



tmmob
makina mühendisleri odası
ankara şubesi

PNÖMATİK - HİDROLİK

Hazırlayan: E. Sinem AYKAÇ



MAYIS 2011



TMMOB
Makina Mühendisleri Odası
Ankara Şubesi

Meşrutiyet Caddesi No: 19 Kat: 5

06650 Kızılay / ANKARA

Tel: (0312) 425 21 41 – Faks: (0312) 417 87 81

<http://ankara.mmo.org.tr> – e-posta: ankara@mmo.org.tr

Kasım 2011

Baskı: Genç Ofset Gıda San. ve Tic.Ltd.Şti.

İstanbul Cad. Sedef Sok. No: 1 İskitler / Ankara

Tel: (0312) 341 06 41

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	7
2. PNÖMATİK	7
2.1. Neden Pnömatik.....	7
2.2. Pnömatiğin Dezavantajları	8
2.3. Pnömatik Hangi Alanlarda Kullanılır	9
2.4. Basınçlı Hava Teorisi.....	10
2.5. Basınçlı Hava Nasıl Oluşur?.....	11
2.6. Pnömatikte Kullanılan Devre Elemanları	14
2.7. Vakum.....	19
2.8. Pnömatik Devrelerde Kullanılan Bazı Elemanların Devre Sembolleri	21
2.9. Basit Bir Devre Tasarımı	21
3. HİDROLİK	22
3.1. Neden Hidrolik?.....	23
3.2. Hidrolik Sistemlerin Dezavantajları.....	23
3.3. Hidroliğin Kullanım Alanları	24
3.4. Hidrolik Teorisi.....	25
3.5. Hidrolik Akışkanlar	28
3.6. Basınçlı Akışkanı Oluşturmak	29
3.7. Kavitasyon	31
3.8. Hidrolik Devre Elemanları.....	31
3.9. Hidrolik Devrelerde Kullanılan Bazı Elemanların Devre Sembolleri.....	37
3.10. Basit Bir Devre Elemanı	38

SUNUŐ

MMO Ankara Őube 2010 ayında oluŐturulan **Tasarım ve İmalat Komisyonu**'nun çalışma programı gereğince hazırladığı bu kitapçık, tasarım ve imalat alanında hazırlanacak bir dizi yayının ilkidir. Amacı; uzmanlık alanlarına kısa giriş yaparak, genel bilgileri özetlemek olan kitapığımızın devamı niteliğindeki yayınlarımız hazırlanmaya devam etmektedir.

Odamız mühendislik alanlarımızda sürekli yenilenen teknolojileri, yöntemleri, uygulamaları yayınladığırken, üyelerimizin ve onların etkiledikleri, yönlendirdikleri çalışma ortamını da doğru ve yeterli bilgi ile donatma hizmetini yerine getirmektedir.

Elinizdeki bu kitapçık, hidrolik ve pnömatik alanında bilgi ve deneyimin, yeni meslektaŐlarımıza ve öğrencilere kolay ulaŐılabilir olması için hazırlanmıŐtır.

Bu kitapçığın yazarı E. Sinem Aykaç'a ve basımı gerçekleştiren MMO Ankara Őube yayın birimi çalıŐanlarına teŐekkürlerimizi sunarız.

Saygılarımızla

**Makina Mühendisleri Odası
Ankara Şubesi
22. Dönem Yönetim Kurulu**

1. GİRİŞ

Basınçlandırılmış akışkanın, mekanik özelliklerini, davranışlarını, kuvvet iletiminde kullanılmasını, akışkanın hareket ve kontrolünü inceleyen bilime hidrolik ya da pnömatik denir. Hidrolikte enerji iletimini yağ ve su gibi daha yoğun akışkanlar gerçekleştirirken pnömatikte kullanılan akışkan cinsi havadır.

2. PNÖMATİK

Sıkıştırılmış havanın kuvvet oluşturmada kullanılması milattan öncelere rastlar. İlkel insan hava körüğü gibi araçlar kullanarak pnömatiğin gündelik hayatta kullanılmasına aracı olmuştur. Ancak endüstriyel anlamda ilk ciddi pnömatik uygulamalar, 19. yüzyılın ortalarından itibaren basınçlı havanın el aletlerinde kullanılmasıyla başlamış ve pnömatik günümüze kadar pek çok farklı çalışma alanında kendine yer edinmiştir. Özellikle elektropnömatik sistemlerin yaygınlaşması sayesinde pnömatik, seri üretim uygulamalarında ve otomasyonlu üretimlerde ihtiyaç duyulan hatta tercih edilen sistemler arasına girmiştir



Resim 1. Pnömatik malzemeler

(<http://www.b-direct.ch/category.aspx?catalog=E-SHOP%20PNEUMATIK&id=970>)

2.1. Neden Pnömatik?

Pnömatik sistemlerin elektrikli ve hidrolik sistemlere göre çeşitli avantajlarının olması bu sistemlere olan talebi arttırmıştır. Pnömatikte temel enerji üretimi ve iletimi hava ile sağlanır. Hava; her yerde kolayca bulunabilen, iletimi basit, basınçlandırıldığında rahatça depo edilebilen bir akışkandır. Aynı zamanda sıcaklık değişikliklerine karşı

hassas bir davranış göstermez bu da yüksek sıcaklıklarda bu sistemlerin kullanılmasını kolaylaştırır.

Güç kaynağı olarak havanın kullanılması emniyetlidir. Parlama, patlama ya da yanma gibi riskler söz konusu değildir. Pnömatik sistemlerde başka bir güvenlik unsuru da aşırı yük varlığında sistemin kendini durdurmasıdır. Aşırı yük unsuru ortadan kalktığında çalışma devam eder.

Çevre bilinci endüstriyel tesislerde gün geçtikçe gelişmektedir. Bu durum göz önüne alındığında hava; atık bırakmaması ve hatlarda sızıntı ya da kaçak olsa bile çevreyi kirletmemesi açısından temiz bir güç kaynağı olarak ele alınmalıdır.



Resim 2. Pnömatik robot el

(<http://www.computescotland.com/grip-and-touch-approaches-for-robotic-skin-3663.php>)

Pnömatik sistemlerin kurulumları kolaydır. Pnömatik elemanlar hidrolik elemanlara göre hafif, oldukça ucuz, bakımları ise hidrolik sistemlere göre az maliyetli ve zahmetsizdir.

Pnömatik sistemlerin tercih edilmesinin bir başka sebebi de basınçlı hava sistemlerinin yüksek hızlara ulaşmasıdır. Ayrıca pnömatik sistemlerle doğrusal, dairesel ve açısız hareketler mekanik sistemlere göre kolayca elde edilebilmektedir.

2.2. Pnömatiğin Dezavantajları

Hava; sıkıştırılabilirliği yüksek bir akışkan olduğundan pnömatik bir sistem ekonomik bir şekilde kuvvet oluşturmada hidrolik bir sistem kadar performans gösteremez. Aynı sebepten dolayı konumlamada hassasiyet azalır, sabit ve düzgün bir hız elde edilmesi zorlaşır.

Havanın sıkıştırılması kompresörler aracılığı ile yapılır. Kompresörden çıkan havanın, kullanılmadan önce temizlenmesi ve neminin alınması için kurutulması ve filtrelenmesi gerekir, hatta kullanım yerine göre havanın yağlanması ve şartlandırılmasına da ihtiyaç duyulabilir. Bu da beraberinde enerji sarfiyatını yani maliyet artışını getirir.

Pnömatik sistemler uygun donanımla (örneğin: susturucu) kullanılmazsa oldukça gürültülü çalışırlar. Gürültü probleminin işçi sağlığını olumsuz olarak etkilediği çalışma ortamlarında özellikle uygun teçhizat kullanılmadığında pnömatik sistem dezavantajlı hale gelir.

2.3. Pnömatik Hangi Alanlarda Kullanılır?

Pnömatik sistemler günümüzde her sanayi dalında kendine yer bulmuştur. Aşağıda öne çıkan birkaç sanayi dalı ve uygulama yer almaktadır.

- Haddelme, bükme ve çekme gibi şekil verme işlemlerinde
- Otomasyon sistemleri ve elektronik sanayinde
- Robot teknolojilerinde
- Malzeme taşımacılığında
- Takım tezgâhları ve el aletlerinde
- Boya, sprey ve vernik işlemlerinde
- Tekstil sanayinde
- Gıda, kimya, ilaç ve maden sanayinde

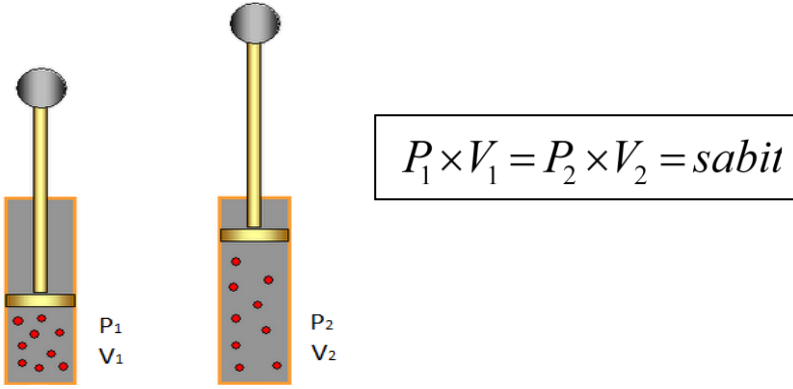


Resim 3. Pnömatik sistem (<http://skim-online.de/pneumat>)

2.4. Basınçlı Hava Teorisi

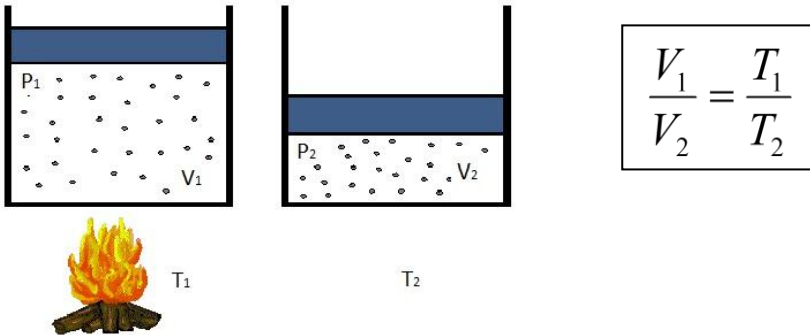
Pnömatik sistemlerle ilgili mühendislik hesapları havanın davranışlarını açıklayan birkaç gaz kanununa dayanır.

