

T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



# MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN  
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

**PLASTİK TEKNOLOJİSİ**

**HİDROLİK DEVRE**

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. HİDROLİK DEVRE .....	3
1.1. Hidroliğin Temel İlkeleri .....	3
1.1.1. Hidroliğin Tanımı Ve Tarihçesi .....	3
1.1.2. Kullanım Alanları .....	4
1.1.3. Diğer Sistemlerle Karşılaştırılması .....	5
1.1.4. Fiziki Temel Prensipler .....	6
1.1.5. Hidrolik Akışkan Kavramı .....	12
1.2. Hidrolik Devre Elemanları .....	15
1.2.1. Hidrolik Depo ve Donanım .....	16
1.2.2. Hidrolik Pompalar ve Çeşitleri .....	18
1.2.3. Hidrolik Motorlar .....	23
1.2.4. Filtreler .....	24
1.2.5. Valfler .....	26
1.2.6. Hidrolik Silindirler .....	34
1.2.7. Hidrolik Akümülatörler .....	37
1.2.8. Bağlantı Elemanları .....	37
UYGULAMA FAALİYETİ-1 .....	39
PERFORMANS TESTİ .....	40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	41
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	43
2. HİDROLİK DEVRELERİ ÇİZMEK .....	43
2.1. Hidrolik Devreler .....	43
2.1.1. Hidrolik Devre Sembolleri .....	43
2.1.2. Devre Elemanlarının Seçimindeki Kriterler .....	43
2.1.3. Devre Çiziminde Uyulacak Kriterler .....	44
2.1.4. Hidrolik Devre Çizim Uygulamaları .....	45
UYGULAMA FAALİYETİ-2 .....	54
PERFORMANS TESTİ .....	57
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	58
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	60
3. HİDROLİK DEVRELERİ KURMAK .....	60
3.1. Devre Kurmada Uyulacak Kriterler .....	60
3.1.1. Hidrolik Devre Kurma Uygulamaları .....	61
3.2. Hidrolik Devrelerin Bakım ve Onarımı .....	62
3.2.1. Devre Şeması Üzerinden Arıza Bulma ve Giderilmesi .....	62
3.3. Hidrolik Sistemlerin Elektronik Kontrolü .....	64
UYGULAMA FAALİYETİ-3 .....	65
PERFORMANS TESTİ .....	68
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	69

CEVAP ANAHTARLARI.....	71
PERFORMANS TESTİ.....	73
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	76
KAYNAKLAR .....	77

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	521MMI035
<b>ALAN</b>	Plastik Teknolojisi
<b>DAL/MESLEK</b>	Plastik İşleme
<b>MODÜLÜN ADI</b>	Hidrolik Devre
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Hidrolik Devre modülü; hidroliğin temel ilkeleri, hidrolik devre elemanları, hidrolik devreler ve devrelerin bakım-onarımları ve hidrolik sistemlerin elektronik kontrolü bilgilerini kullanarak; öğrencinin, gerekli ortam sağlandığında kurallara uygun hidrolik devre çizip kurma yeterliliğinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	9. Sınıfı bitirmiş olmak
<b>YETERLİK</b>	Hidrolik devre çizip kurmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç:</b> Bu modülü başarı ile tamamladığınızda, hidrolik devreleri çizip kurabileceksiniz. <b>Amaçlar:</b> Gerekli ortam sağlandığında, Hidrolik devre elemanlarının çizimlerini kurallarına uygun biçimde yapabileceksiniz. Hidrolik devre çizimlerini kurallarına uygun biçimde yapabileceksiniz. Kurallara uygun biçimde hidrolik devre kurabileceksiniz
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	Hidrolik Pnömatik Laboratuvarı, bilgisayar, çizim gereçleri
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içerisindeki öğretim faaliyetleri sonunda ölçme değerlendirme ve performans testleri ile kendi kendinizi değerlendirebileceksiniz.



# GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Plastik, günlük yaşantımızda kullandığımız birçok ürünün hammaddesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Geniş bir kullanım alanının olması, plastiği ve plastiğin işlenmesini önemli bir hale getirmektedir. Günümüzde kullanılan birçok makine gibi, plastik işlemede kullanılan makineler de, hidrolik sistemleri içermektedir. Bu makineleri çalıştıran kişilerin, makineler üzerinde bulunan hidrolik sistemleri sağlıklı bir şekilde çalıştırabilmesi için, hidrolik devre kurma yeterliğine sahip olması gerekir. Bu modül, size bu yeterliği kazandırmayı amaçlamaktadır.

Hidrolik devreleri ve bu devrelerde kullanılan devre elemanlarını tanıyarak plastik işleme tezgahlarında bulunan hidrolik devreli sistemleri kullanmanın yanı sıra, bakımlarını da yapabilmemiz için gerekli olacak bilgiler bu modülde anlatılmaktadır.

Bu modülü başarı ile bitirmeniz durumunda, plastik işleme makineleri üzerindeki hidrolik sistemleri daha yakından tanıyarak onları kurallara uygun biçimde çalıştırabileceksiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında hidrolik devre elemanlarının çizimlerini kurallarına uygun biçimde yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Çevrenizde nerelerde hidrolik sistemlerin bulunduğunu araştırıp bu sisteme hidroliğin kazandırdığı avantajları tartışınız.

Atölyenizdeki hidrolik sistemleri bulunan tezgahlar üzerinde kullanılan devre elemanlarının özelliklerini ve sembollerini araştırınız.

## 1. HİDROLİK DEVRE

### 1.1. Hidroliğin Temel İlkeleri

#### 1.1.1. Hidroliğin Tanımı Ve Tarihçesi

Hidrolik, akışkanların mekanik özelliklerini inceleyen bilim dalıdır.

Hidrolik terimi, eski Yunanca'da su anlamına gelen hydor ile boru anlamına gelen oulis kelimelerinin birleştirilmesinden türetilmiştir.

Hidrolik sistemler; sıkıştırılmaz özellikteki akışkanların kullanıldığı, elde edilen basınçlı akışkan yardımı ile çeşitli hareketlerin ve kuvvetlerin üretildiği sistemlerdir. Akışkanların sıkıştırılmaz olmasından dolayı, büyük güçler hidrolik sistemler ile elde edilebilir. Hava ve gazlar sıkıştırılabildiği için, büyük kuvvetlerin üretilmesinde kullanılmazlar.

Hidrolik devrelerde akışkan olarak genellikle su veya yağ kullanılır. Ancak metal yüzeylerde pas yapması nedeniyle, suyun kullanım alanı çok dardır. Bu nedenle hidrolik sistemlerde akışkan olarak genellikle madensel yağlar kullanılır.

İnsanlık tarihi boyunca, hidrolik enerjiden çeşitli şekillerde yararlanılmıştır. Tarihin ilk çağlarından beri insanlar akarsulardan, yük taşıma, değirmen çalıştırma vs. şeklinde işlerini kolaylaştıracak yöntemler kullanarak faydalanmışlardır. Daha sonraki zamanlarda Arşimet, Pascal, Bernoulli ve Toriçelli'nin ortaya koydukları bazı prensiplerden yararlanılmış, çeşitli hidrolik presler, krikolar yapılmıştır. Ardından doğrusal ve dairesel hareketlerin üretilmesi için yeni fikirler ortaya çıkmış ve günümüzdeki sistemler geliştirilmiştir.

### 1.1.2. Kullanım Alanları

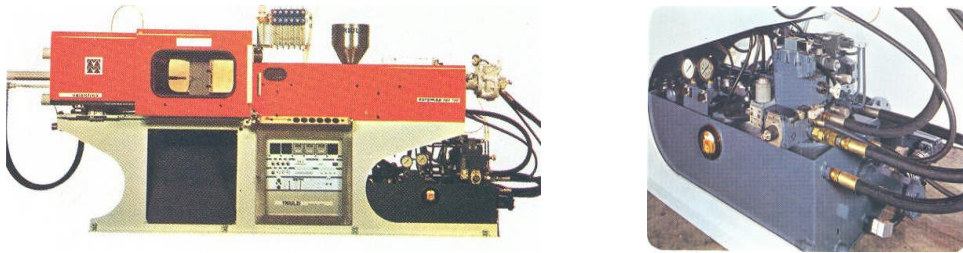
Günümüzde hidrolik sistemlerin kullanım alanları, hareketli ve sabit sistemler olmak üzere iki ayrı kategoride incelenmektedir.

Hareketli sistemler çoğunlukla araçların üzerinde bulunan sistemlerdir. Bu sistemler; başta inşaat makineleri olmak üzere, kamyonların damperlerinde, kepçelerin tutma ve yükleme tertibatlarında, kaldırma ve iletme makinelerinde, tarım makinelerinde yaygın olarak kullanılır (Şekil 1.1).



*Şekil 1.1. Hareketli Hidrolik Sistemler*

Sabit sistemler ise adından da anlaşıldığı gibi, hareket etmeyen, yer değiştirmeyen bir blok üzerine monte edilmiş sistemlerdir. Hidrolik çözümlerin mekanik sistemlere göre üstün tarafları; imalat endüstrisinde kullanılan enjeksiyon makineleri, presler, tornalar, frezeler, vargeller, taşlama tezgahları, CNC tezgahları gibi birçok üretim tezgahlarında, hidrolik sistemlerin tercih edilmesine sebep olmuştur (Şekil 1.2).



*Şekil 1.2. Plastik Enjeksiyon Makinesi ve Hidrolik Sistemi*

Hidrolik direksiyonun, arabanın kullanımını ne kadar kolaylaştırdığını veya insan gücüyle günlerce sürecek bir toprak kazma işleminin, bir kepçe ile ne kadar kısa sürede yapıldığını düşündüğümüzde, geniş bir uygulama alanı olan hidroliğin, önemini daha kolay kavrayabiliriz.

### 1.1.3. Diğer Sistemlerle Karşılaştırılması

Hidrolik sistemin diğer sistemlere göre üstünlükleri:

- Hidrolik sistemler sessiz çalışırlar.
- Hidrolik akışkanlar sıkıştırılmaz kabul edildikleri için darbesiz ve titreşimsiz hareket elde edilir.
- Yüksek çalışma basınçlarına sahiptir, bu sayede büyük güçler elde edilir.
- Hassas hız ayarı yapılabilir.
- Hareket devam ederken hız ayarı yapılabilir.
- Akışkan olarak hidrolik yağ kullanıldığı için aynı zamanda devre elemanları yağlanmış olur.
- Emniyet valfleri yardımıyla sistem güvenli çalışır.
- Hidrolik devre elemanları uzun ömürlüdür.

Hidrolik sistemin diğer sistemlere göre dezavantajları:

- Hidrolik akışkanlar, yüksek ısıya karşı duyarlıdır. Akışkan sıcaklığı 50°C' yi geçmemelidir.
- Yüksek basınçta çalışacakları için, hidrolik devre elemanlarının yapıları sağlam olmalıdır. Bu nedenle hidrolik devre elemanlarının fiyatları yüksektir.
- Hidrolik devre elemanlarının bağlantıları sağlam ve sızdırmaz olmalıdır.
- Akışkanlarda sürtünme direnci yüksek olduğu için, hidrolik akışkanlar uzak mesafelere taşınamaz.
- Hidrolik gücün depo edilebilirliği azdır.
- Akış hızı düşüktür, devre elemanları düşük hızla çalışırlar. Bu nedenle yüksek hızlar elde edilemez
- Hidrolik akışkanlar havaya karşı hassastır. Akışkan içindeki hava gürültü ve titreşime yol açar ve düzenli hızlar elde edilmesini güçleştirir.

Aşağıdaki tabloda pnömatik, hidrolik ve elektrik sistemlerinin temel özellikleri karşılaştırılmıştır.

	<b>PNÖMATİK</b>	<b>HİDROLİK</b>	<b>ELEKTRİK</b>
Viskozite	Yok denecek kadar az	Yüksek	Yok
Akışkan Hızı	50-100 m/sn	4-6 m/sn	300.000 km/sn
Silindir Hızı	1-2 m/sn	0.2 m/sn	-
Depo Edilebilirlik	Yüksek	Az	Az
Geri Dönüş	Var	Var	Yok
Enerji Taşıyıcı	Hava	Yağ	Elektron
İletilen Kuvvet	3000 Kg.dan Küçük	10.000 Kg.dan Büyük	1200 Kg.dan Büyük
Çalışma Koşulları	Temiz	Kirli	Temiz
Çalışma Basıncı (özel uygulamalar hariç)	6~8 Bar	5~700 Bar	110V~380V
Enerji Taşıma Mesafesi	1000m	100m	Sonsuz

#### 1.1.4. Fiziki Temel Prensipler

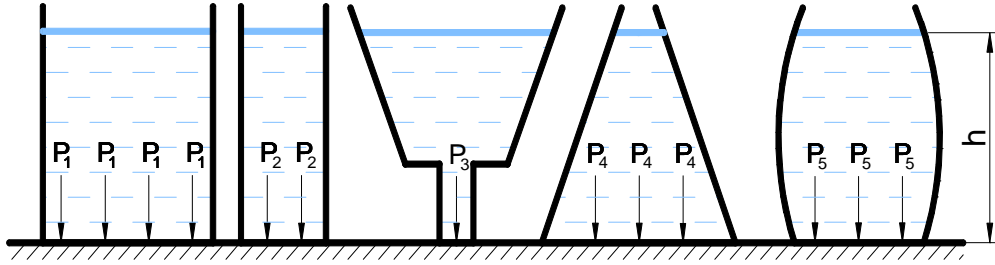
Hidrolik prensipler ikiye ayrılırlar:

- Hidrostatik
- Hidrodinamik

Hidrostatik:

Durgun sıvıları inceler. Bir kap içinde bulunan sıvı kütesinin, yükseklik, yoğunluk ve yerçekimine bağlı olarak, kabın tabanına yapmış olduğu basınçtır. Kabın şekli önemli değildir. Basıncı tanımlayacak olursak; herhangi bir nesne veya madde üzerine uygulanan kuvvetin, etki ettiği alana bölünmesiyle elde edilen değerdir. Bu tanıma göre, bir yükü ne kadar geniş bir alana yayarsak, basınç o kadar azalır.

Aşağıdaki şekilde beş ayrı kabın farklı biçimlerde ve genişliklerde olmasına rağmen, sıvı yüksekliklerinin aynı olduğu görülüyor. Sıvıların aynı yükseklikte olması, tabana yaptıkları basınçların eşit olduğunu belirtir. Burada basınç ile kuvvetin birbirine karıştırılmaması gerekir. Her bir kabın tabana yaptığı basınç aynı olmasına rağmen, taban genişliği en fazla olan kap en çok kuvveti verir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3.  $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5$

Yükseklığe bağlı olarak sıvının tabana yapmış olduğu basıncı hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır.

$$P = h \cdot d \cdot g$$

$P =$  Yükseklik x Sıvı yoğunluğu x Yerçekimi ivmesi .

$P$ : Sıvının kabın tabanına yaptığı basınç,

$h$ : Sıvı yüksekliği, (m)

$d$ : Sıvı yoğunluğu, ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$g$ : Yerçekimi ivmesi, ( $\text{m}/\text{sn}^2$ )

Hidrolikte basınç birimi olarak Pascal, Bar,  $\text{kg}/\text{cm}^2$  en çok kullanılan basınç birimleridir.

Kullanılan basınç birimlerin birbirine dönüştürülmesi aşağıda verilmiştir.

1 Pascal = 1 Newton / $\text{m}^2$	1 Bar = 14,5 PSI
1 Bar = 105 Pascal =105 Newton / $\text{m}^2$	1 Bar = 10 Newton / $\text{cm}^2$
1 Bar = 1,02 $\text{kg}/\text{cm}^2$	1 $\text{kg}/\text{cm}^2$ = 0,981 Bar

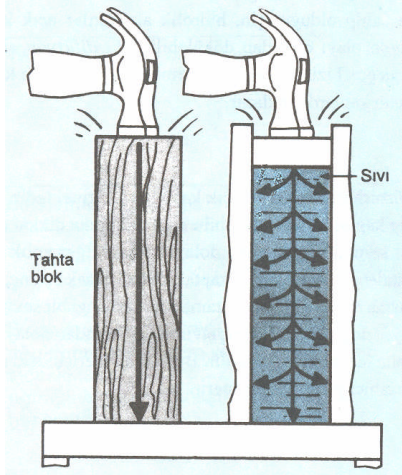
**Örnek Problem:** Yoğunluğu  $0,9 \text{ gr} / \text{cm}^3$  olan hidrolik yağın üst seviyesi, tabandan 65 cm yüksekliğindedir. Bu durumda yağın tabana yapmış olduğu basıncı hesaplayınız. (Öncelikle birimleri çevirmek gerekmektedir.)

Verilenler:

$d=0,9 \text{ gr} / \text{cm}^3 = 900 \text{ kg}/\text{m}^3$ $h= 65 \text{ cm}=0.65 \text{ m}$ $g=9,81 \text{ m} / \text{sn}^2 \approx 10 \text{ m} / \text{sn}^2$	$P= h \cdot d \cdot g$ $P=0,65 \cdot 900 \cdot 10$ $P= 5850 \text{ Pascal}$	$P= 5850 \text{ N} / \text{m}^2$ $P= 0,0585 \text{ Bar}$
--	---	---

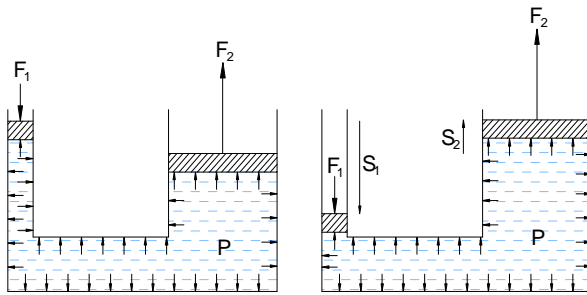
## PASCAL KANUNU

Bir kabın içindeki sıvıya, kabın herhangi bir yüzeyinden uygulanan kuvvet sonucu oluşan basınç, sıvı tarafından kabın her noktasına aynı oranda iletilir (yerçekimi kuvveti ihmal ediliyor).



Şekil 1.4

Akışkanların durgun haldeki durumlarını inceleyen hidrostatikte, Pascal prensibinin önemli bir yeri vardır. Bu prensipten yararlanarak basınçla alan arasındaki ilişki, kuvvetle alan arasındaki ilişkiyi ortaya konulmuştur. Pascal prensibinden faydalanılarak; endüstriyel alanda önemli yer tutan hidrolik presler imal edilmiştir. Bu prensibe göre, işin üretildiği silindirin çapı ile kuvvetin uygulandığı silindirin çapı arasındaki oran ne kadar büyükse, o kadar büyük kuvvetler elde edilir.



Şekil 1.5

Şekilde de görüldüğü gibi tahta bloğa uygulanan kuvvet doğrultusunu değiştirmezken içi sıvı dolu kaba uygulanan kuvvet, sıvı tarafından kabın her tarafına eşit miktarda dağıtılmaktadır (Şekil 1.4).

Kap içindeki sıvıya, belirli kesitteki bir piston yardımı ile itme kuvveti uygulandığında sıvının basıncı artar. İtme kuvveti artarsa, basınç da artar. Pistonun kesit alanı artırıldığında, itme kuvveti de artacaktır.

Yukarıdaki şekilde F1 kuvveti küçük olmasına rağmen, büyüyen piston çapına bağlı olarak daha büyük bir F2 kuvveti elde edebileceğimiz görülmektedir (Şekil 1.5). Bu prensipte yol ve kuvvet ilişkileri tamamen pistonların alanlarına bağlıdır. Önemli olan pistonların alanlarıdır. Bu hiçbir zaman akıldan çıkarılmamalıdır.

Aşağıdaki formülde bu ilişki verilmektedir.

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

Yukarıdaki formül ile, alanlara bağlı olarak elde edilebilecek kuvvetler bulunur.

