

T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



# MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN  
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

## ENDÜSTRİYEL OTOMASYON TEKNOLOJİLERİ

### TEMEL PNÖMATİK

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 ulaşılabilirler.
- 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. PNÖMATİK SİSTEMLERE GİRİŞ .....	3
1.1. Pnömatikte Kullanılan Prensipler.....	3
1.1.1. Tanımı, Tarihçesi ve Önemi .....	3
1.1.2. Kullanım Alanları .....	4
1.1.3. Diğer Sistemlerle Karşılaştırılması .....	5
1.1.4. Havanın Özellikleri.....	6
1.2. Havanın Hazırlanması.....	11
1.2.1. Basınçlı Havanın Üretilmesi .....	11
1.2.2. Basınçlı Havanın Kullanım İçin Hazırlanması .....	12
1.3. Güvenlik Önlemleri.....	21
1.3.1. Bilgisayarda Simülasyon Hazırlama Şekli.....	23
UYGULAMA FAALİYETİ.....	24
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	26
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	28
2. TEK İŞ ELEMANLI DEVRE KURMAK .....	28
2.1. Pnömatik Devre Elemanları ve Devre Sembolleri .....	28
2.1.1. Devre Elemanları .....	28
2.1.2. Sembolleri .....	29
2.2. Pnömatik Devre Elemanları .....	31
2.2.1. Kompresör .....	31
2.2.2. Borular .....	35
2.2.3. Şartlandırıcı.....	36
2.2.4. Valfler .....	37
2.2.5. Silindirler .....	44
2.2.6. Pnömatik Motorlar .....	46
UYGULAMA FAALİYETİ.....	47
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	49
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	51
3. PNÖMATİK DEVRE ÇİZMEK .....	51
3.1. Pnömatik Devre Çizimi ve Kuralları.....	51
3.1.1. Pnömatik Sistem Şartları.....	51
3.1.2. Elemanların Çizim ve Bağlantı Sırası.....	52
3.2. Pnömatik Devrenin Numaralandırılması.....	54
3.3. Pnömatik Devrelerin Diyagramları .....	55
3.4. Pnömatik Devrelerin Okunması .....	56
UYGULAMA FAALİYETİ.....	57
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	58
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	60
4. KONTROL SİSTEMLERİ KURMAK .....	60
4.1. Pnömatik Sistemlerde Kontrol ve Yöntemleri .....	60
4.1.1. Yön Kontrolü .....	60
4.1.2. Basınç kontrolü .....	61
4.1.3. Konum Kontrolü .....	62

UYGULAMA FAALİYETİ.....	65
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	67
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	69
CEVAP ANAHTARLARI.....	71
KAYNAKÇA.....	75

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>523EO0310</b>
<b>ALAN</b>	<b>Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Mekatronik Teknisyenliği</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Temel Pnömatik</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Pnömatik devre sistemlerinin kurulma yöntemleri, güvenlik önlemleri, bilgisayarda simulasyon hazırlama şekli, pnömatik devre sembolleri, pnömatik devre elemanları, pnömatik devrelerde iş ve çıkış sistemleri, pnömatik sistemlerde kontrol bilgileri ile temel pnömatik devre kurma yeterliliğinin kazandırıldığı öğretim metaryalidir.
<b>SÜRE</b>	40 /32-
<b>ÖN KOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Temel pnömatik devre kurmak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Hidrolik ve pnömatik devre elemanlarını kullanarak standartlara uygun olarak sistemler kurabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> 1. Pnömatik devre tasarımı ve devrenin bilgisayarda simülasyonunu standartlara uygun olarak yapabileceksiniz. 2. Tek ve çift etkili silindiri yön kontrol valfleri ile standartlara uygun olarak kontrol edebileceksiniz. 3. Pnömatik sistemlerin devre çizimini standartlara uygun olarak yapabileceksiniz. 4. Pnömatik sistemlerde kontrol yöntemlerini güvenlik kurallarına ve standartlara göre uygulayabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Pnömatik laboratuvarı <b>Donanım:</b> Pnömatik devre elemanları, bilgisayar ve simülasyon programı
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Her faaliyetin sonunda ölçme soruları ile öğrenme düzeyinizi ölçeceksiniz. Araştırmalarla, grup çalışmaları ve bireysel çalışmalarla öğretmen rehberliğinde ölçme ve değerlendirmeyi gerçekleştirebileceksiniz.



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Temel pnömatik devre kurma işlemleri, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri alanında önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Otomasyonun günlük hayatımızdaki yeri ve kullanım alanının genişliği göz önüne alındığında bu önem daha da iyi anlaşılacaktır. Günümüzde kullandığımız birçok üretim teknoloji dalları içerisinde olan otomasyon tekniklerinin temelini mekatronik düşünce oluşturmaktadır.

Okuyacağınız bu Temel Pnömatik Modülü size pnömatik devreleri çizmek ve kurmak yeterliğini kazandırmayı amaçlamaktadır. Pnömatik devreleri ve bu devrelerde kullanılan devre elemanlarını tanıyarak otomasyon ile üretimde bulunan pnömatik devreli sistemleri kullanmanın yanı sıra, bakımlarını da yapabilmemiz için gerekli olacak bilgiler, bu modülde anlatılmaktadır.

Temel Pnömatik modülünü başarı ile tamamladığınızda; hidrolik devreler ile kıyaslayabileceksiniz. Birbirine çok benzer bu iki sistemi gereğine göre kullanarak karşılaşılabileceğiniz sistem tasarımlarında ufkunuzu genişletecek, daha uygun bir çözüme kolaylıkla erişebileceksiniz.

Bu modülde hedeflenen yeterlikleri edinmeniz durumunda, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri alanında daha nitelikli elemanlar olarak yetişeceğinize inanıyor, başarılar diliyoruz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Pnömatik devre tasarımı ve devrenin bilgisayarda simülasyonunu standartlara uygun olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde üretim tekniği içerisinde otomasyon sistemlerini kullanan işyerlerini ziyaret ederek, araştırınız.
- Fabrika otomasyon üretimi içerişimde Pnömatik hangi yaygınlıkta kullanılmaktadır? Araştırınız.
- Pnömatik sistemlerde kullanılan geleneksel ve yeni araç gereçlerle, bunların özelliklerinin neler olduğunu araştırınız.

## 1. PNÖMATİK SİSTEMLERE GİRİŞ

Basıncı, kontrol edilebilen, durumu değiştirilebilen hava ve gazlar ile çalışan sistemlere pnömatik sistemler denir. Bu sistemler sayesinde otomasyon üretimi; kesintisiz, hızlı ve kontrol edilebilir sistemler olarak kullanımı ilerleyen teknoloji içerisinde önem kazanmıştır.

### 1.1. Pnömatikte Kullanılan Prensipier

#### 1.1.1. Tanımı, Tarihçesi ve Önemi

Pnömatik Yunanca bir kelime olan pneuma (hava, rüzgar) kelimesinden türetilmiştir. Önceleri sadece havanın basıncından yararlanılarak çalışan birçok makine, araç ve gereç vardı. Diğer enerji çeşitlerine göre dar ve kısa alanda daha hızlı, kolay elde edilen, ucuz olan hava enerjisi son zamanlarda durumu değiştirilerek kullanılmaya başlamıştır. Özellikle otomasyon ile üretimde durum değişikliğinden fazlaca yararlanılmaktadır. Hava atmosferde bol miktarda bulunmaktadır. Uygun yöntemlerle alınıp, depolanabilir, basınç kazandırılabilir. Her durumda değişim gösterir. Bu değişimler ne olursa olsun tekrar atmosfere bırakılabilir. Özel gazlarda böyle bir durum söz konusu değildir. Havanın atmosferde bol miktarda bulunması, elde ediliş (hammadde) maliyetinin düşük olmasını sağlar. Havanın depolanması da mümkündür. Depolanması sırasında basınçlı, basınçsız her türlü kaptaki depolanabilir. İstenildiği an kullanıma hazırdır. Kullanım hızı da çok yüksektir. Basınçlı havanın bir enerji olarak kullanılması çok eski yıllara rastlar. Madencilikte, otomobillerde ve demiryollarında ki havalı frenlerde uzun zamandan beri basınçlı havadan yararlanılmaktadır. Endüstriyel alanlardaki uygulamaların yaygınlaşması ise 1950 yıllarında

başlar. Endüstrinin hemen her alanında iş parçalarının sıkılması, gevşetilmesi, ilerletilmesi, doğrusal ve dairesel hareketlerin üretilmesi gibi çeşitli işlemler için pnömatik sistemlerden yararlanıldığında daha ekonomik ve hızlı çözümler üretilebilmektedir.

### 1.1.2. Kullanım Alanları

Pnömatiğin uygulama alanlarını seçerken, pnömatik sistemlerin avantajları göz önünde bulundurulur. Hızlı fakat küçük kuvvetlerin uygulanması istenen yerlerde kullanılabilen pnömatik sistemler, temizlik ve emniyet istenen tasarımlarda da kullanılır. Pnömatik sistemler genel olarak aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 1.1, 1.2, 1.3).

Tarım ve hayvancılıkta	Gıda, kimya ve ilaç sanayinde
Otomasyon sistemlerinde	Tekstil sanayinde
Robot teknolojisinde	Boya ve vernik işlemlerinde
Elektronik sanayinde	Nükleer santrallerin kontrolünde
Madencilik sanayinde	Taşımacılık işlemlerinde
Ağaç işleri endüstrisinde	Otomatik dolum ünitelerinde



Pnömatik Kapaklı - Arabalı  
S-Jet 120

Şekil 1.1: Pnömatik güç ile çalışan çeşitli aletler



Şekil 1.2: Pnömatik çoklu levha delici



Şekil 1.3: Mekanik kenar sensörlü  
pnömatik kontrollü kenar açıcı  
(Tekstil sektörü)

### 1.1.3. Diğer Sistemlerle Karşılaştırılması

Karşılaştırmalar yapabilmek için öncelikle pnömatik sistemlerin avantaj ve dezavantajlarını bilmek gereklidir.

#### ➤ Pnömatik sistemlerin avantajları

Pnömatik sistemlerde gerekli olan hava kolayca ve her yerde sınırsız ölçüde bulunabilir. Havanın sürtünme kayıpları azdır, uzak mesafelere taşınabilir. Basınçlı hava kullanılan ortamlar temizdir. Sistemde meydana gelebilecek sızıntılar çevreyi kirletmez.

- Pnömatik devre elemanlarının yapıları basit ve ucuzdur.
- Montaj ve bakımları kolaydır.
- Basınçlı havanın yanma ve patlama tehlikesi yoktur.
- Havanın sıcaklığa karşı duyarlılığı azdır. Hız ayarları sıcaklıkla değişmez.
- Basınçlı hava gerektiğinde kullanılmak üzere depo edilebilir.
- Yüksek çalışma hızları elde edilebilir. Piston hızı 3 m/sn'ye ulaşabilir.

#### ➤ Pnömatik sistemlerin dezavantajları

- Basınçlı havanın devre elemanlarına zarar vermemesi için öncelikle işlenmesi gerekmektedir.
- Çalışma basıncına bağlı olarak maksimum 4-5 tonluk kuvvetler elde edilebilir.
- Sistemde işi biten hava dışarı atılırken gürültü yapar.
- Hava sıkıştırılabilir özellikte olduğundan düzgün bir hız elde etmek zordur.
- Yüksek çalışma basınçları elde edilemez.

Şimdi karşılaştıracak olursak; Hidrolik yağlar sıkıştırılmaz kabul edilir. Ancak yüksek basınçlarda (350 Bar) çok az sıkışma olabilir. Pnömatikte ise hava sıkıştırılabilir. Pnömatikte sıcaklığın artması, yanma ve patlama tehlikesi oluşturmadığı gibi, sıcaklık değişimleri hızları da etkilemez. Hidrolikte ise, yağın yanıcı olması, yanma tehlikesi oluşturur. Ayrıca sistem ısısının değişmesi hidrolik akışkanı etkiler ve çalışma hızlarını değiştirir.

Hidrolik sistemde kullanılan akışkan, çalışma elemanlarının aynı zamanda yağlanması sağlar. Pnömatikte ise ayrıca yağlama işlemi yapmak gerekir. Pnömatikte büyük kuvvetlerin elde edilmesi zor ve ekonomik değilken, hidrolikte büyük kuvvetler rahatlıkla elde edilir. Pnömatik elemanların çalışma hızları yüksektir. Hidrolikte ise çalışma hızları daha düşüktür. Tablo 1.1'de pnömatik sisteminin diğer sistemlerle karşılaştırılması verilmiştir.

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

**Tablo 1.1: Pnömatik sisteminin diğer sistemlerle karşılaştırılması**

#### 1.1.4. Havanın Özellikleri

Atmosferik hava, çeşitli gazların belirli oranlardaki karışımıdır. Havanın içerisinde yaklaşık olarak % 78 azot, %21 oksijen, % 1 oranında karbondioksit, hidrojen, azotdioksit, karbonmoksit, helyum, argon, neon, kripton gazları bulunmaktadır. Deniz seviyesindeki referans atmosferik basınç altındaki (Atm) havanın bazı fiziksel özelliklere sahiptir. Tablo 1.2’de basınç birimlerinin karşılaştırılması verilmiştir.

Basınç birimleri	
1 N/m <sup>2</sup>	1 Pascal (Pa)
1 Bar	100000 Pa
1 Bar	14,5 Psi
1 Atm	1013 mbar

**Tablo 1.2: Basınç birimlerinin karşılaştırılması**

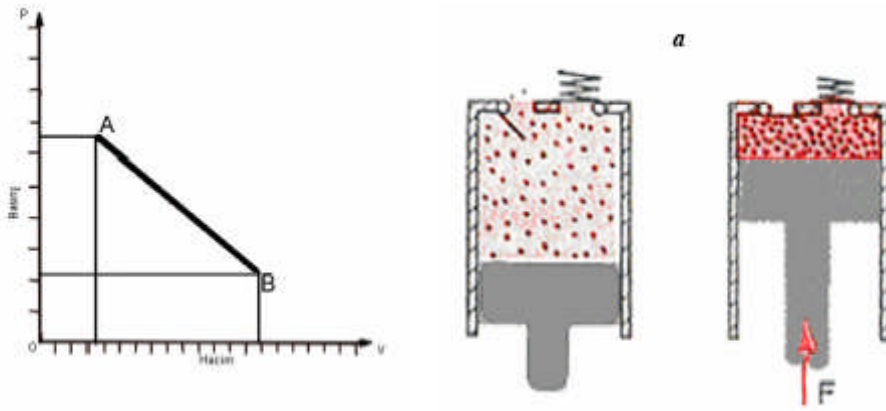
**Atmosfer basıncı:** Deniz seviyesinde havanın yeryüzüne yapmış olduğu basınçtır. Gerçek değeri 1,033 kg/cm<sup>2</sup> dir. Pratikte ve hesaplamalarda 1kg/cm<sup>2</sup> alınır ve kısaca 1 bar olarak kabul edilir.

**Vakum:** Herhangi bir ortam da hava basıncının atmosferik basınçtan düşük olmasına vakum denir.

Otomotiv endüstrisinde, düşük hava basıncından yararlanılarak çalıştırılan sistemler vardır. Kaportaları taşıma ve boya fırınları içine taşıma işlemlerinde vakumlu tutuculardan yararlanılır.

➤ **Boyle-Mariotte kanunu**

Sıcaklığın değişmeme koşulu ile sabit bir gaz kütlelerinin, hacmi değiştirilirse, basıncı da değişir. Kapalı bir kap içinde ve sabit sıcaklıkta bulunan belli miktardaki gazın mutlak basıncı, gazın hacmi ile ters orantılı olarak değişir. Şekil 1.4’de A noktasında basınç yüksek, hacim düşüktür. Hacim genişletilerek B noktasına getirilirse basınç düşer.



**Şekil 1.4: Sabit sıcaklıkta basınç, hacim değişimi  
“Boyle-Mariotte” kanunu**

Sıcaklık sabit kalmak şartıyla kapalı bir kap içinde sıkıştırılan gazın hacmi ile basıncının çarpımı sabittir.

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = P_3 \times V_3 = C \text{ sabit}$$

**Problem:** 6 bar basıncındaki hava 1 m<sup>3</sup> lük bir kompresörde sıkışmış halde bulunuyor. Aynı havanın 2 m<sup>3</sup> lük bir alana yayıldığı düşünülüğünde basınç ne olur?

**Verilenler**

$$P_1 = 6 \text{ Bar}$$

$$V_1 = 1 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 2 \text{ m}^3$$

$$P_2 = ?$$

**Cözüm:**

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$6 \times 1 = P_2 \times 2$$

$$P_2 = 3 \text{ Bar bulunur.}$$

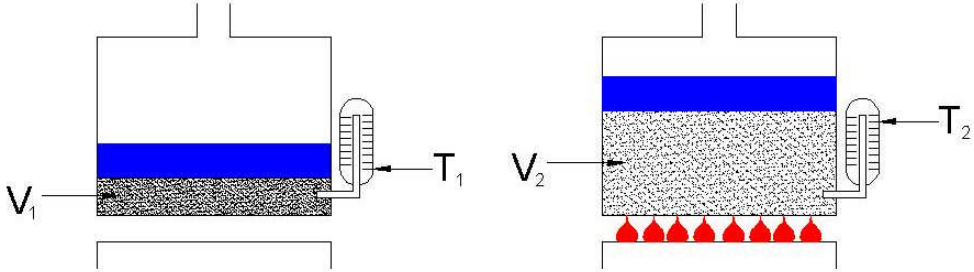
➤ **Gay-Lussac kanunu**

Isı ile hacim arasındaki ilişkiyi ifade eden Gaylussac kanununa göre, basıncı sabit kalmak şartıyla; “her türlü gaz, eşit miktarda ısıtılınca aynı oranda genişler”. Cinsi ne olursa olsun her türlü gaz bu kurala uyar. Şekil 1.5’de açıklanmıştır inceleyiniz.

Bu kurala göre; kapalı bir kaptaki gazın ısısı iki kat arttırılırsa, hacmi veya basıncı da iki kat artar.

Isı Kelvin derece cinsinden düşünülerek hesap edilir. Santigrat dereceyi Kelvin dereceye çevirmek için 273 ile toplamak gerekir.

**Örnek:**  $0^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{K}$ ,  $50^{\circ}\text{C} = 323^{\circ}\text{K}$ ,  $100^{\circ}\text{C} = 373^{\circ}\text{K}$ ...



**Şekil 1.5: Gay-Lussac kanunu**

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1 \cdot (T_2 - T_1)}{273}$$

**Örnek:**  $4 \text{ m}^3$  hacmindeki hava  $T_1=150^{\circ}$  sıcaklıktan  $T_2=180^{\circ}$  sıcaklığa kadar ısıtılmaktadır.  $T_2$  sıcaklığındaki hacmi bulalım.

$$\begin{aligned} T_1 &= 150^{\circ}\text{C} = 273 + 150^{\circ}\text{C} = 423^{\circ}\text{K} \\ T_2 &= 180^{\circ}\text{C} = 273 + 180^{\circ}\text{C} = 453^{\circ}\text{K} \\ V_2 &= 4 + 4 \cdot (453 - 423) / 273 \\ V_2 &= 4 + 0,439 = 4,439 \text{ m}^3 \text{ olur.} \end{aligned}$$

**Problem:**  $1 \text{ m}^3$  hacmindeki hava,  $300^{\circ}\text{K}$  sıcaklıktan  $360^{\circ}\text{K}$  sıcaklığa kadar ısıtılmıştır. Basıncı sabit olduğuna göre; son sıcaklıktaki hacmi bulunuz?

**Verilenler:**

$V_1 = 1 \text{ m}^3$
$T_1 = 300^{\circ}\text{K}$
$T_2 = 360^{\circ}\text{K}$
$V_2 = ?$

**Çözüm:**

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1 \cdot (T_2 - T_1)}{273} = 1 + \frac{1 \cdot (360 - 300)}{273} = 1 + \frac{60}{273} = 1,22m^3 \text{ bulunur.}$$

➤ **Sabit hacim altında genleşme**

Sabit hacim altındaki gazın basıncı değiştirilecek olursa gazın sıcaklığı basıncı ile orantılı olarak değişir. Sıcaklık artırılırsa aynı oran geçerlidir. Şekil 1.6'deki sabit hacimdeki gaz Şekil 1.7'te sıkıştırılmıştır. Sıkıştırma sonucu basıncı artmış, buna orantılı olarak sıcaklık artmıştır.