2.4.1. Boyle – Mariotte Yasası: Sabit sıcaklıkta, sabit miktardaki gazın hacmi, basıncı ile ters orantılıdır. Buradan elde edilecek sonuç ise sabit sıcaklıktaki bir gaz kütlesinin basıncı (P) ile hacmi (V) nin çarpımı sabittir.



Resim 4. Boyle – Mariotte yasası

2.4.2. Gay – Lussac Yasası: Sabit basınçta, herhangi bir miktardaki ideal gazın sıcaklığı arttıkça hacmi artar; sıcaklığı azaldıkça hacmi azalır.



Resim 5. Gay – Lussac Yasası

2.5. Basınçlı Hava Nasıl Oluşur?

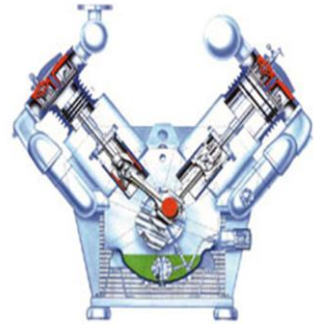
Ortamdaki emilen havayı sıkıştırarak basınçlandıran cihazlara kompresör denir. Kullanım amacına göre kompresörler çeşitlilik gösterir. Bunlar;

- **Pistonlu kompresör:** Bu tip kompresörlerin kullanımları oldukça yaygındır. Kompresörün krank kollarının hareketi ile emme hareketinde havayı alır basma hareketinde ise emdiği havayı sıkıştırır. Yüksek basınçlara çıkılabilir. Ancak yüksek basınçlarda kademe sayısı artar.
- **Vidalı kompresör:** Havanın basınçlandırılması birbirlerinin tersi yönünde dönen iki helis dişli rotorun arasında havanın sıkıştırılması ile sağlanır. Genelde 7-13 bar arası çalışırlar.
- **Diyaframli kompresör:** Tıpkı pistonlu kompresörlerdeki gibi kompresörün krank kolu ile ileri-geri hareketi gerçekleşir. Kola bağlı bir diyafram da ileri-geri hareketini emme ve basmaya dönüştürerek basınçlı havayı üretir. Yağsız çalışmaları için genelde gıda, kimya, ilaç ve tekstil sektöründe kullanılırlar.
- **Kayar kanatlı (paletli) kompresör:** Bir rotora yerleştirilen kanatlar (paletler) dönüş hareketinde merkezkaç kuvvetiyle cidarlara doğru savrulurlar. Kanatlar arasındaki havanın hacmi eksantriklik nedeniyle azalır böylelikle hava sıkıştırılır. Genelde sessiz çalışan kompresörlerdir.
- **Roots tipi kompresör:** Pompa gövdesinde birbiriyle ters dönen iki rotor mevcuttur. Her rotor basma ağızına açıldığında basma hattından geriye doğru bir direnç oluşur. Havanın basınçlandırılması bu şekilde gerçekleşir. Düşük basınçlarda çalışan bu kompresörler vakum pompası olarak kullanılırlar.
- **Türbin kompresör:** Yüksek devirde dönen bir rotor üzerine kanatlar açılmıştır. Bu kanatlar havayı emer ve havayı aralarında sıkıştırarak basınçlandırır.



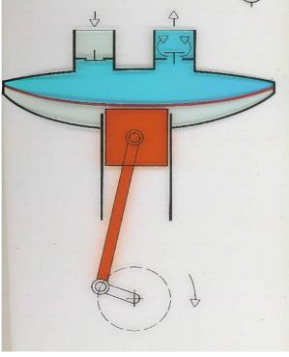
Resim 6. Vidalı kompresör

<http://www.ontariocompressor.com/electrasaver.html>

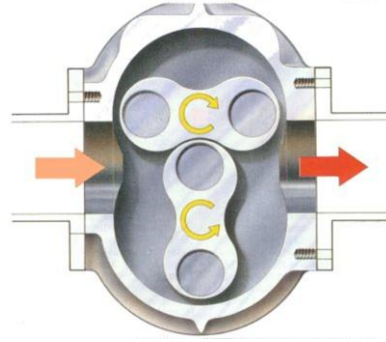


Resim 7. Pistonlu kompresör

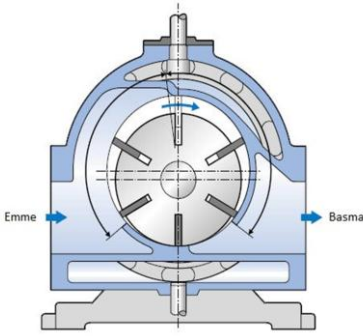
http://www.yukselkompresor.com/pistonlu_kompresor.php



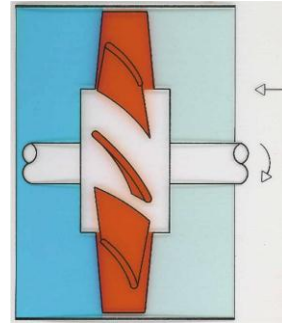
Resim 8. Diyaframalı kompresör (Kaynak 1)



Resim 9. Roots tipi kompresör
(<http://www.marcovw.nl/Motor/Compressor/compressor.htm>)



Resim 10. Kayar kanatlı kompresör
https://www.scotdesiderio.com/Rotary_Vacuum_Pumps.html



Resim 11. Tek kanatlı türbin kompresör (Kaynak 1)

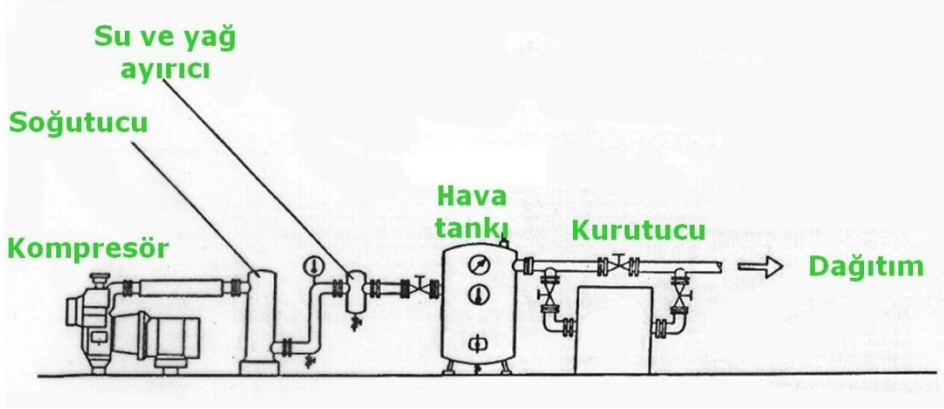
Pnömatik sistemlerde basınçlı hava hazırlanırken kompresörle beraber birkaç ekipman daha kullanılır. Bu ekipmanlar sayesinde sistemin ihtiyacı olan uygun hava sisteme gönderilmiş olur.

Emme hattı filtresi: Kompresörün emiş yaptığı kısımda havanın daha temiz alınması için emme hattı filtresi kullanılır.

Kompresör: Havayı sıkıştırarak basınçlandırır.

Hava tankı: Hava tankı, basınçlandırılmış havayı depo eder. Böylelikle sisteme sabit debili ve sürekli hava temini sağlanmış olur. Ayrıca havanın içinde bulunan ve yoğunlaşan nem de hava tankının altında bulunan kondensat tahliye ventilleri aracılığı ile atılır.

Bunun dışında tankın basınca karşı güvenliğini sağlayan emniyet valfi, manometre, kontrol deliği, boşaltma (drenaj) deliği gibi aparatlar da bulunmalıdır.



Resim 12. Basınçlı hava dağıtımı

Kurutucu: İçinde nem bulunan hava, hem sistemdeki devre elemanlarını (silindir, yön denetim valfi vb.) aşındırır ve ömürlerini azaltarak bakım onarım masraflarını artırır hem de sistemi koruyan yağlayıcıların kimyasal yapısını bozar. Bunun için dağıtımı yapılmadan önce hava, kurutuculardan geçirilir. Kurutucular üç şekilde kurutmayı gerçekleştirir. Fiziksel kurutma, kimyasal kurutma ve soğutarak kurutma.

- Fiziksel kurutmada (adsorbition yöntemi), küçük tanelerden oluşan bir kurutma maddesinin üstünden geçirilen hava, nemini bu tutucu taneciklere bırakır. Bir süre sonra tuttuğu nemle doymuş kurutucu madde sıcak hava ile rejenere edilerek tekrar kullanılabilir hale getirilir. Ancak hava akışı kurutucu maddeyi aşındırdığından bu tür kurutucuların çıkışına küçük parçaları tutan filtre konulmalıdır.
- Çok sık olarak kullanılmayan bir yöntem olsa da kimyasal kurutma (absorbition yöntemi) prensip olarak fiziksel kurutmaya benzer. Nem tutucu madde havanın nemi ile bileşime girerek sıvı hale gelir. Oluşan sıvı tankın alt kısmında birikir ve düzenli olarak ortamdan uzaklaştırılmalıdır. Ancak atık madde oluşacağı ve bu maddeyi elden çıkarmanın da ayrı bir maliyet getireceği göz önüne alınmalıdır. Ayrıca kimyasal maddenin miktarı zamanla azalacağından takviye edilmesi şarttır.
- Soğutarak kurutmada ise çiglenme noktasının altına kadar soğutulan havanın içinde bulunan nem yoğunlaşır ve su tutan bir kaptaki biriktirilir. Biriken suyun arada sırada boşaltılması gereklidir. Hava kurutma yöntemlerinden en çok tercih edileni soğutarak kurutmadır.

Hava Şartlandırıcılar: Dağıtılan basınçlı havanın kullanılacak devre elemanına girmeden önce istenilen özellikleri kazanması amacıyla kullanılır. Bir hava şartlandırıcı temel olarak üç parçadan oluşur. Havayı temizleyen bir filtre, havanın basıncını devre elemanına göre ayarlayan bir basınç regülatörü ve yağlama işlemini yapacak bir yağlayıcı.

Hava dağıtımının tasarımı yapılırken öncelikle kompresörün tipi ve amaca uygunluğu belirlenmelidir. Dikkat edilmesi gereken iki değişken kompresörün debi ve basınç değerleridir. Sonrasında tüm pnömatik elamanlar düşünülerek yeterli kapasitede hava tankı seçilmelidir. Hava tankında gereken teçhizatın bulunmasına dikkat edilmelidir. Havanın kurutulması için satın alınacak kurutucu seçilirken yine kapasite, maliyetler ve işletmenin şartları göz önüne alınmalıdır.

