

**ARAÇLARDA
HİDROLİK PNÖMATİK
SİSTEMLERİ DERSİ
ÖZET NOTU**

HAZIRLAYAN

MEHMET KÜÇÜKDAĞ

HİDROLİK PRENSİPLER MODÜLÜ DERS NOTLARI

Temel Tanımlar

Kütle

Bir cismi meydana getiren madde miktarına **kütle** denir. Kütle, ağırlığın bir sebebidir. Yer çekiminin kütleye olan etkisine de **ağırlık** denir. Mesela ağırlık yer çekimine göre değişen bir büyüklük olduğu hâlde kütle değişmez. Kütle birimleri gram, kilogram ve tondur

Kuvvet

Kuvvet bir cisim üzerine uygulanan çekme veya basma işlemidir. Kuvvet bir cismin hareket etmesine, durmasına, hızını veya yönünü değiştirmesine sebep olabilir.

Newton Kanunu'na göre kuvvet = kütle x ivme $\Rightarrow F=m.a$ 'dır.

Kütle “m” ile gösterilir ve birimi kg'dır.

Yer çekimi ivmesi “a” ile gösterilir ve birimi m/s^2 dir.

Metrik sistem standartlarına göre kuvvet birimi Newton (N) dur.

1 Newton 1 kg kütleye 1 saniyede 1 m/s^2 lik ivme verebilen kuvvettir.

$1 N = 1 kg.m/s^2$

Basınç

Maddenin üç hâlde bulunmasından dolayı üç farklı tanımı vardır:

Katıların basıncı: Katı cisimlerin üzerinde durdukları yüzeye, ağırlıklarından dolayı uyguladıkları kuvvete basınç denir. Katılar basıncı iletmezler.

Sıvıların basıncı: Sıvılar ağırlıklarından ötürü, içinde bulundukları kaba bir kuvvet uygular. Bu kuvvete basınç denir. Sıvıların basıncı içinde bulundukları kabın şekline bağlı değildir.

Gazların basıncı: Maddelerin gaz hâlinde bulunmasının nedeni, moleküllerinin her tarafa doğru hareket ediyor olmasıdır. Bu nedenle gazlar içinde bulundukları kabın çeperlerine çarpar. Bu çarpma sonucu yüzeye uygulanan etkiye basınç denir.

Alan

Basıncın uygulandığı alanı ifade eder. Kapalı kabın tabanı, basıncın oluşturulduğu piston yüzeyi veya basıncın uygulandığı piston yüzey olarak ifade edebiliriz.

İtme Kuvveti, Basınç ve Alan Arasındaki İlişkiler

Kapalı kap içindeki sıvıya, belirli bir kesit alanına sahip pistonun piston kolu yardımı ile itme kuvveti uygulandığında sıvının basıncı artar. İtme kuvveti arttıkça basınç artar, Piston kesit alanı arttıkça basınç azalır. Kapalı kap içine basınçlı bir akışkan gönderdiğimizde kaba bağlı olan piston kolundan elde edeceğimiz kuvvet piston alanına bağlı olarak değişir. Alan arttıkça kuvvet artar, alan azaldıkça kuvvet azalır.

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

P: İtme kuvveti sonucu kap içinde oluşan basınçkg/ cm²
F: Piston itme kuvveti.....kg
A: Piston kesit alanı.....cm²

HİDROLİK

Hidrolik akışkanların mekanik hareketlerini inceleyen bilim alanıdır.

Hidroliğin Uygulama Alanları

Deniz ve Havacılıkta

- Gemi güverte vinçlerinde
- Geminin yük doldurma ve boşaltma işlerinde
- Gemi yön kontrol sistemlerinde
- Uzay teleskoplarında
- Uçak yön kontrol sistemlerinde
- Uçakların iniş kalkış sistemlerinde

Endüstriyel Üretim Alanlarında

- İş tezgâhlarında
- Preslerde
- Enjeksiyon preslerinde
- Kaldırma araçlarında
- Ağır sanayi makinelerinde

Enerji Üretim Alanlarında

- Barajların kapaklarının açılıp kapatılmasında
- Türbinlerde
- Maden üretiminde
- Nükleer santrallerde
- Tarım makinelerinde
- İş makinelerinde
- Vinçlerde
- Demir ve çelik üretiminde
- Taşıtlarda

Hidrolik Sistemlerin Üstünlükleri

- Diğer sistemlere göre sessiz ve gürültüsüz çalışırlar.
- Hidrolik enerjinin elde edilmesi, denetimi ve kontrolü kolaydır.
- Uzaktan kontrol edilebilir.

- Bakımı, tamiri ve onarımı kolaydır.
- Küçük basınçlarla büyük güçler elde edilebilir.
- Sistem durdurulmadan yön değişimi sağlanabilir.
- Sistem çalışma sırasında kendi kendini yağlar.
- Parça ömrü uzun olduğundan ekonomiktir.
- Devre elemanlarının soğutulması sağlanmış olur.
- Sistem durmadan hız kontrolü yapılabilir.
- Otomatik kumanda sistemi ile tek merkezden kontrol edilebilir.
- Elektrikli ve elektronik kontrol sistemleri ile yeni makineler tasarlanabilir.
- Daha az yer kaplar.

Hidrolik Sistemlerin Olumsuz Yönleri

- Sıvıların yüksek ısılara ulaşması sonucu sızıntı yağ kaçakları miktarı artacağından verim düşer.
- Bağlantı ve rakorlarda yüksek basınçtan kaynaklanan kaçak ve sızıntı oluşabilir.
- Arıza durumunda yağ sarfiyatı olur ve atık yağlar doğaya zarar verir.
- Bazı elemanlar yüksek basınç ve ısılarda özelliklerini kaybedebilir.
- Isı ayarlayıcıların (eşanjör) devreye bağlanmaları gerekmektedir.
- Sistem montajı sırasında borularda fazla kıvrım verilirse verim düşer.
- Elemanlar iyi seçilmez, sistem iyi monte edilmez ise verimi düşer.

Hidrolik Sistemlerde Kullanılan Birimler

ADI	Sembol	Birim	
Basınç Kuvveti	F	N	kg
Yüzey (Alan)	A	m ²	cm ²
Basınç	P	N/m ²	kg/ cm ²

İş birimleri

İş = Kuvvet x Yol olduğundan iş birimleri de kuvvet birimleri ile yol (uzunluk) birimlerinin çarpımına eşittir.

$$1 \text{ joule (jul)} = 1 \text{ Nm} = 0,102 \text{ kgfm}$$

$$1 \text{ kgfm} = 10 \text{ joule}$$

Güç Birimleri

$$W = \text{Watt}$$

$$1 \text{ W} = 0,00135 \text{ HP}$$

$$1 \text{ HP} = 735,5 \text{ W}$$

$$1 \text{ HP} = 75 \text{ kgm/sn}$$

$$1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal}$$

Hacim Birimleri

$$1 \text{ Litre} = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3 \quad 1 \text{ Litre} = 0,264 \text{ Gal (Galon: İngiliz birim sisteminde bir hacim ölçüsü)}$$

$$1 \text{ Galon} = 3,785 \text{ l}$$

$$1 \text{ Galon} = 3785 \text{ cm}^3$$

1. Hidrostatik Prensipler

1.1. Prensip 1

Herhangi bir kapta bulunan sıvılar kabın tabanına basınç uygular. Sıvının kabın tabanına uyguladıkları basınç sıvının yüksekliğine ve yoğunluğuna bağlı olarak değişir.

$$P = \rho \times h \times g$$

P = Sıvının kabın tabanına yaptığı basınç (kg/cm^2)

h = Sıvı yüksekliği (m) ρ = Yoğunluk (kg/m^3) g = Yer çekimi ivmesi (m/sn^2) sabittir ve yaklaşık 9,81

Örnek: Bir hidrolik presin yağ deposu presin üst kısmındadır. Kullanılan hidrolik yağın özgül kütlesi $0,75 \text{ gr/cm}^3$ tür. Yağın üst seviyesi ile pompa girişi arasındaki yükseklik 100 cm olduğuna göre pompanın girişindeki statik basınç ne kadardır?

Verilenler:

$$\rho = 0,75 \text{ gr/cm}^3 = 750 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

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

İstenen:

$$P = ?$$

Çözüm:

$$P = h \times \rho \times g = 1 \times 750 \times 9,81$$

$$P = 7357,5 \text{ Pascal'dır.}$$

1.2. Prensip 2

Hidrostatik prensiplerden ikincisine **Pascal Kanunu da** denir.

Pascal Kanunu'na göre sıvı dolu bir kaba uygulanan kuvvet sonucu meydana gelen basınç, sıvı tarafından kabın bütün yüzeylerine aynen iletilir.

Örnek: Taban alanı 2 cm^2 olan bir şişe kapağına 10 kg 'lık bir kuvvet uygulanmaktadır. Şişenin tabanına etki eden basınç ne kadardır?

Verilenler

Şişe taban alanı (A) = 2 cm²

Uygulanan kuvvet (F) = 10 kg

Şişe tabanına etki eden basınç (P) = ?

Çözüm:

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{ise } P = \frac{10}{2} = 5 \text{ kg/cm}^2 \text{ dir.}$$

Hidrolik Sistemlerde Kuvvet İletimi

$P = P_1 = P_2$ 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 $V = V_1 = V_2$ olacak şekilde hacimler birbirine eşittir.

$$V_1 = A_1 \cdot S_1$$

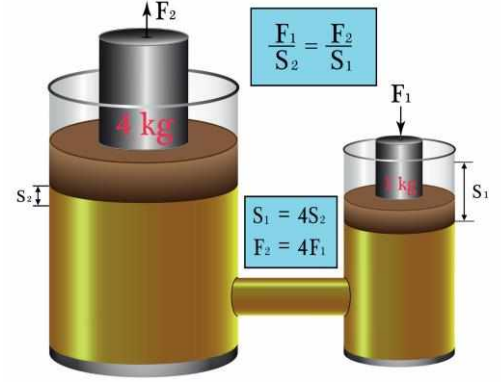
$$V_2 = A_2 \cdot S_2$$

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

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

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

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



Hidrolik Basınç Yükseltme

Kesit ölçüleri farklı iki piston kullanarak akışkanların basıncını artırma işlemine “hidrolik basınç yükseltme” adı verilir.

$$F_1 = F_2 \text{ olduğundan} \quad F_1 = P_1 \times A_1, \quad F_2 = P_2 \times A_2 \text{ buradan} \quad P_1 \times A_1 = P_2 \times A_2$$

ÖRNEK: Bir hidrolik basınç yükselticide itme pistonuna uygulanan basınç 8 bar’dır. Küçük pistonun alanı 16 cm² ve büyük pistonun alanı ise 25 cm²’ dir. Buna göre:

a) Büyük ve küçük pistona etki eden kuvvetleri,

b) Küçük pistonun oluşturduğu basıncı bulunuz.

Verilenler:

$$P_1 = 8 \text{ bar} = 800 \text{ kPa} = 800\,000 \text{ Pa}$$

$$A_1 = 25 \text{ cm}^2 = 0,0025 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 16 \text{ cm}^2 = 0,0016 \text{ m}^2$$

$$\text{a) } F_1 = P_1 \times A_1 = 800\,000 \times 0,0025 = 2000 \text{ N}$$

$$F_1 = F_2 = 2000 \text{ N}$$

$$\text{b) } P_2 = \frac{F_2}{A_2} = \frac{2000}{0,0016} = 1\,250\,000 \text{ Pa} = 12,5 \text{ bar}$$

İstenilenler

$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

$$P_2 = ?$$

Örnek: Bir iş makinesinde kullanılan hidrolik basınç yükselticinin kesit alanı 80 cm² olan birinci pistonuna 10 kg/cm² basınç uygulanmaktadır, ikinci pistonun kesit alanı 20 cm² olduğuna göre ikinci pistonda ne kadarlık basınç meydana gelir?

Verilenler:

$$P_1 = 10 \text{ kg/cm}^2 \quad A_1 = 80 \text{ cm}^2 \quad A_2 = 20 \text{ cm}^2$$

İstenenler:

Çözüm:

$$P_2 = ?$$

$$P_1 \times A_1 = P_2 \times A_2$$

$$10 \times 80 = P_2 \times 20 \quad P_2 = 40 \text{ kg/cm}^2$$

Süreklilik Denklemi

Debi

Belirli bir kesitten birim zamanda (1 dakikada, 1 saniyede vb.) geçen akışkan miktarına **debi** denir.

Süreklilik Denklemi

Farklı kesitlerden oluşan bir boru içinden akan akışkanın debisi, borunun her noktasında aynı değerdedir. Debinin sabit kaldığını düşünürsek küçük kesitlerde büyük kesitlere oranla daha hızlı akar.

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \text{ (süreklilik denklemi)}$$

Örnek Problem

Hidrolik devrede bulunan bir borunun kesit alanı 0,2 cm² ve kesitten akan sıvının hızı 4 m/sn.² bir darbe sonucu boru çap daralarak 0,008 cm² ye düşmekte ve akışkan hızı da 100 m/sn. çıkmaktadır. Borudan geçen akışkanın debisini hesaplayınız.

$$Q = A \times V$$

$$Q_1 = A_1 \times V_1 = (0,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2) \cdot 4 \text{ m/sn.} = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sn.}$$

2. Bernoulli Prensibi

Bir borudan sürekli akan akışkanın toplam enerjisi akım çizgisi boyunca her noktada aynıdır. Bu prensibe “Enerjinin Korunumu Prensibi” ve bu prensibe göre elde edilen denklemde bulunan kişinin ismi **“Bernoulli Denklemi”** denilmiştir.

Q = Debi

v = Akışkanın hacim

A = Borunun kesit alanı

S = Akışkanın aldığı yol

V = hız

t = zaman

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \text{ (süreklilik denklemi)}$$

Örnek 1: Çapı 3 cm olan borudan geçen hidrolik akışkanın ortalama hızı 3 m/s dir. Aynı sistem içinde akışkan 6 cm' lik boru çapından geçerken hızı ne olur?

Verilenler:

$$d_1 = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$

$$D_2 = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$$

$$V_1 = 3 \text{ m/s}$$

İstenilenler:

$$V_2 = ?$$

Çözüm:

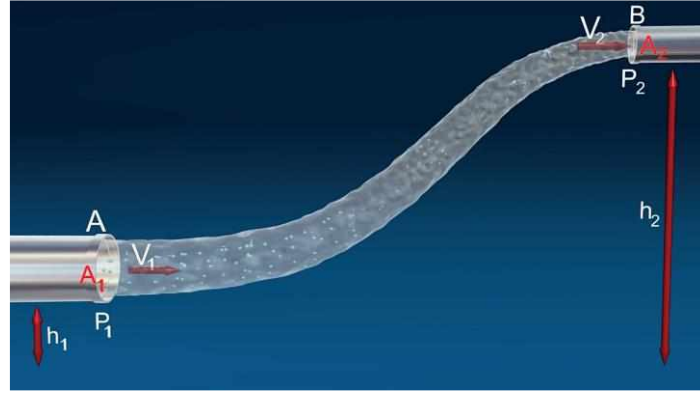
$$A_1 = \frac{\pi \times d_1^2}{4} = 0,785 \times 0,03^2 = 0,000706 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \times d_2^2}{4} = 0,785 \times 0,06^2 = 0,002826 \text{ m}^2$$

$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$ formülü esas alınarak eşitlik şu şekilde sağlanır:

$$V_2 = \frac{A_1 \times V_1}{A_2} = \frac{0,000706 \times 3}{0,002826} = 0,75 \text{ m / sn} \text{ olarak bulunur.}$$

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



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

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)

HİDROLİK YAĞLAR

Hidrolik devrelerde kullanılan sıvılardır. Hidrolik sistemlerde verimin alınabilmesi ve çalışan elemanların ekonomik ömrünün uzun olması için hidrolik yağlar kullanılır.

ISO 6071 'e ve SAE (Amerikan Mühendisler Birliği) standardına göre üretilen yağlar kış ve yaz mevsimlerine göre sınıflandırılırlar. Kış şartlarına göre; W10, W20, W30 gibi isimler alırlar. Bu rakamlar viskoziteyi ifade eder. W 10 düşük, W 40 yüksek viskozite anlamına gelir. Bu rakamlar yükseldikçe yağlar katılaşır, akıcılığı güçleşir. Hidrolik devreler için W10 - W20 numaralı yağlar, en iyi verimle çalışan yağlardır.

Hidrolik Yağın Görevleri

- » Hidrolik basınç enerjisini iletme
- » Hidrolik sistem parçalarını yağlamak
- » Sistemin ısını alarak soğutmasını sağlamak
- » Metal parçaları paslanmadan korumak
- » Basınç değişimlerinden kaynaklı titreşimleri sönümlemek
- » Kumanda sinyali göndermek
- » Aşınmalardan dolayı kopan parçacıkları sistemden uzaklaştırmak

Yağların Karakteristik Özellikleri

1. Viskozite

Akışkanların akmaya karşı göstermiş olduğu dirence **viskozite** denir. Isı yükseldikçe viskozitesi azalır. Soğuk havalarda hidrolik sistem yağlarının viskozitesi artar. Yağın viskozitesinin sıcaklığa bağlı olarak değişmesine **viskozite indeksi** denir. Yağların viskozitesi, **viskozitemetre** ile ölçülür.

2. Yağlama Yeteneği

Hidrolik devreler için iyi bir yağ, çalışan parçaları yağlamalıdır. Yağlama yeteneğinin iyi olması hareket eden parçalar arasında yağ filmi tabakası oluşturulmasıdır.

3. Film Dayanımı

Yağın çalışan parçalara yapışma ve katman oluşturma özelliğidir. Yağların film dayanımının iyi olması, çabuk yırtılmadan basınç sıcaklık ve zorlamalara dayanabilmesi demektir.

4. Köpüklenme

Hidrolik devrelerde yağın içine hava karışmasıyla meydana gelen ve kesinlikle istenmeyen bir durumdur. Yağın ısınmasına, çok gürültü oluşmasına ve basıncın düşmesine neden olur.

5. Polimerleşme

Hidrolik devrelerde, yüksek basınç ve ısıda yağ özelliğini korumalı ve moleküllerine ayrılmamalıdır. Yağ bu olumsuz şartlarda bozulmuyor ve moleküllerine ayrışmıyorsa polimerleşme özelliği iyidir.

6. Oksidasyon

Yağın bileşenlerinin oksijenle kimyasal tepkimeye girerek bazıları erimeyen türden kimyasal bileşikler oluşturması olayıdır. Oksidasyon sonucu oluşan çamur veya sakız yapısındaki bileşikler yapışkanlığı artırır, ayrıca pompa ve valflerdeki küçük delikleri tıkayarak kesikli çalışmaya neden olur.

7. Akma Noktası

Hidrolik devre yağlarının akıcılık özelliğini kaybedip katılaşmaya başladığı ısıya "akma noktası" denir. Hidrolik devrelerde yağın çalışma sıcaklığı -50°C ila $+100^{\circ}\text{C}$ arasındadır. Bu nedenlerle devrelerde soğutucu ve ısıtıcılar bulunmalıdır.

8. Isıl Genleşme

Hidrolik devrelerde yağın ısısının artması ile yağda ısıl genleşmeler meydana gelir. Isıl genleşme neticesinde yağın hacmi artar. Hacmi artan yağ, sistemde sıkışma oluşmasına neden olur.

9. Alev Alma Noktası

Yağların toz hâlinde püskürtüldüğü zaman yanmaya başladığı sıcaklık derecesidir. Hidrolik sistem yağları 160°C - 200°C arasındaki ısılarda toz hâlinde püskürtüldükleri zaman yanmaya başlar.

Hidrolik Yağ Çeşitleri

a) 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 katkılar 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 (HVLDPD) Hidrolik Yağlar: Viskozite indeksi yüksek HM yağlardır. Yüksek sıcaklıkta çalışan, hareketli ve aşınmaya dayanımın önemli olduğu yerlerde kullanılır.

b) Ateşe Dayanıklı Yağlar

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

Su İçeren Hidrolik Sıvılar

Su ve çözünür yağlardan oluşur. Düşük viskoziteli hidrolik sıvıların istendiği sistemlerde kullanılır.

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

HFDU Hidrolik Sıvılar

Organik esterler ya da sentetik hammaddeler 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.

HİDROLİK DEVRELERDE KULLANILAN SEMBOLLER

Hidrolik Devre Hatlarının Sembolleri

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

Hidrolik Devre Yardımcı Elemanları Sembolleri

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

Hidrolik Devre Elemanları Sembolleri

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 açılabilir 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

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	iki yönlü akış bölücü valf	2 yollu 2 konumlu yön denetim valfi	3 yollu 2 konumlu yön denetim valfi
4 yollu 2 konumlu yön denetim valfi	4 yollu 3 konumlu yön denetim valfi	6 yollu 3 konumlu yön denetim valfi	6 yollu 4 konumlu yön denetim valfi
El ile kumandalı	Pedal ile kumandalı	Düğme ile kumandalı	Pim ile kumandalı
Makara ile kumandalı	Selenoid kumandalı	Elektrik ve hidrolik kumandalı	Hidrolik kumandalı
Pnömatik kumandalı	Elektro hidrolik kumandalı	Elektro pnömatik kumandalı	Hidrolik basıncın düşürülmesi ile tahrikli
Pnömatik basıncın düşürülmesi ile tahrikli			

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 Silindirler: 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.

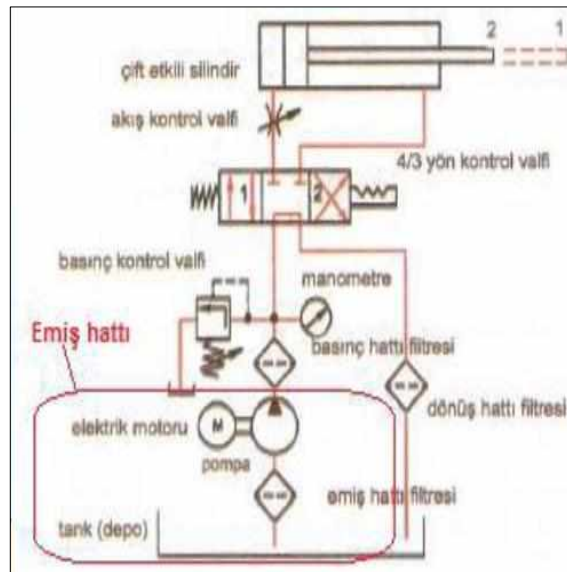
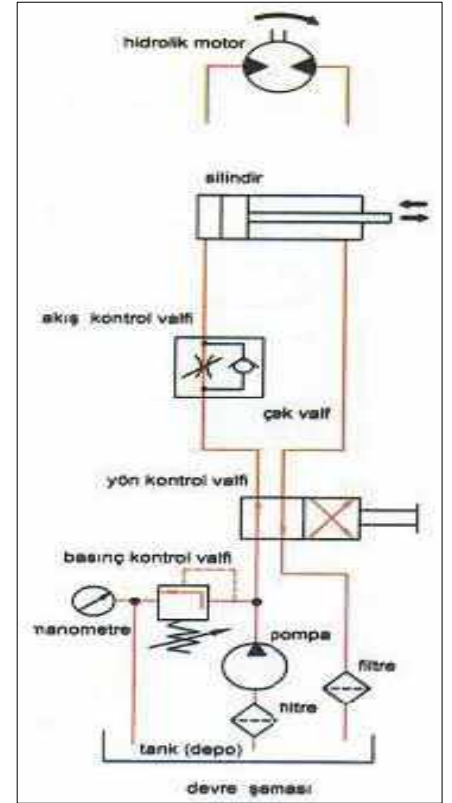
Hidrolik Akümülatörler: Hidrolik sistemlerdeki hidrolik enerjiyi depolayıp ihtiyaç durumunda bunu sisteme geri veren devre elemanlarıdır.

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.

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

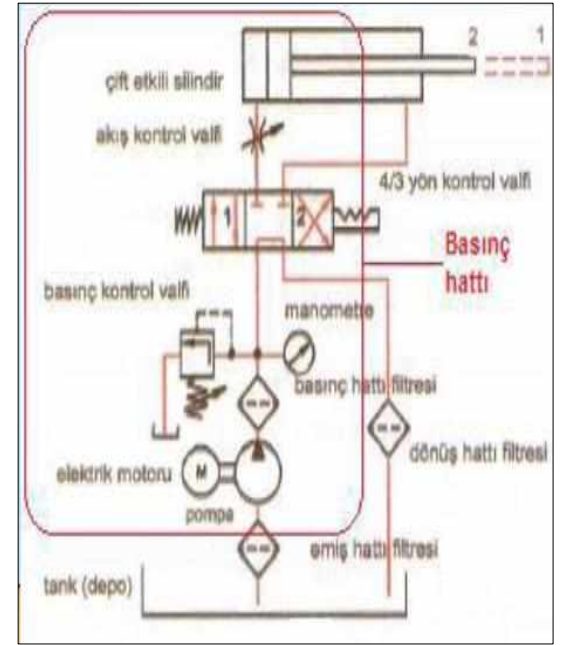


1. Emiş Hattı

Hidrolik sistemde yağ deposu ile hidrolik pompa arasındaki hidrolik hatta denir. Emiş hattı üzerinde emiş filtresi ve yağ ısıtıcısı bulunur.

