dikişsiz çelik borudan imal edilirken düşük basınçlı sistemlerde ve hafiflik istenen durumlarda alüminyum ve plastikten yapılır. Silindir gömleklere hangi malzemeden yapılırsa yapılsın gömleklere iç yüzeylerinin iyi işlenmiş ve honlanmış olması gerekir.

Piston: Genellikle basınca, paslanmaya karşı dayanıklı hafif metal ve çelik alaşım malzemelerden imal edilir. Piston, silindir içinde sızdırmazlık elemanı ile birlikte çalışan hava basıncı ile hareket üreten piston koluna bağlanmış bir elemandır.

Piston Kolu: Piston kolları yüksek kuvvetlere maruz kalan elemanlardır. Çalışmalarında burkulma meydana gelmemesi için dayanıklı malzemeden yapılmaları gerekir. Genelde piston ile aynı malzemeden yapılan piston kolları, paslanmaya karşı dayanıklı olmalı ve sızdırmazlık için iyi yataklandırılmış olmalıdır.

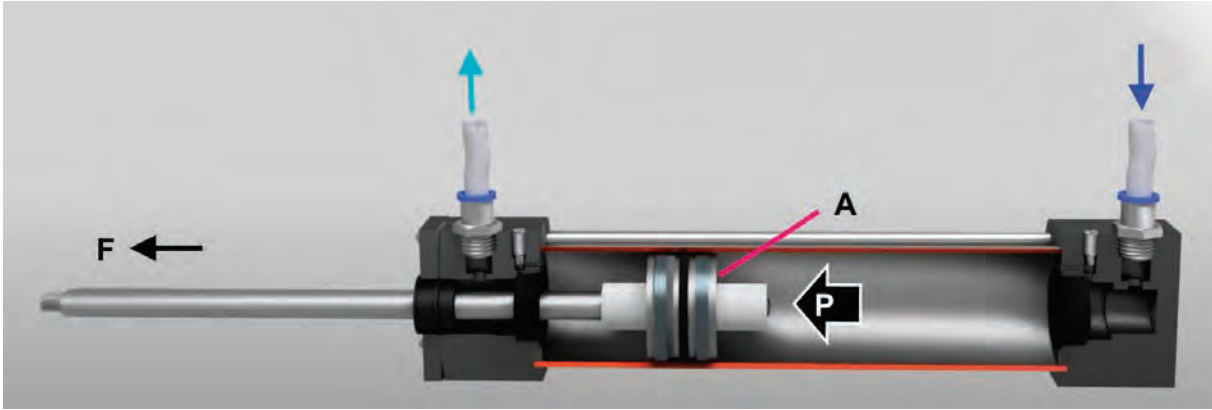
Sızdırmazlık Elemanları: Pnömatik silindirlerde yağ ve hava kaçaklarını en aza indirmek, verim kaybını engellemek için sızdırmazlık elemanları kullanılır. Genelde kauçuk, perbunan, plastik, viton ve teflon gibi sert malzemelerden imal edilir. Sızdırmazlık elemanlarının sürtünme katsayıları düşük, ısıya dayanıklı ve yağ filmi oluşturacak özelliğe sahip olmaları gerekir. Aşınan ya da yıpranan sızdırmazlık elemanlarının değiştirilmesi gerekir.

3.2.1.8. Silindirlerde Yastıklama

Bir silindirde piston kurs sonuna yaklaşırken silindiri terk eden havanın önü kısmen kapatıldığında hava silindiri hızla terk edemez. Hava pistonla silindir arasına sıkışarak yastıklama yapar. Büyük kuvvet ve yükleri hareket ettiren pistonun kurs sonuna hızlı çarpmasını ve titreşim yapmasını engellemek için yastıklama yapılması önemlidir.

3.2.2. Silindirlerde Kuvvet İletiminin Hesaplanması

PNömatik sistemde silindire gönderilen basınçlı hava bir itme kuvvetine (F) dönüşerek ileri geri hareket oluşumunu sağlar. Bu itme kuvveti; piston çapına, havanın basıncına ve silindir içerisinde oluşan sürtünme kuvvetine (FS) bağlıdır. İtme kuvveti artırılmak istenirse, ya çalışma basıncı (P) ve piston çapı (D) ikisi de büyütülür ya da biri büyütülür. Sürtünme kayıpları (FS) silindir verimi (η) olarak ifade edilir. İtme kuvveti aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır. Görsel 3.34'te silindirlerde itme kuvveti gösterilmektedir.

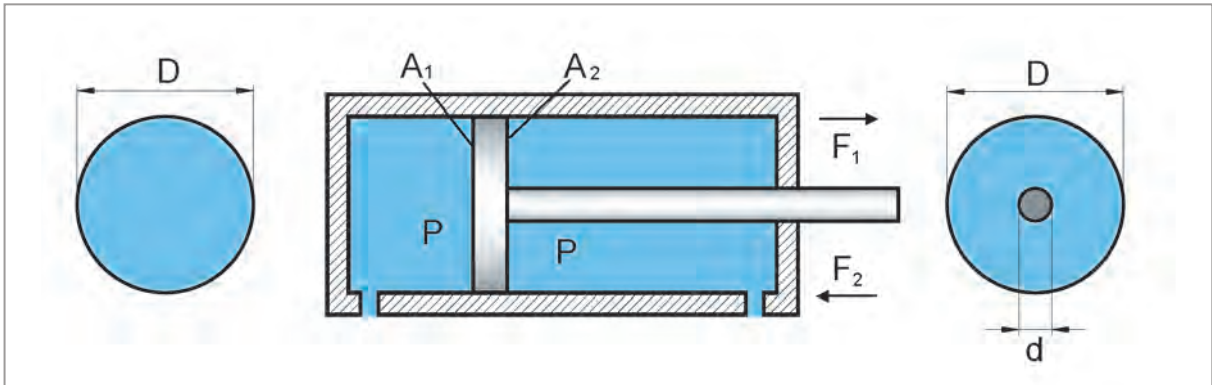


Görsel 3.34: Silindirlerde itme kuvveti

$$F = P \cdot A \cdot \eta$$

F= İtme kuvveti (N), P= Basınç (Pascal), A= Piston yüzey alanı (m²), η = Silindir verimi (%)

Çift etkili silindirler her iki yöne hareket üretebilme yeteneğine sahiptir. Piston yüzeylerinin her iki tarafında kuvvet üretilebilir. Piston kolunun monte edildiği piston yüzeyinde, havanın temas edeceği alan, piston kolu kesit alanı kadar eksiktir. Bu sebeple piston kolunun bağlı olmadığı tarafın üreteceği kuvvet daha büyük olur. Bu da iki yöndeki itme kuvveti arasında farklılık gösterir. Görsel 3.35'te çift etkili silindirdeki farklı F1 ve F2 kuvvetleri gösterilmektedir.



Görsel 3.35: Çift etkili silindirde farklı F1 ve F2 kuvvetleri

$$F_1 = P \cdot A_1 \cdot \eta$$

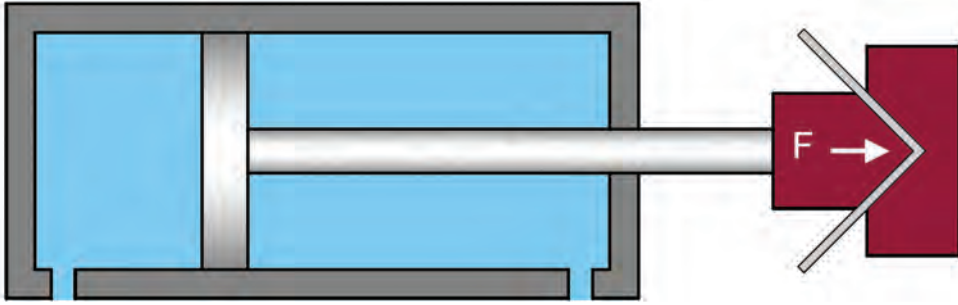
F_1 = İtme kuvveti, P = Basınç, A_1 = Piston yüzey alanı $\Rightarrow A_1 = \pi \cdot \frac{D^2}{4}$, η = Silindir verimi (%)

$$F_2 = P \cdot A_2 \cdot \eta$$

F_2 = İtme kuvveti, P = Basınç, A_2 = Piston yüzey alanı $\Rightarrow A_2 = \pi \cdot \frac{(D^2 - d^2)}{4}$, η = Silindir verimi (%)

6. Örnek Problem

Aşağıda gösterilen sac bükme işleminde pnömatik silindir kullanılmaktadır. Havanın basıncını 10 bar, piston çapını 250 mm ve silindir verimini %80 olarak kabul ederek itme kuvvetinin değerini hesaplayınız.



Çözüm

$$P = 10 \text{ Bar} = 1000000 \text{ (} 10 \cdot 10^5 \text{) Pascal}$$

$$D = 250 \text{ mm} = 0,25 \text{ m}$$

$$\eta = 0,80$$

$$F = ? \text{ (Newton)}$$

$$A = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = \frac{(3,14 \cdot 0,0625)}{4}$$

$$A = 0,049 \text{ m}^2$$

$$F = P \cdot A \cdot \eta = 1000000 \cdot 0,049 \cdot 0,80$$

$$F = 39200 \text{ N}$$

Not: Hesaplamalarda basınç, bar cinsinden alınacaksa alan da cm^2 olarak alınmalıdır. Bunun sonucunda kuvvet birimi kgf (kilogramkuvvet) olarak $1 \text{ kgf} = 10 \text{ N}$ olduğundan sonuç Newton olarak dönüştürülmelidir. Kuvvet birimi SI birim sisteminde Newton'dır.

7. Örnek Problem

Otobüs kapısının açılıp kapanmasını sağlayan bir pnömatik sistemde piston çapı 40 mm, piston kolu çapı 15 mm ve havanın basıncı 8 bar olarak verilmiştir. Sistemdeki pistonun iki yönde iş yapabilmesini sağlayabilen 300, 500, 800 ve 1200 N'lık kuvvet ile çalışan kapı mekanizması mevcuttur. Her ne kadar yüksek kuvvete sahip kapı mekanizması kullanılmak istense de piston ve silindirin emniyetli çalışması daha öncelikli tutulmaktadır. Silindir veriminin %90 olduğu bilindiğine göre gerekli hesaplamaları yaparak emniyetli çalışacak en yüksek kuvvete sahip kapı mekanizmasını seçiniz.

Çözüm

$$P = 8 \text{ Bar} = 800000 \text{ (} 8 \cdot 10^5 \text{) Paskal}$$

$$D = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$$

$$d = 15 \text{ mm} = 0,015 \text{ m}$$

$$\eta = 0,90$$

$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

Piston yüzey alanlarının ayrı ayrı hesaplanması gerekir.

$$A_1 = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,04^2}{4} = 0,00125 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \pi \cdot \frac{(D^2 - d^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,00137}{4} = 0,00107 \text{ m}^2$$

Farklı yüzey alanlarına göre F_1 ve F_2 itme kuvvetleri hesaplanır.

$$F_1 = P \cdot A_1 \cdot \eta = 800000 \cdot 0,00125 \cdot 0,90$$

$$F_1 = 900 \text{ N}$$

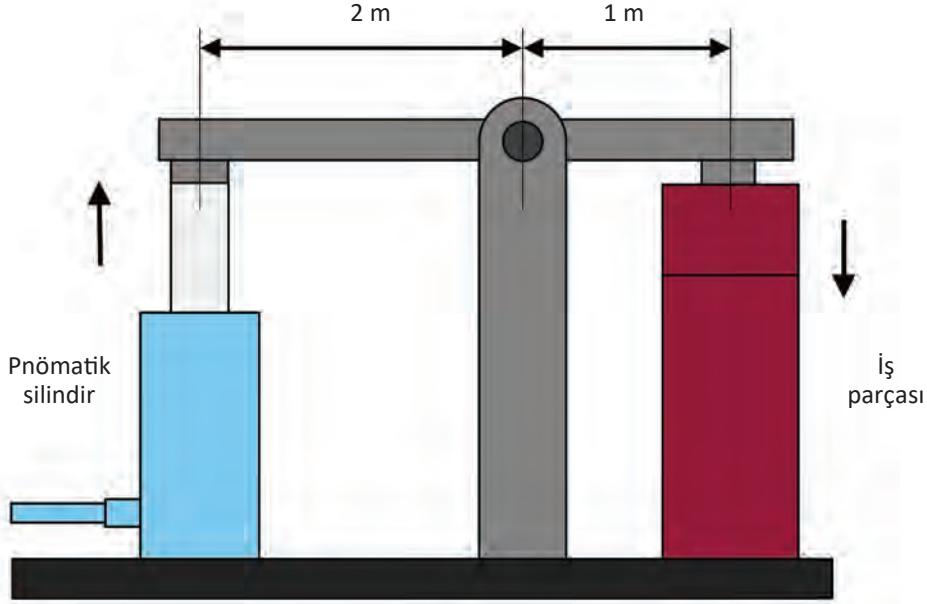
$$F_2 = P \cdot A_2 \cdot \eta = 800000 \cdot 0,00107 \cdot 0,90$$

$$F_2 = 770,4 \text{ N}$$

$F_1 = 900 \text{ N}$ ve $F_2 = 770,4 \text{ N}$ olduğu için pistonun emniyetli bir şekilde çalışabileceği kapı mekanizmaları 300 ve 500 N'lık olanlardır. Bizden emniyetli ama en yüksek kuvvete sahip kapı mekanizması istendiğinden dolayı 500 N'lık kapı mekanizması seçilir. Ayrıca 800 N'lık mekanizma F_2 kuvvetinden, 1200 N'lık mekanizma ise hem F_1 hem de F_2 kuvvetinden büyük olduğu için emniyetsizdir, tercih edilmez.

8. Örnek Problem

Aşağıda görülen sistemde tek etkili pnömatik silindirle iş parçası sıkılmaktadır. Silindirdeki piston çapı 80 mm, havanın basıncı 7 bar olarak verilmiş olup silindir verimi %90 olduğu bilindiğine göre iş parçasının böyle bir mekanizma ile kaç Newton'lık bir kuvvetle sıkılacağını hesaplayınız.



Çözüm

$$P = 7 \text{ Bar} = 700000 \text{ veya } (7 \cdot 10^5) \text{ Paskal}$$

$$D = 80 \text{ mm} = 0,08 \text{ m}$$

$$\eta = 0,90$$

$$F_1 = ? \quad F_2 = ?$$

$$A = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,0064}{4} = 0,005 \text{ m}^2$$

$$F_1 = P \cdot A \cdot \eta = 700000 \cdot 0,005 \cdot 0,90$$

$$F_1 = 3150 \text{ N (Pnömatik pistonun itme kuvveti)}$$

Not: İş parçasını sıkmaya yarayan F_2 kuvveti moment prensibiyle (kuvvet x kuvvet kolu = yük x yük kolu) bulunabilir. Bu şekilde çözülecek olursa;

$$F_1 \cdot 2 = F_2 \cdot 1$$

$$3150 \cdot 2 = F_2 \cdot 1$$

$$F_2 = 6300 \text{ N (İş parçasını sıkan kuvvet) olur.}$$

3.3. Pnömatik Motorlar

Genel yapısı hidrolik motor ve pompa yapısına benzer olan pnömatik motorlar, basınçlı hava ile döndürme kuvveti sağlayan elemanlardır.

3.3.1. Pnömatik Motorların Görevleri

Günümüz endüstrisinde pnömatik motorlar sınırsız bir kullanım alanına sahip olmakla birlikte tıpta kullanılan diş temizleme çark motorları, havalı vida sökme takma makineleri ve havalı iş üreten çarklar pnömatik motorlarla çalıştırılmaktadır. Görsel 3.36'da pnömatik motorla çalışan el aleti gösterilmektedir.