Havanın, devre elemanlarına gönderilmeden önce filtrelenmesi, yağlanması (sürtünmeleri azaltmak, çok hızlı çalışan sistemler ya da büyük çaplı silindirlere kullanılması gibi durumlarda) ve de basıncının ayarlanması gerektiğinden devre elemanlarının önüne bir hava hazırlayıcı eklenmelidir. Bunların dışında önemli bir konu ise hava gönderdiğimiz sistemin tasarımı yapılırken kullanacağımız boru ve bağlantı elemanlarının en verimli kullanılacak şekilde seçilmesidir. Dağıtım şebekesinin yanlış tasarlanması, çok ince ya da uzun borular, hortumlara göre küçük seçilmiş bağlantı elemanları, bağlantı parçalarının fazla olması basınç kayıplarını beraberinde getirir. Hattın sonunda basınç yeterli gelmiyorsa bu unsurlar gözden geçirilmeli ayrıca hatlarda kaçak olup olmadığı mutlaka kontrol edilmelidir.

2.6. Pnömatikte Kullanılan Devre Elemanları

Pnömatikte hava sayesinde güç iletimi gerçekleştirilirken gücü kullanan, kontrol eden, sınırlayan devre elemanları pnömatik sistemleri oluşturur. Bunlar:

- Filtreler
- Valfler
- Silindirlere

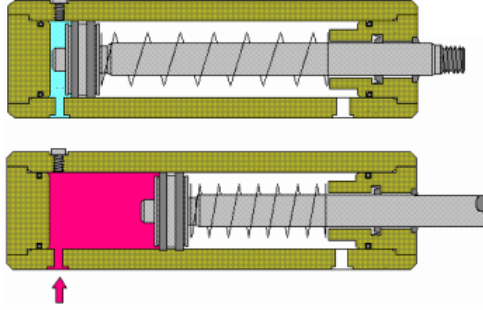
2.6.1. Filtreler:

Havanın içinde bulunan kirlilikleri tutmaya yarayan elemanlardır. Bu kirlilikler toz, katı parçalar, su ya da yağ olabilir. Genellikle sistemin en başında şartlandırıcı kombinasyonunun şekline göre hava regülatörü ve yağlayıcılarla birlikte kullanılırlar. Zamanla kirleneceklerinden değişimleri ya da temizlikleri yapılmalı ayrıca altta biriken (kondens) su boşaltılmalıdır.

2.6.2. Silindirler

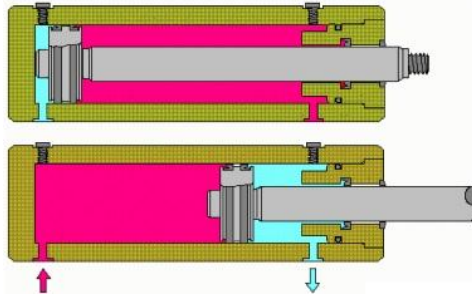
Doğrusal itme ve çekme hareketini basınçlı havanın etkisiyle gerçekleştiren elemana silindir denir. Konstrüksiyonuna göre temelde ikiye ayrılır:

- **Tek etkili silindir:** Silindire giren hava pistonu iterek hareket ettirir, hareket bittiğinde de; silindir dikey konumda ise yerçekiminin etkisiyle, yatay konumda ise yayın etkisiyle geri döner.



Resim 13. <http://www.hidrolikciyiz.com/hidrolik/hidrolik-sistemler/hidrolik-sistemler-4.htm>

- **Çift etkili silindir:** Hava silindirin çift tarafından da giriş ve çıkış yapar. İlk hareket de dönüş hareketi de havanın pistonu itirmesiyle gerçekleşir.



Resim 14. <http://www.hidrolikciyiz.com/hidrolik/hidrolik-sistemler/hidrolik-sistemler-4.htm>

Bazı özel uygulamalar için çift millî, tandem ve döner silindirler de kullanılmaktadır. Çift millî silindirlerde genelin aksine çift piston kolu bulunmaktadır. Tandem silindirlerde ise aynı gövdede birbirine bağlı çift etkili silindirler mevcuttur. Döner silindirlerde de dişli bir çark aracılığı ile doğrusal hareket dairesel harekete çevrilir.

Silindirin itme ve çekme hareketi esnasında hareketli piston silindir uçlarına hızla ve darbeli bir şekilde yaklaşabilir. Bunun önlenmesi için silindirlerde **yastıklama** sistemi uygulanır. Yastıklamada silindir uçlarındaki ayar vidası geliş ve gidişin hızlarını ayarlamayı sağlar; böylelikle silindir darbesiz, gürültüsüz ve titreşimsiz çalışır.

Kurulacak sistem için silindir belirlenirken; silindirin ne iş için kullanılacağı, piston çapı (basitçe hidrolikte anlatılan Pascal yasasından bulunabilir), strok, silindirin modeli, silindirin bağlantı tipi ve burulma hesapları göz önüne alınmalıdır.

2.6.3. Valfler

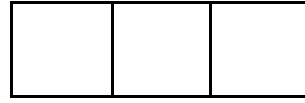
Basıncılı havanın boşaltılmasını ya da durdurulması işlemini gerçekleştiren, akışının yönünü, miktarını ya da basıncını kontrol eden devre elemanlarıdır. Devre şemalarında sembollerle gösterilirler. Semboller valfin kumanda yöntemini, yol ve konum sayısını gösteren biçimlerle oluşturulmuşlardır.

2.6.3.1. Yön denetim valfleri: Havanın akışına istenilen doğrultuda yön vererek pnömatik kullanıcıların (silindir) istenilen yönde hareket etmesini sağlayan devre elemanlarıdır. Kumanda yöntemi, yol sayısı ve konum sayısı ile değerlendirilirler.

Konum sayılarını karelerin sayısı belirlerken yol sayısını ise karelerin üzerindeki giriş ve çıkışların (dışarıdan yapılan bağlantıların) sayısı belirler. Karelerin içindeki oklar ise hava akışının ne yönde gideceğini yani hava bağlantısının nerden nereye olduğunu belirtir. Valf tarif edilirken önce yol sayısı sonra konum söylenir. Örneğin; 2 konumlu 5 yollu bir valf “5/2” olarak adlandırılır ve “5’e 2” şeklinde okunur.

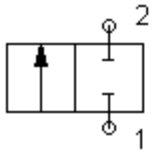


**2 konumlu
valf**

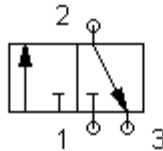


**3 konumlu
valf**

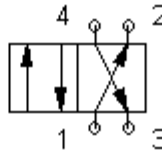
Resim 15. Pnömatik valf konumları



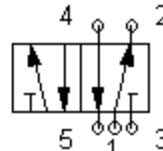
**2 konumlu
2 yollu**



**2 konumlu
3 yollu**



**2 konumlu
4 yollu**



**2 konumlu
5 yollu**

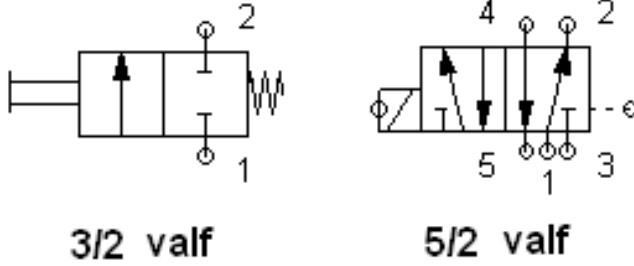
Resim 16. Pnömatik valflerin konum ve yolları

PNÖMATİK - HİDROLİK

Karelerin sağ ve solundaki semboller ise valfin kumanda şekli gösterir. Ayrıca valflerde giriş çıkışların ne olduğunu belirlemek için çeşitli rakamlar ve harfler kullanılır. Bu harf ya da rakamlar ISO 5599’de düzenlenmiştir. Bu rakam ve harflerden **1: Besleme havası hattını, 2 ve 4: Çalışma hatlarını, 3 ve 5: Egzoz hatlarını, 12 ve 14 ise Uyarı (sinyal) hattını** gösterir. Rakamların yazıldığı kutucuklar valfin başlangıç pozisyonunu gösterir.

KUMANDA YÖNTEMLERİ			
MANUEL	MEKANİK	ELEKTRİK	PNÖMATİK
≡ Genel	≡ Yaylı	≡ Selenoid	→ Pnömatik
⊖ Basma	⊖ Buton	⊖ Oransal	
⊖ Manivela	● Makaralı	⊖ Selenoid	
≡ Ayak Pedalı			
≡ Tırnaklı			

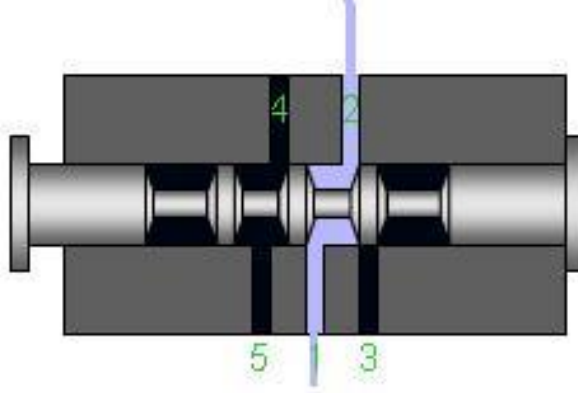
Resim 17. Pnömatik valflerin kumanda yöntemleri



Resim 18. Kumanda farklılığı ile ilgili verilmiş örnek

Resim 18’de gösterilen valflerden ilki 3/2 elle kumandalı ve yay geri dönüşlü bir valftir. İkincisi ise 5 yollu 2 konumlu bir valftir. Rakamların gösterildiği kutucuk başlangıç pozisyonunu göstermektedir. Yan kutucuğa geçebilmek için bu valfin elektrikle uyarılması gerekmektedir, eski haline dönebilmesi için de pnömatik kontrol seçilmiştir.