Şekil 1.6: Sabit hacimdeki gaz



Şekil 1.7: Gazın sıkıştırılmış hali

V: Hacim (m <sup>3</sup> , cm <sup>3</sup> )	t <sub>1</sub> = Kelvin cinsinden ilk sıcaklık
T: Isı (°K)	t <sub>2</sub> = Kelvin cinsinden son sıcaklık
V <sub>1</sub> = İlk hacim	T <sub>1</sub> = Derece cinsinden ilk sıcaklık
V <sub>2</sub> = Son hacim	T <sub>2</sub> = Derece cinsinden son sıcaklık

Diğer bir şekilde açıklanacak olursa gazın cinsi ve hacmi ne olursa olsun, gazın sıcaklığı artırılacak olursa basıncı, sıcaklığın artışı oranına eşit oranda artar.

P<sub>1</sub>= İlk basınç

P<sub>2</sub>= Son basınç

t<sub>1</sub>= Kelvin cinsinden ilk sıcaklık

t<sub>2</sub>= Kelvin cinsinden son sıcaklık

T<sub>1</sub>= Derece cinsinden ilk sıcaklık

T<sub>2</sub>= Derece cinsinden son sıcaklık

V<sub>1</sub> : İlk Hacim

V<sub>2</sub> : Son Hacim

**Örnek:** Bir aracın lastiğinin içindeki basınç 11 atmosfer basıncında ölçülüyor. Bu sırada 10 °C ılık sıcaklığa sahiptir. 200 km'lik yol alındıktan sonra lastiğin sıcaklığı 30°C olarak ölçülüyor. Lastiğin basıncı:

$$T_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C} = 273 + 10 \text{ }^\circ\text{C} = 383 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 273 + 30 \text{ }^\circ\text{C} = 403 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$P_2 = P_1 + P_1 (T_2 - T_1) / 273 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$P_2 = 11 + 11 (403 - 383) / 273$$

$$P_2 = 11 + 0,805 = 11,805 \text{ atm olur.}$$

Kütlesi sabit bir gaz; bir kap içinde sıkıştırılacak olursa sıcaklığı sıkıştırma oranına paralel artar. Bu prensipten yararlanılarak içten yanmalı motorların çalışmaları düzenlenmiştir. Dizel motorlarında yakıtın yanması sıkıştırılan havanın kazandığı sıcaklıkla gerçekleşir.

**Problem:** 1 m<sup>3</sup> hacminde ve 2 Bar basıncındaki hava, 300°K sıcaklıktan 360°K sıcaklığa kadar ısıtılmıştır. Isıtılma işlemine rağmen basıncı 1 Bar'a düşürmek istediğimize göre son hacim kaç m<sup>3</sup> olmalıdır?

**Verilenler:**

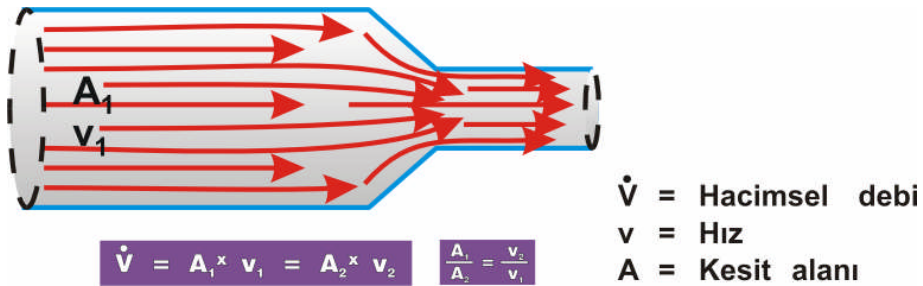
$$P_1 : 2 \text{ Bar} \quad T_1 : 300^\circ\text{K} \quad V_1 : 1 \text{ m}^3$$

$$P_2 : 1 \text{ Bar} \quad T_2 : 360^\circ\text{K} \quad V_2 : ?$$

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2 \cdot 1}{300} = \frac{1 \cdot V_2}{360} \Rightarrow V_2 = \frac{360 \cdot 2 \cdot 1}{300} = \frac{720}{300} = 2,4 \text{ m}^3$$

#### ➤ Sıkıştırılmış havanın debisi

Belirli bir kesitten akan akışkanın debisi, kesitin büyüklüğü ve akış hızına bağlı olarak değişir ( $Q=A \cdot v$ ). Kesit alanında değişme olmadığı müddetçe bir boru içinden akan havanın hızı aynıdır. Kesit alanı büyüdükçe akış hızı azalır, kesit alanı küçüldükçe akış hızı artar. Diğer bir ifadeyle hava küçük kesitlerde daha hızlı akar.



Şekil-1.8: Havanın Akış Hızı

**Örnek:** Küçük çaplı kesiti 10 cm<sup>2</sup> olan bir boru içinden geçen havanın hızı 4,2m/s'dir. Boru kesiti 25 cm<sup>2</sup>'ye büyütüldüğünde hava hızı ne olur?



## Verilenler

$$A1 = 10 \text{ cm}^2$$
$$v1 = 4,2 \text{ m/s} = 420 \text{ cm/s}$$
$$A2 = 25 \text{ cm}^2$$

## İstenen

$$v2 = ?$$

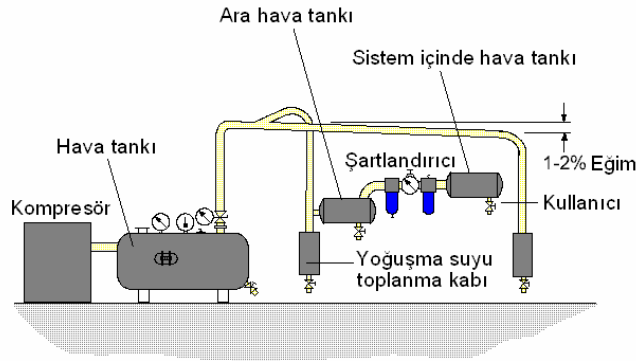
## Çözüm

$$A1 \cdot v1 = A2 \cdot v2 \quad 10 \cdot 420 = 25 \cdot v2$$
$$v2 = 4200/25 = 168 \text{ cm/s}$$
$$v2 = 168 \text{ cm/s} = 1,68 \text{ m/s}$$

## 1.2. Havanın Hazırlanması

Pnömatik sistemleri çalıştıran havanın atmosferden kolaylıkla temin edilmesi sistemler için büyük avantaj olması ile birlikte atmosferde ki havanın doğrudan pnömatik sistemler içinde kullanımı makineler için olumsuz sonuçlandığı gözlemlenmiştir. Bu zararlara uğramamak için atmosferden kazanılan havanın pnömatik sistemler içine verilmeden önce bazı işlemlerden geçirilmesi ile kullanıma hazır hale getirilmesi gerekir. Havanın hazır hale getirilmesi için;

- Basınçlı havanın üretilmesi
- Basınçlı havanın kullanım için hazırlanması
- Basınçlı havanın depolanması
- Basınçlı havanın sistem yakınına taşınması
- Basınçlı havanın sistem içine girmesi ve kullanılması gibi işlemlerden geçmesi gerekmektedir. Şekil 1.9'da basınçlı havanın üretim ve dağıtım şeması gösterilmiştir.



**Basınçlı hava dağıtımı**

**Şekil 1.9: Basınçlı havanın dağıtımı**

### 1.2.1. Basınçlı Havanın Üretilmesi

Pnömatik sistemleri çalıştıran havanın atmosferden alınması amacıyla kompresörler kullanılır. Atmosferden emdikleri havayı sıkıştırarak, basınçlı hale getiren devre elemanlarına kompresör adı verilir. Hava ile çalışmasına karar verilmiş tüm ortamlarda kullanılması zorunlu elemanlardır. Çalışacak pnömatik sistemin değişen özelliklerine göre kompresörde kendi içinde değişik özellikler gösteren kompresörler geliştirilmiştir. Şekil 1.10: Basınçlı havanın üretimi için kullanılan kompresörü çalıştıran motorun resmi verilmiştir.



Şekil 1.10: Basınçlı havanın üretimi

➤ **Sistemin fiziksel özelliği**

Oluşturulacak pnömatik sistemin fiziksel büyüklüğü ile beraber montajı yapılacak boşluğun büyüklüğü göz önüne alınmalıdır. Fabrika için gerekli fiziksel büyüklük ile bir otobüs kapısını açan sistem için gerekli kompresör büyüklüğünün aynı olamayacağı bir kesinliktir.

### 1.2.2. Basınçlı Havanın Kullanım İçin Hazırlanması

Pnömatik sistemler hava ihtiyaçlarını, atmosferden karşılamaktadır. Fakat pnömatik sistemlerde oluşan, arızaların çoğu da havanın kirli olmasından kaynaklanmaktadır. Hava şartlarına bağlı olarak atmosferdeki hava saf değildir. Atmosferdeki havanın içerisinde nem, toz parçacıkları kimyasal artıklar, gazlar bulunur. Bunların hava içerisindeki oranı, havanın alındığı yer ve ortama bağlıdır. Kış aylarında alınan havanın içindeki yabancı maddeler ile bahar aylarında alınan hava içindeki yabancı madde oranları farklıdır Pnömatik sistem elemanları da havanın kirlenmesine sebep olur.

➤ **Basınçlı havanın kullanım için hazırlanması**

- Havanın üretilmesi
- Havanın depolanması
- Havanın nakil edilmesi
- Havanın kullanıldığı yere girmeden önceki üniteler içinde aşağıdaki işlem basamaklarında yapılmaktadır.

➤ **Havanın üretilmesi ünitesinde hava içindeki nem ve kurutulması**

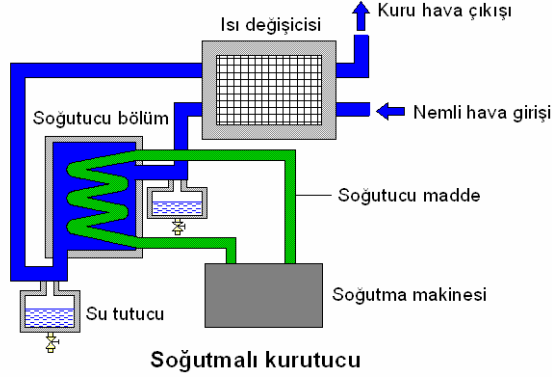
Havanın içerisinde hava şartlarına bağlı nem ve su buharı vardır. Sistem içindeki su buharı da yoğunlaşarak suya dönüşür. Bu durum istenilmez çünkü korozyona sebep olur.

Korozyon hassas pnömatik elemanlara çok büyük zararlar verecektir. Atmosferden alınan hava içinde bulunan nemin ortadan alınarak havanın kurutulması için üç metod kullanılmaktadır.

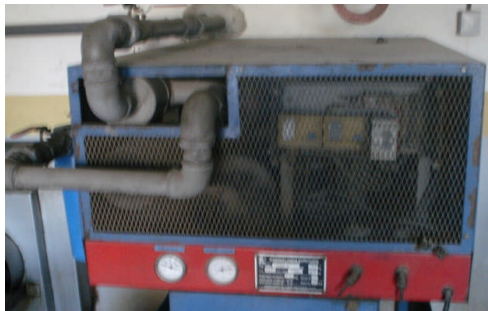
- Soğutarak kurutma,
- Fiziksel kurutma,
- Kimyasal kurutma yöntemleri uygulanır.

#### ➤ Soğutarak kurutma

Havanın elde edilmesi aşamasında, çift veya daha fazla kademe uygulanan kompresörlerde kademeler arasında soğutma başlar. Bu sırada nem yoğuşur. Hava tankına giden havanın içerisindeki su, tankın alt kısmında birikir. Hava tankının suyu alınarak sisteme bir miktar suyun gitmesi engellenir. Şekil 1.11 ve 12’de soğutarak kurutma işleminin şeması ve resmi verilmiştir.



Şekil 1.11: Soğutmalı kurutucu şeması

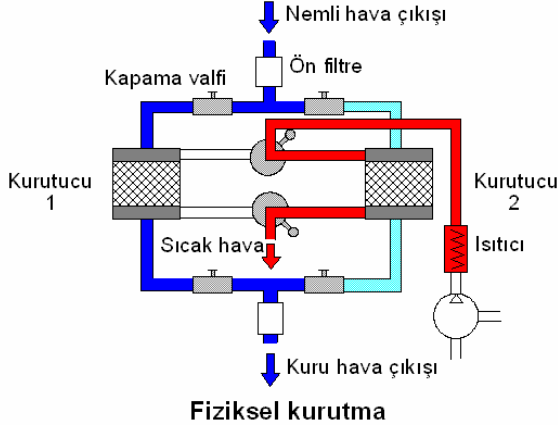


Şekil 1.12: Soğutmalı kurutucu resmi

#### ➤ Fiziksel kurutma

Bu kurutma yönteminde nem soğutucu maddenin üst kısmında tutulur. Kurutucu madde silisyumdioksit tanecikli yapıdan oluşur. Şekil 1.13 ve 14’de görüldüğü gibi sistemlerde iki fiziksel kurutucu birimi kullanılır. Birincisinde doyma noktasına ulaşıldığında

ikincisi devreye girer. İkincisi devrede olduğu sırada sıcak hava yardımı ile birinci kurutucu içinde toplanmış nem dışarı atılır.



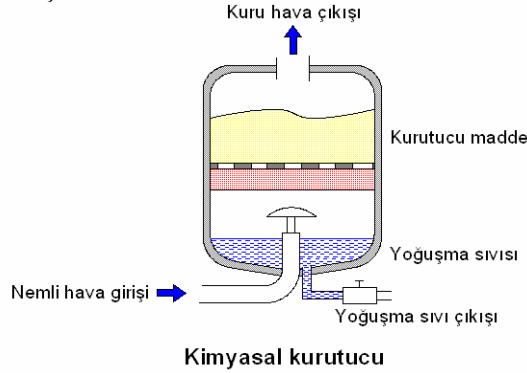
Şekil 1.13: Fiziksel kurutma şeması



Şekil 1.14: Fiziksel kurutma resmi

#### ➤ Kimyasal kurutma

Kimyasal tepkime desikon (kurutucu eriyik) denilen kimyasal kurutucu hammaddedir. Bu kimyasal madde, nemi emdikçe çözünür, kendisinde sıvı duruma geçer. Bu sistemle nemle birlikte yağ tanecikleri ve buharı da tutulabilir. Yağı temizleme gücü düşüktür. Bu nedenle yağın ön filtrede tutulması gerekir. Havanın kurutulması işlemlerinde içindeki nemi tamamı alınamaz. Bir kısım nem, nem tutucular ve filtreler yardımıyla alınır. Şekil 1.15'de kimyasal kurutmanın şeması verilmiştir.



Şekil 1.15: Kimyasal kurutucu şeması

#### ➤ Havanın temizlenmesi

Kompresör ile atmosferden emilen hava kirlidir. Kirliliğin sebebi atmosferden emilen havadaki toz, kir ve nem olabileceği gibi, kompresörden de kaynaklanan yağ ve metal parçacıkları olabilir. Hava içindeki bu yabancı maddeleri ayırıştıran elemanlara *filtre* adı verilir.

Hava emme girişine konulan filtreler havanın içindeki toz, nem ve diğer zararlı atıkların bir kısmını temizler. Emiş filtreleri kuru ve ıslak tip emiş filtreleri olmak üzere iki çeşittir.

➤ **Kuru tip emiş filtreleri**

Tel yumağı, elek, delikli plastik veya metal gövde içine yerleştirilen pamuklu, keçe, sünger elemanlı filtrelerdir. Filtrelerin belirli aralıklarla temizlenmesi gerekir.

➤ **Islak tip emiş filtreleri**

Metal elemanlı filtrelerdir. Hava, emiş kanalından sıvı içerisine akar. Sıvının içinde üzerindeki bir kısım kirleri bırakır. Sıvı çıkışında filtre elemanına girerek biraz daha temizlenir.

➤ **Havanın soğutulması**

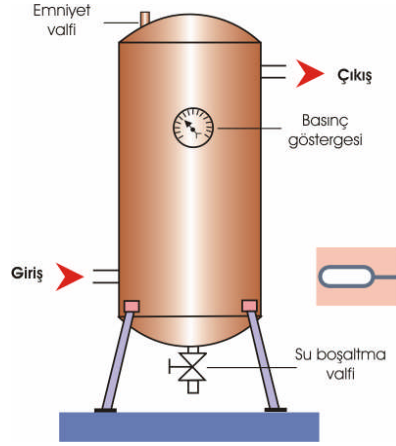
Havanın atmosferden emilmesi ve kurutulması işlemleri sırasında havanın ısısı artmış olacak ve ısınan havanın depolanmadan önce ısısının düşürülmesi için Soğutucular kullanılmaktadır. Şekil 1.16'da görülmektedir.



Şekil 1.16: Hava soğutma sistemi

➤ **Havanın depolanması ünitesi içinde hava içindeki nem ve kurutulması**

Atmosferden kazanılması sonrası nemi kurutulmuş, filtre edilmiş ve ısı ayarlanmış havanın depolanması gereklidir. Bu sayede pnömatik sistemler için gerekli hava her zaman kullanıma hazır olarak bulunmaktadır. Pnömatik enerjinin depolanması amacıyla kullanılan basınçlı kaplara tank denir. Kompresörün sürekli yada yükte çalışmasını önler. Zaman zaman meydana gelebilecek yüksek hava ihtiyacını karşılar.



**Şekil 1.17: Depo elemanları**



**Şekil 1.18: Depo şekli**



**Şekil 1.19: Su boşaltma vanası**

Tankta depolanan havanın içinde zamanla su buharı ile beraber su birikmesi meydana gelecektir. Biriken su, tankın alt bölümünde toplanmasıyla ve kısa aralıklarla tankın alt kısmında bulunan su boşaltma vanasının açılması ile tankdan dışarı alınması gerekir. Şekil 1.19'de gösterilmiştir. Tankta depolanan havanın basıncının kontrolü gereklidir. Aksi halde artan basınç güvenlik tehlikesi meydana getirecektir. Bu artan basınç tehlikesini önlemek için tankın üstüne Basınç ayar göstergesi konmuş ve basınç değeri istenen değerden yüksek olması durumunda tahliye emniyet valfi açılarak yüksek olan basınç değeri normale düşürülmesi sağlanmıştır. Şekil 1.20'de Manometre ve tahliye emniyet valfi resmi görülmektedir.



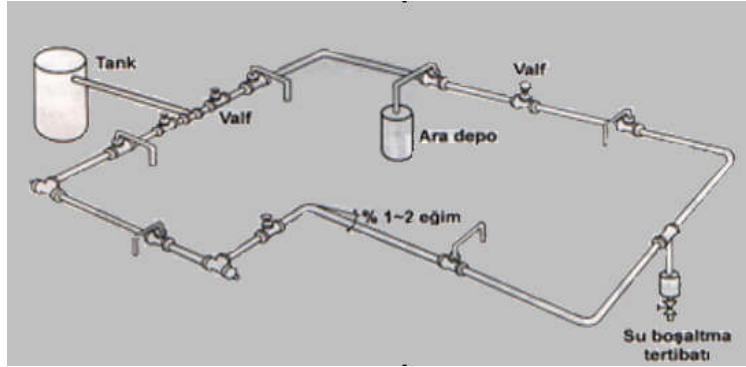
**Şekil 1.20: Manometre ve tahliye emniyet valfi**

➤ **Havanın nakil edilmesi ünitesi içinde hava içindeki nem ve kurutulması**

Hava tankından çıkan basınçlı havayı kullanıcı sistemlere ulaştıran pnömatik boru, bağlantı elemanları, tahliye vanaları, dirsek vb. elemanların hepsi hava dağıtım sistemini oluşturur. Şekil 1.21’te görülmektedir. Bu dağıtım sisteminde dikkat edilecek noktalar aşağıda açıklanmıştır.

Ana dağıtım hattı yerden yüksekte tavana yakın olmalıdır. (Şekil 1.24) Dağıtım hattına hava akış yönünde % 1-2 ° eğim verilmelidir. (Şekil 1.21) Amaç; havanın borular içinde nakli sırasında sürtünmeden dolayı hava içinde oluşan su damlacıklarının hattı belirli yerlerinde bulunan su birikme kısımlarında toplanması, kullanım için yapılan bağlantılar mutlaka hattın üstünden yapılmalıdır. (Şekil 1.21) Hattın belirli yerlerine su biriktirme bölümleri ve boşaltma muslukları konulmalıdır. Amaç; hattan toplanmış su birikintilerinin dışarıya alınması. (Şekil 1.23)

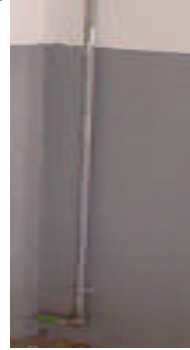
Hava dağıtım hattında basınçlı hava direkt şartlandırıcıya verilmemelidir. Dağıtım sisteminin bitiş noktasına bir kollu vana takılır. (Şekil 1.22) Bu vanadan pnömatik hortum yardımı ile hava şartlandırıcıya verilir.