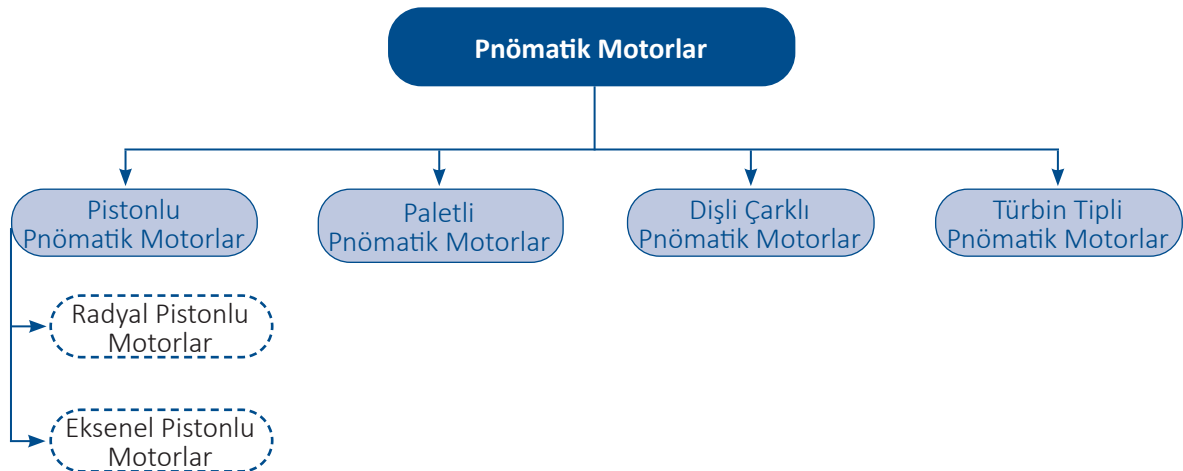
Görsel 3.36: Pnömatik motorla çalışan el aleti

Pnömatik motorlar küçük devirlerde büyük momentler oluştururken devir sayısı arttıkça moment azalır ve büyük kuvvetlere zorlandığında durma noktasına gelir. Pnömatik motorların üstünlükleri şunlardır:

- ▶ İstenen hız ayarı yapılabilir.
- ▶ Farklı momentler elde edilebilir.
- ▶ Hafif ve az yer kaplar.
- ▶ Aşırı yüklere karşı emniyetlidir.
- ▶ Yüksek çalışma hızına sahiptir.
- ▶ Her koşulda çalışabilir.
- ▶ Dönüş yönü değiştirilebilir.
- ▶ Bakımları kolay yapılabilir.

3.3.2. Pnömatik Motorların Çeşitleri

Pnömatik motor çeşitleri aşağıdaki şemada gösterilmektedir.



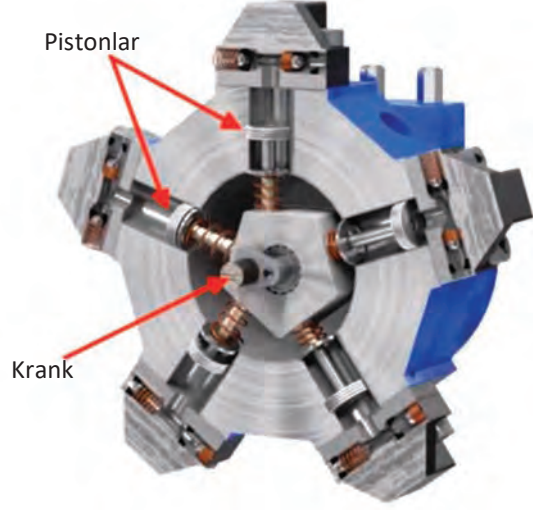
3.3.3. Pistonlu Pnömatik Motorlar

Pistonlu motorlarda pistonların ileri geri doğrusal hareketi krank mili ile dairesel harekete dönüştürülür. Basıncı havanın giriş yönü değiştirilerek her iki yöne de dönüş sağlanabilir. Radyal ve eksenel pistonlu olmak üzere iki grupta incelenen bu motorların gücü 2 kW ile 20 kW arasındadır. Düzenli ve sarsıntısız hareket için birkaç tane silindire ihtiyaç vardır. Pistonlu motorların gücünü aşağıdaki faktörler etkilemektedir:

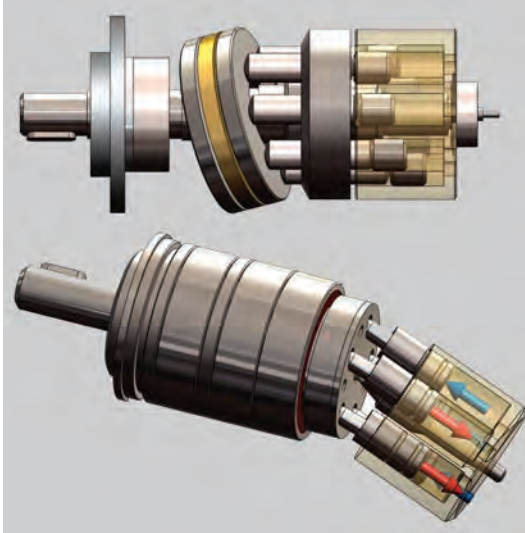
- ▶ Girişteki hava basıncı
- ▶ Piston sayısı ve hızları
- ▶ Piston yüzey alanı
- ▶ Pistonun kursu

3.3.3.1. Radyal Pistonlu Motorlar

Krank mili etrafına dizilmiş pistonlardan meydana gelen bu motorlarda basınçlı hava krank milinde döndürme hareketi oluşturur. Radyal pistonlu motorlar 500-1500 devir/dk. ile çalışabilmektedir. Görsel 3.37'de radyal pistonlu pnömatik motor kesiti gösterilmektedir.



Görsel 3.37: Radyal pistonlu pnömatik motor kesiti



Görsel 3.38: Eksenel pistonlu pnömatik motor kesiti

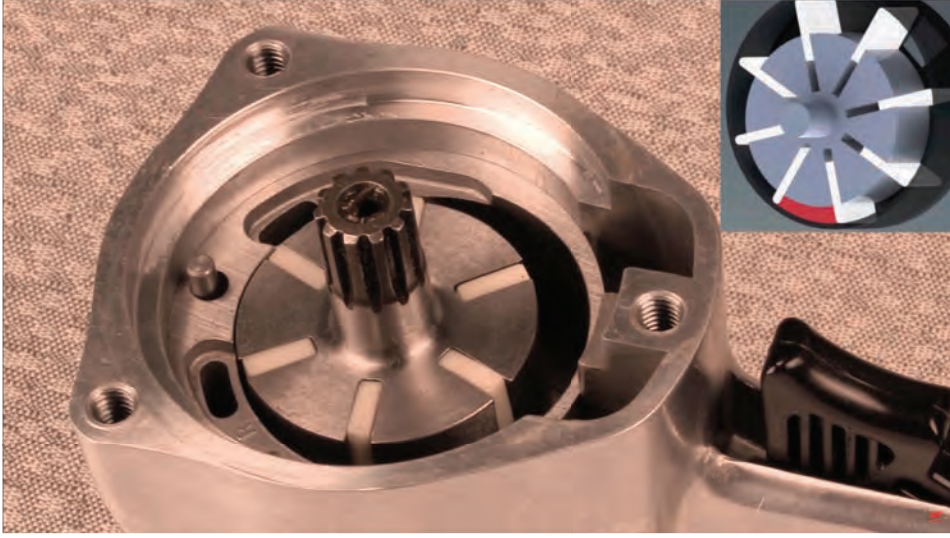
3.3.3.2. Eksenel Pistonlu Motorlar

Birbirine paralel olan pistonlar eğik bir plaka üzerine yerleştirilmiştir. Pistonlar basınçlı havanın etkisiyle doğrusal bir hareket oluşturur ancak eğik plakanın etkisiyle kurs boyları farklı olduğu için pistonların bu hareketi bağlı oldukları krank miline, eksenel yönde döndürme etkisi yapar. 1500-5000 devir/dk. hıza çıkabilme kabiliyetleri olan eksenel pistonlu motor kesiti Görsel 3.38'de gösterilmektedir.

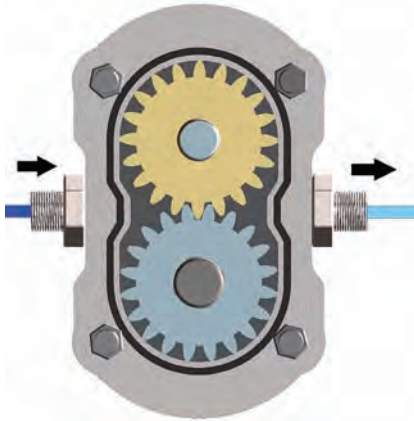
3.3.4. Paletli Pnömatik Motorlar

Silindir şeklinde bir gövde içine eksenden kaçık olarak yerleştirilen rotor etrafına yerleştirilmiş, palet şeklindeki kanatlardan oluşur. İçeri giren basınçlı hava kanatlara çarparak rotorun dönmelerini sağlar. Hava giriş yönü yönlendirici vasıtasıyla değiştirilerek rotorun her iki tarafa da dönmesi sağlanır. Bu motorlar 5000-10 000 devir/dk. dönme kabiliyetine sahip olmakla birlikte 18 kW' a kadar güç üretebilmektedir.

Görsel 3.39'da hava tabancasına ait paletli pnömatik motor kesiti gösterilmektedir.



Görsel 3.39: Paletli pnömatik motor kesiti



Görsel 3.40: Dişli çarklı pnömatik motor kesiti

3.3.5. Dişli Çarklı Pnömatik Motorlar

İki adet düz dişli çarkın bir gövde içerisine yerleştirilmesinden oluşur. Dişli çarklarına çarpan basınçlı hava dişlileri döndürür. Dönen dişliler motor milini döndürerek hareket oluşmasını sağlar. Motor gücü 44 kW'a ulaşabildiği için endüstride yüksek gücün gerektiği şartlarda kullanılır. Görsel 3.40'ta dişli çarklı pnömatik motor ve kesiti gösterilmektedir.

3.3.6. Türbin Tipli Pnömatik Motorlar

Türbin tipli kompresörlerle aynı prensipte çalışmakla birlikte yüksek devirlere çıkar fakat küçük kuvvetler üretir. Ani yüklenmelerde sistem durur ve yeniden çalışır ancak bu durma hareketi motora herhangi bir zarar vermez. 500000 devir/dk. ile çalışarak havalı matkaplarda ve havalı motorlarda kullanılmaktadır. Görsel 3.41'de türbin tipli pnömatik motorlar gösterilmektedir.



Görsel 3.41: Türbin tipli pnömatik motor

8. Örnek Problem

Bir iplik halat fabrikasında üretilen iplerin dakikada 1000 devirle sarılması gerekmektedir. Ayrıca günde 12 saat çalışması öngörülen bu pnömatik sistemin günlük en fazla 36 kWh'lik bir enerji tüketmesi istenmektedir. Aşağıda güç ve devir değerleri verilen pnömatik motorlardan bu şartlara en uygun olanını gerekli hesaplamaları yaparak seçiniz.

Radyal pistonlu motorlar 2kW-20 kW (500-1500 devir/dk.)

Eksenel pistonlu motorlar 2kW-20 kW (1500-5000 devir/dk.)

Paletli pnömatik motorlar 18kW (5000-10000 devir/dk.)

Çözüm

$$1 \text{ saatlik güç} = \frac{\text{Günlük harcanan enerji (kWh)}}{\text{Çalışma saati (h)}} = \frac{36}{12} = 3 \text{ kW'tır.}$$

İstenen çalışma devri=1000 devir/dk.

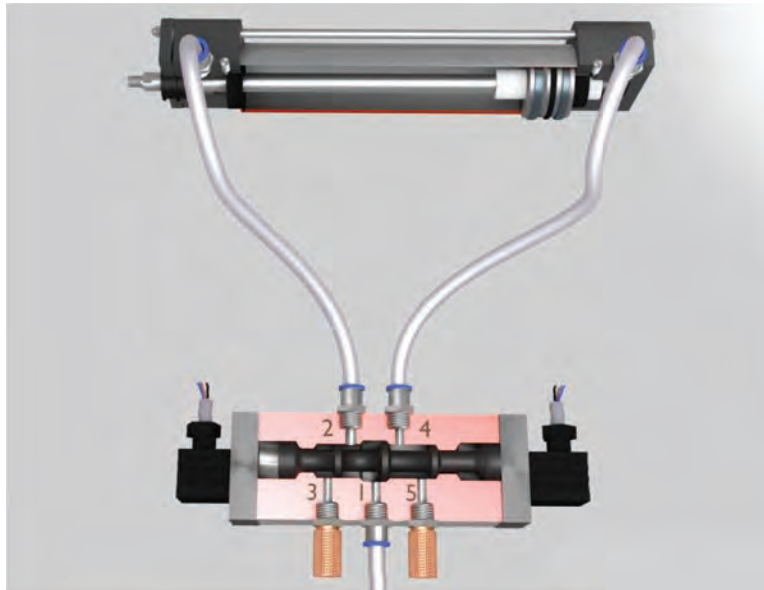
Gerekli hesaplamalar yapıldığında yukarıda belirtilen motor gücü ve devir değerleri incelendiğinde radyal pistonlu motorların kullanılması tercih edilmelidir.

3.4. Pnömatik Valfler

Pnömatik sistemlerde basınçlı havanın geçip geçmemesine izin veren anahtardır.

3.4.1. Pnömatik Valflerin Görevleri



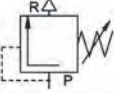
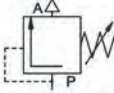
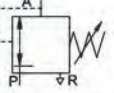
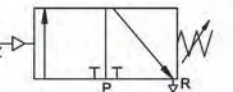
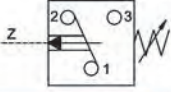
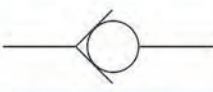
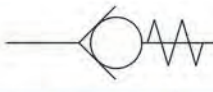
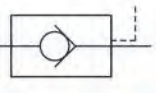
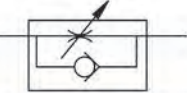
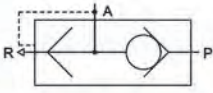
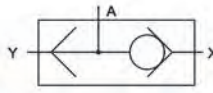
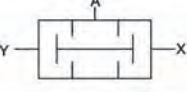
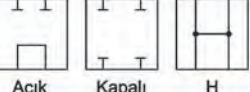
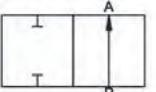
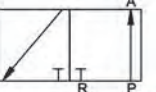
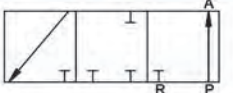
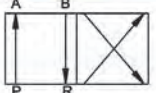
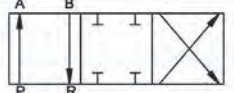
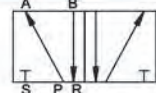
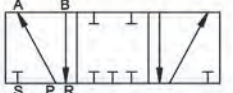



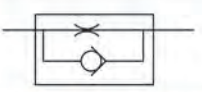
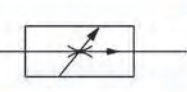
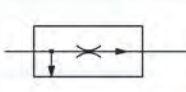
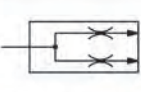
Pnömatik sistemlerde hazırlanan basınçlı havanın istenilen pnömatik elemana gitmesi, yönlendirilmesi ya da tahliye edilmesi gerekmektedir. Ayrıca pnömatik valfler, havanın miktarını ayarlamak, tamamen kısmak ve görevini tamamlayan havayı da atmosfere yönlendirmek gibi işleri de yapar. Görsel 3.42'de silindiri kumanda eden pnömatik bir valf çeşidi gösterilmektedir.



Görsel 3.42: Silindiri kumanda eden pnömatik bir valf çeşidi

3.4.2. Pnömatik Valf Sembolleri

Pnömatik sistemlerde kullanılan valfler de diğer pnömatik devre elemanları gibi semboller ile gösterilmektedir. Semboller devrelerin daha kolay ve standartlara uygun çizilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Görsel 3.43'te pnömatik valf sembolleri gösterilmektedir.