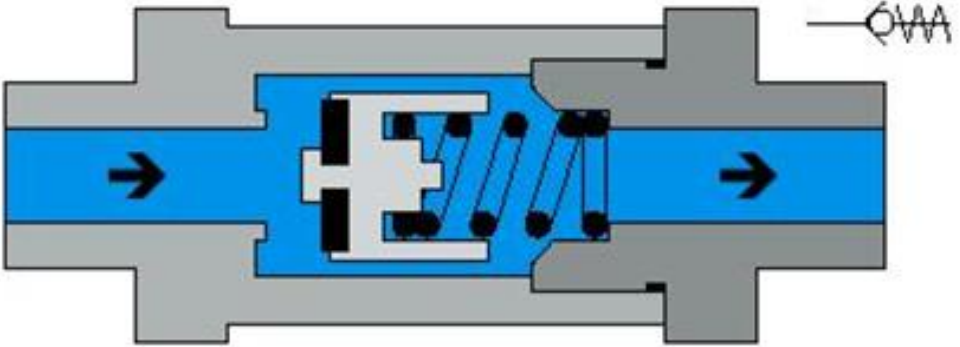
Yön denetim valfleri çalışma tasarımına göre de çeşitlendirilirler. Örneğin; hava yolunu sınırlandıran parça bir bilye ya da disk ise oturmalı tip valf adını alırken; havanın bağlantılarını bir sürgünün hareketi sağlıyorsa bu valflere sürgülü tip valf denir.



Resim 19. Sürgülü tip valf (Festo eğitim dokümanı)

2.6.3.2. Çek valf

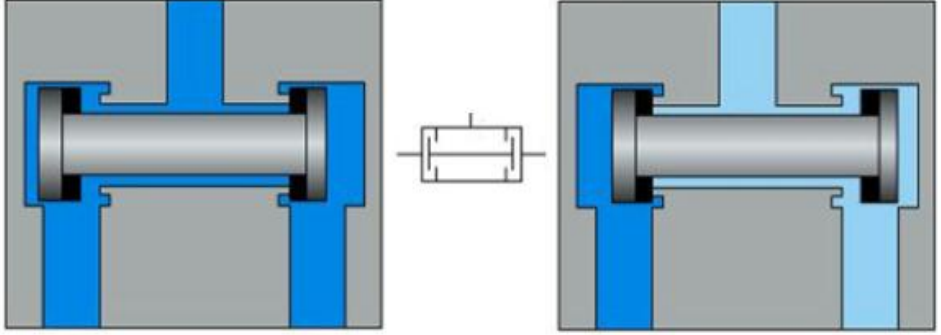
Akışın tek yönde geçmesine izin veren devre elemanıdır. Valfin içinde bir yay direnç oluşturmak üzere yerleştirilmiştir. Sol taraftan verilen havanın basıncı yayın direncini yendiğinde yayın ittiği disk ya da kapakçık açılarak havaya yol verir ve geçiş sağlanmış olur. Ancak sağ taraftan hava verildiğinde hem havanın basıncı hem de yayın kuvveti diski ya da kapakçığı kesite doğru ittirerek yolu kapatır. Böylelikle tek yönlü geçiş sağlanır.



Resim 20. Çek valf (Festo eğitim dokümanı)

2.6.3.3. Ve valfi

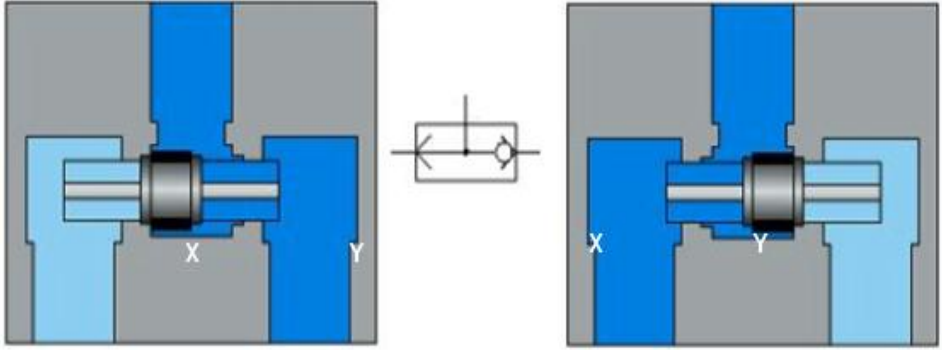
Mantık valfi olarak da adlandırılan bu elemanın her iki girişine (X ve Y) de hava akışı sağlandığında valf havaya yol vererek çıkışa yönlendirir. Hava tek hattan girmeye çalışıldığında bu valflerin tasarımlarından dolayı diğer hat kapanır ve hava çıkışına izin vermez.



Resim 21. Ve valfi (Festo eğitim dokümanı)

2.6.3.4. Veya valfi

Veya valfi de mantık valflerindedir. Tıpkı 've valfi' gibi iki girişi vardır ancak herhangi bir girişten hava verilmesi sürgünün yolu açıp havayı göndermesi için yeterlidir.



Resim 22. Veya valfi (Festo eğitim dokümanı)

2.6.3.5. Akış kontrol valfleri

Silindire gelen havanın debisini ayarlamak için kullanılır. Havanın geçtiği yolun kesitini düşürerek hız ayarının yapılması sağlanır. Bu tür valfler sabit kesitli ya da ayarlanabilir kesitli olabilir, ayrıca tek yönlü (çek valf) ya da çift yönlü akış sağlayan tipleri de vardır.

2.7. Vakum

Kapalı bir kaptan hava taneciklerinin boşaltılması çevredeki atmosfer ile kap arasında bir basınç farkı oluşturur. Kapalı kaptaki basınç düşüşü vakum olarak adlandırılır. Yani atmosfer basıncından düşük basınçlara vakum denir. Genellikle milibar birimi ile ifade

edilir. Endüstriyel uygulamalarda oldukça sık kullanılan vakum teknolojisinde düşük, orta ve yüksek vakumlar kullanılır. Yüksek vakum oluşturmak oldukça masraflı olduğundan kaldırma ve taşıma uygulamalarında genellikle yüksek kaldırma kuvveti yaratabilmek için düşük vakum genişletilmiş yüzey alanları ile uygulanır.

Vakum oluşturulurken; kaptan tüm hava moleküllerinin boşaltılması imkansız olduğundan mükemmel vakum elde edilemez. Ancak ne kadar hava boşaltılırsa o kadar kuvvetli bir vakum oluşturulur. Vakum oluşturan iki çeşit araç vardır. Bunlardan birincisi vakum pompasıdır. Çalışma prensipleri kompresörlere benzer ancak kompresör atmosferdeki havayı alıp kaba doğru basınçlandırırken; vakum pompaları kaptaki havayı alıp atmosfere boşaltır. Roots tipi, diyaframlı, kuru tip, yağlı tip gibi çeşitleri bulunur.



Resim 23. Vakum jeneratörünün kesiti



















Resim 24. Yağlı tip vakum pompası

(Kaynak 3 sayfa 580) http://www.vakumpompasi.net/?p/27/yagli_tip_vakum_pompasi

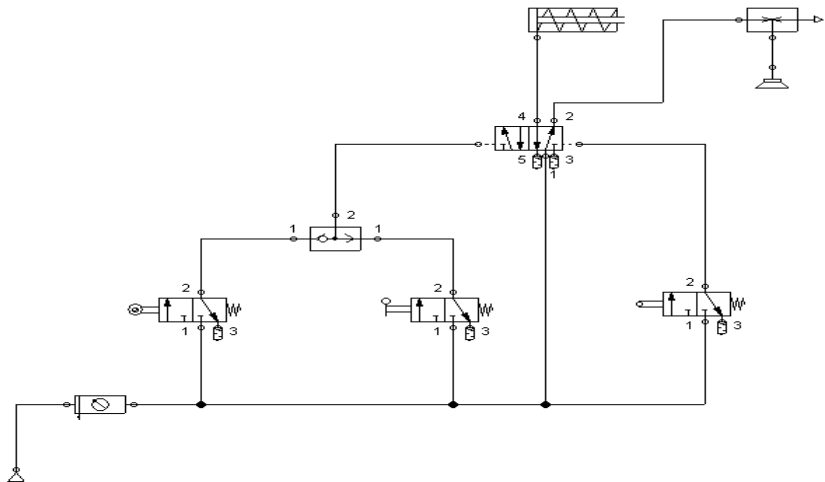
Diğer bir vakum oluşturma aracı ise vakum jeneratörüdür. Kompresörden çıkan basınçlı hava, vakum jeneratörünün daralan kesitinden geçerken vakum oluşmasını sağlar. Resim 23'de gösterilen vakum jeneratörünün A kesitinden basınçlı hava giriş yapar, D dar kesitinden B'ye doğru geçmeye çalışırken havanın hızı çok fazla artar böylelikle C'den vakum yapmaya başlanır. Alış maliyeti düşük, oldukça da temiz çalışan ve enerji harcamayan elemanlardır. Ancak basınçlı havayı dışarı attığından sisteme enerji maliyeti açısından külfet getireceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Vakum; kurutma, şişeleme, tüp doldurma, filtreleme, hava alma, buhar ve gaz çekilmesi işlemleri, vakumla şekil verme, gıda ambalajlama, kaldırma, taşıma, tutma ve bağlama gibi birçok alanında kullanılmaktadır.

2.8. Pnömatik Devrelerde Kullanılan Bazı Elemanların Devre Sembolleri

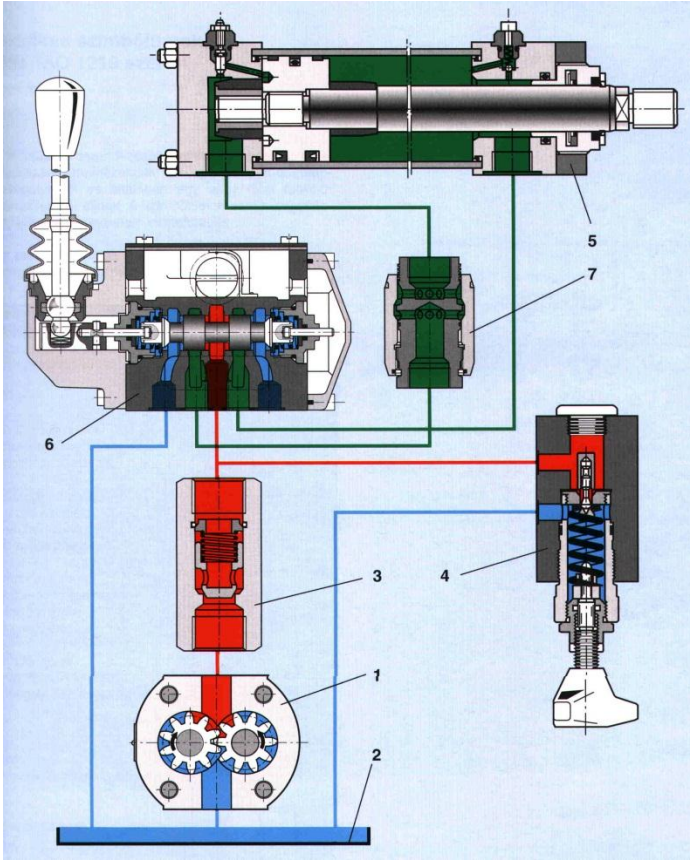
	Basınçlı hava kaynağı		Veya valfi
	Hava motoru		Ve valfi
	Şartlandırıcı		Tek yönlü akış kontrol valfi
	Basınç ölçer		Manometreli basınç ayar valfi
	Tek etkili silindir		Valf selenoidi
	Çift etkili silindir		Normalde açık kontak
	Yön denetim valfi (2/2)		Vakum jeneratörü
	Yön denetim valfi (5/2)		Vantuz