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

Yukarıdaki formül ile, alanlara bağlı olarak pistonların alacağı yollar bulunur. Uygulanan kuvvetin, alana bağlı olarak oluşturacağı basınç,

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

formülü ile bulunur.

Basıncın alana bağlı olarak oluşturacağı kuvvet,

$$F = P \cdot A$$

formülü ile bulunur.

F= Kuvvet (Kg)

P= Basınç (Kg/cm<sup>2</sup>)

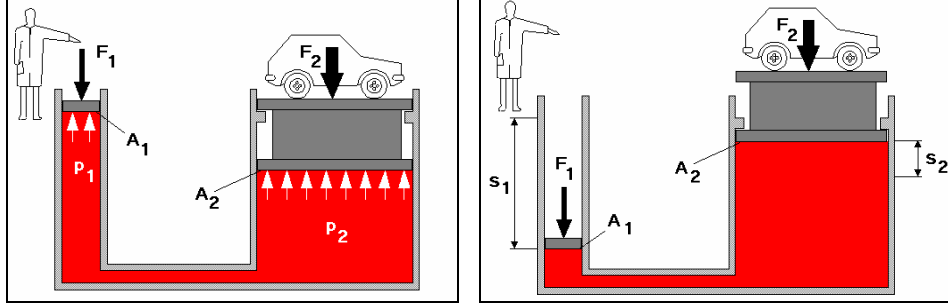
S= Pistonun aldığı yol (cm)

A= Piston alanı (cm<sup>2</sup>)

**Örnek problem:** Bir hidrolik el presinin küçük pistonuna 10 kg'lık kuvvet uygulanarak bir araç kaldırılmak isteniyor. Küçük piston çapı 10 mm, büyük piston çapı 100 mm olduğuna göre,

- Uygulanan kuvvet sonucu oluşan basıncı,
- Pistonun uygulayabileceği maksimum kuvveti,

c. Baskı pistonu 20 cm hareket ettiğinde, iş pistonunun ne kadar yukarıya kalkacağını hesap ediniz (Şekil 1.6).



Şekil 1.6

Verilenler:

$$F_1 = 10 \text{ Kg.}$$

$$d_1 = 10 \text{ mm}$$

$$d_2 = 100 \text{ mm}$$

$$S_1 = 20 \text{ cm}$$

İstenenler:

$$P = ?$$

$$F_2 = ?$$

$$S_2 = ?$$

İlk yapılması gereken pistonların alanlarını bulmak olacaktır. Bunun için dairenin alan formülünden yararlanılır.

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = \frac{314}{4} = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 100^2}{4} = \frac{31400}{4} = 7850 \text{ mm}^2$$

a.

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{10}{78,5} = 0,127 \text{ Kg/cm}^2$$

b.

$$F_2 = P \cdot A_2 = 0,127 \cdot 7850 = 996,95 \text{ kg.}$$

(10kg.lık bir kuvvet uygulayarak, yaklaşık 1 ton ağırlığı kaldırabildiğimizi görüyoruz.)

c.

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{S_2}{S_1} > \frac{78,5}{7850} = \frac{S_2}{20} \text{ formülünden, } S_2 = \frac{78,5 \cdot 20}{7850} = 0,2 \text{ cm}$$

(20 cm.lık bir hareket sağladığımızda, arabanın 0,2 cm yukarı kalktığını görüyoruz.)

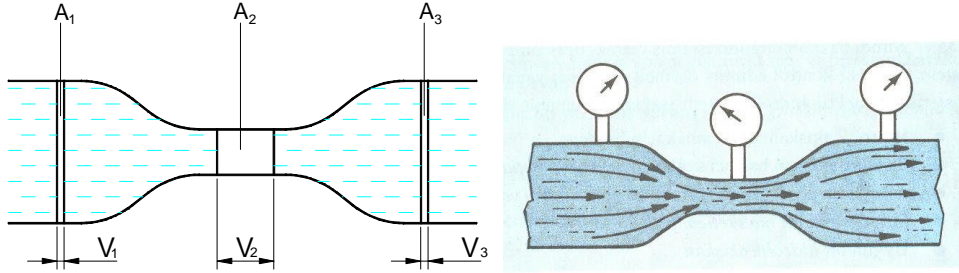


## BERNOULLİ TEOREMİ

Herhangi bir sistemdeki akışkanın iki çeşit enerjisi vardır. Bunlardan ilki akışkanın durgun haldeki enerjisi olan potansiyel enerjidir. Diğeri ise, akışkan harekete geçtiğinde ortaya çıkan ve hareket enerjisi diye de bilinen kinetik enerjidir.

Bernoulli ilkesi, bu iki enerjinin toplamının her zaman sabit olduğunu belirtir. Buna göre, akışkanın hızı artarsa basınç düşer. Bunu hidrolik devrelerde bulunan basınç göstergelerinde rahatlıkla izleyebiliriz. Akışkan hareketli olduğunda basınçta çok az bir azalma varken akışkan durduğunda basınç artar.

Ayrıca temel prensip olarak, akışkanın geçtiği kesit daraldığında hız artar. Bunu bir su hortumunun ucunu sıkığımızda da görebiliriz, kesit azaldıkça hız artmaktadır. Hızın artması kinetik enerjinin artması demektir. Böyle bir durumda potansiyel enerji, dolayısıyla basınç, düşer. Aşağıdaki şekiller hız ve basınç arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Dar kesitlerde hız artarken, basınç azalır.

### Debi:

Kesitten birim zamanda geçen akışkan miktarına debi denir.

Akışkanın geçtiği alan ile hızının çarpımı debiyi verir ve yukarıda da açıklandığı gibi, akışkanın gittiği her kesitte debi aynıdır. Kesite göre hızın hesaplanmasında, debi formülü kullanılır.

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 = A_3 \cdot V_3$$

Q= Debi (cm<sup>3</sup>/dak)

A= Kesit alanı (cm<sup>2</sup>)

V= Akış hızı (cm/dak)

**Örnek Problem:** Bir hidrolik vinç pistonunun hızı 0,006 m/sn dir. Hidrolik piston çapı 10 cm, kullanılan bağlantı borularının çapı 1 cm olduğuna göre, debiyi ve borudaki akış hızını bulunuz.

Verilenler:

$$V_1 = 0,006 \text{ m/sn} = 36 \text{ cm/dak}$$

$$d_1 = 10 \text{ cm}$$

$$d_2 = 1 \text{ cm}$$

İstenenler:

a.  $Q = ?$

b.  $V_2 = ?$

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = \frac{314}{4} = 78,5 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} = \frac{3,14}{4} = 0,785 \text{ cm}^2$$

a.  $Q = A_1 \cdot V_1 = 78,5 \cdot 36 = 2826 \text{ cm}^3/\text{dak}$

b.  $Q = A_2 \cdot V_2 > 2826 = 0,785 \cdot V_2$

$$V_2 = \frac{2826}{0,785} = 3600 \text{ cm/dk} = 600 \text{ cm/sn} = 6 \text{ m/sn}$$

### 1.1.5. Hidrolik Akışkan Kavramı

Hidrolik sistemlerde hidrolik gücün itilmesi akışkanlar ile yapılır. Hidrolik akışkanlar hidrolik gücü iletirken aynı zamanda hidrolik devre elemanlarının yağlanması ve soğutulmasını sağlar. Bunun yanı sıra akışkanların bir diğer görevi ise sızdırmazlığı sağlamaktır. Uygun seçilmeyen hidrolik akışkanlar, sistemde birçok aksaklığa yol açıp bakım masraflarını artırır. Bu nedenle hidrolik akışkanların çeşitlerini ve özelliklerini bilmek gerekmektedir. Hidrolik sistemlerde kullanılan akışkanlar; su, doğal yağlar ve sentetik yağlar olmak üzere üç gruba ayrılır.

#### ➤ SU

Su ve su-yağ karışımları özellikle yanmaya karşı hassas ortamlarda (demir-çelik fabrikaları, haddehaneler vb) çok sık kullanılan akışkan türüdür. Soğutma yetenekleri çok fazladır. Hidrolik sistemde akışkan olarak suyun kullanılması sistemde istenmeyen durumlara (paslanma, köpüklenme vb) neden olur.

➤ DOĞAL YAĞLAR

Ayçiçek yağı, zeytinyağı, bitkisel esaslı yağlar vb. doğal kaynaklı yağlar, hidrolik sistemlerin ilk zamanlarında kullanılsa da, günümüzde pek kullanılmamaktadır.

➤ SENTETİK YAĞLAR

En sık kullanılan akışkan türüdür. İçerisine katkı maddeleri eklenerek performansları iyileştirilir ve kullanım süreleri artırılır. Aşağıdaki tabloda sentetik yağların sınıflandırmaları verilmiştir.

ÇEŞİDİ	ÖZELLİĞİ
H	Katkısız hidrolik yağdır. Hassas sistemlerde ve ağır yük taşıyan yerlerde kullanılmaz.
HL	Korozyona karşı koruyuculuk etkisini artıracak ve yağın bozulmasını önleyecek katkı maddeleri eklenmiştir.
HLP	HL tipi hidrolik yağların özelliklerini taşımasının yanı sıra, aşınmayı önleyici katkıları da eklenmiştir. HLP yağları hava ve suyu bünyesinde tutmaz.
HLP-D	HLP yağlarının özelliklerinin yanı sıra, çözücü ve temizleyici katkıları eklenmiştir. HLP yağları gibi, hava ve suyu bünyesinden kolay atamaz.
HVLP	HLP yağlarının özelliklerinin yanında viskozitenin sıcaklıkla değişimini azaltan katkıları eklenmiştir.

Hidrolik yağlarda aranan özellikler;

Hidrolik akışkanlar, sıkıştırılmaz özellikte olmalı, güç iletebilmeli,

Yağlayıcılık özelliği bulunmalı,

Metal yüzeylerde bir film tabakası meydana getirerek, sızdırmazlığı sağlayabilmeli,

Sistemde meydana gelen ısıyı çevreye yaymalı ve ısıyı dış ortama atabilmeli,

Sistemde meydana gelen kirlenmeyi ve yabancı maddeleri taşıyarak filtreye ve depoya ulaştırabilmeli,

Temas ettiği yüzeylerle ve sızdırmazlık elemanlarıyla kimyasal reaksiyona girmemeli ve onların kimyasal özelliklerini bozmamalı,

Hidrolik akışkan, havadaki oksijen ile birleşerek, sistem içinde oksidasyona yol açabilecek kütleler meydana getirmemeli,

Uzun süre kararlılıklarını korumalı,

İçeriğinde köpüklenmeyi önleyici katkı maddeleri olmalı,

Sıcaklık, basınç ve hız değişimlerinde, akıcılık özelliğini yitirmemeli,

Kolay alev almamalı, zehirleyici olmamalı ve çevre kirliliğine yol açmamalıdır.

## HİDROLİK AKIŞKANLARIN ÖNEMLİ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

### ➤ **Viskozite**

Akışkanların, akıcılık özelliklerini ve yağlanma derecesini ifade ederken kullanılan terimdir. Tanım olarak viskozite, yağların akmaya karşı gösterdiği iç dirençtir. Akışkanın viskozitesi düşük olduğu zaman daha rahat akacağı, yüksek olduğu zaman da daha yavaş akacağı söylenebilir.

Örnek verecek olursak viskozitesi yüksek olan bal, viskozitesi düşük olan sudan daha yavaş akar. Mekanik sistemlerde nasıl ki sürtünme kuvveti sistem için bir kayıp ise, akışkanlar için de viskozite kayıp olarak düşünülür. Viskozite büyükse, akmaya karşı direnç büyük demektir.

### ➤ **Oksidasyon**

Hidrolik yağın, havada bulunan oksijen ile kimyasal reaksiyona girerek çamur veya sakız halinde tortular meydana gelmesine, oksidasyon denir.

Oksidasyon devre elemanlarının tıkanmasına, sistemin anormal hareketlenmesine, kilitlenmelere ve kesik hareketlere sebep olur. Ayrıca meydana gelen çamur, metal yüzeylerde korozyona yol açar.

### ➤ **Yağlama Yeteneği**

Uygun seçilen yağlar, metal yüzeylerde bir film tabakası meydana getirerek çalışan elemanların hareketlerinin kolaylaşmasını ve sürtünme direncinin azalmasını sağlar.

### ➤ **Akma Noktası**

Yağın akıcılığını kaybedip katılaşmaya başladığı düşük sıcaklığa, akma noktası denir. Standart yağlarda akma noktası  $-33^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar inmektedir.

### ➤ **Özgül Ağırlık**

Yağların  $20^{\circ}\text{C}$ 'deki birim hacminin ağırlığına yağın özgül ağırlığı denir. Hidrolikte kullanılan yağların özgül ağırlıkları 0,91 ile  $0,95 \text{ N/dm}^3$  tür.

### ➤ **Alevlenme Noktası**

Standart yağlarda alevlenme sıcaklığı,  $180^{\circ}\text{C}$  ile  $210^{\circ}\text{C}$  arasındadır. Hidrolik sistemlerde  $50^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerine çıkmadığı için herhangi bir problem çıkmaz.

➤ **Köpüklenme**

Hidrolik sistemde basıncın düşmesi ve sıcaklık artışı gibi durumlarda yağın içerisindeki çözünmüş hava açığa çıkar, üzerinde hava köpükleri oluşur. Bu duruma yağın köpüklenmesi adı verilir.

Köpüklenme, hidrolik devrelerde istenmeyen bir özelliktir. Aşırı ses ve titreşim oluşturur. Köpüklenen yağ, yük taşıyamaz ve devre elemanlarının ömürlerini azaltır. Bu nedenle hidrolik yağlara köpüklenmeyi önleyen katkı maddeleri konulur.

➤ **Yoğunluk**

Hidrolik yağların birim hacmindeki kütlesine yoğunluk adı verilir. Normal koşullar altında hidrolik yağların yoğunluk değeri  $0,90 \text{ kg/dm}^3$  'tür.

➤ **Polimerleşme**

Hidrolik yağların yüksek basınç ve sıcaklıklarda moleküllerine ayrılmasına polimerleşme denir. Hidrolik yağların yüksek basınç ve yüksek sıcaklıklarda özelliklerini kaybetmemeleri için içeriğine katkı maddeleri eklenir.

➤ **Isıl Genleşme**

Hidrolik yağın hacminin ısı karşısında değişmesi durumudur. Isıl genleşme miktarı, özellikle büyük hacimli depolarda dikkate alınmalıdır.

➤ **Film Dayanımı**

Yağlar, birbirleri üzerine sürtünerek hareket eden makine parçaları arasında bir yağ filmi oluşturur. Viskozite arttıkça, oluşan yağ filmi kalınlaşır. Viskozite düştükçe, yağ filmi incelir, çok küçük yüklerde bile kolayca yırtılır. Bu nedenle çok düşük viskoziteli yağlar pek tercih edilmez.

## 1.2. Hidrolik Devre Elemanları

Bir pompa vasıtasıyla depodan emilen hidrolik akışkana basınç enerjisi kazandıran ve bu enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren sistemlere hidrolik devre adı verilir.

Hidrolik enerjinin mekanik enerjiye dönüştürülmesi sırasında, akışkanın basıncını, debisini ve yönünü kontrol eden elemanlara hidrolik devre elemanları denir.

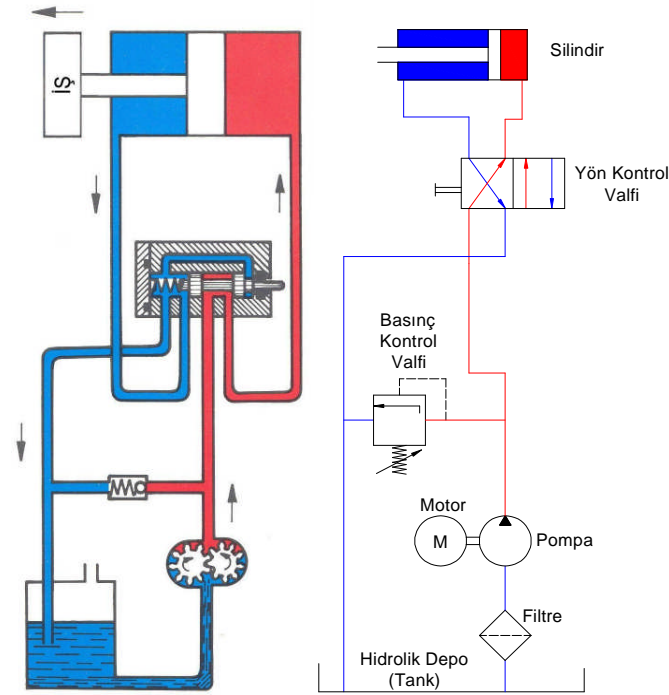
Hidrolik devre elemanları;

Hidrolik depo (tank),

Hidrolik pompa,

Hidrolik silindir,

Hidrolik motor,  
Basınç kontrol valfi,  
Akış kontrol valfi,  
Yön kontrol valfi,  
Hidrolik akümülatör,  
Hidrolik boru ve bağlantı elemanları,  
Sızdırmazlık elemanları,  
Hidrolik filtre olarak sınıflandırılabilir.

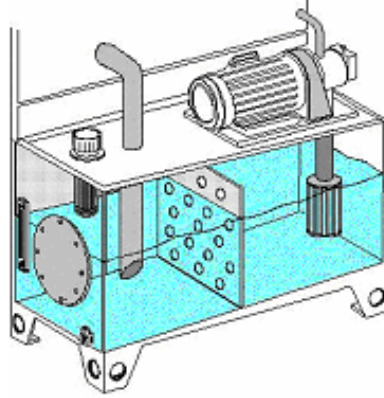


Şekil 1.8. Basit bir hidrolik devre ve devrenin sembol ile gösterilmesi

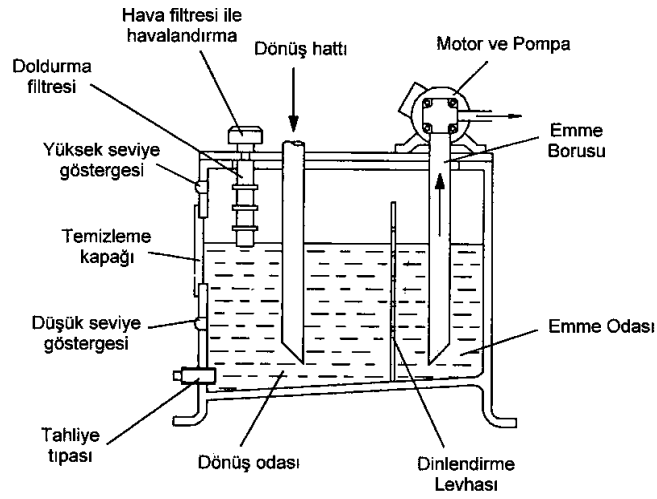
Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi, hidrolik devre çiziminde, devre elemanlarının ayrıntılı olarak çizilmesi zaman alacağından ve karışıklık çıkaracağından, devre elemanları sembollerle gösterilir (Şekil 1.8).

### 1.2.1. Hidrolik Depo ve Donanım

Hidrolik akışkanın depolandığı, dinlendirildiği, soğutulduğu ve filtrelendiği devre elemanına hidrolik depo veya tank denir. Hidrolik sistemde dolaşan yağ kısa zamanda ısınır, kirlenir ve görevini yapamaz duruma gelir. Bu nedenle, hidrolik sistem için uygun yağ deposu seçilemezse sistemden istenilen verim alınamaz. Aşağıda hidrolik deponun şekli ve elemanları görülmektedir (Şekil 1.9, 1.10).



**Şekil 1.9. Hidrolik Depo ( Tank )**



**Şekil 1.10. Tankı oluşturan elemanlar.**

Doldurma filtresi; üzerinde hava filtresi ve havalandırma kapağı bulunur. Hidrolik akışkan buradan depoya doldurulurken aynı zamanda filtreden geçerek içinde bulunması istenmeyen parçacıklardan temizlenmiş olur.