				
Normalde kapalı valf	Normalde açık valf	Ayarlanabilir basınç kontrol valfi	Basınç sıralama valfi	Basınç dengeleme valfi (ayarlanabilir)
				
Egzoz hatlı sıralama valfi (3/2 valf)	Basınç regülatörü	Çek valf (geri dönüşüz)	Çek valf (yaylı geri dönüş)	
				
Pilot hatlı çek valf	Çek valfli ayarlanabilir akış kontrol valfi	Çabuk egzoz valfi	Veya valfi	
				
Ve valfi	Açık Kapalı H Merkezler	2 yollu 2 konumlu yön denetim valfi	3 yollu 2 konumlu yön denetim valfi	
				
3 yollu 3 konumlu yön denetim valfi	4 yollu 2 konumlu yön denetim valfi	4 yollu 3 konumlu yön denetim valfi	5 yollu 2 konumlu yön denetim valfi	
				
5 yollu 3 konumlu yön denetim valfi	Sabit akış kontrol valfi	Ayarlanabilir akış kontrol valfi	Hassas kısma valfi	
				
Çek valfli akış kontrol valfi	2 yollu akış kontrol valfi	3 yollu akış kontrol valfi	Akış bölme valfi	

Görsel 3.43: Valf sembolleri

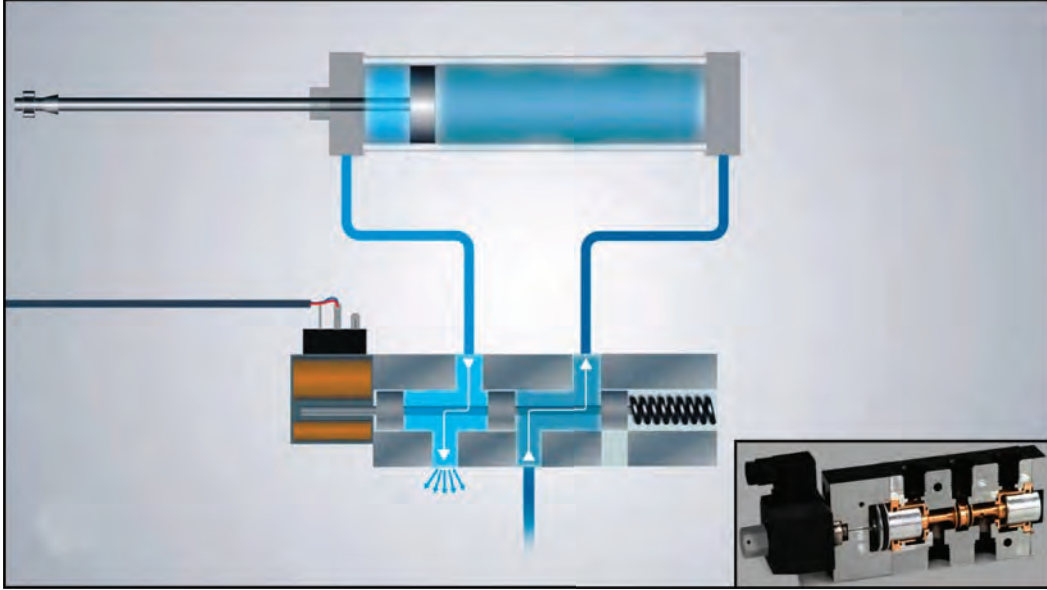
3.4.3. Pnömatik Valf Çeşitleri

Pnömatik sistemlerde kullanılan valfler yaptıkları görev ve kumanda biçimlerine göre çeşitlendirilmektedir. Bunlar:

- ▶ Yön kontrol valfleri
- ▶ Basınç kontrol valfleri
- ▶ Akış kontrol valfleri

3.4.3.1. Yön Kontrol Valfleri

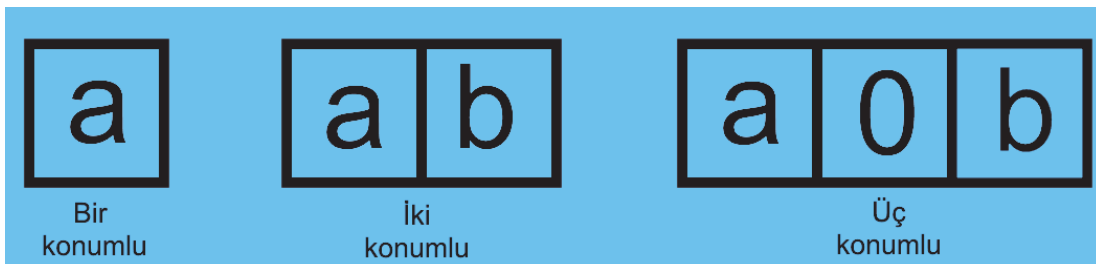
Hidrolik sistemlerde olduğu gibi pnömatik sistemlerde de basınçlı havanın yönlendirilmesi ve istenilen iş hareketinin oluşturulması için yön kontrol valflerine ihtiyaç duyulmaktadır. Kumanda biçimlerine, yol ve konum seçimlerine göre çeşitli yön kontrol valfleri pnömatik sistemlerde en çok kullanılan valf çeşididir. Bu valfler mekanik ve basınçlı hava ile kumanda edilebilir olmasının yanında günümüz endüstrisinde programlanabilir kontrol sistemleri sayesinde düşük voltajlı elektrik sinyalleriyle de kumanda edilerek geniş kullanım alanlarına sahip olmaktadır. Görsel 3.44'te örnek bir yön kontrol valfi kesiti gösterilmektedir.



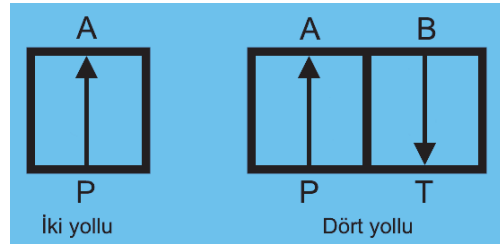
Görsel 3.44: Yön kontrol valfi kesiti

Yön kontrol valflerinin tespitinde veya öğrenilmesinde yol ve konum durumu karıştırılan bir faktör olarak üzerinde dikkatle durulması gereken bir konudur. Burada önemli olan diğer konu ise valfin basınçlı havayı geçiş durumu, kumanda biçimi ve valfin yapılış şeklidir. Örneğin 3/2 yön kontrol valfi; normalde açık, elle kumandalı, sürgülü, 3 yollu ve 2 konumlu olarak açıklanabilir. Konum ve yol durumuna aşağıda ayrıntılı olarak değinilecektir.

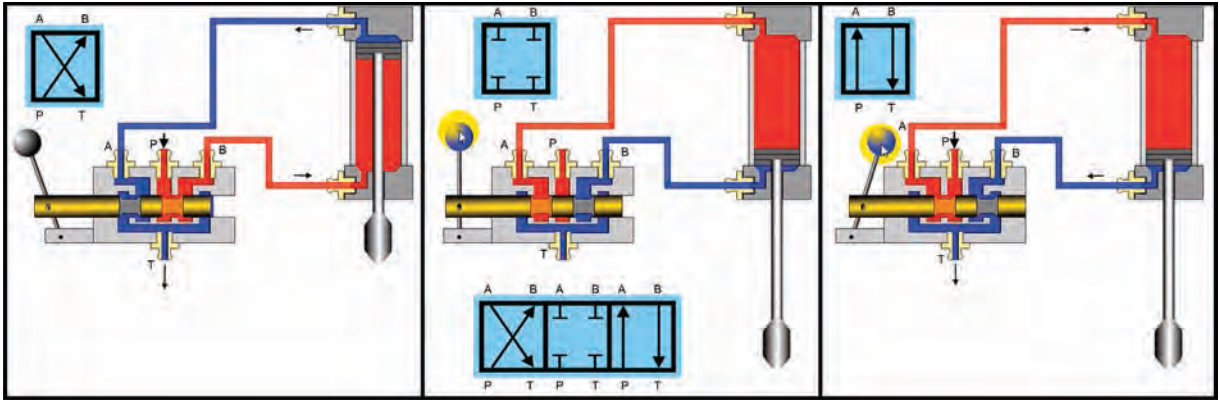
Konum: Pnömatik sistemlerde alıcıların kaç farklı durumda çalışabileceğini gösteren ifadedir. Sistemde yön kontrol valfine gelen basınçlı hava çıkış portundan alıcıya giderek hareketi gerçekleştirir. Ancak aynı alıcıyı aynı basınçlı hava ile ters yönde hareket ettirmek için valfin durumunun değiştirilmesine konum değiştirme denmektedir. İkinci konuma getirilen valfte basınçlı hava değişik yollardan çıkış yaparak hareket üretmektedir. Sembolik ifadelerde her konum bir kare ile gösterilmektedir. İki konumlu valf yan yana iki kare, üç konumlu valfte ise yan yana üç kare ile gösterilmektedir. Sıfır ile gösterilen kare, valfin nötr pozisyonunu ifade eder.



Yol: Konum sayısından bağımsız olarak valfte bulunan bağlantı deliği sayısı o valfin yol sayısını gösterir. Yol sayıları valfin her konumunda eşittir. Örneğin 3/2 yön kontrol valfinde bulunan 3 yol her iki konumda da mevcuttur. Sembolik olarak kare kutu içerisinde oklar akışkanın hareketini ve yönünü göstermektedir.



Burada dikkat edilmesi gereken husus, yön kontrol valfinde akışkanın geçtiği yol girişlerinin büyük harflerle gösterilmesidir. Görsel 3.45'te 4/3 yön kontrol valfi ile kumanda edilen silindir devresi gösterilmektedir.



Görsel 3.45: 4/3 Yön kontrol valfi ile kumanda edilen silindir devresi

A,B,C = Çalışma hatlarını

P = Basınç hattını

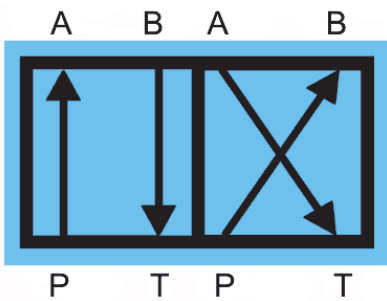
R,S,T = Dönüş hattını

X,Y,Z = Pilot kontrol hatlarını

0 = Nötr pozisyonu

1,2 = Akışkanın geçtiği pozisyonu (konum) ifade eder.

► ÖRNEK 1 :

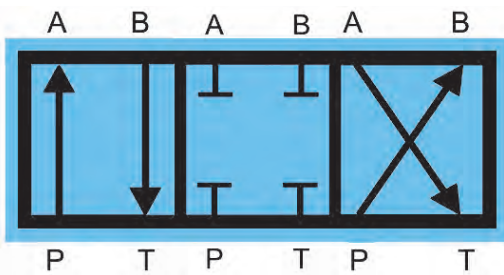


4/2 valf= (4 yollu/ 2 konumlu)

1.Konum= P-A ile B-T ile irtibatlı

2.Konum= P-B ile A-T ile irtibatlı

► ÖRNEK 2 :



4/3 valf= (4 yollu/ 3 konumlu)

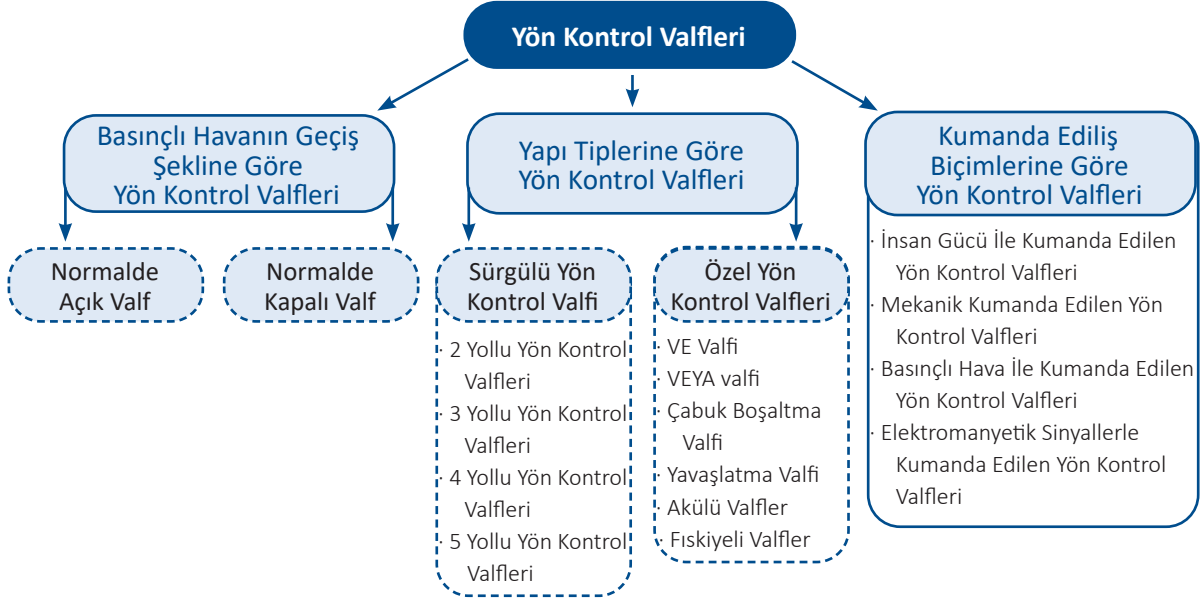
1.Konum= P – A ile B – T ile irtibatlı

2.Konum= P – B ile A – T ile irtibatlı

0.Konum= Nötr pozisyon irtibat yok. (Alıcılara hava gitmez)

3.4.3.1.1. Yön Kontrol Valfleri Çeşitleri

Yön kontrol valfleri basınçlı havanın geçiş şekline, yapı tiplerine ve kumanda ediliş biçimlerine göre farklı çeşitlerde yapılır.

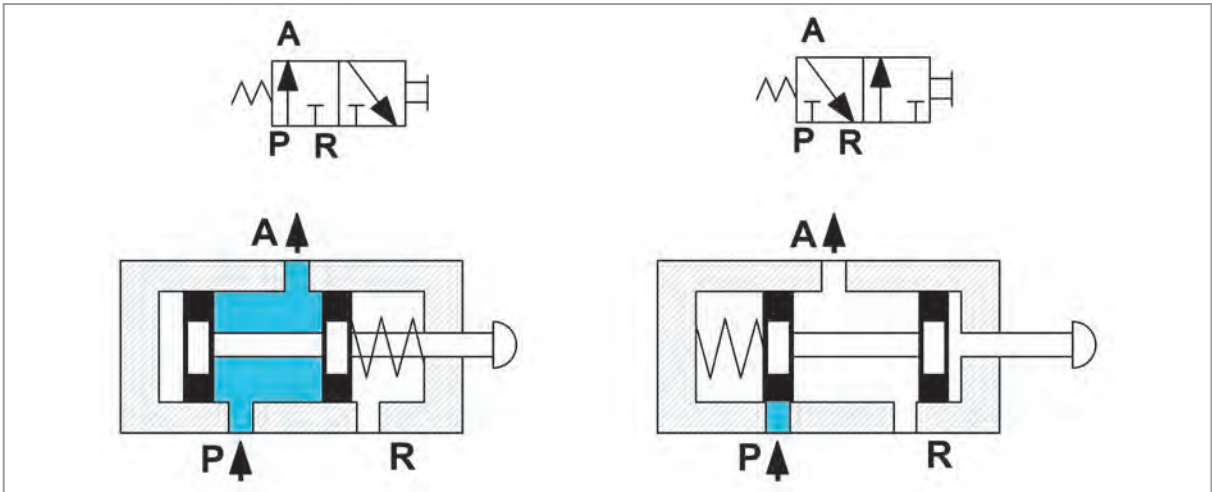


Basınçlı Havanın Geçiş Şekline Göre Yön Kontrol Valfleri

Basınçlı havanın geçiş şekline göre kontrol valfleri normalde açık ve normalde kapalı valf olarak ikiye ayrılır.

Normalde Açık Valf: Kompresörden valfe gelen basınçlı havanın valfte herhangi bir konum değişikliği yapılmasına gerek olmadan doğrudan çıkış portuna ve oradan sisteme ulaşabilmesini sağlayan valf çeşididir.

Normalde Kapalı Valf: Kompresörden gelen basınçlı havanın ancak valfte bir konum değişikliği yapıldığı durumda çıkış portuna ve oradan sisteme gitmesini sağlayan valftir. Herhangi bir konum değişikliği olmadığı sürece valf sürekli kapalı konumda kalır ve hava geçişi mümkün olmaz. Görsel 3.46'da normalde açık ve normalde kapalı valf şeması gösterilmektedir.



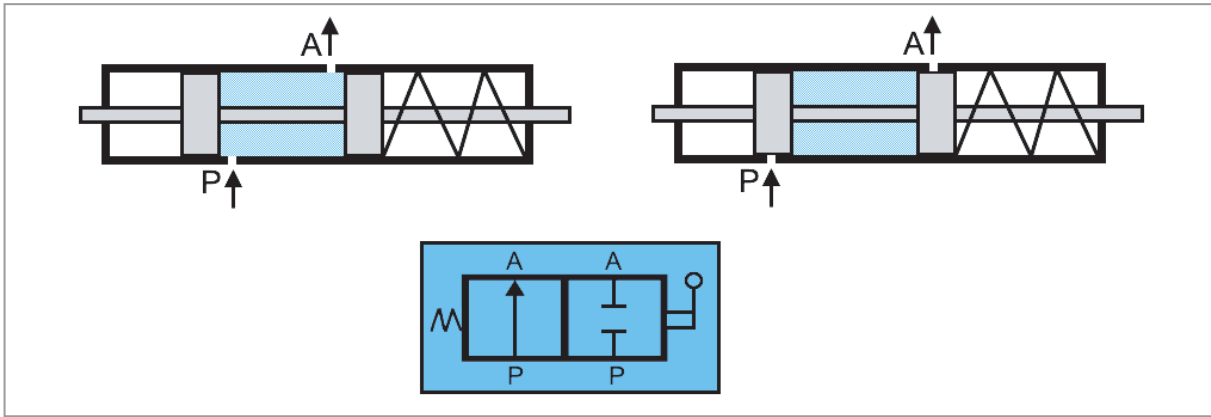
Görsel 3.46: Normalde açık ve normalde kapalı valf şeması

Yapı Tiplerine Göre Yön Kontrol Valfleri

Yapı tiplerine göre yön kontrol valfleri, sürgülü yön kontrol valfi ve özel yön kontrol valfi olmak üzere ikiye ayrılır.