2.9. Basit Bir Devre Tasarımı



3. HİDROLİK

Hidroliğin insanlık tarihinde kullanılması da tıpkı pnömatik gibi milattan öncelere rastlamıştır. Antik Yunan, Mısır, Çin ve daha birçok medeniyette sulama ve suyu taşımada basit hidrolik kanunları kullanılmıştır. Hidrolik alanındaki bilimsel çalışmalar ise Galileo ile başlamış; Toriçelli ile devam etmiş en son olarak 17. Yüzyılda Pascal ile hidrostatik teorisi tamamlanmıştır. Sonrasında Isaac Newton akış direnci ve viskozite gibi tanımları hidrolik teorisine eklemiştir. Akma, enerji ve güç üretme, sıkıştırılmama gibi özelliklerinin bulunması sıvıların, hidrolik enerji üretmekte kaynak olarak kullanılmasını sağlamıştır.



Resim 25. Tipik bir hidrolik sistem

(Dr. György Paál, "Hydraulic and Pneumatic Systems" sunumundan)

Genel tanım olarak; kuvvet ve hareket üretmek ve bu kuvveti iletmek için sıvı akışkan kullanma işine hidrolik denir.

3.1. Neden Hidrolik?

Hidrolikte, sıvıların sıkıştırılmama özelliğinden dolayı yüksek çalışma basınçları kolayca sağlanırken buna paralel olarak ağır işler için ihtiyaç duyulan büyük kuvvetler de elde edilmiş olur. Pnömatiğin aksine; hidrolik büyük kuvvetlere ihtiyaç duyulan buna rağmen hassas konumlanmanın gerektiği uygulamalar için çok idealdir. Böylelikle sistem için belirlenen hız ve kuvvetler de kademersiz ve hassas olarak ayarlanabilir.

Hidrolik sistemlerin çalışma esnasında kontrolleri kolaydır. Doğrusal, dairesel ve açısal hareket üretmek oldukça basittir. Özellikle ters yönlü ani hareketlerin mümkün olabilmesi hidroliğin tercih edilme sebeplerinden biridir.

Hidrolik makinalar; mekanik ve pnömatik makinalara göre titreşimsiz ve gürültüsüz çalışırlar. Bu da işletmedeki ses seviyesinin kontrolünü kolaylaştırır. Ayrıca bu sistemler mekanik elemanlara göre oldukça az yer kaplarlar.

Hidrolik sistemlerde akışkan olarak genelde yağ kullanılması, sistemin kendi kendini sürekli yağlamasını ve sürtünmenin etkilerinin azalmasını sağlar. Yağın sistem içindeki hareketi, ısıtma ve soğutmanın da kendiliğinden gerçekleşmesini sağlar. Bu yüzden kullanılan akışkanın temiz olması şartıyla hidrolikteki devre elemanları daha uzun ömürlüdür.

3.2. Hidrolik Sistemlerin Dezavantajları

Hidrolik sistemlerde büyük kuvvetler elde edebilmek bir avantaj olsa da kuvveti elde etmek için gerekli olan yüksek basınç; bağlantı elemanlarında kaçak ve sızıntı oluşturması ya da iş güvenliği açısından tehlike arz etmesi nedeniyle bir dezavantaja dönüşür. Kaçak ve sızıntı yapmış yağ aynı zamanda bir kirlilik unsuru oluşturur. Kullanılan yağın ömrünü tamamladığında atık olarak uzaklaştırılması da yönetmeliklerle düzenlenmiş maliyet yaratıcı bir işlemdir. Yağın kirlenmesi sadece çevresel açılardan değil kullanılan devre elemanları açısından da büyük önem taşır. Hidrolik devre elemanları kirliliğe karşı oldukça duyarlıdır. İyi bakım yapılmamış sistemlerde devre elemanları süreklilik gösteremez.

Sıvılar fiziksel özellikleri sebebiyle ısınmaya gazlardan daha yatkındırlar. Hidrolik sistemlerde devrede dolaşan sıvı bir süre sonra yüksek sıcaklıklara ulaşır. Bunun sonucunda yağ kaçakları oluşur, verim düşer hatta ısıya duyarlı devre elemanlarında arızalar meydana gelebilir. Kullanılan akışkanın sıcaklıkla birlikte yapısının (örneğin viskozite) değişmesi de sistem için olumsuzluk yaratır. Ayrıca, hidrolik sıvıların içlerinde bulunan az miktardaki hava da kavitasyon oluşturmak gibi çok ciddi sorunların ortaya çıkmasını tetikler.

Hidrolik sistemler uzak mesafelere taşınma konusunda yetersizdirler. Çünkü sıvıların sürtünme dirençleri fazladır. Sürtünme sonucu da ısı oluşur; basınç kayıpları artar.

Boruların kesiti ve uzunluğu, boru yüzeyinin pürüzlülüğü, akış hızı ve akışkanın viskozitesi son olarak da kullanılan bağlantı elemanları ve boru büküm sayıları, basınç kaybı oluşturan etkenler arasında yer alırlar.

Hız konusunda da pnömatik sistemlere göre yavaş olan hidrolik sistemlerin devre elemanlarının maliyetlerinin daha yüksek olduğu unutulmamalıdır.

3.3. Hidroliğin Kullanım Alanları

Hidrolik sistemler günümüzde hemen hemen her endüstri dalında kullanılmaktadır. Elektrik ve elektronik uygulamalarının özellikle de kumanda sistemlerinde hidroliğe eşlik etmesi ile basınçlı akışkanı enerji ve iletim elemanı olarak kullanmak oldukça geniş tatbik alanı bulmuştur. Ayrıca hidroliğin hem hareketli hem de sabit sistemlerde rahatça kullanılabilir olması hidroliğe olan talebi arttırmıştır.



Resim 26. Ekskavatör



Resim 27. Hidrolik pres

<http://www.forging-hydraulic-press.com/hydraulic-forming-press.htm>

Hidrolik, özellikle deniz ve havacılık sektöründe, iş tezgâhlarında, kaldırma makinalarında, enerji üretim alanlarında kullanılmıştır. Örnek vermek gerekirse; uçaklar, takım tezgâhları, presler, enjeksiyon makinaları, test cihazları, sanayi tipi robotlar, otomotiv endüstrisi, kaldırma ve ileme makinaları (forklift vb.), iş makinaları (beton pompaları, greyderler, mobil vinçler, ekskavatörler vb.), tarım makinaları, barajlar, türbinler, nükleer santraller, gemilerin boşaltma ve yükleme birimleri, gemi kontrol sistemleri hidrolik sistemlerle en çok karşılaşılabilecek alanlardır.

3.4. Hidrolik Teorisi

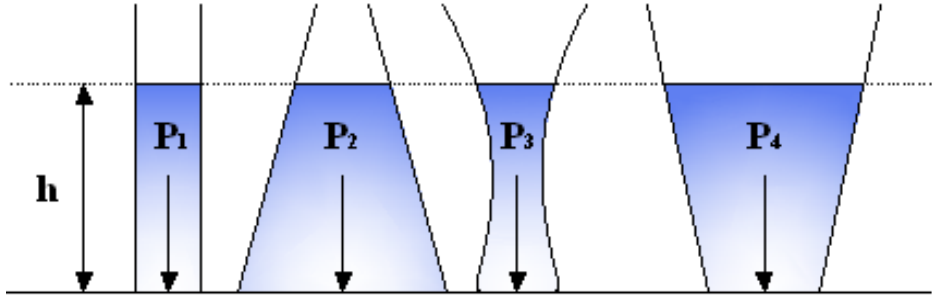
Basınç; birim yüzeye etki eden kuvvet olarak tanımlanır. Basınç kavramı hidrolik teorisinin temelini oluşturur. Temel basınç birimleri şu şekilde özetlenebilir;

$$1 \text{ bar} = 0.9869 \text{ atm} = 1.0197 \text{ kg/cm}^2 = 750.06 \text{ torr} = 101.325 \text{ kPa} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 10 \text{ m su sütunu}$$

Hidrolik enerji iki dalda incelenmiştir. Birincisi durgun akışkanların mekaniğini inceleyen hidrostatik; ikincisi ise hareketli akışkanların mekaniğini inceleyen hidrodinamiktir. Hidrolik uygulamalarında her iki teoriden de yani akışkanlar mekaniği kavramlarından faydalanılır.

3.4.1. Hidrostatik basınç

Durgun bir sıvının bulunduğu kabın tabanına yaptığı basınca hidrostatik basınç denir. Sıvı aynı olduğu sürece bu basınç değeri kabın şeklinden ve taban alanından bağımsızdır.



Resim 28. Hidrostatik basınç

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4$$

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

P = Sıvının kap tabanına yaptığı basınç (Pa)

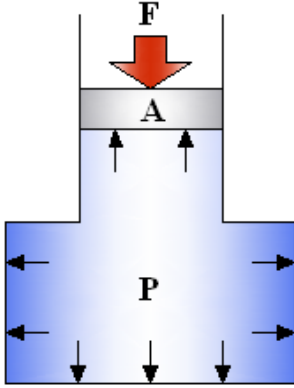
ρ = Sıvı yoğunluğu (kg/m^3)

g = Yerçekimi ivmesi (m/s^2)

h = Sıvı yüksekliği (m)

3.4.2. Hidrodinamik basınç

Hidrodinamik basınç **Pascal** yasası olarak da bilinir. Kapalı bir kaptaki sıvıya herhangi bir yüzeyden uygulanan kuvvetin yaratacağı basınç tüm yüzeylere aynı şiddetle iletilir. Yalnız; kabın altındaki sıvının kendi ağırlığı yani hidrostatik basınç ihmal edilir.