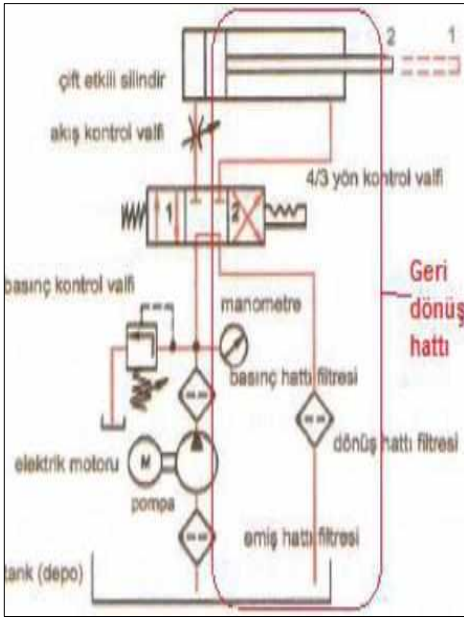
2. Basınç Hattı

Hidrolik pompa ile alıcı (silindir/motor) arasındaki hatta denir. Bu hat üzerinde emniyet valfi, yön kontrol valfi, akış kontrol valfi, çek valf, manometre gibi bulunur.



3. Geri Dönüş Hattı

Hidrolik pompadan çıkan akışkanın alıcıda iş yaptıktan sonra veya diğer hidrolik devre elemanlarından çıkan örneğin emniyet valfinden depoya dönmesini sağlayan hatta denir. Bu hat üzerinde geri dönüş filtresi ve soğutucu bulunmaktadır.

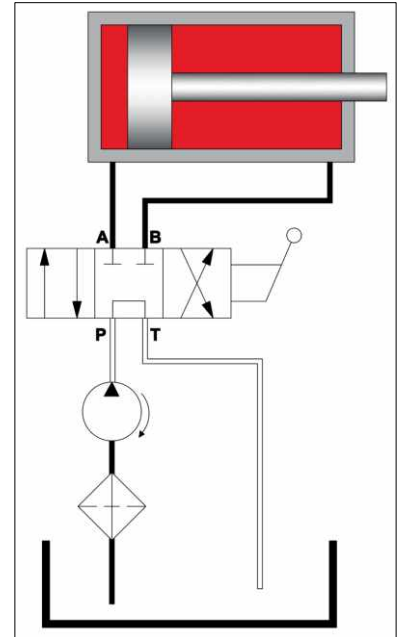


4. Nötr Hat

Hidrolik pompanın ürettiği basıncın alıcıya gitmeden yön kontrol valfinden depoya geri döndüğü hattır.

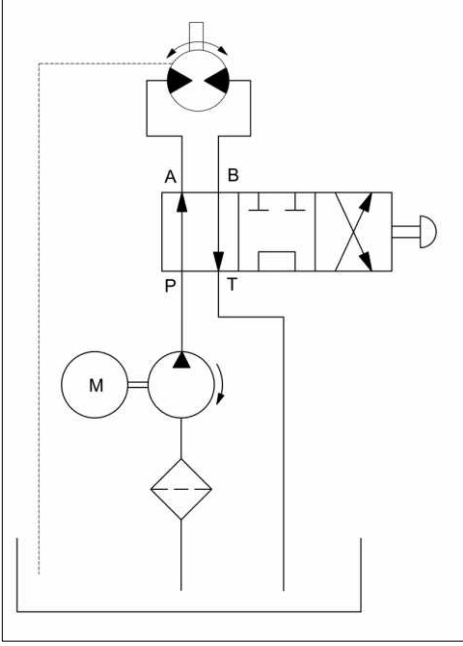
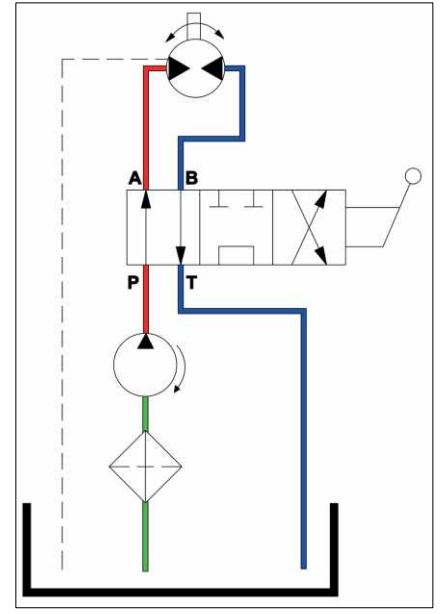
5. Pilot Hat

Basınç hattı üzerinde bulunan valflerin yüksek basınç ile kontrolü sağlanamadığı durumlarda valfleri çalıştıran hidrolik hattır. Yüksek basınca kumanda eden yön kontrol valflerine düşük bir pilot basıncı ile elektrohidrolik olarak kumanda edildiği hattır.



6. Sızıntı Hatları

Hidrolik devre elemanları üzerinde akışkanın iş yaptıktan sonra elemanın parçaları arasında sızıntı yoluyla oluşan yağın depoya döndüğü hattır. Sızıntı hattındaki akışkan miktarının normalden çok olması hidrolik devre elemanlarının aşırı miktarları hakkında ipucu verir. Sızıntı hattı basıncı çok düşük ve diğer hatlara oranla daha küçük çaplı bağlantı elemanları kullanılır.



Hidrolik Devre Çeşitleri

1. Açık Hidrolik Devreler:

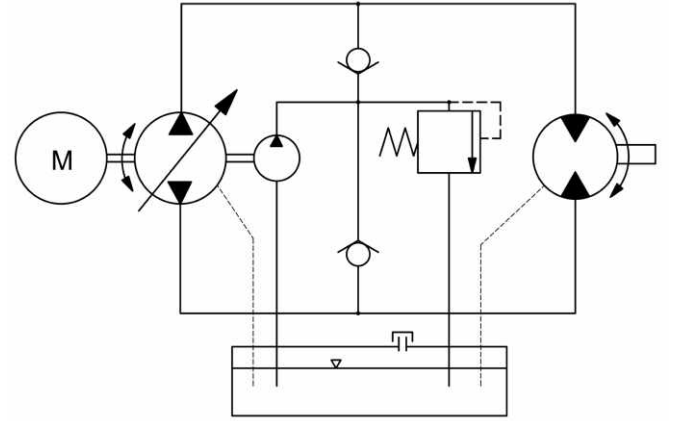
Hidrolik silindirlere çıkan sıvı doğrudan depoya döner ya da 2. bir silindiri çalıştırmak üzere yola devam ederse böyle devrelere **açık hidrolik devreler** denilir. Akışkanın depoya dönmesi sırasında ısı artar. Devre sürekli açık olduğu için ısı artan sıvının soğutulmasına yardımcı olur. Sistem çalışmasa bile devre sürekli açık kalır.

2. Kapalı Hidrolik Devreler

Bir hidrolik sistemde pompanın alıcılara (silindir-hidrolik motor) gönderdiği basınçlı akışkan alıcıdan çıktıktan sonra sıvının tamamı ya da bir bölümü tekrar pompaya girip oradan tekrar alıcılara dönerek çalışan devrelere denir.

Hidrolik motorların çalıştırılmasında başarılıdır.

Silindirden çıkan sıvı tekrar depoya dönmediği için yağ gereksinimi düşüktür. Açık sisteme göre daha küçük bir depo sistem için yeterli olur.



3. Yarı Kapalı Hidrolik Devreler

Hidrolik silindirlere dönen sıvının bir bölümü depoya dönerken diğer bir bölümü de tekrar silindirlere gönderiliyorsa buna **yarı kapalı hidrolik devre** denir.

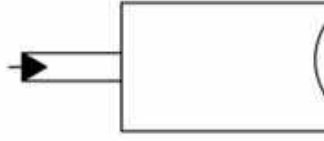
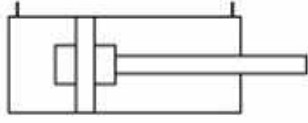
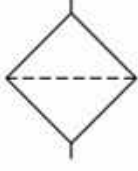
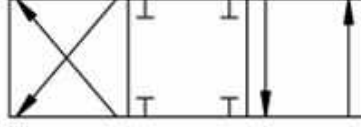
Açık ve Kapalı Devrelerin Karşılaştırılması

- Açık devrelerin deposu büyük, kapalı devrelerinki küçüktür. Bundan ötürü kapalı devreler taşıtlarda başarı ile uygulanır.
- Açık devrelerde yağın depoya dönmesi ile sıvının temizlenmesi, dinlenmesi ve soğutulması sağlanır. Kapalı devrelerde hidrolik sıvısı depoya dönüş yapmaz.
- Açık devrelerde iletilen kuvvet büyüktür. Kapalı devrelerde iletilen kuvvet daha küçüktür.
- Açık devrelerde kontrol basınç hattından, kapalı devrelerde ise dönüş hattından alınan sinyallerle sağlanır.
- Açık devrelerde ilk çalışma anında sisteme hava girer. Kapalı devrelerde bu durum 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 filtresinden 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.
- * Hidrolik devrelerin çiziminde teknik resim kurallarına uyulmalıdır.

Uygulama-2: Aşağıda görselleri verilen hidrolik devre elemanlarının isimlerini yazınız?



Çabuk bağlantı elemanı

Kapalı merkezli 4 yollu 3 konum-
lu yön denetim valfi

Filtre

Yaylı çek valf

Çift yönde yastıklı silindir

Hidrolik kumanda

Uygulama-3: Aşağıda adı verilen hidrolik devre elemanlarının sembollerini çiziniz?

a) Sabit debili çift yönlü hidrolik motor

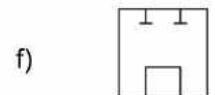
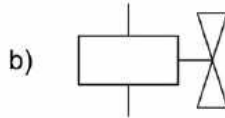
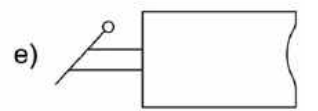
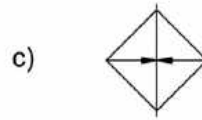
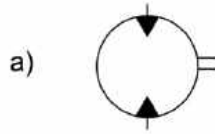
b) Selenoid valf

c) Hidrolik yağ ısıtıcısı

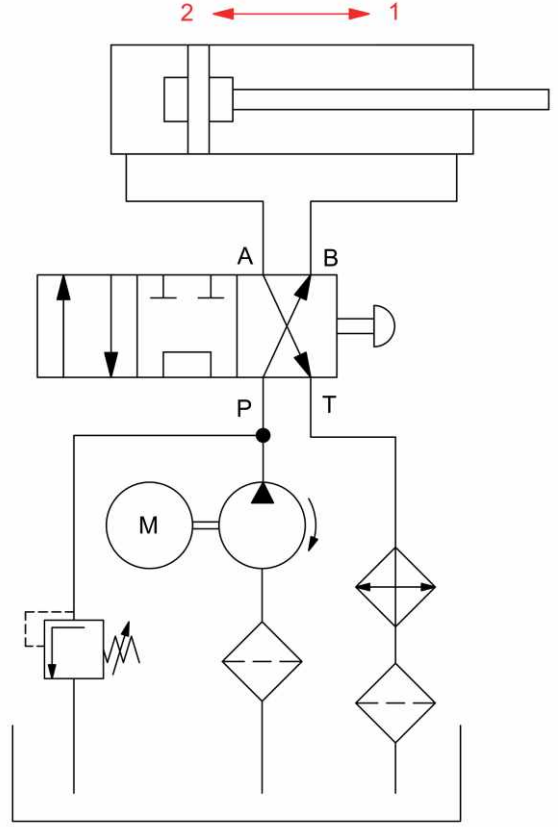
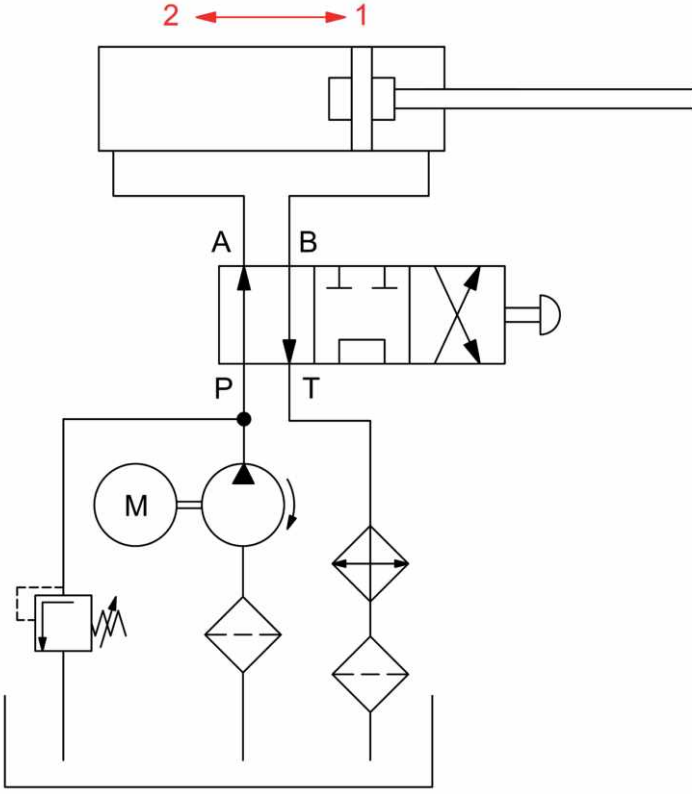
d) Çift etkili hidrolik silindir

e) El ile kumanda

f) Açık merkez



Uygulama-4: Aşağıdaki hidrolik devrenin yön kontrol valfi konumunu, silindir pistonu 2 yönünde hareket edecek şekilde değiştirerek devreyi yeniden çiziniz?



ÇALIŞMA SORULARI

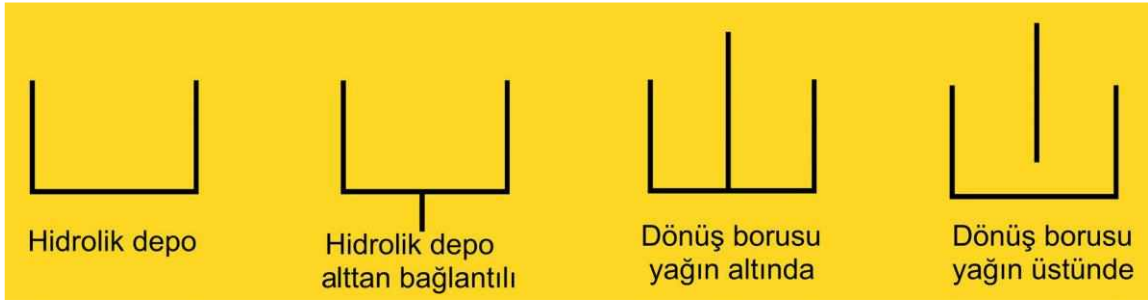
1. Hidrolik ne demektir? Açıklayınız.
2. Hidroliğin endüstrideki önemini açıklayınız?
3. Kütle, Kuvvet, Basınç ve Alan ne demektir?
4. Hidrolik sistemlerin kullanım alanlarından 5 tane yazınız?
5. Hidrolik sistemlerin avantajları nelerdir?
6. Hidrolik sistemlerin dezavantajları nelerdir?
7. Hidrolik sistemlerde kullanılan birimler nelerdir?
8. Pascal Kanunu ne demektir? Açıklayınız.

9. Hidrolik basınç yükseltici ne demektir?
10. Bernoulli prensibini açıklayınız?
11. Debi ne demektir?
12. Hidrolik yağların görevleri nelerdir?
13. Hidrolik yağlarda aranılan özellikler nelerdir?
14. Viskozite, Köpüklenme ve Polimerleşme ne demektir?
15. Hidrolik yağ çeşitleri nelerdir?
16. Madeni yağlar hakkında bilgi veriniz?
17. Ateşe dayanıklı yağlar hakkında bilgi veriniz?
18. Hidrolik devre ne demektir?
19. Hidrolik devrelerin ana kısımları nelerdir?
20. Hidrolik devre hatları nelerdir?
21. Emiş Hattı ve Basınç Hattı hakkında bilgi veriniz?
22. Hidrolik devre çeşitleri nelerdir?
23. Açık devre ile Kapalı devreyi karşılaştırınız?
24. Hidrolik devre çiziminde dikkat edilecek hususlar nelerdir?

YAĞ DEPOSU

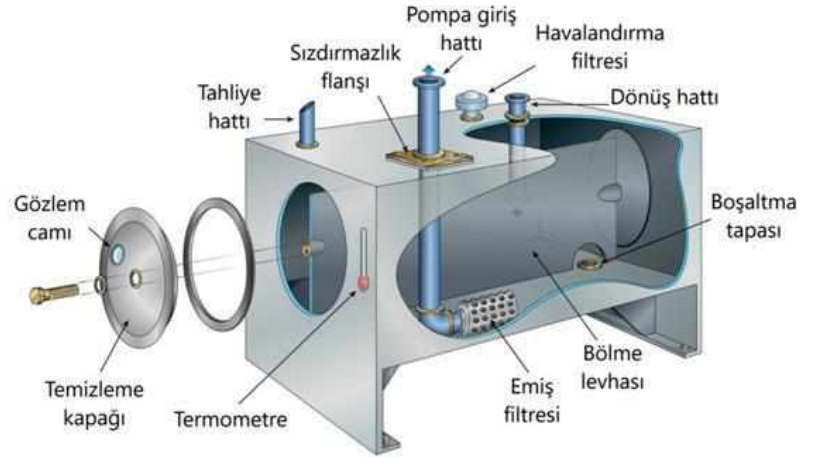
Yağ Tanklarının Görevi ve Sembolü

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.



Yağ deposunun içinde emiş hattında basılan ve geriye dönen yağın ayrılmasını sağlayan bir perde ile emiş filtresi ve emiş borusu bulunur.

Yağ deposu, emiş hattından basılan yağ geriye dönüşte ısındığından bu ısıyı dışarı atar. Sistemden geçen toz, pislik, tortu gibi maddeler dönüş filtreleri vasıtası ile temizlenir. Yağ deposunun ölçüsünün, hidrolik sistemde dolaşan yağın debisinin 3 - 5 kat fazlası oranında olması gerekmektedir.



Hidrolik sistemlerin yağ deposu 1,5 - 3 mm kalınlığında asit türü bileşiklere ve korozyona dayanımlı çelik saclardan yapılmalıdır. Deponun tabanı yağın kolay boşalmasını sağlamak için eğimli olmalıdır. Emiş ve dönüş boruları depo tabanından boru çapının 22,5 katı kadar yukarıda monte edilmelidir.

Ara perde, sistemden dönen yağ ile emiş borusu arasında plaka biçiminde yerleştirilen delikli bir sac malzemeden imal edilmiştir. Emiş ve dönüş boruları arasında türbülansı önleyerek yağın hızını azaltır.

Filtre ise sistemden dönen yağın içindeki pislik, talaş, tortu vb. malzemeleri süzerek emiş hattından, sisteme temiz yağ gönderilmesini sağlar.

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.
- » 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.

Yağ Isıtıcıları:

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

Hidrolik sistemler genellikle -50°C ile $+80^{\circ}\text{C}$ arasındaki sıcaklıklarda çalışabilir. Özellikle kış aylarında ortam sıcaklığının düşmesi hidrolik depodaki yağın sıcaklığının düşmesine neden olur. Yağ sıcaklığının sıfır derecenin altına düşmesi yağın akıcılığını azaltıp viskozitesinin artmasına neden olur. Verim düşer, sistem çalışmaz. Bunun önüne geçebilmek için hidrolik yağ ısıtıcıları kullanılır.



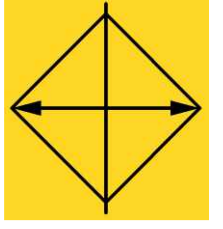
Şekilde örneği görülen yağ ısıtıcıları elektrik devresi hareket alırlar. Rezistans ile ısıtma sağlanır ve sıcaklık ayarı yapılabilir. Yağ ısıtıcıları -50°C ile 80°C arasındaki sıcaklıklarda çalışabilecek kabiliyete sahiptir.

Yağ ısıtıcıları emiş hattına pompadan önce depo üzerine, uç kısmı depo içinde kalacak şekilde monte edilir.

Yağ Soğutucuları:

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

Soğuk ortamların tersine çok sıcak ortamlarda çalışan hidrolik devrelerde akışkanın sıcaklığı yükselir. Yağın viskozitesi düşer, akıcılık oranı artar. Bundan dolayı sürtünen, beraber çalışan parçalar arasında yağ filmi tabakası azalır. Hatta yağ kaçaqları ve sızıntılar olabilir. Sürekli olan yağ kaçaqları, sistemde yağın azalmasına ve verimin düşmesine neden olur



Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için yağ soğutucuları kullanılır. Soğutucuların montajı depodaki dönüş borusu üzerine yapılır. Sistemde dolaşan yağ böylece soğutulmuş olur.

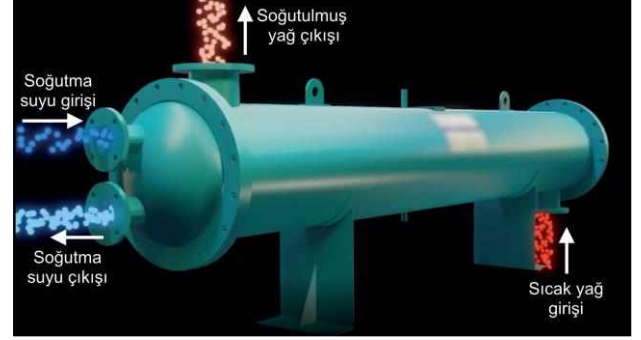
İki çeşit soğutucu vardır:

□ Hava soğutmalı ısı soğutucu

Hava ile çalışan soğutucular vantilatör biçiminde olup içerisinden geçen akışkana hava üfleyerek soğumasını sağlar. Hava ile soğutmalı sistemler elektrikli fan yardımıyla soğutma işlemini gerçekleştirir.

□ Su soğutmalı ısı soğutucu

Soğutucu düzeninin içinde akışkan yan yana sıralanmış çok sayıda boru içinden geçerken boruların dış yüzeylerinde soğuk suyun dolaşması sağlanır. Böylece akışkanın soğuması sağlanmış olur. Hidrolik sistemlerde su ile çalışan soğutucular yaygın olarak kullanılır.



Depo Üzerinde Bulunması Gereken Diğer Avadanlıklar

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

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

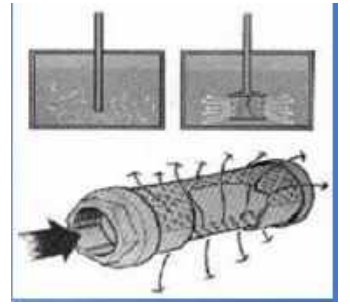
Havalandırma Filtresi: Hidrolik sistemde, tankın içindeki yağ miktarı çalışma koşullarına göre değişkenlik gösterdiği için tankın içinde oluşabilecek vakum veya yüksek basıncın giderilmesi gerekir. Bu basınç farklarının dengelenmesi için de depo havalandırma kanalı kullanılmaktadır.

Bu kanaldan giren havanın içindeki kir ve tozu tutmak amacıyla havalandırma filtresi kullanılmaktadır.

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.



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.

HİDROLİK FİLTRELER

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

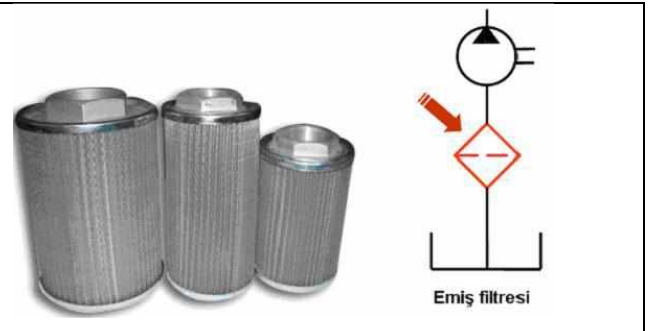
Filtreler sistemin temizliğini ve sorunsuz çalışmasını sağlar.

Filtreler tıkanıldığında emiş gücü ve basıncı düşer. Filtrelerin süzme işlemindeki parçacık büyüklüğü mikron (μm) ile yani metrenin milyonda biri ile ölçülmektedir. Hidrolik filtreler en küçük $5\mu\text{m}$ büyüklüğündeki parçacıkları tutar.



Filtre Çeşitleri

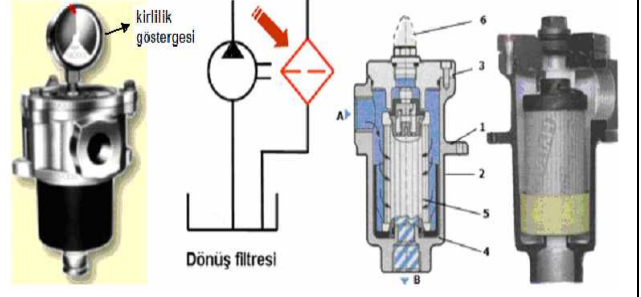
1. Emiş Hattı Filtreleri: Yağ deposunun içine yerleştirilen filtre depodan çekilen akışkanın temiz bir şekilde sisteme gönderilmesini sağlar. Soğuk havalarda akışkanın viskozitesinin artacağı göz önüne alınarak büyük ebatlı filtre kullanılmalıdır.



2. Basınç Hattı Filtresi: Hidrolik devrede pompadan hemen sonra 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.



3. 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.