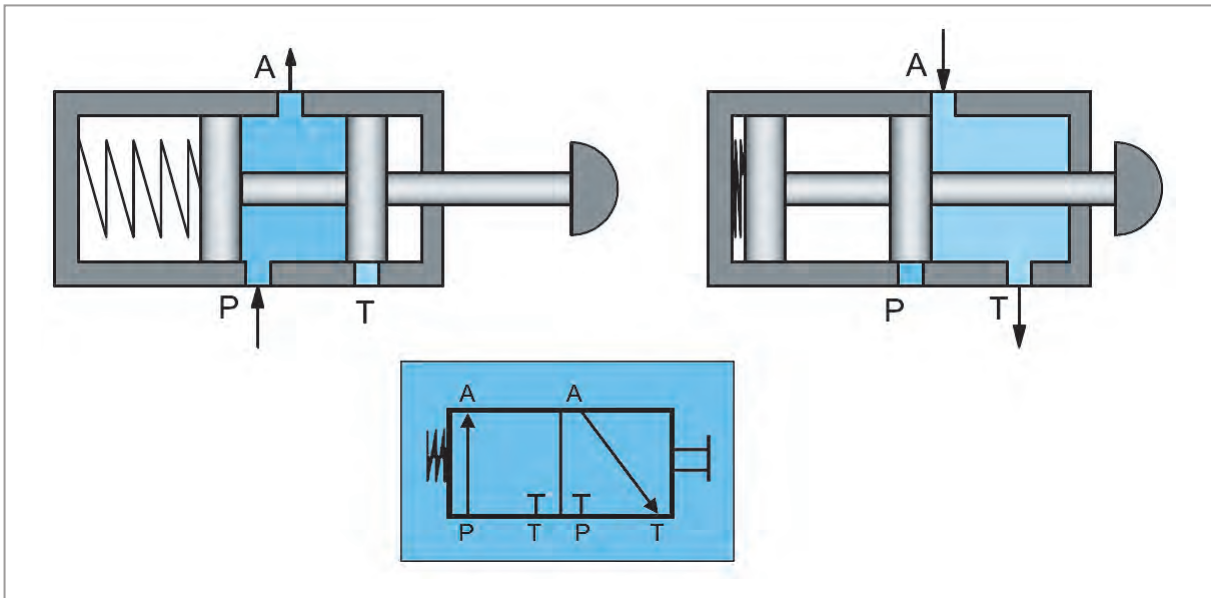
Sürgülü Yön Kontrol Valfi: Pnömatik sistemin gereksinimlerine göre sürgülü valfler değişik kumanda tiplerinde yapılmaktadır. Genellikle 2 ve 3 konumlu, 2, 3, 4 veya 5 yollu olmak üzere farklı şekillerde yapılır. Bu valflerde ortada bulunan sürgü farklı kontrol metotlarıyla ileri geri hareket ettirilebilmektedir. Bu hareket ile yol ve konum üzerinde değişiklik yapılarak basınçlı havanın kumanda edilmesi sağlanmaktadır. Kullanımı yaygın olmakla birlikte yapıları basit ve ekonomiktir.

- **2 Yollu Yön Kontrol Valfleri:** Giriş ve çıkış kapısı olmak üzere 2 yollu ve 2 konumlu valf olarak açma ve kapama işlemlerinde kullanılmaktadır. Görsel 3.47'de 2/2 geri dönüş yaylı yön kontrol valfi gösterilmektedir.



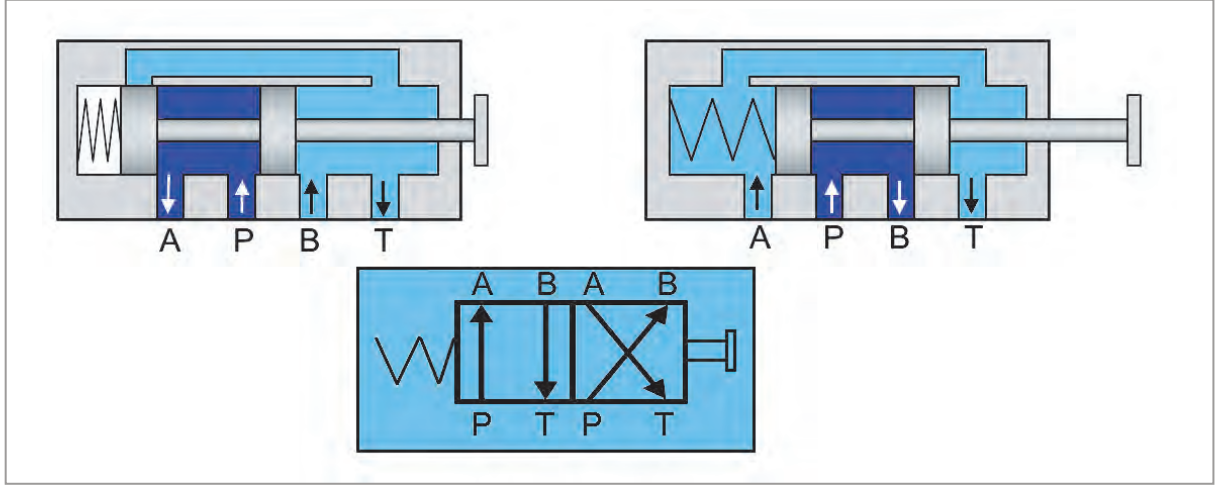
Görsel 3.47: 2/2 geri dönüş yaylı yön kontrol valfi

- **3 Yollu Yön Kontrol Valfleri:** Giriş, çıkış ve egzoz kapısı olarak 3 yollu, 2 veya 3 konumlu valf olup uyarı sinyallerinin gönderilmesinde, tek etkili silindirlerin çalıştırılmasında vb. işlemlerde kullanılmaktadır. Görsel 3.48'de 3 yollu 2 konumlu (3/2) yön kontrol valfi kesiti ve sembolü gösterilmektedir.



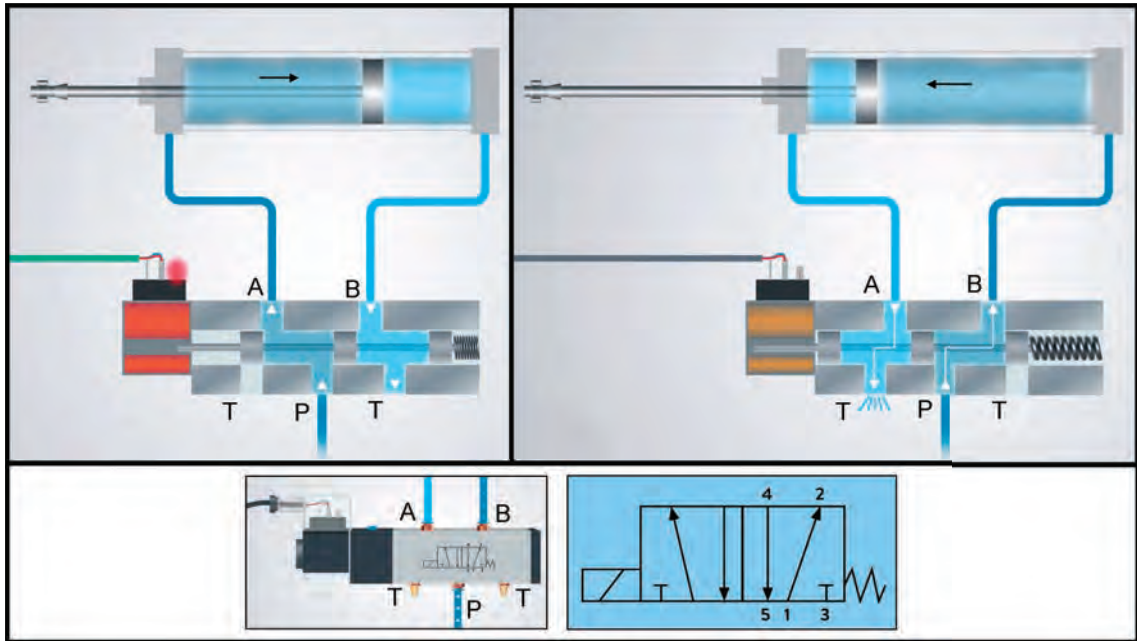
Görsel 3.48: 3 yollu 2 konumlu (3/2) yön kontrol valfi kesiti ve sembolü

- **4 Yollu Yön Kontrol Valfleri:** Giriş, çıkış hattı ve farklı iki egzoz kapısı ile birlikte 4 yollu, 2 veya 3 konumlu valf olup pnömatik motorlar ve çift etkili silindirlerin hareket ettirilmesinde kullanılmaktadır. Bu valflerde egzoz hatları aynı hat üzerinde birleşmekle birlikte nötr hat bulunan valfler 3 konumlu olarak yapılır. Çok konumlu valf işlevine sahip olan 4/2 yön kontrol valfi kesiti ve sembolü Görsel 3.49'da gösterilmektedir.



Görsel 3.49: 4 yollu 2 konumlu (4/2) yön kontrol valfi kesiti ve sembolü

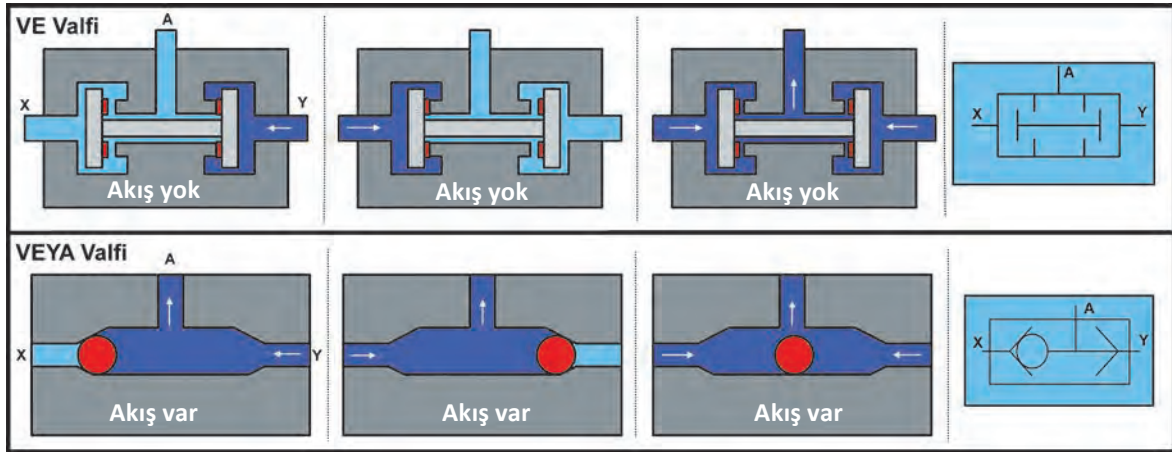
- **5 Yollu Yön Kontrol Valfleri:** Çalışma prensibi ve yapısı 4 yollu yön kontrol valflerine benzer, farkı ise egzoz hatlarının basınç hattı ile birleşerek tekrar sistemde kullanılmasıdır. Egzoz hatlarının basınç hattına verilmesi bu valfleri fiilen 5 yollu yapmakla birlikte 2 konumlu (5/2) veya nötr hat bulunan 3 konumlu (5/3) olarak yapılır. Pnömatik sistemdeki bir silindirde hızlı ilerlemeyi sabit tutma imkânı veya bir pnömatik motoru yüksek veya düşük devirde çalıştırma kabiliyeti bu valflerle sağlanmaktadır. Görsel 3.50'de 5/2 yön kontrol valfinin kesiti ve sembolü gösterilmektedir.



Görsel 3.50: 5 yollu 2 konumlu (5/2) yön kontrol valfi kesiti ve sembolü

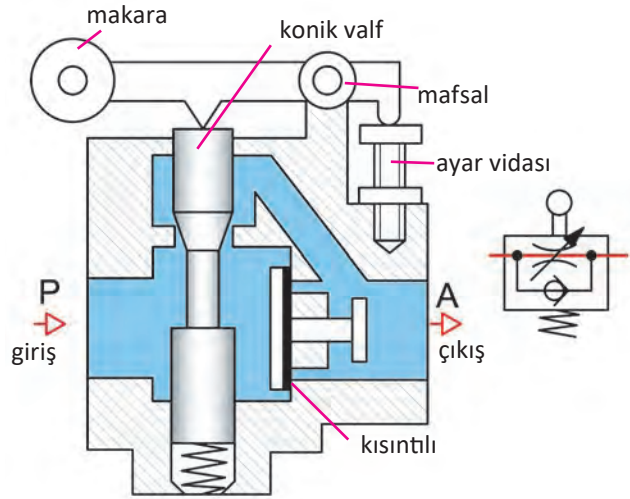
Özel Yön Kontrol Valfleri: Kullanıcının emniyetini sağlamak, sistemi ani kesintilerden korumak, alıcıların hız ayarlamasını kontrol etmek ve basınçlı hava ile alıcıyı kontrol etmek gibi özel amaçlarla tasarlanmış valflerdir.

- **VE Valfi:** Çift basınçlı valfler olarak da bilinen bu valflerin çalışması iki ayrı yerden gönderilen hava sinyali ile gerçekleşmektedir. Bu valf ile işçinin iki elinin korunması gerektiği ve iş güvenliğinin önemli olduğu makaslarda, preslerde ya da giyotinlerde hareket iki ayrı butonun aynı anda kumanda edilmesiyle sağlanmaktadır.
- **VEYA Valfi:** Valf içinde yer alan bilyenin basınçlı havanın geliş yönüne göre hareket etmesiyle yönlendirilen valf, uzaktan kumanda edilmesi gereken çalışmalarda ve iki ayrı yerden gelen sinyallerle elemanların kumanda edildiği durumlarda kullanılmaktadır. Görsel 3.51’de VE valfi ve VEYA valfi kesiti ve sembolü gösterilmektedir.

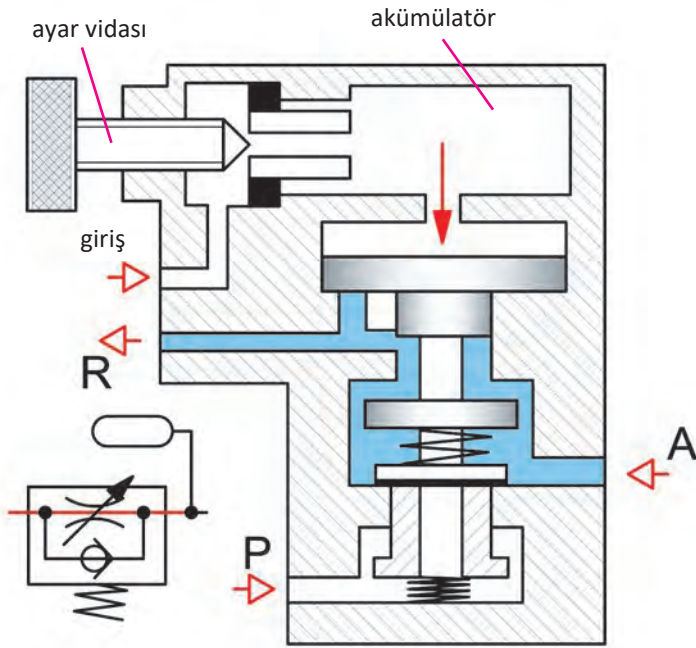


Görsel 3.51: VE valfi ve VEYA valfi kesiti ve sembolü

- **Çabuk Boşaltma Valfi:** Pnömatik silindirlerin çalışma hızı havanın tahliyesinin hızına bağlıdır. Piston hızını artırmak için silindirden atmosfere atılacak havanın çabuk tahliye edilmesi gerekir. Özellikle ölü zaman olarak nitelendirilen geri dönüş süresinin kısa olması egzozdan atılacak havanın hızına bağlıdır. Bu valflerin silindirin çıkışına yerleştirilmesiyle havanın yön kontrol valfi üzerinden değil de R çıkışı üzerinden kolayca atmosfere tahliyesi sağlanmakta ve silindirin geri dönüş süresi kısalmaktadır.
- **Yavaşlatma Valfi:** Pnömatik devrelerde yapılan işin hızını ve silindir içindeki pistonun hareketini yavaşlatmak ya da farklı hızlarda ilerlemesini sağlamak için kullanılmaktadır. Görsel 3.52’de yavaşlatma valflerin kesiti ve sembolü gösterilmektedir.