Gösterge seviyeleri; depo içerisindeki akışkanın miktarını görmek için kullanılır. Akışkan miktarı üst seviyeyi (max) geçmemeli ve alt seviyeden (min) az olmamalıdır.

Tahliye tıpası; tanktan akışkanı boşaltmak amacıyla kullanılır.

Temizleme kapağı; tankın iç yüzeylerinin temizlenebilmesi amacıyla kullanılır.

Emme odası; tank içerisinde, dinlenmiş ve soğutulmuş akışkanın bulunduğu kısımdır.

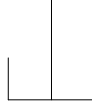
Emme borusu; emme odasındaki akışkanı, elektrik motoru ile çalışan pompa yardımıyla emerek sisteme gönderen borudur.

Dönüş hattı; sistemde dolaştıktan sonra işi biten akışkan dönüş hattını kullanarak depoya geri gelir. Dönüş hattında kullanılan boru çapının, emme borusunun çapından büyük olması istenir. Aksi takdirde basınç kayıpları ortaya çıkabilir.

Dönüş odası; aynı zamanda dinlenme haznesi de denilebilir. Dönüş hattından gelen akışkanın doldurulduğu haznedir. Geri dönen akışkan ısınmış ve kirlenmiş bir durumdadır. Tankın tabanı 15° açı ile yapılır. Bu sayede akışkanın içerisinde bulunabilecek partiküllerin emme odasına ulaşması engellenir. Ayrıca tank tabanının 15-20 cm yüksekte olması akışkanın soğuması için gerekli hava sirkülasyonunu sağlar.

Dinlendirme levhası; emme odası ile dönüş odasının arasında bulunan dinlendirme levhası, parçacıkların filtrelenmesini ve akışkanın soğumasını sağlar.

Sembol:



*Hidrolik Deponun sembol ile gösterilmesi*

### **1.2.2. Hidrolik Pompalar ve Çeşitleri**

Hidrolik depoda bulunan akışkanı sisteme, istenilen basınç ve debide gönderen devre elemanına pompa denir.

Dönme hareketini genelde bir elektrik motorundan alan pompalar, mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştürür. Elde edilen dairesel hareket, uygun bağlantılarla pompaya iletildiğinde, tankta bulunan akışkan sisteme kesintisiz olarak gönderilir.

Sisteme gönderilen akışkan basınç oluşturmaz. Akışkan hidrolik sistemde bir engelle karşılaştığında basınç oluşur. Örnekle açıklayacak olursak, musluktan akan su normalde basınçsız olarak sakince akarken, parmağımızla musluğun ucuna bastırıp suyun akmasını engellediğimizde, parmağımızda bir basınç hissederiz. Pompalar da bu sistemle çalışır. Görevi sadece tankta bulunan akışkanı emerek sisteme göndermektir.

Hidrolik Pompaların Çeşitleri

A) Dişli Pompalar,

- 1- Dıştan dişli,
- 2- İçten dişli,
- 3- İçten eksantrik dişli,
- 4- Vidalı,

B) Paletli Pompalar,

C) Pistonlu Pompalar,

- 1-Eksenel pistonlu,
- 2-Radyal pistonlu,

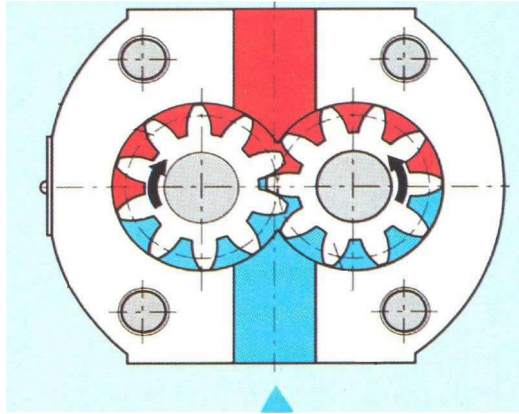


## Dişli Pompalar;

Debileri sabit olan dişli pompaları biri çeviren, diğeri de çevrilen olmak üzere iki dişliden meydana gelmiştir. Çeviren dişli motordan aldığı dönme hareketini, çevrilen dişliye iletir. Böylece dişliler diş boşluklarına aldıkları akışkanı sisteme gönderir.

### 1- Dıştan Dişli Pompalar

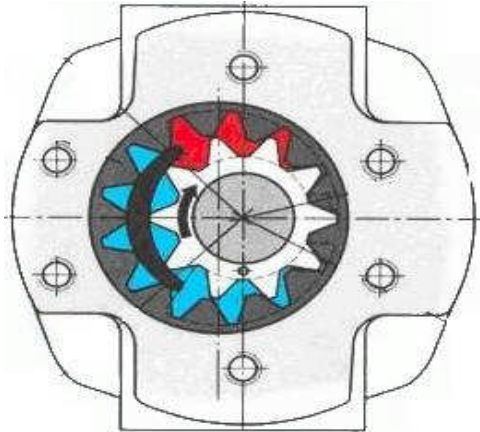
En çok kullanılan pompa tipidir. Genelde 300–350 bar'a kadar basınç gerektiren sistemlerde kullanılır. Dıştan dişli pompalar özellikle hafif olmalarına karşın yüksek basınç üretebilmeleri sebebi ile, mobil hidrolik sistemlerde kullanılırlar. Ayrıca düşük maliyet, geniş devir sayısı ve viskozite aralığında çalışmaları da en önemli avantajlarıdır (Şekil 1.11).



Şekil 1.11. Dıştan Dişli Pompa

### 2- İçten Dişli Pompalar

İçten dişli pompaların en önemli özellikleri, dıştan dişli pompalara nazaran gürültü seviyelerinin çok düşük olmasıdır. Bu özelliklerinden dolayı öncelikle endüstriyel hidrolik sistemlerde (presler, plastik makineleri, takım tezgahları vs.) ve kapalı ortamlarda çalışan araçlarda kullanılırlar (Elektrikli forklift vs.). İçten dişli pompaların içindeki ayırma parçası pompanın daha verimli, sessiz ve yüksek debili çalışmasını sağlar (Şekil 1.12).



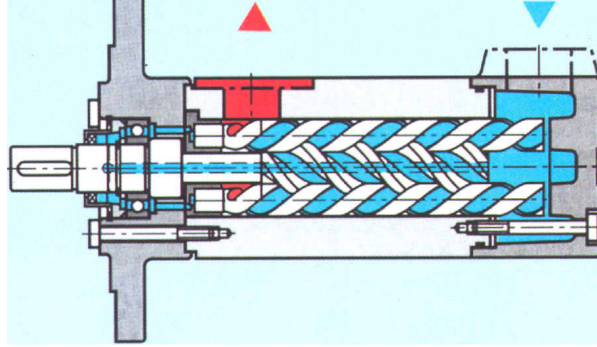
Şekil 1.12. İçten Dişli Pompa

### 3- İçten Eksantrik Dişli Pompalar

Çalışma prensipleri içten dişlilere benzer. Aralarındaki fark, motor dönme hareketini dıştaki dişliye verir. Dıştaki dişli aldığı bu dönme hareketini, içteki dişliye iletir.

### 4- Vidalı Pompalar

Aynı içten dişli pompalar gibi vidalı pompaların da en önemli özelliği oldukça düşük gürültü seviyelerinde çalışabilmeleridir. Sabit, düzgün ve darbesiz bir debi akışı meydana getirerek çok sessiz çalışırlar. Bu özelliklerinden dolayı tiyatro ve opera salonları gibi yerlerde uygulanan hidrolik sistemlerde tercih edilirler (Şekil 1.13).

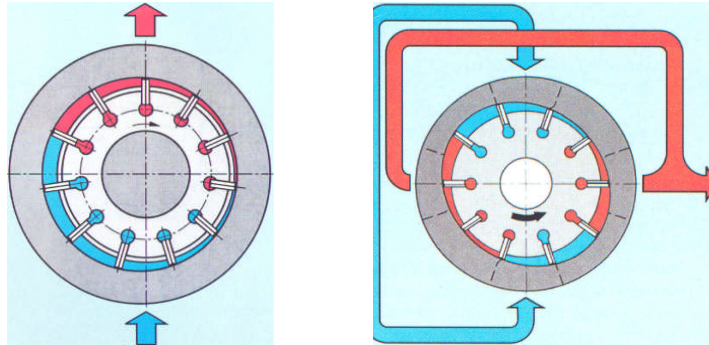


Şekil 1.13. Vidalı Pompa

Tahrik organına bağlı ve saat ibresi yönünde dişleri olan vida, dönme hareketini diğer vidalara aktarır. Bu esnada vidaların dişleri arasında kapalı bir odacık oluşur ve akışkan, hacminde herhangi bir değişiklik olmaksızın, pompanın emiş portundan basınç portuna kadar ilerler.

### PALETLİ POMPALAR

Tek odalı ve çift odalı olmak üzere iki çeşidi olan paletli pompalar, çevresine belirli sayıda palet yerleştirilmiş bir rotorun (merkezde dönme hareketi yapan kısım), eksenden kaçık olan bir gövde içinde dönmesiyle çalışır. Gövde ve rotor arasındaki eksantriklik miktarı arttıkça, debi de artar. Paletler emme işlemi sırasında dışarıya çıkıp basma işlemi sırasında içeriye girerler (Şekil 1.14).



Şekil 1.14. Tek Odalı ve Çift Odalı Paletli Pompaların Yapısı

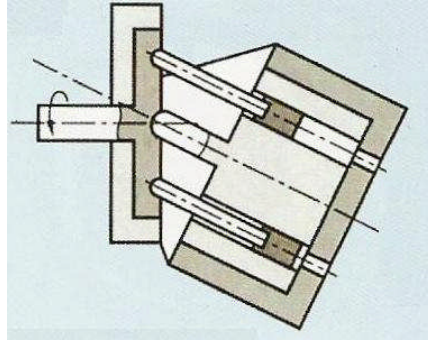
## PİSTONLU POMPALAR

Yüksek çalışma basınçlarının gerekli olduğu durumlarda (400 bar'ın üzerindeki çalışma basınçlarında) radyal pistonlu pompalar kullanılır. Preslerde, plastik enjeksiyon makinelerinde ve diğer birçok uygulamada 700 bar'a varan basınçlarda kullanılabilirler.

Bir silindir içinde ileri-geri hareket eden pistonların emdikleri akışkanı sisteme basmaları prensibine göre çalışır. Boyutları diğer pompa türlerine göre daha büyüktür. Eksenel ve Radyal olmak üzere iki çeşidi vardır.

### 1- Eksenel Pistonlu Pompalar

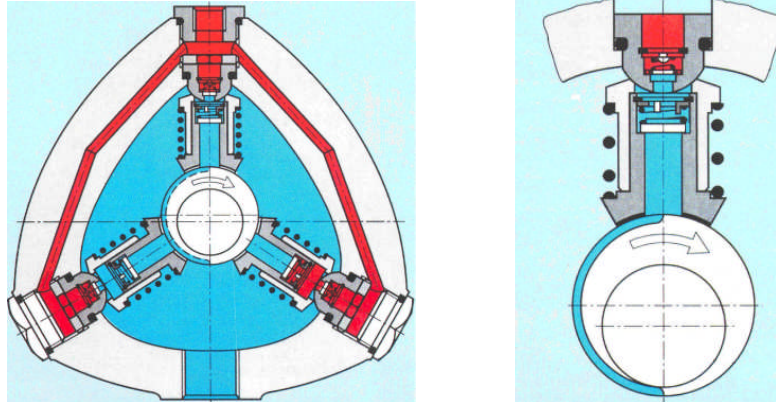
Pistonları, tahrik mili eksenine paralel şekilde yerleştirilmiş pompalardır. Tahrik mili döndüğünde, pistonlar ileri geri hareket ederek emme basma işlemi yapar (Şekil 1.15).



Şekil 1.15. Eksenel Pistonlu Pompa

### 2- Radyal Pistonlu Pompalar

Radyal pistonlu pompalarda pistonlar tahrik mili eksenine dik olarak yerleştirilmiştir. Rotorun dönmesiyle, pistonlar silindir bloğu içinde ileri-geri hareket ederler. Böylece emme-basma olayı gerçekleşir (Şekil 1.16).

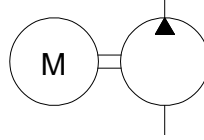


Şekil 1.16. Radyal Pistonlu Pompanın Yapısı ve Piston

Sembol:



Pompa



Elektrik Motoru ve Pompa

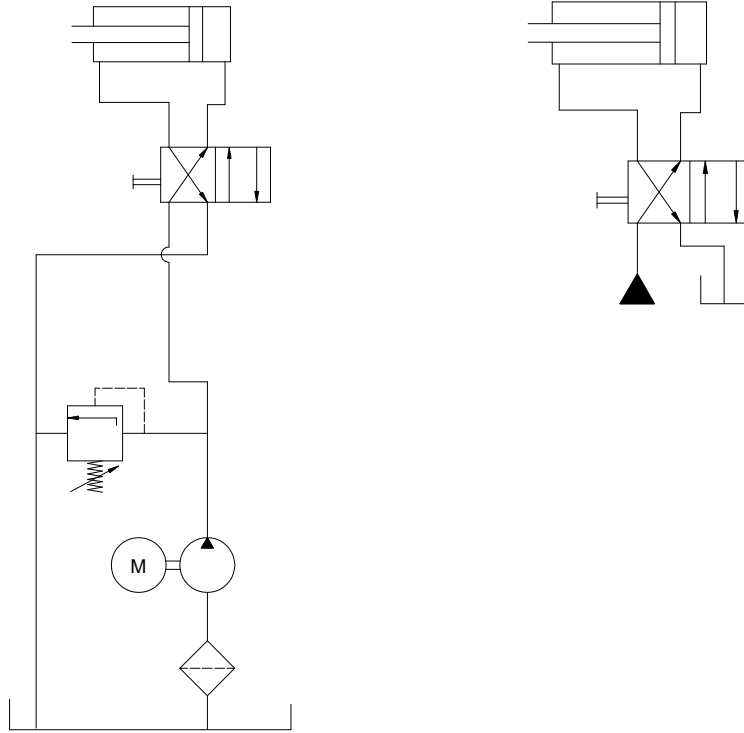
Hidrolik pompalar elektrik motorundan mekanik enerji aldığından, bağlantı çiziminde elektrik motoru da yer alabilir.

Hidrolik devrelerde, tank, elektrik motoru, pompa, filtre ve basınç emniyet valfinden meydana gelen grup enerji besleme birimi diye adlandırılır. Her devrede bulunan enerji besleme birimi elemanlarının sembollerini ayrıntılı olarak tek tek çizmek zaman alacağından ve devre şemasının okunmasını zorlaştıracığından, enerji besleme birimi elemanları tek bir sembole gösterilir. Depoya geri dönüşü ifade edebilmek için yanında tank sembolü de kullanılır (Şekil 1.17).

Sembol:



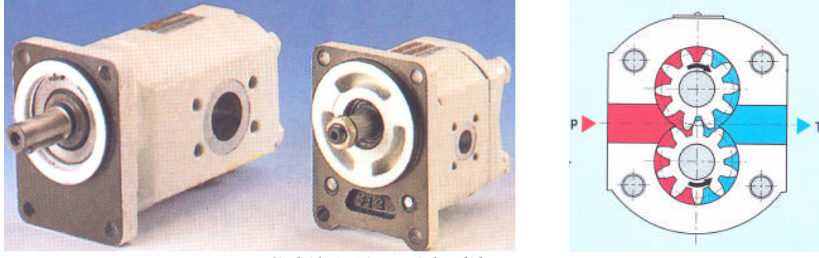
Enerji Besleme Birimi



Şekil 1.17. Ayrıntılı Çizim İle Basitleştirilmiş Çizimin Karşılaştırılması

### 1.2.3. Hidrolik Motorlar

Hidrolik motor, hidrolik enerji yardımı ile dairesel hareket üreten devre elemanıdır. Hidrolik pompanın ürettiği hidrolik enerjiden yararlanır. Çalışma prensipleri pompaların tam tersidir. Pompalar mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye, motorlar ise hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürür (Şekil 1.18- 1.19).



Şekil 1.18. Hidrolik Motor

Motorlar, tasarımları olarak dişli pompalara çok benzer. Aralarındaki fark, basınç ve değişken dönüş yönüne göre tasarlandıkları için gövdelerinde sızıntı portu olmasıdır.

#### Hidrolik Motorların Elektrik Motorlarından Üstünlükleri

Başta iş makineleri olmak üzere her yerde kullanılabilir

Motoru durdurmadan hız ayarı yapılabilir

Hız ayarı belirli değerler arasında sınırsızdır

Büyük kuvvetler iletilir

Hidrolik akışkanlar sıkıştırılmadıkları için düzgün hızlar elde edilebilir

Hareket devam ederken, dönüş yönü değiştirilebilir

Emniyet valfi kullanarak aşırı yüklenmelerde durdurulabilir

#### Hidrolik Motorların Elektrik Motorlarına Göre Dezavantajları

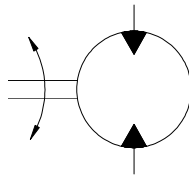
Hidrolik akışkanların sürtünme dirençleri yüksek olduğu için dönüş hızları düşüktür

Fiyatları çok yüksektir

Yüksek sıcaklıklarda kullanılamaz

Kirliliğe karşı çok hassastır

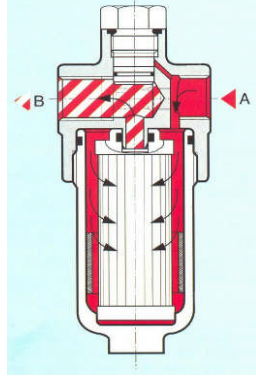
Sembol:



Şekil 1.19. Hidrolik Motorun Sembol İle Gösterimi

#### 1.2.4. Filtreler

Hidrolik devre elemanlarının daha güvenli ve daha uzun çalışmasını sağlamak için kullanılan elemanlardır. Hidrolik sistemdeki arızaların % 75-80'i iyi filtre edilmemiş akışkandan kaynaklanmaktadır. Filtreler hidrolik akışkanı temizleyerek, sisteme kirletici parçacıkların ulaşmasını engeller (Şekil 1.20).



Şekil 1.20. Filtre

Filtrelerin hassasiyeti, tutabildikleri parçacıkların boyutuna göre belirlenir. Örneğin: 10  $\mu$  (mikron) ve daha büyük ebattaki parçacıkları tutan filtrelerin hassasiyeti 10  $\mu$ 'dur. (1  $\mu$  =0,001 mm'dir.)

Çok değişik filtre çeşitleri olmasına rağmen filtreler, devrede kullanıldıkları yere göre üç ana gruba ayrılır:

##### 1- Emiş Hattı Filtreleri

Pompayı korumak amacıyla, pompadan önce kullanılır. En önemli dezavantajı ise basınç düşümüne yol açmaları ve kirlenme miktarı arttığında, pompanın emmede zorlanmasıdır. Depo içine yerleştirdikleri için, bakımları diğer filtre çeşitlerine göre daha zordur.

##### 2- Dönüş Hattı Filtreleri

Akışkanın tanka geri dönüş hattında kullanılır. Sistemde işini bitirip depoya dönen akışkanı filtre eder. En önemli dezavantajı, sistemde işini bitirip dönen akışkanı filtrelediği için, kirli akışkan sistemde çalışan tüm elemanları dolaşmış olur.