**Şekil 1.21: Havanın nakliyesi**



**Şekil 1.22 : Bağlantı şekli**



**Şekil 1.23 : Boşaltma musluğu**



**Şekil 1.24: Havanın dağıtımı; tavana yakın olmalı**

- **Havanın kullanılacağı yere girmeden önceki ünite içindeki nem ve kurutulması**

Basıncı havayı çalışma şartlarına hazır hale getirmek için kullanılan devre elemanlarına şartlandırıcı adı verilir. (Şekil 1.25) Havanın sistem içinde kullanılmadan önce şartlandırıcı biriminden geçirilmesi gerekir. Şartlandırıcı birimi filtre, basınç ayarlayıcı ve yağlayıcı olmak üzere 3 ayrı devre elemanından oluşur.

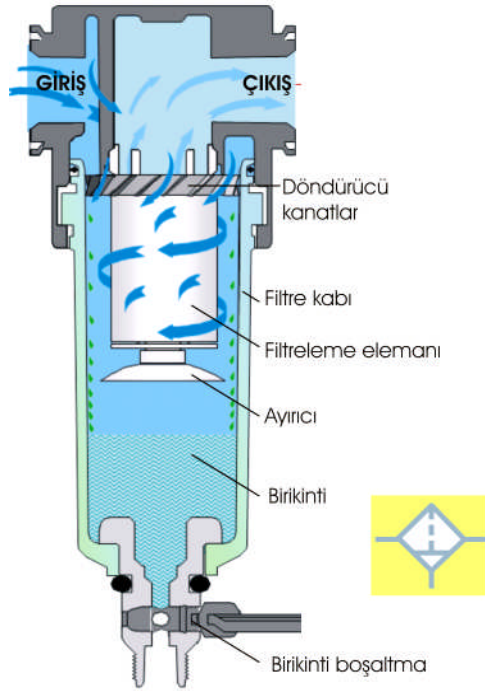


**Şekil 1.25: Şartlandırıcı**

- **Filtre**

Pnömatik sistemlerin birçoğunda kompresör çıkışından sonra filtre kullanılır. Fakat havanın kullanım yerine kadar taşınması sırasında basınçlı hava kirlenebilir. Filtre, havanın kullanılmadan önce hassas bir biçimde filtrelenmesi amacıyla kullanılır. Filtreler katı partiküllerin yanı sıra su tutma görevi de görür. Filtrenin su tutma görevi görebilmesi için havanın filtre kabı içine girmesi sırasında havaya dönme etkisi kazandırılır. Dönerek kap içine giren hava, kabın çeperlerine çarpar ve bünyesindeki nemi bırakır. Şekil 1.26 de filtrenin iç yapısı ve sembolü görülmektedir.



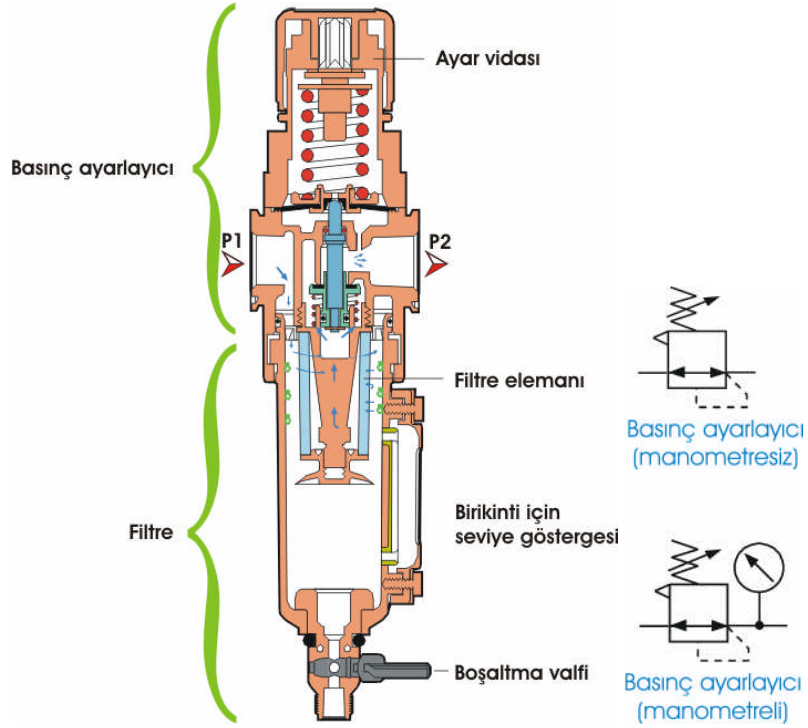


**Şekil 1.26: Filtre ve sembolü**

Filtre kabının alt tarafında toplanan birikinti belirli aralıklarla boşaltılmalıdır. Boşaltma işlemi elle ya da otomatik olarak yapılır. Filtreler kirlendiğinde çıkış basıncı düşer. Filtre elemanını değiştirmek için giriş havası kapatılır. Filtre kabı çıkartılarak filtre elemanı sökülür ve temizlenir ya da yenisi ile değiştirilir.

#### ➤ **Basınç ayarlayıcı**

Hava ihtiyacının zaman zaman artması ve azalması çalışma basıncının düşmesine neden olur. Kullanıcıların değişik basınç aralığında çalışması sonucu kuvvet kayıpları gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkar. Kullanıcılara düzenli basınçta hava göndermek ve kullanım yerindeki çalışma basıncını sınırlamak amacıyla basınç ayarlayıcı adı verilen devre elemanı kullanılır. Basınç ayarlayıcı yalnız başına kullanılabileceği gibi yer kaplamaması için filtrelerle birlikte de kullanılır. Basınç ayarlayıcı içine  $P_1$  basıncında giren hava, çıkış tarafında  $P_2$  basıncına düşürülür. Çıkış havasının basıncı ayarlanan değere geldiğinde basınç ayarlayıcı hava geçişini kapatır; böylece çıkış tarafında hava basıncının artışı önlenir. Çıkış tarafındaki basınç ayarlanan değer altına düştüğünde basınç ayarlayıcı tekrar açılır. Şekil 1.27’de filtre, basınç ayarlayıcı ve sembolü görülmektedir.

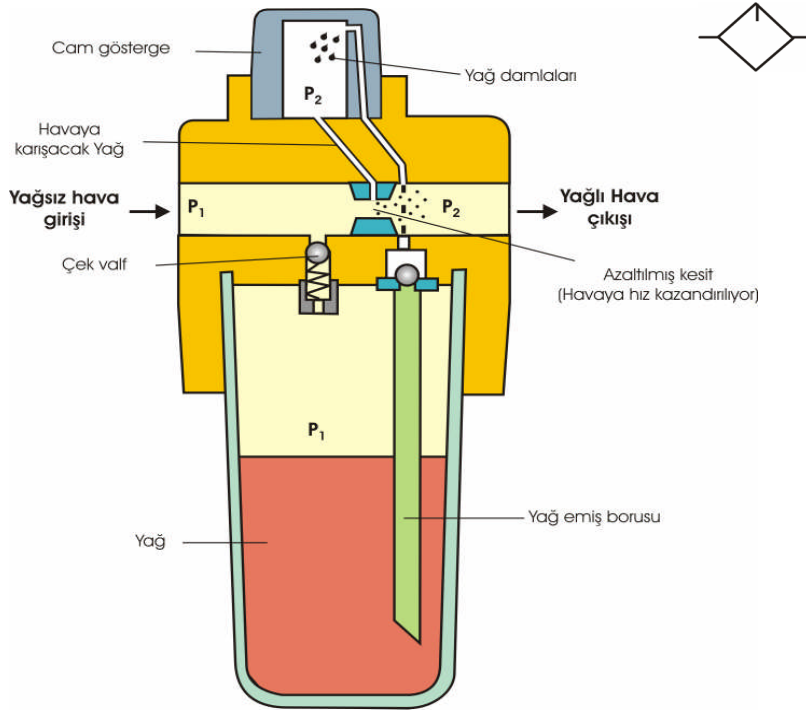


**Şekil 1.27: Filtre, basınç ayarlayıcı ve sembolü**

Ayarlayıcı üzerinde bulunan manometre çıkış basıncını gösterir. Çıkış basıncı bir ayar vidası yardımıyla ayarlanır. Ayar vidası (+) yönde çevrildiğinde çıkış basıncı artar, (-) yönde çevrildiğinde çıkış basıncı azalır.

### ➤ Yağlayıcı

Sürtünme kuvvetini azaltmak, devre elemanlarının paslanmasını önlemek ve sızıntıları engellemek amacıyla pnömatik sistemlerin yağlanması gerekir. Endüstriyel alanlarda bazı uygulamalarda yağlama işlemi yapılmayabilir. Pnömatik sistemlerde yağlama işlemi, hava içine yağ damlatılarak gerçekleştirilir. Hava içine yağ karıştıran cihazlara yağlayıcı adı verilir. Yağlayıcı içinde bir noktada hava geçiş kesiti daraltılır. Hava bu kesite geldiğinde basıncı düşerken hızında artış meydana gelir. Giriş havası belirli bir basınçla yağlayıcı içine girer ( $P_2$ ). Hava yağlayıcı içinde dar bir kesitten geçmeye zorlanır. Bu sırada hız artarken basınç azalır ( $P_3$ ). Yağ üzerine  $P_2$  basıncı etki ederken yağın havaya karıştığı noktada ise  $P_3$  basıncı vardır. Bu basınç farkından dolayı yağ kanal içinde yukarı doğru hareket eder ve damlacıklar halinde yağa karışır. Bu durum şekil 1.28’de görülmektedir.



**Şekil 1.28: Yağlayıcı**

Yağlama işleminin kalitesi hava içerisine karışan yağ damlacıklarının büyüklüğüne bağlıdır. İyi bir yağlayıcı düşük debilerde de yağlama işlemi yapabilmelidir. Yağın damlama miktarı yağlama seviyesini belirler. Damlama miktarı bir ayar vidası yardımıyla ayarlanır. Damlama miktarı üreticinin tavsiyesine uygun olmalıdır.

### 1.3. Güvenlik Önlemleri

Pnömatik sistemlerin hava ile çalışmaları sayesinde işçi sağlığı tehdit altında bulunmaz. Buna rağmen hava basınç değerinin yüksek olduğu tank ve çevresinde özel önlemler alınmalıdır. Şekil 1.29'daki gibi operatör, kolları lastik ile sıkılmış iş önlüğünü giymeli, dikkatli olarak mesleki bilgi ve birikimi tam olmalıdır. Havanın atmosferden emilmesinden, sisteme girmesi bölgesine kadar tüm basınç ölçüm cihazlarının göstergeleri sürekli kontrol edilmeli ve değerlerin standartlara uygunluğu tespit edilmelidir. (Şekil 1.30 da görüldüğü gibi) Atmosferden havanın alınıp, kurutup, depolandığı ünitelerin özel bir yer olması sağlanmalı bu yerin çevresi güvenlik şeridi ile çevrelenmiş olması sağlanmalıdır. (Şekil 1.31'de görüldüğü gibi) Çalışan pnömatik sisteminde de basınç kontrol göstergelerinin çalışma basınç değerlerinde olup olmadığı takip edilmelidir. Pnömatik bağlantı kelepçelerinin emniyetine dikkat edilmeli ve hortumların hava kaçırmadığından emin olunmalıdır. Ayrıca havanın sadece sistem içinde kullanılmasına dikkat etmeli, hava ile atelye temizliği yapılmamalıdır.



**Şekil 1.29: İş elbisesi**



**Şekil 1.30: Ölçüm cihazları**



**Şekil 1.31: Depo güvenliği**

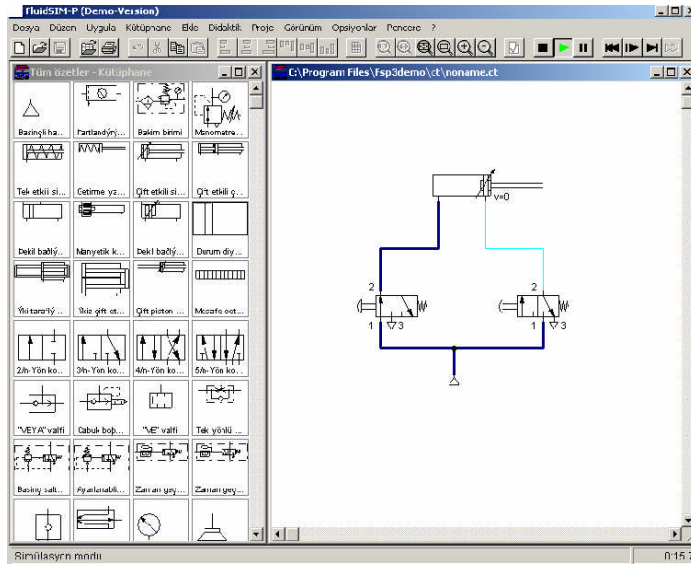
Günümüze kadar pnömomatik sistemlerin güvenlikleri ile ilgili olarak özel bir standart geliştirilmemiştir. Değişik mühendislik dallarında uygulanan bazı güvenlik yönergeleri ve düzenlemeleri pnömomatik sistemlerde de göz önünde tutulmalıdır. Kontrol sistemlerinde güvenlik önlemi olarak aşağıdaki noktalara dikkat etmek gerekir.

Bütün kuvvet silindirlerini başlangıç konumuna döndürmeli ve bütün silindirleri buldukları yerlerde tutmalıdır. Kontrol sisteminin arızası veya enerji kesilmesi durumunda kullanıcı personel kesinlikle tehlikeye maruz kalmamalıdır. Acil durdurma butonu kullanıcı personelin kolayca erişebileceği bir yerde olmalıdır. Bu buton sistemde bulunan silindirlerin tamamına etki edecek şekilde düzenlenmelidir. Acil durdurma anında, sistemin hangi durumda kalacağı önceden saptanmalı ve bunun sağlanıp sağlanmadığı işletmeye almada ve düzenli aralıklarla test edilmelidir. Pnömomatik tutma, bağlama ve sıkma aletlerinde kontrol elemanı herhangi bir tehlikeli durumda kullanıcıyla çevredekilere zarar vermeyecek ve yanlış kumandaya olanak vermeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Elle kumandalı butonlar bir koruyucu yuva içine alınmalı veya kumanda sistemi kilitlenmelidir. Sıkma silindirinin sürme bölgesinden uzak bir yere monte edilmesi gerekmektedir. Tam sıkma görevini ancak iş parçasının var olması durumunda yapan sistemin kullanılması veya Çift el emniyet valfinin kullanılması gerekmektedir. Pnömomatik olarak sıkma, bağlama, tutma tertibatları bulunan

makinelerde tahrik ve sürme birimleri ancak sıkma, tutma veya bağlama işlemi bittikten sonra devreye girmelidir. Bu, basınç dönüştürücüler veya basınç anahtarlama şalterleri gibi yardımcı donanımın kullanılmasıyla gerçekleştirilebilir.

### 1.3.1. Bilgisayarda Simülasyon Hazırlama Şekli

Bilgisayar insan hayatını kolaylaştıran, girilen verilere göre sonuçlara ulaşan, sonuçlar hakkında değerlendirmeler yapan bir cihaz olarak pnömatrik alanında da kullanılmaya başlanmıştır. Bilgisayara kullanılacağı alana özel program yazılımlarının yüklenmesi gereklidir. Pnömatrik için yazılmış bilgisayar programı Fluidsim olarak adlandırılır. Şekil 1.32’de Programın, Akışkanların simülasyonu olarak türkçe yazılımı gerçekleştirilmiştir. Bu program sayesinde pnömatrik devre tasarlama ve kurmak kolaylaşmış olup sistemin simülasyonu da yapılabilir olduğu için karşımıza çıkabilecek sorunların neler olabileceğini bize göstermekle birlikte olası çözüm yollarına karar vermemizde yardımcı olabilmektedir. Ayrıca pnömatrik devre elemanlarının çalışma fonksiyonları hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar.



Şekil 1.32: Simülasyon programı

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarına uygun olarak uygulama faaliyetini yapınız.



Şekil 1.33

Şekil 1.33 görüldüğü gibi, atölyenizde çalışan bir hava tabancasının çalıştırılması için gerekli havayı kullanıma hazırlama ve atelyede dağıtma işlemlerini aşağıdaki işlem basamaklarına dikkat ederek yapınız?

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Kompresörü çalıştırınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</li><li>➤ İş önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Çalışma sırasında kullanacağınız kontrol kalemi, anahtar takımı gibi gereçlerinizi öğretmeninizi bilgilendirerek temin ediniz.</li><li>➤ Kompresör filtresini temizleyiniz.</li><li>➤ Kompresörün kontrol panosundaki butonuna basınız.</li><li>➤ Kompresörün çalışma sesine dikkat ediniz.</li><li>➤ Kompresörde emilen hava ile dolan tank sayesinde kompresörün otomatik olarak durmasına dikkat ediniz.</li></ul>
➤ Basınçlı hava kurutucusunu çalıştırınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Hava kurutucusu filitrelerini temizleyiniz.</li><li>➤ Basınçlı hava kurutucusunu çalıştırınız.</li><li>➤ Kurutucudan çıkan havanın nemini kontrol ediniz.</li><li>➤ Hava kurutucusunda ki basınç göstergeleri değerlerinin çalışma şartlarına uygunluğunu kontrol ediniz.</li></ul>
➤ Basınçlı hava soğutucusunu çalıştırınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kontrol panosundan soğutucuyu çalıştırınız.</li><li>➤ Havanın çıkış ısını kontrol ediniz.</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Hava tankını çalıştırınız.</li><li>➤ Hava transfer hattını kontrol ediniz.</li><li>➤ Şartlandırıcı giriş ve çıkış bağlantılarını ve tezgâha bağlantısını yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Hava tankını kontrol panosundan çalıştırınız.</li><li>➤ Tankın basınç emniyet valfinin çalıştığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Belirli aralıklarla tankın su tahliye vanası açınız.</li><li>➤ Hava transfer hattının eğimine dikkat ediniz.</li><li>➤ Su birikme bölümlerindeki suyu belirli zaman aralıklarında vanasını açarak tahliye ediniz.</li><li>➤ Tranfer hattından havanın şartlandırıcıya bağlantısını yapınız.</li><li>➤ Bağlantı emniyet kelepçelerini takınız.</li><li>➤ Şartlandırıcıya giden hava transfer borusu sonunda ki vanayı açınız.</li><li>➤ Şartlandırıcı elemanının tezgaha montajını yapınız.</li><li>➤ Şartlandırıcıya hava transfer hattından hava bağlantısını yapınız.</li><li>➤ Şartlandırıcı hortum bağlantı kelepçelerini sıkınız.</li><li>➤ Şartlandırıcı bağlantı hortumu kontrol vanasını açarak hava gönderiniz.</li><li>➤ Şartlandırıcıdaki yağlayıcı ünitesine hava için uygun yağ koyunuz.</li><li>➤ Şartlandırıcıdaki yağlayıcı ünitesi yağ seviyesini kontrol ediniz.</li><li>➤ Şartlandırıcı da birikecek olan suyu belirli zaman aralıklarında tahliye ediniz.</li><li>➤ Şartlandırıcıdan sisteme giden havanın basıncını ayarlayınız.</li><li>➤ Çalışma ortamınızdaki iş disiplini kurallarına lütfen uyunuz.</li><li>➤ Çalışma sonlarında çalışma ortamınızın düzen ve temizliğini sağlayınız</li><li>➤ Kullandığınız gereçlerin gerekli bakımlarını yapınız.</li></ul>
---	---

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları cevaplayarak bu faaliyette kazandığınız bilgileri ölçünüz.