Akışkanların Kirlenme ve Özelliğini Kaybetme Nedenleri

□Montaj Sırasında Oluşan Kirlenme

Devrenin kurulum aşamasında, metal parçacıklar ve gözle göremeyeceğimiz diğer kirlenmeler 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 Şartlarından Oluşan Kirlenme

Hidrolik sistemlerin en büyük problemlerinden biri tozdur. Tozlu ortamda çalışan makinelerin yağları, toza maruz olarak 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 Sonunda Oluşan Kirlenme

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

Hidrolik Filtrelerin Seçiminde Dikkat Edilecek Noktalar

- » 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.

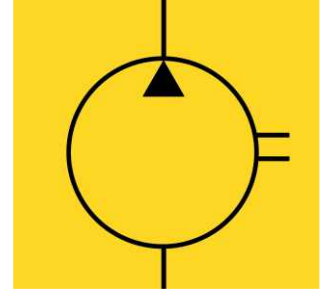
Hidrolik Sistemde Kullanılan Filtre Donanımları

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.

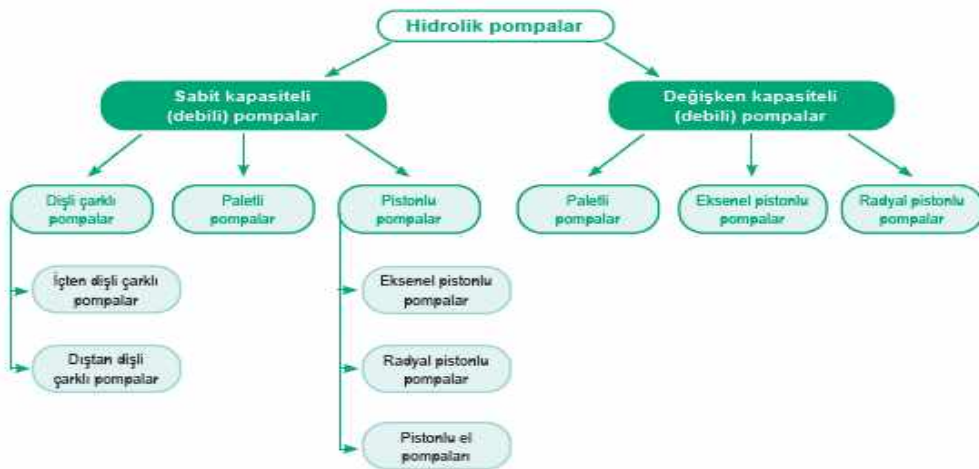
Derin Filtreler: Birden fazla katmandan oluşan derin filtreler, akışkan içindeki çok küçük parçacıkları süzebilecek kabiliyete sahiptir. Bu tip filtreler, pompadan sonra ve temizlik konusunda yüksek hassasiyet isteyen hidrolik devre elemanlarından önce kullanılır. Derin filtreler; cam elyafı, selülozik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

HİDROLİK POMPALAR

Hidrolik pompalar; dizel motorundan, güç aktarma organından veya elektrik motorundan aldığı hareketle depodaki yağı emerek belirli bir basınçta ve debide hidrolik sisteme gönderen hidrolik devre elemanlarıdır. Diğer bir ifade ile mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çeviren hidrolik devre elemanlarıdır.



HİDROLİK POMPA ÇEŞİTLERİ



Sabit Debili Pompalar

Depodan çektiği akışkanı sabit bir debi ile hidrolik devreye gönderen pompalardır. Bu tip pompalar sabit debili oldukları için farklı çalışma şartlarından dolayı sistemin daha fazla debiye ihtiyacı olsa bile, pompa daha yüksek debide akışkan pompalayamaz.

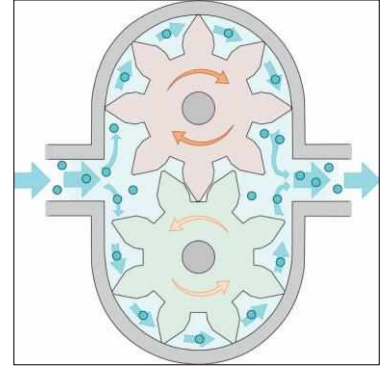
Değişken Debili Pompalar

Bu tür pompalar, depodan çektikleri akışkanı sistemin ihtiyacına göre farklı debilerde pompalayabilecek kabiliyete sahiptir.

Dişli Çarklı Pompalar:

Birbirleriyle beraber çalışan iki düz veya helisel dişli çarktan ibaret olup yapıları basittir. Aldıkları hareketle depodan emdiği yağı dişlilerin dişleri arasından geçirerek büyük bir basınç ve debiye dönüştürme prensibi ile çalışır.

Dişli çarklar ok yönünde dönerek giriş kısmında boşluk (vakum) meydana getirir. Hidrolik akışkan depodaki atmosfer basıncının etkisiyle diş boşluklarına dolar ve çıkış kısmından basınçlı olarak basınç hattına gönderir.



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.
- ☐ 1400 - 2800 dev/dak ile çalışabilirler.
- ☐ 30 - 250 bar çalışma basıncında çalışır.

Dişli Çarklı Pompaların Çeşitleri

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.

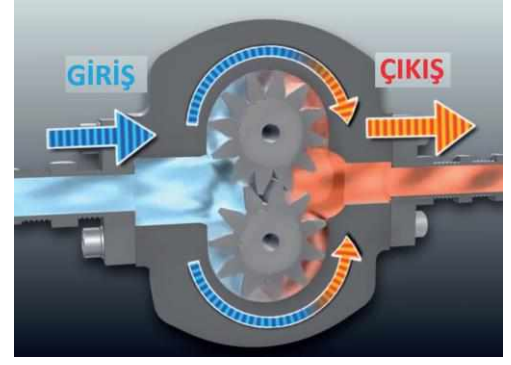


□ Dıştan Dişli Çarklı Pompalar

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.



□ 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 kanatçıkları arasında alınan yağ depodan emilerek basınç hattı üzerinden sisteme gönderilir.



Paletli Pompaların Özellikleri

- Çalışma basınçları 160 bar ve debileri 180 - 450 l/dk.dır.
- Devirleri 1000 - 3000 devir/dk.dır.
- Boyutları küçüktür.
- Gürültüsüz ve titreşimsiz çalışma özellikleri vardır.
- Sürtünmeden dolayı kayıplar fazladır.
- Bakım ve montaj işçilikleri fazladır.
- Pompa iç yapısından dolayı kaçaklar fazladır.

Pistonlu Pompalar

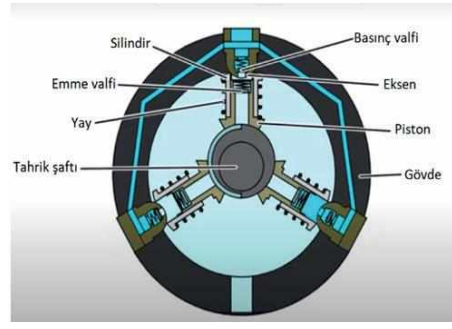
Silindir içinde hareket eden pistonlar yardımıyla yağ depodan emilerek basınç hattına gönderilir.

Emme basma işlemi pistonun illeri geri hareketi ile sağlanır. En önemli özellikleri, yüksek basınç oluşturabilmesi ve yüksek verime sahip olmasıdır.



Pistonlu pompaların üç çeşidi vardır:

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



Pompaların Çalışma Prensibi:

Pompalar, elektrik motorundan aldıkları mekanik enerji ile çalışırlar. Elektrik motorunun dönmesi ile dişleri arasına aldıkları akışkanı basınç yaparak sisteme gönderirler. Burada meydana gelen basınç, hacimsel büyüme veya hacimsel küçülme esasına dayanır. Akışkanın depodan emilmesi hacimsel büyüme, sisteme basınçla gönderilmesi sonucu hacimsel küçülme olduğundan, basınç meydana gelir.

Akışkanın sisteme basınçla gönderilmesi sırasında boru çaplarının büyük veya küçük olması basınca etki eder. Boru çapları küçüldükçe basınç artar.

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.

Pompalarda Debinin Tanımı ve Hesaplanması

Hidrolik sistemde pompanın birim zamanda sisteme göndermiş olduğu akışkan miktarına debi denir.

Hidrolikte debi birimi olarak $\text{cm}^3/\text{dk.}$, $\text{dm}^3/\text{dk.}$ veya $\text{litre}/\text{dk.}$ kullanılır.

Dişli Çarklı Pompalarda Debi Hesaplanması

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

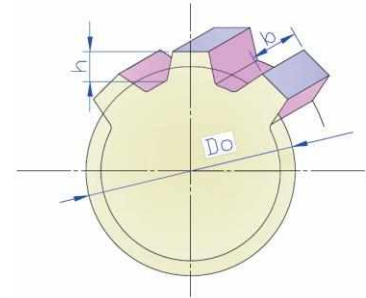
Q = Dişli çarklı pompanın debisi (cm^3/s)

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.

Hidrolik Pompaların Karşılaştırılması

Verimleri yönünden pompaları mukayese edersek pistonlu pompalar en yüksek, dişli pompalar en düşük verime sahiptir. Kanatlı pompalar bu ikisinin arasındadır.

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

Pompalarda Verimin Bulunması

Pompaların verimli çalışması için üretici firmaların önerilerine uyulmalıdır. Genel olarak pompaların verimleri % 70 - 98 civarındadır.

Pompalar çalışma esnasında birbiri üzerinden kayarak veya sürtünerek çalıştıkları için sürtünme verim kaybına neden olur. Bu yüzden motorlardan elde edilen gücün bir kısmı kaybolur.

$$\begin{aligned} \text{Elektrik motorunun gücü } G_1 &= \frac{Q \cdot P}{600 \cdot \eta} \text{ kw} & P &= \frac{450 \cdot \eta}{Q} \text{ bar} \\ \text{Pompanın debisi } Q &= \frac{V \cdot n \cdot \eta}{1000} \text{ lt/dk.} \\ \text{Pompanın devir sayısı } n &= \frac{Q \cdot 1000}{V \cdot \eta} & \eta &= \frac{G}{G_1} & G &= Q \cdot P \text{ değerleri ile} \\ \text{hesaplanır. Bu formülde;} & & & & & \\ \eta &= \% \text{ olarak verim} \end{aligned}$$

G = Pompaya etki eden güç (kW) (kilowatt) **G₁** = Elektrik motorunun gücü (kW)

Q = Pompanın debisi (cm³/dk.) **P** = Pompanın çalışma basıncı (Newton/cm²= N/cm²)

V=Pompadan belirli bir devirde geçen akışkan miktarı(cm³/devir) **n**= Pompa devir sayısı (devir/dk.)

Pompa Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- » Pompa, kullanılacağı sisteme uygun olmalıdır.
- » Pompanın çalışma güvenirliği yüksek olmalıdır.
- » Kullanılacak akışkanın viskozitesine uygun olmalıdır.
- » İhtiyaç duyulan debi aralığını sağlayabilmelidir.
- » Pompanın verimi yüksek olmalıdır.
- » Çalışma basıncı ve devri istenilen aralıkta olmalıdır.
- » Pompanın dönüş yönü ihtiyaca uygun olmalıdır.
- » Pompanın ses ve gürültü seviyesi düşük olmalıdır.
- » Montajı kolay, bakım ve onarımı ekonomik olmalıdır.

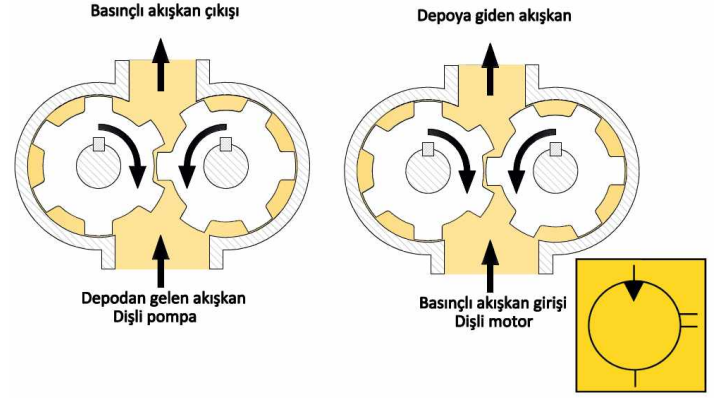
Pompanın daha iyi ve verimli çalışması için akışkandan beklenen özellikler:

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

HİDROLİK MOTORLAR

Hidrolik motorlar pompadan gelen hidrolik enerjiyi dairesel harekete dönüştürerek mekanik enerjiyi elde eder. Çalışma prensipleri pompaların tam tersidir.

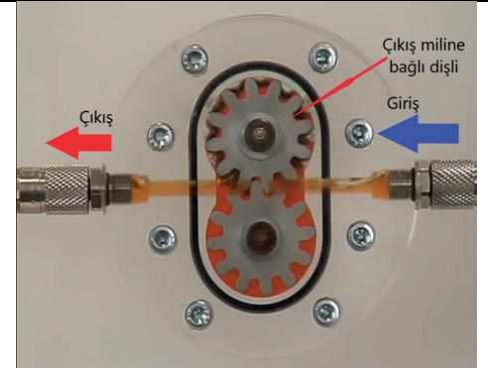
Pompalar mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştürürken motorlar ise hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürür. Hidrolik motora giren akışkanın debisi ne kadar fazla ise devir de o oranda yüksek olur.



1. Hidrolik Motorların Çeşitleri

1. Dişli Çarklı 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. 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.



2. Pistonlu Motorlar

Özellikle iş makinelerinde kullanılan hidrolik motorlardır. Pistonlu motorlar fazla basınç ve hızın istendiği sistemlerde kullanılır. Diğer tip motorlardan daha karmaşık olduğundan bakımları zahmetli ve pahalıdır. 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.



3. Paletli Motorlar

Paletli motorlar, bir gövdenin içine eksantrik olarak yerleştirilmiş bir rotor, kanatlar, dağıtım plakası ve çıkış milinden oluşmuştur. Giriş kanalından giren akışkan bazı kanatların her iki yüzeyine basınç uygulamaktadır. Palete 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.



Hidrolik Motorların Kullanım Alanları

- ☐ Takım tezgâhlarında,
- ☐ Taşıtlarda,
- ☐ Gemi sanayisinde,
- ☐ Demir ve çelik sanayisinde,
- ☐ Haddehane ve döküm sanayisinde
- ☐ Ağır iş makinelerinde (greyder, kepçe vb. gibi) yaygın kullanılır.

Hidrolik Motorların Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

- Hidrolik motorun devri, çalışma basıncı ve boyutları uygun olmalıdır.
- Basınç sınırları dikkate alınmalıdır. Motorun üreteceği döndürme kuvveti, sistemin basıncıyla bağlantılıdır.
- 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.

Hidrolik Motorlarda Döndürme Momenti Ve Hesaplanması:

$$M = P \cdot R \text{ (kgf.m) veya (daN.m)}$$

$$M = \text{Moment (döndürücü tesir)}$$

$$P = \text{çevresel kuvvet (kgf), (daN)}$$

$$R = \text{çevresel yarıçap (m)}$$



Örnek: Bir hidrolik motorun çevresel yarıçapı 0,2 m, çevresel kuvveti 40daN'dur. Bu hidrolik motordan ne kadar döndürme momenti elde edileceğini bulunuz?

Verilenler
R=0,2 m
P=40 daN

İstenen
M=?

$$\begin{aligned} &\text{➤ } M = P \cdot R \\ &M = 40 \cdot 0,2 \\ &M = 8 \text{ daNm} \end{aligned}$$

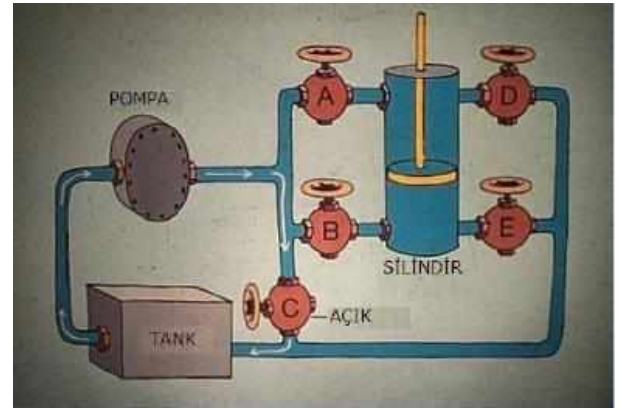
Hidrolik Motorların Üstün Yönleri

- Kullanım alanı yönünden ekonomiktirler.
- Harekete geçmeleri kolaydır.
- Hız ayarı kademesiz yapılabilir.
- Dönmeye devam ederken hız değiştirme kolaylığı vardır.
- Yön değiştirme kolaylığı vardır.
- Debisi azaltılarak yavaşlatma, fren yapma özelliğine sahiptirler.

5. VALFLER

Hidrolik sistemlerde akışkanın basıncını ayarlamak, miktarını ayarlamak, yolunu açıp kapamak, yönünü kontrol etmek için kullanılan hidrolik devre elemanlarıdır.

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.



Valflerin Çeşitleri

- ☐ Yön kontrol valfleri, ☐ Basınç kontrol valfleri, ☐ Akış (hız) kontrol valfleri, ☐ Çek valfler

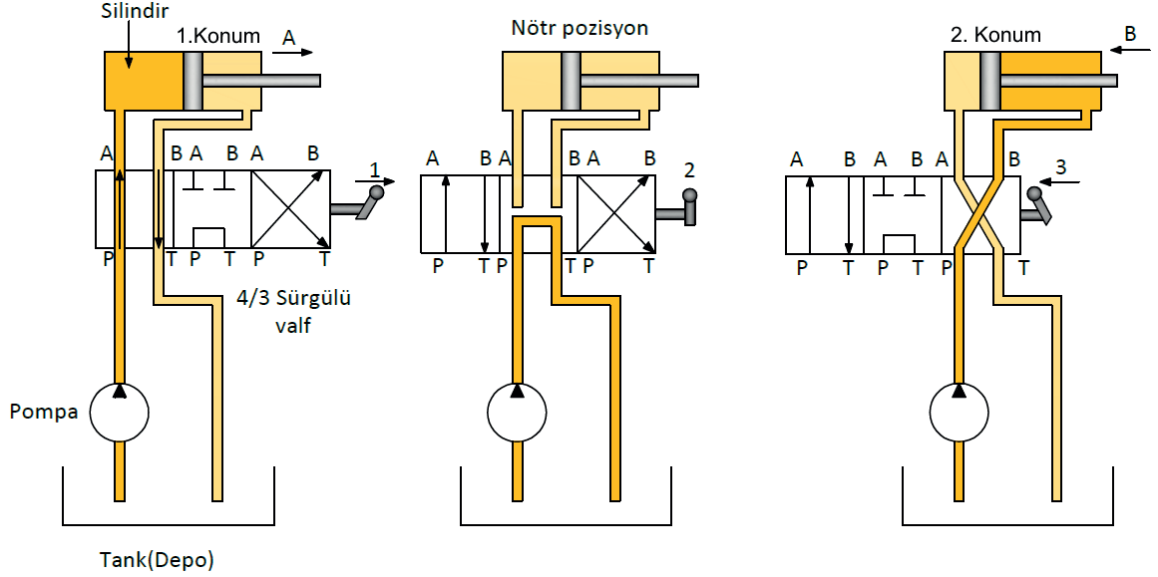
1.YÖN KONTROL VALFLERİ

Yön kontrol valflerinin hidrolik sistemlerdeki görevi, sıvının yönünü kontrol etmektir. Hidrolik sistemlerde hidrolik silindirlerin hareketini ileri-geri veya aşağı-yukarı, hidrolik motorların dönme yönlerini sağa-sola yönlendirmekte kullanılır.

Yapılış Biçimlerine Göre Yön Kontrol Valfleri

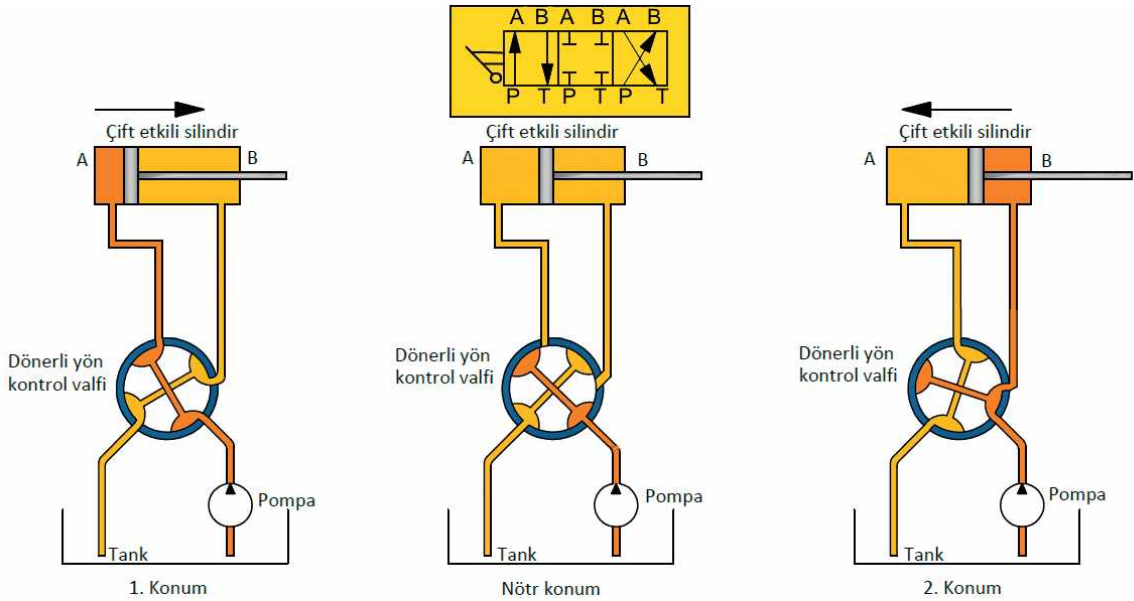
□Sürgülü Yön Kontrol Valfleri

Endüstride ve iş makinelerinde yaygın olarak kullanılan valflerdir. Valf, gövde ve gövde içerisinde illeri geri hareket eden sürgüden oluşur.



□Döner Yön Kontrol Valfleri

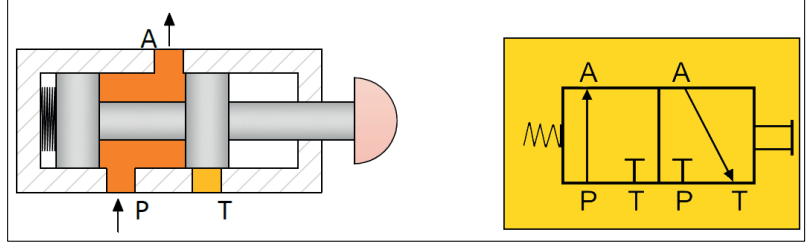
Döner yön kontrol valfleri bir gövde ve gövde içerisine yataklandırılmış bir rotordan oluşur. Rotorda yağ kanalları, gövde üzerinde ise bağlantı noktaları bulunur. Rotorun çalışması sırasında birbirleri ile hizalanan kanallardan akışkan geçişi olurken çakışmayan kanallar kapalı konumda kalır.



Yapılış Konumlarına Göre Yön Kontrol Valfleri

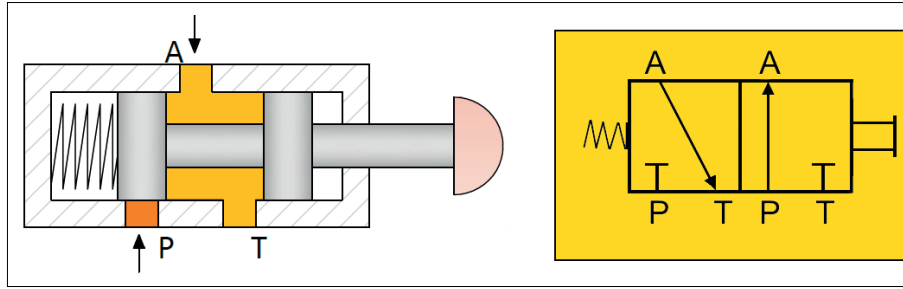
□Normalde Açık Valfler

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.



□Normalde Kapalı Valfler

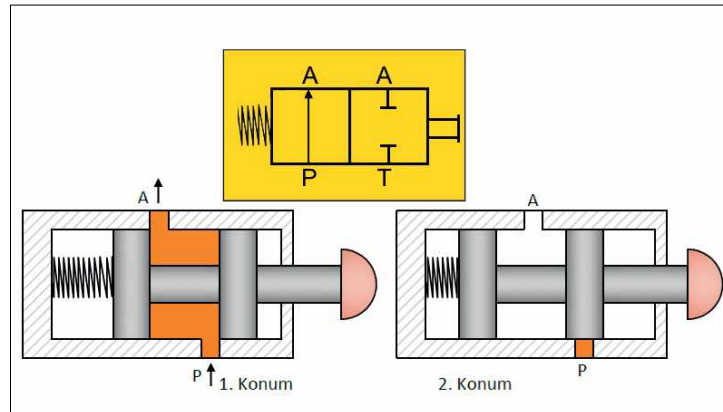
Pompadan gelen basınçlı akışkanın yolu normal durumda kapalıdır. Akışkanın yolunu açmak için valfin butonuna bir itme kuvveti uygulanması gerekir. Bu tip valfler basınçlı akışkanın çalışma hatlarına direkt olarak gitmesinin istenmediği durumlarda kullanılır.