##### 3- Basınç Hattı Filtreleri

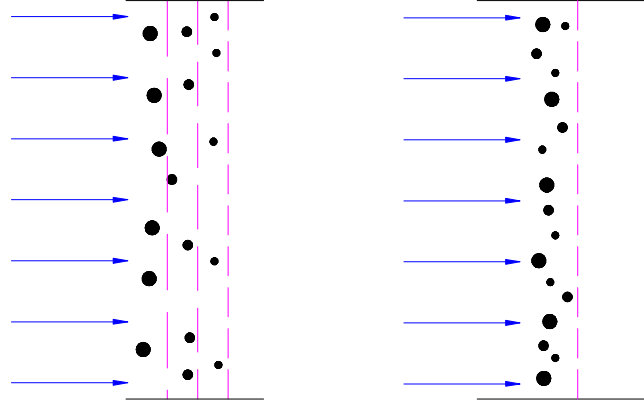
Basınç hattındaki hassas devre elemanlarını korumak amacıyla pompadan sonra kullanılır. Yüksek sistem basınçlarını karşılayacak yapıda olması gerektiğinden, yapımları zor ve fiyatları yüksektir.

##### Filtre Süzgeçleri

Filtre süzgeçleri, yapıldıkları malzemelere göre, yüzey tipi filtre ve derinlik tipi filtre olmak üzere, ikiye ayrılır (Şekil 1.21)

## 1-Yüzey Tipi Filtre

Akışkan, düz bir akış yolu takip eder. Filtreleme elemanında gözenekler eşit büyüklüktedir. Filtre gözeneginden büyük tüm parçacıklar filtrelenebilir. Filtrelemeyi yapan malzeme, tel örgü, kumaş veya sinterlenmiş metal olabilir.



Şekil 1.21. Derinlik Tipi Filtre

Yüzey Tipi Filtre

## 2- Derinlik Tipi Filtre

Akışkan dalgalı bir yol izler. Akışkan birkaç filtreleme elemanından geçirilerek filtre edilir. Filtreleme elemanlarının gözenek büyüklüğü basamak basamak küçülür. Filtreleme elemanı, kağıt, metal, disk, lif vb olabilir.

Yüzey tipi filtreler kirlendiklerinde temizlenebilirken, derinlik tipi filtreler, değiştirilebilir.

### Filtre Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

Filtre hassasiyeti

Çalışma basıncı

Filtrenin müsaade ettiği debi

Kabul edilebilir basınç düşümü

Filtrenin fiyatı

Filtreleme elemanı

Kullanılacak akışkanın cinsi

Çalışma sıcaklığı

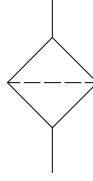
Filtrenin ömrü

Bakım kolaylığı

## FİLTRELERİN BAKIMI

Özellikle hassas sistemlerde filtre tıkanıldığında, ikaz amacıyla, ışıklı ve sesli göstergeler konulmalıdır. Kağıt süzgeçli filtreler değiştirilmelidir. Paslanmaz çelikten yapılmış tel ve metal süzgeçli filtreler kirlendiğinde alkol, tiner, aseton gibi çözücü maddeler ile temizlenip, akış yönünün tersinde basınçlı hava ile temizlenmelidir (Şekil 1.22).

Sembol:



### 1.22. Hidrolik Filtrenin Sembol İle Gösterimi

#### 1.2.5. Valfler

Hidrolik akışkanları yönlendiren devre elemanlarıdır. Temel olarak devrede istenilen hareketleri elde edebilmek için ya akışkanın yönünü değiştirir ya da akışkanın akmasını engeller. Devredeki görevlerine göre üç ana grupta toplanır:

Basınç kontrol valfleri (BSV)

Akış kontrol valfleri (KV)

Yön kontrol valfleri (SV)

#### Basınç Kontrol Valfleri (BSV)

Hidrolik sistemde akışkanı istenilen değerlerde sabit basınçta tutabilen valflerdir. Akışkan sisteme sürekli olarak gönderildiğinden, sistem basıncı yükselir. Oluşan fazla basınç, devreye zarar verir. Bu nedenle basınç kontrol valfleri kullanılır. Filtreler gibi basınç kontrol valfleri de sistemde farklı hatlara yerleştirilebilir. Basınç kontrol valfleri kullanıldığı yere göre farklı özellikler gösterir. Bu nedenle bu valfler dört başlık altında incelenir:

Emniyet valfi

Basınç düşürme valfi

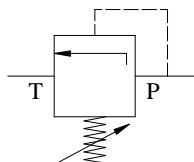
Basınç sıralama valfi

Boşaltma valfi

A-Emniyet Valfleri

Hidrolik sistemin basınç hattında bulunan basınç kontrol valfidir. Genel olarak pompa çıkışına konur ve tüm devrenin basıncını kontrol eder (Şekil 1.23).

Sembol:



Şekil 1.23. Emniyet Valfi

Normalde kapalı bir valftir; yani gelen basınç istenenden düşük ise hattı kapalı tuttuğu için, akışkan valften tanka geçemez. Basınç yükselirse, kesik çizgi ile gösterilen hattan gelen basınç, yolu açar ve bu sayede fazla basınçlı akışkan tanka gönderilir. Böylece basınç istenen

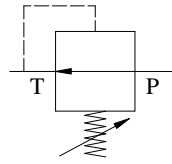


düzeyde kalır. Hidrolik devre elemanlarında görülen yayların üzerinde eğer bir ok çizimi varsa; bu yay basıncın ayarlanabildiğini ifade eder. Tüm basınç kontrol valflerinde olması gerektiği gibi, sistem kontrolünün kolay yapılması için, emniyet valfi de basınç göstergesi ile beraber kullanılmalıdır.

### **Basınç Düşürme Valfleri**

Normalde açık bir emniyet valfidir. Çalışma prensibi, istenilen basınç elde edildiğinde, hattı kapatıp ve kilitlemek şeklindedir. Bu sayede valften geçemeyen akışkan, sistemin diğer silindirlerine daha fazla basınç uygular (Şekil 1.24).

Sembol:

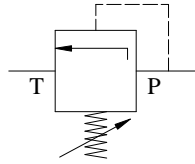


*Şekil 1.24. Basınç Düşürme Valfi*

### **Basınç Sıralama Valfi**

Aslında emniyet valfi olan basınç sıralama valfi, devredeki konumu ve bağlantıların özelliğine göre sıralama yapmak için kullanılır. Örneğin iki silindirli bir sistemde, birinci silindir basınç oluşturduktan; yani hareketini tamamladıktan sonra, ikinci silindiri çalıştırır (Şekil 1.25).

Sembol:

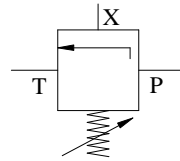


*Şekil 1.25. Basınç Sıralama Valfi*

### **Boşaltma Valfi:**

Normalde kapalı valflerdir. X'den uyarı geldiğinde yolu açarak akışkanın geçişini sağlar (Şekil 1.26).

Sembol:



*Şekil 1.26. Boşaltma Valfi*

## AKIŞ KONTROL VALFLERİ (KV)

### Çekvalf

Akışkanın sadece bir yönde geçiş yapmasını sağlayan valflerdir (Şekil 1.27).

Sembol:



Şekil 1.27. Çekvalf

### Kısma Valfi

Hidrolik sistemlerde, yağın debisini; yani geçiş hızını ayarlayan valflerdir. Musluklarda olduğu gibi, geçen akışkanın miktarını değiştirerek, hidrolik silindir ve hidrolik motorun hız devirlerini ayarlar (Şekil 1.28).

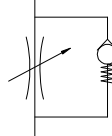
Sembol:



Şekil 1.28. Kısma Valfi

Akışkanın hızını sadece bir yönde kısmak istediğimizde çekvalfli akış kontrol valfi kullanmak gerekir. Buna tek yönlü kısma valfi de denir (Şekil 1.29).

Sembol:



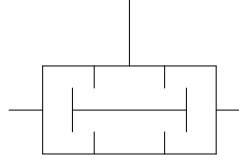
Şekil 1.29. Tek Yönlü Kısma Valfi

Akışkan çek valften geçemediği için, kısma valfi sayesinde debi ayarlanabilir. Ters yönden akışkan geldiğinde, akışkan çek valften ve kısma valfinden rahatlıkla geçerek hareketini çabuk tamamlar.

### VE Valfi

VE valfi, girişlerinden ikisine de basınçlı akışkanın verilmesiyle, çıkış yolunu açan valftir. Girişlerine farklı basınçlar uygulanırsa, düşük basınçlı akışkan dışarı çıkar.

VE valfleri mantık valfleri olarak çalışır (Şekil 1.30).

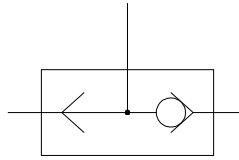


Şekil 1.30. VE Valfi

### VEYA Valfi

VEYA valfi, girişlerinden herhangi birine basınçlı akışkanın verilmesiyle yolu açar. Her iki girişe aynı anda akışkan gelince, yüksek basınçlı akışkan dışarı çıkar. VEYA valfleri de VE valfleri gibi, mantık valfleri olarak çalışır (Şekil 1.31).

Sembol:

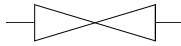


Şekil 1.31. VEYA Valfi

### Kapama Valfi

Kapama valfi, gerektiğinde manuel olarak kapatılıp açılabilir, bu sayede akışkanın geçişini engeller (Şekil 1.32).

Sembol:



Şekil 1.32. Kapama Valfi

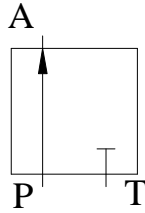
## YÖN KONTROL VALFİ (SV)

Tanımı: Hidrolik ve pnömatik devrelerde akışkanı yönlendiren devre elemanlarıdır. Pompadan gelen akışkan yön kontrol valfleri yardımıyla yönlendirilir. Üzerindeki bağlantı noktaları ile çalışma konumlarının sayısına göre isimlendirilir ve sembollerini çizerken, konumların yaptığı işin ayrı ayrı çizimi yapılır (Şekil 1.33).

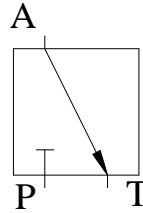
### Valf Bağlantılarının Harflendirilmesi

P:	Basınç hattı
R, S, T:	Depo (egzos) hattı
L:	Sızıntı hattı
A, B, C:	İş veya çalışma hattı
X, Y, Z:	Pilot (uyarı) hattı

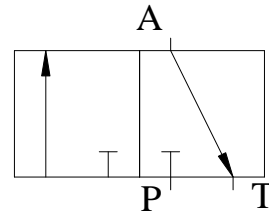
Örnek: Üç bağlantı noktası olan ve iki konumu; yani iki ayrı görevi gerçekleştirebilecek bir valf, 3/2 yön kontrol valfi olarak adlandırılır. Burada kullanılan ilk rakam bağlantı sayısını, ikinci rakam ise yapabileceği görev sayısını verir. Valfin çiziminde, iki ayrı görev de çizilir. Akışkanın valf içerisindeki gidiş yönleri oklar ile belirtilir.



*Birinci Konum*



*İkinci Konum*  
*Şekil 1.33*

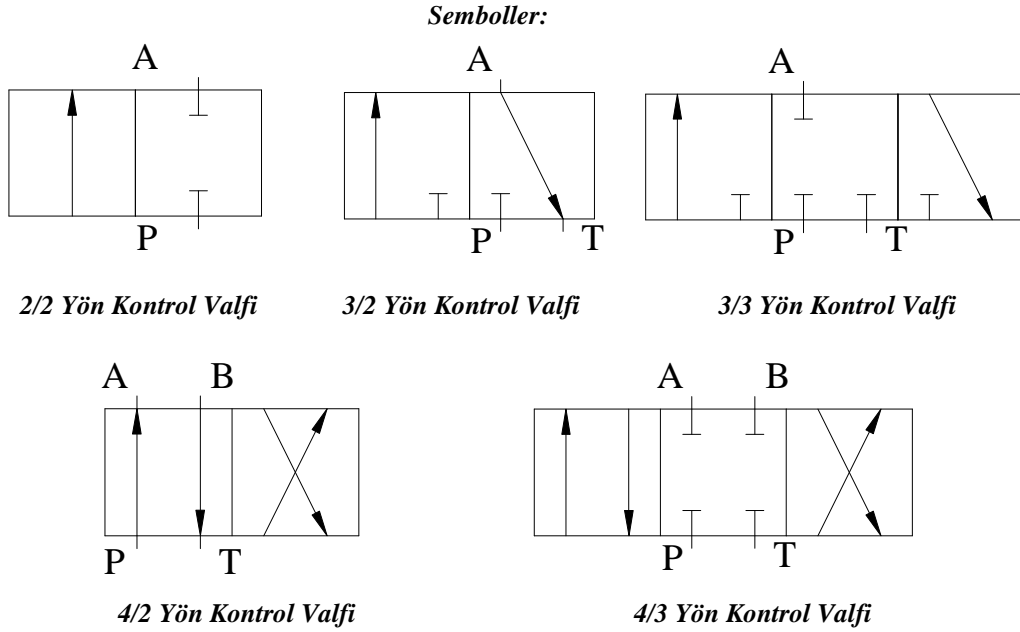


*3/2 Valfin Çizimi*

Birinci konumda ya da diğer deyişle birinci görevde, P bağlantısından valfe gelen akışkanın, işi oluşturmak üzere A bağlantısına yönlendirildiği görülmektedir. Bu çalışma koşulunda T ile gösterilen geri dönüş hattı kapalıdır. Böyle bir koşul ile A bağlantısından giden akışkan, bir pistonu ileri doğru itebilir.

İkinci konumda pompadan gelen akışkanın gidişi kapatılmış, akışkanın geçmesi engellenmiştir; fakat çalışma hattı bağlantısından depoya akışkan geçişi sağlanmıştır. Böyle bir koşul ile akışkanın A bağlantısından tanka geri dönerek pistonu geri döndürmek için boşaltılması; yani pistonun geri dönüşü sağlanabilir.

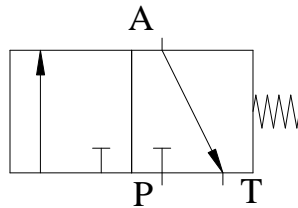
Valf çiziminde koşullar yan yana çizilir. Yönlendirilecek basınçlı akışkanın geldiği bağlantı, valf çiziminde P ile gösterilir. Yönlenecek akışkanın valften çıktığı bağlantılar iş veya çalışma hattı olarak düşünülür ve A, B, C harfleriyle isimlendirilir. Akışkanın tanka geri dönüşünü sağlayacak olan bağlantı noktasına ise T harfi verilir (Şekil 1.34).



Şekil 1.34

## VALFLERİN KUMANDA ŞEKİLLERİ

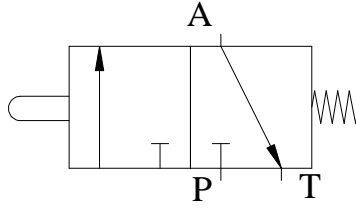
Valfin hangi konumunun yanında yay varsa, valfe herhangi bir müdahale yapılmadığında, o konum çalışır. Valfin müdahale edilmeden yaptığı görev Normalde Kapalı (NK) veya Normalde Açık (NA) olarak ifade edilir. Kapalı ya da açık terimleri, pompa bağlantısının durumunu verir. Aşağıdaki şekillerde 3/2 Yön Kontrol Valfi örnek olarak kullanılmıştır (Şekil 1.35).



Şekil 1.35. (NK) 3/2 Yön Kontrol Valfi.

### Pim kumandalı

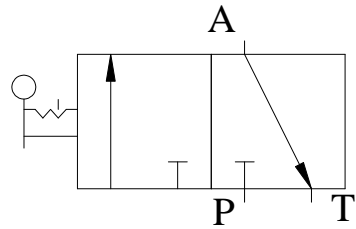
Valfi, silindirin hareketleri ile kumanda etmek için kullanılır. Piston, ileri ya da geri hareketini yaptığında, pime dokunarak, valfin görevini değiştirir, akışkana farklı bir yön verir (Şekil 1.36).



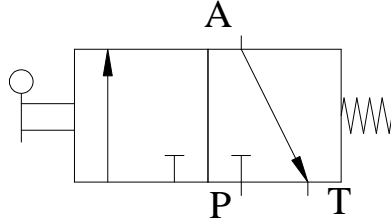
*Şekil 1.36. Pim Kumandalı, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi*

### **Kol Kumandalı**

El ile kumanda edilir (Şekil 1.37-1.38).



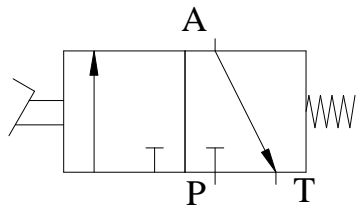
*Şekil 1.37. Kertikli Kol Kumandalı, 3/2 Yön Kontrol Valfi*



*Şekil 1.38. Kol Kumandalı, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi*

### **Pedal Kumandalı**

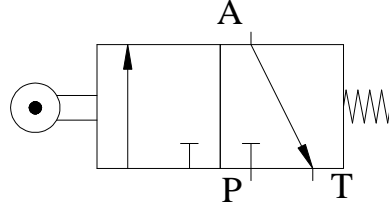
Pedala basılarak kumanda edilir (Şekil 1.39).



*Şekil 1.39. Pedal Kumandalı, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi*

### **Makaralı**

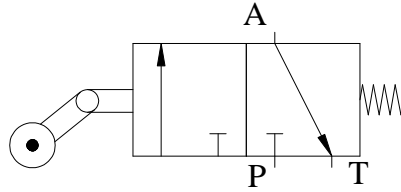
Valfi silindirin hareketleri ile kumanda eder. Piston, ileri ya da geri hareketini yaptığında, makaraya dokunarak, valfin görevini değiştirir (Şekil 1.40).



Şekil 1.40. Makaralı, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi

### Mafsal Makaralı

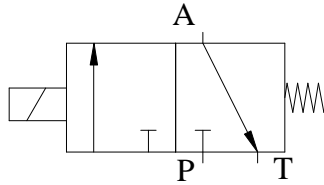
Silindirin hareketleri ile valfe kumanda eder. Mafsallı makara silindirin sadece bir yönde kumanda etmesi için kullanılır; yani silindir ileri giderken valfe uyarı yapabilirken, geri gelişte mafsal kapandığından kumanda edemez (Şekil 1.41).



Şekil 1.41. Mafsal Makaralı, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi

### Selenoid Kontrollü

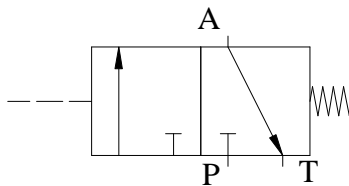
Elektrik sinyalleri ile kumanda edilir. Bir anahtardan geçen elektrik akımı, valfin görevini değiştirir (Şekil 1.42).



Şekil 1.42. Selenoid Kontrollü, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi

### Basınç Kumandalı

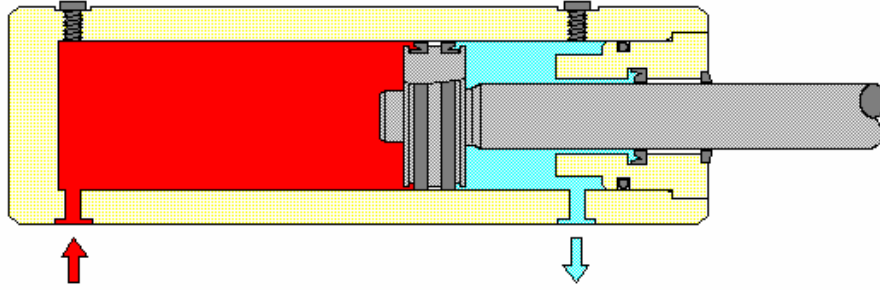
Sistemde bulunan basınçlı akışkan ile kumanda edilir (Şekil 1.43).