1. Pnömatik sistemler ..... istenen yerlerde kullanılamaz.  
A) Emniyet  
B) Hız  
C) Temizlik  
D) Büyük Güç
2. Yeryüzünü çeviren hava tabakasının, yeryüzüne yapmış olduğu basınca.....denir  
.....denir  
A) Atmosfer Basıncı  
B) Alçak Basıncı  
C) Yüksek Basıncı  
D) Normal Basıncı
3. Atmosferden emdikleri havayı sıkıştırarak, basınçlı hale getiren devre elemanlarına .....adı verilir  
A) Kurutucu  
B) Kompresör  
C) Filtre  
D) Valf
4. Üzerinde filtre, basınç ayarlayıcısı ve yağlayıcı bulunduran, basınçlı havayı istenilen çalışma şartlarına hazırlayan pnömatik devre elemanına..... denir  
A) Şartlandırıcı  
B) Kompresör  
C) Manometre  
D) Basınç Kontrol Valfi
5. Basınçlı havayı temizleyerek sisteme kirletici parçacıkların gitmesini engelleyen devre elemanına ..... denir.  
A) Kurutucu  
B) Çekvalf  
C) Filtre  
D) Yağlayıcı



6. 1 bar kaç Pascal'dır?

- A) 100
- B) 1000
- C) 10000
- D) 100000

7. Sabit hacimdeki bir silindir içinde bulunan gaza ısı uygulandığında ne olur?

- A) Basınç artar
- B) Hacim artar
- C) Silindir genişir
- D) Kütle azalır

8. Pnömatik sistemlerin yağlanması ..... amacıyla yapılır

- A) Basıncın artması için
- B) Pnömatik elemanların krozyona uğraması için
- C) Pnömatik elemanları nemden uzaklaştırmak için
- D) Pnömatik elemanların sürtünmesiz çalışmaları için

9. Otobüs kapılarının otomatik açılma sistemlerinde enerji kaynağı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Elektrik
- B) Hava
- C) Hidrolik
- D) Mekanik

10. Taban alanı 0,1 m<sup>2</sup> ve ağırlığı 50 kg olan bir cismin tabanına uyguladığı basıncı hesaplayınız. Yerçekimi ivmesi a=10 m/s<sup>2</sup> alınacaktır.

- A) 5000
- B) 2000
- C) 5004000

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Tek ve çift etkili silindiri yön kontrol valfleri ile standartlara uygun olarak kontrol edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde üretim tekniği içerisinde otomasyon sistemleri içinde pnömatik enerjiyi kullanan işyerlerini ziyaret ederek,
- Pnömatik sistemleri meydana getiren elemanların özelliklerini olduğunu araştırınız.
- Gelişen pnömatik teknolojisi ile değişen yapısal özellikleri ile kullanılan pnömatik elemanların neler olduğunu araştırınız.

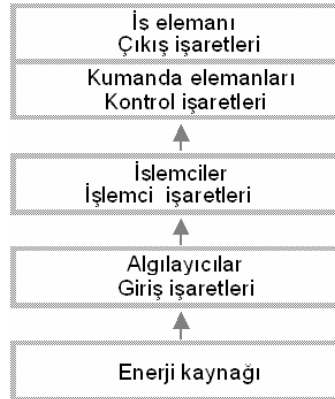
## 2. TEK İŞ ELEMANLI DEVRE KURMAK

### 2.1. Pnömatik Devre Elemanları ve Devre Sembolleri

#### 2.1.1. Devre Elemanları

Pnömatik enerjinin, mekanik enerjiye dönüştürülmesi sırasında, havanın uygun şartlarda hazırlanmasını, basıncının ayarlanması ve yönünün kontrol edilmesinde, iş yapabilen elemanlara *pnömatik devre elemanları* adı verilir.(Şekil 2.1)

Pnömatik sistemleri oluşturan elemanlar devre çizim sırasına göre enerji kaynağı, giriş elemanları, işlemciler, kumanda elemanları ve iş elemanları olarak sınıflandırılabilirler.



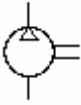




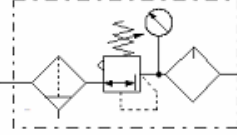


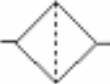

Şekil 2.1: Pnömatik devre elemanları





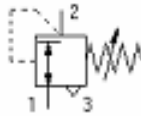

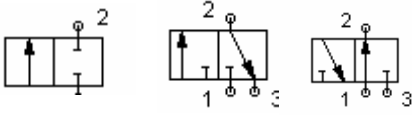

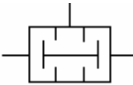

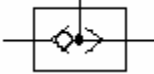



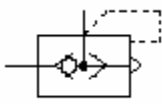

Pnömatik elemanların bağlantılarının yapılması sonucu meydana gelen sistemlerin büyüklüğü ve içerisindeki eleman sayısı ve bu elemanların neler olabileceği aşağıdaki hususlara dikkat edilerek yapılır.

- Kurulacak sistemin çalıştıracağı makineden beklenen iş
- Kurulacak pnömatik sistemden beklenen iş
- Kurulacak pnömatik sistem için uyulması istenmiş şartlar
- Maliyet hesabı
- Sistemin montaj yapılacağı alan

### 2.1.2. Sembolleri

Pnömatik sistemleri meydana getiren pnömatik elemanlar birbirlerine bağlanarak çalışırlar. Sistem elemanları ve bağlantılarının kağıt üstünde yapılması ve bilgisayar ortamında simülasyonlarının hazırlanmaları için tüm pnömatik elemanların ayrı ayrı kendilerine özel sembollerle belirtilmesi gerekir. Yukarıda belirttiğimiz pnömatik devre şemasını oluşturan elemanlar ve sembolleri aşağıda açıklanmıştır. (Şekil 2.2) İncelediğinizde, bazı devre elemanlarının benzer iki sembolü alabileceğine dikkatinizi çeker, bunun nedeni; aynı elemanların Amerikan sisteminde farklı sembole sahip olmasıdır.

	Elemanın adı	Sembolü	Resmi
ENERJİ KAYNAĞI	Kompresör	 	
	Hava tankı		
	Şartlandırıcı	 	
	Filtre		

	Yağlayıcı		
ENERJİ KAYNAĞI	Su tutucu		
	Basınç ayar valfi		
GİRİŞ ELEMANLARI	2/2, 3/2 yön kontrol valfi		
İŞARET İŞLEİCİLER	VE valfi		
	VEYA valfi		
	Tekyönlü ayarlanabilir Akışkontrol valfi		
	Çabuk egzoz valfi		

İŞARET İŞLEİCİLER	5/2, 5/3 yön kontrol valfi		

	Elemanın adı	Sembolü	Resmi
İŞ ELEMENLARI	Silindirler		
	Hava motorları		
	Susturucu		

Şekil 2.2: Pnömatik devre elemanları ve sembolleri

## 2.2. Pnömatik Devre Elemanları

### 2.2.1. Kompresör

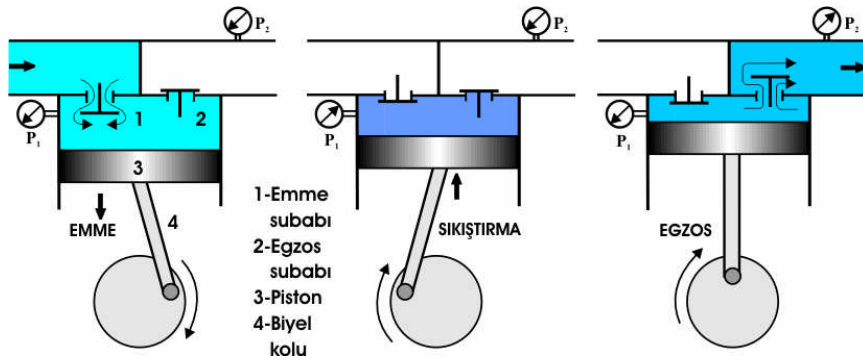
Atmosferde bulunan havayı pnömatik sistemde kullanılabilmesi için gerekli şartları kazandıran devre elemanlarıdır. Basıncı hava elde edilmesinde kompresörler kullanılır. Atmosferden emdikleri havayı sıkıştırarak, basıncı hale getiren devre elemanlarına **kompresör** adı verilir. (Şekil 2.3) Kompresörler atmosferden hava emerek depo eder ve gerektiğinde sisteme gönderir. Kompresör seçiminde dikkat edilmesi gereken unsurlar; debi ve basınçtır. Kompresörlerin kapasitesi debi (lt/dk, m<sup>3</sup>/dk) ve çıkış basıncı (Bar) cinsinden belirtilir. Kompresörler soğutma sistemlerine göre; su ve hava soğutmalı, ürettikleri havanın temizliği açısından ise; yağlı ve yağsız olarak gruplandırılır.



Şekil 2.3: Kompresör

### ➤ Pistonlu kompresörler

Bir silindir boşluğu içinde hareket eden pistonun aşağı hareketi sonucu silindir içinde vakum oluşur ve emme subabı açılır. Atmosferden alınan hava kaba bir filtreden geçirilir ve silindir içine doldurulur. Pistonun alt ölü bölgeye hareketi boyunca emiş işlevi devam eder. Piston yukarı yönde harekete başladığında hem emme hem de egzoz subabı kapalıdır. Silindir içinde hapsedilen hava sıkıştırılmaya başlanır. İstenen orana kadar sıkıştırma işlemi devam eder. Daha sonra egzoz subabı açılır ve basınçlı havayı sisteme gönderir. Pistonlu kompresörün çalışması Şekil 2.4’de görülmektedir.



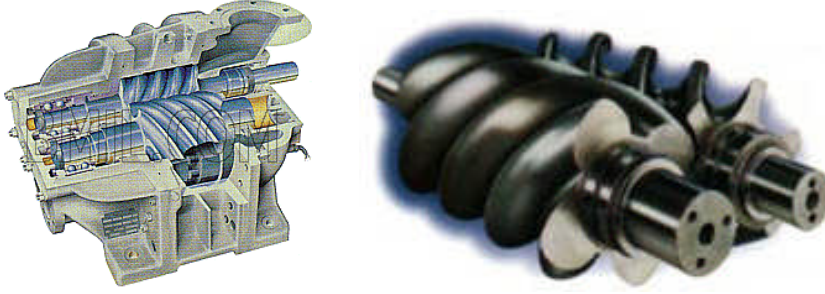
Şekil 2.4: Pistonlu kompresör

Gürültülü çalışmaları ve sık sık sorun yaratmaları nedeniyle pistonlu kompresörler çok tercih edilmez. En önemli tercih sebebi fiyatlarının düşük olmasıdır; bu nedenle küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde tercih edilir.

### ➤ Vidalı kompresörler

Vidalı kompresörlerde “vida grubu” adı verilen döner elemanlar kullanılır. Döner elemanların üzerinde vidaya benzer helisel oluklar bulunduğu için “vidalı kompresör” olarak adlandırılırlar. Şekil 2.5’de vidalı kompresör ve vida grubu görülmektedir. Vida grubunun dönmesi ile emiş ağzında vakum oluşur. Hava çıkış ağzına kadar vida boşluğunda taşınır. İstenen sıkıştırma oranına geldiğinde hava sisteme gönderilir.

Vida grubundaki elemanlar birbirine temas etmeden döner. Bunun için vidaların alın kısmında dişli çarklar kullanılır. Sürtünme olmadığı için aşınma olmaz. Vidalı kompresörler sessiz çalışan ve bakım problemi çıkarmayan bir kompresör türüdür. Büyük ve orta ölçekli işletmelerde çok yoğun olarak kullanılır.

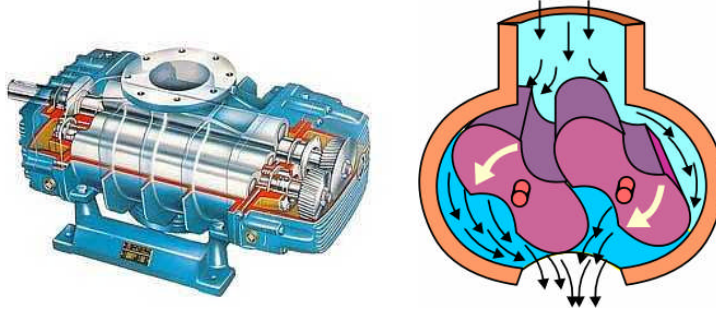


Şekil 2.5: Vidalı kompresör

#### ➤ Rotorlu kompresörler

Bu tür kompresörlerin içyapılarında dönen elemanlara “rotor” adı verilir. Rotorlar farklı kesitlere sahip elemanlardan oluşur. Şekil 2.6’da görüldüğü gibi bazı kompresörlerde rotor kullanılırken bazı türlerinde ise üçgen, istavroz vb. profillere sahip elemanlar kullanılır.

Rotorlardan biri elektrik motorundan aldığı hareketle dönerken diğer rotor serbest olarak döner. Rotorların dönüşü ile emme ağzından içeri hava emilir ve çıkış ağzına doğru sürüklenir. Çıkış ağzında ise sıkıştırılan hava sisteme gönderilir.

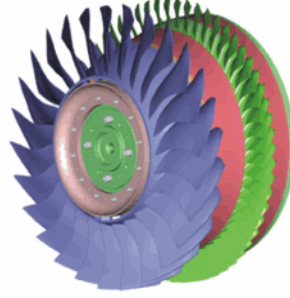


Şekil 2.6: Rotorlu kompresör

#### ➤ Turbo kompresörler

Pistonlu, vidalı ve rotorlu kompresör türleri havayı belirli oranlarda sıkıştırarak basınçlı hava ürettiyordu. Dinamik kompresörlerde ise havaya kinetik enerji kazandırılır; daha sonra havanın kinetik enerjisinin azaltılması sonucu, kinetik enerji basınç enerjisine dönüştürülür. Turbo kompresörler, genellikle yüksek debi ve düşük basınç gereken yerlerde

kullanılır. Şekil 2.7’ de hava kanatlar arasından geçtikçe sıkıştırılmaktadır. Bu tip kompresörler tek kademeli yapılabileceği gibi çok kademeli olarak da yapılabilir.



Şekil 2.7: Turbo kompresör

#### ➤ **Kompresörlerin kapasiteleri**

Kompresörlerin kapasitesi, sıkıştırdıkları havanın kompresör çıkışında ölçülen debisi ve çıkıştaki havanın basıncı ile belirlenir. Günümüzde 0,02 m<sup>3</sup>/dakikalık debiden 500000m<sup>3</sup>/dakikalık hava üretimine sahip, 8 bar basınçtan 1000 bar basınca sahip kompresörler bulunmaktadır. Büyük ve geliştirilmiş pnömatik sistemlerle çalışan fabrikalarda çok büyük kapasiteye sahip türbin tipli kompresörler kullanılmaktadır. Kompresör seçimi yapılırken üç noktaya dikkat edilmesi gerekir. Bunlar:

- Metreküp / dakika cinsinde kullanılacak hava miktarı,
- Sistemde kullanılacak hava basıncı.
- Sistemin fiziksel özelliği

Tesisin ihtiyacı olan hava üretilmeyecek olursa, sistem elemanları düzgün çalışmaz. Düzgün, verimli çalışmayı sağlamak için mutlaka ön hazırlıkları, çok iyi yapılması ve ihtiyacın belirlenmesi gerekmektedir.

#### ➤ **Basınç seviyesi**

Endüstride en çok kullanılan basınç 6-8 bar arasındadır. Lastik kaplama, garaj, plastik işleme gibi işlerde basınç 12 ila 15 bar arasında olması gerekir. Gemilerin dümenlerinde dizel motorlarını çalıştırma türü gibi işler için ise 30 ila 35 bar basınç gerekir. Bazı özel durumlarda bu sınırları üzerinde de basınca gerek vardır.

#### ➤ **Hava debisi**

Hava debi ihtiyacı; kullanılacak aletlerin, cihazların, pnömatik motorların toplam hava gereksinimine, günlük ve haftalık çalıştırılma sürelerine bağlı olarak hesaplanır. Hesaplama sırasında sistemde doğabilecek kayıplarda göz önünde bulundurulmalıdır. Kayıplar için sistemdeki elemanların sayısı, tesisin yapısı ve kalitesine uygun olarak % 5 ila 15 arasında fazla tolerans verilir. Son zamanlarda sistemin hava ihtiyacı belirlenirken üreticilerin verdiği tablolardan yararlanılmaktadır. Aşağıda basit bir tablo verilmiştir. (Tablo 2.1)



Sıra No	Araçlar	mm	Kullanma basıncı ( Bar )	Gerçek Hava Sarfıyatı ( m <sup>3</sup> /dak)
1	Derbeli somun sıkıcıları	5,9,13,19,25	6.0	0,3-0,6-0,63-1,1
2	Tornavidalar	2,3,4,5,6,8,10	6.0	0,15-0,24-0,27-0,36-0,6
3	Matkaplar/kılavuzlar	4,6,8,10,13,	6.0	0,18-0,36-0,6-0,75
6	Düz taşlamalar	80,100,	6.0	0,36-0,7-0,36-0,8-
8	Dik taşlamalar	180,230	6.0	0,3-0,95-0,12-0,19
9	Canavar taşlamalar	100,125,180	6.0	0,35-0,6-0,8-1,2
12	Titreşimli zumpara	75x82,90x16	1-3	0,3-4
14	Cilalama	180	6.0	0,5
15	Eşeleme		6.0	0,135
16	Makas	1,5	6.0	0,36
17	Testere		6.0	0,135
19	Çivi takma tabancası		6.0	0,25
20	Hafif çekic	1,5 Kg	5-6	0,4
23	Delici tabancalar	23-30 Kg	5,6	2,4-3,6
24	Boya tabancası	0,5,1,5,1,8,2,	4	0,75-0,24-0,3
25	Boya tabancası		4	0,35
26	Temizlik tabancası	1,1,5,2	6	0,075-0,15-0,25
27	Vakum temizlik tabancası		5-15	0,6
28	Gres tabancası		1-4	0,09-0,25

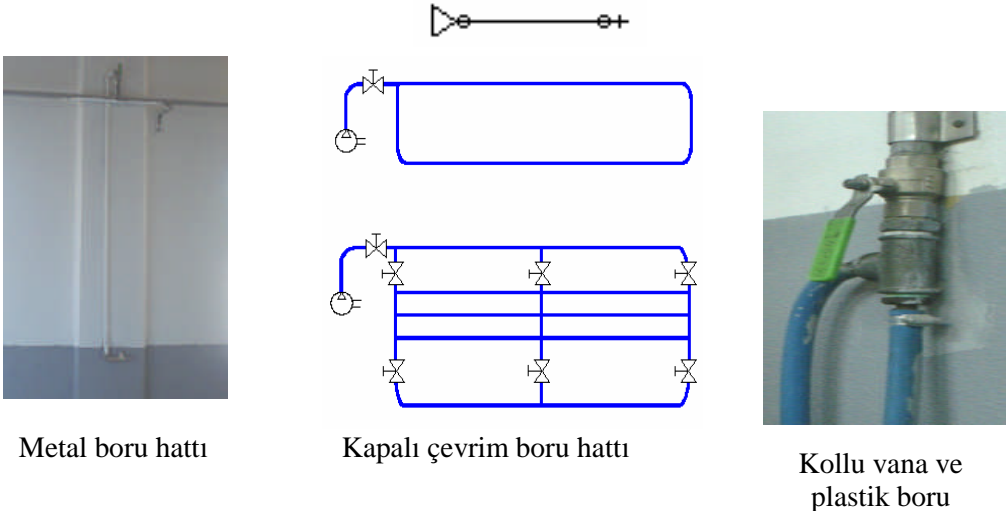
**Tablo 2.1: Araçlara göre kullanılan basınç değerleri**

## 2.2.2. Borular

Bir pnömatik sistemin diğer bir önemli kısmı da hava dağıtım sistemidir. Bu sistem boruları, hortumların, valflerin tümü ile birlikte tüm diğer sistem aksamını birleştirmek için ihtiyaç olunan bağlantı parçalarının tümünü içine alır. Hava emiş filtresinden kompresöre, soğutucular ve ayırıcılardan hava ile çalışan cihaza kadar olan sistemin tümü, boru donanımı kullanılması gerektirir. Pnömatik sistem kurulurken kompresör, tank, filtreler, ayırıcı ve yağlayıcı gibi sistemin tüm elemanları ihtiyaçlarının tamamı ve gelecekte eklenebilecek yeni eklentilerin tamamı düşünülmelidir. Cihazlar içinde gerekli tolerans bırakılmalıdır. Pnömatik boru tesisatları genel olarak, boru, hortum, rekor ve diğer bağlantı parçalarından oluşan birleşik nitelerdir. Boru, hortum ve birleştirme elemanlarının kalite ve dayanım özellikleri en üst seviyede olmalıdır. Boruların fabrika ortamında döşenmeleri sırasında hava hattının kullanımına ve hat boyunca 1–2° eğim yapılarak döşenmeleine dikkat edilmelidir. Aşağıda kapalı çevrim boru hattı döşeme şekli görülmektedir. Pnömatik hat boruları metal olarak kullanılabilir. Metal boruların uçlarına kollu vana takılarak havanın sisteme taşınması için vana ile sistem arasına plastik boru hattı döşenir. Bu birleştirmeler sırasında Pirinç rekorlar ve contalar, T parçalar, Hortum kelepçesi gibi yardımcı araçlarda emniyet için kullanılmalıdır.