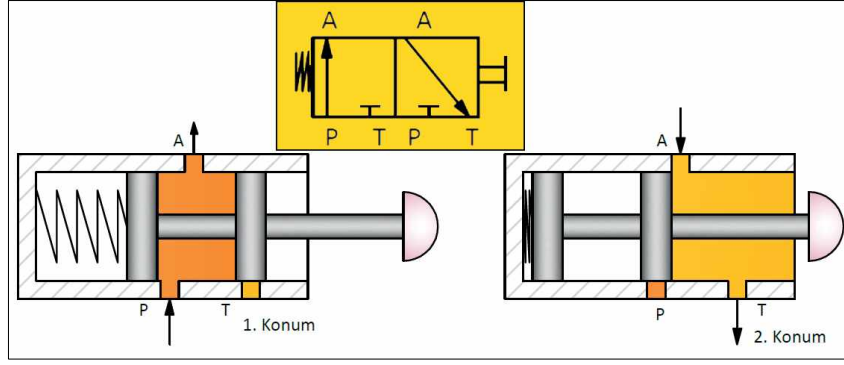
Yön Kontrol Valflerinde Yol ve Konum

Yön kontrol valfleri, yol sayısı ve konumlarına göre anılır ve adlandırılır. Yön kontrol valflerinin bağlantı sayısı **yol** olarak ifade edilirken iş yapma durumuna ise **konum** denir.

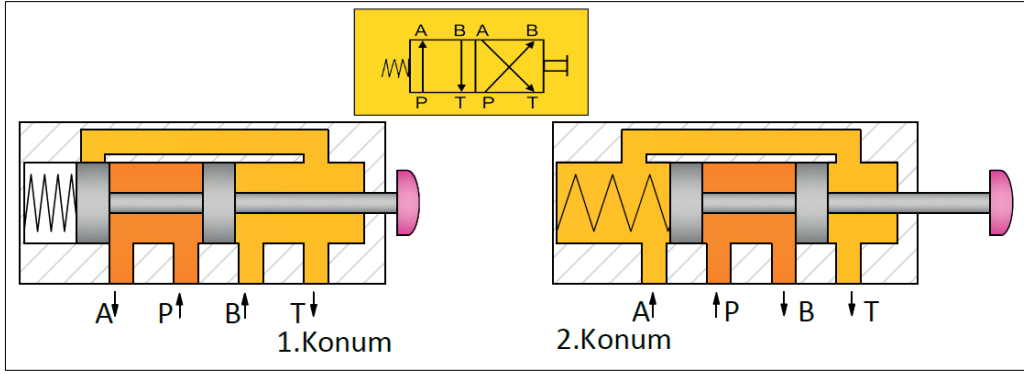
2/2 Valf: İki yollu ve iki çalışma konumu bulunan valfler 2/2 valf olarak adlandırılır. Bir giriş bir çıkış yolu vardır. Bu tip valflerde akışkan hep tek yönde akar.



3/2 Valf: 3 yollu ve 2 çalışma konumu vardır. Daha çok tek etkili silindirlerde açma kapama işlevini yerine getirir. Birinci konumda pompadan gelen basınçlı akışkan silindire girerken depoya döneceği hat kapalıdır. İkinci konumda ise silindirden depoya dönüş açıkken pompadan gelen akışkanın yolu kapalıdır.



4/2 Valf: 4 yollu ve 2 konumlu valftir. Çift etkili silindirlerde kullanılmaktadır. 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.



Yön Kontrol Valflerinin Kumanda Ediliş Biçimleri

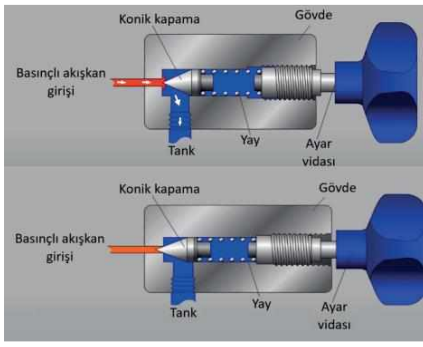
- ☐ Elle kumandalı
- ☐ Mekanik kumandalı
- ☐ Hidrolik kumandalı
- ☐ Pnömatik kumandalı
- ☐ Elektrik kumandalı

2. 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.

- **Emniyet Valfleri:** Hidrolik sistemde oluşabilecek aşırı basınç yükselmesine karşı devreyi korur.

Normal şartlarda valf kapalıdır ancak basınç yükseldiğinde valf açılarak hidrolik devrede basıncın yükselmesine neden olan fazla akışkanın hidrolik tanka dönmelerini sağlayarak basıncı düşürür.

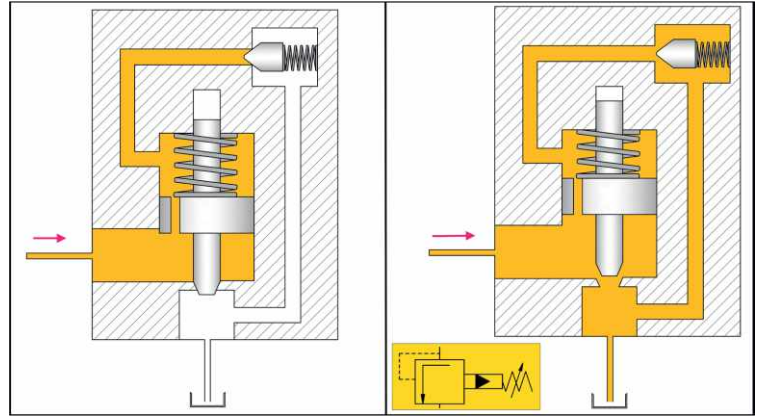


- **Doğrudan Etkili Emniyet Valfi:** Hidrolik devrenin basıncını önceden belirlenmiş basınç aralığında tutar. Böylece hidrolik sistemi ani basınç karşısında emniyete almış olur. Üzerindeki ayar vidası ile basınç ayarı yapılır.

- **Dolaylı Etkili Emniyet Valfi:** Hidrolik sistemdeki basınç hattına takılır ve sistem basıncını kontrol eder. Basıncılı akışkan P1 basıncıyla birinci pistonu iterken akışkanın bir kısmı da P2 basıncı ile ikinci pistonu kapatmaya zorlamaktadır. Hidrolik pompadan gelen basınçlı akışkan P1 ve P2 basınçlarındaki değişime göre ayar vidasının yay kuvveti yenilerek basınç ayarlanmış olur.

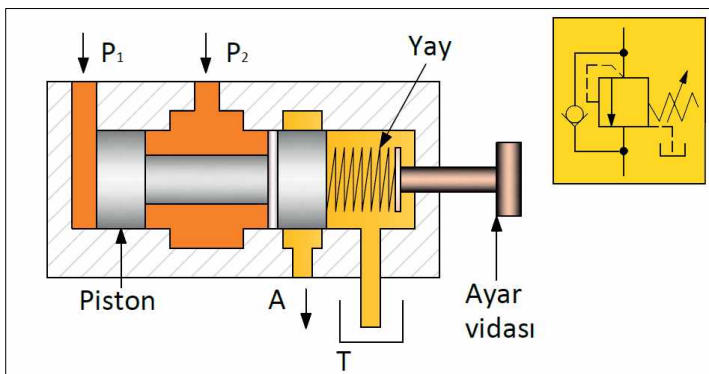
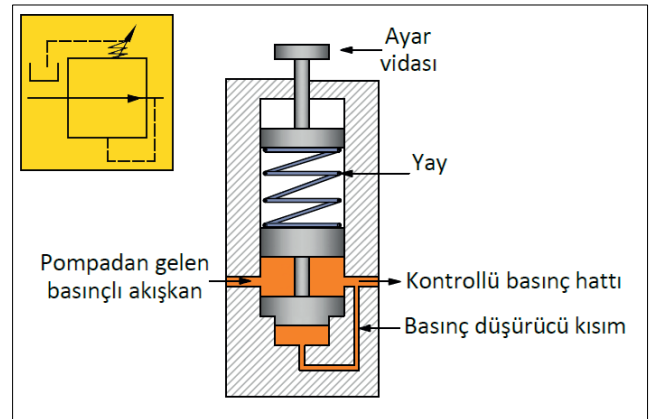
- **Pilot Kontrollü Emniyet Valfi:** Sol tarafında görüldüğü gibi yağ basıncı pilot valfini açabilecek seviyeye ulaşmadığından emniyet valfinin üstündeki ve altındaki basınç eşittir. Bu sebeple emniyet valfi açılmaz. Basınç yükselince sağ tarafında görüldüğü gibi akışkan pilot valfinin yay kuvvetini 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.



3. 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.



4. Basınç Sıralama Valfleri

Birden fazla alıcının (hidrolik motorlar ve silindirlere) farklı zamanlarda devreye girerek farklı görevleri yerine getirmesi istendiğinde basınç sıralama valfi kullanılır.

Hidrolik pompadan gelen akışkan basıncı önce silindire sonra motora gönderme işlemini sıra ile yapar.

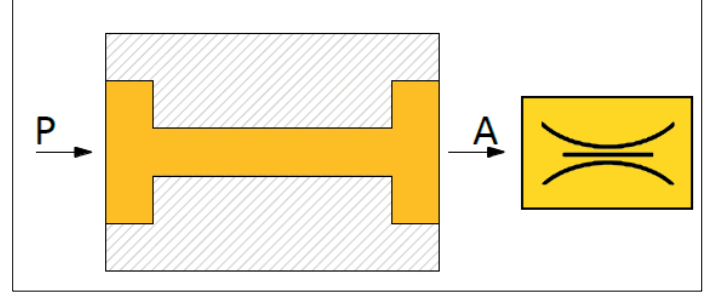
Basınç sıralama valfleri normal şartlarda açık veya kapalı olabilir. P1 basıncı P2 basıncını geçmeye başladığında piston yay basıncını yenerek akışkana yol verir. Böylece ikinci alıcı da devreye girmiş olur.

5. Akış Kontrol Valfleri

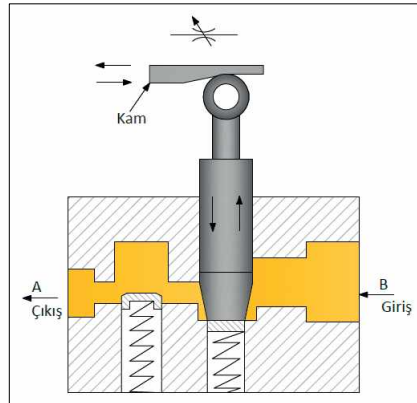
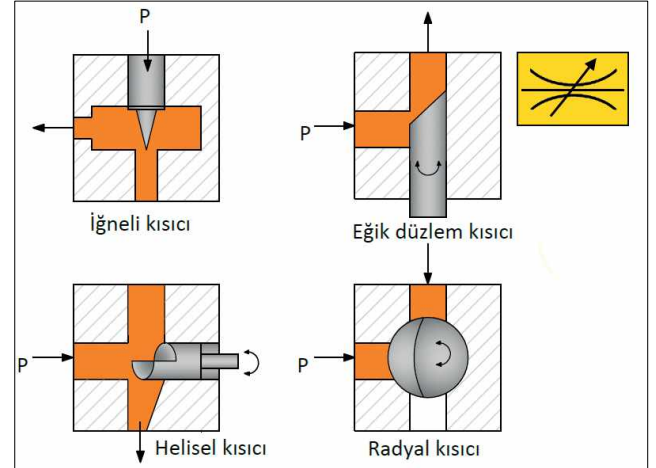
Bu valfin görevi hidrolik motora veya silindire gönderilecek akışkanın miktarını ayarlamaktır. Debi ayarlandığında akışkanın hızı da ayarlanmış olur. Dolayısıyla motorun devir sayısı da ayarlanmış olur. Kapalı konumları yoktur sadece açık kalma miktarları ayarlanabilir.

Akış Kontrol Valflerinin Çeşitleri

- **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.



- **Ayarlanabilir Akış Kontrol Valfi:** 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.

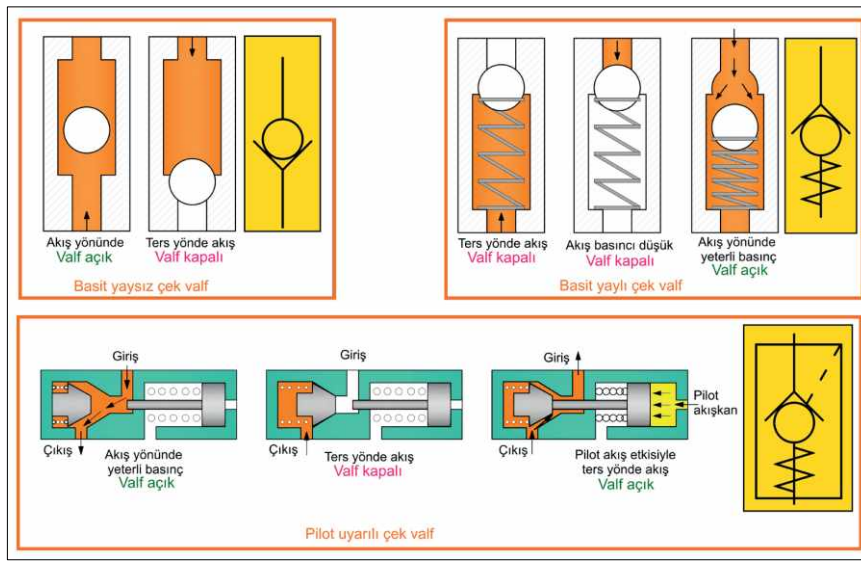


- Yavaşlatma Valfi:

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.

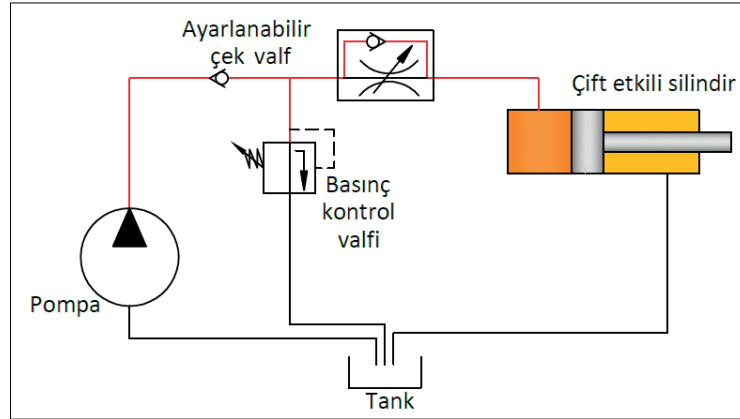
- **Çek Valfler:** Akışkanın tek yönde geçişine izin veren devre elemanıdır. Yapıları sade ve basittir.

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.

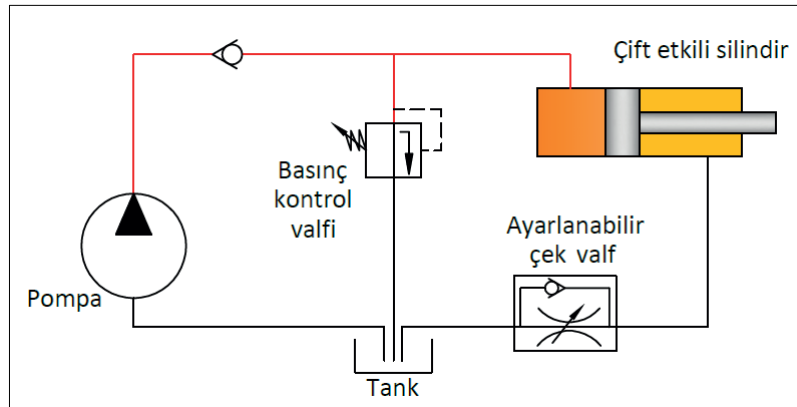


Akışkan Kontrol Metotları

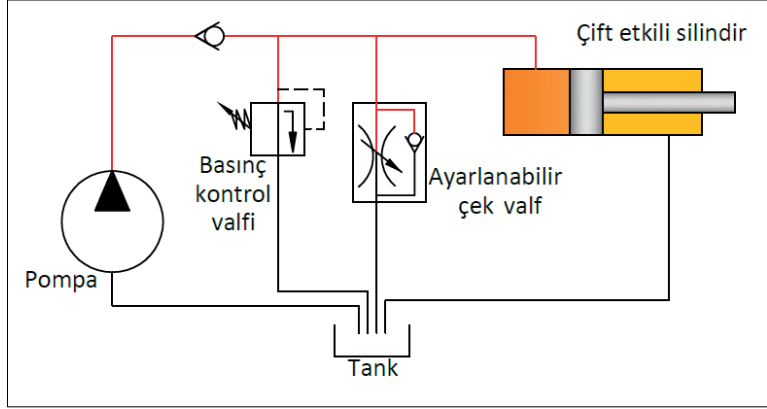
Hidrolik Silindire Giden Sıvının Kontrolü: Basınç kontrol valfi, pompa ile silindir arasında takılarak silindire giden akışkanın kontrolü sağlanmış olur. Pompa ile silindir arasında konulan akış kontrol valfi ile silindire giden akışkanın kontrolü gösterilmektedir.



Hidrolik Silindirden Çıkan Sıvının Kontrolü: Akışkan kontrolü için silindir çıkışına akış kontrol valfi bağlanarak kontrol sağlanmış olur. Silindir sonrasına konulan akış kontrol valfi ile silindirden çıkan akışkanın kontrolü gösterilmektedir.

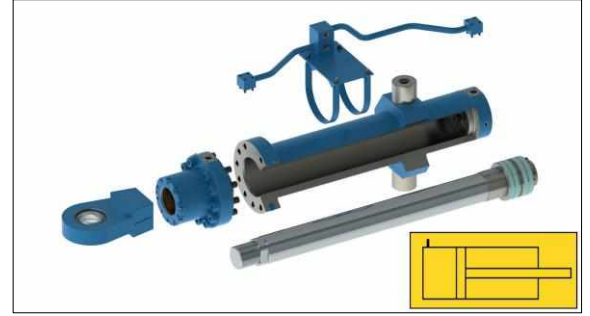


Silindire Giderken Bir Kısım Yağ Deposuna Dönen Sıvının Kontrolü: Akış kontrol valfinin girişi, pompa çıkışı ile silindir girişi arasına yapılmıştır. Akış kontrol valfinin çıkışı ise tanka tahliye olacak şekilde bağlanmıştır. Bu tip devrelerde silindire gidecek akışkanın kontrolü, akışkanın bir kısmı tanka gönderilerek yapılır.



HİDROLİK SİLİNDİRLER

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



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.

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 Silindir Elemanları

- Silindir gömleği
- Piston ve piston kolu
- Sızdırmazlık elemanları
- Kapaklar



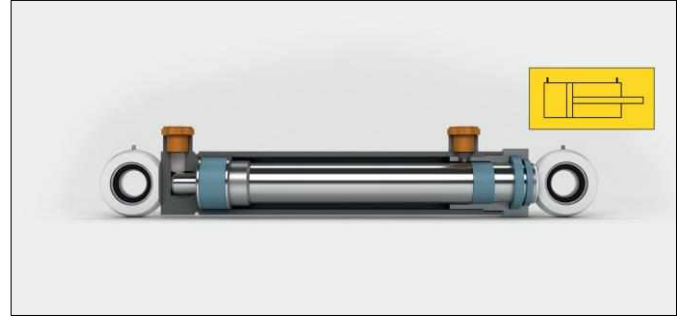
Hidrolik Silindir Çeşitleri

1. Tek Etkili Silindir

Akışkanın pistonu tek taraftan girdiği ve silindirin akışkan basıncı ile tek tarafa hareket ettirilebildiği silindirler denir. Piston bir yöne doğru akışkan tarafından hareket ettirilirken pistonun geri dönüşü yay ya da ağırlık yardımıyla gerçekleşir.

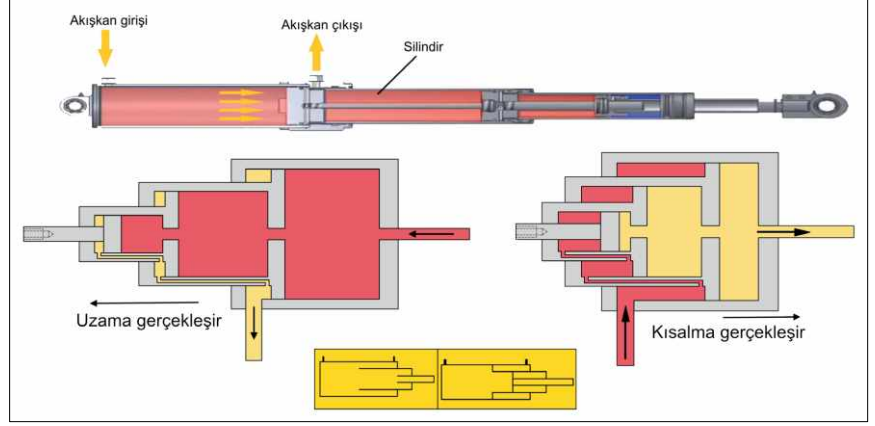
2. Çift Etkili Silindir

Akışkanın pistona her iki yönden etki ettiği silindir türüdür. Silindirin iki yöndeki hareketi akışkan tarafından sağlanır. Bu tür silindirler hem ileri giderken hem de geri gelirken iş yapabilir. Silindir uygulamalarının tamamına yakınında çift etkili silindirler kullanılır. Kursları, 5 m uzunluğa kadar arttırılabilir.



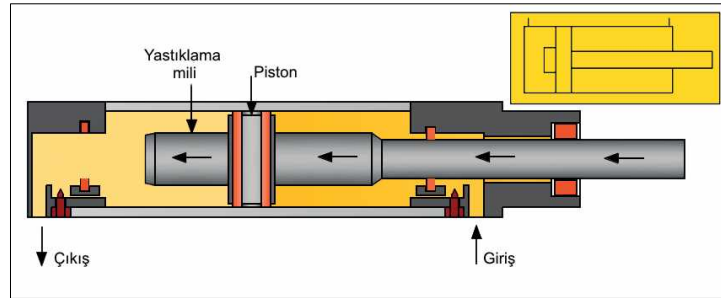
3. Teleskopik Silindir

Yüksek kursların elde edilmesi amacıyla kullanılır. İç içe geçen farklı çaptaki çok sayıda silindirden oluşur. Silindirler dışarı çıktıkça sırayla pistonlar açılır. Kapanırken silindirler birbirlerinin içine girer. Böylece çok az yer kaplarken çok fazla kurs elde etmek mümkündür. Endüstriyel sistemlere nazaran iş makinelerinde daha sık kullanılır.



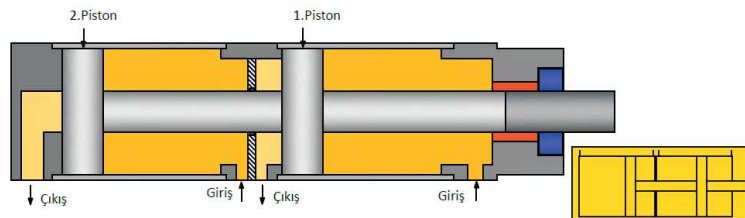
4. Yastıklı Silindir

Hidrolik sistemlerde silindirlerin sessiz, gürültüsüz ve titreşimsiz çalışması gereken yerlerde tercih nedenidir. Bu silindirlerde kullanıldıkları yerdeki elemanların ani kapanma, çarpma, hızlı inme ve oturma yüzeyine çarpma sonucu parçalara zarar verme ihtimali karşı kullanılır. Evlerde apartman girişlerindeki kapılara takılan silindirler yastıklı silindire iyi bir örnektir.



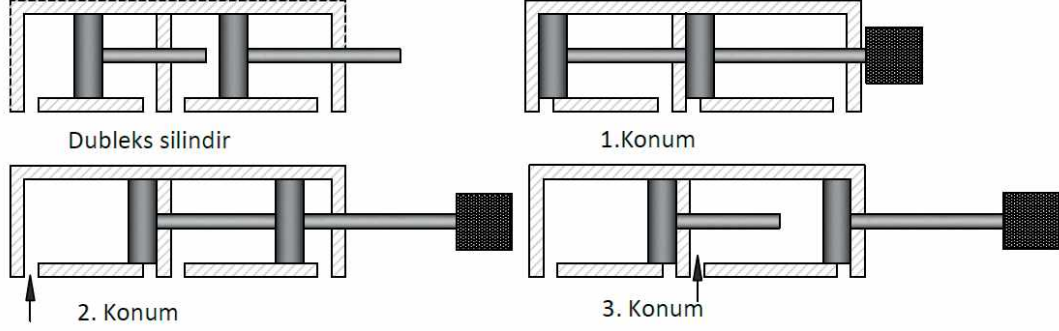
5. Tandem Silindir

Tandem silindirler büyük kuvvetlerin istendiği yerlerde tercih edilir. Büyük kuvvet elde etmek için piston çapı ya da silindir hacmi büyötmek yerine aynı piston miline bağlı birden fazla piston bağlanarak büyük kuvvet elde edilmesi sağlanır.



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.