Şekil 1.43. Basınç Kumandalı, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi

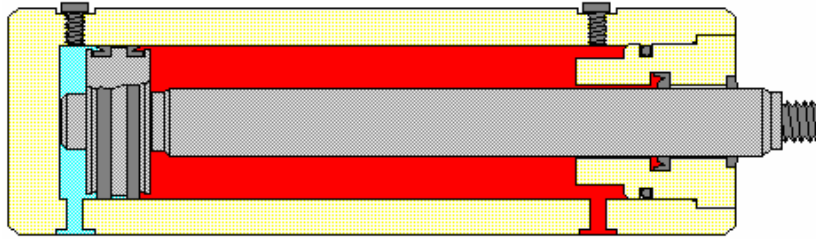
## 1.2.6. Hidrolik Silindirler

Hidrolik silindirler, pompalar tarafından üretilen hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürerek, doğrusal hareketin elde edilmesinde kullanılır. Silindirlerin çeşitli mafsal ve yardımcı mekanizmalarla daha büyük kuvvet ve açısız hareket üretmesi de mümkündür..



Şekil 1.44. Silindirin İleri Hareketinin Sağlanması

Kırmızı ile görülen alan, akışkanın geldiği kısımdır. Akışkan bu hazneyi doldurmaya başladığında piston ileri gitmeye başlar. Mavi renkli haznede bulunan akışkan ise bu sırada tanka geri döner (Şekil 1.44).



Şekil 1.45. Silindirin Geri Hareketinin Sağlanması

Akışkan ön kısımdan geldiğinde, piston geri gider. Bu sırada arka haznede bulunan akışkan ise tanka geri döner (Şekil 1.45).

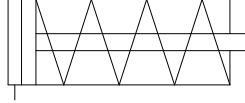
## SİLİNDİR ÇEŞİTLERİ

### 1- Tek Etkili Silindirler

Basınçlı akışkan silindirin tek yönünden girip pistonun bir yüzeyine etki ediyorsa bu tip silindirlere, tek etkili silindirler denir. Tek etkili silindirlerde pistonun geri dönüşü yay, veya krikolarda olduğu gibi, taşıdığı yükün baskısı ile olur (Şekil 1.46).



Sembol:



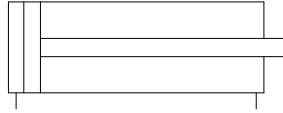
Şekil 1.46. Tek Etkili Yay Geri Dönüştü Silindir

## 2- Çift Etkili Silindirler

Basınçlı akışkan silindirin her iki yönünden de girip pistonun her iki yüzeyine etki edebiliyorsa bu tip silindirlere çift etkili silindirler denir.

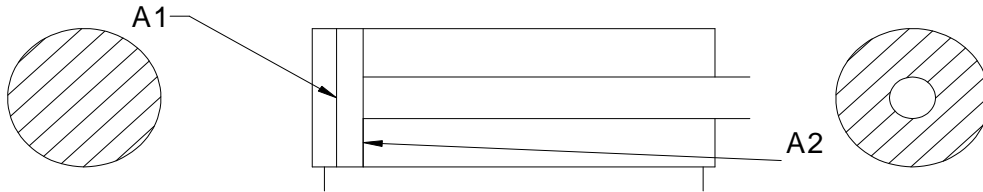
Basınçlı akışkan iki bağlantı noktası bulunan silindirin, arka bağlantı noktasından gelirse, piston ileri gider. Bu sırada pistonun ön haznesinde bulunan akışkan boşalarak, depoya geri döner. Ön bağlantı noktasından akışkan gelirse, piston geri gelir. Bu arada silindirin arka kısmında bulunan akışkan depoya geri döner (Şekil 1.47).

Sembol:



Şekil 1.47. Çift Etkili Silindir

Çift etkili silindirlerin birçoğunda, akışkanın itme kuvvetini sağladığı piston yüzeyleri birbirine eşit alana sahip değildir. Bu nedenle silindirlerin her iki yöndeki hareketlerinde hız ve kuvvetler birbirine eşit olmaz. Aşağıdaki şekilde alanlar arasındaki farklar gösterilmiştir (Şekil 1.48).



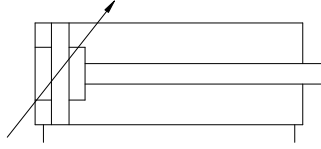
Şekil 1.48. Piston Kesit Alanları

Silindirin arka kısmına gelen akışkanın miktarının, kısma valfi ile artırıp azaltılması, her iki yöndeki hızı eşitler. Silindire giren akışkanın miktarı azaltıldığında da pistonun hızı azalır.

## 3- Yastıklı Silindirler

Silindir içerisindeki piston kurs sonuna geldiğinde silindire çarparak darbe oluşturur. Bunu engellemek için, kurs sonundaki basıncı ayarlanabilen yastıklı silindirler kullanılır. Aksi takdirde silindir çabuk deforme olur. Silindir içerisindeki pistonun kurs sonlarındaki hızı yavaşlatılarak, vuruntu tamamen giderilir (Şekil 1.49).

Sembol:

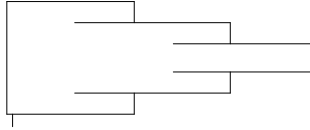


*Şekil 1.49. Çift Etkili Yastıklı Silindir*

#### 4- Teleskobik Silindirler

Genellikle tek etkili olurlar. Kamyon damperlerinde kullanılırlar, verimli çalışmazlar. Gövdeleri büyük olduğu halde, elde edilen güç azdır (Şekil 1.50).

Sembol:

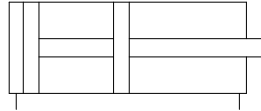


*Şekil 1.50. Tek Etkili Teleskobik Silindir*

#### 5- Tandem Silindirler

Bir tek piston kolu üzerinde iki veya daha fazla piston baskı alanı oluşturulur. Bu sayede, normalde pistonun verebileceği kuvvetin iki veya daha fazla katı itme kuvveti sağlanır. Çift etkili silindir olmasına rağmen, genelde dört bağlantısı olur. Bunlardan ikisi pistonu ileri götürmek için kullanılırken, diğer ikisi geri getirmek için kullanılır (Şekil 1.51).

Sembol:



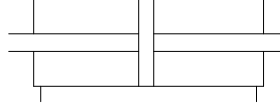
*Şekil 1.51. Tandem Silindir*

#### 6- Milsiz ve Çift Milli Silindirler

Piston (silindir mili) sabit tutulup silindir sağa sola gidiyor ise, buna milsiz silindirler denir.

Milsiz silindirlerin gövdesinin her iki yanında da piston olduğunda ise çift milli silindir denilir (Şekil 1.52).

Sembol:



*Şekil 1.52. Çift Millî Silindir*

## SİLİNDİRLERDE SIZDIRMAZLIĞIN SAĞLANMASI

Pistonlar, silindirlerin içinde ileri geri hareket ederken, basınçlı akışkanın etki ettiği bölge ile diğer bölgenin birbirinden tamamen ayrılması gerekir. Arada boşluk olursa, basınçlı akışkan buradan diğer bölgeye sızar ve silindirin verimini düşürür. Bu nedenle silindirlerde uygun sızdırmazlık elemanlarının kullanılması gerekir. Ayrıca silindir iç yüzeyinin hassas işlenmiş olması gerekir. Piston kolunun da sızdırmazlık elemanlarıyla temas halinde olması nedeniyle, yüzey kalitesinin iyi olması gerekir. Yüzey kalitelerinin iyi olmadığı durumlarda, piston kolları çabuk deforme olur.

### 1.2.7. Hidrolik Akümülatörler

Gerektiğinde sisteme göndermek üzere, basınçlı akışkanı depolayan devre elemanına akümülatör denir. Pompanın arızalanması ya da elektrik kesilmesi durumunda sistemi istenilen konumda durdurmak için yedek güç depolar. Ayrıca hidrolik sistemlerde oluşan darbe ve şokları önleyip sistemde oluşan kaçakları telafi eder.

Hidrolik sistemlerde bir basıç düşmesi olduğunda, akümülatör sisteme bir miktar akışkan göndererek, sistemde eksilen akışkanı tamamlar (Şekil 1.53).

*Sembol:*



*Şekil 1.53. Hidrolik Akümülatör*

### 1.2.8. Bağlantı Elemanları

Hidrolik sistemlerde akışkanın dolaşmasını sağlayan devre elemanlarına bağlantı elemanları adı verilir. Bağlantı elemanları; boru, hortum, rakor gibi elemanlardır.

Bağlantı elemanları gerekli basınç, debi ve akış hızını sağlayacak şekilde seçilmeli, çalışma basıncına dayanacak yapıda olmalıdır.

### **Hidrolik Borular**

Sistemde belirli noktalar arasında akışkanı taşıyan, akışkana kılavuzluk yapan devre elemanıdır. Hidrolik devrelerde boru seçiminde önemli iki etkenden biri, istenilen çap, diğeri de çalışma basıncını karşılayabilecek et kalınlığıdır. Hidrolikte istenen basınç ve akış hızı için, boru çaplarının iyi hesaplanması gerekir.

### **Hidrolik Hortumlar**

Hidrolik sistemlerde hareketli devre elemanlarını birbirlerine bağlamak amacıyla kullanılır. Hortumların yüksek esneme kabiliyeti olduğu için, sistem basıncının sık sık değiştiği, titreşimli ve sıcaklık farkının yüksek olduğu konumlarda kullanılması uygundur.

### **Hidrolik Rakorlar**

Boru, hortum gibi bağlantı elemanlarını birbirine veya diğer elemanlara (pompa, valf, silindir, motor vb) bağlamak için kullanılan, genelde vida bağlantılı devre elemanıdır.

### **Switchler Ve Algılayıcılar**

Hidrolik sistemlerde devre elemanlarının hareketlerini veya basınçlarını algılayarak, elektriksel veya hidrolik enerji cinsinden sinyal üreten devre elemanlarıdır. Bu sinyallerden yararlanılarak mekanik, hidrolik veya pnömatik hareketler yönlendirilir.

Switchler ve algılayıcılar hidrolik devrelerde sınır anahtarları, fotosel, basınç şalterleri ve bazı valflerin üzerinde kumanda tipi olarak (Bkz valflerin kumanda şekilleri) karşımıza çıkar.

Devrelerde switchlerin kullanım amacı, mümkün olduğu kadar az manuel kumanda yaptırarak sistemin otomasyonunu sağlamak ve hatalı bir sıralama ile işlem basamaklarının karıştırılmasını engelleyerek devre elemanlarını korumaktır.

## UYGULAMA FAALİYETİ-1

Hidrolik sistemlerde kullanılan devrelerin sembollerini çizerek görevlerini açıklayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
Hidrolik tankın sembolünü çiziniz.	Çizim için gerekli araç gereçleri hazırlayınız. Çizim alanınızı düzenleyiniz.
Hidrolik motorun sembolünü çiziniz.	Çizim sırasında etrafınızı rahatsız edebilecek davranışlardan kaçınınız.
Hidrolik valflerin sembollerini çiziniz.	Çizime başlamadan önce, çizimini yapacağınız devre elemanının açıklamalarını modül bilgi sayfalarından okuyarak, anlamadığınız konuları öğretmeninize danışınız.
Hidrolik silindirlerin sembollerini çiziniz.	Çizimini yapacağınız devre elemanını, atölyede bulunan hidrolik bir makinenin üzerinde inceleyiniz.
Akümülatörün sembolünü çiziniz.	Bağlantı elemanlarının çizimini yaparken çizgilerin yatay ya da dikey olmalarına özen gösteriniz.
Hidrolik pompanın sembolünü çiziniz.	Sembol çizgilerini orantılı olarak çiziniz. Hidrolik devrelerdeki her sembolün standart bir gösterimi olduğunu ve farklı şekillerde çizimlerinin yapılmaması gerektiğini unutmayınız.
Hidrolik filtrenin sembolünü çiziniz.	Çiziminiz bittiğinde, çalışma alanınızı düzenli ve temiz bırakınız. İş etiğine uygun çalışmayı her zaman kendinize ilke edininiz.

## PERFORMANS TESTİ

Öğrenme faaliyetinde kazandığınız becerileri aşağıdaki tablo doğrultusunda ölçünüz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME	EVET	HAYIR
Çalışma araç gereçlerinizi hazırladınız mı?		
Hidrolik devre sembollerinin çizimini kurallara uygun olarak yaptınız mı?		
Yaptığınız çizimlerin doğruluğunu kontrol ettiniz mi?		
Devre sembollerinin görevlerinin açıklamasını yaptınız mı?		
Çalışmanızı çalışma kurallarına uygun olarak gerçekleştirdiniz mi?		
Tertipli ve düzenli bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		

Faaliyet değerlendirmeniz sonucunda hayır seçeneğini işaretlediğiniz işlemleri tekrar ediniz. Tüm işlemleri başarıyla tamamladıysanız bir sonraki faaliyete geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz

1. Kesitten birim zamanda geçen akışkan miktarına ..... denir.
  - A. Debi
  - B. Viskozite
  - C. Yoğunluk
  - D. Hidrolik Devre
2. Yağların, akmaya karşı gösterdiği iç dirence ..... denir
  - A. Oksidasyon
  - B. Debi
  - C. Viskozite
  - D. Akışkan
3. Hidrolik yağın havada bulunan oksijen ile kimyasal reaksiyona girerek, çamur veya sakız halinde tortular meydana gelmesine, ..... denir.
  - A. Polimerleşme
  - B. Köpüklenme
  - C. Oksidasyon
  - D. Film Dayanımı
4. Hidrolik akışkanın depolandığı, dinlendirildiği, soğutulduğu ve filtrelendiği devre elemanına ..... denir
  - A. Hidrolik Depo
  - B. Filtre
  - C. Pompa
  - D. Valf
5. Hidrolik depoda bulunan akışkanı, istenilen basınç ve debide sisteme gönderen devre elemanına ..... denir.
  - A. Motor
  - B. Pompa
  - C. Hidrolik Depo
  - D. Silindir
6. .... , hidrolik enerji ile dairesel hareket üreten devre elemanıdır
  - A. Silindir
  - B. Kısma Valfi
  - C. Elektrik Motoru
  - D. Hidrolik Motor

7. Hidrolik akışkanı temizleyerek sisteme kirletici parçacıkların gitmesini engelleyen devre elemanına ..... denir
- A. Tank
  - B. Çekvalf
  - C. Filtre
  - D. Akümülatör
8. Akışkanın sadece bir yönde geçiş yapmasını sağlayan valflere ..... denir.
- A. Kısmi Valfi
  - B. Yön Kontrol Valfi
  - C. Ve Valfi
  - D. Çekvalf
9. Hidrolik ve pnömatik devrelerde akışkanı yönlendiren devre elemanına ..... denir.
- A. Hidrolik Devre
  - B. Yön Kontrol Valfi
  - C. Akış Kontrol Valfi
  - D. Basınç Kontrol Valfi
10. Gerekğinde sisteme göndermek üzere, basınçlı akışkanı depolayan devre elemanına ..... denir.
- A. Hidrolik Depo
  - B. Akümülatör
  - C. Filtre
  - D. Silindir



# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında, hidrolik devre çizimlerini kurallara uygun biçimde yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Atölyenizde, üzerinde hidrolik sistemler bulunan tezgahların bakım kataloglarından devre şemalarını inceleyiniz.

Aynı işlemleri yapacak birden fazla farklı devre çizimleri oluşturup aralarındaki farkları tartışınız.

## 2. HİDROLİK DEVRELERİ ÇİZMEK

### 2.1. Hidrolik Devreler

#### 2.1.1. Hidrolik Devre Sembolleri

Sevgili Öğrenci, hidrolik devre elemanlarının sembollerini önceki konularda öğrendiniz. Bu uygulama faaliyetinizde, öğrendiğiniz bu sembolleri bir araya getirerek, komple bir hidrolik devrenin nasıl çizildiğini öğreneceksiniz. Gerektiğinde hidrolik devre elemanlarının görevleriyle ilgili olarak Öğrenme Faaliyeti-1'deki bilgi konularından faydalanmayı unutmayınız.

#### 2.1.2. Devre Elemanlarının Seçimindeki Kriterler

Hidrolik devrelerde istenilen işlemleri yapmak için tek bir çözüm bulunmamaktadır. Bir devrede kullanacağımız devre elemanlarının seçimine göre aynı işi farklı elemanlarla, farklı bağlantılar yaparak elde edebiliriz. Hedefimiz, her zaman için yaptığımız devre çiziminin daha kullanışlısını bulmak olmalıdır.

Böyle bir durumda devreyi oluşturacak elemanları seçebilmek için, devre elemanlarını iyi tanımak, ayrıca istenilen şartları (problem) iyi anlamak gereklidir.

Devre elemanlarının seçiminde aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmalıdır:

Devrenin kurulumu yapılacak devre çizimine göre yapılacağından, kullanılacak devre elemanlarının temini zor olmamalı, piyasada veya laboratuvarınızda kolaylıkla bulunmalıdır.

Devre elemanlarının maliyetinin az olmasını sağlamak için araştırma yapılmalıdır. Genel olarak mümkün olan en az sayıda devre elemanı ile problemin çözülmesi istenmesine rağmen, adedi fazla ama fiyatları daha ucuz devre elemanlarıyla da çözüm yapılabilir.

Devre probleminde, istenen basıncı sağlayabilecek enerji besleme ünitesi kullanılmalıdır.

Kullanılacak filtrelerin seçimi ve konumunun belirlenmesinde dikkatli davranılmalıdır.

Devre elemanlarının yapısının, sistemdeki akışkanın basıncına dayanabilecek özellikte olması sağlanmalıdır.

### **2.1.3. Devre Çiziminde Uyulacak Kriterler**

Devre elemanlarının sembolleri standarttır. Devre çiziminde sembollerin yanına isimler veya açıklamalar yazılmaz. Çizim evrensel bir dil olarak kabul edilir ve bölgesel farklılıklar yapılamaz. Bu nedenle sembol çizimlerinde dikkatli olunmalı, değişik semboller veya sembollerde kısaltma yapılmamalıdır.

Devre elemanları birbirlerine göre ölçekli çizilmelidir.

Sembollerin birbirlerine çok yakın çizilmesi devre elemanlarının okunmasını zorlaştırır. Ayrıca sembollerin çok küçük yapılması ya da birbirlerine çok uzak çizilmesi de bağlantıların okunmasında hata yapılmasına neden olabilir. Bu nedenle devre sembolleri çizim kağıdına düzgün yerleştirilmelidir.

Yatay ya da dikey düz çizgi ile gösterilen bağlantı elemanlarının mümkün olduğunca birbiri üzerinden geçmemesine ve çakışmamasına gayret gösteriniz. Bağlantı elemanları çapraz veya değişik açılarda çizilmemelidir.

Bağlantı elemanlarının birleştiği yerlere küçük nokta konulmalıdır. Bu, resmin okunmasında yapılabilecek hataları azaltır.

Basınç kontrol valflerinin yanına, ayarlanacağı basınç değeri Bar cinsinden yazılmalıdır.

## 2.1.4. Hidrolik Devre Çizim Uygulamaları

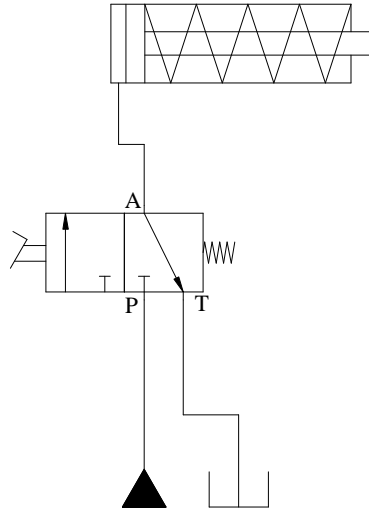
Tek Etkili Bir Silindirin İleri Geri Hareketinin Sağlanması

Devreyi oluşturan elemanlar:

Hidrolik enerji besleme ünitesi (tank, elektrik motoru, hidrolik pompa, filtre, basınç emniyet valfi ve manometreden oluşur),

Pedal kumandalı NK 3/2 yön kontrol valfi,

Tek etkili silindir.