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

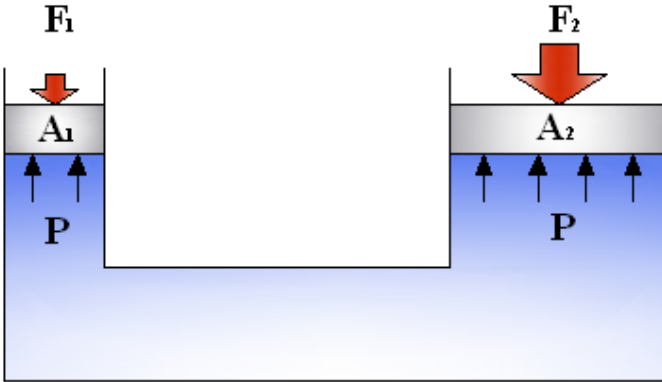
P= Basınç (Pascal)

F= Kuvvet (N)

A= Yüzey alanı (m²)

Resim 29. Hidrodinamik basınç

Hidrolikte sıvıların sıkıştırılma kabiliyetlerinden dolayı güç iletimi gerçekleşir. Yani küçük bir kuvvet uygun bir şartta büyük bir kuvvete dönüştürülebilir.

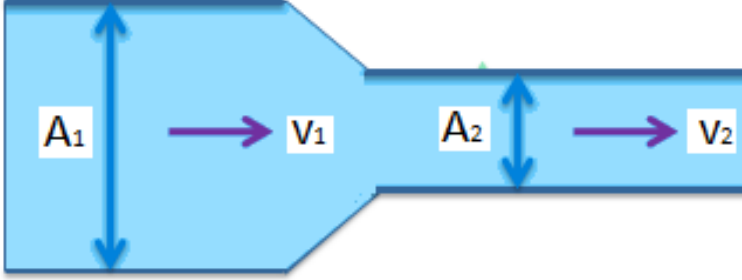


Resim 30. Güç iletimi

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

3.4.3. Akış Şekilleri

Herhangi bir kesitten birim zamanda geçen akış hacmine debi denir. Hidrodinamiğin temelini oluşturan debi kavramı uygulamada özellikle süreklilik denklemi ile tanımlanmıştır.



Resim 31. Boruda kesit alan değişikliği

$$Q = A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2$$

Q= Debi (m³/s)

A= Kesit alan (m²)

v= Akışkanın hızı (m/s)

Borunun çapı ve sıvının akış hızına bağlı olarak akış şekli değişir. Akışkan belli bir kritik hızın altında kaldığı sürece düzenli tabakalar halinde hareket eder. Bu tür akış **laminer akış** olarak adlandırılır. İkinci bir akış tipi ise **türbülanslı akıştır**. Boru kesitinin küçülmesi ya da boru yüzeyindeki pürüzlülüğün artışı gibi sebeplerden akışkan hızı kritik hızın üstüne çıkar, düzenli tabakaların hareketi bozulur ve düzensiz bir akış meydana gelir. Uzun ömürlü bir sistem oluşturmak için tasarım yapılırken laminer akış tercih edilmeli türbülanslı akıştan kaçınılmalıdır.

Kritik hızı belirlemek için 'Reynolds sayısı' kullanılır. Reynolds sayısı 2300'den küçükse akış laminer; büyükse akış türbülanslıdır.

Re= Reynolds sayısı

v= Akışkan hızı (cm/s)

D= Borunun iç çapı (cm)

v= Kinematik viskozite (cm²/s)

$$Re = \frac{v \times D}{\nu}$$

Viskozite kısaca akışkanın akmaya karşı gösterdiği dirençtir. Yüksek viskoziteli akışkanlar koyudur yani daha zor akarlar. Düşük viskoziteli akışkanlar incedir ve daha kolay akarlar.

Dinamik ve kinematik viskozite olmak üzere iki çeşittir. Dinamik viskozitenin birimi poise; kinematik viskozitenin birimi ise stoke'dır. Hidrolik yağların viskozite sınıfları ISO normunda ve DIN 51524 normunda tanımlanmıştır. Viskozite, sıcaklık ve basınçla değişir. Sıcaklık arttıkça viskozite düşer, basınç arttıkça viskozite yükselir.

3.5. Hidrolik akışkanlar

Hidrolikte kullanılan akışkanlar öncelikle basıncı iletme görevini üstlenirler. Bunun dışında sistemi korozyondan koruma, sürtünme kaynaklı problemleri yok etmek için sistem elemanlarının yağlanması, sistemin soğutmasının yapılması, sinyal iletimi ve de aşınma kaynaklı kopan parçaların sistemden uzaklaştırılması gibi işlevlere de sahiptir.



Resim 32. Hidrolik yağ (<http://www.indiamart.com/divyaenterprises/industrial-oil.html>)

Hidrolik sistemlerde akışkan olarak genelde su, doğal yağlar ve sentetik yağlar kullanılır. İyi bir hidrolik akışkanın;

- Güç iletebilmesi için sıkıştırılabilirlik özelliğinin düşük olması gereklidir.
- Uygulama yerine göre viskozitesi iyi seçilmelidir. Çok yüksek viskoziteli akışkanlar hareketi yavaşlatır, basıncı düşürür, aşırı zorlamadan dolayı ısınma gerçekleşir ve verim düşer; düşük viskoziteli akışkanlar ise sızıntı ve kaçak problemi oluşturur ayrıca ince film tabakası elemanları yağlayamaz. Sistem için akışkan seçimi yapılırken özellikle sıcaklık ve basınca göre viskozitenin değişiminin az olduğu yağlar tercih edilmelidir.
- Yanma ve yaşlanmaya hatta oksitlenmeye karşı direnci yüksek olmalıdır. Özellikle yüksek yanma noktasına sahip yağlar tercih edilmelidir.
- Köpüklenmemelidir. Köpüklenme yağın içine hava karışması sonucu oluşur. Köpüklenme yağın kendi özelliklerinden kaynaklanabileceği gibi hatalı tasarım,

dış kirleticiler gibi etkenler den de kaynaklanabilir. Sistemde oluşacak köpüklenme; basınç düşümüne, sıcaklık artışın, kavitasyona ve devre elemanlarının aşınmasına sebep olur.

Köpüklenmeden kaçınmak için öncelikle köpüklenmenin kaynağı olan hava girişi engellenmelidir. Hava girişi engellense bile; sistemde farklı boru çapları kullanılmamalı, boruların yüzeyleri düzgün olmalı, ani çap ve kesit daralmalarından ve de bağlantı elemanlarının keskin bükümlerinden kaçınılmalıdır.

Yüksek basınç ve sıcaklık gibi zorlu şartlarda sentetik yağlar yüksek verim sağlar.

3.6. Basınçlı akışkanı oluşturmak

Hidrolik sistemlerde akışkanı basınçlandırmak için pompalar kullanılır. Pompa; motordan aldığı mekanik enerjiyi akışkanı depodan emerek sisteme istenen debide basınçlı olarak gönderme işini yerine getirir. Böylelikle akışkan sistemin içinde dolaşarak iş yapar.

Farklı uygulamalar ve farklı sistem tasarımları için çeşitli pompa tipleri vardır. Pompalar, sabit debili ve değişken debili olmak üzere ikiye ayrılabilir.

Sabit debili pompalar:

Dişli pompalar

Paletli pompalar

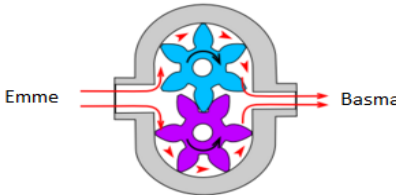
Pistonlu pompalar

Değişken debili pompalar

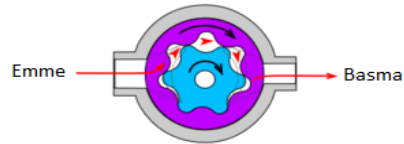
Paletli pompalar

Pistonlu pompalar

Dişli pompa: Sabit debili sınıfına giren dişli pompalarda adından da anlaşılacağı gibi iki adet dişli bulunur. Bu dişlilerden biri diğerine hareket iletir. Dişlilerin dönüş hareketinde, dişlerin birbirinin boşluğunu terk etmesiyle emme oluşur böylelikle depodan emilen hidrolik akışkan dişlerin arasında sıkıştırılıp basınçlandırılarak sisteme gönderilir. Dişlilerde helisel ya da düz dişli gibi farklı tipler kullanılabilir. Dıştan dişli ve içten dişli olmak üzere iki çeşittir. Dıştan dişli pompalarda birbiri ile ters yönde çalışan iki dişli; içten dişli pompalarda ise birbiriyle aynı yönde dönen iki dişli mevcuttur. İçten dişli pompaların eksantrik tipleri de vardır.



Resim 33. Dıştan dişli pompa

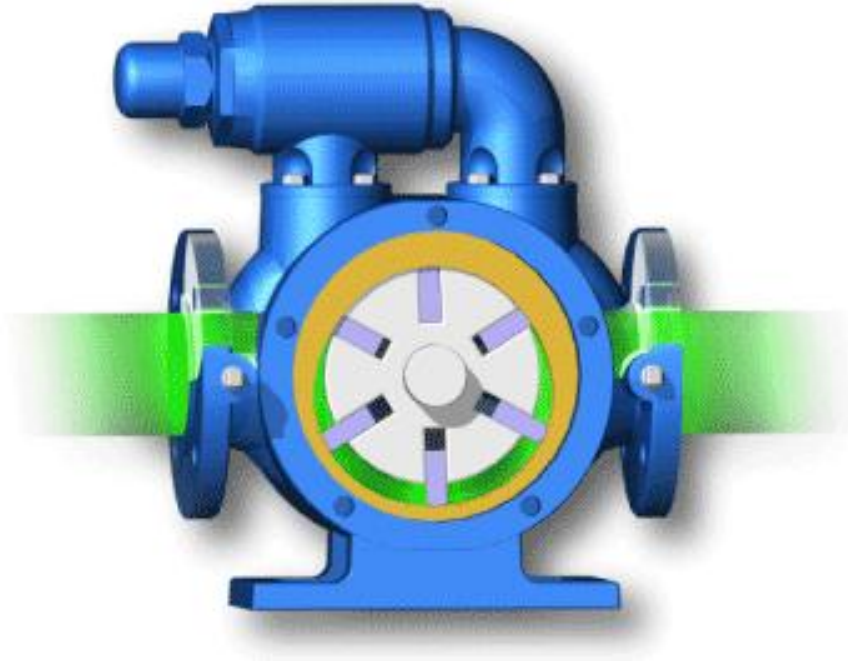


Resim 34. İçten dişli pompa

(İki resim: http://www.ask.com/wiki/Gear_pump)

Dıştan dişli pompaların fiyatlarının diğer pompalara göre nispeten uygun olması, bakımlarının kolay olması ve küçük boyutuna rağmen orta basınçlar elde edilmesi oldukça yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. İçten dişli pompalar ise sessizlikleri sebebiyle tercih edilirler.