Silindir Et Kalınlığının Hesaplanması

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

$$\text{Enine kesit et kalınlığı: } e = \frac{P \cdot d}{2 \cdot \sigma_{\text{gem}}}$$

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

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

Formüllerde geçen:

d = Silindir iç çapı (cm)

D = Silindir dış çapı (cm)

e = Silindir et kalınlığı (cm)

L = Silindir uzunluğu

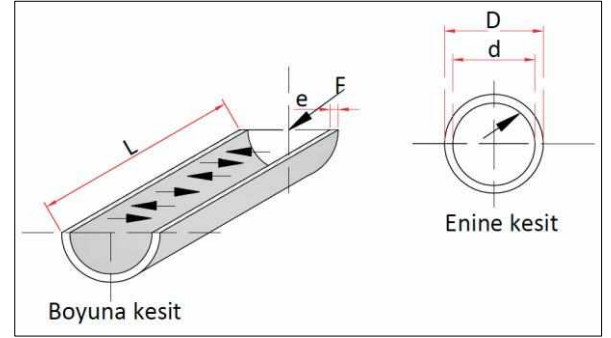
P = Çalışma basıncı (kg/cm²)

A = Kesit alanı (cm²)

F = Etki eden kuvvet (kg)

c = Korozyon için sabit sayı = 0,1 eklenmeli

σ_{gem} = Emniyetli çekme gerilmesi (kg/cm²)



Piston Hızının Hesaplanması

$$v = \frac{Q}{A} \quad (\text{cm/dk.})$$

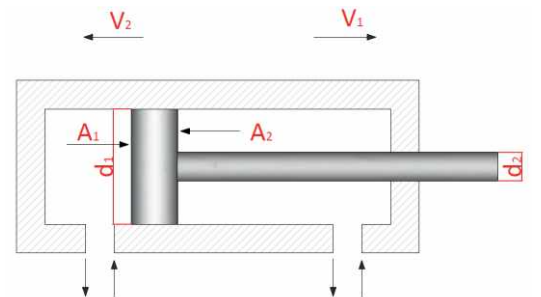
$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0,785 \cdot d^2$$

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)



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)

Silindirlerde Piston İtme ve Çekme Kuvvetlerinin Hesaplanması

$F = P \times A \times \eta$ (kg) bu formülde

F = Pistonun itme kuvveti (N, kg)

P = Çalışma basıncı (kg/cm², bar)

A = Silindir kesit alanı (cm²)

η = Silindirin verimi % olarak

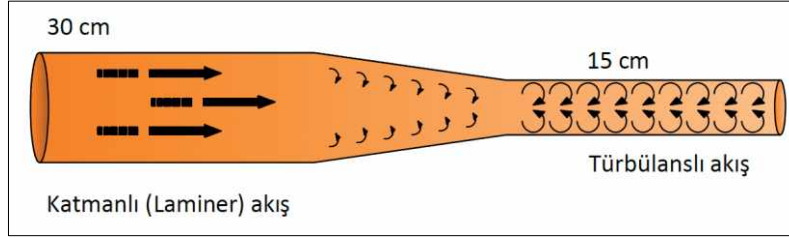
$$\text{A-A Kesitinde } A = \frac{\pi \times d^2}{4} \text{ veya } 0,785 \times d^2 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{B-B Kesitinde } A = \frac{\pi \times (d_1^2 - d_2^2)}{4} \text{ veya } 0,785 \times (d_1^2 - d_2^2) \text{ (cm}^2\text{)}$$

Silindirler seçilirken bazı kriterler dikkate alınmalıdır. Bu kriterler şunlardır:

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

Hidrolik Akış Türleri



- Katmanlı (Laminer) Akış

Katmanlı akış türünde akışkan düzenli katmanlar halinde akar. Her tabakanın hızı farklılık gösterebilir. Akış boru ile aynı ekseninde olurken akışkan tabakaları arasında yer değişme olmaz.

- Türbülanslı Akış

Boru çapında 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.

Bağlantı Elemanları

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

1. Borulama

Borulama, hidrolik akışkanını elemanlar arasında taşıyan boruları ve bağlantı elemanlarını içeren bir deyimdir.

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.

Hortumlar ve Yapısal Özellikleri

Hidrolik sistemde titreşimli, sarsıntılı ve hareketli elemanların olduğu yerlerde boru yerine 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 sistemlerde kullanılan hortumlar değişik malzemelerden üretilir. 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.

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.
- » Aşırı kısa ya da aşırı uzun hortum tercih edilmemelidir.

Boru Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

- » 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

- » Borular kesilirken dik açı ile kesilmelidir.
- » Borunun ucunda oluşabilecek çapaklar temizlenmelidir.

» Boru ucunda 150'lik açi 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 montaj edilirken petrol türevi yağlar yerine farklı kayganlaştırıcılar kullanılmalıdır.

» Montajı tamamlanan devre mutlaka teste tabi tutulmalıdır.

HİDROLİK SİSTEMDE KULLANILAN SIZDIRMAZLIK ELEMANLARI VE SEMBOLLERİ

Hidrolik devrelerdeki sıvının yüksek basınç altında çalışmasından dolayı devrede kaçak ve sızıntılar meydana gelebilir. Sıvı kaçaklarını ve sızdırmayı önlemek için sızdırmazlık elemanları kullanılır. Bu durum sistemin verimini düşürür. Sızdırmazlık elemanları genellikle esnek lastik, bezli ve termoplastik gereçlerden (O, U, V) şekillerinde standart ölçülerde imal edilirler.

Kullanıldıkları Yerlere Göre Sızdırmazlık Elemanları

Statik sızdırmazlık elemanları

O Contalar

O-ringler (halkalar)

oToz keçeleri

Dinamik sızdırmazlık elemanları

oPiston kolu keçeleri

oPiston keçeleri

Manometreler

Hidrolik sistemlerde genellikle basınç hattına takılarak basınç ölçme görevi yaparlar. Belirli noktalara takılarak o bölgenin basıncı kontrol altına alınmış olur.

Manometrelerin gösterdiği basınç efektif basınçtır. Bu basınç atmosfer

basıncının üzerinde bir değerdir. Aşırı basınç yükselmeleri meydana geldiğinde elektrik sinyali gönderip kontağın atmasını sağlar ve meydana gelebilecek kazalar önlenmiş olur.



Akış Ölçerler (Debimetre)

Debimetre, hidrolik devrede akışkanın hacimsel ölçümünü yapar.

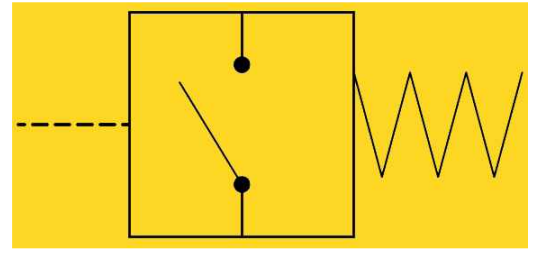
Debimetrenin üzerinde mıknatıslı bir piston bulunur.

Konik bir pim, yay ve göstergedan meydana gelir. Debimetreye giren akışkan içerdeki pistonu itererek yay kuvvetini yener. Mıknatıslı pim ise ibreyi hareket ettirir.



Basınç Anahtarı

Hidrolik sistemlerde basınç anahtarının giriş ucuna uygulanan basınç belirlenen değere ulaştığında elektrik devresini açar ya da kapatır.



Sıcaklık Ölçer

Hidrolik tankta bulunan yağın sıcaklığını ölçmeye yarar. Böylece devrenin sıcaklığı her an kontrol altında tutulmuş olur. Üzerindeki tespit cıvataları ile hidrolik tanka monte edilir. Göstergenin alt kısmında bulunan yağ keçesi sızdırmazlık sağlar.



Seviye Ölçer

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.

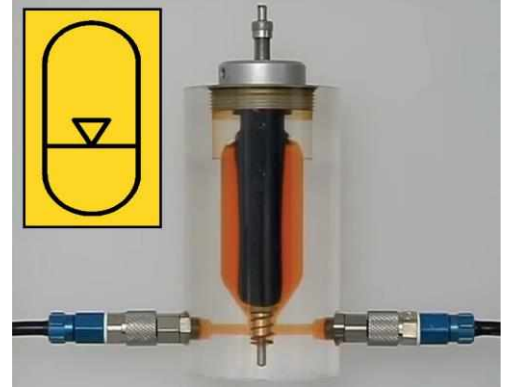


HİDROLİK AKÜMÜLATÖR

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.

Görevleri ve Sembolü

- ☐ Çalışma basıncını kontrol eder.
- ☐ 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.



Hidrolik Akümülatörün Çalışması

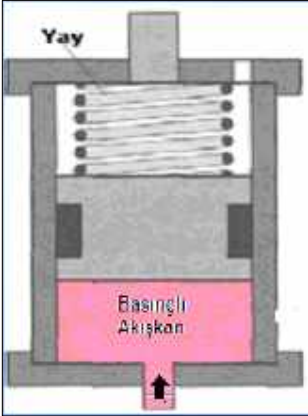
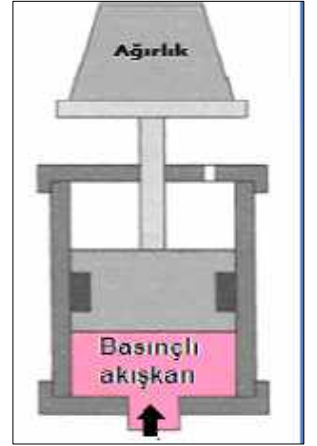
Hidrolik akümülatör sistemdeki akışkandan bir miktar alıp bünyesinde depolar daha sonra hidrolik sistemde akışkan eksildiğinde devreye girerek depoladığı akışkandan eksilen kısmı tamamlar.



Hidrolik Akümülatör Çeşitleri

1. Ağırlıklı Tip

Üstü açık silindire doldurulan akışkanın üzerine ağırlık konularak dengeleme yapılan akümülatör çeşididir. Devredeki sıvı basıncının düşmesi durumunda ağırlığın etkisiyle akümülatör içindeki sıvıyı devreye basar ve sistemin bir süre daha (basınç normale dönünceye kadar) çalışmasını sağlar. Daha çok basıncın sabit olduğu ve büyük hacimlerin gerekli olduğu yerlerde tercih edilir.

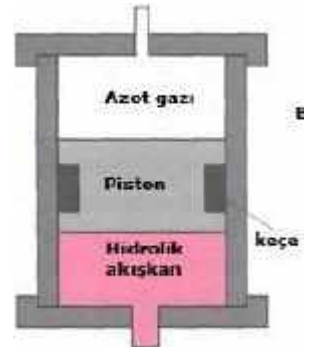


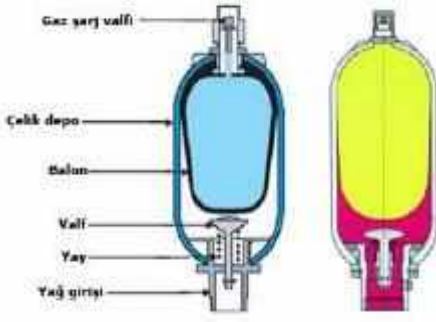
2. Yaylı Tip

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.

3. Pistonlu Tip

Gazla, hidrolik akışkan birbirinden bağlantısız bir piston aracılığıyla ayrılır. Temel olarak büyük hacimler ve büyük debiler için kullanılır. Gazın dolum basıncı ise en düşük çalışma basıncından 5 bar daha aşağıda seçilir. Pistonlu akümülatörlerde, akümülatöre gelen hidrolik akışkan piston yüzeyine basınç uygulayarak bir itme kuvveti oluşturur. Bu kuvvetin etkisiyle piston hareket ederek diğer taraftaki azot gazını sıkıştırır. Böylece sıkışan gaz üzerinde hidrolik enerji depolanır.





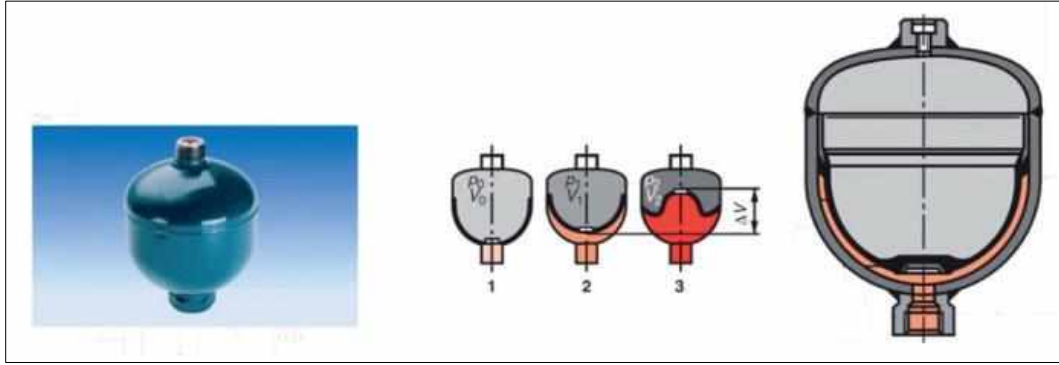
4. Balonlu Tip

Balonun içine düşük basınçlı azot gazı doldurulmuştur. Akümülatörde sıvı yokken gaz balonu şişirerek deponun tamamını doldurur. Sistemden akümülatörün deposuna basınçlı hidrolik akışkan gelmeye başladığında balon büzülerek bu akışkana yer açar. Bu arada balonun içindeki gaz sıkışarak basıncı artar ve böylece enerji depolanmış olur.

5. Diyaframlı Tip

Diyaframlı akümülatörlerin çalışma sistemleri de balonlu tür akümülatörlere benzer. Balonlu tür akümülatörlerde balon gaz ile doldurulunca genişler. Fakat diyaframlı akümülatörler içerisine basınçlı hidrolik akışkan girince diyafram sıkışır oda azot gazını sıkıştırır böylece akümülatör hidrolik enerji ile şarj olur.

Diyaframlı akümülatörler küçük hacim değişmelerine, şoklara ve titreşimlere engel olmak için kullanılacak en uygun akümülatör türleridir.



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 yapmaya geçmeden önce sistem basıncı tamamen boşaltılmalıdır.
- » Akümülatör sökme işlemine geçmeden 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.

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 aşılmamalı ve bu bakımlarda cıvata torkları kontrol edilmelidir.
- » Onarımlarda orijinal parça kullanılmalıdır.

Akümlatöre 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.

Hidrolik Akümülatörlerin Kontrolleri

- » 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.

ÇALIŞMA SORULARI

1. Yağ tankının görevi ve sembolü nedir?
2. Hidrolik yağ tankları seçilirken dikkat edilecek hususlar nelerdir?
3. Yağ ısıtıcısının görevi ve sembolü nedir?
4. Yağ ısıtıcısının özellikleri nelerdir?
5. Yağ soğutucusunun görevi ve sembolü nedir?
6. Depo üzerinde bulunması gereken avadanlıklar nelerdir?
7. Hidrolik sistemlerde çalışırken iş güvenliği için neler yapılmalıdır?
8. Hidrolik filtrelerin görevi ve sembolü nedir?
9. Hidrolik filtre çeşitleri nelerdir?
10. Filtrelerin yapısal özellikleri hakkında bilgi veriniz?
11. Akışkanların kirlenme ve özelliklerini kaybetme nedenleri nelerdir?
12. Hidrolik filtrelerin seçiminde dikkat edilecek hususlar nelerdir?
13. Yüzeysel filtreler ve derin filtreler hakkında bilgi veriniz?
14. Hidrolik pompaların görevi ve sembolü nedir?
15. Hidrolik pompaların çeşitleri nelerdir?
16. Dişli çarklı pompaların özellikleri nelerdir?
17. Paletli pompaların özellikleri nelerdir?
18. Pompaların çalışma prensibi nasıldır? Açıklayınız.
19. Debi ne demektir?

20. Hidrolik pompa seçilirken dikkat edilecek hususlar nelerdir?
21. Pompanın daha iyi ve verimli çalışması için akışkandan beklenen özellikler nelerdir?
22. Hidrolik motorların görevi ve sembolü nedir?
23. Hidrolik motorların çeşitleri nelerdir?
24. Hidrolik motorların kullanım alanları nelerdir?
25. Hidrolik motorların seçiminde dikkat edilecek hususlar nelerdir?
26. Hidrolik valflerin görevleri nelerdir?
27. Yön kontrol valflerinin çeşitleri nelerdir?
28. 4/2 valf ne anlama gelmektedir?
29. Direkt kumandalı yön kontrol valf çeşitleri nelerdir?
30. Aşağıda adı verilen yön kontrol valflerinin sembollerini çiziniz.
a) 4 yollu 2 konumlu yön kontrol valfi b) 3 yollu 3 konumlu yön kontrol valfi
31. Akış kontrol valfi çeşitleri nelerdir?
32. Aşağıda adı verilen akış kontrol valflerinin sembollerini çiziniz
a) Çek valfi ayarlanabilir akış kontrol valfi b) Sabit akış kontrol valfi
33. Hidrolik silindirlerin görevi ve sembolü nedir?
34. Hidrolik silindirlerin elemanları nelerdir?
35. Hidrolik silindir çeşitleri nelerdir?
36. Döndürücülerin görevi nedir?

37. Döndürücülerin çeşitleri nelerdir?
38. Hidrolik akış çeşitleri nelerdir?
39. Borular ve yapısal özellikleri nasıldır?
40. Hortum seçimi ve montajında dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir?
41. Boru seçiminde dikkat edilecek hususlar nelerdir?
42. Sızdırmazlık elemanları ne için kullanılır?
43. Kullanıldıkları yerlere göre sızdırmazlık elemanları çeşitleri nelerdir?
44. Manometre ne işe yarar? Sembolü nasıldır?
45. Akış ölçer ne işe yarar? Sembolü nasıldır?
46. Basınç anahtarının görevi nedir? Sembolü nasıldır?
47. Hidrolik akümülatörün görevi ve sembolü nasıldır?
48. Hidrolik akümülatörlerin çeşitleri nelerdir?
49. Hidrolik akümülatörlerle çalışırken dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir?
50. Hidrolik akümülatörlerin bakımı nasıl yapılır?

PNÖMATİK SİSTEMLER MODÜLÜ DERS NOTLARI

PNÖMATİK PRENSİPLER

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.

Pnömatiğin Temel Prensipleri

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

Vakum: Bir ortamda havanın (tamamen veya kısmen) mevcut olmadığı ve basınç değerinin atmosfer basıncının altında olduğu duruma vakum denir.

Atmosfer Basıncı: 15°C sıcaklıkta ve deniz seviyesinde 1cm²lik yüzeye düşen havanın ağırlığıdır. Pnömatik ve hidrolik sistemlerde kullanılan basınç manometrelerin sıfır değeri, atmosfer basıncını ifade etmektedir.

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

Efektif Basınç: Ölçüm yerinin basıncını hesaba katmadan alınan yani manometrede okunan basınç değeridir.

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

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.

Pnömatiğin Uygulama Alanları

- | | | |
|---|--|--|
| ☐ Otomasyon sistemlerinde, | ☐ Otomotiv sanayinde, | ☐ Tarım ve hayvancılık sanayisinde, |
| ☐ Nükleer güç santrallerinde, | ☐ Madencilik ve inşaat endüstrisinde, | ☐ Taşıma alanlarında |
| ☐ Gıda ve kimya sanayisinde, | ☐ Petrol sanayisinde, | ☐ Cam sanayisinde, |
| ☐ Metal işleme sanayisinde, | ☐ Montaj sanayisinde, | ☐ Ağaç işleri endüstrisinde, |
| ☐ Tekstil ve ayakkabı sanayisinde, | ☐ Makine ve takım tezgâhlarının konstrüksiyonlarında, | |

Pnömatik Sistemlerin Üstünlükleri

- ☐ Pnömatik enerjinin kaynağı olan hava, atmosferden sınırsız elde edilebilir.
- ☐ Basınçlı hava uzak mesafelere taşınabilir.
- ☐ Basınçlı hava ısı değişmelerine karşı duyarlı değildir,
- ☐ Hava temizdir, meydana gelen sızıntılar çevreyi kirletmez ve pislik yapmaz.
- ☐ Hidrolik ve elektrik hareket sistemlerine göre çok yüksek hızlara ulaşabilir.
- ☐ Aşırı yüklenmelere karşı emniyetlidir.
- ☐ Hız ve üretilen kuvvet değişik değerlere ayarlanabilir.

Pnömatik Sistemlerin Olumsuz Yönleri

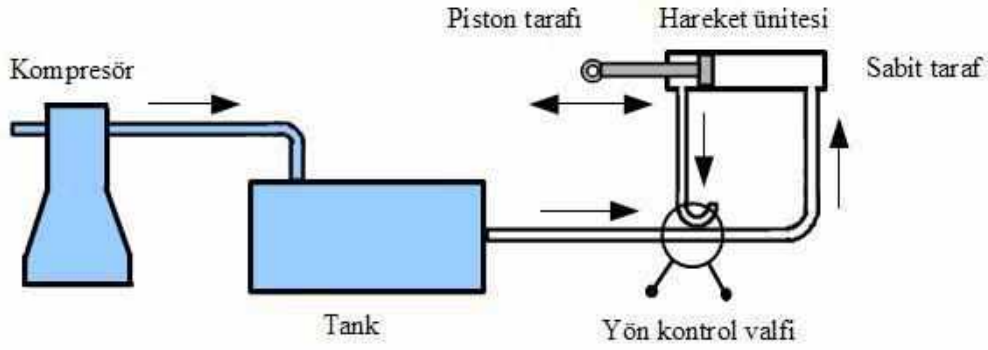
- ☐ Pnömatik sistemlerde piston hızını her zaman istenilen değerlerde elde etmek, bütün şartlarda aynı düzeyde tutmak mümkün olmaz.
- ☐ Uygun şekilde yağlayıcı ve filtre kullanılmadığı zaman sürtünme artar ve hareket güçleşir.
- ☐ Havanın içine karışmış olan nem (su buharı) yağlama işlemi yeterli olmadığı zaman paslanmaya yol açabilir.
- ☐ Normal çalışma basıncı 6-7 bar olduğu için pnömatik sistemde elde edilecek itme ve çekme kuvvetleri 2000 kg ile 3000 kg arasında değişir.
- ☐ Görevini tamamlayan hava egzoz hattından atmosfere atıldığı için sürekli hava sarfiyatı olur, bu durum maliyeti arttırır.
- ☐ Egzoz hattından atmosfere atılan hava, susturucu takılmadığı zaman çalışanları rahatsız eden bir ses çıkartır.

Hidrolik ve Pnömatik Sistemlerin Karşılaştırılması

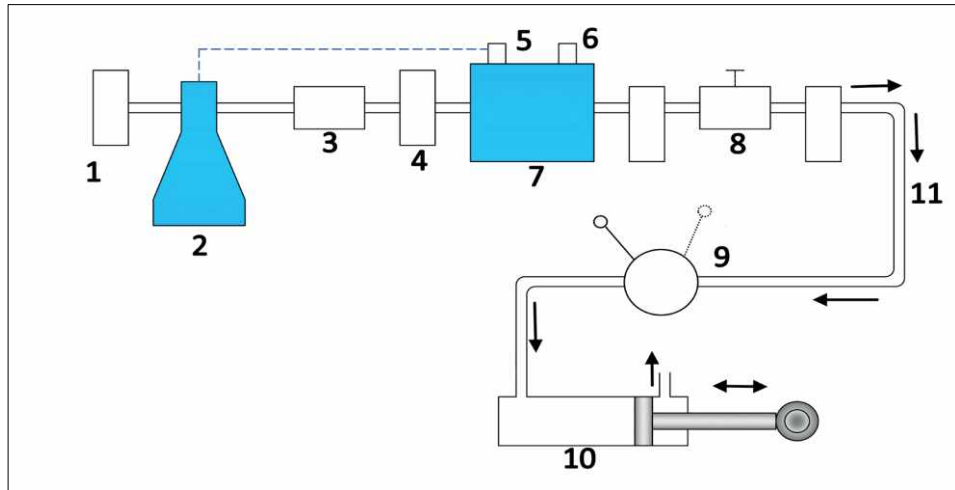
- ☐ Hidrolik enerji kaynağı “sıvı akışkan”, pnömatik sistemin enerji kaynağı “hava”dır.
- ☐ Pnömatik makineler hidroliğe göre daha düşük basınçlarda çalışırlar.
- ☐ Hidrolikte 1000 bar değere çıkılabilirken pnömatikte standart çalışma basınçları 3 barla 12 bar arasındadır.
- ☐ Pnömatik sistem hızlı fakat küçük kuvvet istenen yerlerde, hidrolik sistem ise yavaş fakat büyük kuvvet istenen yerlerde kullanılır.
- ☐ Pnömatik sistemin bakımı ve arızasının tespiti kolay, hidrolik sistemin bakımı ve arızasının tespiti zordur.
- ☐ Hareket iletim mesafesi hidrolik sistemlerde yaklaşık 100 m iken, pnömatik sistemlerde 1000 m dir.
- ☐ Pnömatik sistemde kullanılan havanın neminin alınması ve yağlanması gerekirken, hidrolik sistemde ihtiyaç yoktur.
- ☐ Sıcaklık değişiminden hidrolik sistemler pnömatik sistemlere göre daha çok etkilenirler.
- ☐ Pnömatik sistemler, hidrolik sistemlere göre daha temiz ortamlarda kullanılırlar.
- ☐ Hidrolik sistemler, pnömatik sistemlere göre daha sessiz çalışırlar.

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 sistemde doğrusal hareketi üretmek için silindirler, dairesel hareketi üretmek için de pnömatik motorlar kullanılır. Basit bir pnömatik sistem hareketini elektrik motorundan veya içten yanmalı bir motordan alan bir kompresör, havanın içerisinde sıkıştırılarak basınç elde edilmesini sağlayan tank, kontrol valfleri ve alıcılardan (silindir veya motor) oluşur.