Şekil 2.1

Çalışma Prensibi

### 1. Konum

Enerji besleme ünitesinden gelen akışkan, normalde kapalı valften geçemez. Bu nedenle pompadan gelmeye devam eden akışkan hatta sıkışarak basınç oluşturur. Oluşan bu basınç, enerji besleme ünitesinde bulunan basınç emniyet valfi sayesinde tahliye edilerek, depoya geri döner. Bu sırada silindir içerisindeki yay baskısı, pistonu geri iter. Bu nedenle 1. konumda piston geride durur.

## 2. Konum

Valfin pedalına basıldığında, enerji besleme ünitesinden gelen akışkan, valften geçerek, silindirin içerisine dolmaya başlar. Akışkanın gelmeye devam etmesiyle, piston ileri doğru hareket eder. Pistonun önünde eğer bir yük varsa, hidrolik güç bu yükü iter. Bu nedenle 2. konumda piston ileri de durur (Şekil 2.1).

## Hidrolik Devrelerde Basınç Yüklenmesi

Devre çalışırken, piston hidrolik silindir içerisinde gidebileceği son noktaya dayandığında, akışkan gidecek yer bulamayacağından basınç artar. Aynı basınç artması, piston önündeki yük eğer devrede kullanılan basınç kontrol valfinin ayarından daha büyükse, yine karşımıza çıkar. Bu durumda piston yükü itemez, durur. Devrede oluşan bu yüklenme, basınç emniyet valfi sayesinde tahliye edilir.

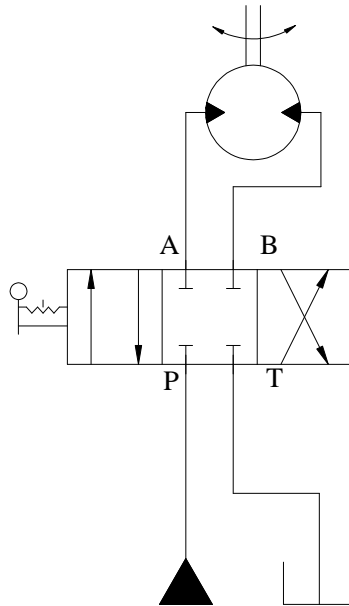
## Bir Hidrolik Motorun Çalıştırılması

Devreyi oluşturan elemanlar:

Hidrolik enerji besleme ünitesi,

Kertikli Kol kumandalı 4/3 yön kontrol valfi,

Hidrolik Motor.



Şekil 2.2

## Çalışma Prensibi

### 1. Konum (orta konum)

Enerji besleme ünitesinden gelen akışkan, valften geçemez. Bu nedenle pompadan gelmeye devam eden akışkan hatta sıkışarak basınç oluşturur. Oluşan bu basınç, enerji besleme ünitesinde bulunan basınç emniyet valfi sayesinde tahliye edilerek, depoya geri döner. Bu nedenle motor 1. konumda durur.

### 2. Konum (sol)

Valfin kolu 2. konuma getirildiğinde, enerji besleme ünitesinden gelen akışkan, valften geçerek, motoru saat yönünün tersine döndürür. Motora giden akışkan motorun diğer ucundan çıkarak, valften geçer ve tanka geri döner. Valf bu konumda olduğu sürece motor, saat yönünün tersine döner. Dönüş yönü, motor sembolünün üzerindeki yay şeklindeki oka bakılarak anlaşılır. Akışkan hangi tarafa gidiyorsa, motor o yönde döner.

### 3. Konum (sağ)

Valfin kolu 3. konuma getirildiğinde, enerji besleme ünitesinden gelen akışkan, valften çapraz geçerek, motoru saat yönünde döndürür. Motora giren akışkan, motorun diğer ucundan çıkarak, valften geçip tanka geri döner. Valf bu konumda olduğu sürece motor saat yönünde döner (Şekil 2.2).

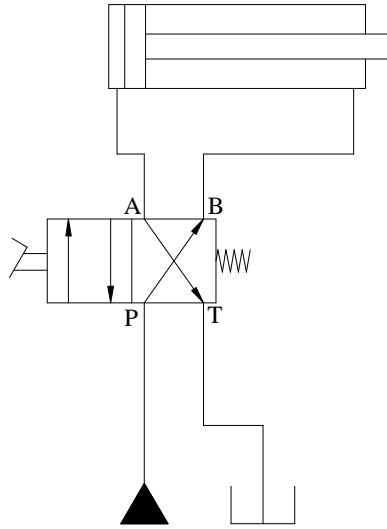
## Çift Etkili Bir Silindirin İleri Geri Hareketinin Sağlanması

Devreyi oluşturan elemanlar:

Hidrolik enerji besleme ünitesi,

Pedal kumandalı 4/2 yön kontrol valfi,

Çift etkili silindir.



Şekil 2.3

## Çalışma Prensibi

### 1. Konum

Valfin yay kumandalı olmasından dolayı, hiçbir müdahale yapılmadığında, 4/2 yön kontrol valfinin sağ taraftaki, çapraz oklarla gösterilen konumu çalışır. Enerji besleme ünitesinden gelen akışkan, valfin B çıkışından çıkar. Silindirin ön tarafına giden akışkan, pistonu geri iter. Piston en son noktada olduğunda, pompadan gelmeye devam eden akışkan hatta sıkışarak basınç oluşturur. Oluşan bu basınç, enerji besleme ünitesinde bulunan basınç emniyet valfi sayesinde tahliye edilerek, depoya geri döner. Pistonun geri gelmesi için bu konum kullanılır. Piston geri giderken silindirin arka haznesinde bulunan akışkan ise önce valfin içinden geçerek, tanka geri döner. Piston, 1. konumda son noktaya kadar geri gelir ve geride durur.

### 2. Konum

Valfin pedalına basıldığında enerji besleme ünitesinden gelen akışkan, 4/2 yön kontrol valfinin sol tarafındaki dikey oklarla gösterilen konumu çalışır. Enerji besleme ünitesinden gelen akışkan, bu sefer valfin A çıkışından çıkar. Silindirin arka tarafına yönelen akışkan, pistonu ileri iter. Akışkanın gelmeye devam etmesiyle, piston ileri doğru hareketini sürdürür. Piston ileri giderken silindirin ön haznesinde bulunan akışkan, valfin içinden geçer ve tanka geri döner. 2. konumda piston son noktaya kadar ileri gider ve ileride durur (Şekil 2.3).

### Çift Etkili İki Silindirin Aynı Anda İleri Geri Hareketinin Sağlanması

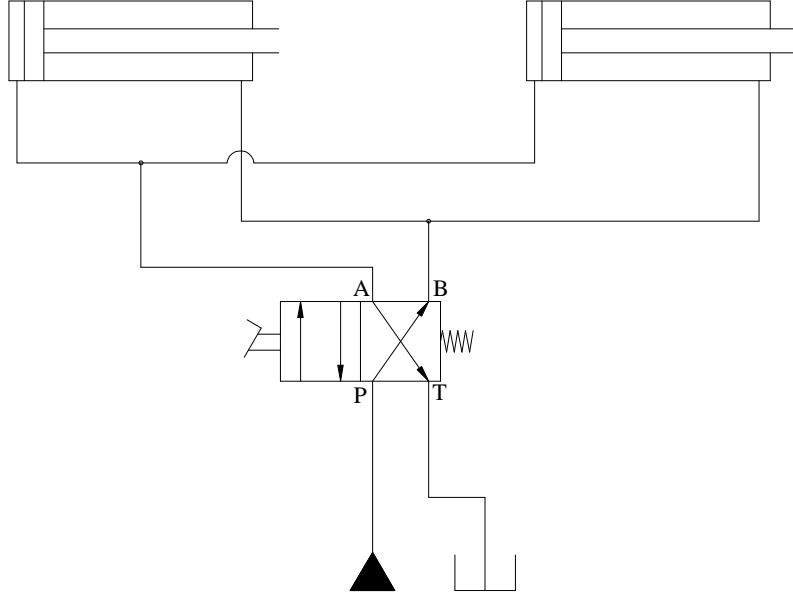
İki veya daha fazla silindire sahip olan devrelerde, silindirlerin çaplarının farklı olması silindir hızlarını etkiler. Farklı kesit alanlarına sahip silindirler aynı devrede kullanıldığında, küçük çaplı silindirin daha hızlı gittiği görülür. Buna rağmen, hızların eşit olması istendiğinde, kısma valfleri kullanılarak hızlar dengelenebilir.

Devreyi oluşturan elemanlar:

Hidrolik enerji besleme ünitesi

Pedal kumandalı 4/2 yön kontrol valfi,

İki adet çift etkili silindir.



*Şekil 2.4*

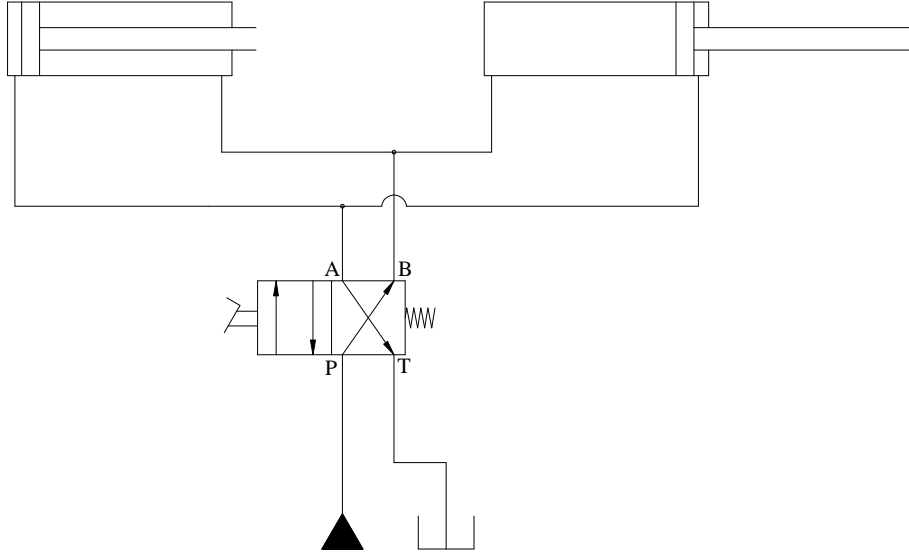
### **Çalışma Prensibi**

Bir önceki konuda anlatılan çift etkili tek bir silindirin çalışma prensibi ile aynı koşulları sağlar.

Birden fazla iş oluşturacak almaçlı (silindirler, hidrolik motorlar) olan devrelerin çiziminde, tek almaçlı devre çizimlerine nazaran, bağlantılara daha çok dikkat etmek gerekir. Bağlantı birleşmelerinin olduğu yerler küçük bir nokta ile belirlenir. Bu çizimde de görüldüğü gibi, kimi zaman bağlantı çizgileri birbirlerinin üzerinden geçebilir. Bu istenmeyen bir durumdur. Yine de böyle bir durumda kalındığında, resmin kolay okunması ve hatların karıştırılmaması için, çakışmanın olduğu bağlantı hattının kısa bir kısmı yay şeklinde çizilerek, bu sorun giderilir. Yay, çakışma noktasında herhangi bir bağlantı olmadığını ifade eder (Şekil 2.4).

Bağlantıları dikkatle inceleyiniz. Her iki silindirin de bağlantıları birbirine paralel olarak bağlanmıştır; yani her ikisi de aynı hareketleri yapar. Silindirler birlikte ileri gider, birlikte geri gelir.

Aşağıdaki devre çizimini inceleyiniz (Şekil 2.5).



Şekil 2.5

Yukarıda da görüldüğü gibi, eğer silindirlerin bağlantıları çapraz yapılırsa, bir silindir ileri giderken, diğeri geri gelir.

#### Çift Etkili İki Silindirin Sıra İle İleri Geri Hareketinin Sağlanması

Silindirlerin sıralı olarak çalışması istendiğinde ya switchler ve algılayıcılardan ya da basınç sıralama valflerinden yararlanılır.

Basınç sıralama valfleri tek yönde akışkan geçişine izin verdiğinden, akışkanın geri dönebilmesi için, genellikle çekvalflerle paralel bağlanarak kullanılır. Devre tasarımında çekvalfli sıralama valfi, hangi bağlantının gecikmesi isteniyorsa o bağlantıda kullanılır.

Devreyi oluşturan elemanlar:

Hidrolik enerji besleme ünitesi

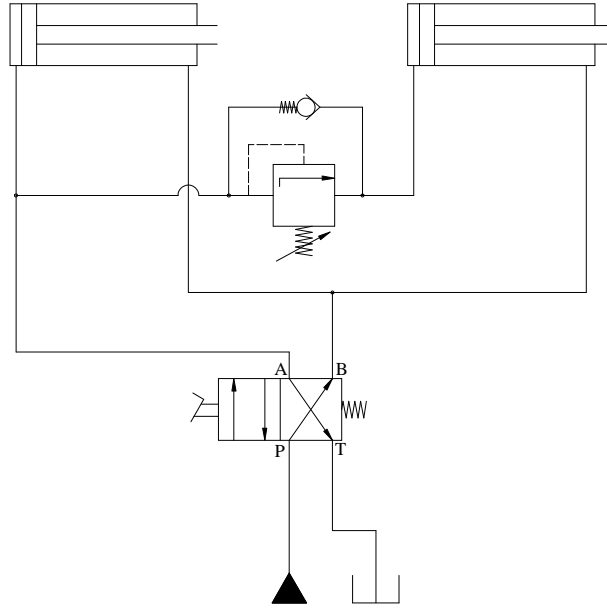
Pedal kumandalı 4/2 yön kontrol valfi,

İki adet çift etkili silindir,

Basınç sıralama valfi,

Çekvalf.





Şekil 2.6

## Çalışma Prensipleri

### 1. Konum;

Valfin sağ taraftaki, çapraz oklarla gösterilen konumu çalışır ve enerji besleme ünitesinden gelen akışkan, valfin B çıkışından çıkar. Silindirlerin ön tarafına giden akışkan, pistonları geri iter. Pistonların geriye yaptıkları bu hareket aynı anda olur. Pistonların geri gelmesi için bu konum kullanılır.

Pistonların geri konuma gelebilmeleri için, silindirlerin arka haznelerindeki akışkanın tanka boşalması gerekir. Soldaki silindirin arka haznesinde bulunan akışkanın, direnç görmeden valfin içinden geçerek, tanka geri dönme imkanı vardır. Fakat sağdaki silindirin arka haznesindeki akışkan, basınç sıralama valfinden ters yönde geçemez. Çünkü bu sırada basınç sıralama valfine uyarı olmadığından valf kapalıdır. Akışkan bu durumda çekvalfi ittirip açarak kendine tanka geri dönebileceği bir yol bulur.

1. konumda her iki piston da son noktaya kadar geri gelir ve en geride durur.

### 2. Konum;

Pedala basıldığında, valfin, sol tarafındaki dikey oklarla gösterilen konumu çalışır. Enerji besleme ünitesinden gelen akışkan, bu sefer valfin A çıkışından çıkar.

Her iki silindirin de arka tarafına yönelen hidrolik akışkan, soldaki silindire direnç görmeden ulaşabilirken, sağdaki silindire gidebilmek için, basıncın yükselmesini beklemek zorundadır. Çekvalf, akışkanın gidiş yönüne göre ters pozisyonda durduğundan, akışkanı geçirmeyecektir. Basınç sıralama valfinin açılması içinse, basıncın yükselmesi gerekir.

Akışkanlar, kendine en az direnç gösteren yerden giderler. Bu nedenle akışkan, direnç görmediği soldaki silindirin içerisine giderek, pistonu ileri iter. Böylece önce soldaki silindir

ileri hareketini yapar. Soldaki silindirin pistonu ileri doğru son noktaya kadar gittiğinde de, devreye hala akışkan gelmeye devam eder. Bu durumda, devredeki akışkanın basıncı artar. Sıralama valfi artan basınçla açılır ve akışkanın sağdaki silindire gitmesine izin verir. Böylece silindirler sıralı bir şekilde ileri hareketlerini tamamlamış olurlar.

Pistonlar ileri giderken silindirlerin ön haznesinde bulunan akışkan, dirençle karşılaşmadan, valfin içinden geçer ve tanka geri döner.

2. konumdaki akışkan hareketlerinin sonunda, pistonlar ileride durur.

Sıralama istenen devrelerde, basınç sıralama valfi kullanılmasının bazı sakıncaları vardır. Eğer ilk silindir herhangi bir sebeple sıkışır veya önüne beklenmeyen bir engel ya da yük çıkarırsa, devredeki basınç yükseleceğinden, sıralama valfi açılabilir. Bu durumda ilk piston daha hareketini tamamlamadan, ikinci piston harekete başlar (Şekil 2.6).

Devreyi oluşturan elemanlar:

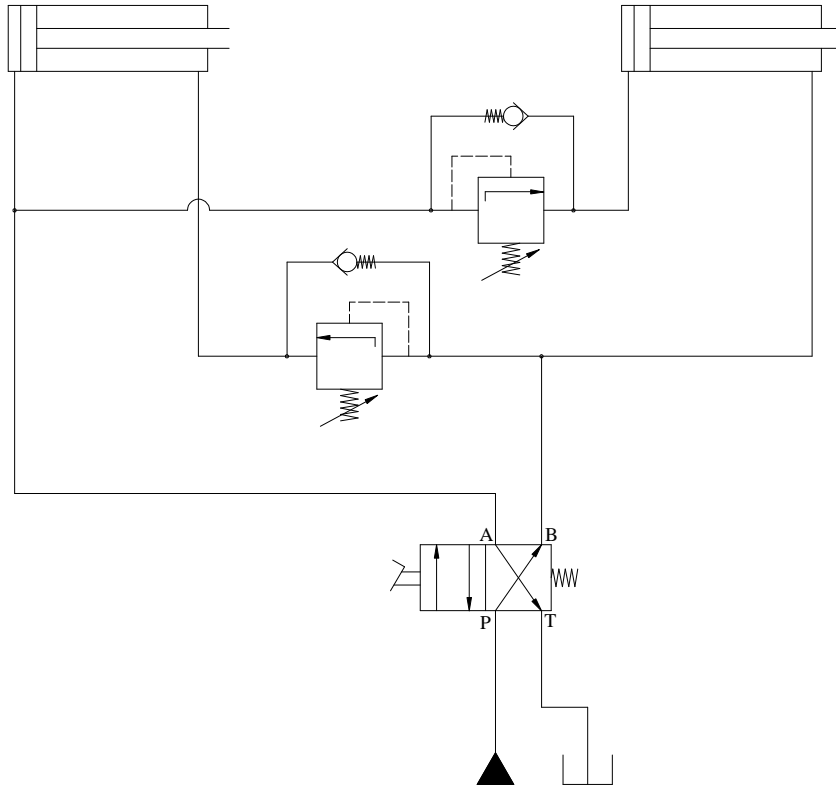
Hidrolik Enerji Besleme Ünitesi,

Pedal Kumandalı 4/2 Yön Kontrol Valfi,

İki adet Çift Etkili Silindir,

İki adet Basınç Sıralama Valfi,

İki adet Çekvalf.



Şekil 2.7

### **Çalışma Prensibi**

Bağlantılar dikkatle incelediğinde, geciktirme görevini sağlayan basınç sıralama valflerinden, bir tanesinin soldaki silindir pistonunun geri hareketini sağlayan bağlantıda, diğerinin ise sağdaki silindir pistonunun ileri hareketini sağlayan bağlantıda olduğu görülür.

Buna göre pistonların ileri gidişinde, önce soldaki, sonra sağdaki pistonun hareketini tamamlayacağı bulunur.

Pistonların geri geliřinde ise, önce sağdaki, sonra soldaki silindir pistonu hareket eder (şekil 2.7).