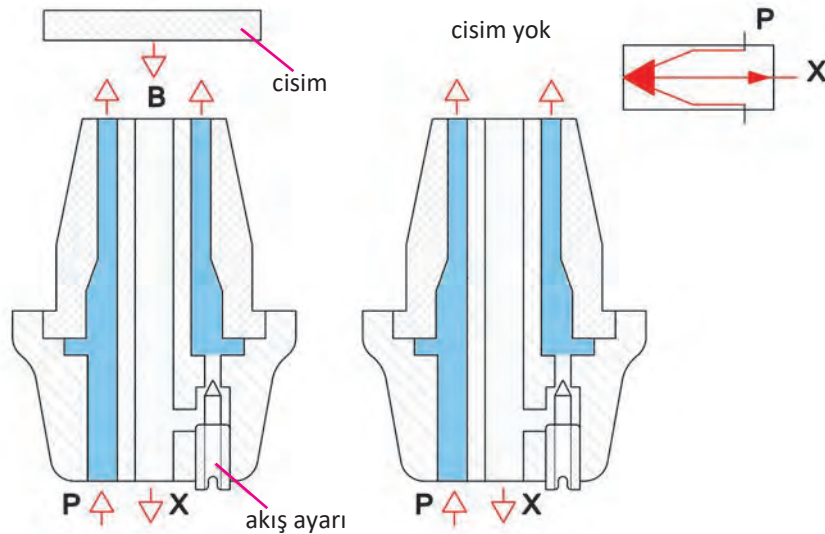
Görsel 3.52: Yavaşlatma valflerin kesiti ve sembolü



Görsel 3.53: Akülü valfin kesiti ve sembolü

- **Akülü Valfler:** Bir hız ayar valfi, bir çek valf ve bir aküden meydana gelir. Zaman ayarlı valf olarak da bilinen bu valfler normalde açık ve kapalı olarak yapılır. Aküye girecek havanın miktarı bir ayar vidası ile kontrol edilerek istenilen hava miktarına göre uygun ayar yapılmaktadır. Görsel 3.53'te akülü valflerin kesiti ve sembolü gösterilmektedir.

- **Fiskiye Valfler:** Asıl adı "refleks sensör" olan bu valf piyasada duyurga olarak da bilinmektedir. Valfin ortasında bulunan küçük delikten düşük basınçtaki hava ileriye doğru püskürtülmektedir. Püskürtülen bu havanın önüne bir cisim geldiğinde hava bu cisme çarpıp geriye yansır ve oluşan bu yansıma ortadaki küçük delikten X sinyali olarak döner. Bu sinyalin basıncı küçük olduğundan basınç yükselticiden geçirilir ve ilgili valfe bir uyarı sinyali olarak gönderilir. Oluşan X sinyalinin hangi değerde ilgili valfi harekete geçireceği önceden yapılacak ayarlamayla tespit edilebilir. Görsel 3.54'te fiskiyeli valf kesiti ve sembolü gösterilmektedir.

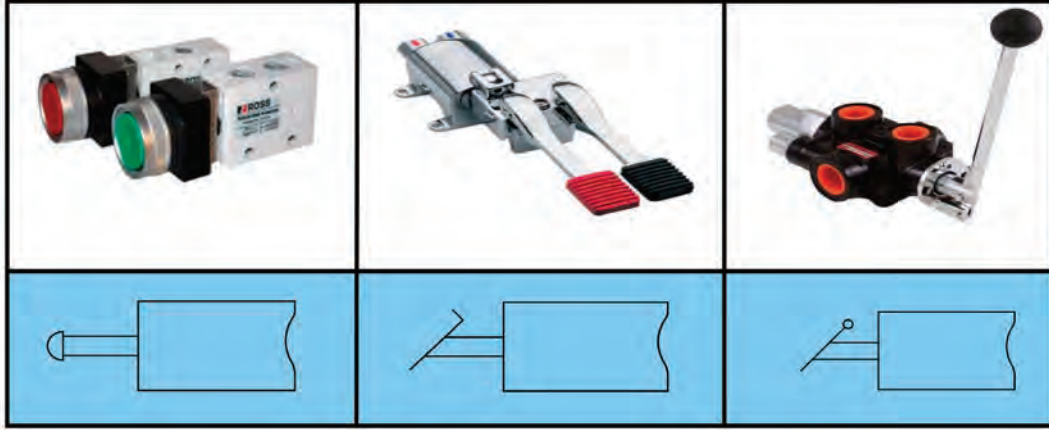


Görsel 3.54: Fiskiye valf kesiti ve sembolü

Kumanda Ediliş Biçimlerine Göre Yön Kontrol Valfleri

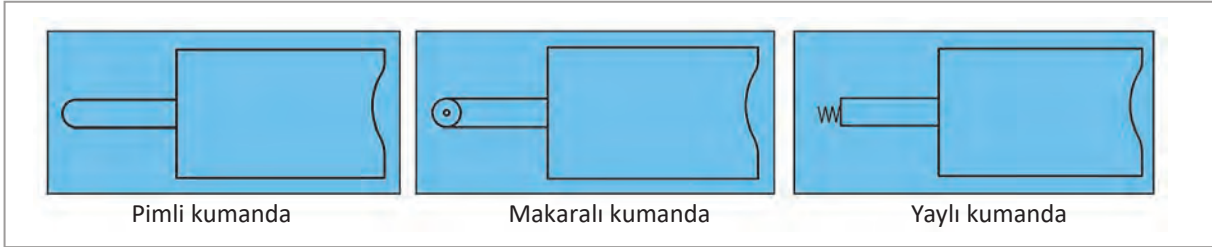
Yön kontrol valfleri konum değiştirmelerini sağlayacak kumanda veya kontrol sistemlerine göre adlandırılmaktadır. Butonlu, pedallı, elektromanyetik kumandalı ve basınçlı hava kumandalı gibi adlandırmalar bu duruma örnek verilebilir.

İnsan Gücü İle Kumanda Edilen Yön Kontrol Valfleri: Çalışanın el veya ayak ile kumanda ettiği valfler olup tasarımında buna uygun olarak kol veya pedal bulunmaktadır. Görsel 3.55'te insan gücü ile kumanda edilen valfler ve sembolü gösterilmektedir.



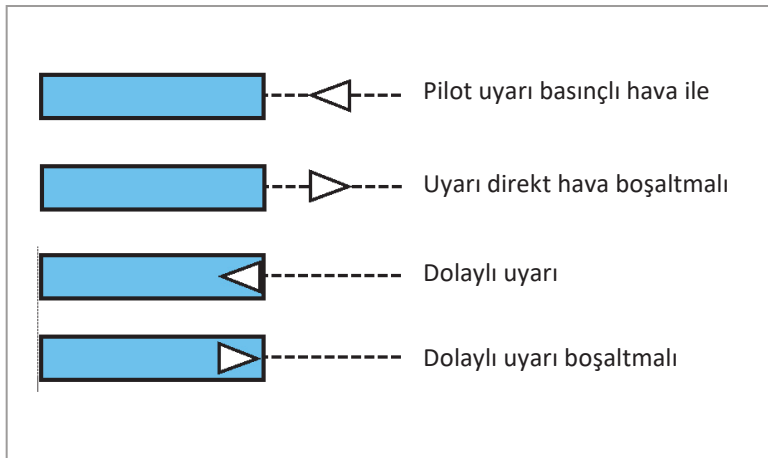
Görsel 3.55: İnsan gücü ile kumanda edilen valfler ve sembolü

Mekanik Kumanda Edilen Yön Kontrol Valfleri: Mekanizmalar ya da mekanik vasıtalarla kumanda edilebilen yön kontrol valfleridir. Görsel 3.56'da mekanik kumanda edilen valfler ve sembolü gösterilmektedir.



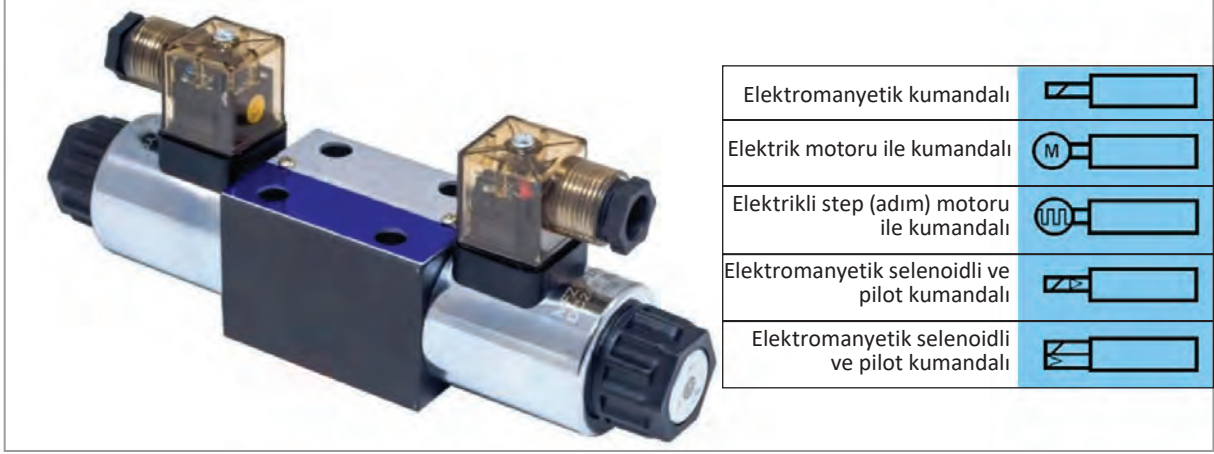
Görsel 3.56: Mekanik kumanda edilen valfler ve sembolü

Basınçlı Hava İle Kumanda Edilen Yön Kontrol Valfleri: Bu tür valflerde konumun değişmesi sistemden alınan ya da herhangi bir sinyal gönderici valften gelen basınçlı hava ile gerçekleşmektedir. Otomasyon sistemlerindeki bazı pnömatik devrelerin basınçlı hava ile kumanda edilerek otomatik çalışması sağlanmaktadır. Görsel 3.57'de basınçlı hava ile kumanda edilen valflerin sembolü gösterilmektedir.



Görsel 3.57: Basınçlı hava ile kumanda edilen valflerin sembolü

Elektromanyetik Sinyallerle Kumanda Edilen Yön Kontrol Valfleri: Pnömatik devrelerde kullanılan yön kontrol valflerinin düşük voltajlı elektrik enerjisiyle kumanda edilmesidir. Valf içerisinde yer alan bobinin gelen düşük voltajlı elektrik ile manyetik alan oluşturması sağlanmakta ve oluşan bu manyetik kuvvet ile sürgü kolunun konum değiştirmesi gerçekleşmektedir. Görsel 3.58’de elektromanyetik sinyalle kumanda edilen yön kontrol valfleri ve sembolü gösterilmektedir.

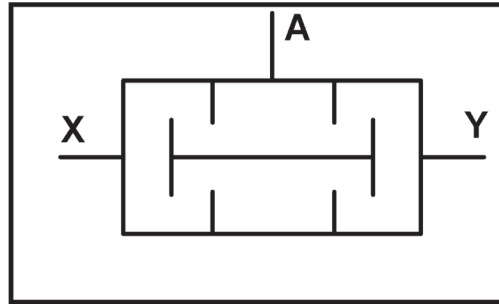
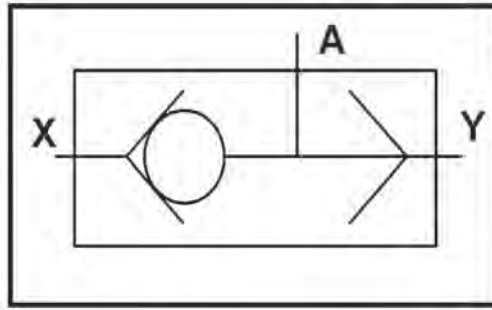


Görsel 3.58: Elektromanyetik sinyalle kumanda edilen yön kontrol valfleri ve sembolü

1. UYGULAMA

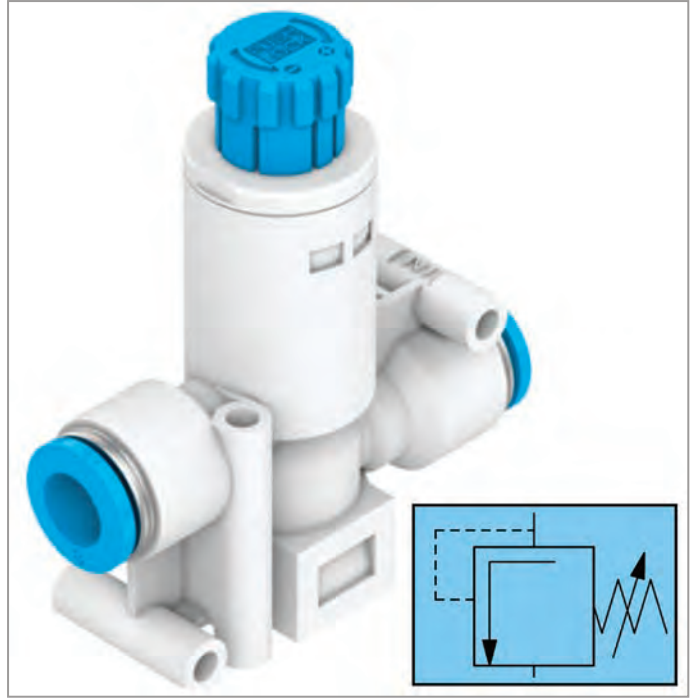
VEYA valfi ile VE valfinin sembolünü çizerek gösteriniz.

Uygulama Çözümü



3.4.3.2. Basınç Kontrol Valfleri

Pnömatik sistemdeki havanın basıncını kontrol etmek, aşırı basınç yükselmesinin önüne geçmek ve devre elemanlarının basınç değişimlerinden zarar görmesini engellemek için kullanılmaktadır. Sistem için normal kabul edilen basınç değerlerinde kapalı konumda olan bu valfler, herhangi bir basınç yükselmesinde açık konuma gelir ve fazla hava atmosfere atılır. Valf içindeki yayın basıncı vida ile ayarlanarak istenilen değere getirilebilmektedir. Bu valfler, pnömatik sistemde hava tankı üzerine, çalışan cihazların girişine ve basınç değerinin takip edilmesi gereken yerlere yerleştirilir. Sıralama ve kapama valfi olarak çeşitleri bulunmaktadır. Görsel 3.59'da basınç kontrol valfi gösterilmektedir.



Görsel 3.59: Basınç kontrol valfi

Sıralama Valfi: Pnömatik sistemde istenilen elemanların farklı zamanlarda devreye girmelerini ya da devreden çıkmasını sağlayan valflerdir. Sıralama valfine giren havanın basıncı önceden belirlenmiş değerin üstüne çıktığında basınca göre ayarlanmış yay itilerek valf açılır. Böylece basınçlı havadan alınan sinyalle valfin bağlı olduğu alıcı devreye girmiş olur.

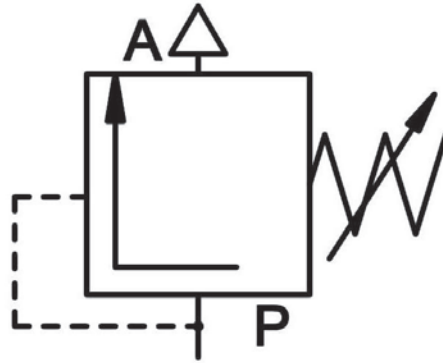
Kapama Valfi: Basınçlı havanın gerekli kısımlara yönlendirilmesi ya da bu bölgelere gönderilen havanın kesilmesini sağlayan valflerdir.

2. UYGULAMA

Birden fazla alıcının bulunduğu pnömatik bir sistemdeki çift etkili silindirin 8 bar basınçta, pnömatik motorun ise 10 bar basınçta devreye girmesi istenmektedir. Alıcıların bu basınç değerlerinde çalışmasını sağlayacak valf seçimini yapıp sembolünü çizerek gösteriniz.

Uygulama Çözümü

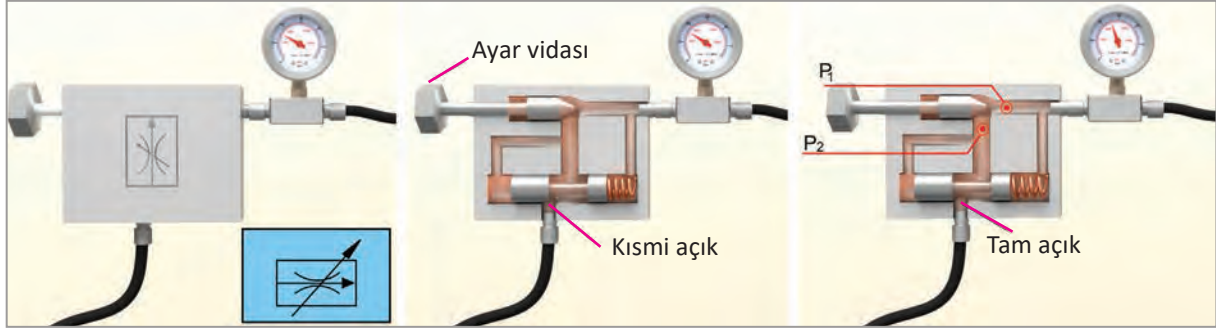
Sıralama valfi farklı alıcıların farklı zaman veya basınç değerinde devreye girmesini ya da devreden çıkmasını sağlayan valfler olduğu için bu uygulamada kullanılması uygundur.