**Şekil 2.8: Boru birleştirme ara parçaları**



**Şekil 2.9: Boru ve vana bağlantı şekli ve sembolü**

Boru hattı pnömomatik sistemde düz çizgi ile sembolleştirilir. Şekil 2.9'da gösterilmiştir inceleyiniz.

### 2.2.3. Şartlandırıcı

Havanın transfer hattından pnömomatik sisteme giriş yerinde kullanılan ve havayı kurulu sistem içerisinde kullanılacak özelliklere getiren elemanlara **Şartlandırıcı** denir. (Şekil 2.10)



**Şekil 2.10: Şartlandırıcı**

Hava borularının içerisinde nakil sırasında sürtünmeden dolayı içerisinde su buharı ile beraber su damlacıkları oluşacak ve bu arada basıncı yükselecektir. Ayrıca transfer sırasında boru içinde hava kirlenecek ve metal tozlarını yanında sisteme getirecektir. Kullanacağımız havadaki bu olumsuzlukları kaldırmak için şartlandırıcılar kullanılır. Şartlandırıcının görevleri;

- Havanın içindeki suyu almak
- Havanın basıncını ayarlamak
- Havayı temizlemek
- Kuru havayı yağlamak

Şartlandırıcı tek bir eleman olarak kullanılsa da dört farklı pnömatik elemandan meydana gelmiştir. (Şekil 2.11) Bunlar;

- Filtre
- Yağlayıcı
- Basınç ayarlayıcı
- Manometre

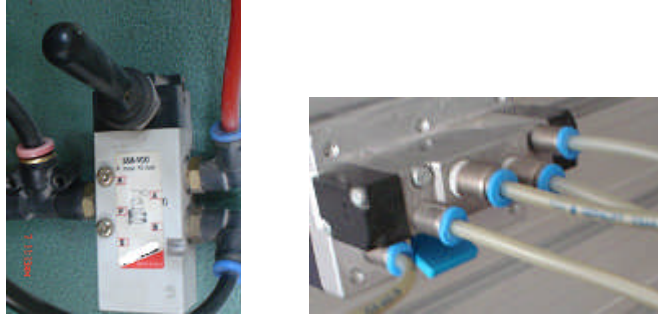


Şekil 2.11: Şartlandırıcının kısımları

Filtre ile temizlenen havanın, basınç ayarlayıcısı ile manometreden gözlenen çalışma basıncına ayarlanan basınç değeri sonrası, kuru havanın sistem içindeki elemanlarda sürtünmeyi attırmasını önlemek amacıyla yağlama ünitesi ile hava içine yağ damlatılmasından sonra hava pnömatik sistemde kullanıma verilir.

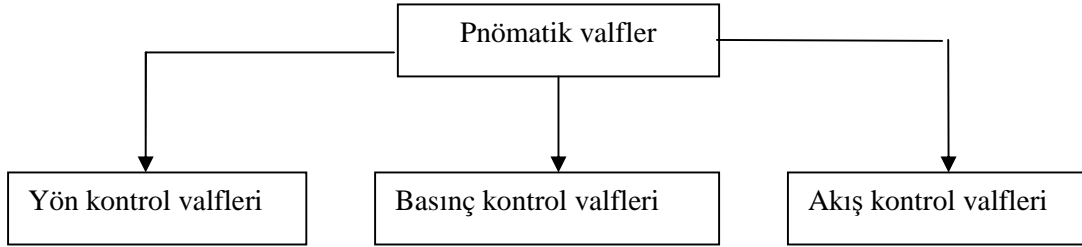
#### 2.2.4. Valfler

Havanın akışını durduran veya başlatan, akışın yönünü değiştiren, debi ve basınç değerlerini ayarlamaya yarayan devre elemanlarına **valf** adı verilir. (Şekil 2.12)



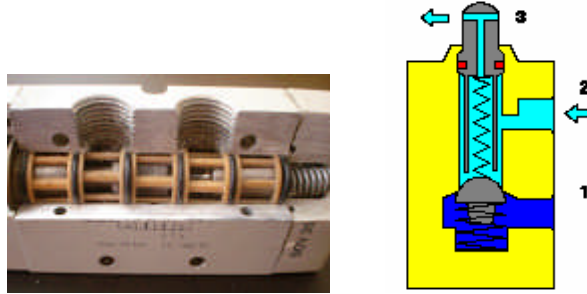
Şekil 2.12: Valfler

Valfler genel olarak kontrol ettiği yere göre isimlendirilerek 3 grupta incelenebilir.



➤ **Yön kontrol valflerinin iç yapıları**

Hava geçişini sağlayan, havanın akış yönünü belirleyen, işlem sonucunda havanın atmosfere bırakılmasını sağlayan devre elemanına yön kontrol valfleri denir. YKV leri iç yapıları değişik özellikler gösterebilir, içlerinde hava yolları, contalar, havaya yönünü açıp kapatan sürgüler bulunur. (Şekil 2.13)



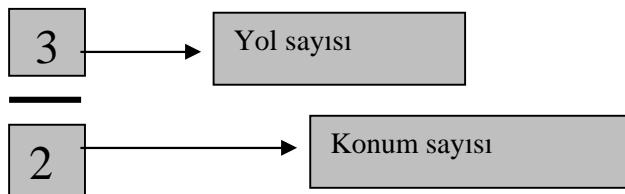
Şekil 2.13: Valf iç yapısı

➤ **Adlandırılmaları**

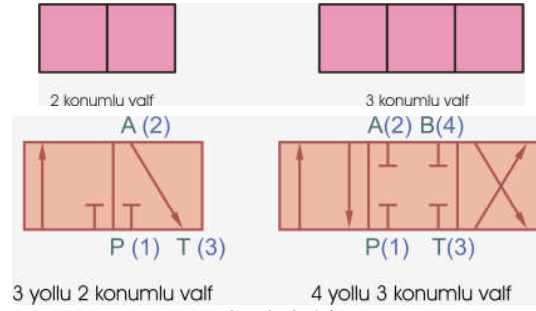
Yön Kontrol Valflerinin adlandırılmalarında sayılar kullanılır. 3/2 , 5/2 gibi. Bu tanımlamada kullanılan ilk rakam valfin yol sayısını, ikinci rakam ise valfin konum sayısını belirtir. Tanımlamada ki;

**Yol:** Herhangi bir iş yapma durumunda havanın gittiği veya gidebileceği yol sayısıdır. Bir valfte bulunan bağlantı deliği sayısı da yol sayısına eşittir. Giriş, çıkış ve egzoz kapıları valfin yol sayısını belirler.

**Konum:** Valfin iş yaptığı her bir durum o valfin konum sayısını oluşturur. Basınçlı hava yön kontrol valfine girer. Çıkış bir alıcıya bağlıdır. Bu birinci konumdur. Aynı basınçlı hava ile aynı alıcı ters yönde çalıştırmak için valfin yönü değiştirilir. Buda ikinci konumdur.

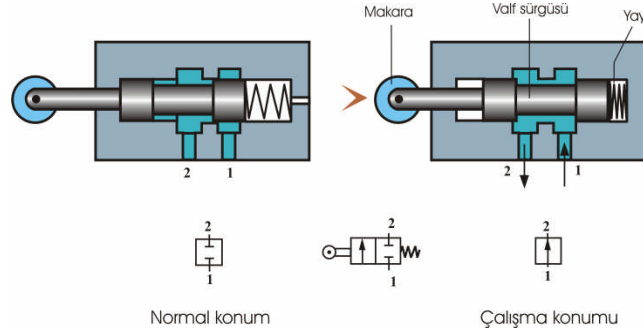


Valfin sembol çiziminde kullanılan karelerin sayısı valfin konum sayısını ifade eder. Şekil 2.15'te görüldüğü gibi bir valfin sembol çiziminde 2 kare kullanılmış ise bu valf 2 konumlu, 3 kare kullanılmış ise 3 konumludur. YKV'leri en az 2 konumludur. 2 ya da 3 konumlu valfler çok kullanılır.



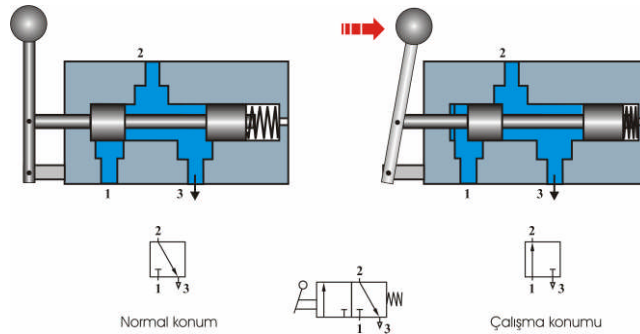
Şekil 2.14

Şekil-2.16'da makara kumandalı, geri dönüşü yaylı, 2/2 yön kontrol valfi görülmektedir. Giriş ve çıkış kapısı olmak üzere 2 yollu 2 konumlu valftir. Açma ve kapama işlemlerinde kullanılır.



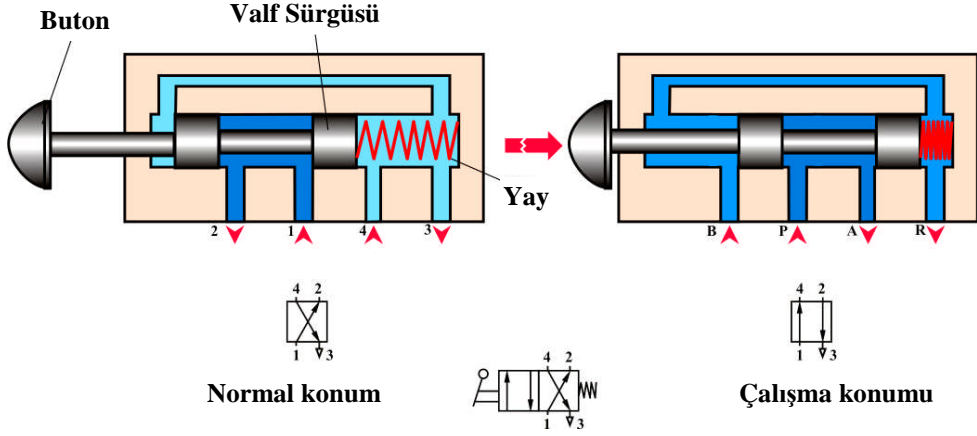
Şekil 2.15: 2/2 yön kontrol valfi

Şekil 2.16'de 3/2 YKV görülmektedir. Giriş, çıkış ve egzoz kapısı olmak üzere 3 yollu ve 2 konumlu valflerdir. Tek etkili silindirin çalıştırılmasında, uyarı sinyallerinin gönderilmesinde vb. işlemlerde kullanılır.



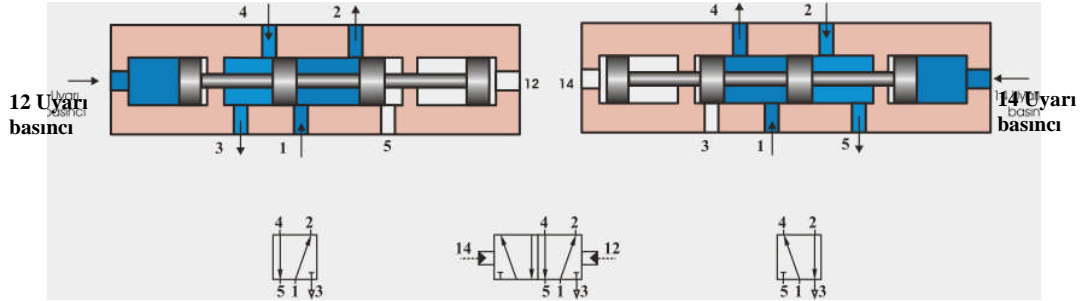
Şekil 2.16

Şekil 2.17’de 4/2 YKV görülmektedir. Pnömatik motor ve çift etkili silindirlerin hareket ettirilmesinde kullanılır. 4 yollu valflerin 3 yollu valflerden farkı 2 tane çıkış kapısının olmasıdır. Pnömatik devrelerde en fazla kullanılan valf türüdür.



Şekil 2.17: 4/2 Yön kontrol valfi

Şekil-2.18’de görülen valf; Pnömatik motor ve çift etkili silindirlerin hareket ettirilmesinde kullanılır. 4 yollu valflerin 5 yollu valflerden farkı 2 tane egzoz kapısının olmasıdır. Pnömatik sistemlerde 4 yollu valflerin yerine yapımı kolay ve maliyeti ucuz olduğu için 5 yollu valfler kullanılır.



Şekil 2.18: 5/2 Yön kontrol valfi

YKV rakam ile ve/veya harf ile işaretlenir. İşaretleme şekli Şekil 2.19’da görülmektedir.

HATTIN ADI	RAKAMLA	HARFLE
Basınç hattı	1	P
İş (çalışma) hatları	2-4	A-B
Egzoz hatları	3-5	R-S

Şekil 2.19: Yön kontrol valflerinin işaretlenmesi

Valfin gövdesinde bulunan sayılar kullanıcıya o yolun ne iş yaptığını anlatır. 1 kompresörden gelen yol, 2 silindirin önüne, 4 silindirin arkasına bağlanırken, 14 ileriye iş yapan yol, 12 de geriye iş yapan yol sembolleridir.



**Şekil 2.20: Valf üzerindeki sayıların gösterilmesi**

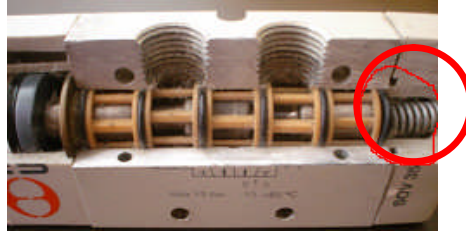
➤ **Yön kontrol valflerinin kumanda şekilleri**

YKV'nin konum değiştirme şekline kumanda şekli adı verilir. YKV' nin konum değiştirmesi valf içindeki sürgünün yer değiştirmesi ile gerçekleşir. Sürgünün konum değiştirmesi bir kol yardımıyla gerçekleşiyor ise kol kumandalı valf, pedal ile gerçekleşiyor ise pedal kumandalı valf, elektrik akımı ile gerçekleşiyor ise bobin kumandalı valf adı verilir. Şekil 2.21' de bazı kumanda türleri gösterilmiştir.

KUMANDA TÜRLERİ			
Butonlu (düğmeli)		Hava uyarılı	
Manivela kollu (tırnaklı)		Bobin kumandalı	
Pedallı		Pilot uyarılı (bobin ve hava)	
Makaralı		Bobin veya hava	

**Şekil 2.21: Yön kontrol valflerinin kumanda türleri**

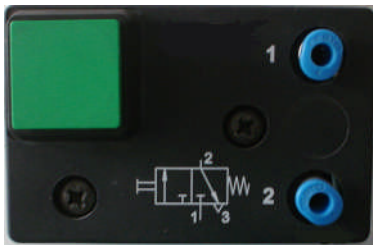
YKV'lerinin sol kutularında bulunan kumanda şekillerinin yanında sağ kutularının yanında da yay sembolü bulunabilir. Bu durumda o valfin geri konum değişikliğinin yay ile olacağı anlaşılmalıdır. (Şekil 2.22)



Şekil 2.22 : Yay geri dönüşlü valf

➤ **Valflede normalde açık-kapalı kavramı**

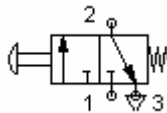
Pnömatikte kullanılan elemanların harekete geçmeleri için sinyal(işaret) almalar gerekir. Elemanın sinyal almadığı durgun konumu; o elemanın normal konumu olarak adlandırılır. Normal konum Açık veya kapalı olarak ikiye ayrılır. Bir elektrik lambasının duvardaki anahtara basılmadan yanmadığı hali (halk dilinde) normalde kapalı halidir. Bir tren yolu geçitinde trenlerin gelmediği durumda araçların geçtiği hal ise o geçit için normalde açık hal olarak örneklendirilebilir. Pnömatik valflerde ise Normalde kapalı ve normalde açık kavramları **sadece yay geri dönüşlü 3/2 yön kontrol valflerin** de kullanılır. Devre üzerinde valfe dışardan bir sinyal gelmediği hali **Normalde kapalı** halidir (Şekil 2.23) bu durumda hava geçemez ancak sinyal gelirse geçer. Bazı devrelerde ise yine elemana sinyal gelmeden hava geçişine izin vermesi istenebilir bu hale **normalde açık** valf denir (Şekil 2.24). Ancak sinyal geldiğinde havanın önünü kesecek ve geçişe izin vermeyecektir. 3/2 ykv'leri okunurken valfin normaldeki halini belirtilmesi zorunludur. Normalde kapalı buton kumandalı yay geri dönüşlü 3/2 ykv Şekil 2.25'da gösterilmiştir. Normalde açık makara kumandalı yay geri dönüşlü 3/2 ykv Şekil 2.26'de gösterilmiştir.



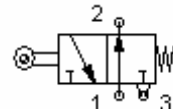
Şekil 2.23: Normalde kapalı YKV



Şekil 2.24: Normalde açık YKV



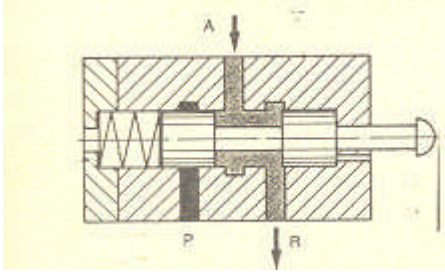
Şekil 2.25: Normalde kapalı buton kumandalı yay geri dönüşlü 3/2 ykv



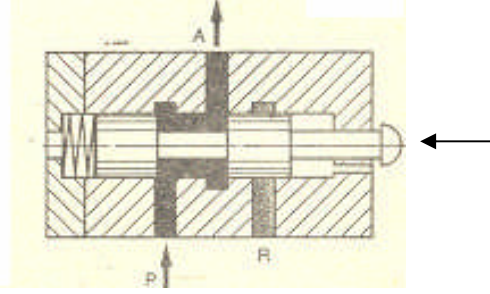
Şekil 2.26: Normalde açık makara kumandalı yay geri dönüşlü 3/2 ykv



Şekil 2.27’te normalde kapalı bir buton kumandalı yay geri dönüşlü 3/2 ykv nin içyapısı görülmektedir. Şekil 2.28’da ise bu elemanın sinyal aldığındaki durumu görülmektedir.



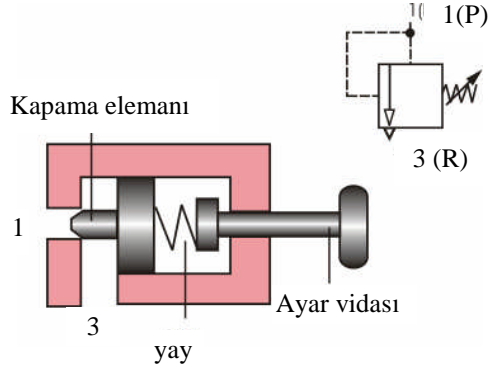
Şekil 2.27: Normalde kapalı YKV şeması



Şekil 2.28: Normalde açık YKV şeması

### ➤ Basınç kontrol valfleri

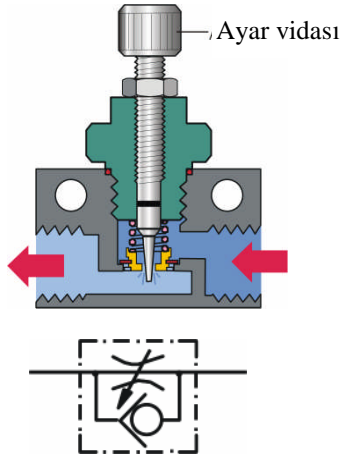
Basınç kontrol valfleri pnömomatik sistemlerde nadiren kullanılır. Basınç ayarlayıcı adı verilen elemanı, şartlandırıcı konusunda anlatmıştık. Burada sadece emniyet valfinden bahsedeceğiz. Emniyet valfi basınç ayarlanan değere geldiğinde havanın atmosfere atılmasını sağlar. Hava kazanları üzerinde kullanılır. Şekil 2.29’da basınç kontrol valfinin içyapısı görülmektedir.