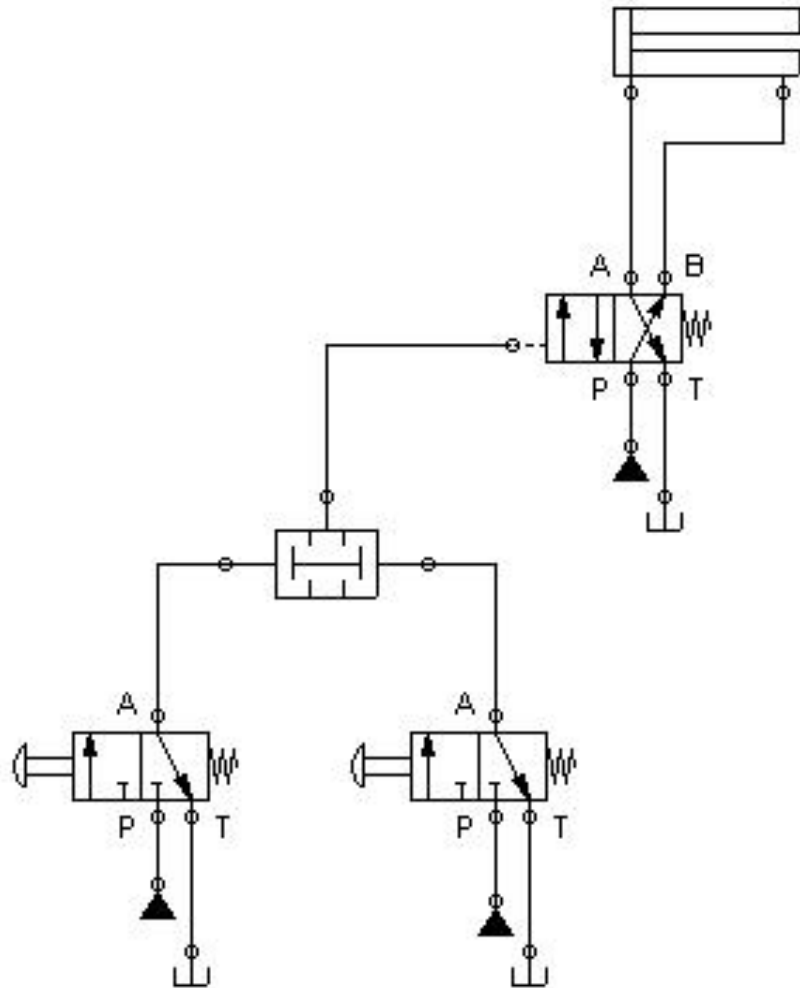
## UYGULAMA FAALİYETİ-2

Çift etkili bir silindir 2 butona aynı anda basıldığında çalıştırılacaktır. Butonlardan herhangi birine basıldığında silindirin ileri gitmesi istenmemektedir. Her iki butona basıldığında silindirin ileri gitmesini sağlayan hidrolik devreyi çiziniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
Hidrolik devrenin çalışma amacını belirleyiniz	Çizimini yapacağınız devrenin nerelerde kullanılabileceğini araştırınız. Benzer uygulamaların olduğu tezgahlarda bu tür devreleri inceleyiniz.
Hidrolik devrenin çalışma prensibini belirleyiniz	Devrede kullanılan almaçların hangi sırayla çalışacağını ve sistemin kumanda şeklini eskiz kağıdınıza yazınız.
Hidrolik devrenin çalışma amacını yerine getirecek ve devrede kullanılacak devre elemanlarını belirleyiniz	<ul style="list-style-type: none"><li>İstenilen çalışma koşullarını gerçekleştirebilmek için, devrede kullanılan almaçlarda olması gereken özellikleri belirleyiniz.</li><li>Modülün bilgi sayfalarından, bu koşulları sağlayabilecek devre elemanlarının listesini çıkarınız.</li><li>Devre elemanlarının seçimini yaparken; hidrolik sistemlerde kullanılan devre elemanlarının, istenilen çalışma koşullarını sağlayacak birçok çeşidinin olduğunu düşünerek, modülün bilgi sayfalarından, devre elemanlarının seçimindeki kriterleri tekrar okuyunuz.</li><li>Yaptığınız listenin içeriğinden, amacınıza en uygun devre elemanlarını belirleyip, seçiniz.</li><li>Bu devrede kullanacağınız tüm devre elemanlarının listesini eskiz kağıdınıza yazınız.</li></ul>
Devre elemanlarının çizim kağıdı üzerindeki konumunu devre anlaşılır olacak şekilde planlayınız	<ul style="list-style-type: none"><li>Modülün bilgi sayfalarından, devre elemanlarının çiziminde uyulması gereken kriterleri okuyunuz.</li><li>Listesini çıkardığınız devre elemanlarının sembollerini, eskiz kağıdına çiziniz.</li><li>Devrenin taslak çizimini eskiz kağıdına yapınız.</li><li>Bağlantıların çizimini yaparken mümkün olduğunca birbirlerinin üzerinden geçmemelerini sağlayınız.</li><li>Taslak çizimi tamamladığınızda, hatalarınızın olup olmadığını arkadaşlarınızla tartışınız, onların yapmış olduğu taslakları da inceleyerek fikirlerinizi söyleyiniz.</li><li>Görüşmeleriniz sonucunda, gerekli olan düzenlemeler varsa, taslak resmi tekrar düzenleyiniz.</li><li>Devre çiziminin kapladığı toplam alanı, asıl çizim kağıdına dengeli bir şekilde yerleştirebilmek için, gerekli</li></ul>

	sembol büyüklüklerini tespit ediniz.
Devreyi çiziniz	<ul style="list-style-type: none"><li>• Çizim için gerekli araç gereçleri hazırlayınız.</li><li>• Çizim alanınızı düzenleyiniz.</li><li>• Çizim sırasında etrafınızı rahatsız edebilecek davranışlardan kaçınınız.</li><li>• Taslak resminizi temiz ve düzenli bir şekilde, asıl çizim kağıdınıza taşıyınız.</li><li>• Çiziminiz bittiğinde, çalışma alanınızı düzenli ve temiz bırakınız.</li></ul>
Çizimi yapılan devreyi kontrol ediniz	<ul style="list-style-type: none"><li>• Çiziminizi önce taslak şekil ile karşılaştırınız.</li><li>• Arkadaşlarınız ile birlikte, önce hidrolik devrenin sizden istenen koşulları sağlayıp sağlamadığını, daha sonra çizimde kullandığınız sembollerin doğruluğunu kontrol ediniz.</li><li>• Yaptığınız hidrolik devre çizimini öğretmeninize göstererek, fikirlerini alınız.</li><li>• Gerekli olabilecek düzenlemeler varsa, düzeltmeleri yapınız.</li><li>• İş etiğine uygun çalışmayı her zaman kendinize ilke ediniz.</li></ul>

## CEVAP ANAHTARI



## PERFORMANS TESTİ

Öğrenme faaliyetinde kazandığınız becerileri aşağıdaki tablo doğrultusunda ölçünüz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME	EVET	HAYIR
Çalışma araç gereçlerini hazırladınız mı?		
Hidrolik devrenin çalışma sistemini planladınız mı?		
Hidrolik devrelerin kurulması için gerekli devre elemanlarını belirlediniz mi?		
Hidrolik devre çizimini kurallara uygun olarak yaptınız mı?		
Yaptığınız çizimlerin kurallara uygunluğunu kontrol ettiniz mi?		
Devrenin doğru çalışıp çalışmayacağını kontrol ettiniz mi?		
Tertipli ve düzenli bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		

Faaliyet değerlendirmeniz sonucunda hayır seçeneğini işaretlediğiniz işlemleri tekrar ediniz. Tüm işlemleri başarıyla tamamladıysanız bir sonraki faaliyete geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen sorularda doğru olan şıkkı işaretleyiniz

1. Devre probleminde istenen ..... sağlayabilecek bir enerji besleme birimi kullanılmalı.  
A. Yoğunluğu  
B. Viskoziteyi  
C. Basıncı  
D. Valfi
2. Devre elemanlarının yapılarının, sistemdeki ..... basıncına dayanabilecek özellikte olması sağlanmalıdır  
A. Akışkanın  
B. Çekvalfin  
C. Basınç sıralama valfinin  
D. Silindirin
3. Devre elemanları birbirlerine göre ..... çizilmelidir  
A. Dik  
B. Küçük  
C. Ölçekli  
D. Paralel
4. Çizimde bağlantı elemanlarının birleştiği yerlere ..... konulmalıdır  
A. Ok  
B. Filtre  
C. Yay  
D. Küçük Nokta
5. Basınç kontrol valflerinin ayarlanacağı basınç değeri, ..... cinsinden yanına yazılmalıdır.  
A. Pascal  
B. Newton  
C. Kg  
D. Bar
6. Devre tasarımında çekvalfli sıralama valfi, hangi bağlantının ..... isteniyorsa o bağlantıda kullanılır.  
A. Gecikmesi  
B. Yavaşlaması  
C. Hızlanması  
D. Önce Çalışması



7. ....kullanılan bir devrede, hesapta olmayan bir basınç yükselmesi olduğunda devre hatalı bir sıralama yapar.
- A. Çekvalf
  - B. Sıralama Valfi
  - C. Switchler Veya Algılayıcılar
  - D. Akümülatör
8. Basınç sıralama valfi tek yönde akışkan geçişine izin verdiği için, .....ile paralel bağlanarak kullanılır.
- A. Kısmi Valfi
  - B. Yön Kontrol Valfi
  - C. Ve Valfi
  - D. Çekvalf
9. Silindirlerin sıralı olarak çalışması istendiğinde, ya....., ya da basınç sıralama valflerinden yararlanır.
- A. Pompalardan
  - B. Switchler Ve Algılayıcılardan
  - C. Akümülatörlerden
  - D. Silindirlerden
10. Akışkanlar, ..... direnç gösteren hat üzerinden giderler.
- A. Devre Elemanlarında
  - B. En Az
  - C. Eşit
  - D. En Çok

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında, hidrolik devreyi kurallara uygun biçimde kurabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Hidrolik devrelerde kullanılan devre elemanlarının bağlantı noktalarını inceleyiniz.

Atölyenizde, üzerinde hidrolik sistemler bulunan tezgahların bakım kataloglarını inceleyerek, bakımlarını yapınız.

Elektrik kontrollü bir hidrolik devreyi inceleyerek, elektrik kontrolün devreye sağladığı avantajları yazınız.

Bir hidrolik devre çizerek, devreyi kurunuz.

## 3. HİDROLİK DEVRELERİ KURMAK

### 3.1. Devre Kurmada Uyulacak Kriterler

Hidrolik devreleri kurmak için, devre elemanlarının sembolleri, özellikleri ve bağlantıları öğrenilmelidir. Ayrıca devre şeması çizilmemiş bir devrenin kurulmaya çalışılması kazalara yol açabilir. Bu nedenle öncelikle devre şeması çizilir.

Hidrolik devrelerde kullanılan tüm devre elemanlarının içleri (valfler, silindirler, pompalar, bağlantı hortumları, vb) hidrolik akışkana hava karışmaması için, akışkan ile doludur. Eğer hidrolik akışkan içerisinde hava kabarcıkları olursa, devredeki tüm elemanlar zarar görür ve üretilen hidrolik güç istenilen verimi vermez. Bu nedenle devre elemanlarının her birinin bağlantı noktaları, içlerindeki akışkanı dışarı kaçırmamak ve içeri hava almamak için özel yapılmıştır. Bu nedenle, devrede kullanacağınız elemanların bağlantı noktalarına dikkat ediniz. Arızalı olan devre elemanlarını kullanmayınız. Aksi takdirde içlerindeki hava diğer devre elemanlarına da giderek, onların da arızalanmasına neden olur.

Özellikle bağlantıları yaparken kullanacağımız hortumların bağlantı şekilleri ve hortumların uzunluğu çok önemlidir. Hortumlar çok kısa seçilip gergin bir konumda çalıştırılmamalıdır. Ayrıca, hortumların bağlantı uçları hareketli, eğrilik yarıçapları da mümkün olduğunca büyük olmalıdır. Aşağıdaki şekilde, hortumların doğru olarak monte edilmesine ait bazı temel esaslar verilmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1

### 3.1.1. Hidrolik Devre Kurma Uygulamaları

Hidrolik devre kurarken dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır.

Hidrolik devre kurmak için, öncelikle daha önceden çizilmiş olan devre şemasında kullanılacak malzemeler temin edilir. Hidrolik devreler, küçük güçlerde çalışabilecekleri gibi, büyük güçlerde de çalışabilirler. Devre elemanları, kullanılacak debi veya basınca göre, farklı kapasitede yapılır. Bu nedenle malzeme temininde dikkatli olunmalıdır. Devrede kullanacağınız devre elemanlarının, sistem basıncına ve debisine uygunluğu kontrol edilmelidir.

Devre elemanları uygun konumlandırılmalıdır. Bilhassa, çalışma sırasında, hareketli devre elemanlarının (silindir, hidrolik motor vb), diğer devre elemanlarına veya size zarar verebileceği unutulmamalıdır. Sistemi kurup çalıştırdığımızda, silindir ileri giderek diğer devre elemanlarına çarpabilir. Hidrolik sistemler güçlü olduğundan, böyle bir durumda devre elemanlarının zarar görmesi kaçınılmazdır.

Sistemin çalışma prensibi ve devre üzerindeki elemanlar incelenerek, devrenin doğruluğu kontrol edilmelidir.

Devre elemanları kontrol edilmelidir. Arızalı elemanlar devrede kullanılmamalıdır.

Devrede kullanacağınız basınç emniyet valfi, devre çalıştırılmadan önce ayarlanmalıdır.

Hidrolik enerjinin üretilmesinde elektrik ile çalışan motorlardan faydalanılır. Bu sebeple elektrik motoruna yapılan, elektrik hattı bağlantılarına dikkat edilmelidir. Ayrıca elektrik kablolarının kaçak yapmaması için, kablolarda izolasyon hatası olup olmadığı fiş takılmadan kontrol edilmelidir. Eğer kaçak yoksa fiş takılmalıdır.

Devre bağlantıları, çizilen devre şemasına göre yapılmalıdır. Eğer herhangi bir nedenden dolayı değişiklik yapılacaksa, işlem basamaklarının en başına geri dönülüp önce devre şeması çizilmelidir.

Bağlantı elemanlarının doğruluğunun yanında, bağlanma şekillerinin de doğru yapılmasına dikkat edilmelidir.

Bağlantılar yapıldıktan sonra, çizim ile karşılaştırılarak kontrol edilmelidir. Bu kontrolde arkadaşlarınızın veya öğretmeninizin de bulunması, sizin gözden kaçırmış olabileceğiniz hususlar varsa, bunları ortaya çıkaracaktır.

Devre çalıştırıldığında önce bağlantı noktalarından kaçak olup olmadığı kontrol edilmelidir. Eğer bir kaçak ortaya çıkarsa, hemen devre kapatılıp, sorun giderilmelidir.

Normal olmayan bir ses gelirse, devre kapatılarak ilgili devre elemanı kontrol edilmelidir.

## **3.2. Hidrolik Devrelerin Bakım ve Onarımı**

Hidrolik devrelerin daha uzun ömürlü çalışabilmeleri için, bakımlarının periyodik olarak yapılması gerekir. Buna koruyucu bakım denir. Bakım için harcanacak emek ve zaman karşılığında, devre elemanları daha uzun süre çalışma yapabileceğinden, devrenin ömrü uzar.

Her çalışma günü, içeriği az da olsa bir bakım yapılır. Bu bakıma günlük bakım denir. Devrenin çalışma ortamının temizlenmesi, yağ seviyelerinin kontrolü gibi herhangi bir ek işlem basamağı oluşturmayacak küçük kontroller yapılır.

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.

Bakımlar gelişigüzel yapılmamalıdır. Bir bakım kartı oluşturularak, bakım zamanları ve yapılacak işlemler belirtilir. Bakım kartında, bakımda yapılması gerekenler ve daha önceki bakımda hangi işlemlerin yapıldığı belirtilir. Bu sebeple, bakım kartlarının kullanılması, sistemin bakım onarım süresini azaltır.

Bakım kartlarının içeriği doldurulurken, yapılan bakımda dikkati çeken hususlar, ne zaman neresine nasıl bir işlem yapıldığı, hangi parçanın değiştirildiği ve neden değiştirildiği belirtilmelidir. Kart üzerinde ilgili elemanın veya makinenin kontrol edilecek önemli noktaları belirtilir ve periyodik bakım tarihleri yazılır. Yağların özelliği ve ne zaman konulduğu, hangi tarihte değiştirileceği, 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.

### **3.2.1. Devre Şeması Üzerinden Arıza Bulma ve Giderilmesi**

Devrede oluşabilecek aksaklık ve problemleri gidermek için, devredeki elemanların yaptıkları görevlerin iyi bilinmesi gerekir. Devredeki çalışma basınçlarının, işlem sırasının, akışkanı yönlendiren elemanların, kullanılan filtrelerin ve devredeki akışkanın çeşidinin dikkatle gözden geçirilmesi gerekir. Devrede oluşabilecek sorunların kaynağını daha kolay tespit edebilmek için gerekli bağlantılara basınçölçer (manometre) konmalıdır. Bu sayede hat

üzerindeki akışkan basıncı kolaylıkla görülebilir. Olası bir basınç yükselmesi veya düşmesi manometreden okunarak, arızalı devre elemanı kısa sürede bulunur.

Hidrolik devrelerin devre şeması her zaman erişebileceğiniz şekilde arşivlenmelidir. Yapılacak değişiklikler devre şemalarında da güncellenmelidir. Devrenin kontrolü mutlaka devre şemasından takip edilerek yapılmalıdır. Bu arıza bulma zamanını azaltır.

Olası arızalar ve kontrol edilmesi gerekenler;

ARIZA KAYNAĞI		KONTROL EDİLMESİ GEREKENLER
Sistem çok gürültülü	Ses pompadan geliyor ise	Emiş filtresi tıkalı olabilir Emme borularının kontrol edilmesi gerekir Tanktaki yağ seviyesi düşük olabilir Sistemde hava olabilir Pompa iyi sabitlenmemiş olabilir Akışkan uygun olmayabilir Akışkanın sıcaklığı düşük olabilir
	Ses pompadan gelmiyor ise	Basınç emniyet valfi ayarsız veya bozuk olabilir Çekvalfler arızalı olabilir Yön kontrol valfleri arızalı olabilir Bağlantı elemanları tıkanmış olabilir
Basınç	Yok ise	Depoda akışkan kalmamış olabilir Emiş hattı bağlantılarından hava girişi olabilir Basınç emniyet valfi ayarsız olabilir Pompa aşırı yüklenmiş ve ısınmış olabilir Elektrik motoru arızalı olabilir Uygun akışkan seçilmemiş olabilir
	Az ise	Hidrolik akışkana hava karışmış olabilir Bağlantı elemanlarında kaçak olabilir Basınç emniyet valfi ayarsız olabilir Pompada kaçak olabilir Uygun akışkan seçilmemiş olabilir Silindirler arızalı olabilir
	Çok ise	Basınç emniyet valfi ayarsız olabilir Tankın dönüş borusu tıkanmış olabilir Dönüş hattı filtresi tıkanmış olabilir Bağlantı elemanları tıkalı olabilir Akışkan kirlenmiş olabilir
Hız düşük ise	Hidrolik akışkana hava karışmış olabilir Pompa hızı yeterli olmayabilir Pompa ısınmış olabilir Elektrik motoru ters yönde dönüyor olabilir Akışkanın depoya dönüş hattında tıkanma olabilir Akış kontrol valfleri ayarsız veya arızalı olabilir Emniyet valfi ayarsız olabilir	

Aşırı ısı var ise	Bağlantılarda tıkanma olabilir Hidrolik akışkana hava karışmış olabilir Pompa ısınmış olabilir Tank soğutma görevini yapmıyor olabilir Akışkan kirlenmiş olabilir
Hidrolik akışkana hava karışmış ise	Tankın yağ seviyesi düşük olabilir Dönüş borusu, depodaki yağ seviyesinin üzerinde olabilir. Akışkan uygun olmayabilir. Pompada kaçak olabilir. Emiş hattı bağlantılarından hava girişi olabilir.