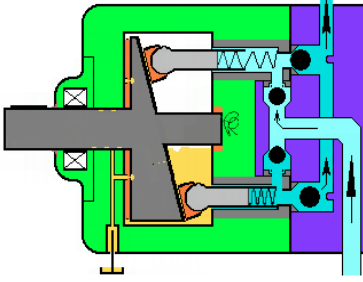
Paletli (kanatlı) pompa: Bu tür pompalarda pompa motorundan tahrik alan bir milin üzerine yerleştirilmiş paletler (kanatlar) vardır. Mil ve gövdenin eksenleri ise birbirine göre kaçıktır. Akışkan emilirken mil gövdeden uzaklaşarak akışkanın içeri dolması sağlanır. Akışkan; paletler ve merkezkaç kuvveti sayesinde basma ağzına doğru itilir böylelikle akışkan basınçlandırılır. Sabit ve değişken debili olmak üzere iki çeşidi vardır. Bu tip pompaların vakum yapma özelliği iyidir. Orta basınçlı olsalar da hem düşük hem de yüksek viskoziteli sıvıların basınçlandırılması için de uygundur.



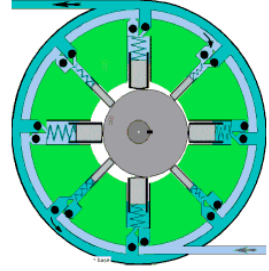
Resim 35. Paletli pompa

(<http://www.michael-smith-engineers.co.uk/products/vane-pumps/vane-pumps.htm>)

Pistonlu pompa: Bu pompalarda vakum ve basma işlemini gerçekleştirmek için genelde birden fazla piston-silindir düzeneği kullanılır. İleri geri hareketler vasıtasıyla akışkan silindir içine dolar ve çıkışa basılır. Eksenel ve radyal pistonlu olmak üzere iki çeşittir. Eksenel pistonlu pompalar uzun süre çalışmada çok verimlidir ve çok yüksek basınç üretebilirler. Ancak gürültülü çalışırlar ve ebatları da oldukça büyüktür. Radyal pistonlu pompaların da çalışma mantığı paletli pompalar benzer.



Resim 36. Eksenel pistonlu pompa



Resim 37. Radyal pistonlu pompa

(İki resim: <http://www.liquid-dynamics.com/animations/pumps.htm>)

3.7. Kaviteasyon

Ani sıcaklık ve basınç değişimleri sebebiyle hidrolik elemanlarda meydana gelen bölgesel aşınmaya ya da parça kopmasına kaviteasyon denir. Hidrolik akışkan dar bir kesitten geçerken hızı oldukça yükselir, buna rağmen basınç düşer. O kadar düşer ki bu bölgede vakum oluşur. Vakumla beraber hidrolik akışkanın içindeki hava kabarcıkları ortaya çıkar. Akışkanın geçtiği kesit tekrar arttığında ise hız düşer basınç yükselir ve hava kabarcıkları patlar ve çok yüksek ısılar ortaya çıkar. Kabarcıkların patladığı yerde malzeme aşınmaları gerçekleşir, sıcaklıktan dolayı da **kendiliğinden** alevlenme oluşabilir.

Kaviteasyon, sistemlerde gürültü (fark edilir derecede yüksek olur), titreşim, verim kaybı ve malzeme aşınmaları ile kendini belli eder. Özellikle ömürlerini oldukça kısalttığından pompalar için çok tehlikeli bir durumdur. Genellikle pompa ve valflerde gözlemlenir.

Kaviteasyonun tesisatta önlenmesi için tesisatta kesit daralmalarını önlemek gerekir. Bunun için redüksiyon gibi parçalar olabildiğince az kullanılmalı, keskin dönüşlü boru ve bağlantı parçalarından ya da yüzeyi düzgün olmayan boru ya da hortumlardan kaçınılmalıdır. Pompalarda ise emiş borusunun dar, çok uzun ya da dirsekli olmamasına, emiş filtresinin tıkanmamasına, emilecek yağın çok soğuk olmamasına, emiş hattı vanasının tam açık olmasına ve son olarak da tankın hava almamasına dikkat edilmelidir.

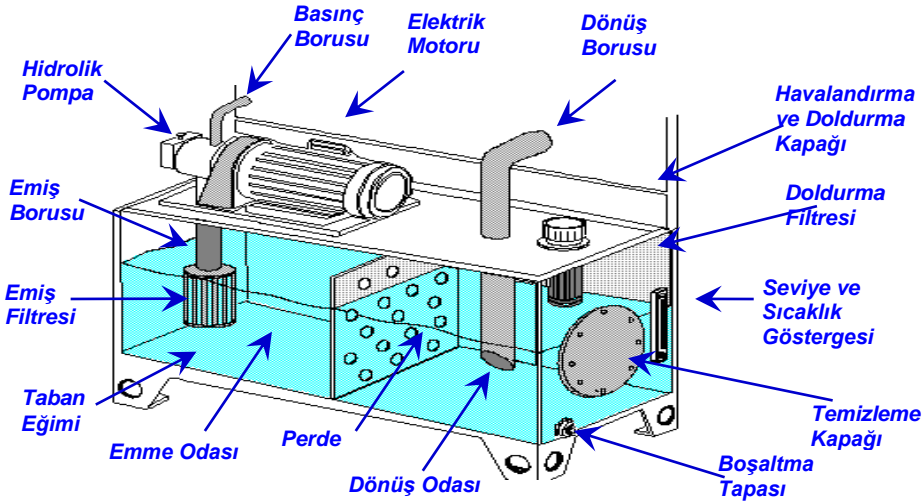
3.8. Hidrolik Devre Elemanları

3.8.1. Yağ tankı

Yağ tankı sistemde kullanılan akışkanı depolayan elemandır. Hidrolik akışkan, tank üzerinden pompayla sisteme iletilir, devre elemanlarında kullanılır ve sistemden geri dönerek tekrar tanka boşalır. Akışkanın geri dönüşü sayesinde tank, soğutma işlemini de

gerçekleştirmiş olur. Aynı zamanda sistemdeki kirlilikler (kopan parçalar, toz, tortu) ve istenmeyen maddeler (su ya da hava) de hidrolik akışkandan ayrıştırılır.

Yağ tankı genellikle iki oda olacak şekilde imal edilir. Bu odalardan biri emmenin yapılacağı emme odası; diğeri ise yağın geri döndüğünde depolanacağı dönüş odasıdır. Bu iki odayı delikli bir plakadan oluşan perde birbirinden ayırır. Devreye herhangi bir kirlilik göndermemek için emme odasının dönüş odasına göre eğimli yapılması tercih edilir.



Resim 38. Yağ tankı (Festo eğitim dokümanı)

- Tankların üzerinde sisteme basınçlı akışkan göndermek üzere hidrolik pompa bulunur. Pompanın emiş hattına kirlilikleri bertaraf etmek için bir emiş filtresi yerleştirilir. Yağın dönüşünde de aynı filtreleme tekrarlanabilir. Ancak her filtrenin basınç düşürücü bir eleman olduğu unutulmamalıdır.
- Tankın üst kısmında, tankı atmosfere açmak üzere bir havalandırma bölgesi olur. Böylelikle akışkan, emme sırasında vakum; dönüş esnasında da basınç yapmaz. Havalandırma kısmında toz kaçışını önlemek amacıyla bir filtre bulunması gereklidir.
- Yağın soğuma işleminin düzgün yapılabilmesi için hem yağ seviyesinin tankın üst kısmından biraz aşağıda olması hem de tankın tabanının yer seviyesinden biraz yukarıda olması istenir.

- Yağ tankının boyutları sistemin ihtiyaçlarına göre belirlenmelidir. Küçük bir tank yeterli soğutmayı sağlayamaz. Çok büyük bir tankta da fazladan bir ısıtıcıya ihtiyaç duyulabilir. Genel olarak tank seçilirken, sistemde dolaşan akışkan debisinin 3-5 kat fazlası tercih edilir.
- Tankta akışkanın seviyesi ve sıcaklığını gösteren göstergeler bulunur. Bu değerlerin zaman zaman kontrol edilmesi, sızıntı probleminin fark edilmesi ve sıcaklıkla yağın bazı özelliklerinin bozulmasını önlemede fikir verici olacaktır.

3.8.2. Filtreler

Hidrolik sistemlerde birçok arıza kirli yağ yüzünden oluşur. Hidrolik sistemlerin kapalı devreler olduğu için yabancı madde girişinin olamayacağı düşüncesi yanlıştır. Çünkü montaj ya da çalışma esnasında devre elemanlarından kopan parçalar ya da yağ deposunun havalandırma bölümünden içeri giren kirleticiler yüzünden hidrolik akışkanların orijinal halleri bozulur. Bunun için hidrolik devrelerde toz, pislik, metal talaşı, pas gibi katı kirleticileri ve yabancı maddeleri tutmak üzere filtreler kullanılır.

Küçük ve önemsiz görünseler de filtreler hidrolik bir devrenin en önemli koruyucularıdır. Elemanların ömrünü uzatırken sistemin verimli çalışmasını sağlarlar, üstelik bakım onarım masraflarını ve zamanını oldukça azaltan parçalardır.



Resim 39. Filtre (<http://www.hidrolikciyiz.com/wp-content/uploads/2010/11/hidrol12.jpg>)

Filtreler satın alınmadan önce hidrolik devrenin debisi ve en yüksek basınç değeri iyi bilinmeli uygun kapasiteli filtreler alınmalıdır. Montaj şekli, temizlenme ya da değiştirilme şartlarının da göz önüne alınması bakım onarımın planlanması açısından önem arz eder. Filtreler devrede kullanılacağı alana göre çeşitlenmiştir.

Emiş hattı filtreleri: Bu tip filtreler pompanın emişinden önceye yerleştirilir. Maliyetleri düşüktür. Kavitasyon ve vakum problemi yaratmaması için çok küçük gözenekli filtreler tercih edilmez. Yağ deposunun içinde olduğundan erişimleri zor, değiştirilmeleri zahmetlidir. Ancak sisteme gidecek ilk kirlilik bu filtreler sayesinde engellenmiş olur. Zamanla gözenekler tıkanacağından değiştirilmeleri şarttır.