- 1- Dışarıdan alına havayı temizlemek için kullanılan giriş filtresi,
- 2- Atmosferden havayı emen ve basınçlı bir şekilde alıcılara sevk eden kompresör,
- 3- Hava basıncının artmasıyla birlikte havanın artan sıcaklığını düşürmeye yarayan soğutucu,
- 4- Hava içindeki nemin sisteme zarar vermesini engelleyen nem tutucu filtre,
- 5- Kompresörü devreye sokup ve çıkarmaya yarayan basınç şalteri,
- 6- Basınç şalterinin arızalanması durumunda sistem emniyeti için devreye giren basınç tahliye valfi,
- 7- Sıkıştırılmış havayı belirli bir basınç altında depolayan tank,
- 8- Basınçlı havayı sistemde uygun kullanım koşullarına hazırlayan filtre, basınç düzenleyici ve yağlama tertibatı (şartlandırıcı)dır.

9- Emniyet donanımları bulunan komple yön kontrol valfi,

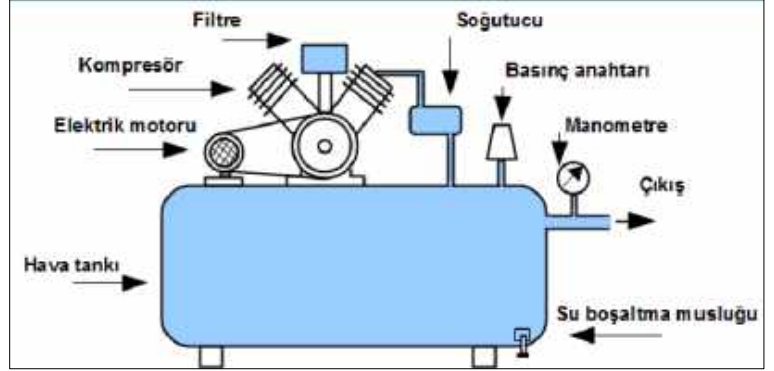
10- İşin niteliğine göre seçilmiş olan hareket ünitesidir. Söz konusu ünite silindir, motor veya hava tahrikli pompa olabilir.

11- Basınçlı havanın iletilmesini sağlayan hortum, boru ve bağlantı parçalarıdır.

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.

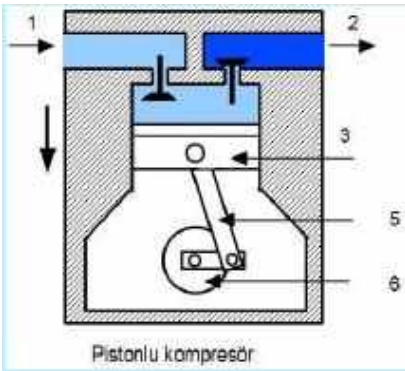
Kompresör, havayı emme ağzındaki giriş filtresinden geçirerek vakum yardımıyla içeriye çeker. Emilen bu havanın hacmi azaltılarak basıncı artırılır ve oluşan bu basınçlı hava çıkış valfleri üzerinden depolama tankına gönderilir.



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.

Hava tanklarının altında yoğunlaşan suyun tahliye edilmesini sağlayan bir musluk bulunmaktadır.



1. Pistonlu Kompresörler

Pistonlu tip kompresörler bir silindir içerisinde bulunun pistonun krank mili vasıtasıyla aşağı yukarı hareketi şeklinde çalışır. Sistemdeki krank mili

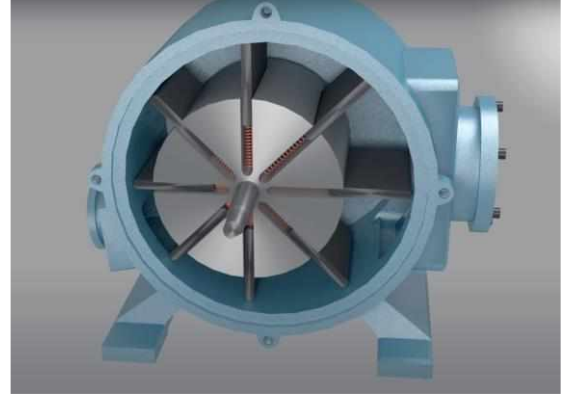
hareketini elektrik motoru veya içten yanmalı motordan alarak pistonu iletir.

Piston aşağı hareketinde havayı emer ve yukarı hareketinde havayı depolanması gereken yerlere basınçla gönderir.

2. Döner Kompresörler

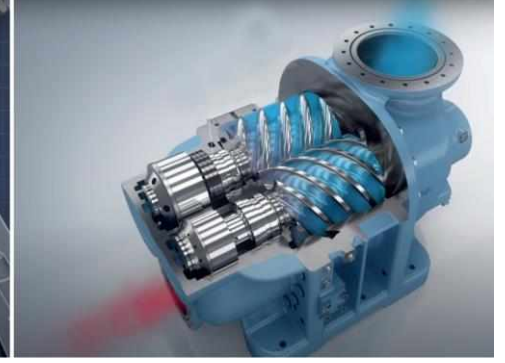
Paletli Kompresörler

Bir silindirin içine merkezden kaçık biçimde yerleştirilen ve üstünde çapsal yönde hareket edebilir paletler bulunan bir rotor vardır. Rotor merkezden kaçık olduğundan, paletlerin arasına giren hava, dönme işlemi sırasında sıkışarak, silindirin basınç bölmesine iletilir.



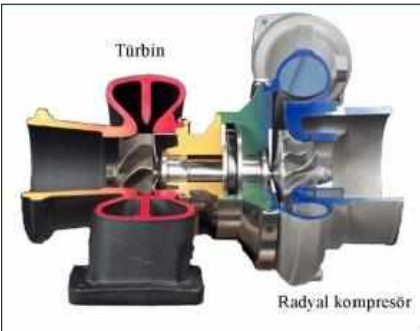
Vidalı Kompresörler

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.



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 küçülmeyeyle çıkış kısmından basınçlı olarak gönderilir.



3. Türbin Tipi Kompresörler (Santrifüj Kompresörler)

Türbin tipi kompresörler, bir mil etrafına dizilmiş çok sayıda türbin kanatlarından oluşur. Radyal (dikey) ve eksenel (eksene paralel) olarak iki tipte yapılırlar. Büyük çapta basınçlı hava üretmek için kullanılırlar.

KOMPRESÖRLERİN KAPASİTELERİ

Kompresörler çalışma şartlarına göre değişik kapasitelerde seçilirler. Kompresörlerin kapasitelerini seçerken kullanılacak olan pnömatik araçların sayıları ve dakikada tüketilecek hava miktarı dikkate alınır. Günümüzde 0,2 m³/dk debiden 500.000 m³/dk hava üretimine sahip 8 bar basınçtan 1000 bar basınca sahip kompresörler bulunmaktadır.

HAVANIN HAZIRLANMASI

1. Havanın Kurutulması

Kompresörlerde sıkıştırılan havanın ısınması ve soğuması ile yoğunlaşan ve bu sırada açığa çıkan nemin kurutulması ve sistemden uzaklaştırılması gerekir.

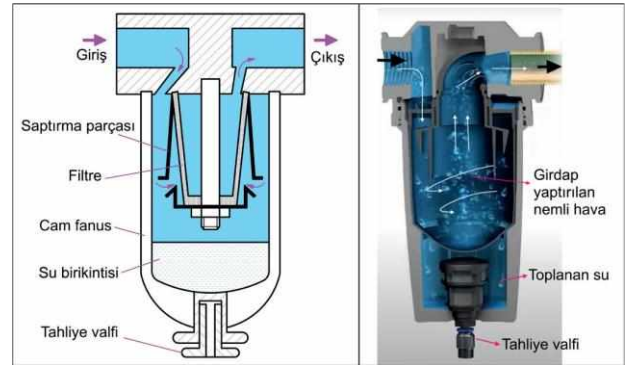
Hava kurutucu ünitesi, basınçlı hava tesisatında kompresörden gelen basınçlı havanın içerisindeki su buharını soğutucu gaz yardımıyla $+3^{\circ}\text{C}$ çiğlenme noktasında yoğunlaştırarak sistemden uzaklaştırır. Kuru havayı işletmede kullanılmak üzere sisteme gönderir.



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.

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.



2. Havanın Yağlanması

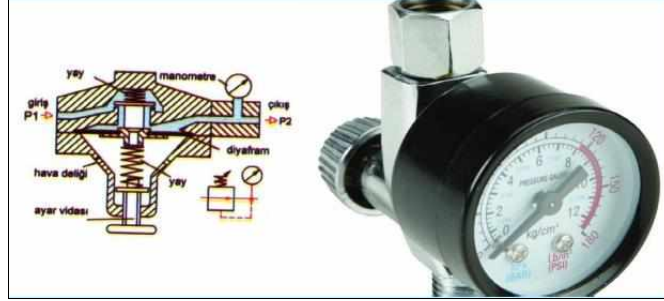
Pnömatik güç kullanımını gerektiren cihaz, kontrol sistemi ve silindirlerin çoğu aşınma ve paslanmayı azaltmak için yağlı havaya ihtiyaç duyar.

Havanın yağlanması için hava hattına yağlayıcılar (yağlama cihazı) yerleştirilir. Daralan geçitten geçen havanın hızı artarken basıncı düşer ve oluşan vakum nedeniyle yağ haznesinden gelen borudan yağı çekerek havaya karıştırır. Damlayan yağın miktarı yağlayıcı üzerindeki ayar vidasından gerçekleştirilir.

Pratikte her 1000 litre havaya 1 ila 12 damla arasında yağ damlaması yeterlidir.

3. Basıncının 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. **Basıncı regülâtörü** de denilen bu valfler basıncı istenilen değerde sabit tutarak sistemin sağlıklı çalışmasını sağlamaktadır.



Şartlandırıcılar

Şartlandırıcılar diye adlandırılan bakım üniteleri bir filtre, bir yağlayıcı ve bir regülâtörden meydana gelir. Filtre havanın içindeki yabancı maddeleri ve su buharını ayırır. Yağlayıcı, pnömatik elemanlara giden kuru havanın içine belirli miktarda yağı pülverize (toz hâlinde püskürtmek) hâlinde katarak hareketli kısımların yağlanmasını sağlar. Şartlandırıcı; pnömatik sistemde basınçlı hava ile çalışan cihazlara, silindirlere ve pnömatik motor gibi elemanlara en fazla 3 m uzaklıkta olacak şekilde konumlandırılmalıdır.

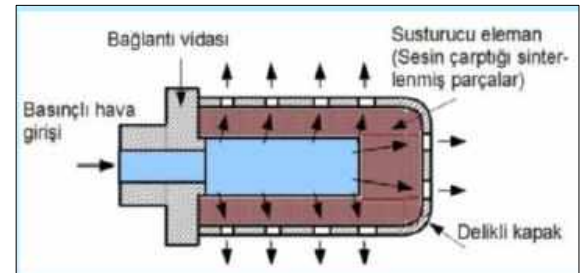


Manometreler

Sistemdeki ya da sistemin belirli bölümlerindeki havanın basıncını ölçmeye yarayan ölçü aletleridir. Hava tankları üzerine, sistemde basıncın sürekli gözetim altında bulunması gereken değişik yerlere konulmuştur.

Susturucular

Basınçlı hava sistemi terk ederken ani bir hacim genişlemesi yaşar. Bu hacim genişlemeleri sonucunda sıkışan hava atmosfere çıkarken patlamalara benzer gürültüye sebep olur. Bu durumu ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için susturucular kullanılır. Egzoz gazı susturucunun içine girdiği zaman birdenbire geniş bir alana dağılır, içerideki sinterlenmiş plastik veya metal parçacıklara çarpar. Bu sırada havanın dışarı atılması için hazırlanmış olan küçük deliklerden çıkan hava artık fazla rahatsız edici olmaz.



Basınç Anahtarı

Basınç anahtarları pnömatik sistemdeki havanın basıncını elektrik sinyaline dönüştürerek devreleri otomatik olarak açıp kapamaya yarar. Pnematik sistemlerde hava tankının istenen basınca ulaştığında otomatik olarak kapanması ve yine basınç düşümünde çalıştırılması gerekir.



Borular ve Hortumlar

Pnömatik sistemlerde üretilen basınçlı havanın çalışan elemanlara dağıtımı borular ve hortumlar aracılığı ile olur. Borular çalışma şartlarına göre standartlaştırılmışlardır.

Pnömatik devrelerde boru seçimi yapılırken; çalışma şartları, havanın nem durumu, çevre sıcaklığı, uzunluğu, bükülebilme özelliği ve dayanıklılık durumlarına dikkat edilmelidir.

Boru ve Hortumların Birleştirilmesi

Pnömatik sistem boru birleştirmelerinde üç ayrı yöntem kullanılmaktadır. **Bunlar; kaynaklı, vidalı ve flanşlı tip birleştirmelerdir.**

Boru şebekesinde çelik boru bağlantıları tercihen kaynakla gerçekleştirilir. Kuşkusuz kaynak dikişi en sızdırmaz bağlantı türüdür. Kaynaklı bağlantının olumsuz yanı cüruf oluşumu ile kaynak dikişinin kısa zamanda paslanmaya yüz tutmasıdır. Boru bağlantılarında boruların güvenli, temiz ve kolay sökülüp takılabilirliğini sağlamak için yüksüklü rakorlar geliştirilmiştir.

Basınç Düşmesi

Pnömatik sistemlerdeki basınca göre boru sayısının fazlalığı, basıncın uzun mesafelere götürülmesi, boru iç çapının uygun olmaması, boru ekleri, kıvrım sayılarının fazlalığı, kaçak ve sızıntılar vb. nedenlerden basınçta düşmeler meydana gelir. Plastik borularda borunun esnemesi nedeniyle basınç düşecektir. Bundan sistemin etkilenmesini engellemek için boru boyları kısa, çapları ise boyları oranında büyük olmalıdır.

Boyle-Mariotte (Boyl-Maryot) Kanunu

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.

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

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 (Pm) ve gösterge basıncı (Pg) arasındaki ilişki aşağıda ifade edilmiştir:

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

Gay-Lussac (Gey Lassek) Kanunu

Kanun gazların basınç, hacim ve ısı ilişkilerini inceler.

Gay-Lussac Kanunu'na göre yapılan hesaplamalarda mutlak sıcaklık (K) ve mutlak basınç (kPa, Bar) değerlerinin kullanılması gerekir.

1. Sabit Basınç Altında Genleşme

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 azalırsa aynı oranda gazın sıcaklığı da azalır.

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

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.

$$P_2 = P_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} \text{ veya } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Havanın Nem Miktarının Hesaplanması

Pnömatik sistemlerde kompresör tarafından sıkıştırılan hava tankında 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.

Mutlak Nem: 1 metre küp (m³) havada bulunan su buharı miktarına denir.

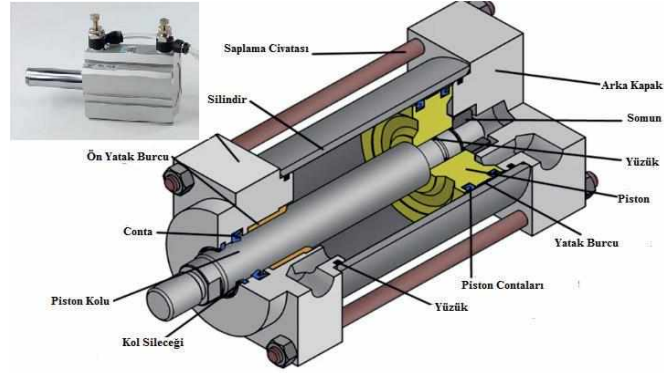
Çiğlenme Noktası: Hava içindeki nemin yoğunlaşarak su damlası oluşturabileceği sıcaklık değerine **çiğlenme noktası** denir.

Bağıl Nem: Hava içerisindeki nemin aynı sıcaklıkta havanın taşıyabileceği maksimum neme oranının % olarak ifade edilmesidir.

Doyma Miktarı: Hava sıcaklığına bağlı olarak 1 metre küp (m³) havada taşınabilen maksimum su buharı miktarı olup doyma eğrisi üzerinden tespit edilebilir.

PNÖMATİK SİLİNDİRLER

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 pistona bağlanmış bir piston kolundan oluşmaktadır. Üzerinde sızdırmazlık elemanları ve hava giriş çıkış portları bulunmaktadır.

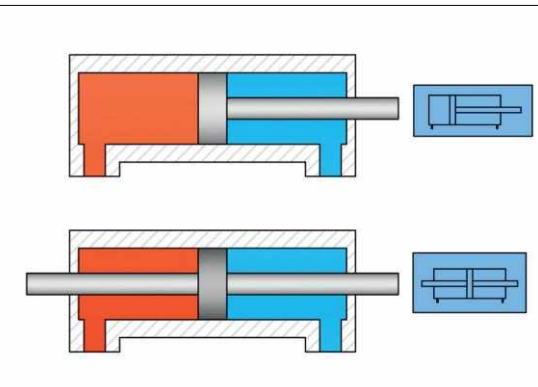
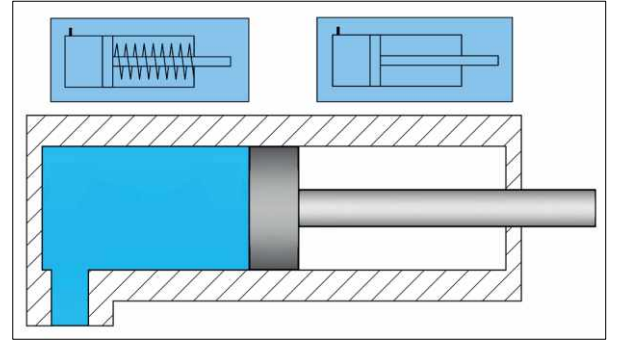


Çeşitleri ve Simgeleri

1. Tek Etkili Silindirler

Basınçlı havanın basıncını bir yönde doğrusal harekete dönüştüren silindirlerdir.

Piston kolunun geri hareketi, bir geri getirme yayı veya dış kuvvet aracılığı ile gerçekleştirilir. Geri getirme yayının uygulayacağı kuvvet, yüksüz durumdaki pistonun yeterli hızla geri dönebileceği şekilde seçilir.



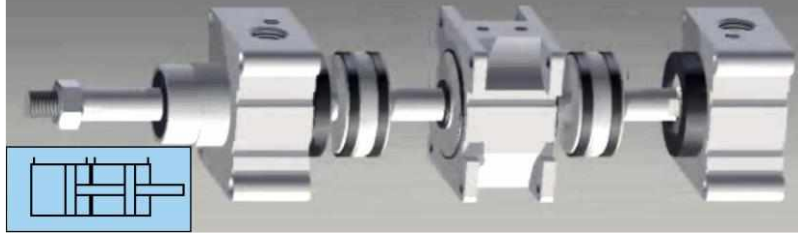
2. Çift Etkili Silindirler

Tek etkili silindirlere yapı olarak benzemekle birlikte temel fark bu silindirlerde 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 pnömatik sistemlerde en çok kullanılan silindir tipidir.

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.

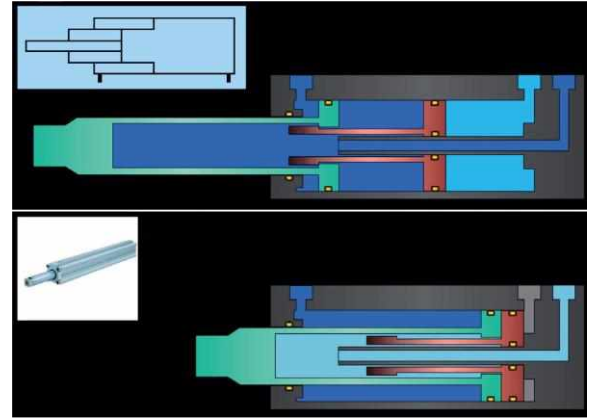


4. Teleskopik Silindirler

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.

Gemi dümenlerinin ayarlanması ve uzay dürbünleri gibi özel alanlarda kullanılmasına rağmen pnömomatik sistemlerde kullanımı pek yaygın değildir.



5. Döner Silindirler

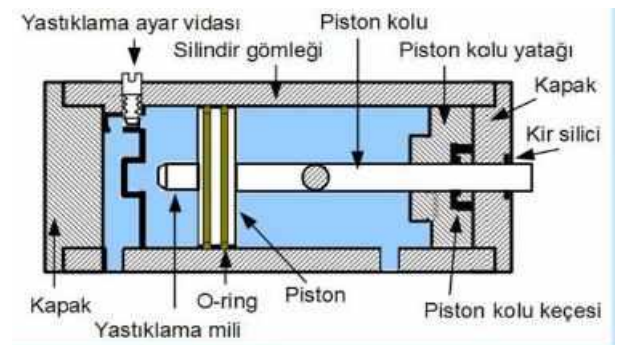
Doğrusal hareketlerin açısal harekete dönüştürülmesi için geliştirilmiş silindirlerdir. Piston kolunun doğrusal hareketinde kramayer dişliye bağlı silindirik düz dişli çarkın dönmesi ile $45^\circ - 90^\circ - 180^\circ - 360^\circ$ ve istenilen açılarda döner hareketler üretilir.

6. Özel Silindirler

Pnömomatik sistemlerde standart silindirlerin dışında özel işlemler için geliştirilmiş silindirlerdir. Bunlar perçinleme, zımbalama, asfalt kazı işlerinde kullanılan “darbeli silindirler” ve “çok amaçlı silindirlerdir.

Silindir Elemanları

Bir pnömomatik silindir; silindir gömleği, piston, piston kolu, sızdırmazlık elemanları ve ön-arka kapaklardan oluşur.



Silindir Gömleği: Yüksek basınç altında çalışan silindir gömlekleri dikişsiz çelik borudan imal edilirken düşük basınçlı sistemlerde ve hafiflik istenen durumlarda alüminyum ve plastikten yapılır.

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. Çalıştıklarında burkulma meydana gelmemesi için dayanıklı malzemeden yapılması gerekir. Genelde piston ile aynı malzemeden yapılan piston kolları, paslanmaya karşı dayanıklı olmalı ve sızdırmazlık için iyi yataklandırılmış olmalıdır.

Sızdırmazlık Elemanları: Pnömatik silindirlere 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.

Silindirlerde Yastıklama

Pistonun kurs sonuna yaklaşırken hızının yavaşlaması için yastıklama işlemi yapılır. Büyük kuvvetleri ve yükleri hareket ettiren, kurs sonlarına pistonun hızla çarpması, sarsıntı ve titreşim meydana getirmemesi için yastıklama işlemi önem kazanmaktadır. Bu sebeple gerekli sistemlerde yastıklı silindirler kullanılmaktadır.

Silindirlerde Kuvvet İletiminin Hesaplanması

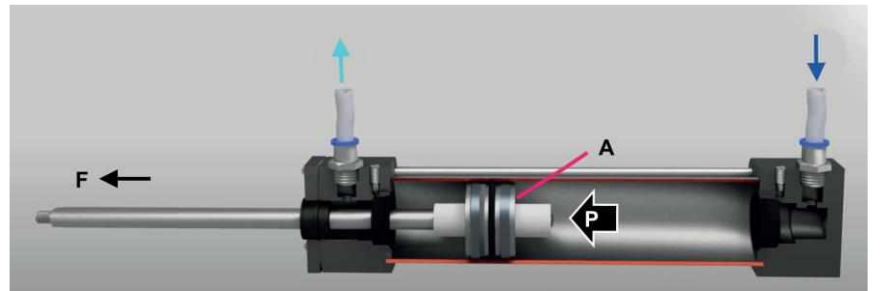
$$F = P \times A \times \eta$$

F = İtme kuvveti (N)

P = Basınç (Pascal)

A = Piston yüzey alanı (m²)

η = Silindir verimi (%)



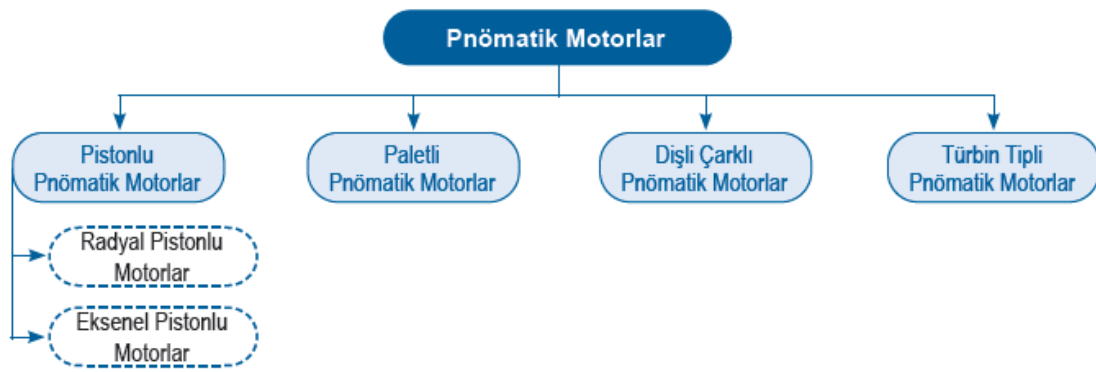
PNÖMATİK MOTORLAR

Pnömatik motorlar, basınçlı havanın enerjisini döndürme kuvvetine dönüştüren elemanlardır.

Pnömatik motorlar küçük devirlerde büyük döndürme momenti oluşturur. Devir sayıları yükseldikçe moment azalır ve büyük kuvvetlere zorlandığında durma noktasına gelir.