Şekil 2.29: Basınç kontrol valfi

### ➤ Akış kontrol valfleri

Alıcıların hızlarını ayarlamak için debinin değiştirilmesi gerekir. Hava debisinin değiştirilmesi amacıyla kullanılan valflere akış kontrol valfi denir. Şekil 2.30’de görüldüğü gibi akış kontrol valfi üzerinde bulunan bir ayar vidası akış kesitinin değiştirilmesi görevini görür. Bu valf sayesinde iş elemanın hızı kontrol edilebilir olmuştur.



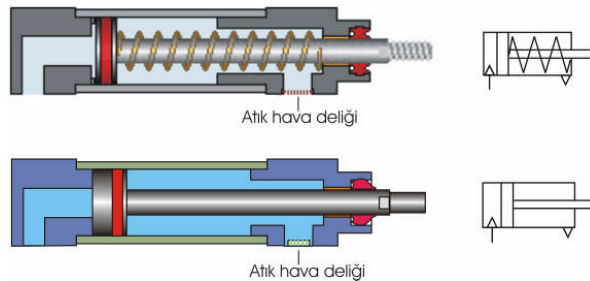
Şekil 2.30: Akış kontrol valfi

### 2.2.5. Silindirler

Doğrusal hareket elde etmek amacıyla kullanılan devre elemanıdır. Basınçlı havanın silindir içerisine etki etmesi sonucu pistonu iten bir kuvvet oluşur. Havanın pistonun diğer tarafına geçmesini önlemek amacıyla silindir üzerinde sızdırmazlık elemanları kullanılır. Basınçlı havanın piston kolu tarafından sızıntı yapmasını önlemek için bu bölgede de sızdırmazlık elemanı kullanılır. Silindirlerin tanımlanmasında etki ifadesi kullanılır. Etki; o silindire giren hava yolu sayısı gösterir.

#### ➤ Tek etkili silindirler

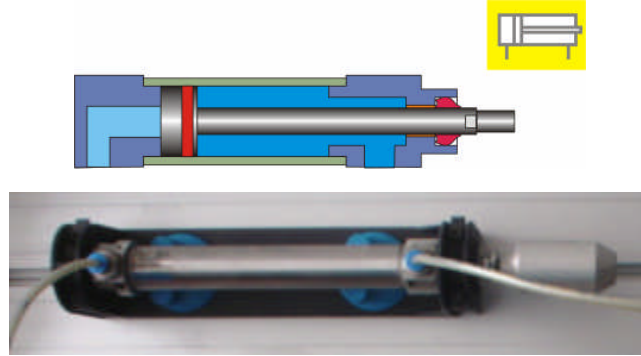
Basınçlı hava pistonun tek yüzeyinden etki ettiği için tek etkili olarak adlandırılır. Pistonun geri geliş işlemi yay ya da ağırlık yardımıyla sağlanır. Şekil 2.31’de tek etkili silindir görülmektedir.



Şekil 2.31: Tek etkili silindirler

#### ➤ Çift etkili silindirler

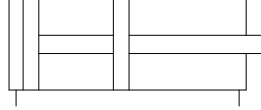
Basınçlı hava pistonu iki taraftan etki eder. Pistonun ileri gidişi ve geri geliş basınçlı hava yardımıyla sağlanır. Şekil-2.32’te çift etkili silindir görülmektedir.



Şekil 2.32: Çift etkili silindirler

➤ **Tandem silindirler**

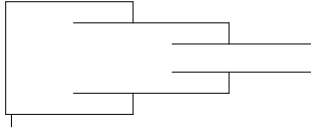
Büyük itme kuvvetlerinin gerektiği, fakat bunu sağlayabilecek silindir çapları için yer sorununun olduğu durumlarda kullanılırlar. Bir tek piston kolu üzerinde iki veya daha fazla piston baskı alanı oluşturulur. Bu sayede, normalde pistonun verebileceği kuvvetin iki veya daha fazla katı itme kuvveti sağlanır. Çift etkili silindir olmasına rağmen, genelde dört bağlantısı olur. Bunlardan ikisi pistonu ileri götürmek için kullanılırken, diğer ikisi geri getirmek için kullanılır. (Şekil 2.33)



Şekil 2.33: Tandem silindir

➤ **Teleskobik silindirler**

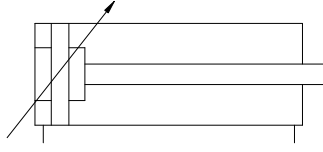
Büyük kurs mesafelerinin gerektiği fakat piston boyları için yer probleminin olduğu durumlarda kullanılır. Fazla yer kaplamaz. Genelde tek etkili olurlar. Gövdeleri büyük olduğu halde, elde edilen güç azdır (Şekil 2.34).



Şekil 2.34: Tek etkili teleskobik silindir

➤ **Yastıklı silindirler**

Silindirlerdeki piston hızlarının fazla olduğu durumlarda yada ağır yükleri hareket ettiren kurs sonuna geldiğinde silindire çarparak darbe oluşturur. Bunu engellemek için, kurs sonundaki basıncı ayarlanabilen yastıklı silindirler kullanılır. Aksi takdirde silindir çabuk deforme olur. Piston kurs sonunda yavaşlayarak, vuruntuyu tamamen giderir (Şekil 2.35).



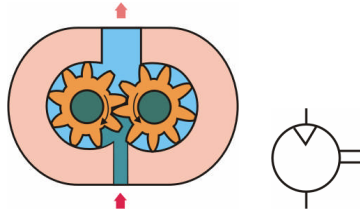
Şekil 2.35: Çift etkili yastıklı silindir

## 2.2.6. Pnömatik Motorlar

Dairesel hareket elde etmek amacıyla kullanılır. Motor içerisinde kullanılan değişik düzenekler yardımıyla basınçlı havanın pnömatik motor içerisine gönderilmesi sonucu dairesel hareket üretilir.

### ➤ Dişli tip pnömatik motorlar

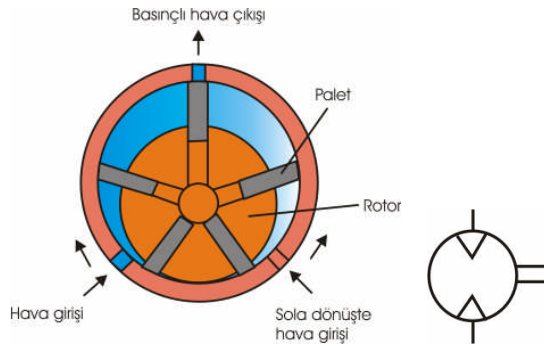
Basınçlı hava dişli çarklardan birini döndürür. Diğer dişli çark serbest olarak döner. Düşük devirli yüksek torklu motorlardır. Şekil-2.36’de dişli tip pnömatik motor görülmektedir.



Şekil 2.36: Dişli tip pnömatik motor

### ➤ Paletli tip pnömatik motorlar

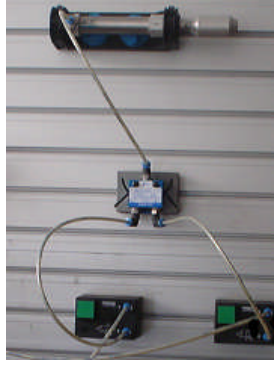
Pnömatik motorlar içinde en çok kullanılan motor çeşididir. Dönen elemana rotor adı verilir. Rotor üzerine açılmış kanallar içine paletler yerleştirilmiştir. Paletler fiber gibi yumuşak malzemeden yapılıdır. Düşük moment, yüksek dönüş hızı gereken durumlarda kullanılır. Şekil 2.37’de paletli tip pnömatik motor görülmektedir.



Şekil 2.37: Paletli tip pnömatik motor

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulama faaliyetini işlem basamaklarına göre yapınız.



Şekil 2.38

Şekil 2.38’de resmi görülen tek iş elemanlı devreyi çalıştırmak için kullanılacak tüm pnömötik elemanların kullanıma hazırlanma işlemlerini aşağıdaki işlem basamaklarına dikkat ederek yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Kompresörü çalıştırınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız</li><li>➤ İş önlüğünüzü giyiniz</li><li>➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız</li><li>➤ Çalışma sırasında kullanacağınız test cihazları ve Anahtar takımı gibi gereçlerinizi öğretmeninizi bilgilendirerek temin ediniz.</li><li>➤ Kompresörü kontrol panosundan çalıştırınız</li></ul>
➤ Hava transfer hattını kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Döşenmiş hava transfer hattının 1-2° eğimini kontrol ediniz.</li><li>➤ Boru hattında sisteme bağlantı vanasını yapınız.</li><li>➤ Kollu vanadan sistemde kullanılacak şartlandırıcıya bağlantıyı yapınız.</li><li>➤ Kollu vanayı açınız.</li></ul>
➤ Pnömötik şartlandırıcıyı çalıştırınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Şartlandırıcıdan kollu valfe bağlantıyı yapınız.</li><li>➤ Transfer hattından şartlandırıcıya hava gelişini test ediniz.</li><li>➤ Şartlandırıcı basınç ayar vidası ile havayı çalışma basıncına ayarlayınız.</li><li>➤ Çalışma basınç değerini manometreden</li></ul>

	<p>kontrol ediniz.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Şartlandırıcıda toplanmış suyu tahliye ediniz.</li><li>➤ Şartlandırıcıda yağlayıcı ayarını yapınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Pnömatik valfi takınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Şartlandırıcıdan 3/2 YKV valfine bağlantıyı yapınız.</li><li>➤ YKV'nden hava çıkışını test ediniz.</li><li>➤ YKV'den akış kontrol valfine bağlantısını yapınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Silindire hava bağlantısı yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Silindiri iş alanına montajını yapınız</li><li>➤ Valften silindire hortum bağlantısını yapınız.</li><li>➤ YKV'e kumanda ederek silindiri çalıştırınız.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları cevaplayarak bu faaliyette kazandığınız bilgileri ölçünüz.

- Aşağıdakilerden hangisi, piston geri çekilme hızının kontrolünü sağlar?
  - Kompresör
  - Akış kısma valfi
  - YKV
  - Silindir
- Pnömatik silindirlerin hidrolik silindirlere en belirgin farkı aşağıdakilerden hangisidir?
  - Dönüş hattının olmaması
  - Montaj yöntemi
  - Silindir iç kesit çapı
  - Strok uzunluğu
- Aşağıdaki elemanlardan hangisini kullanarak, bir pnömatik silindir içindeki darbeler önlenir?
  - Durdurma takozları
  - Hava kontrol valfleri
  - Yastıklama sistemi
  - Sıkıştırma yayları
- Aşağıdaki değerlerden hangisi, bir pnömatik motor seçiminde dikkate alınması gereken en önemli faktördür?
  - Hava tüketimi
  - Yağlama gereksinimi
  - Çıkış mil çapı
  - Montaj özelliği
- İş yaptıktan sonra, bir valf içinden geçerek sisteme geri dönen hava genellikle nereye yönlendirilir?
  - Kompresöre
  - Tanka
  - Atmosfere
  - Son soğutucuya.
- Dört bağlantı noktası ve iki iş yapacak olan valf, ..... yön kontrol valfi olarak adlandırılır
  - 3/2
  - 2/4
  - 4/2
  - 5/2

7. Pnömatik şartlandırıcı üzerinde aşağıdaki elemanlardan hangisi bulunmaz?

- A) Filite
- B) Basınç ayarlayıcı
- C) Motor
- D) Yağlayıcı

8. Aşağıdakilerden hangisi kompresör çeşidi değildir?

- A) Vidalı
- B) Tamburlu
- C) Pistonlu
- D) Rotorlu

9. Aşağıdaki sembollerden hangisi 3/2 valfe aittir?



10. Aşağıdaki sembollerden hangisi butonlu kumandaya aittir?



## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Pnömatik sistemlerin devre çizimini kurallara uygun olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Çevrenizde üretim tekniği içerisinde otomasyon sistemleri içinde pnömatik enerjiyi kullanan işyerlerini ziyaret ederek,

- Pnömatik sistemlerin çizilmesinde dikkat edilen noktaların neler olduğunu araştırınız.
- Gelişen pnömatik teknolojisi ile pnömatik sistemlerin çizimlerinde ve okunmalarında ki yenilikleri araştırınız.
- Devre çizimi sonrası sistemin kurulması ve çalıştırılması zamanlarında meydana çıkabilen aksaklıkları araştırınız.

## 3. PNÖMATİK DEVRE ÇİZMEK

### 3.1. Pnömatik Devre Çizimi ve Kuralları

Pnömatik devrelerde de hidrolik devrelerde olduğu gibi, 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 kullanılışısını bulmak olmalıdır. Böyle bir durumda devreyi oluşturacak elemanları seçebilmek için, devre elemanlarını iyi tanımak, ayrıca istenilen şartları (problem) iyi algılamak gereklidir.

#### 3.1.1. Pnömatik Sistem Şartları

Sistem için **VE** ya da **VEYA** şartının varlığı kontrol edilmelidir. Sistemin çalışması veya durması için ek bir şartın var olup olmadığını kontrol edilmelidir. Sistemin çalışma durumunun otomatik mi? Tekrar kumandalı mı? olduğuna dikkat edilmelidir. Yapılacak devre çizimine göre devrenin kurulumu 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 debiyi ve basıncı sağlayabilecek kompresör kullanılmalıdır.

### 3.1.2. Elemanların Çizim ve Bağlantı Sırası

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 kâğıdına düzgün yerleştirilmelidir.

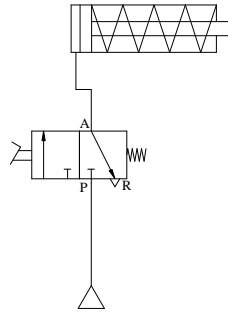
Yatay ya da dikey düz çizgi ile gösterilen bağlantı elemanlarının mümkün olduğunca birbiri üzerinden geçmemesine ve çakışmamasına gayret gösteriniz. Bağlantı elemanları çapraz veya değişik açılarda çizilmemelidir. Bağlantı elemanlarının birleştiği yerlere küçük nokta konulmalıdır. Bu, resmin okunmasında yapılabilecek hataları azaltır.

Basınç kontrol valflerinin yanına, ayarlanacağı basınç değeri Bar cinsinden yazılmalıdır. Devre çizimini aşağıdan yukarıya doğru hazırlayarak çizim sırasında sistemden istenen özelliklere dikkat edilmelidir. Pnömatik sistemi meydana getirmiş elmanların devre çiziminde her bir elemana numara verilir.

#### ➤ Tek etkili bir silindirin ileri geri hareketinin sağlanması

Devreyi oluşturan elemanlar:

Kompresör, Pedal kumandalı NK 3/2 yön kontrol valfi, Tek etkili silindir.



Şekil 3.1: Tek etkili silindiri harekete geçirme

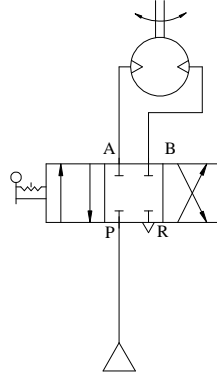
- **Çalışma prensibi**
  - **1. Konum:** Kompresörden gelen hava, normalde kapalı valften geçemez. Silindir içerisindeki yay baskısı, pistonu geri iter. Bu nedenle 1. konumda piston geride durur.
  - **2. Konum:** Valfin pedalına basıldığında, kompresörden gelen hava, valften geçerek, silindirin içerisine dolmaya başlar. Havanın gelmeye devam etmesiyle, piston ileri doğru hareket eder. Pistonun

önünde eğer bir yük varsa, pnömatik güç bu yükü iter. Bu nedenle 2. konumda piston ileride durur (Şekil 3.1).

### ➤ **Bir pnömatik motorun çalıştırılması**

Devreyi oluşturan elemanlar:

Kompresör, kertikli Kol kumandalı 4/3 yön kontrol valfi, pnömatik Motor.



Şekil 3.2: Motor devresi

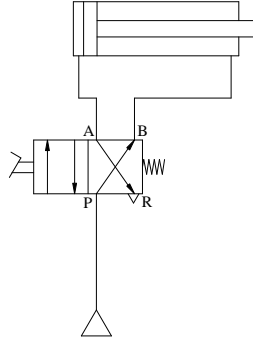
#### • **Çalışma prensibi**

- **1. Konum (orta konum):** Kompresörden gelen hava, valften geçemez. Bu nedenle motor 1. konumda durur.
- **2. Konum (sol):** Valfin kolu 2. konuma getirildiğinde, kompresörden gelen hava, valften geçerek, motoru saat yönünün tersine döndürür. Motora giden hava motorun diğer ucundan çıkarak, valften geçer ve atmosfere boşaltılır. Valf bu konumda olduğu sürece motor, saat yönünün tersine döner. Dönüş yönü, motor simbolünün üzerindeki yay şeklindeki oka bakılarak anlaşılır. Hava hangi tarafa gidiyorsa, motor o yönde döner.
- **3. Konum (sağ):** Valfin kolu 3. konuma getirildiğinde, kompresörden gelen hava, valften çapraz geçerek, motoru saat yönünde döndürür. Motora giren hava, motorun diğer ucundan çıkarak, valften geçip atmosfere boşaltılır. Valf bu konumda olduğu sürece motor saat yönünde döner.(Şekil 3.2)

### ➤ **Çift etkili bir silindirin ileri geri hareketinin sağlanması**

Devreyi oluşturan elemanlar:

Kompresör, pedal kumandalı 4/2 yön kontrol valfi, çift etkili silindir (Şekil 3.3).



**Şekil 3.3: Çift etkili silindir hareketi**

- **Çalışma prensibi**
  - **1. Konum:** Valfin yay kumandalı olmasından dolayı, hiçbir müdahale yapılmadığında, 4/2 yön kontrol valfinin sağ taraftaki, çapraz oklarla gösterilen konumu çalışır. Kompresörden gelen hava, valfin B çıkışından çıkar. Silindirin ön tarafına giden hava, pistonu geri iter. Pistonun geri gelmesi için bu konum kullanılır. Piston geri giderken silindirin arka haznesinde bulunan hava ise valfin içinden geçerek, atmosfere boşaltılır. Piston, 1. konumda son noktaya kadar geri gelir ve geride durur.
  - **2. Konum:** Valfin pedalına basıldığında kompresörden gelen hava, 4/2 yön kontrol valfinin sol tarafındaki dikey oklarla gösterilen konumu çalışır. Kompresörden gelen hava, bu sefer valfin A çıkışından çıkar. Silindirin arka tarafına yönelen hava, pistonu ileri iter. Havanın gelmeye devam etmesiyle, piston ileri doğru hareketini sürdürür. Piston ileri giderken silindirin ön haznesinde bulunan hava, valfin içinden geçer ve atmosfere boşaltılır. 2. konumda piston son noktaya kadar ileri gider ve ileride durur. (Şekil 3.3)

### 3.2. Pnömatik Devrenin Numaralandırılması

Pnömatik devre çizimini meydana getirmiş elmanların numaralandırılmasında uluslararası standartlar kullanılır ve aşağıdaki kurallara uyulur. Bu numaralandırma sayesinde karışık devre çizimleri rahatlıkla okunabilir.