Basınç hattı filtreleri: Devrede korunmak istenen elemanın önünde olacak şekilde yerleştirilir. Filtrasyon özellikleri iyi, gövdeleri basınca dayanıklı, maliyetleri yüksektir. Değişimlerinin yapılacağı zaman tüm sistemin durdurulması gerektiği unutulmamalıdır.

Dönüş hattı filtreleri: Hidrolik devrede kullanıldıktan sonra geri dönen akışkan, beraberinde kirlilikleri de taşır. Kirliliklerin yağ tankına girişini engellemek için de dönüş hattı filtreleri kullanılır. Aynı emiş hattı filtreleri gibi filtre gövdesi ve elemanı hem ucuz hem de kolay temin edilebilir. Ancak bu tip filtrelerde çek valf olması gereklidir.

Bypass filtreleri: Bu tip filtreler emiş, basınç ya da dönüş hattında kullanılabilir. Sistem durdurulmadan devredeki filtrenin değiştirilmesi için uygulanırlar. Devrede herhangi bir filtrenin yanına bypass filtresi kullanmanın maddi bir külfet getireceği göz önüne alınmalıdır.

3.8.3. Silindirler

Doğrusal hareket üreterek itme ve çekme hareketini yapan elemana hidrolik silindir denir. Bir silindir kendi içinde; silindir gömleği, piston, piston kolu, sızdırmazlık elemanları ve kapakları ihtiva eder. Silindir gömleği silindirin dış yüzeyidir. Bu elemanın yüzey kalitesinin iyi olması verimli çalışmayı sağlar, iyi yüzeyde sürtünmeler de azaldığı için sisteme metal talaşı kaçmasını engellenir. Piston ve piston kolu ise silindirin hareket eden elemanlarıdır ve birbirlerine bağlıdırlar. Sızdırmazlık elemanları ise hidrolik akışkanın kaçak yapmasını engellerler.



Resim 40. Hidrolik silindir (<http://www.cpiautomation.com/rev03/hydr cylinder/index5.html>)

Hidrolik silindirler tıpkı pnömatikteki gibi tek etkili ve çift etkili olmak üzere iki çeşittir ve çalışma prensipleri pnömatik silindirlerle aynıdır.

3.8.4. Valfler

Hidrolik valfler, akışkanın kontrolünü sağlayan, başka bir deyişle akışkanın hızını, basıncını, akış yönünü, debisini ayarlayan devre elemanlarıdır.

3.8.4.1. Yön denetim valfleri

Akışkanın izlemesi gereken yönü, akışkanın hareketinin doğrultusunu belirleyen valf tipine yön denetim valfi denir. Çalışma prensibi pnömatik yön denetim valflerinin aynısı olmasına rağmen hidrolik sistemlerde ortaya çıkan yüksek basınçtan dolayı hidrolik yön denetim valflerinin gövdeleri basınca dayanıklı üretilirler. Ayrıca bu valflerin görüntüleri daha kaba ve hantaldır. Yine pnömatik yön denetim valfleri gibi sürgülü ve oturmali tipleri mevcuttur.

Tıpkı pnömatikteki gibi konum ve yol sayısı ile ifade edilirler. Ancak pnömatikten farklı olarak hidrolikte bağlantı yerlerinin (kapıların) gösterimleri farklıdır. Valfler üzerindeki *P; basınç hattını, A,B,C: iş hattı ya da çalışma hatlarını, R,S,T: depo dönüş hatlarını, X, Y, Z uyarı (pilot) hattını* son olarak da *L: sızıntı hattını* gösterir.



Resim 41. Hidrolik yön denetim valfleri (<http://www.dta.eu/product/7/Hydraulic-Valves.html>)

3.8.4.2. Basınç kontrol valfleri

Hidrolik devrelerde akışkanın basıncını ayarlayan ya da kontrol eden devre elemanıdır. Sistemlerde oluşabilecek yüksek çalışma basıncından devreyi ya da önüne koyulduğu elemanı korurlar. Bu tip valflerde kumanda şekline (mekanik, pnömatik, elektrik vb.) göre aldığı sinyalle, kısma kesitinin aralığını ayarlayarak basınç kontrolü gerçekleştirilir.



Resim 42. Hidrolik basınç kontrol valfleri

<http://www.directindustry.com/prod/hydraforce/hydraulic-pressure-control-valves-7137-48618.html>

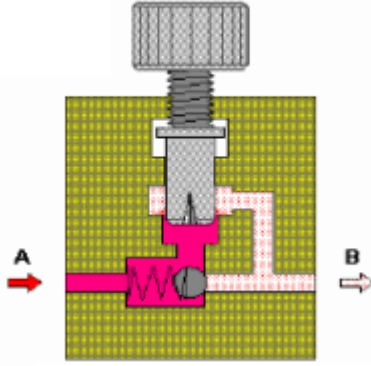
İşlevlerine göre birkaç çeşide ayrılırlar:

- **Emniyet valfi:** Sistem basıncı belli bir değere ayarlanır. Eğer bu değerın üstüne çıkılırsa emniyet valfi açılır ve hidrolik akışkan tanka göndererek basınç ayarını gerçekleştirir.
- **Boşaltma valfi:** Sıkma ya da bağlama gibi işler yapan silindirlerde kullanılan boşaltma valflerinde gelen sinyalle beraber hidrolik akışkan tanka gönderilir.
- **Basınç sıralama valfi:** Birkaç hidrolik devreden oluşan sistemlerde gecikmeli ya da zamanlı çalışmayı sağlar. Normalde kapalı olan bu valf, ayarlanan basınç değerine gelindiğinde açılarak diğer devrenin çalışmasına izin verir.
- **Basınç düşürme valfi:** Hidrolik devrede, sistemden farklı bir basınçta çalışan elemanların basıncını ayarlamak için kullanılır; yani bölgesel basınç düşümü yapılabilir.

3.8.4.3. Akış kontrol valfleri

Akış kontrol valfleri ile hidrolik sistemde silindire ya da hidrolik motora giden akışkanın debi miktarının ayarlanması sağlanır; bu sayede de silindirin hızı ya da hidrolik motorun devri düşürülebilir.

Sabit ya da ayarlanabilir akış kontrol valflerinde, çalışma mantığı hidrolik akışkanın geçiş kesitinin küçültülmesi üzerine kuruludur. Kesit ayarı yapılamıyorsa sabit akış kontrol valfi; kesit ayarı yapılabiliyorsa ayarlanabilir akış valfi adını alır. Bunun dışında çek valfler de akış kontrol valflerinden sayılmalıdır. Çek valflerde akışkanın tek yönlü akışı sağlanır. Yani; akışkan bir yöne doğru hareket eder ancak geri dönmek istediğinde valfin içindeki bilya ya da oturma elemanı yolu kapatarak akışkanın geçişine izin vermez. Çek valflerinde sabit ve kesit ayarlamalı olan tipleri mevcuttur.



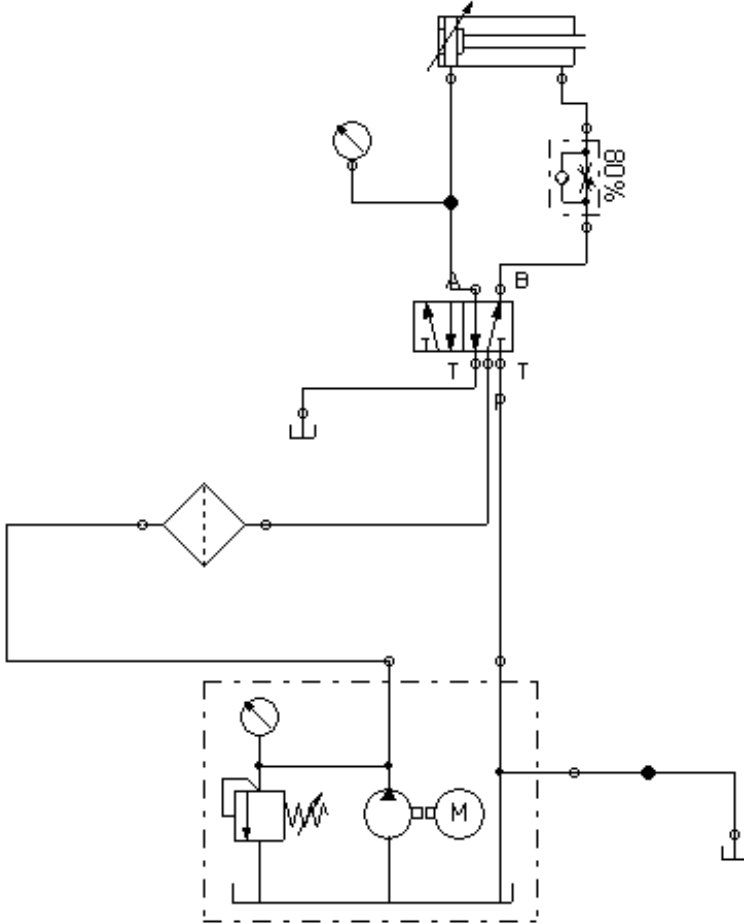
Resim 43. Hidrolik akış ayar valfi

<http://www.hidrolikciyiz.com/hidrolik/hidrolik-sistemler/hidrolik-sistemler-4.htm>

3.9. Hidrolik Devrelerde Kullanılan Bazı Elemanların Devre Sembolleri

	Hidrolik güç ünitesi		Tek etkili silindir
			Çift etkili silindir
	Sabit debili pompa		Debimetre
	Hidrolik motor		3 yollu basınç sınırlama valfi
	Tank		Çek valf
	Filtre		Akış ayar valfi
	Yön denetim valfi (4/2)		Akış bölücü valf
	Röle		

3.10. Basit Bir Devre Tasarımı



Kaynaklar:

1. Özcan F., Işıl Ş., Kırıcı A., *Pnömatik Akışkan Gücü*, Mert Eğitim Yayınları, İstanbul 1986
2. Merkle D., Schrader B., Thomes M., *Hidrolik Temel Seviye TP 501*, Festo Didactic, Esslingen 1991
3. Barker A., *The Pneumatic Handbook*, Elsevier Science, December, 1997
4. *Hidrolik Devreleri Projelendirme*, MEGEP, Ankara, 2005
5. *Pnömatik Devreli İş Makinelerinin Bakım ve Onarımı*, MEGEP, Ankara, 2006
6. *Hidrolik Sistemler*, MEGEP, Ankara, 2005
7. Festo Eğitim Dokümanı (Hidrolik ve Pnömatik Sunumları)

NOTLAR :