3.4.3.3. Akış Kontrol Valfleri

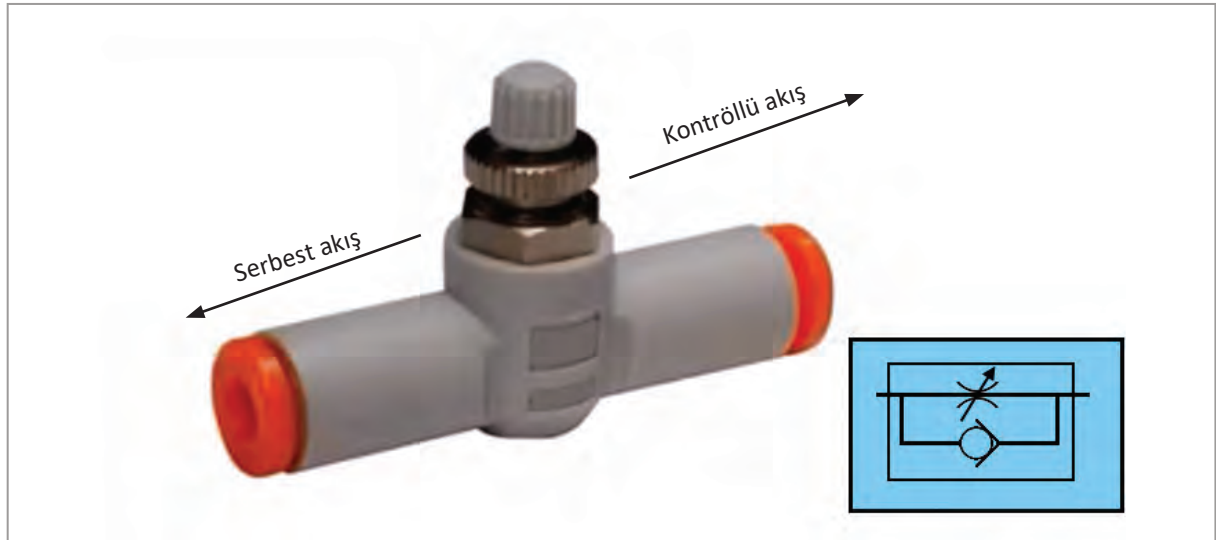
Pnömatik motorların veya alıcıların çalışma hızlarını ayarlama da hava akış debisinin değiştirilmesi amacıyla kullanılan elemanlara akış kontrol valfi denir. Görsel 3.60'ta akış kontrol valfi kesiti ve sembolü gösterilmektedir. Kullanım durumuna göre üç çeşidi vardır. Bunlar:

- ▶ Tek yönde geçit veren akış kontrol valfleri
- ▶ Ayarlanabilen akış kontrol valfleri
- ▶ Çek valf olarak ayarlanabilen akış kontrol valfleri



Görsel 3.60: Akış kontrol valfi kesiti ve sembolü

Tek Yönde Geçit Veren Akış Kontrol Valfleri: Çek valf olarak da bilinen bu valfler basınçlı havanın tek yönde geçişini sağlayarak ters yönde akışa engel olur. Yapıları gayet basit olup kapama mekanizmaları konik veya bilyelidir. Görsel 3.61'de tek yönlü akış kontrol valfi gösterilmektedir.



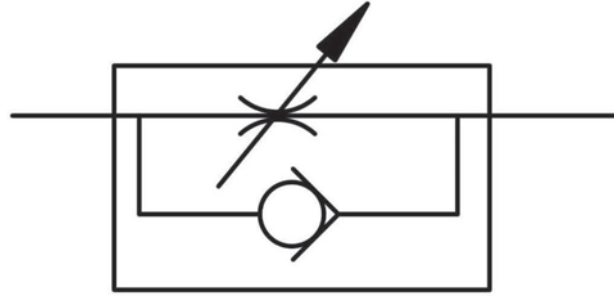
Görsel 3.61: Tek yönlü akış kontrol valfi

Ayarlanabilen Akış Kontrol Valfleri: Akış kontrol valfine vidalı bir ayar sistemi dâhil edilerek oluşturulan bu valf ile basınçlı havanın debisi değiştirilerek hız ayarlaması yapılır. Alıcıların farklı basınç ve hızlarda çalışması istenilen durumlarda kullanılmaktadır.

Çek Valfi Ayarlanabilen Akış Kontrol Valfleri: Bu valfler tek yönlü geçit veren akış kontrol valfi ile ayarlanabilir akış kontrol valfinin birleştirilmesiyle meydana gelmiştir. Basınçlı havanın ayarlanabilir oranda ve tek yönde geçişine izin verir.

Çek valfi ayarlanabilen akış kontrol valfi sembolünü çizerek gösteriniz.

Uygulama Çözümü



3.5. Pnömatik Devreler

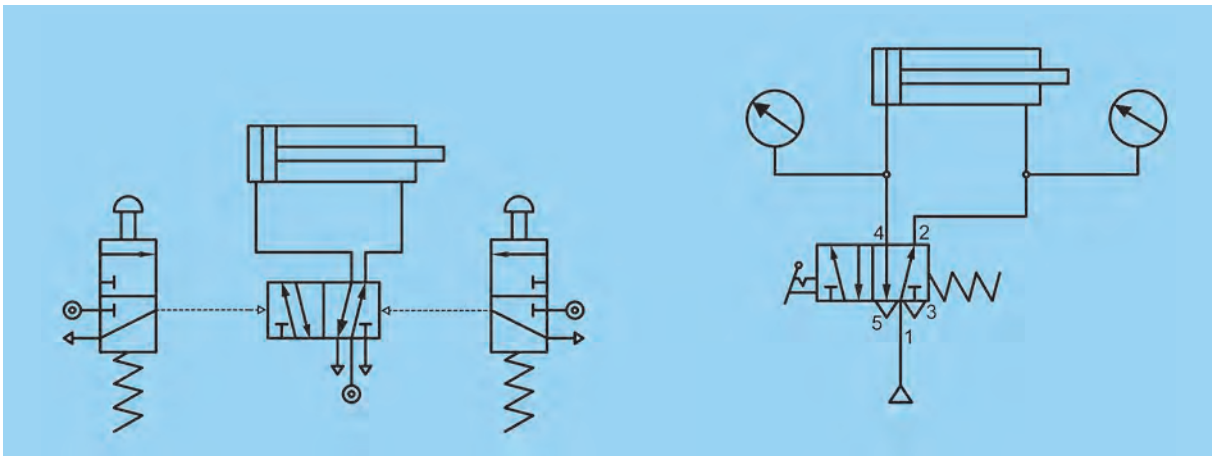
Pnömatik devre tasarımının amacı güvenli bir şekilde çalışan devre oluşturmaktır. İyi bir devrenin tasarlanması için cihaz tekniği bilgisi, değişik devreler hakkında bilgi ve devre elemanlarıyla ilgili bilgiler önem arz etmektedir. Pnömatik devre şemaları belli bir düzene göre gösterilmekle birlikte bir devre şemasında işaret akışı aşağıdan yukarı doğrudur. Devre şemalarının okunmasını basitleştirmek için bütün silindirlerin ve yönlendirme valflerinin yatay olarak yerleştirilmesi ayrıca silindirlerin soldan sağa doğru hareket edecek şekilde gösterilmesi gerekmektedir.

3.5.1. Pnömatik Devre Çeşitleri

Pnömatik devre çeşitleri tek iş elemanlı devreler ve çok iş elemanlı devreler olmak üzere ikiye ayrılır.

3.5.1.1. Tek İş Elemanlı Devreler

Pnömatik devrede tek alıcının (silindir veya motor) bir ya da daha fazla valfler ile yönlendirildiği devrelerdir. Görsel 3.62'de tek iş elemanlı devrelere örnek şema gösterilmektedir.



Görsel 3.62: Tek iş elemanlı devrelere örnek şema









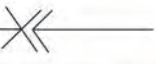
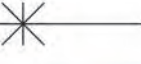








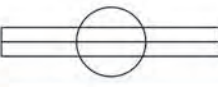




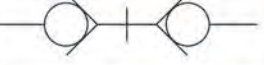




Pnömatik sistem standartları TS 1306, ISO 1219, DIN 24 300 ile belirlenmiş olup pnömatik devre diyagramlarının ve elemanlarının çiziminde üç yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler:

Resimler, semboller ve görünüşler: Elemanlar arasındaki fiziksel ilişkiyi ve bağlantıyı göstermekte faydalıdır. Ancak sistemin nasıl çalıştığını tam olarak açıklayamamakla birlikte bu resimli sembolleri standart hale getirmek zordur.




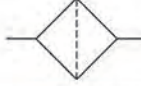









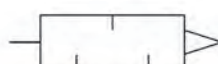



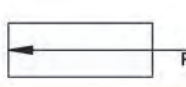
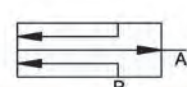

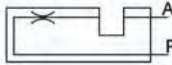
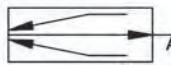










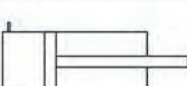



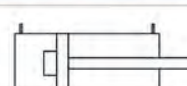
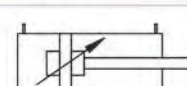

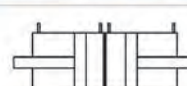
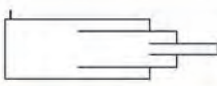
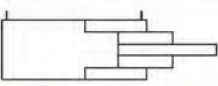
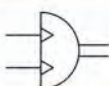
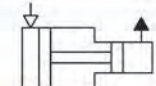
Kesit semboller: Parçaların daha çok iç yapısını gösterdiğinden arıza tespitinde faydalıdır. Ancak çizimleri karmaşık olduğundan çalışma ve fonksiyonlar açık bir şekilde ifade edilmeyebilir.

Şematik semboller: Çizim tekniği ve standartlara uygunluğu açısından, devre elemanlarının çalışma yönteminin ve fonksiyonlarının açık bir şekilde ifade edilmesi bakımından en yaygın kullanılan yöntemdir. Uluslararası kullanıma sahip olan şematik semboller her yerde aynı şekilde çizilir ve okunur. Sistemin ve elemanların ne olduğunu, işlevlerini ve özelliklerini ifade etmektedir.

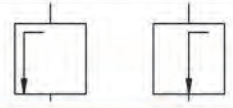
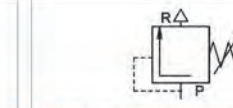



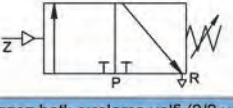
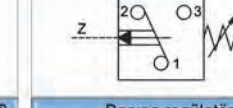


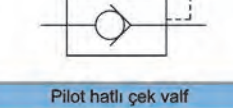

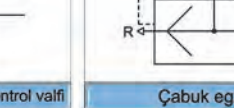



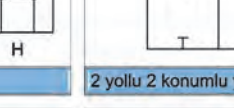
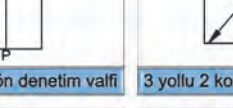
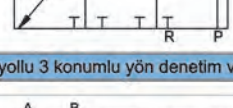
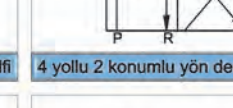
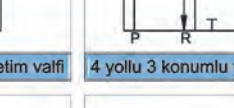
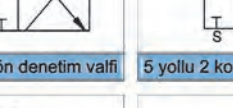
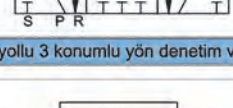
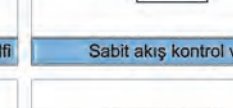


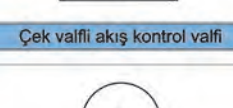
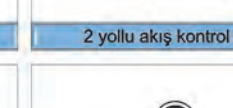
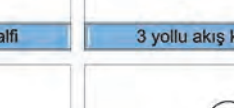

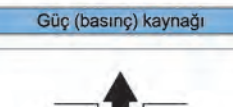
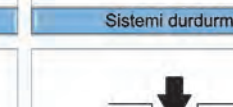
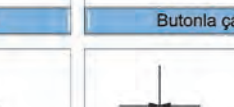

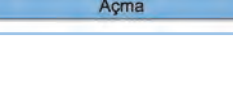
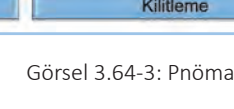
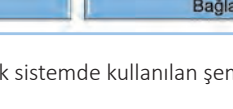
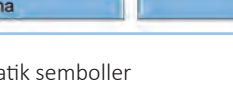
Pnömatik bir sembolün hidrolik sembolden en bariz farkı çizilen okların içlerinin basınçlı havayı temsilen boş olmasıdır. Görsel 3.64'te pnömatik sistemde kullanılan şematik semboller gösterilmektedir.

			
Çalışma hattı	Uyarı hattı	Egzoz hattı	Pnömatik
			
Ayarlanabilir	Çift dönüş yönü	Tek dönüş yönü	Bükülebilir hat
			
Dışarıdan bağlantı yapılabilir hat	Çabuk bağlantı elemanı	Boru bağlantısız hava çıkışı	Boru bağlantılı hava çıkışı
			
Akış yönü	Kesişen hatlar	Kesişmeyen hatlar	Egzoz çıkış noktası
			
Yay	Mil, çubuk, kol	Dönerli mil	Akış kontrol
			
Kısma	Açma kapama valfi	Kör tapa	Çek valfli çabuk bağlantı
			
Kavrama ile iletim	Dönerli bağlantı	Debimetre	Manometre

Görsel 3.64-1: Pnömatik sistemde kullanılan şematik semboller

			
Basınç farkı ölçer	Termometre	Gösterici, endikatör	Filtre elemanı
			
Su tutucu	Tahliyeli otomatik su tutucu	Filtreli otomatik su ayırıcı	Kurutucu
			
Yağlayıcı	Soğutucu	Hava deposu	Akümülatör
			
Hava şartlandırıcı (hazırlayıcı)	Susturucu	Isı duyarlı eleman	Basınç duyarlı eleman
			
Akış duyarlı eleman	Hava geçiş memesi	Toplayıcı meme (hava çıkışlı)	Arka basınç memesi
			
Kesilebilen jet duyarlı eleman	Fisikiyeli (yansıtmalı) valf	Hidrolik enerji	Pnömatik enerji
			
Elektrik enerjisi	Mekanik enerji	Kompresör	Vakum pompası
			
Tek yönlü hava motoru	Çift yönlü hava motoru	Tek yönlü hava motoru değişken debili	Çift yönlü hava motoru değişken debili
			
Tek etkili silindir (geri dönüş baskı kuvveti ile)	Çift etkili silindir	Çift kollu çift etkili silindir	Tek etkili silindir (Geri dönüş yaylı)
			
Tek yönde yastıklı, çift etkili silindir	Çift yönde yastıklı, ayarlanabilir çift etkili silindir	Tandem silindir	Çok konumlu silindir
			
Tek etkili teleskopik silindir	Çift etkili teleskopik silindir	Döner silindir	Basınç yükseltici

Görsel 3.64-2: Pnömatik sistemde kullanılan şematik semboller

				
Normalde kapalı valf	Normalde açık valf	Ayarlanabilir basınç kontrol valfi	Basınç sıralama valfi	Basınç dengeleme valfi (ayarlanabilir)
				
Egzoz hatlı sıralama valfi (3/2 valf)	Basınç regülatörü	Çek valf (geri dönüşüz)	Çek valf (yaylı geri dönüş)	
				
Pilot hatlı çek valf	Çek valfli ayarlanabilir akış kontrol valfi	Çabuk egzoz valfi	Veya valfi	
				
Ve valfi	Açık Kapalı H Merkezler	2 yollu 2 konumlu yön denetim valfi	3 yollu 2 konumlu yön denetim valfi	
				
3 yollu 3 konumlu yön denetim valfi	4 yollu 2 konumlu yön denetim valfi	4 yollu 3 konumlu yön denetim valfi	5 yollu 2 konumlu yön denetim valfi	
				
5 yollu 3 konumlu yön denetim valfi	Sabit akış kontrol valfi	Ayarlanabilir akış kontrol valfi	Hassas kısma valfi	
				
Çek valfli akış kontrol valfi	2 yollu akış kontrol valfi	3 yollu akış kontrol valfi	Akış bölme valfi	
				
Güç (basınç) kaynağı	Sistemi durdurma	Butonla çalışma	Çalışma pozisyonu	
				
Açma	Kilitleme	Bağlama	Sökme	

Görsel 3.64-3: Pnömatik sistemde kullanılan şematik semboller

3.5.4. Pnömatik Devre Çizimlerinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

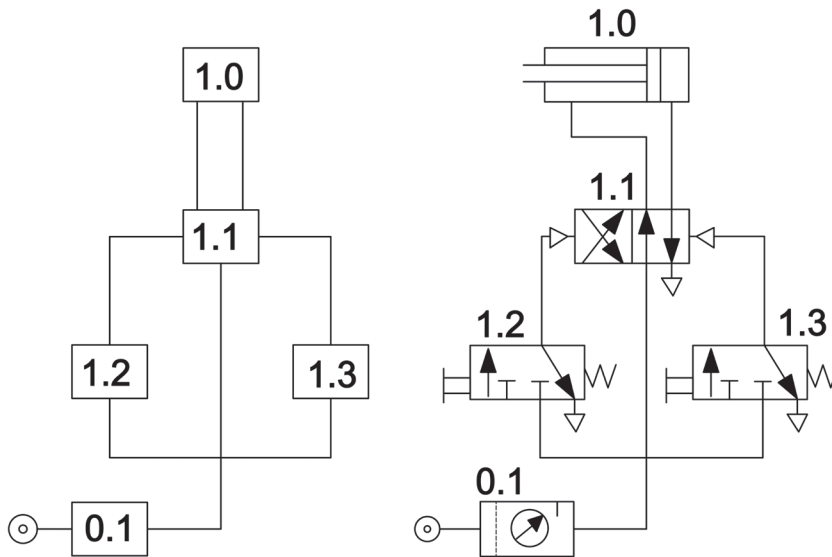
Pnömatik devre çiziminde belirli kurallara dikkat edilmeli, devrelerin anlaşılabilirliği standart sembollere ve uygun çizim kurallarına bağlı olmalıdır. Ayrıca bu durum oluşabilecek problemlerin çözümünü de kolaylaştıracaktır. Bir pnömatik devre tasarımında pnömatik elemanların, valflerin ve yardımcı elemanların iyi tanınması; fonksiyonlarının, çalışma sistemlerinin ve sembollerinin de iyi bilinmesi gerekmektedir. Oluşturulacak devrenin istenilen görevleri en ekonomik şekilde yerine

getirmesi önemli olmakla birlikte bir pnömatik devre çizerken aşağıdaki kurallara dikkat edilmesi gerekmektedir:

- ▶ Elemanların buldukları gerçek yerler dikkate alınmalıdır.
- ▶ Enerji akışı aşağıdan yukarı olmalı, silindir ve yönlendirme valfleri de mümkün olduğu kadar yatay olarak gösterilmelidir.
- ▶ Çizimlerde standart sembeler kullanılmalıdır.
- ▶ Çalışma hatları yatay veya dikey doğrular halinde ve birbirleriyle mümkünse çakışmadan gösterilmelidir.
- ▶ Bütün elemanlar ile valfler normal konumda ve sisteme enerji verilmemiş olarak gösterilmelidir.
- ▶ Enerji kaynağı basit sembolüyle gösterilmeli ayrıca elektrik ve pnömatik devre şemaları ayrı olarak çizilmelidir.