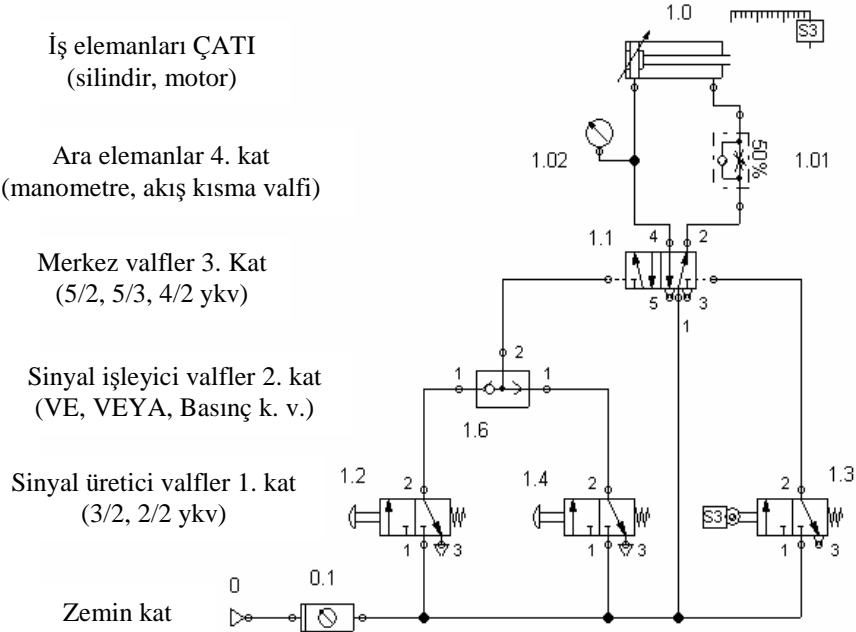
Numaralandırmaya sistemdeki silindirlere başlanır; 1.0 (bir silindirli devre), 2.0 (iki silindirli devre)

- Silindire hava gönderen merkez valfler (5/2 YKV, 5/3 YKV) ; 1.1, 1.2, 2.1, 2.2
- Silindir ile merkez valf arasındaki elemanlar (akış kısma valfi, manometre); 1.01, 1.02

- Silindirin pistonunun *ileri* hareketinde görevli sinyal üretici valfler (3/2YKV,2/2 YKV); 1.2, 1.4, 1.6 ...
- Silindirin pistonunun *geri* hareketinde görevli sinyal üretici valfler (3/2YKV, 2/2 YKV) ; 1.3, 1.5, 1.7 ...
- Enerji kaynağı (kompresör) ; 0
- Enerji kaynağından sonra ki şartlandırıcı; 0.1

### Uygulama:

Sağ veya sol el butonlarına basılması ile *ileriye yavaş* gidecek silindir, pistonunun *ileri son konumda* otomatik olarak kendisin geri gelmesi isteniyor. Silindir *arka basıncının sürekli kontrolü isteniyor*. Bu verilere göre gerekli devre şemasını çizip ve numaralandırınız?



Şekil 3.4: Örnek soru

**Çözüm:** Sorudaki şartlara dikkat ediniz. (Şekil 3.4)

Pnömatik devre çizimini bir apartman gibi düşünerek çözüme gidiniz.

### 3.3. Pnömatik Devrelerin Diyagramları

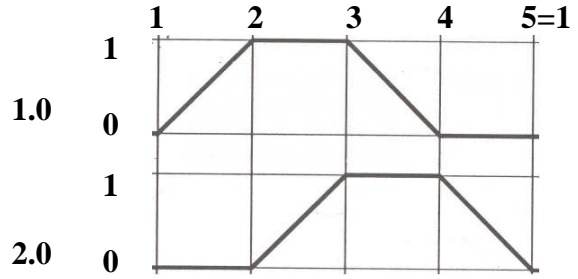
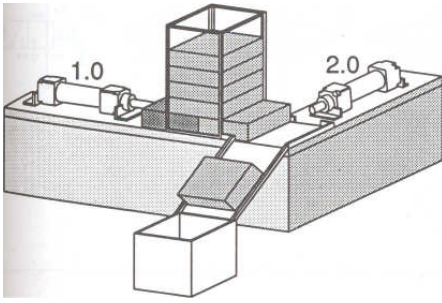
Hidrolik ve pnömatik sistemlerde birden fazla silindir kullanıldığında birden çok işlem basamağı oluşur. Hangi durumda hangi silindirin konumunun ne durumda olduğunun takibi için çözüme başlanmadan önce sorudaki işlem basamaklarına göre yol-adım diyagramı hazırlanmalıdır. Yol-adım diyagramının ikinci avantajı da; sistemde bir arıza oluştuğunda hareket aksamısından dolayı sorunlu bölge kolaylıkla bulunur. Yol-adım diyagramı çizim kuralları;

- Silindirlerin numaraları diyagrama yazılmalıdır. 1.0, 2.0 ...
- Pistonların ileri hareketi + , geri hareketi – olarak gösterilmelidir.
- Yatayda zaman dilimleri olarak 1,2,3,4, ... kullanılmalıdır.
- Dikeyde konum belirleyici 0: silindirin durma zamanı 1: pistonun ilerdeki zamanı
- Çizimler teknik resim kurallarına uygun olarak kareli kâğıda yapılmalıdır.

### Uygulama:

Bir magazinden parçaların alınması iki çift adet etkili silindirle gerçekleştirilsin. Bir butonun basılmasıyla 1.0 numaralı silindir parçayı magazinden alıp ileri doğru sürecektir. 2.0 numaralı silindir ise bu parçayı bir eğik yüzey aracılığıyla bir başka kutuya itsin. Parçanın diğer kutuya itilmesinden sonra, önce 1.0 numaralı silindirin piston kolu geri dönsün, daha sonra 2.0 numaralı silindirin piston kolu geri dönsün. (Şekil 3.5)

**Çözüm:** Yol-Adım Diyagramı çizilerek başlanır



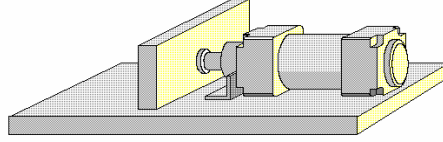
Şekil 3.5: Örnek soru

## 3.4. Pnömatik Devrelerin Okunması

Pnömatik sistemler için bazı durumlarda çizilmiş projelerin okunması gerekebilir. Devrelerin çizilmesi için kullanılmış uluslararası standartlar sayesinde hazır devrelerinde okunarak anlaşılması kolay olacaktır. Devreleri okurken aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir.

Hazırlanmış Yol-Adım diyagramı okunmalıdır. Diyagram yoksa iş elemanlarının yaptığı işler konumlarla eşlenerek diyagram çizilmelidir. Pnömatik devrenin numaralarılmasına dikkat edilmelir. İş elemanın konum değişikliğini yapacak butonlu valfler ve makaralı valflerin aralığına dikkat edilmelidir. Devre çiziminde algılayıcıların (sensör) varlığı kontrol edilmelidir.

## UYGULAMA FAALİYETİ



Yukarıda resmi görülen Tek iş elemanı sistemin pnömatrik devre çizimini aşağıdaki işlem basamaklarına dikkat ederek yapınız?

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Pnömatik sistemin çalışma amacını belirleyiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız</li><li>➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız</li><li>➤ Çalışma sırasında kullanacağınız cihazları ve çizim takımını gibi gereçlerinizi öğretmeninizi ilgilendirerek temin ediniz.</li><li>➤ Çizimini yapacağınız devrenin nerelerde kullanılabileceğini araştırınız.</li><li>➤ Devrede kullanılan elemanların hangi sırayla çalışacağını ve sistemin kumanda şeklini eskiz kâğıdınıza yazınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Pnömatik sistemin Yol-Adım diyagramını çiziniz</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İş elemanının zaman dilimlerine göre hareket konumlarını belirleyiniz.</li><li>➤ Yol-adım diyagramı için ölçekli kâğıt kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Pnömatik devre çiziminde kullanılacak elemanları belirleyiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sistemin çalışması için belirlenmiş elemanların sembollerini çiziniz.</li><li>➤ Elemanların sembollerini ilgili modül başında görüleceği gibi aşağıdan yukarıya doğru çiziniz.</li><li>➤ Devre elemanlarını düz boru hattı çizgileri ile birleştiriniz.</li><li>➤ Hat çizgilerinin birbirlerini kesmemesine dikkat ediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devre elemanlarını numaralandırınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Numaralandırmaya iş elemanından başlayınız.</li><li>➤ Numaralandırma kurallarının yazılı olduğu modül konu başlığına dikkat ediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Pnömatik devre çizimini bilgisayar ortamında çiziniz.</li><li>➤ Pnömatik devrenin simülasyonunu yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bilgisayarda Fluidsim programını kullanınız.</li><li>➤ Kâğıda çizilmiş devrenin çizimini program çalışma sayfasına çiziniz.</li><li>➤ Devre çiziminin simülasyonunu yapınız.</li><li>➤ Simülasyon ile devreden beklenen işi yaptığını test ediniz.</li><li>➤ Olası sorunlar için çözüm yolları geliştiriniz.</li></ul>

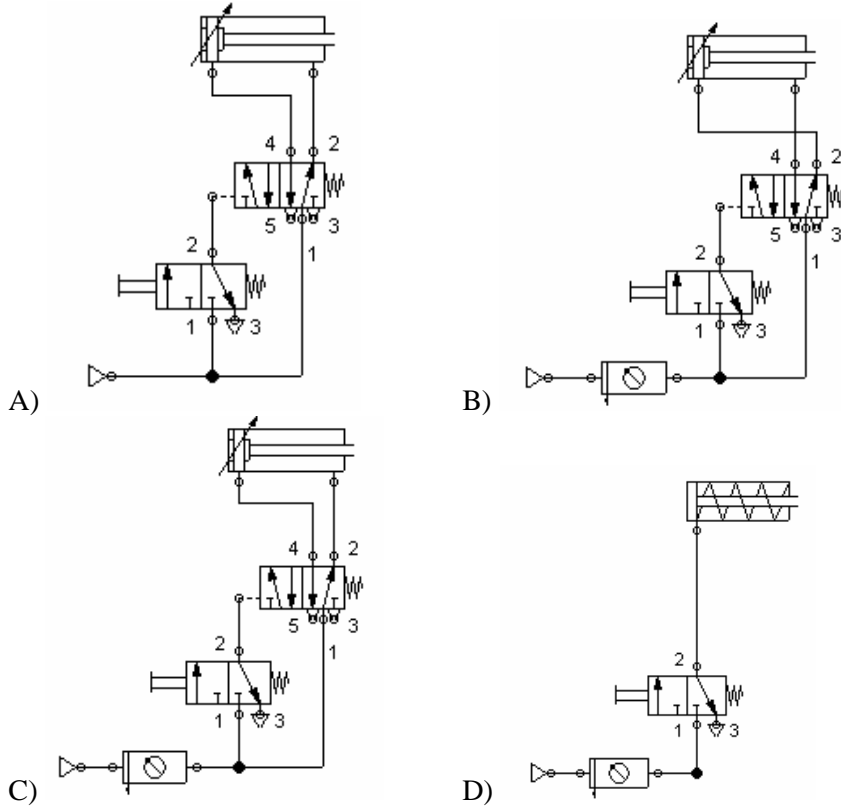
## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları cevaplayarak bu faaliyette kazandığımız bilgileri ölçünüz.

1. Aşağıdakilerden hangisi pnömatrik bir devreden beklenen şart olamaz?

- A) Sistem için VE ya da VEYA şartının varlığı.
- B) Sistemin çalışması veya durması için ek bir şartının varlığı
- C) Sistemin çalışma durumunun otomatik olup olmadığı
- D) Devre elemanlarının sulu ortamda çalışmaları

2. Aşağıdaki devrelerden hangisinde 3/2YKV, kompresör, şartlandırıcı, 5/2YKV ve çifttekli silindir elemanları ile kurulmuş devre çizimi vardır?

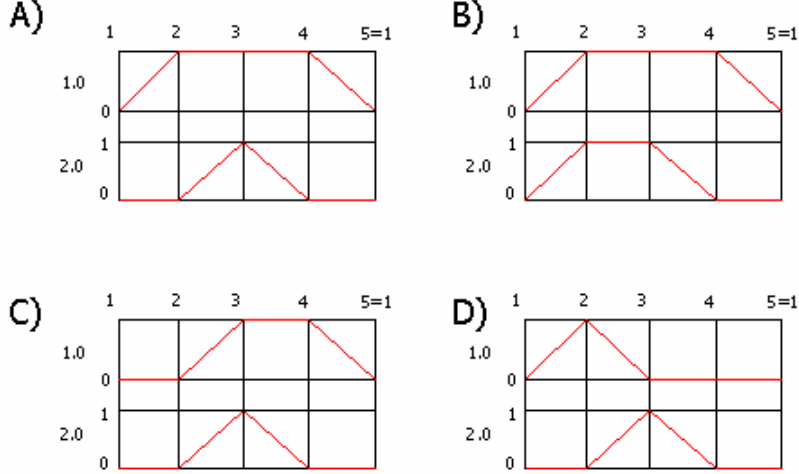


3. Pnömatrik devrelerin numaralandırılmasında merkez valf numarası aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 1.0
- B) 1.1
- C) 1.01
- D) 1.2

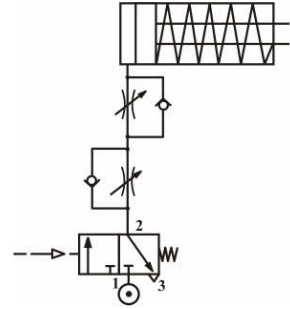


4. 1.0 silindiri 1.sn de ileri çıkar ve 2.ve 3.sn orada beklerken 2.0 silindiri 1.sn de geride iken 2.sn de ileri 3.sn de geri gelir.4.sn de 1.0 silindiri geri gelirken 2.0 Silindiri geride ekleyecektir. Bu hareket çevrimine göre hazırlanması gereken yol- adım diyagramı aşağıdakilerden hangisidir?



5. Yandaki şekilde silindir için 2 adet çek valfli akış kontrol valfi kullanılmasının sebebi nedir?

- A) İleri hareket hızını ayarlamak.
- B) Geri hareket hızını ayarlamak.
- C) İleri ve geri hareket hızlarını birbirinden bağımsız ayarlamak.
- D) 2 valf kullanmanın gereği yoktur



## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## AMAÇ

Pnömatik sistemlerde kontrol yöntemlerini güvenlik kurallarına ve standartlara göre uygulayabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Çevrenizde üretim tekniği içerisinde otomasyon sistemleri içinde pnömatik enerjiyi kullanan işyerlerini ziyaret ederek;

- Pnömatik sistemlerde kontrol için dikkat edilen noktaların neler olduğunu araştırınız.
- Gelişen pnömatik teknolojisi ile pnömatik sistemlerin kontrol yöntemlerinde ki yenilikleri araştırınız.

## 4.KONTROL SİSTEMLERİ KURMAK

### 4.1. Pnömatik Sistemlerde Kontrol ve Yöntemleri

Kontrol sistemleri, Pnömatik işlerin başlama, devam etme ve sona erme zamanlarında olma kaydı ile yön, basınç ve konum kontrolü alanlarında yapılır.

#### 4.1.1. Yön Kontrolü

Pnömatik sistem de yön kontrolü, Yön kontrol valfleri ile yapılır. Bu valfler sayesinde yönü değiştirilen hava iş elemanın ilerleme yönüne karar verir olmuştur. Yön kontrol valflerini kendi aralarında iki gruba ayırabiliriz. Bunlar;

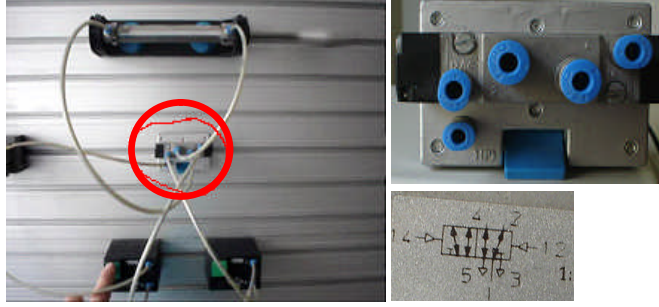
- **Sinyal üretici YKV leri ( Şekil 4.1):**
  - 3/2 ykv
  - 2/2 ykv



Şekil 4.1: Yön kontrolü

➤ **Sinyal işleyici Merkez YKV leri ; (Şekil 4.2)**

- 5/2 ykv
- 5/3 ykv
- 4/2 ykv

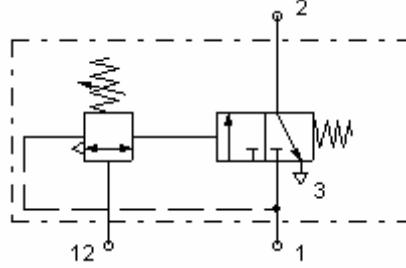


Şekil 4.2: Sinyal işleyici

#### 4.1.2. Basınç kontrolü

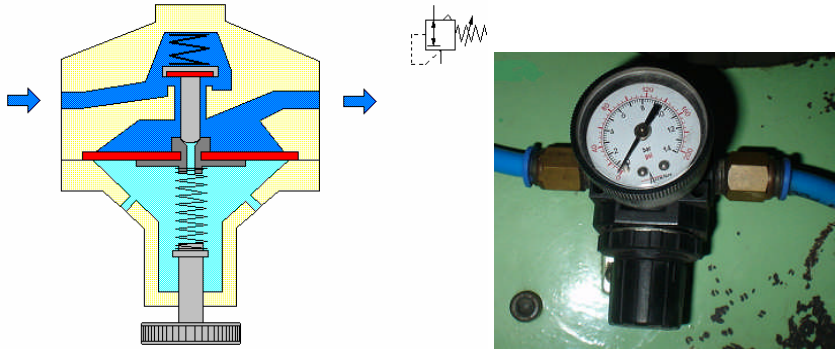
Pnömatik sistemlerde basınç kontrolü; Basınç sıralama valfi, Tahliyeli basınç ayar valfi, Manometre elemanları ile yapılır. (Şekil 4.3, 4.4 ve 4.5)

➤ **Basınç sıralama valfi**



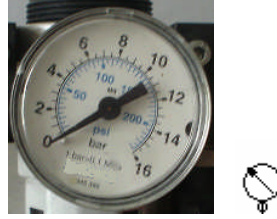
Şekil 4.3: Basınç kontrolü

➤ **Tahliyeli basınç ayar valfi**



Şekil 4.4: Tahliyeli basınç ayar valfi

➤ **Manometre**

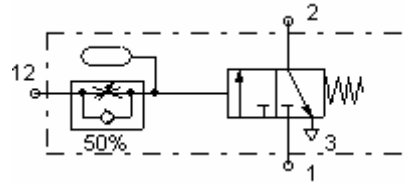


Şekil 4.5: Manometre

### 4.1.3. Konum Kontrolü

Pnömatik sistemde konum kontrolü; Zaman geçiktirme valfi, tek yönlü ayarlanabilir akış kontrol valf, makaralı valfler ve mafsal makaralı valfler ile yapılırlar (Şekil 4.6).

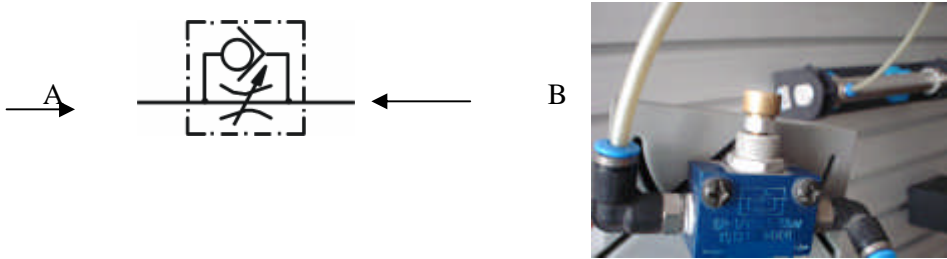
➤ **Zaman geçiktirme valfi**



Şekil 4.6: Zaman geciktirme valfi

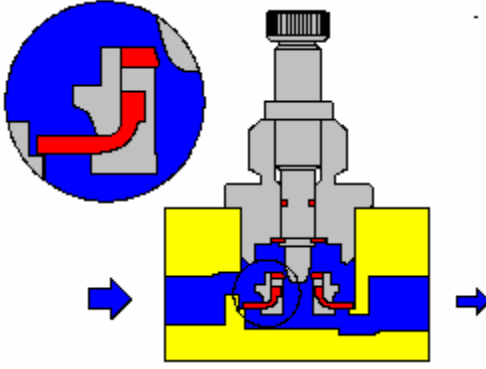
➤ **Tek yönlü ayarlanabilir akış kontrol valfi**

Hava A dan akış yaptığında topla kapalı yolda geçemeyeceği için vida ile ayarlanabilen kanaldan geçecek ve bu arada da hız ve konum kontrolü yapılabilecektir.(Şekil 4.7)

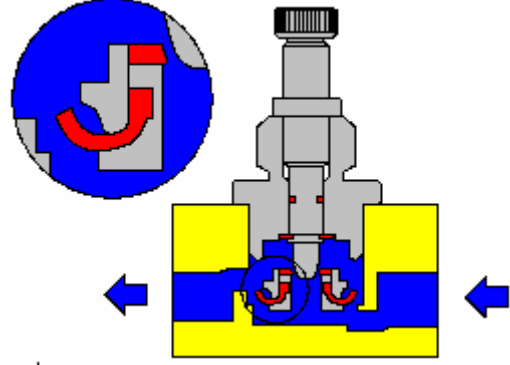


Şekil 4.7: Akış kontrolü

Bir silindirin hız kontrolü de, tek yönlü ayarlanabilir akış kontrol valfinin kullanılması; Şekil 4.7 da görülen tekyönlü ayarlanabilen akış kontrol valfinin iç yapısının özelliği sayesinde silindir pistonlarının iş yapma hızlarının kontrolü için en çok kullanılan eleman olmuştur. İç yapısında var olan top(metal yaprak) sayesinde A'dan – B yönde geçişe izin verirken, hava vida ile ayarlanabilir diğer kanaldan geçmesi sırasında kesitin daraltılması ile piston hızı yavaşlatılabilmektedir. (Şekil 4.8 ) Hava akışı B'den – A'ya olduğu durumda ise hava hem topun üstünden hemde diğer kanaldan rahatlıkla geçeceği için hız kontrolü yapılmaz.(Şekil 4.9)



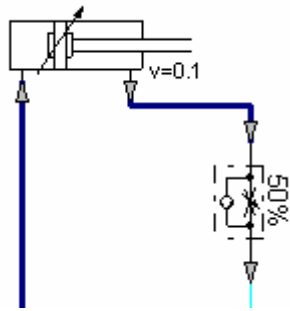
Şekil 4.8: Yaprığın kapalı hali



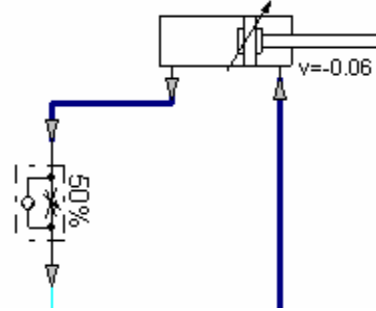
Şekil 4.9: Yaprığın açık hali

Bu elemanın devreye montajı için aşağıdaki hususlara dikkat ediniz.