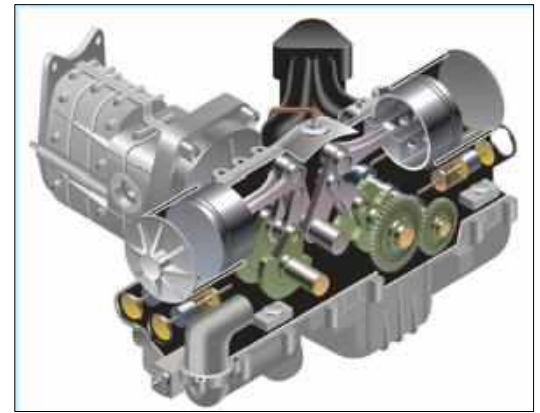
Pnömatik Motorların Üstünlükleri

- Hız ayarı sınırsızdır.
- Farklı momentler elde edilebilir.
- Az yer kaplarlar ve hafiftirler.
- Aşırı yüklere karşı emniyet sistemleri vardır.
- Soğuğa, sıcağa, toza ve suya karşı duyarsızdır ve bunlardan etkilenmezler,
- Yüksek hızlarda çalışırlar.
- Bakımları kolaydır.



1. Pistonlu Pnömatik Motorlar

Pistonlu motorlar radyal ve eksenel pistonlu olmak üzere iki grupta incelenir. Bu motorlarda kullanılan krank mili ile pistonların ileri geri doğrusal hareketi dairesel harekete dönüştürülür. Basınçlı havanın giriş yönüne bağlı olarak her iki yöne de dönebilirler. Radyal ve eksenel pistonlu motorların güçleri 2-20 kW arasındadır.



Pistonlu Motorların Gücüne Etki Eden Faktörler

Girişteki havanın basıncı Piston sayısı ve piston hızı

Piston yüzeyi (alanı) Pistonun kursu



2. Paletli Pnömatik Motorlar

Silindirik bir gövde içerisine merkezkaç olarak yerleştirilen bir rotorun etrafına dizilmiş palet şeklinde kanatlardan oluşur ve her iki yönde de dönebilirler. Motorun içine giren basınçlı hava kanatlara çarparak rotörü döndürür. Palet kanatlar yapısı içinde kızak biçiminde açılıp kapanarak çalışırlar. Havanın giriş yönü bir yönlendirici ile değiştirilir. 5000-10.000 devir/dk ile dönme, 18 kW'a kadar güç elde etme kabiliyetine sahiptirler.

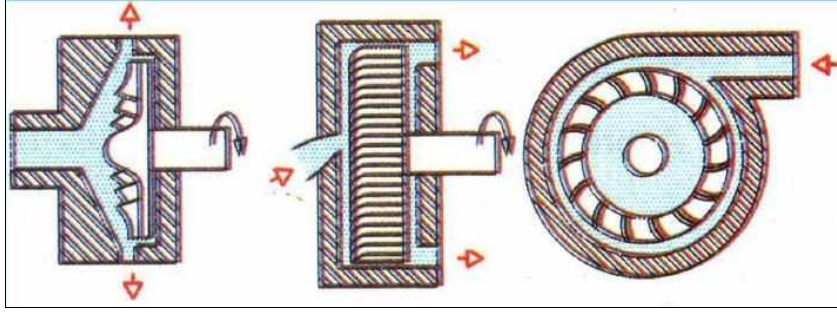
3. Dişli Çarklı Pnömatik Motorlar

Hidrolik dişli çarklı motor ve pompalarda olduğu gibi, iki adet silindirik düz dili çarkın bir gövde içinde yataklanmasından oluşur. Basınçlı hava dişli çarkların arasından geçerek motor milini döndürür. Dişli motorlar endüstride yüksek gücün gerektiği şartlarda tercih edilir. Motor gücü 44 kW civarındadır.



4. Türbin Tipli Pnömatik Motorlar

Türbin tipli kompresörlerin çalışma prensiplerine göre çalışırlar. Yüksek devirde çalışır fakat küçük kuvvetler üretirler. Ani yüklenmelerde sistem durur ve yeniden çalışır. Bu durma hareketi motora zarar vermez. 500.000 devir/dk ile çalışırlar. Havalı matkaplarda ve kullanılan havalı motorlar bu tiptendir. Radyal, eksenel ve çevresel olmak üzere üç tipte yapılırlar.

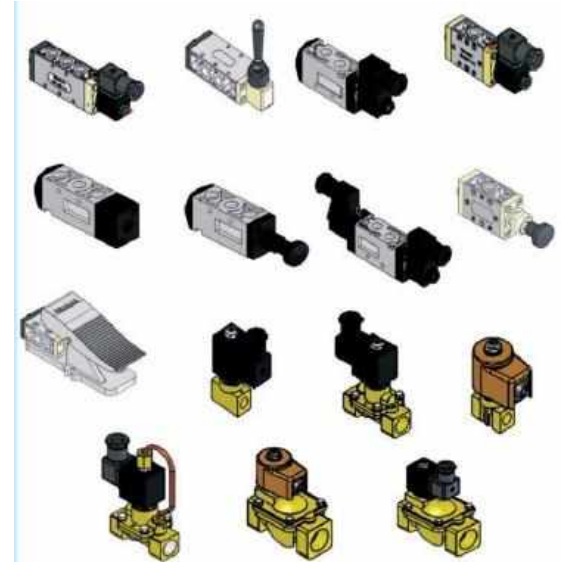


PNÖMATİK VALFLER

Pnömatik sistemde kullanılan valflerin amacı havanın önünü açmak, kapamak, kısmak, yavaşlatmak, basınçlı havayı silindir ve motorun istenilen kesitine göndermek ve görevini tamamlayan egzoz gazını da atmosfere yöneltmektir.

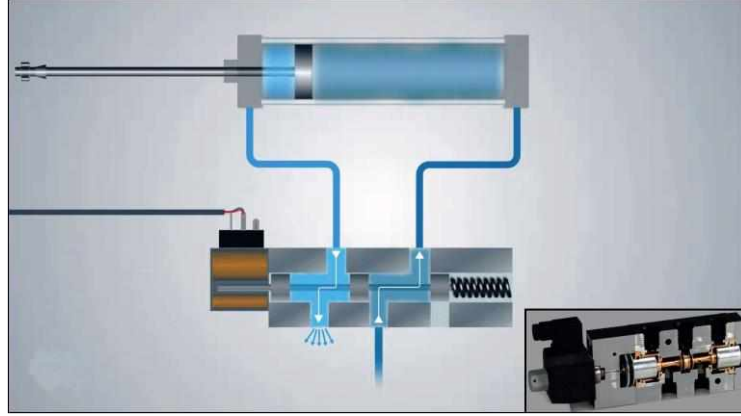
Çeşitleri

- ☐ Akış kontrol valfleri
- ☐ Basınç kontrol valfleri
- ☐ Yön kontrol valfleridir.



1. Yön Kontrol Valfleri

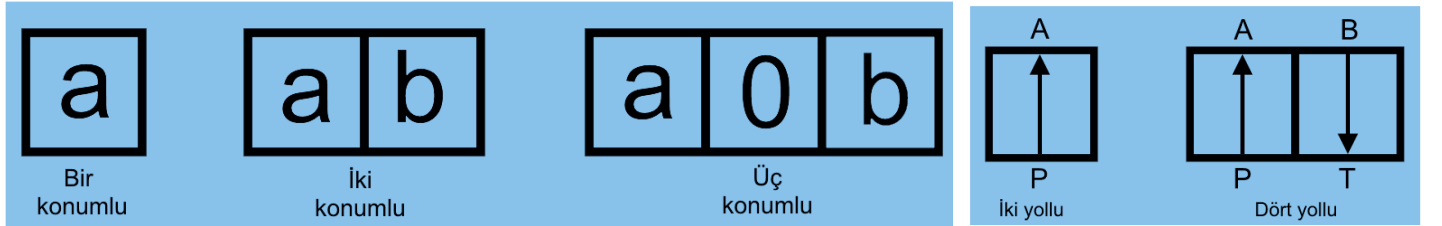
Pnömatik sistemlerde kullanılan, basınçlı havaya yön veren ve alıcılara gönderilmesini sağlayan valflere yön kontrol valfleri denir. Pnömatik sistemlerde en çok kullanılan valf çeşidi yön kontrol valfleridir.



Bir yön kontrol valfi söylenirken veya yazılırken ve çizilirken önce yol ve konum durumu belirtilir.

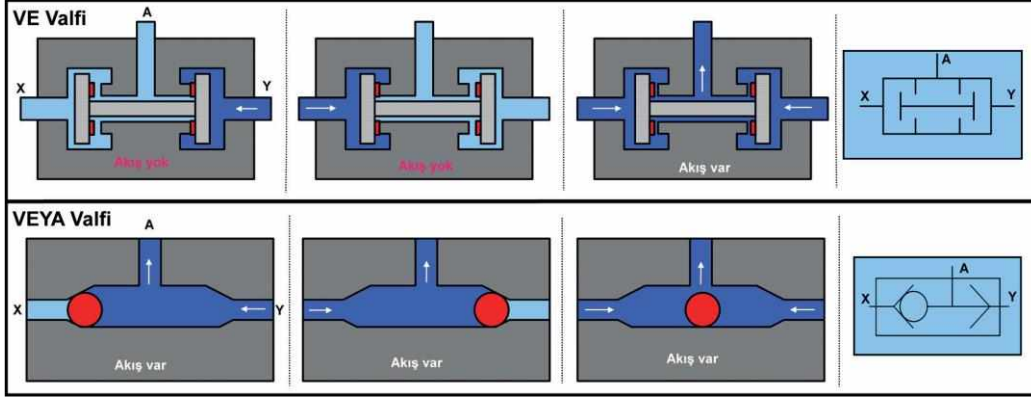
Konum: Pnömatik sistemlerde alıcıların kaç farklı durumda çalışabileceğini gösteren ifadedir.

Yol: Konum sayısından bağımsız olarak valfte bulunan bağlantı deliği sayısı o valfin yol sayısını gösterir.



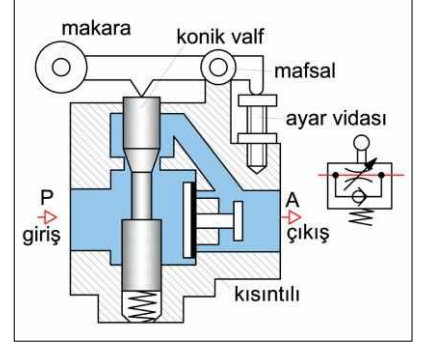
4/2 valf= (4 yollu/ 2 konumlu) 1.Konum= P-A ile B-T ile irtibatlı 2.Konum= P-B ile A-T ile irtibatlı	4/3 valf= (4 yollu/ 3 konumlu) 1.Konum= P – A ile B – T ile irtibatlı 2.Konum= P – B ile A – T ile irtibatlı 0.Konum= Nötr pozisyon irtibat yok.(Alıcılara hava gitmez)

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 akaslarda, preslerde ya da giyotinlerde hareket iki ayrı butonun aynı anda kumanda edilmesiyle sağlanmaktadır.

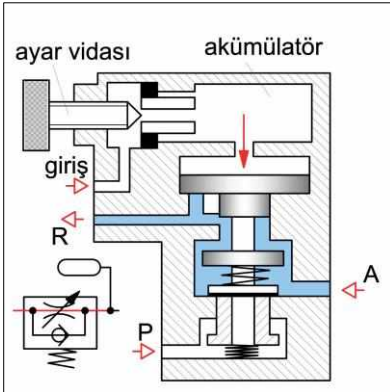


VEYA Valfi: Valf içinde yer alan bilyenin basınçlı havanın geliş yönüne göre hareket etmesiyle yönlendirilen valf, uzaktan kumanda edilmesi gereken çalışmalarda ve iki ayrı yerden gelen sinyallerle elemanların kumanda edildiği durumlarda kullanılmaktadır.

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.



Yavaşlatma Valfi: Pnömatik devrelerde yapılan işin hızını ve silindir içindeki pistonun hareketini yavaşlatmak ya da farklı hızlarda ilerlemesini sağlamak için kullanılmaktadır.



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.

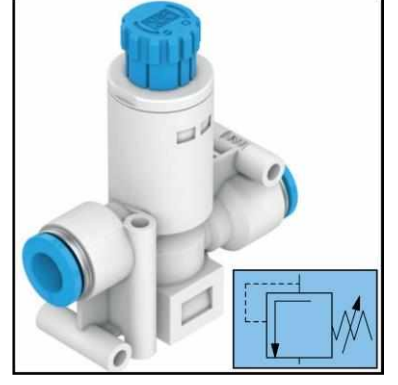
Kumanda Ediliş Şekillerine Göre Yön Kontrol Valf Çeşitleri

- ☐ İnsan gücü ile kumanda edilen yön kontrol valfleri
- ☐ Mekanik olarak kumanda edilen yön kontrol valfleri
- ☐ Basınçlı hava ile kumanda edilen yön kontrol valfleri
- ☐ Elektromanyetik sinyallerle kumanda edilen yön kontrol valfleri

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.



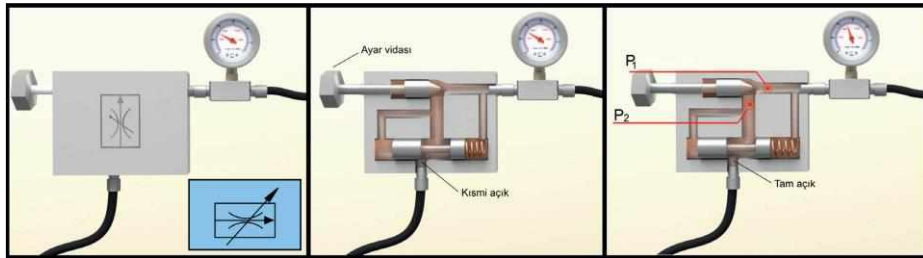
Bu valfler, pnömatik sistemde hava tankı üzerine, çalışan cihazların girişine ve basınç değerinin takip edilmesi gereken yerlere yerleştirilir.

- **Sıralama Valfi:** Pnömatik sistemde istenilen elemanların farklı zamanlarda devreye girmelerini ya da devreden çıkmalarını 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.

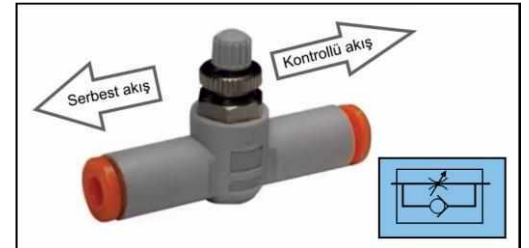
- **Kapama Valfi:** Basınçlı havanın gerekli kısımlara yönlendirilmesi ya da bu bölgelere gönderilen havanın kesilmesini sağlayan valflerdir.

3. Akış Kontrol Valfleri

Pnömatik motorların veya alıcıların çalışma hızlarını ayarlama hava akış debisinin değiştirilmesi amacıyla kullanılan elemanlara **akış kontrol valfi** denir.



- **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.



- **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.

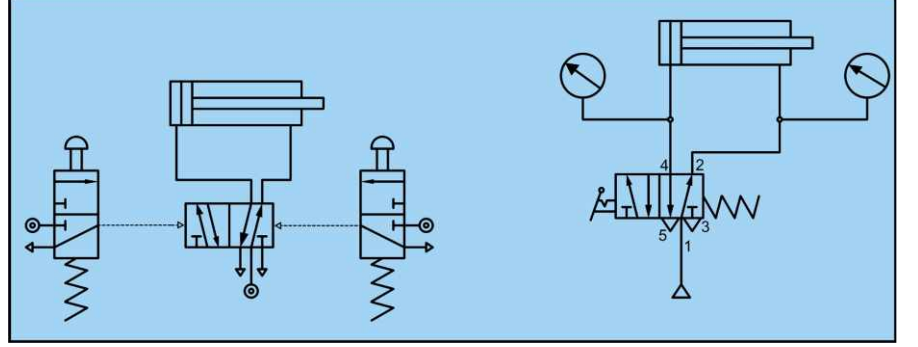
Çek Valfi Ayarlanabilen Akış Kontrol Valfleri: Bu valfler tek yönlü geçit veren akış kontrol valfi ile ayarlanabilir akış kontrol valfinin birleştirilmesiyle meydana gelmiştir. Basınçlı havanın ayarlanabilir oranda ve tek yönde geçişine izin verir.

PNÖMATİK DEVRELER

Pnömatik Devre Çeşitleri

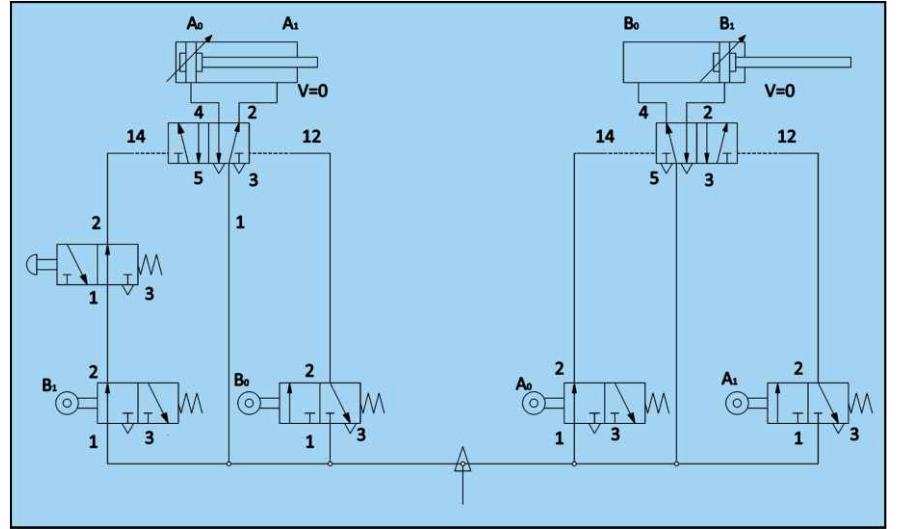
1. Tek İş Elemanlı Devreler

Pnömatik devrede tek alıcının (silindir veya motor) bir ya da daha fazla valfler ile yönlendirildiği devrelerdir.



2. Çok İş Elemanlı Devreler

Pnömatik devrede birden fazla alıcının (silindir veya motor) bir ya da daha fazla valfler ile kumanda edildiği devrelerdir.



Pnömatik Devre Elemanlarının Simgeleri

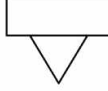
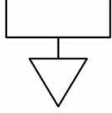
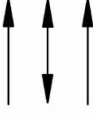
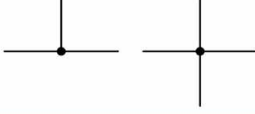
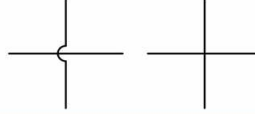
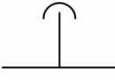
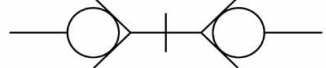
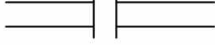
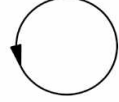
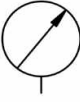
Pnömatik, hidrolik ve elektrikli sistemler genellikle şematik resimlerle ifade edildikleri için her sistemin kendisine özgü şematik kuralları uluslararası kuruluşlarca standardize edilmiştir. Pnömatik sistem standartları TS 1306, ISO 1219, DIN 24 300 ile belirlenmiştir.

Pnömatik Elemanların Ve Devre Diyagramlarının Çiziminde Kullanılan Yöntemler

Resimli Semboller ve Görünüşler: Fiziksel ilişkiyi ve elemanlar arasındaki bağlantıları göstermede faydalıdır.

Kesit Semboller: Elemanların yapısını vurgular; fakat çizim için karmaşıktır ve elemanların çalışma ve fonksiyonları açıkça ifade edilemeyebilir.

Şematik Semboller: Elemanların ve devrenin çalışma yöntemini, fonksiyonlarını açık olarak ifade edebilirler. Çizim tekniği ve standartlara uygunluğu açısından yaygın olarak kullanılırlar.

			
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

Yağlayıcı	Soğutucu	Hava deposu	Akümülatör
Hava şartlandırıcı (hazırlayıcı)	Susturucu	Isı duyarlı eleman	Basınç duyarlı eleman
Akış duyarlı eleman	Hava geçiş memesi	Toplayıcı meme (hava çıkışı)	Arka basınç memesi
Kesilebilen jet duyarlı eleman	Fiskiyeli (yansıtıcı) 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

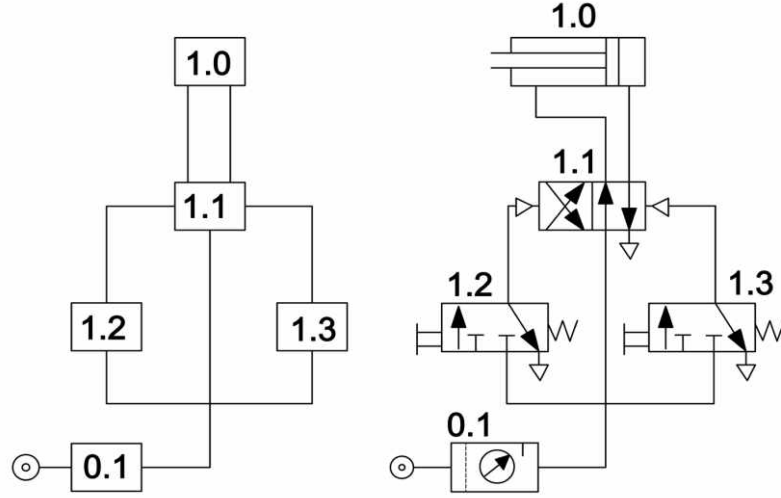
Pnömatik Devre Çiziminde Dikkat Edilecek Hususlar

1. Çizimlerde mutlaka standart simgeler kullanılmalıdır.
2. Devre şemalarında mümkün olduğu kadar silindirler yatay konumda çizilmeli.
3. Çalışma hatları ve diğer çizgiler yatay veya dikey doğrular hâlinde çizilmelidir.
4. Çizimleri yaparken varsa şablon kullanılmalı, valflerin kareleri eşit çizilmelidir.
5. Devre çizimlerinde bütün elemanlar gösterilmeli
6. Elektrik ve pnömatik devre şemaları ayrı ayrı çizilmeli
7. Çizimlerde genel teknik resim kurallarına uyulmalıdır.

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.



Pnömatik Devrelerin Bakımı

Pnömatik devrelerin daha uzun ömürlü çalışabilmeleri için, bakımlarının periyodik olarak yapılması gerekir. Buna koruyucu bakım denir. Pnömatik sistemde yapılacak koruyucu ve planlı bakım, arızaları azaltıp devre elemanlarının çalışma ömürlerini artırır. Koruyucu bakım zamanlarını tespit etmek için ilk yapılması gereken, kullanılan devre elemanının üretici firma kataloğuna başvurmak olmalıdır.

Periyodik bakımlar, üretici firmanın belirttiği zaman aralıklarında yapılmalıdır. Üretici firma kataloglarında, ilgili elemanın bakımlarının hangi süre aralığında yapılması gerektiği ve bakımın içeriği belirtilmektedir.

Bakım kartında, bakımda yapılması gerekenler ve daha önceki bakımda hangi işlemlerin yapıldığı belirtilir.

Kart üzerinde ilgili elemanın veya makinenin kontrol edilecek önemli noktaları belirtilir ve periyodik bakım tarihleri yazılır. Kullanılan filtrelerin özellikleri ve ne zaman temizlenecekleri, makine veya elemanlarda meydana gelebilecek olası arızalar, bu kartlara işlenir. Oluşturulacak bakım kartlarına, gerektiğinde yardım alınabilmesi için, ilgili devre elemanlarının model numarası, çalışma hızları, imalatçı firmanın veya temsilcilerinin telefon numaraları da yazılmalıdır.

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.

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.

Hidrolik ve Pnömatik Devrelerin Aylık Bakımları

Hidrolik devreler için; haftalık yapılan işlemlerin yanı sıra kaplin girişi kontrolü, dış kaçağın 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.

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 filtrenin değiştirilmesi; silindirlerde piston ve piston kolu sızdırmazlık elemanlarının kontrolü, değişimi ve üretici firma tarafından tavsiye edilen uygulamalar yapılmalıdır.