### 3.3. Hidrolik Sistemlerin Elektronik Kontrolü

Hidrolik devrelerde uzun mesafelere enerji iletiminin yapılması gerektiğinde, iletimin akışkan ile yapılması pek düşünülmez. Akışkanın uzak mesafelere taşınması ve bağlantıların uzun olması, sistem verimini düşürür. Bunun çözümü selenoid kumandalı yön kontrol valfleri ile sağlanır. Selenoid kumandalı yön kontrol valfleri, uyarıyı çoğunlukla bir elektronik devreden alır.

Elektronik devrelerin çalışma prensibi  
Giriş Sinyali  $\Rightarrow$  Sinyalin işlenmesi  $\Rightarrow$  Çıkış sinyali

Elektronik devreden çıkan sinyal, hidrolik sistemde bulunan selenoid kumandalı yön kontrol valfine bağlanır. Böylece valfin konumunu değiştirmek için mekanik kumandaya gerek kalmaz.

Örnek: Hidrolik devre ile çalışan bir garaj kapısını, uzaktan kumanda ile açmak istediğimizde,

Uzaktan kumanda tuşuna basılır. Böylece bir sinyal oluşturmuş oluruz.

Uzaktan kumanda, bu sinyali bir elektronik devre alıcısına gönderir ve elektronik sistem tarafından algılanır.

Bu sinyal elektronik devrede işlenerek bir çıkış sinyali oluşturulur.

Oluşturulan çıkış sinyali, selenoid kumandalı yön kontrol valfine gönderilir.

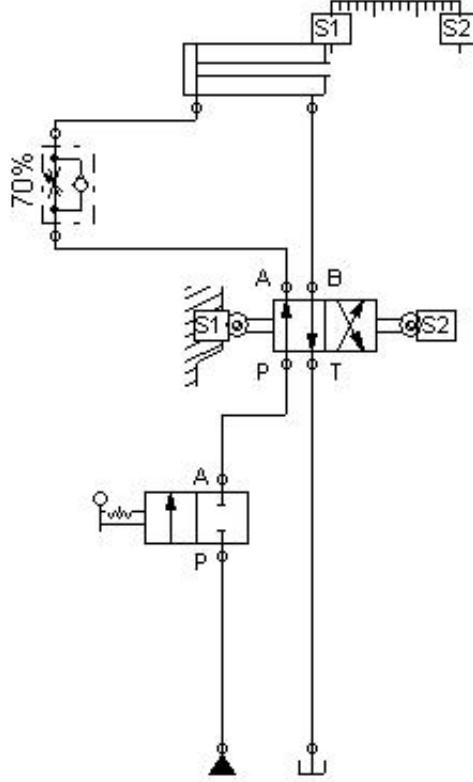
Yön kontrol valfi, elektronik devrenin çıkış sinyali ile uyarılarak, konumunu değiştirir.

Hidrolik devreki almaç çalışır, kapı açılır.

Sadece uzak mesafeler için elektronik kontrol düşünülmemelidir. Atölyenizdeki hidrolik devreli tezgahlarınızı incelediğinizde, hidrolik hareketleri valfe direkt kumanda ederek yapmadığınızı göreceksiniz. Genelde tezgah üzerinde bulunan tuşlara basarak, hidrolik sistemlerin yönlendirilmesi yapılmaktadır. Bu sayede tezgahın kumandası kolaylaşır.

### UYGULAMA FAALİYETİ-3

Aşağıda şeması verilen hidrolik devreyi kurup çalışma prensibini açıklayınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
Önceden çizimi yapılmış hidrolik devrenin, elemanlarını seçmek	<p>İş önlüğünüzü giyiniz.</p> <p>Hidrolik akışkanın yere dökülmüş olması, kayarak düşmenize veya bir yere çarpmanıza yol açabilir. Bu nedenle, çalışma yapacağınız alanı temizleyip düzenleyiniz.</p> <p>Modül bilgi sayfalarından, devre kurarken dikkat edilmesi gereken hususları okuyunuz.</p> <p>Hidrolik devre şemasını inceleyerek, herhangi bir hata olup olmadığını kontrol ediniz.</p> <p>Çizilen devre üzerindeki, devre elemanlarının sembollerini ve özelliklerini gözden geçirin.</p> <p>İstenilen çalışma koşullarını gerçekleştirebilmek için, devrede kullanılan almaçlarda olması gereken özellikleri belirleyiniz.</p> <p>Çizimde belirtilen debiye ve basınca uygun devre elemanlarını seçip çalışma masanıza koyunuz.</p> <p>Devre elemanlarının bakım kartlarını okuyarak, dikkat edilmesi gereken bir husus olup olmadığını kontrol ediniz.</p> <p>Arızalı olabilecek devre elemanlarını öğretmeninize gösteriniz.</p>

<p>Devre elemanlarını uygun konuma göre yerleştirmek</p>	<p>Hidrolik devrelerin kurulması sırasında güvenlik kurallarına daima riayet ediniz. Silindirlerin çalışma esnasında ileri gidecekleri göz önünde tutularak, konumlarını seçerken dikkatli olunuz. Pistonun önüne başka bir devre elemanı koymayınız. Kumanda edeceğiniz valfleri, kolay erişebileceğiniz bir konuma yerleştiriniz. Elinizi almaçlara çok yaklaştırmayınız.</p>
<p>Devre elemanlarının bağlantılarını uygun biçimde yapmak</p>	<p>Bağlantının, pompa çalıştırılmadan yapılması gerekir. Hatta imkan varsa hidrolik güç ünitesinin elektrik fişini çekiniz. Bağlantıları, önce dönüş hattından başlayarak yapınız. Daha sonra sıra ile pompa bağlantısına kadar geri gelerek, çizimi yapılan devre şemasına göre tamamlayınız.</p>
<p>Devre bağlantılarını kontrol etmek</p>	<p>Devrede kullandığınız emniyet valfinin ayarını kontrol ederek, devre şemasında verilen değeri uygulayınız. Bağlantılarda uygun olmayan bir bağlantı biçimi varsa, bağlantı elemanlarını kontrol ederek, uygun uzunlukta bağlantı elemanları kullandığınızdan emin olunuz. Pompa çıkışından başlayarak, akışkanın gideceği hattın bağlantı elemanlarını sıra ile kontrol ediniz.</p>
<p>Devreyi çalıştırmak</p>	<p>Kurduğunuz devreyi arkadaşlarınız ile kontrol ederek, devre hakkındaki fikirlerini alınız. Yanlış yapmış olduğunuz bir bağlantı varsa bunları düzeltiniz. Hidrolik akışkanın seviyesini kontrol edip, gerekiyorsa akışkan ilave ediniz. İlave ettiğiniz yağı bakım kartına işleyiniz. Elektrik motorunun fişini takınız. Hidrolik güç ünitesi üzerinde bulunan elektrik anahtarını kullanarak, elektrik motoruna enerji veriniz. Elektrik enerjisinin motora gelmesiyle, motor ve motora bağlı olan hidrolik pompa dönecek, hidrolik akışkanı devreye göndermeye başlayacaktır. Yön kontrol valflerini kullanarak, almaçları hareket ettiriniz. İşlemlerde bir hata varsa, bunu telafi etmek için gerekli işlem basamağına geri dönünüz.</p>



Oluşabilecek aksaklık ve problemleri gidermek	<p>Devreyi gözlemleyerek, sistemdeki sesi, basıncı, hızı ve sıcaklığı kontrol ediniz.</p> <p>Bir aksaklık var ise devreyi kapatarak, modül bilgi sayfalarında bulunan arıza bulma tablosunu kullanıp sorunun yerini tespit ediniz.</p> <p>Eğer arızalı bir devre elemanı varsa, önce devre elemanının bakım kartını inceleyiniz. Bakım kartında yazan prosedürleri takip ederek, arızayı gideriniz. Böyle bir durumda yaptığımız işlemleri bakım kartına işlemeyi unutmayınız.</p> <p>Devrenin, devre şemasında belirtilen şartları taşıdığından emin olana kadar devreyi gözlemleyiniz.</p> <p>Arkadaşlarınız ve öğretmeniniz ile devreyi inceleyiniz.</p> <p>Kullandığımız devrenin ve devre üzerindeki elemanların çalışma prensiplerini arkadaşlarınıza anlatınız.</p> <p>İşiniz bittiğinde, devrede kullandığımız her elemanı temizleyerek yerine koyunuz.</p> <p>Çalışma alanınızı temizleyiniz.</p>
---	--

## PERFORMANS TESTİ

Öğrenme faaliyetinde kazandığınız becerileri aşağıdaki tablo doğrultusunda ölçünüz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME	EVET	HAYIR
Çalışma araç gereçlerini hazırladınız mı?		
Hidrolik devre çizimini kurallara uygun olarak yaptınız mı?		
Yaptığınız çizimlerin doğruluğunu kontrol ettiniz mi?		
Hidrolik devrelerin kurulması için gerekli devre elemanlarını belirleyerek düzenlediniz mi?		
Hidrolik devre elemanlarının bağlantılarını yaparak devreyi kurdunuz mu?		
Hidrolik devrenin bağlantılarının doğruluğunu kontrol ettiniz mi?		
Devreyi kontrol ederek bir sızdırma olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
Devreyi çalıştırarak sistemin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol ettiniz mi?		
Tertipli ve düzenli bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Faaliyet değerlendirmeniz sonucunda hayır seçeneğini işaretlediğiniz işlemleri tekrar ediniz. Tüm işlemleri başarıyla tamamladıysanız bir sonraki faaliyete geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz

1. Hidrolik devre kurmak istediğimizde ilk önce ..... yapılmalıdır.

- A. Fiyat Araştırması
- B. Devre Şemasının Çizimi
- C. Bağlantı Elemanlarının Seçilmesi
- D. Arızaların Onarımı

2. Hidrolik enerjinin üretilmesi için ..... yararlanır.

- A. İnsan Gücünden
- B. Pnömatik Enerjiden
- C. Elektrik Enerjisinden
- D. Isı Enerjisinden

3. Akışkanın hat üzerindeki basıncını görebilmek için ..... kullanılır.

- A. Manometre
- B. Bağlantı Elemanları
- C. Bakım Kartları
- D. Kısmi Valfi

4. Elektronik devre, çıkış sinyalini ..... gönderir.

- A. Bağlantı Elemanlarına
- B. Filtreye
- C. Pompaya
- D. Selenoid Kumandalı Yön Kontrol Valflerine

5. Bağlantıların ..... çalıştırılmadan yapılması gerekir.

- A. Silindir
- B. Basınç Kontrol Valfi
- C. Pompa
- D. Yön Kontrol Valfi

6. Devre bağlantıları ..... başlayarak yapılır.

- A. Basınç Hattından
- B. Dönüş Hattından
- C. Silindirlere
- D. Pompadan

7. Devre bağlantılarının kontrolü ..... başlayarak yapılır.

- A. Valflerden
- B. Silindirlerden
- C. Dönüş Hattından
- D. Pompadan

8. Devre elemanlarının, çizimde belirtilen ..... uygun elemanlar olmasına özen gösterilmelidir.

- A. Debiye Ve Basınca
- B. Debiye Ve Hıza
- C. Hıza
- D. Basınca

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ – 1 CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	C
4	A
5	B
6	D
7	C
8	D
9	B
10	B

## ÖĞRENME FAALİYETİ – 2 CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	C
4	D
5	D
6	A
7	B
8	D
9	B
10	B

## ÖĞRENME FAALİYETİ – 3 CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	A
4	D
5	C
6	B
7	D
8	A

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz.

Ölçme sorularındaki yanlış cevaplarınızı tekrar ederek, araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayınız.

## PERFORMANS TESTİ

Bir pedala basarak, çift etkili üç silindiri çalıştırmak istiyoruz. Çalışma sırasında, pedala basıldığında;

Önce ilk silindir ileri gidecek,

İlk silindir ileri hareketini tamamladığında, diğer iki silindir ileri gidecektir.

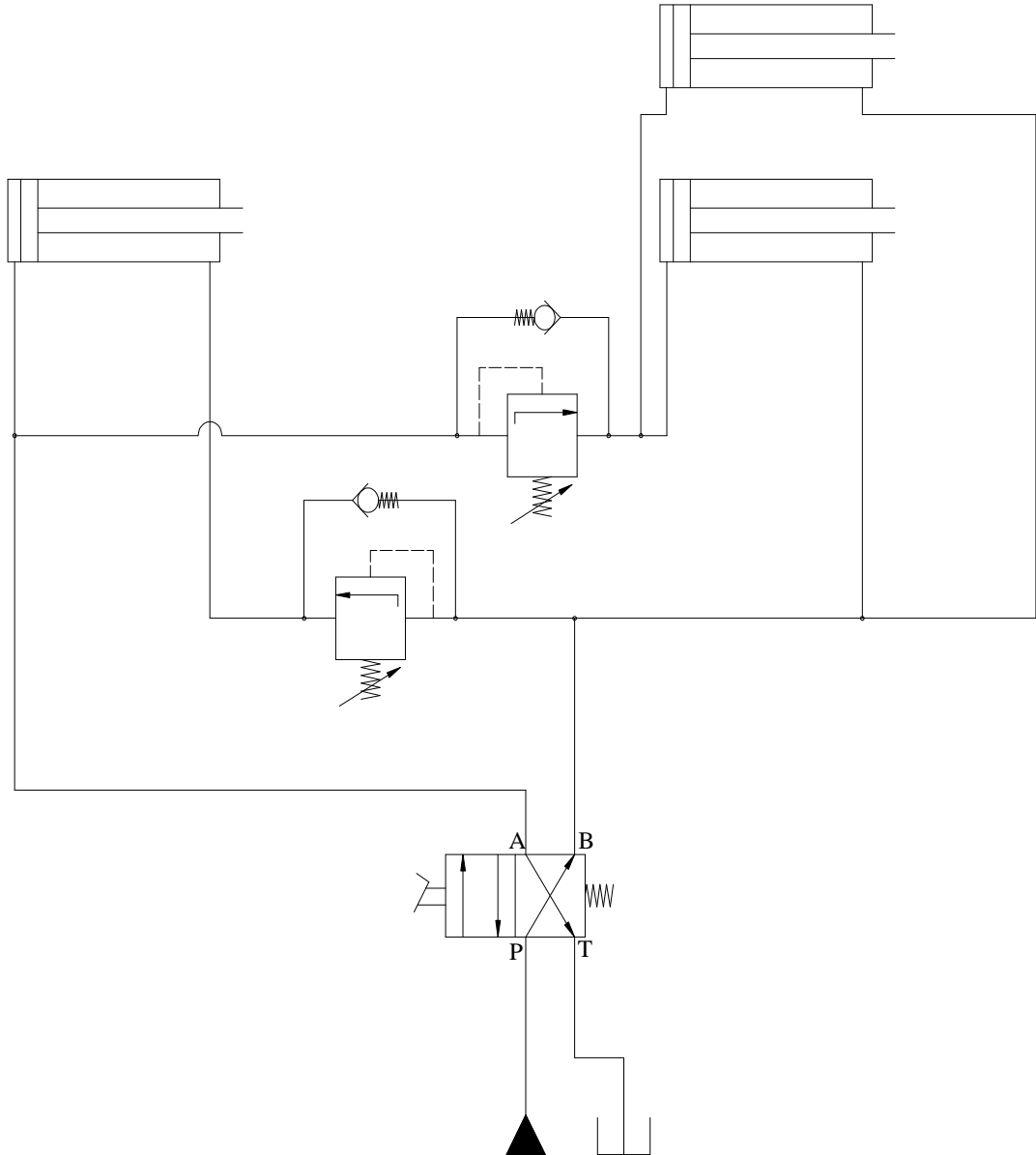
Pedaldan ayağımızı çektiğimizde;

Önce aynı anda ikinci ve üçüncü silindir,

Daha sonra ilk silindir geri gelecektir.

Gereken devre şemasını çizerek, hidrolik devreyi kurunuz.

## CEVAP ANAHTARI





## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Modülde kazandığınız becerileri aşağıdaki tablo doğrultusunda ölçünüz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME	EVET	HAYIR
Çalışma araç gereçlerini hazırladınız mı?		
Hidrolik devrenin çalışması için gerekli devre elemanlarını belirlediniz mi?		
Hidrolik devre çizimini kurallara uygun olarak yaptınız mı?		
Yaptığınız çizimlerin doğruluğunu kontrol ettiniz mi?		
Hidrolik devrelerin kurulması için gerekli devre elemanlarını belirleyerek düzenlediniz mi?		
Hidrolik devre elemanlarının bağlantılarını yaparak devreyi kurdunuz mu?		
Hidrolik devrenin bağlantılarının doğruluğunu kontrol ettiniz mi?		
Devreyi kontrol ederek bir sızdırma olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
Devreyi çalıştırarak sistemin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol ettiniz mi?		
Tertipli ve düzenli bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		

Modül ile ilgili eksikleriniz var ise ilgili faaliyetlere geri dönerek bu eksiklerinizi tamamlayınız.

Modülü başarı ile tamamladıysanız öğretmeninize danışarak bir sonraki modüle geçebilirsiniz.

## MODÜL DEĞERLENDİRME

Değerli öğrencimiz, Hidrolik Devre modülünü bitirmiş durumdasınız; eğer bu modülü başarı ile tamamladıysanız burada elde ettiğiniz yeterlikleri bundan sonraki modüllerde de sık sık kullanacağınızı unutmayınız. Bu konuların daha bir çok kez karşınıza çıkacağına farkında olarak burada kazandırılan yeterliklerinizi geliştirmek ve güncel gelişmeleri takip etmek, alanınızda yetişmiş bir eleman olmanızı sağlayacaktır.

# KAYNAKLAR

- AKDOĞAN Ahmet, TURGAY, R. Engin. **Elektropnömatik**,
- **Akışkan Gücü ve Kontrol Sistemleri** (Hidrolik-Pnömatik) Dergisi, Sayı 11,
- Art Systems. FESTO Didactic, **Hidrolik**,
- BULGURCU Hüseyin, **Enerji Makineleri**, OSTİM Mesleki Eğitim Merkezi, Ankara, 2001
- DEMİRTAŞ Fayık, **Hidrolik ve Pnömatik**, Ankara, 1992
- FESTO. **Temel Seviye Hidrolik Eğitim Seti Kullanım Klavuzu**,
- GÜLLÜ Abdulkadir, **Metal Meslek Bilgisi**, Ajans-Türk Matbaacılık, Ankara, 1999
- HEMA Endüstri A.Ş, **Hidrolik Elemanlar Kataloğu**,
- KARACAN İsmail, **Endüstriyel Hidrolik**, G.Ü.T.E.F. Matbaası, Ankara, 1983
- KARACAN İsmail, **Hidrolik Pnömatik**, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1989
- KARACAN İsmail, **Pnömatik Kontrol**, G.Ü.T.E.F. Matbaası, Ankara 1984
- KARTAL Faruk, **Elektropnömatik ve Otomasyon**, Emek Matbaacılık, Manisa, 1999
- LANG A. Rudi, **Akışkanlar Tekniğinin Temel Esasları ve Elemanları**, Hidrolik Eğitim Cilt I, Akademi Matbaacılık, İstanbul
- MAHİROĞLU Ahmet, **Temel Hidrolik**, Evren Ofset, Ankara, 1994
- ROTA TEKNİK. **BOSCH Pneumatics**,
- ROTA TEKNİK. **Hidrolik Özet Kataloğu**,
- SCHMIT A., **Der Hydroulik Trainer**, Ofsette Productien Held, Würzburg
- SERFİÇELİ . Saip, **Metalışleri Meslek Teknolojisi 2**, S.H.Ç.E.K. Basımevi, Ankara, 2001
- ZORKUN E. Mehmet, **Genel Hidrolik**, Ankara, 1981