3.5.5. Pnömatik Devre Elemanlarının Numaralandırılması

Yukarıda belirtilen hususlara ek olarak devrede kullanılan her bir elemana numara verilmesi gerekmektedir. Numaralandırmaya alıcıdan (silindir veya motor) başlanmalı ve alıcı ile ilgili olan diğer elemanlara numara verilirken de çalıştırdıkları alıcının (silindir veya motor) numarası dikkate alınmalıdır. Görsel 3.65'te pnömatik devre çiziminde elemanların numaralandırılması şematik olarak gösterilmektedir.

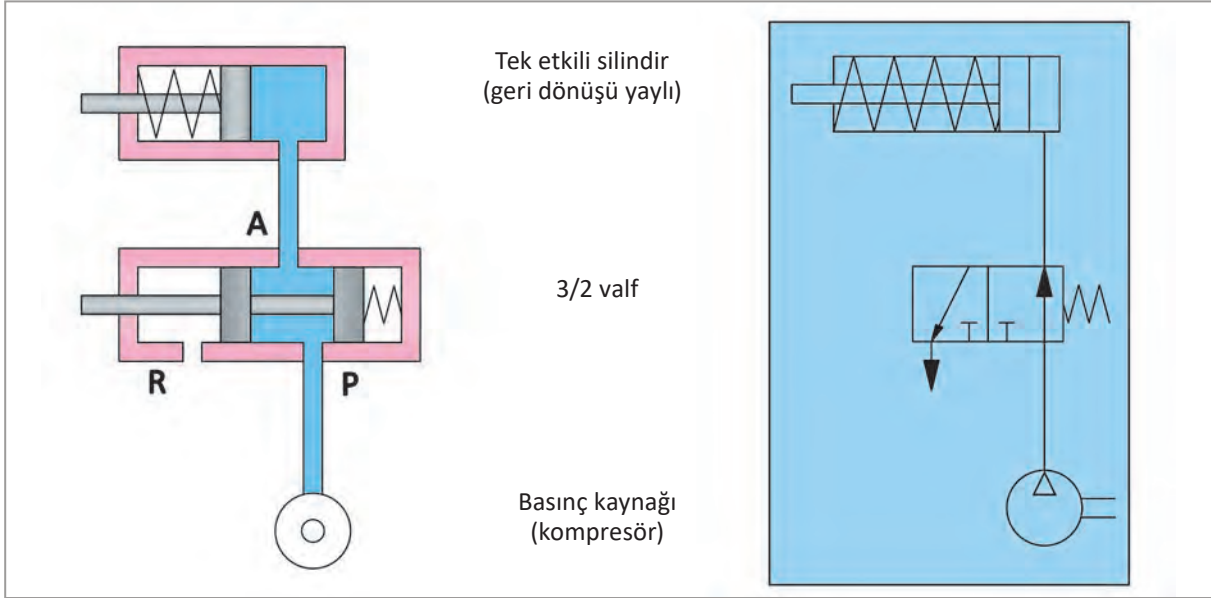


Görsel 3.65: Pnömatik devre çiziminde elemanların numaralandırılması

Silindir numarası 1.0 şeklinde başlamakta olup silindire hava gönderen yön kontrol valfine de 1.1 yazılmaktadır. Daha sonra 1.1 valfinin uyarılması için sağda ve solda sinyal üreten valflere sırasıyla 1.2 ve 1.3 numaraları verilmektedir. Ayrıca devrede bulunan şartlandırıcılara genellikle 0.1 numarası verilir. Eğer devrede ikinci bir silindir bulunuyorsa bu silindire de 2.0 verilip aynı şekilde silindire havayı veren yön kontrol valfine de 2.1 yazılır. Yine 2.1 yön kontrol valfine sağdan ve soldan sinyal gönderen valflere de 2.2 ve 2.3 numaraları yazılır. Böylece silindirlere ait olan valfler de belirlenmiş olmaktadır. Numaralandırma işlemi hangi hareketi hangi valfin ürettiğinin belirlenmesi ve herhangi bir arızanın tespiti içinde kolaylık sağlamaktadır.

3.5.6. Tek Etkili Silindirin Çalıştırılması

Tek etkili silindirler farklı amaçlarla değişik yöntemlerde çalıştırılabilmektedir. Havanın kontrolü farklı valflerle yapılabilmekle birlikte genelde 3 yollu 2 konumlu (3/2) valfler kullanılmaktadır. Bu valfler, pedalla, butonla veya elektromanyetik olarak kumanda edilebilir. Görsel 3.66'da görüldüğü gibi yön kontrol valfinin normal pozisyonu sağ baştaki yayla korunur ve sol yönden gelecek uyarı sinyali ya da etki eden kuvvet ile yay sıkışarak valfin konumunun değişmesi sağlanır. Bu kuvvetin ortadan kalkmasıyla yay eski konumuna döner. Tek etkili silindirlerin farklı valfler ile birden fazla noktadan kumanda edilmesiyle güç dönüşümleri ve değişik çalışma hızları elde edilebilmektedir.



Görsel 3.66: Tek etkili geri dönüşü yaylı silindirin çalışmasının şematik resmi ve kesiti

Görsel 3.66'daki tek etkili silindirin çalışma prensibi incelendiğinde iki konumlu hareket olduğu görülmektedir. Bunlar:

1.Konum: Kompresörden gelen basınçlı hava normalde kapalı valften geçemez ve silindir içerisindeki yay gücü pistonu geri iter. Bu konumda piston geride durur.

2.Konum: Valfin butonuna basılmasıyla valf açık pozisyona gelir ve kompresörden gelen basınçlı havanın silindire gitmesine izin verir. Silindirin içerisine hava gelmesiyle yay basıncı yenilir ve piston ileri doğru hareket ederek pnömatik bir güç ile iş elde edilir. Bu konumda piston ileride kalır.

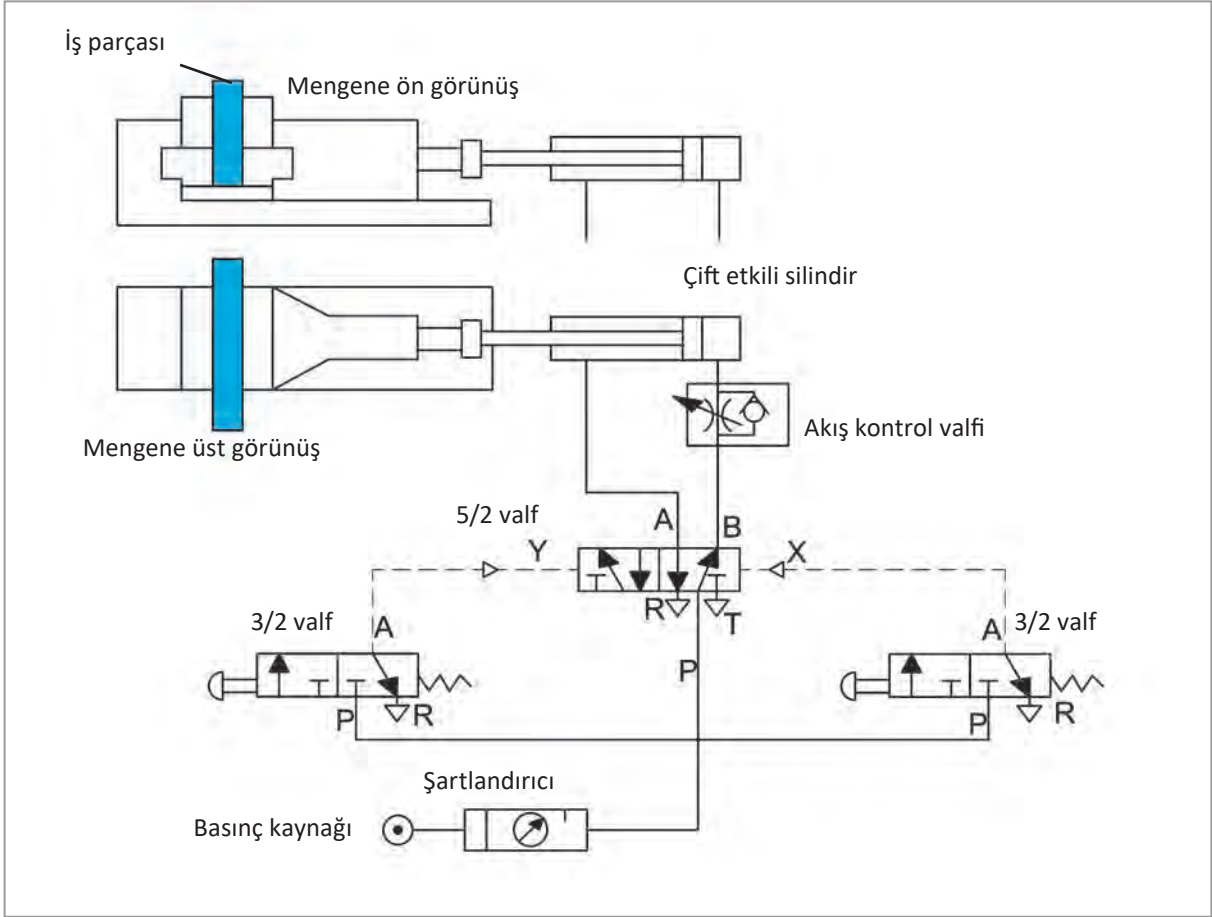
3.5.7. Çeşitli Pnömatik Devre Çizimleri

Pnömatik sistemlerde değişik alıcılarla farklı amaçlı işler elde edilebilir. Bu işlere örnek devre şemaları ve çalışması aşağıda açıklanmıştır.

3.5.7.1. Pnömatik Mengene ile İş Yapılması

Mengeneler bir iş parçasını sabitlemeye yarayan, hareketli ve sabit bir çeneye sahip olan araçlardır. Pnömatik mengeneler ise hareketli çeneye çift etkili bir silindir bağlanarak ileri geri hareketin basınçlı hava ile oluşturulduğu makinelerdir. Burada ileri hareketle sıkma, geri hareketle de gevşetme işlemi yapılır.

Devre elemanları olarak; kompresör, şartlandırıcı, iki adet buton kumandalı (3/3) yön kontrol valfi, bir adet basınçlı hava sinyali ile çalışan (5/2) yön kontrol valfi, bir adet akış kontrol valfi, çift etkili silindir ve pnömatik mengene sayılabilir. Görsel 3.67’de pnömatik mengene ile işin sıkılması ve devre şeması gösterilmektedir.



Görsel 3.67: Pnömatik mengene ile işin sıkılması ve devre şeması

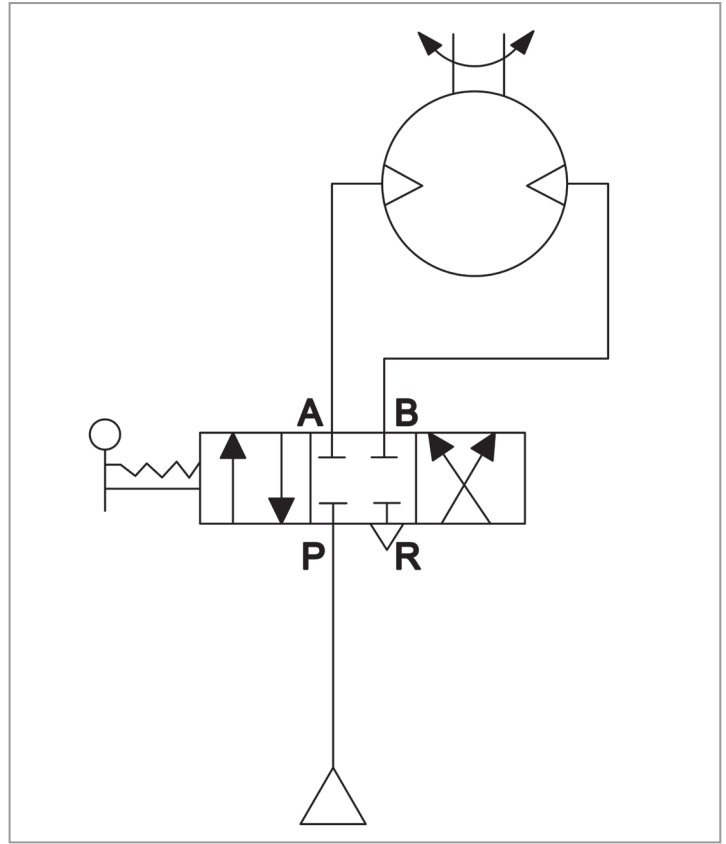
Görsel 3.67’de görüldüğü gibi çift etkili silindir sağdaki buton kumandalı 3/2’lik yön kontrol valfi ile ileri hareket ederek iş parçasını sıkıştırır. Sıkma işleminin ardından soldaki 3/2’lik yön kontrol valfinin butonuna basılarak silindirin geri hareket etmesiyle iş parçasının gevşetilmesi sağlanır. Devrede her iki 3/2’lik yön kontrol valflerinden gelen X ve Y sinyalleri ile 5/2’lik yön kontrol valfinde konum değişimleri meydana gelmektedir. Silindirin ileri hareketinde hızın ayarlanması için akış kontrol valfi kullanılmaktadır.

3.5.7.2. Bir Pnömatik Motorun Çalıştırılması

Somun sıkma gevşetme aletleri, matkap çeşitleri, zımpara aleti vb. birçok cihaz pnömatik motorlarla çalıştırılmaktadır.

Devreyi oluşturan elemanlar: Kompresör, kol kumandalı (4/3) yön kontrol valfi, pnömatik motordur.