ÇALIŞMA SORULARI

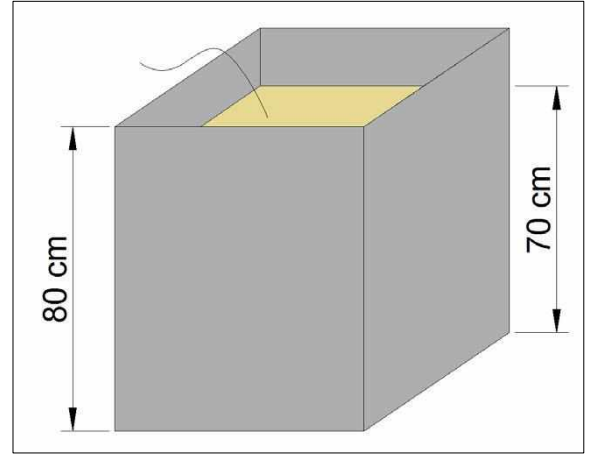
1. Pnömatik ne demektir?
2. Difüzyon ve dispersiyon ne demektir?
3. Basınç ve Vakum ne demektir?
4. Pnömatiğin uygulama alanları nelerdir?
5. Pnömatiğin olumlu yönleri nelerdir?
6. Pnömatiğin olumsuz yönleri nelerdir?
7. Hidrolik ve Pnömatik Sistemleri karşılaştırınız?
8. Pnömatik Sistemlerin ana kısımları nelerdir?
9. Kompresör ne demektir?
10. Kompresörün çalışmasını kısaca açıklayınız?
11. Kompresör çeşitleri nelerdir?
12. Havanın kurutulma nedeni nedir?
13. Havanın yağlanması nasıl yapılır? Açıklayınız.
14. Basınç regülatörü ne işe yarar?
15. Şartlandırıcı ne demektir?
16. Susturucu ne işe yarar?
17. Boru ve hortumların birleştirilme yöntemleri nelerdir?
18. Mutlak nem ve Bağıl nem ne demektir?
19. Pnömatik silindirin görevi nedir?
20. Pnömatik silindirlerin çeşitleri nelerdir?
21. Silindirlerin elemanları nelerdir?

22. Pnömatik motorların görevi nedir?
23. Pnömatik motorların üstünlükleri nelerdir?
24. Pnömatik motorların çeşitleri nelerdir?
25. Pnömatik motorların gücü neye bağlıdır?
26. Pnömatik valflerin görevleri nelerdir?
27. Pnömatik valflerin çeşitleri nelerdir?
28. Kumanda ediliş biçimlerine göre yön kontrol valfleri çeşitleri nelerdir?
29. VEYA valfi ile VE valfinin sembolünü çizerek gösteriniz?
30. Akış kontrol valfi çeşitleri nelerdir?
31. Pnömatik Devrelerin çeşitleri nelerdir?
32. Pnömatik devre diyagramlarının ve elemanlarının çiziminde kullanılan yöntemler nelerdir?
33. Pnömatik devre çizimlerinde dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir?
34. Hidrolik ve Pnömatik devrelerin günlük bakımlarında neler yapılır?
35. Hidrolik ve Pnömatik devrelerin aylık bakımlarında neler yapılır?

1) 80 cm boyundaki bir kabın 70 cm'lik yüksekliğine kadar motorin doldurulmuştur. Motorinin kabın tabanına yapacağı basıncı hesaplayınız.

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

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



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

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

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

$$P = ?$$

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) Serbest dalış dünya rekortmeni Milli sporcumuz Şahika Ercümen denizde 100 m derinliğe dalarak dünya rekoru kırmıştır. 40 m derinlikte bulunduğu esnada milli sporcumuzun üzerine etki eden sıvı basıncının kaç atm olduğunu bulunuz?

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

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

Çözüm:

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

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

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

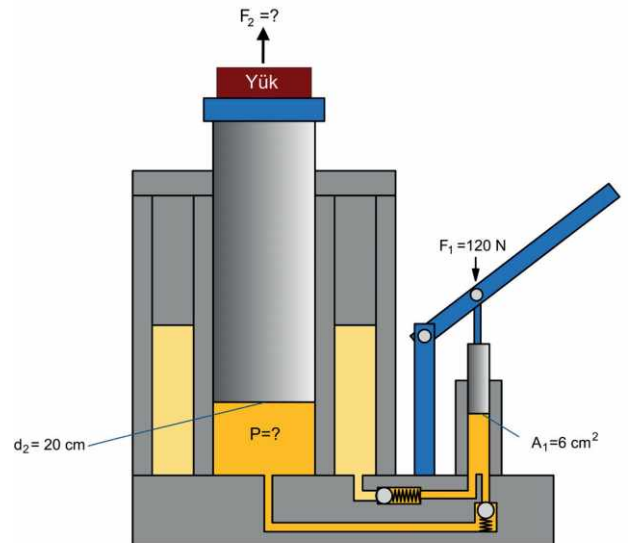
$$1 \text{ atm} = 101325 \Rightarrow 406134 \cong 4 \text{ atm}$$

3) Görseldeki krikoda F2 ağırlığında bir yük kaldırılmaktadır.

Yük pistonunun çapı 20 cm'dir. 120 N'lık F1 kuvvetinin uygulandığı pistonun yüzey alanı A1= 6 cm²'dir.

a) P basıncını bulunuz.

b) Yük pistonunun kaldırabileceği yük (F2) kaç N'dır?



Çözüm:

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

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

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

$$A_2 = \text{bilinmiyor}$$

$$a) P = P_1$$

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{120 \text{ N}}{6 \text{ cm}^2} = 20 \text{ N/cm}^2$$

$$P = P_1 = 20 \text{ N/cm}^2$$

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

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

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

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

4) Aşağıdaki görselde görülen 500 N'lık F₂ ağırlığı, F₁ kuvveti etkisiyle 2 cm yukarı kaldırılıyor. Ağırlığın bulunduğu A₂ pistonu yüzey alanı 20 cm², F₁ kuvvetinin uygulandığı A₁ pistonu yüzey alanı ise

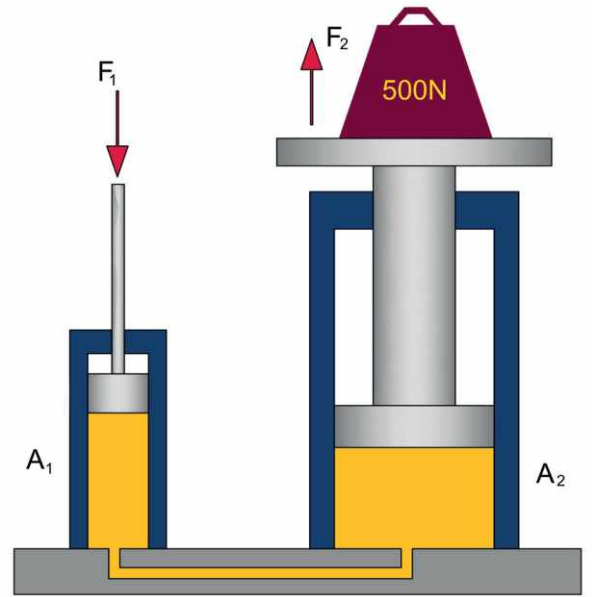
4 cm²'dir. Buna göre;

a) Uygulanan F₁ kuvvetini,

b) Sistemin basıncını,

c) Kuvvet pistonunun aşağı indiği mesafeyi,

d) Yer değişimi yapan sıvının hacmini bulunuz?



Çözüm:

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

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

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

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

$$a) F_1 = ?$$

$$b) P = ?$$

$$c) S_1 = ?$$

$$d) V = ?$$

a) F₁ i bulmak için önce sistemin basıncını bulmak gerekir.

$$P = P_1 = P_2$$

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

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

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

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

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

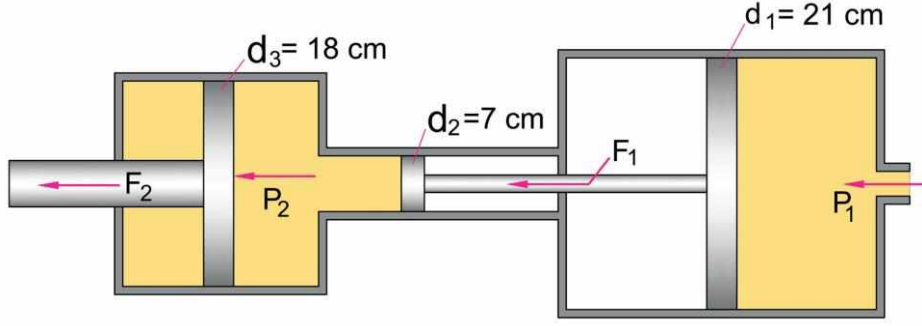
$$S_1 = \frac{S_2 \cdot F_2}{F_1} = \frac{2 \text{ cm} \cdot 500 \text{ N}}{100 \text{ N}} = 10 \text{ cm}$$

d) V = V₁ = V₂ olduğundan herhangi bir bölgeyi ele alabiliriz.

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

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

5) Aşağıdaki hidrolik basınç yükselticinin birinci pistonunun çapı 21 cm'dir. Bu pistonu 500 Pa'lık P1 basıncı uygulanmaktadır. Hidrolik basınç yükselticinin ikinci pistonunun çapı ise 7 cm, çıkış pistonunun çapı ise 18 cm'dir. F1, F2 kuvvetini ve P2 basıncını bulunuz?



Çözüm:

$$d_1 = 21 \text{ cm}$$

$$P_1 = 500 \text{ Pa}$$

$$d_2 = 7 \text{ cm}$$

$$d_3 = 18 \text{ cm}$$

$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

$$P_2 = ?$$

$$A_1 = ? \quad A_2 = ? \quad A_3 = ?$$

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

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

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

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

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

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

veya

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

6) 10 bar basınca sahip bir pompanın debisi 8 l/dk.dır. Motorun verimi %90'dır. Motorun gücünü hesaplayınız?

Çözüm:

$$P = 10 \text{ bar}$$

$$Q = 8 \text{ l/dk.}$$

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

$$P_{\text{Güç}} = ?$$

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

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

$$P_{\text{Güç}} = 0,148 \text{ kW}$$

7) Bir süt fabrikası, sütün fabrika içinde taşınabilmesi için bir boru sistemi yapmıştır. Borunun giriş kesit alanı 12 cm², çıkış kesit alanı ise 8 cm²dir. 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:

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

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

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

$$Q = ? \quad v_{\text{Ç}} = ?$$

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

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

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

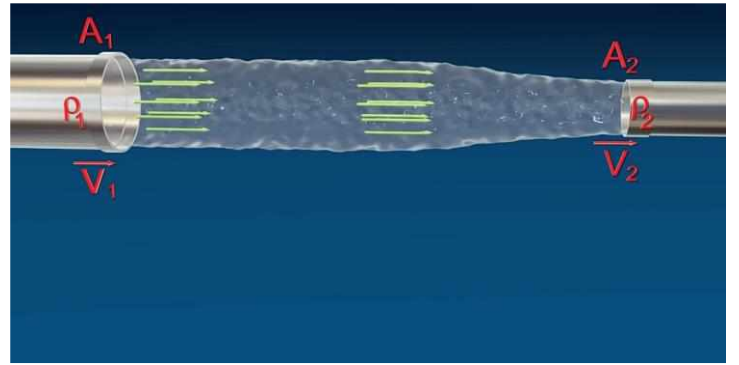
$$Q_{\text{Ç}} = v_{\text{Ç}} \cdot A_{\text{Ç}}$$

$$v_{\text{Ç}} = Q_{\text{Ç}} / A_{\text{Ç}} = (36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}) / 8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 4,5 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{Ç}} = 4,5 \text{ m/s}$$

8) Görseldeki borudan 10000 Pa'lık P1 basıncı ile 240 cm²lik A1 kesitinden 1 m/s v1 hızıyla su akmaktadır.

Su aynı yükseklikte bulunan 90 cm²lik A2 kesit alanından 4 m/s'lik hız ile geçmektedir. P2 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.

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

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

$$P_2 = 15000 - 8000$$

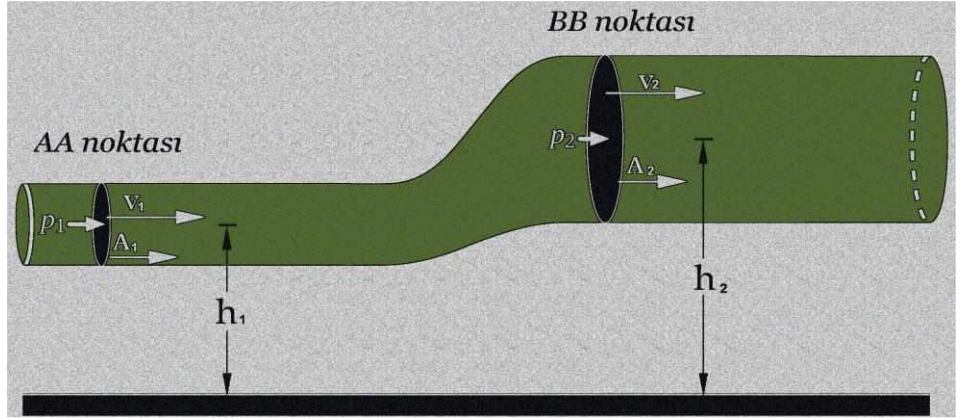
$$P_2 = 7000 \text{ Pa}$$

9) İçerisinde hidrolik sıvısı akan bir boru tertibatı görseldeki gibidir. AA noktasının toplam P1 statik basıncı 2 bar olup A1 kesiti 180 cm², v1 hızı 3 m/s, h1 yüksekliği 50 cm'dir. BB bölgesindeki A2 kesiti 500 cm², P2 basıncı 1 bar, h2 yüksekliği 80 cm'dir.

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

Yer çekimi ivmesi (g) = 9,81 m/s²

v_2 hızını bulunuz.



Çözüm:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$v_2 = ?$$

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

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

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

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

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

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

$$v_2^2 = 225,336 \text{ m/s} \text{ ise } v_2 \cong 15 \text{ m/s}$$

10) 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?

$$n = 1600 \text{ devir/dk.} \quad D_o = 85 \text{ mm} = 8,5 \text{ cm} \quad b = 40 \text{ mm} = 4 \text{ cm} \quad h = 15 \text{ mm} = 1,5 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14 \text{ alınacak.} \quad W = ? \quad Q = ?$$

Çözüm:

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

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

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

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

$$Q = 8542,5 \text{ cm}^3/\text{s} \text{ olarak bulunur.}$$

11) 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?

$$\begin{aligned}n &= 1400 \text{ devir/dk.} & D_o &= 90 \text{ mm} = 9 \text{ cm} & b &= 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm} \\h &= 30 \text{ mm} = 3 \text{ cm} & w &= 146,5 \text{ radyan/s} & Q &= ?\end{aligned}$$

Çözüm:

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

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

12) 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?

$$\begin{aligned}N &= 2100 \text{ devir/dk.} & D_o &= 90 \text{ mm} = 9 \text{ cm} & b &= 50 \text{ mm} = 5 \text{ cm} \\h &= 20 \text{ mm} = 2 \text{ cm} & W &= ? & Q &= ?\end{aligned}$$

Çözüm:

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

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

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

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

13) 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?

$$\begin{aligned}P &= 120 \text{ bar} = 1200 \text{ N/cm}^2 & Q &= 30 \text{ l/dk.} = 30\,000 \text{ cm}^3/\text{dk.} & G_1 &= 12 \text{ kW} \\G &=? & \eta &=?\end{aligned}$$

Çözüm:

$$G = Q \cdot P$$

$$G = 30\,000 \cdot 1200$$

$$G = 36 \cdot 10^6 \text{ Ncm/dk.}$$

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

$$1 \text{ Ncm/dk.} = \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{100} = \frac{1}{6000} \text{ Nm/s}$$

$$G = 36 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{6000} = 6000 \text{ Nm/s} = 6000 \text{ watt} = 6 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{G}{G_1} = \frac{6}{12} = 0,5 = \%50 \text{ verimle çalışır.}$$

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

Çözüm:

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

$$M = P \cdot R$$

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

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

14) 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)

a) Silindirin et kalınlığını,

b) Silindirin kesit alanını,

c) Silindire etki eden kuvveti bulunuz?

Çözüm:

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

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

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

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

$$e = ?$$

$$A = ?$$

$$F = ?$$

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

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

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

$$e = 0,4375$$

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

$$e = 4 \text{ mm (et kalınlığı)}$$

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

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

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

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

$$F = \sigma_{\text{gen}} \cdot A$$

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

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

15) 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)

a) Silindirin et kalınlığını,

b) Silindirin kesit alanını,

c) Silindire etki eden kuvveti bulunuz?

Çözüm:

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

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

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

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

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

$$e = ?$$

$$A = ?$$

$$F = ?$$

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

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

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

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

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

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

c) Silindire etki eden kuvvet:

$$F = \sigma_{\text{em}} \cdot A$$

$$F = 600 \cdot 2620$$

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

16) 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;

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

17) 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:

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

18) Debisi 30 l/dk. olan silindirde pistonun süpürdüğü hacim 14 cm³tür. Pistonun kursunu tamamlama zamanını bulunuz?

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

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

$$t = ?$$

Çözüm:

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

19) Çapı 150 mm olan bir pistonun piston kol çapı 50 mm'dir. Verimi %70 olan tek kollu çift etkili silindirin çalışma basıncı 800 bar'dır. Pistonun her iki tarafında oluşacak itme kuvvetini bulunuz?

Verilenler:

$$d_1 = 150 \text{ mm} = 15 \text{ cm}$$

$$d_2 = 50 \text{ mm} = 5 \text{ cm}$$

$$P = 800 \text{ bar} = 8000 \text{ N / cm}^2,$$

$$\eta = 0,70$$

İstenenler:

$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

$$A_1 = 0,785 \times d_1^2 (\text{cm}^2) = 0,785 \times 15^2 = 176,62 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 0,785 \times (d_1^2 - d_2^2) (\text{cm}^2) = 0,785 \times (15^2 - 5^2) = 157 \text{ cm}^2$$

$$F_1 = P \times A_1 \times \eta = 8000 \times 176,62 \times 0,70 = 98907,2 \text{ N'dir.}$$

$$F_2 = P \cdot A_2 \cdot \eta = 8000 \cdot 157 \cdot 0,70 = 879200 \text{ N'dir}$$

20) Bir fabrika içerisinde yer alan pnömatik bir sistemde 298,7 kPa basınçta ve 0,5 m³ hacimdeki hava 0,1 m³ hacme kadar sıkıştırılmaktadır. Bu işlem sonunda gösterge basınç (efektif basınç) değeri ne olur? Patm = 101,3 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:

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

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

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

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

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

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

$$V_1 = 5 \text{ m}^3 \quad T_1 = 50 \text{ °C} \quad T_2 = 80 \text{ °C} \quad V_2 = ?$$

Çözüm:

$$T_1 = 50 + 273 = 323 \text{ K (mutlak sıcaklık)}$$

$$T_2 = 80 + 273 = 353 \text{ K (mutlak sıcaklık)}$$

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} \quad V_2 = 5 \cdot \frac{353}{323}$$

$$V_2 = 5,46 \text{ m}^3$$

22) Bir araç lastiğinin içindeki basınç (P₁) 500 kPa (5 Bar) ölçülmektedir. Bu sırada (T₁) 15 °C sıcaklığa sahiptir. 300 km'lik yol alındıktan sonra lastiğin sıcaklığı (T₂) 45 °C olduğuna göre lastiğin son basıncını hesaplayınız?

$$P_1 = 500 \text{ kPa} \quad T_1 = 15 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad T_2 = 45 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad P_2 = ?$$

Çözüm:

$$T_1 = 15 + 273 = 288 \text{ K (mutlak sıcaklık)}$$

$$T_2 = 45 + 273 = 318 \text{ K (mutlak sıcaklık)}$$

$$P_1 = 500 \text{ kPa} + 101.3 \text{ kPa} = 601.3 \text{ kPa (mutlak basınç)}$$

$$P_2 = P_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

$$P_2 = 601,3 \cdot \frac{318}{288}$$

$$P_2 = 663,93 \text{ kPa (mutlak basınç)}$$

$$P_2 \text{ (gösterge basıncı)} = 663,93 - 101,3$$

$$P_2 = 562,63 \text{ kPa}$$

23) Basınçlı hava ile çalışan bir sistemde saatte 500 m³ hava geçmektedir. Havanın basıncı 10 bar ve sıcaklığı 55 °C (328 K)'dir. Bağıl nem oranı %50 olduğuna göre, mutlak nem oranını ve bir saatte biriken su miktarını hesaplayınız? (55 °C için doyma miktarının 100 g / m³)

$$Q = 500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P = 10 \text{ atm (Bar)}$$

$$T = 55 \text{ }^{\circ}\text{C (328 K)}$$

$$\text{B.N.O} = 50 \text{ g / m}^3$$

$$\text{M.N.O} = ?$$

Çözüm:

$$\text{Bağıl Nem Oranı} = \frac{\text{Mutlak Nem Oranı} \cdot 100}{\text{Doyma Miktarı}} \Rightarrow \text{B.N.O} = \frac{\text{M.N.O} \cdot 100}{\text{D.M}}$$

$$\text{Mutlak Nem Oranı} = \frac{\text{Bağıl Nem Oranı} \cdot \text{Doyma Miktarı}}{100} \Rightarrow \text{M.N.O} = \frac{50 \cdot 100}{100} = 50 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

1 m³ havadaki su buharı 50 g olarak bulunur ve buna göre toplam su buharı miktarı 500 m³ hava için, 500 m³ · 50 g/m³ = 25000 g/h olarak bulunur.

24) Bir pnömatik sistemde hava tankından saatte 350 m³ hava geçmektedir. Havanın sıcaklığı 30 °C (303 K)'dir. Bağıl nem oranı %40 olduğuna göre, mutlak nem oranını ve bir saatte biriken su miktarını hesaplayınız? (30 °C için doyum miktarının 25 g / m³)

$$Q = 350 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T = 30 \text{ °C (303 K)}$$

$$B.N.O = 40 \text{ g / m}^3$$

$$M.N.O = ?$$

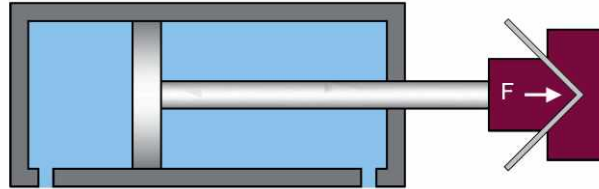
Çözüm:

$$\text{Bağıl Nem Oranı} = \frac{\text{Mutlak Nem Oranı} \cdot 100}{\text{Doyma Miktarı}} \Rightarrow B.N.O = \frac{M.N.O \cdot 100}{D.M}$$

$$\text{Mutlak Nem Oranı} = \frac{\text{Bağıl Nem Oranı} \cdot \text{Doyma Miktarı}}{100} \Rightarrow M.N.O = \frac{40 \cdot 25}{100} = 10 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

1 m³ havadaki su buharı 25 g olarak bulunur ve buna göre toplam su buharı miktarı 350 m³ hava için, 350 m³ · 25 g/m³ = 8750 g/h olarak bulunur.

25) Görselde gösterilen saç 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:

$$P = 10 \text{ Bar} = 1000000 \text{ (} 10 \cdot 10^5 \text{) Pascal}$$

$$D = 250 \text{ mm} = 0,25 \text{ m}$$

$$\eta = 0,80$$

$$F = ? \text{ (Newton)}$$

$$A = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4}$$

$$A = 0,049 \text{ m}^2$$

$$F = P \cdot A \cdot \eta = 1000000 \cdot 0,049 \cdot 0,80$$

$$F = 39200 \text{ N}$$

26) 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.

$$A_1 = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = 3,14 \cdot \frac{0,04^2}{4} = 0,00125 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \pi \cdot \frac{D^2 - d^2}{4} = 3,14 \cdot \frac{0,04^2 - 0,015^2}{4} = 0,00107 \text{ m}^2$$

Farklı yüzey alanlarına göre F_1 ve F_2 itme kuvvetleri hesaplanır.

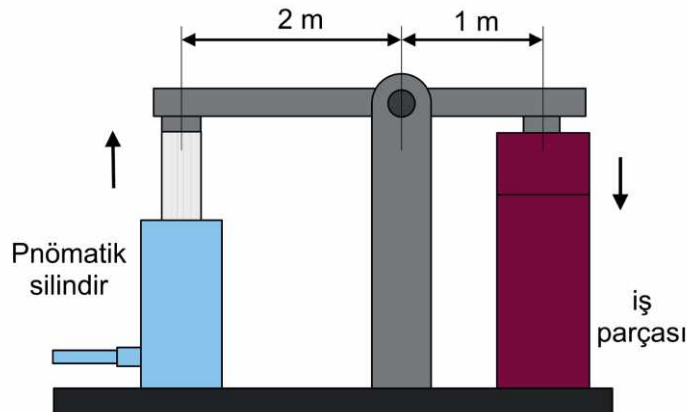
$$F_1 = P \cdot A_1 \cdot \eta = 800000 \cdot 0,00125 \cdot 0,90$$

$$F_1 = 900 \text{ N}$$

$$F_2 = P \cdot A_2 \cdot \eta = 800000 \cdot 0,00107 \cdot 0,90$$

$$F_2 = 770,4 \text{ N}$$

27) Görselde 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:

$$P = 7 \text{ Bar} = 700000 \text{ veya } (7 \cdot 10^5) \text{ Paskal}$$

$$D = 80 \text{ mm} = 0,08 \text{ m}$$

$$\eta = 0,90$$

$$F_1 = ? \quad F_2 = ?$$

$$A = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = 3,14 \cdot \frac{0,08^2}{4} = 0,005 \text{ m}^2$$

$$F_1 = P \cdot A \cdot \eta = 700000 \cdot 0,005 \cdot 0,90$$

$$F_1 = 3150 \text{ N (Pnömatik pistonun itme kuvveti)}$$

Not: İş parçasını sıkmaya yarayan F2 kuvveti moment prensibiyle (kuvvet x kuvvet kolu = yük x yük kolu) bulunabilir. Bu şekilde çözülecek olursa;

$$F_1 \cdot 2 = F_2 \cdot 1$$

$$3150 \cdot 2 = F_2 \cdot 1$$

$$F_2 = 6300 \text{ N (İş parçasını sıkan kuvvet) olur.}$$