- Tek yönlü ayarlanabilen akış kontrol valfini silindirin yakınına bağlayınız.
- Bu elemanın pistonun ileriye gidiş – geriye geliş hızlarından hangisini kontrol etmesi istendiğine dikkat ediniz.
- Pistonun ileri hızını yavaşlatmak için silindirin önüne elemanı bağlayınız. (Şekil 4.10)
- Pistonun içeri giriş (geri) hızının yavaşlatılması için elemanı silindirin arkasına bağlayınız. (Şekil 4.11)



Şekil 4.10: İleri hareket hızı yavaşlatılmaktadır



Şekil 4.11: Geri hareket hızı yavaşlatılmaktadır

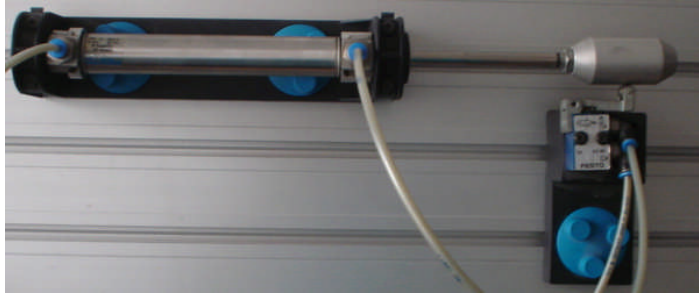
Tek yönlü ayarlanabilir akış kısma valfi, çıkış (egazos) havasının kısılması ile çalışır. Böylece pistonun hareket sırasında kesintili hareket yapması önlenir.

➤ **Makaralı valfler**

Bu valfler sinyal üretici yön kontrol valfleri grubunda da incelenebileceği gibi, kullanış amaçları konum değiştirme olduğu için konum kontrol elemanı olarak sınıflandıracağız. İş elemanın bu valfe çarpması ile otomatik olarak kendi konumunu değiştirir olmuştur. (Şekil 4.12 ve 4.13)



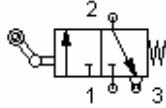
Şekil 4.12: Makaralı valf



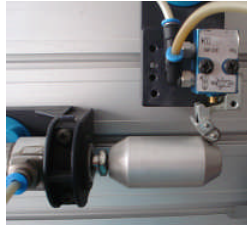
Şekil 4.13: Makaralı valfin kullanılışı

➤ **Mafsal makaralı valfler**

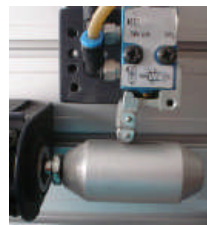
Bu valfler mekanizmalarındaki mafsal sistemi sayesinde sadece tek yönde konum değişikliği yapabilirler. Şekil 4.14



Sinyal yok



Sinyal var

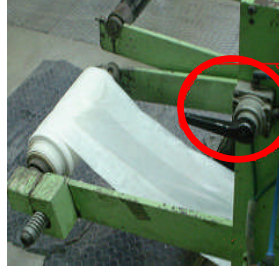


Şekil 4.14: Mafsal makaralı valf in kullanılışı

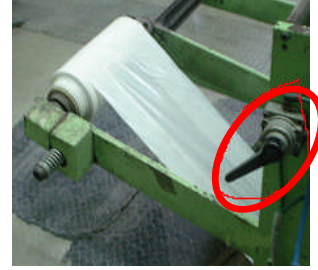
## UYGULAMA FAALİYETİ



Şekil 4.15

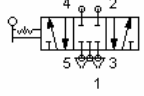



Şekil 4.16



Şekil 4.17

Hareket resimi Şekil 4.15, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17 de görülen sistemin, konum ve basınç kontrollerinin gerçekleştirilmesini, aşağıdaki işlem basamaklarına dikkat ederek yapınız?

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pnömatik sistemin çalışma amacını belirleyiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız</li> <li>➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız</li> <li>➤ Çalışma sırasında kullanacağınız cihazları ve çizim takımını gibi gereçlerinizi öğretmeninizi ilgilendirerek temin ediniz.</li> <li>➤ Devrenin makine içinde kullanılış amacını belirleyiniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pnömatik sistemin çalışma konumlarını belirleyiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İş elemanın zaman dilimlerine göre hareket konumlarını belirleyiniz.</li> <li>➤ Sistemin üç iş yapacağına dikkat ediniz.</li> <li>➤ Hareket konumlarını gerçekleştirecek elemana karar veriniz.</li> <li>➤ 5/3 kol kumandalı ykv kullanınız.</li> </ul> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Konum kontrol elemanını makineye bağlayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kol kumandalı 5/3 ykv ni silindir koaldırma düneğinin hemen yanına vidalı bağlantısını yapınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sistem için gerekli basınç miktarına karar veriniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pnömatik iş için gerekli basınç miktarını belirleyiniz.</li> <li>➤ Basınç kontrol elemanını temin ediniz.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Basınç kontrol elemanını konum kontrol ykv nin yanına montaj yapınız.</li> </ul>

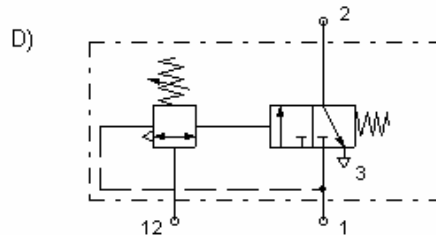
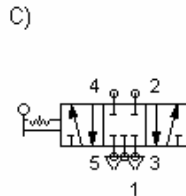
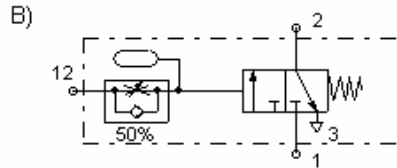
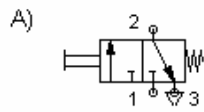
<p>➤ Konum kontrol elemanı ile basınç kontrol elemanını bağlayınız.</p>	<p>➤ 5/3 kol kumandalı ykv ile Basınç ayar valfini pnömatik hortu ile bağlayınız.</p> <p>➤ Basınç kontrol elemanını belirlenen basınç değerine ayarlayınız.</p> <p>➤ Konum kontrol elemanı ile sistemden beklenen üç işin yapılması durumunu test ediniz.</p>
---	---



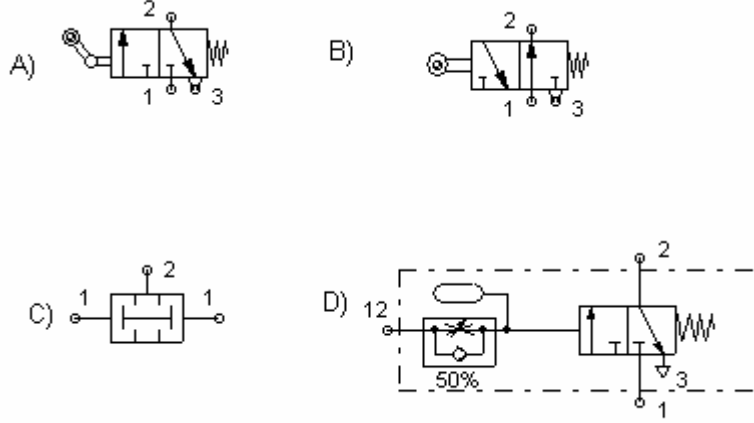
## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları cevaplayarak bu faaliyette kazandığınız bilgileri ölçünüz.

- Aşağıdakilerden hangisi pnömatik sistemlerde kontrol yöntemlerinden değildir?
  - Konum
  - Basınç
  - Kumanda
  - Yön
- Aşağıdakilerden hangisi sinyal üretici yönkontrol elemanıdır?
  - Hava uyarılı yay geri dönüşlü 5/2 ykv
  - Buton kumandalı yay geri dönüşlü 3/2 ykv
  - Hidrolik yağ uyarılı yay geri dönüşlü 4/2 ykv
  - Hava uyarılı hava geri dönüşlü 5/3 ykv
- Aşağıdakilerden hangisi basınç kontrol elemanıdır?
  - Zaman gecikme valfi
  - 3/2 yökontrol valfi
  - VE valfi
  - Tahliyeli basınç ayar valfi
- Aşağıdaki pnömatik devre elemanı sembollerinden hangisi konum kontrol elemanına aittir?

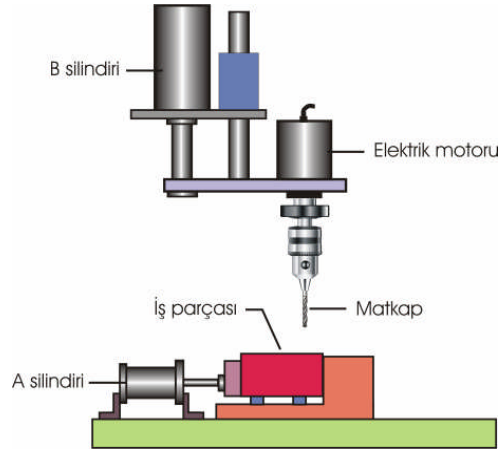


5. Aşağıdaki pnömatik devre elemanı sembollerinden hangisi konum kontrol elemanına ait değildir?



### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.



Şekil 4.18

Şekil 4.18’de resmi görülen, hava ile çalışması istenen sistemin pnömatik devre tasarımını yapınız. Çalışmasını, kontrol yöntemlerine dikkat ederek bağlantılarını gerçekleştiriniz?

# MODÜL DEĞERLENDİRME

**Modül ile kazandığınız bilgileri aşağıdaki soruları cevaplayarak ölçünüz.**

1. Pnömatik sistemlerin kullanım amaçlarını maddeler halinde yazınız?
2. Atmosfer basıncı nedir? 1 kg/cm<sup>2</sup> ye kaç bar lık basınç uygulanır?
3. Havayı pnömatik sistemde kullanıma hazır hale getiren elemanları maddeler halinde yazınız?
4. 8 bar basıncındaki hava 1 m<sup>3</sup> 'lük bir kompresörde sıkışmış halde bulunuyor. Aynı havanın 4 m<sup>3</sup> lük bir alana yayıldığı düşünülduğünde basınç ne olur?
5. Pnömatik ve hidrolik sistemleri, iletilen kuvvet, çalışma koşulları, çalışma basıncı, enerji taşıma mesafesi ve silinir hız yönlerinden karşılaştırınız.
6. Sinyal üretici yönkontrol valflerini adlarını yazarak pnömatik sembollerini çiziniz?
7. Pnömatik elemanların kumanda şekillerinin adlarını yazarak sembollerini çiziniz?
8. Pnömatik sistemde bir çift etkili silindir vardır. Bu silindirin pistonunu ileri hareketini buton kumandalı bir 3/2YKV i, geriye hareketini pedal kumandalı bir 3/2 ykv yapacaktır. Bu iki valfin ürettiği sinyaller, sinyal işleyici merkez bir 5/2 ykv ile iş elemanı ileriye giderken yavaş olarak çalıştırılacaktır. Bu istenilere göre pnömatik elemanları ile kurulmuş pnömatik devre çizimini yapınız? Devre elemanlarını numaralandırınız?
9. Pnömatik sistemlerde konum kontrol elemanlarının adlarını yazınız?
10. Tırnaklı kol kumandalı, yay geri dönüşlü, 5/2 yön kontrol elemanının pnömatik devre sembolünü çiziniz?

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

**Modülde yaptığınız uygulamaları tekrar yapınız. Yaptığınız bu uygulamaları aşağıdaki tabloya göre değerlendiriniz.**

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1. Kompresörü çalıştırdınız mı?		
2. Basınçlı hava kurutucusunu çalıştırdınız mı?		
3. Basınçlı hava soğutucusunu çalıştırdınız mı?		
4. Hava tankını çalıştırdınız mı?		
5. Hava transfer hattını kontrol ettiniz mi?		
6. Şartlandırıcı giriş ve çıkış bağlantılarını yaptınız mı?		
7. Şartlandırıcı ve tezgâha bağlantısını yaptınız mı?		
8. Hava transfer hattını kontrol ediniz mi?		
9. Pnömatik şartlandırıcıyı çalıştırdınız mı?		
10. Pnömatik valfi taktınız mı?		
11. Silindire hava bağlantısı yaptınız mı?		
12. YKV e kumanda ederek silindiri çalıştırdınız mı?		
13. Pnömatik sistemin çalışma amacını belirlediniz mi?		
14. Pnömatik sistemin Yol-Adım diyagramını çizdiniz mi?		
15. Pnömatik devre çizimininde kullanılacak elemanları belirlediniz mi?		
16. Devre elemanlarını numaralandırdınız mı?		
17. Pnömatik devre çizimini bilgisayar ortamında çizdiniz mi?		
18. Pnömatik devrenin simülasyonunu yaptınız mı?		
19. Pnömatik sistemin çalışma amacını belirlediniz mi?		
20. Pnömatik sistemin çalışma konumlarını belirlediniz mi?		
21. Konum kontrol elemanını makineye bağladınız mı?		
22. Sistem için gerekli basınç miktarına karar verdiniz mi?		
23. Konum kontrol elemanı ile basınç kontrol elemanını bağladınız mı?		
24. Konum kontrol elemanı ile sistemden beklenen işin yapılması durumunu test ettiniz mi?		
25. İş disiplinine uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
26. Çalışmalarınızı teknoloji kurallarına uygun olarak yaptınız mı?		
27. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
28. Süreyi iyi kullanma (10 saat)		

## **DEĞERLENDİRME**

Hayır cevaplarınız var ise ilgili uygulama faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tümü evet ise bir sonraki modüle geçebilirsiniz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

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

## ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

## ÖĞRENME FAALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	C
3.	B
4.	A
5.	C

## ÖĞRENME FAALİYETİ 4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1.	C
2.	B
3.	D
4.	B
5.	C

## MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

- Havanın kolayca ve her yerde sınırsız ölçüde bulunabilir.
  - Havanın sürtünme kayıpları azdır, uzak mesafelere taşınabilir.
  - Basınçlı hava kullanılan ortamlar temizdir.
  - Pnömatik devre elemanlarının yapıları basit ve ucuzdur.
  - Montaj ve bakımları kolaydır.
  - Basınçlı hava ile çalışmak güvenlidir.
  - Hava ile çalışan sistemlerde hız yüksektir.
  - Basınçlı hava gerektiğinde kullanılmak üzere depo edilebilir.
- Atmosfer Basıncı:** Deniz seviyesinde havanın yeryüzüne yapmış olduğu basınçtır. Gerçek değeri 1,033 kg/cm<sup>2</sup> dir. Pratikte ve hesaplamalarda 1 ( bir ) kg/cm<sup>2</sup> alınır. Kısaca 1 bar olarak kabul edilir.
- Kompresör
  - Kurutucu sistem
  - Tank
  - Hava boru dağıtım sistemi
  - Şartlandırıcı

- $P_1 = 8\text{Bar}$   
 $V_1 = 1\text{ m}^3$   
 $V_2 = 4\text{ m}^3$   
 $P_2 = ?$

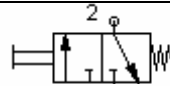
### Cözüm:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$
$$8 \times 1 = P_2 \times 4$$
$$P_2 = 2\text{ Bar bulunur}$$

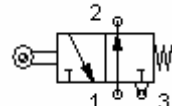
5.

	PNÖMATİK	HİDROLİK
Silindir Hızı	1-2 m/sn	0.2 m/sn
İletilen Kuvvet	3000 kg.dan Küçük	10.000 kg.dan Büyük
Çalışma Koşulları	Temiz	Kirli
Çalışma Basıncı (özel uygulamalar hariç)	6~8 Bar	5~700 Bar
Enerji Taşıma Mesafesi	1000m	100m

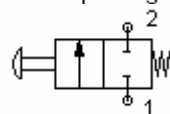
- Elle kumandalı yay geri dönüşlü 3/2 ykv i



- Makara kumandalı yay geri dönüşlü 3/2 ykv i



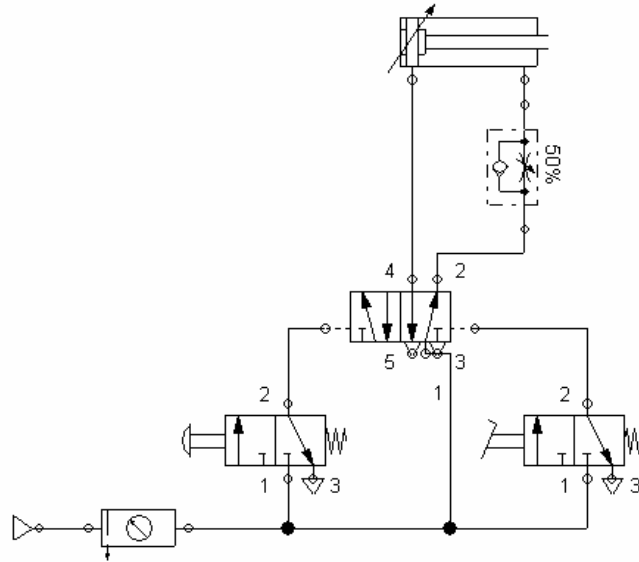
- Butonkumandalı yay geri dönüşlü 2/2 ykv i



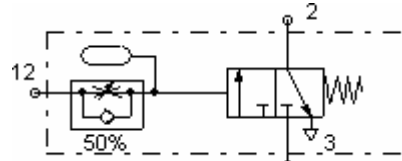
7.

KUMANDA TÜRLERİ			
Butonlu (düğmeli)		Hava uyarılı	
Manivela kolları (tırnaklı)		Bobin kumandalı	
Pedalalı		Pilot uyarılı (bobin ve hava)	
Makaralı		Bobin veya hava	

8.



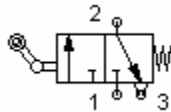
9. Zaman geçiktirme valfi



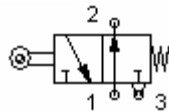
Tek yönlü ayarlanabilir akış kontrol valfi



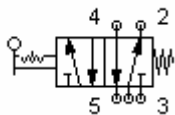
Mafsal makaralı valfler



Makaralı valfler



10.





## KAYNAKÇA

- İsmail KARACAN, **Hidrolik-Pnömatik**
- **Fluidsim-P** programı demo versiyonu
- [www.festo.com.tr](http://www.festo.com.tr)
- İsmail KARACAN, **Pnömatik Kontrol**
- FESTO, **Temel Seviye Pnömatik Eğitim Seti Kullanım Klavuzu, TP101**
- Özay Okur, **Hidrolik ve pnömatik ders notları**, Mazhar Zorlu A.T. ve Plastik E.M.L.