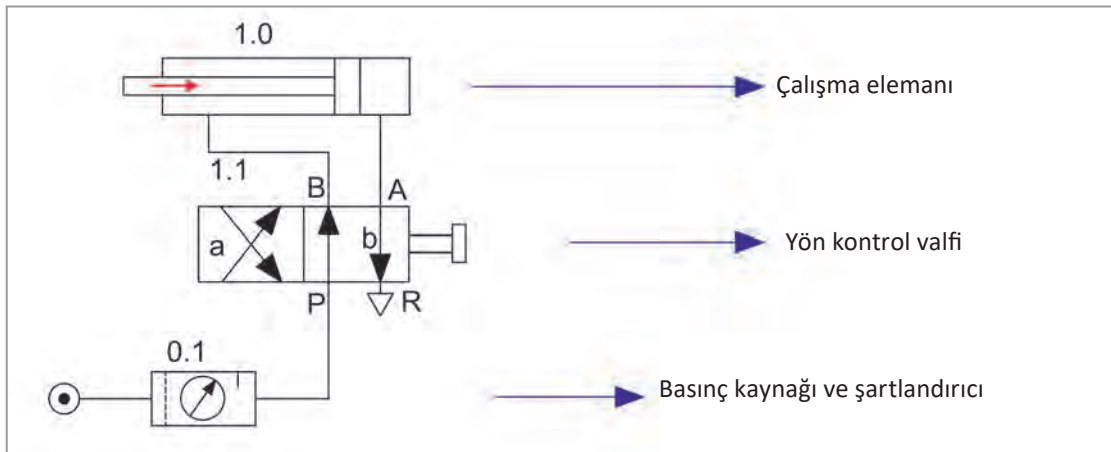
Görsel 3.68'de pnömatik motor çalışma devre şeması gösterilmekle birlikte 1. konumda (orta konum) kompresörden gelen hava valften geçemez ve motor durmaktadır. Valf 2. konuma (sol taraf) getirildiğinde kompresörden gelen hava valften geçer ve motoru saat yönü tersinde döndürür. Valf bu konumu koruduğu sürece motor saat yönü tersinde dönmeye devam eder ve motora gelen hava motorun diğer ucundan valfe geçer oradan atmosfere tahliye olur. Motor sembolü üzerinde yay şeklindeki oka bakılarak dönüş yönü tespit edilebilir. Burada hava hangi yöne gidiyorsa motor da o yönde döner. Valf 3. konuma (sağ taraf) getirildiğinde ise kompresörden gelen hava valften çapraz geçerek motoru saat yönünde döndürür ve valf bu konumda olduğu sürece motor saat yönünde dönmeye devam eder.



Görsel 3.68: Pnömatik motor çalışma devre şeması

4. UYGULAMA

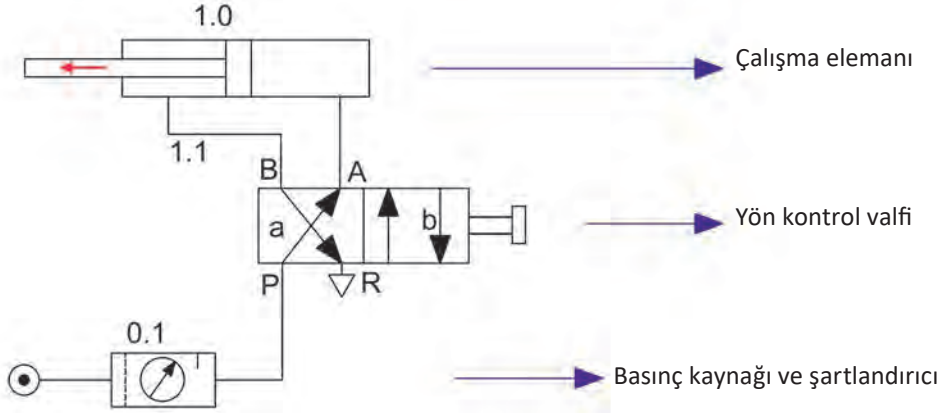
Aşağıdaki devrede 1.0 ile numaralandırılmış silindirin, piston kolunun ileri doğru gitmesi istenmektedir. Devrenin valf konumunu değiştirerek piston kolunun ileriye doğru gitmesini sağlayacak şekilde devreyi çiziniz.



Çalışma elemanı

Yön kontrol valfi

Basınç kaynağı ve şartlandırıcı



3.6. Pnömatik Devrelerin Bakımı

Pnömatik devrelerin uzun süre faal olabilmeleri ve devrede bulunan valf, filtre, silindir vb. pnömatik cihazların daha uzun ömürlü çalışması için yapılan periyodik kontrollere koruyucu bakım denmektedir. Belirli plan ve zamana göre yapılan koruyucu bakım ile oluşabilecek arızaların önüne geçilmektedir. Periyodik veya koruyucu bakımlar üretici firmanın belirttiği tarih aralığında yapılmakla birlikte üretici firma kataloglarından bakım plan zamanı belirlenebilmektedir. Bu kataloglarda ilgili devre elemanın çalışma şekline göre bakımlarının hangi süre aralığında yapılması ve yapılan bakım işleminin içeriği yer almaktadır. Periyodik bakımın sistematik yapılması sağlanmalı, işlemler için bir bakım kartı hazırlanmalı ve bu kartın üzerine, gelecek periyodik bakım tarihleri de yazılmalıdır. Bu sayede bakım onarım süresi kısaltılmakta yapılan işlemlerin kalitesi artmaktadır.

Bakım kartlarının içeriğinde; hangi işlemlerin ne zaman yapıldığı, hangi parçaların neden değiştirildiği, karşılaşılan sorunlar, ilgili parçanın model numarası, çalışma hızları ve dikkat edilmesi gereken hususlar yer almalıdır. Ayrıca bu kartlara periyodik bakım tarihleri işlenerek sistemli bir şekilde takip edilmesi sağlanmalıdır. Pnömatik sistemlerde önemli bir görevi olan filtrelerin temizlenme veya değiştirilme tarihleri de bu kartlara işlenmelidir.

Periyodik bakımlar arasında geçen zamanı tanımlamak için iki yöntem bulunmaktadır. Birincisi çalışma saatleri ikincisi ise en son bakım yapıldıktan sonra geçen zamandır. Takvim zamanı çalışma saatlerinden bağımsız olarak en son bakım yapıldıktan sonra geçen gün sayısını göstermektedir. Bakım planında bir sonraki bakımın, çalışma saati ya da takvim zamanından hangisi önce ise ona göre yapılması sağlanmalıdır. Pnömatik ve hidrolik devrelerin bakımları aşağıda belirtilen periyotlarla yapılmalıdır. Bu periyotlar, günlük, haftalık, aylık ve altı aylık bakım şeklindedir.

3.6.1. Hidrolik ve Pnömatik Devrelerin Günlük Bakımları

Hidrolik devreler için; akışkanın görünümü, kalitesi ve gözle görülür kaçakların kontrolü yapılmalıdır.

Pnömatik devreler için; kompresör giriş filtresinin kontrolü, yağlayıcı yağ seviye kontrolü, filtredeki birikintilerin boşaltılması ve sistemin yağlanması gereken noktalarının yağdanlık veya gresörlükle yağlama işlemi yapılmalıdır.

3.6.2. Hidrolik ve Pnömatik Devrelerin Haftalık Bakımları

Hidrolik devreler için günlük yapılan işlemlere ek olarak depo akışkan seviyesi ve sıcaklığının da kontrolü yapılmalıdır.

Pnömatik devreler için kompresör kayışlarının kontrolü, basınç kontrol valflerinin kontrolü, filtre kirlilik göstergesi kontrolü, yağlayıcı kontrolü ve hortumlarda oluşabilecek kesik ve çatlakların kontrolü yapılmalıdır.

3.6.3. Hidrolik ve Pnömatik Devrelerin Aylık Bakımları

Hidrolik devreler için haftalık yapılan işlemlerin yanı sıra kaplin girişi kontrolü, dış kaçakların kontrolü, çalışma basıncı ve depo içi kontrolü yapılmalıdır.

Pnömatik devreler için manometrelerin kalibre edilmesi, silindir montaj bağlantılarının kontrolü, valf çıkış kapılarının kaçaklık kontrolü, filtre kabı ve filtreleme elemanının temizlenmesi işlemi yapılmalıdır.

3.6.4. Hidrolik ve Pnömatik Devrelerin Altı Aylık Bakımları

Hidrolik devreler için aylık bakımda yapılan işlemlerle birlikte sistem harici çalışan elektrik motoru, pompa, bağımsız depo vb. elemanların da kontrolü ve imalatçı firma tarafından tavsiye edilen uygulamalar yapılmalıdır.

Pnömatik devreler için kompresör soğutma sisteminin temizlenmesi, devre elemanlarının verimlilik ve güç kontrolü, susturucu ve filtrelin değiştirilmesi; silindirlerde piston ve piston kolu sızdırmazlık elemanlarının kontrolü, değişimi ve üretici firma tarafından tavsiye edilen uygulamalar yapılmalıdır.

4. UYGULAMA

Bir işletmede kullanılan pnömatik devrenin aylık bakımı nasıl yapılır?

Uygulama Çözümü

Manometreler kalibre edilir.


Silindir montaj bağlantıları kontrol edilir.

Valf çıkışları kaçaklık kontrolü yapılır.

Filtre kabı ve filtreleme elemanı temizlenir.

Kontroller sonucunda deforme olmuş, görevini yapamaz durumda olan parçalar yenileri ile değiştirilir.

Aşağıdaki soruları okuyup doğru seçenekleri işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi filtre, basınç regülâtörü ve yağlayıcıdan oluşan pnömatik ünedir?
 - A) Şartlandırıcı
 - B) Hava tankı
 - C) Kompresör
 - D) Silindir ve motorlar
 - E) Valfler
2. Pnömatik silindirlerin hidrolik silindirlerden başlıca farkı aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Dönüş hatlarının olmaması
 - B) Montaj yöntemi
 - C) Silindir iç kesit çapı
 - D) Strok uzunluğu
 - E) Silindir çeşitleri
3. Aşağıdakilerden hangisi pnömatik yön kontrol valfi kumanda çeşitlerinden değildir?
 - A) İnsan gücü ile
 - B) Mekanik
 - C) Elektromanyetik
 - D) Kimyasal
 - E) Basıncılı hava ile
4. Pnömatik devre çizimlerinde elemanlar numaralandırılırken aşağıdaki elemanlardan hangisiyle başlanır?
 - A) Kompresör
 - B) Yön kontrol valfi
 - C) Silindir
 - D) Kapama valfi
 - E) Hava tankı
5. Çalışanların güvenliğini sağlamak için iki elle çalıştırılmak zorunda olan valf çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) VEYA
 - B) VE
 - C) Akülü
 - D) Yavaşlatma
 - E) Fiskiyeli
6.  Şekilde görülen valf kaç yollu ve kaç konumludur?
 - A) İki yollu, iki konumlu (2/2)
 - B) Dört yollu, iki konumlu(4/2)
 - C) İki yollu, üç konumlu (2/3)
 - D) Dört yollu, üç konumlu (4/3)
 - E) Beş yollu, iki konumlu (5/2)
7. Aşağıdakilerden hangisi kompresör çeşitlerinden değildir?
 - A) Pistonlu
 - B) Paletli
 - C) Havalı
 - D) Rotorlu
 - E) Radyal

KAYNAKÇA

CENGEL Yunus A., CİMBALA John M.(2004), **Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications**, McGraw-Hill Higher Education Yayınları, İstanbul.

KARTAL Faruk (2007), **Endüstriyel Hidrolik**, Modül Yayıncılık, Ankara.

KARTAL Faruk (2006), **Hidrolik ve Pnömatik**, Birsen Yayınları, İstanbul.

DEMİREL Kemal(2016), **Hidrolik ve Pnömatik**, Birsen Yayınları, İstanbul.

DEMİREL Kemal (2012), **Hidrolik Pnömatik Sistemler**, Birsen Yayınları, İstanbul.

KARACAN İsmail (1984), **Pnömatik Kontrol**, Gazi Üniversitesi Yayınları, Ankara, Cilt:1.

SÜMER B. Mutlu, BAYAZIT Mehmetçik, ÜNAL İstemi (2015), **Hidrolik**, Birsen Yayınları, İstanbul.

ÇALLI İsmail (2014), **Hidrolik Makineler**, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

CROSER P.(1990), **Pnömatik**, Festo Didactic Yayınları, İstanbul.

Yazım Kılavuzu (2012), Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara, 27. Baskı.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

<http://www.hksm.com.tr/Images/dosya/hidrolik-yaglar-ve-uygulamalari.pdf>

Erişim Tarihi/Saati: 02.02.2021 / 16.05

<http://www.hpkon.net/wp-content/uploads/mdocs/2001-11.pdf>

Erişim Tarihi/Saati: 04.02.2021 / 10.15

<https://www.condat-lubricants.com/product/oils/hydraulic-oils/fire-resistant-hydraulic-fluids/hfd-u-hydraulic-fluids/>

Erişim Tarihi/Saati: 18.01.2021/ 15.35

<https://www.makinaegitimi.com/hidrolik-yag-secimi/>

Erişim Tarihi/Saati: 08.02.2021 / 14.10

<https://fluidpower.pro/semi-closed-hydraulic-circuits/>

Erişim Tarihi/Saati: 11.02.2021 / 17.20

<https://hidroteknik.com.tr/bloggoster/hidrolik-yag-nasil-secilir-hidrolik-sistem-yagi-fiyatlari/42>

Erişim Tarihi/Saati: 17.02.2021 / 15.50

<http://www.ismakinalari.org.tr/tr/index.asp>

Erişim Tarihi/Saati: 02.03.2021 / 18.20

https://www.petrofer.com.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=147&Itemid=67&lang=tr

Erişim Tarihi/Saati: 05.03.2021 / 14.35

<https://www.shell.com/business-customers/marine/brochures-and-communication-materials.html>

Erişim Tarihi/Saati: 08.03.2021 / 19.20

<http://www.fluidlinesystems.net/>

Erişim Tarihi/Saati: 09.03.2021/ 12.00

http://www.akder.org/tr/makale/250-pnoematik-nedir#.X_sVetIzYdU

Erişim Tarihi/Saati: 10.01.2021 / 14.22

<https://proente.com/pnomatik-sistem-nedir/>

Erişim Tarihi/Saati: 03.02.2021/ 15.00

<https://www.youtube.com/watch?v=bsY5sYOKE40>

Erişim Tarihi/Saati: 21.02.2021 / 16.25

<https://www.slideshare.net/PaylamDeposu/hidrolik-pnomatik-kompratorler>

Erişim Tarihi/Saati: 27.02.2021 /14.25

<https://www.hidroman.com.tr/icerik/hidrolik-filtre-nedir-hidrolik-filtre-secimi-nasil-yapilir>

Erişim Tarihi/Saati: 09.01.2021 /11.10

https://muyendis.com/dosyalar/hidrolik_pnomatik/hidrolik_pnomatik_kitabi.pdf

Erişim Tarihi/Saati: 09.01.2021/ 12.52

<https://www.kinetictr.com/blog1/bloglar/filtre>

Erişim Tarihi/Saati: 09.01.2021/ 20.41

<http://osmanguctekin.cbu.edu.tr/wp-content/uploads/2018/02/Hidrolik-ders-notu.pdf>

Erişim Tarihi/Saati: 10.01.2021/ 12.50

<http://web.hitit.edu.tr/dosyalar/materyaller/seyfisevik@hititedutr030320184J1V4E4H.pdf>

Erişim Tarihi/Saati: 12.01.2021 / 08.58

<http://ahmetsan.net/Dokuman/Makina/Otomatik/Ders-9%20Pistonlu%20El%20Pompalar%C4%B1.pdf>

Erişim Tarihi/Saati: 24.01.2021 /21.16

https://kisi.deu.edu.tr/cicek.ozes/MakTas_Il_S%c4%b1zd%c4%b1rmazl%c4%b1k%20Elemanlar%c4%b12.pdf

Erişim Tarihi/Saati: 17.01.2021 /18.27

<http://otomasyondergisi.com.tr/arsiv/yazi/hidrolik-silindirler-ve-secimleri/>

Erişim Tarihi/Saati: 18.01.2021/ 22.36

<https://depo.btu.edu.tr/dosyalar/kimyamuh/Dosyalar/KBM0308-D8.pdf>

Erişim Tarihi/Saati: 19.01.2021/ 08.17

<http://www.ismakinalari.org.tr/public/magazine/420.pdf>

Erişim Tarihi/Saati: 19.01.2021/ 17.15

<https://www.wavin.com/tr-tr/bilgi-merkezi/haberler/sessiz-boru-montaji-yapilirken-dikkat-edilmesi-gereken-hususlar>

Erişim Tarihi/Saati: 19.01.2021/ 13.12

https://www.hydac.com/fileadmin/pdb/pdf/BUW3100-BA_____C_0041.pdf

Erişim Tarihi/Saati: 09.02.2021 /11.40

Türk Dil Kurumu. (2021). Güncel Türkçe Sözlük. <https://sozluk.gov.tr/>.

Erişim Tarihi: 01.01.2021 / 31.03.2021

GÖRSEL KAYNAKÇASI



Karekodu okutarak görsel kaynakçaya ulaşabilirsiniz.

CEVAP ANAHTARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ	
1	B
2	E
3	E
4	A
5	C
6	C
7	B
8	B
9	C
10	E
11	B
12	D
13	D
14	A
15	D
16	D
17	A
18	D
19	B
20	B

2. ÖĞRENME BİRİMİ	
1	D
2	A
3	A
4	B
5	C
6	C
7	B
8	A
9	D
10	D
11	E
12	D
13	E
14	A
15	A
16	E
17	D
18	E
19	A
20	E

3. ÖĞRENME BİRİMİ	
1	A
2	A
3	D
4	C
5	B
6	D
7	B
8	B
9	B
10	C

NOTLARIM: