

T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



# MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN  
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

**PLASTİK TEKNOLOJİSİ**

**PNÖMATİK DEVRE**

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

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

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR.....	iiii
GİRİŞ.....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. PNÖMATİĞİN TEMEL İLKELERİ.....	3
1.1. Pnömatiğin Tanımı ve Tarihçesi.....	3
1.2. Kullanım Alanları .....	4
1.3. Diğer Sistemlerle Karşılaştırılması.....	4
1.4. Fiziki Temel Prensipler.....	6
1.5. Temel Gaz Kanunları.....	6
1.5.1. Boyle-Mariotte Kanunu .....	6
1.5.2. Gaylussac Kanunu .....	7
1.5.3. Genel Gaz Kanunu .....	8
1.6. Pnömatik Devre Elemanları.....	9
1.6.1 Hava Hazırlama Elemanları.....	9
1.6.1.1. Havanın Kurutulması.....	10
1.6.1.2.Havanın Filtrelenmesi.....	10
1.6.1.3. Havanın Yağlanması.....	10
1.6.1.4. Şartlandırıcı.....	10
1.6.2. Pnömatik Valfler.....	11
1.6.2.1. Basınç Kontrol Valfleri (BSV) .....	11
a) Emniyet Valfleri .....	11
b) Basınç Düşürme Valfleri .....	12
c) Basınç Sıralama Valfi .....	12
d) Boşaltma Valfi.....	12
1.6.2.2. Akış Kontrol Valfleri (KV).....	13
1.6.2.3. Yön Kontrol Valfi (SV) .....	14
1.6.2.4. Valflerin Kumanda Şekilleri .....	16
a) Pim Kumandalı .....	16
b) Pedal Kumandalı.....	17
c) Makaralı.....	17
d) Mafsal Makaralı.....	18
e) Basınç Kumandalı.....	18
1.6.2.5. Çabuk Boşaltma Valfi.....	18
1.6.3. Pnömatik Silindirler .....	19
1.6.3.1.Tek Etkili Silindirler .....	19
1.6.3.2. Çift Etkili Silindirler .....	19
1.6.3.3. Tandem Silindirler .....	20
1.6.3.4. Teleskobik Silindirler.....	20
1.6.3.5. Yastıklı Silindirler.....	21
1.6.4. Pnömatik Motor .....	21

1.6.5. Pnömatik Boru ve Hortumları.....	22
1.6.6. Switchler ve Algılayıcılar .....	22
UYGULAMA FAALİYETİ-1 .....	23
PERFORMANS TESTİ.....	24
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	25
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	27
2. PNÖMATİK DEVRE ÇİZMEK.....	27
2.1. Devre Elemanlarının Seçimindeki Kriterler .....	27
2.2. Devre Çiziminde Uyulacak Kriterler .....	27
2.3. Pnömatik Devre Çizim Uygulamaları.....	28
2.3.1. Tek Etkili Bir Silindirin İleri Geri Hareketinin Sağlanması .....	28
2.3.2. Bir Pnömatik Motorun Çalıştırılması.....	29
2.3.3. Çift Etkili Bir Silindirin İleri Geri Hareketinin Sağlanması .....	30
2.3.4. Çift Etkili İki Silindirin Aynı Anda İleri Geri Hareketinin Sağlanması .....	31
2.3.5. Çift Etkili İki Silindirin Sıra İle İleri Geri Hareketinin Sağlanması .....	32
UYGULAMA FAALİYETİ-2 .....	36
PERFORMANS TESTİ.....	39
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	40
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	42
3. PNÖMATİK DEVRE KURMAK .....	42
3.1. Devre Kurmada Uyulacak Kriterler .....	42
3.2. Pnömatik Devre Kurma Uygulamaları .....	42
3.3. Pnömatik Devrelerin Bakım ve Onarımı .....	43
3.3.1. Devre Şeması Üzerinden Arıza Bulma ve Giderilmesi .....	44
3.3.2. Bakım Çeşitleri .....	45
3.3.2.1. Günlük Bakım .....	45
3.3.2.2. Haftalık Bakım.....	45
3.3.2.3. Aylık Bakım.....	45
3.3.2.4. Altı Aylık Bakım.....	45
3.4. Pnömatik Sistemlerin Elektronik Kontrolü.....	46
3.4.1. Elektronik Kontrolün Tanımı.....	46
UYGULAMA FAALİYETİ-3 .....	47
PERFORMANS TESTİ.....	51
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	52
CEVAP ANAHTARLARI .....	53
PERFORMANS TESTİ.....	55
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	57
KAYNAKLAR.....	58

## AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	521MMI036
<b>ALAN</b>	Plastik Teknolojisi
<b>DAL/MESLEK</b>	Plastik İşleme
<b>MODÜLÜN ADI</b>	Pnömatik Devre
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Pnömatik Devre modülü; pnömatiğin temel ilkeleri, pnömatik devre elemanları, pnömatik devreler ve devrelerin bakım-onarımları ve pnömatik sistemlerin elektronik kontrolü bilgilerini kullanarak; öğrencinin, gerekli ortam sağlandığında kurallara uygun pnömatik devre çizip kurma yeterliliğinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	9. Sınıfı bitirmiş olmak
<b>YETERLİK</b>	Pnömatik devre çizip kurmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç:</b> Bu modülü başarı ile tamamladığınızda, pnömatik devreleri çizip kurabileceksiniz. <b>Amaçlar:</b> Gerekli ortam sağlandığında Pnömatik devre elemanlarının çizimlerini kurallarına uygun biçimde yapabileceksiniz. Pnömatik devre çizimlerini kurallarına uygun biçimde yapabileceksiniz. Kurallara uygun biçimde pnömatik devre kurabileceksiniz
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	Pnömatik Laboratuvarı, bilgisayar, çizim gereçleri
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içerisindeki öğretim faaliyetleri sonunda ölçme değerlendirme ve performans testleri ile kendi kendinizi değerlendirebileceksiniz.



# GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Günlük yaşantımızda kullandığımız birçok ürünün hammaddesi olarak karşımıza çıkan plastiğin geniş bir kullanım alanının olması, plastiği ve plastiğin işlenmesini önemli bir hale getirmektedir. Günümüzde kullanılan birçok makine gibi, plastik işlemede kullanılan makineler de, birçok sistemi (hidrolik, pnömatik, elektrik, elektronik, mekanik) iç içe kullanarak çalışmaktadır. Bu makineleri çalıştıran kişilerden, makineler üzerinde bulunan sistemler hakkında bilgi sahibi olmaları beklenir.

Hidrolik devrelerin çalışma hızlarının düşük olması sebebiyle, güç istenmeyen yerlerde (parçaları söküp takmak, taşımak vb) pnömatik devreler kullanılması işlem zamanını kısaltır. Bu nedenle, kullanılan bağlama aparatlarında, taşıma işlemlerinde ve emniyet istenen yerlerde pnömatik devreler tercih edilir. Okuyacağınız bu Pnömatik Devre Modülü size pnömatik devreleri çizmek ve kurmak yeterliğini kazandırmayı amaçlamaktadır. Pnömatik devreleri ve bu devrelerde kullanılan devre elemanlarını tanıyarak plastik işleme tezgahlarında bulunan pnömatik devreli sistemleri kullanmanın yanı sıra, bakımlarını da yapabilmemiz için gerekli olacak bilgiler, bu modülde anlatılmaktadır.

Pnömatik Devre 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.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

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

## ARAŞTIRMA

Çevrenizde nerelerde pnömatik sistemlerin bulunduğunu araştırıp pnömatiğin bu sisteme kazandırdığı avantajları tartışınız.

Atölyenizde pnömatik sistemleri bulunan tezgahlar üzerinde kullanılan devre elemanlarının özelliklerini ve sembollerini araştırınız.

## 1. PNÖMATİĞİN TEMEL İLKELERİ

### 1.1. Pnömatiğin Tanımı ve Tarihçesi

Eski Yunanca'da, nefes anlamına gelen pneuma kelimesinden türetilen Pnömatik basınçlı havanın davranışını ve özelliklerini inceleyen bilim dalıdır. Basınçlı havayı elde edip kullanıcılara kadar ulaştıran sistemlere ise pnömatik sistem adı verilir.

Hava sıkıştırılabildiği için büyük güç istenen yerlerde kullanılamazken, yüksek çalışma hızları elde edilebilir. Sistem maliyeti açısından pnömatik devreler daha avantajlıdır. Doğrusal, dairesel ve açısal hareketler, karmaşık mekanik tasarım yerine, basit pnömatik donanımlarla gerçekleştirilebilir. Bu nedenle pnömatik devreler ile çözüm arayışları gün geçtikçe artmış, kullanım alanları endüstride gittikçe artan bir yöntem olmuştur. Günümüzde modern fabrika ve tesisler inşa edilirken, elektrik, su, kanalizasyon gibi tesisatların yanı sıra, basınçlı hava tesisatlarının yapımı da kaçınılmazdır.

Basınçlı havanın bir enerji olarak kullanılması çok eski yıllara uzanır. Madencilikte, otomobillerde ve demiryollarındaki 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.

## 1.2. 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:

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

## 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:

Basıncılı 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.

#### Hidrolik ve Pnömatik Sistemlerin Karşılaştırılması

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 sıcaklığının 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.

	<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

## 1.4. Fiziki Temel Prensipler

### Pnömatik Sistemlerde Basınç ve Vakum Kavramı

Pnömatik sistemler, diğer sistemlerden farklı olarak vakum da yapılabilir. Havanın emilmesi işlemine vakum denir.

Pnömatikte devre elemanlarının çalışma prensiplerini daha rahat kavrayabilmek için basınç ve vakum kavramlarını çok iyi bilmek gerekir. Pnömatik sistemlerde basınç kompresörler tarafından, vakum ise vakum pompaları tarafından üretilmektedir. Her iki elemanın çalışma prensipleri birbirine göre terstir. Kompresörler bir ortama hava basıp basınç oluştururken, vakum pompaları ise ortamdaki havayı emerek basıncı yok etmeye çalışır. Yok edilmeye çalışılan bu basınca, “atmosfer basıncı” adı verilir.

Atmosferik basınç: Yeryüzünü çevreleyen hava tabakasının, yeryüzüne yapmış olduğu basınçtır. Bu basınç ölçülmüş ve  $1,033 \text{ kg/cm}^2$  olarak hesaplanmıştır.

Not: Pnömatikte vakum basıncı (-) ile belirtilir. Aksi söylenmedikçe bütün basınçlar pozitif basıncı veya manometre basıncını ifade eder.

### Basıncın Sınıflandırılması

Alçak basınç: 0–2 Bar arasında olup, ölçü ve kontrol uygulamalarında ve kumanda işlemlerinde kullanılır.

Normal basınç: 2–12 Bar arasında değişen çalışma ve kumanda basınçlarında kullanılır.

Yüksek basınç: 12 Bar üzerindeki basınçlı havadır. Yüksek basınç gerektiren kısa zamanlı işlerde uygulanır. Bu basınç aralığı endüstriyel pnömatikte pek kullanılmaz.

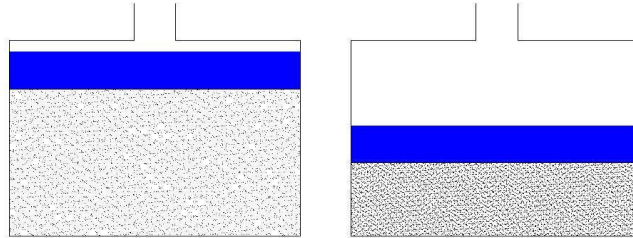
## 1.5. Temel Gaz Kanunları

Gazlar üç faktörün etkisindedir, sıcaklık, basınç ve hacim. Bu faktörlerden birinin değişmesi, diğerlerinde de ölçülebilir değişikliklere neden olur. Aşağıda incelenen gaz kanunları bütün gazlar ve gaz karışımları için geçerlidir.

### 1.5.1. Boyle-Mariotte Kanunu

Basınç ile hacim arasındaki ilişkiyi ifade eden Boyle –Mariotte kanununa göre, sıcaklık sabit kalmak şartıyla; “bir gazın hacmi basıncıyla ters orantılıdır”. Basınç arttıkça hacim küçülür, basınç azaldıkça hacim büyür.

Bunun deneyi bir balon ile yapılabilir. Şişirilen bir balonu sıkığımızda balonun hacmi küçülür, içerisindeki havanın basıncı artar. Balon daha çok sıkılırsa, hacim iyice küçüleceğinden, balon içindeki havanın basıncı iyice artar ve balonu patlatır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1.  $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

## Boyle –Mariotte Kanunu

P: Basınç (Bar)

V: Hacim (m<sup>3</sup>, cm<sup>3</sup>)

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

P1 = 6 Bar

V1= 1 m<sup>3</sup>

V2= 2 m<sup>3</sup>

P2 = ?

Çözüm:

P1 x V1 = P2 x V2

6 x 1 = P2 x 2

P2 = 3 Bar bulunur.

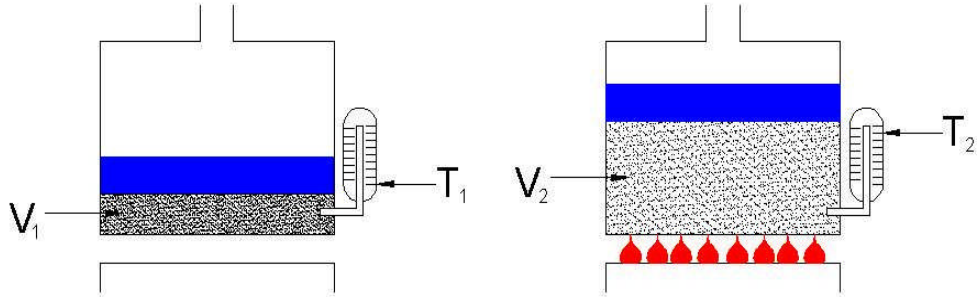
## 1.5.2. Gaylussac Kanunu

Sıcaklık 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.

Bu kurala göre; kapalı bir kaptaki gazın sıcaklığı iki kat arttırılırsa, hacmi veya basıncı da iki kat artar (Şekil 1.2).

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

Örnek: 0°C = 273°K, 50°C = 323°K, 100°C = 373°K...



Şekil 1.2

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

Gaylussac Kanunu

V : Hacim (m<sup>3</sup>, cm<sup>3</sup>)

T : Sıcaklık (°K)

**Problem:** 1 m<sup>3</sup> hacmindeki hava, 300°K sıcaklıktan 360°K sıcaklığa kadar ısıtılmıştır. Basınç 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:

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

### 1.5.3. Genel Gaz Kanunu

Genel gaz kanunu Boyle –Mariotte ve Gaylussac kanunlarının birleştirilerek formüle edilmesinden oluşur. İstenilen şartları sağlayabilmek için gerekli sıcaklık, hacim ve basınç ilişkisini tanımlar.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Genel Gaz Kanunu

Bu formül ile basınç, hacim ve ısı arasındaki ilişkilerden bir veya ikisini değiştirdiğimizde ortaya çıkacak olan sonuç hesaplanabilir.

P1 : İlk Basınç

V1 : İlk Hacim

T1 : İlk Sıcaklık

P2 : Son Basınç

V2 : Son Hacim

T2 : Son Sıcaklık

**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

$$P_1 : 2 \text{ Bar}$$

$$T_1 : 300^\circ\text{K}$$

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

$$P_2 : 1 \text{ Bar}$$

$$T_2 : 360^\circ\text{K}$$

$$V_2 : ?$$

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

## 1.6. Pnömatik Devre Elemanları

Pnömatik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren sistemlere pnömatik devre denir.

Pnömatik enerjinin, mekanik enerjiye dönüştürülmesi sırasında, havanın uygun şartlarda hazırlanmasını, basıncını, debisini ve yönünü kontrol eden elemanlara pnömatik devre elemanları adı verilir. Devre elemanlarını, devrede yaptıkları görevlere göre

Hava hazırlama elemanları,

Pnömatik valfler,

Pnömatik silindirler,

Pnömatik motorlar,

Pnömatik boru ve hortumlar,

Switchler ve algılayıcılar olarak sınıflandırabiliriz.

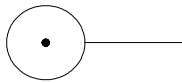
### 1.6.1 Hava Hazırlama Elemanları

Atmosferde bulunan havaya –pnömatik sistemde kullanılabilmesi için- gerekli şartları kazandıran devre elemanlarıdır. Basıncılı hava elde edilmesinde kompresörler kullanılır.

Atmosferden emdikleri havayı sıkıştırarak, basıncılı hale getiren devre elemanlarına kompresör adı verilir. 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 1.3).

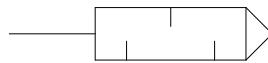
**Sembol:**



Şekil 1.3. Kompresör

Pnömatik sistemde işini bitiren hava atmosfere bırakılırken rahatsız edici bir ses çıkarır. Bu sesi önlemek amacıyla kullanılan devre elemanlarına ise susturucu adı verilir (Şekil 1.4).

**Sembol:**

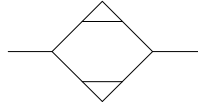


Şekil 1.4. Susturucu

### 1.6.1.1. Havanın Kurutulması

Kompresör tarafından sisteme gönderilen hava nemlidir. Havada bir miktar nem ve su buharı bulunur. Atmosferde bulunan nem ve su buharı oranı, iklim ve çevre şartlarına göre değişir. Özellikle sıcaklık arttıkça nem miktarı da artar. Hava içindeki nem zamanla yoğunlaşarak su haline dönüşür. Yoğunlaşan su, pnömatik sistemlerin sık sık arızalanmasına, çalışma ömürlerinin azalmasına, bakım ve onarım masraflarının artmasına neden olur. Bu nedenle, havanın içindeki nemin alınarak kurutulması gerekir. Bu amaçla kullanılan devre elemanına kurutucu denir (Şekil 1.5).

**Sembol:**

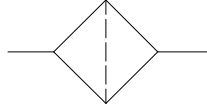


*Şekil 1.5. Kurutucu*

### 1.6.1.2. Havanın Filtrelenmesi

Kompresörden sisteme gönderilen hava kirlidir. Kirliliğin sebebi atmosferden emilen havada bulunan toz, kir ve nem olabileceği gibi, kompresörden kaynaklanan yağ ve metal parçacıkları olabilir. Hava içindeki bu yabancı maddeleri ayrıştıran elemanlara filtre adı verilir (Şekil 1.6).

**Sembol:**

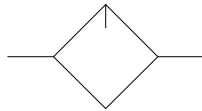


*Şekil 1.6. Filtre*

### 1.6.1.3. Havanın Yağlanması

Pnömatik sistemlerde çalışan devre elemanlarının sürtünme kuvvetlerini azaltmak ve aşınmayı engellemek amacıyla yağlanması gerekmektedir. Yağlama işlemi, alıcılara giden havaya yağ damlatılmasıyla gerçekleştirilir. Basınçlı havayı yağlamak amacıyla kullanılan devre elemanlarına yağlayıcı adı verilir. Yağlayıcının görevi hava içerisine ihtiyaç duyulan ölçüde yağ karıştırmaktır (Şekil 1.7).

**Sembol:**



*Şekil 1.7. Yağlayıcı*

### 1.6.1.4. Şartlandırıcı

Üzerinde filtre, basınç ayarlayıcısı ve yağlayıcı bulunduran, basınçlı havayı istenilen çalışma şartlarına hazırlayan pnömatik devre elemanıdır (Şekil 1.8).



**Sembol:**



*Şekil 1.8 Şartlandırıcı*

### 1.6.2. Pnömatik Valfler

Pnömatikte kullanılan valfler, hidrolik sistemlerde kullanılan valfler ile aynı görevleri görürler. Hidrolik devrelerde büyük güçler elde edilirken pnömatikte bundan söz edilemez. Dolayısıyla hidrolik devrelerde kullanılan devre elemanları yüksek basınca dayanabilecek büyüklükte yapılırken, pnömatik devrelerde basınç az olduğu için, devre elemanları daha küçük ve daha basit yapıdadır. Bu üretim maliyetini de düşürür.

Hidrolik devrelerde akışkana yön verme görevini gören valfler, pnömatik devrelerde de aynı işi yapar. Buradaki tek fark; hidrolik devrelerde hidrolik akışkan yönlendirilirken, pnömatik devrelerde hava yönlendirilir. Valfler, temel olarak devrede istenilen hareketleri elde edebilmek için ya havanın yönünü değiştirir ya da havanın akmasını engeller.

Pnömatik devrelerde tank yoktur. Devrede işini bitiren hava atmosfere tahliye edilir. Devre sembollerinin çiziminde bu çıkış R harfi ile gösterilir ve genel olarak valflerin R çıkışlarında susturucu bulunur. Ayrıca valflerin almaçlara giden diğer çıkışlarına A, B harflendirmeleri yapılır.

Devredeki görevlerine göre valfler üç ana grupta toplanır:

Basınç kontrol valfleri (BSV)

Akış kontrol valfleri (KV)

Yön kontrol valfleri (SV)

#### 1.6.2.1. Basınç Kontrol Valfleri (BSV)

Pnömatik sistemde havayı istenilen değerlerde sabit basınçta tutabilen valflerdir. Hava sisteme sürekli olarak gönderildiğinden, sistem basıncı yükselir. Oluşan fazla basınç, devreye zarar verir. Bu nedenle basınç kontrol valfleri kullanılır. Basınç kontrol valfleri kullanıldığı yere göre farklı özellikler gösterir. Bu nedenle bu valfler dört başlık altında incelenir:

Emniyet valfi

Basınç düşürme valfi

Basınç sıralama valfi

Boşaltma valfi

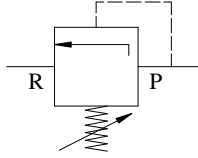
##### a) Emniyet Valfleri

Pnömatik sistemin basınç hattında bulunan basınç kontrol valfidir. Genel olarak pompa çıkışına konur ve tüm devrenin basıncını kontrol eder.

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

düzeyde kalır. Devre elemanlarında görülen yayların üzerinde eğer bir ok çizimi varsa; bu yay basıncın ayarlanabildiğini ifade eder. Tüm basınç kontrol valflerinde olması gerektiği gibi, sistem kontrolünün kolay yapılması için, emniyet valfi de basınç göstergesi ile beraber kullanılmalıdır (Şekil 1.9).

**Sembol:**

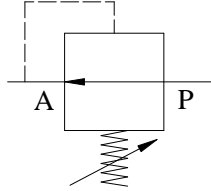


*Şekil 1.9. Emniyet Valfi*

#### **b) Basınç Düşürme Valfleri**

Normalde açık bir emniyet valfidir. Çalışma prensibi, istenilen basınç elde edildiğinde, hattı kapatıp ve kilitlemektir. Bu sayede valften geçemeyen hava, sistemin diğer silindirlerine daha fazla basınç uygular (Şekil 1.10).

**Sembol:**

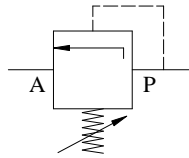


*Şekil 1.10. Basınç Düşürme Valfi*

#### **c) Basınç Sıralama Valfi**

Aslında emniyet valfi olan basınç sıralama valfi, devredeki konumu ve bağlantıların özelliğine göre sıralama yapmak için kullanılır. Örneğin iki silindirli bir sistemde, birinci silindir basınç oluşturduktan; yani hareketini tamamladıktan sonra, ikinci silindiri çalıştırır (Şekil 1.11).

**Sembol:**

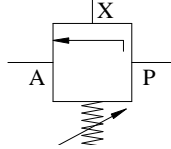


*Şekil 1.11. Basınç Sıralama Valfi*

#### **d) Boşaltma Valfi**

Normalde kapalı valflerdir. X'den uyarı geldiğinde yolu açarak havanın geçişini sağlar (Şekil 1.12).

**Sembol:**



*Şekil 1.12. Boşaltma Valfi*

#### 1.6.2.2. Akış Kontrol Valfleri (KV)

##### **Çekvalf**

Havanın sadece bir yönde geçiş yapmasını sağlayan valflerdir (Şekil 1.13).

**Sembol:**



*Şekil 1.13. Çekvalf*

##### **Kısma Valfi**

Pnömatik sistemlerde, havanın debisini; yani geçiş hızını ayarlayan valflerdir (Şekil 1.14).

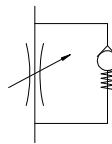
**Sembol:**



*Şekil 1.14. Kısma Valfi*

Havanın hızını sadece bir yönde kısmak istediğimizde çekvalfli akış kontrol valfi kullanmak gerekir. Buna tek yönlü kısma valfi de denir (Şekil 1.15).

**Sembol:**



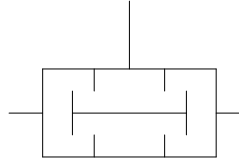
*Şekil 1.15. Tek Yönlü Kısma Valfi*

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

### VE Valfi

VE valfi, girişlerinden ikisine de basınçlı havanın verilmesiyle, çıkış yolunu açan valftir. Girişlerine farklı basınçlar uygulanırsa, düşük basınçlı hava sisteme gönderilir.

VE valfleri mantık valfleri olarak çalışır (Şekil 1.16).

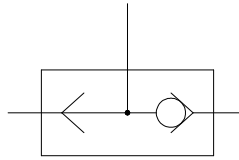


Şekil 1.16. VE Valfi

### VEYA Valfi

VEYA valfi, girişlerinden herhangi birine basınçlı havanın verilmesiyle yolu çar. Her iki girişe aynı anda hava gelince, yüksek basınçlı hava sisteme gönderilir. VEYA valfleri de VE valfleri gibi, mantık valfleri olarak çalışır (Şekil 1.17).

Sembol:

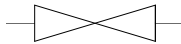


Şekil 1.17. VEYA Valfi

### Kapama Valfi

Kapama valfi, gerektiğinde manuel olarak kapatılıp açılabilir, bu sayede havanın geçişini engeller (Şekil 1.18).

Sembol:



Şekil 1.18. Kapama Valfi

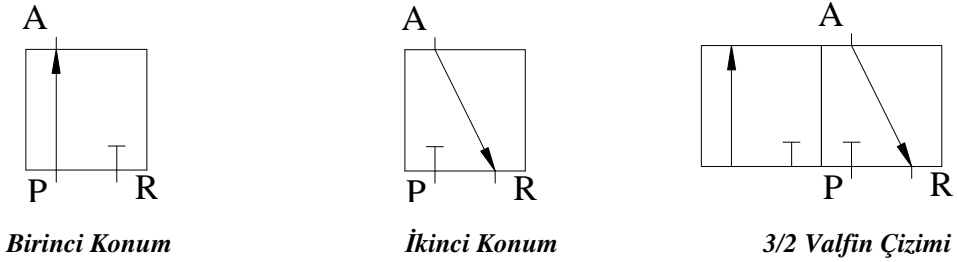
### 1.6.2.3. Yön Kontrol Valfi (SV)

Havayı yönlendiren devre elemanlarıdır. Kompresörden gelen hava yön kontrol valfleri yardımıyla yönlendirilir. Üzerindeki bağlantı noktaları ile çalışma konumlarının sayısına göre isimlendirilir ve sembollerinin çiziminde, konumların yaptığı iş ayrı ayrı çizilir.

## Valf Bağlantılarının Harflendirilmesi

Pnömatik, 1:	Basınç hattı
R, 2:	Depo (egzos) hattı
A, B, C, 3, 4, 5:	İş veya çalışma hattı
X, Y, Z:	Pilot (uyarı) hattı

Örnek: Üç bağlantı noktası olan ve iki konumu; yani iki ayrı görevi gerçekleştirebilecek bir valf, 3/2 yön kontrol valfi olarak adlandırılır. Burada kullanılan ilk rakam bağlantı sayısını, ikinci rakam ise yapabileceği görev sayısını verir. Valfin çiziminde, iki ayrı görev de çizilir. Havanın valf içerisindeki gidiş yönleri oklar ile belirtilir (Şekil 1.19).



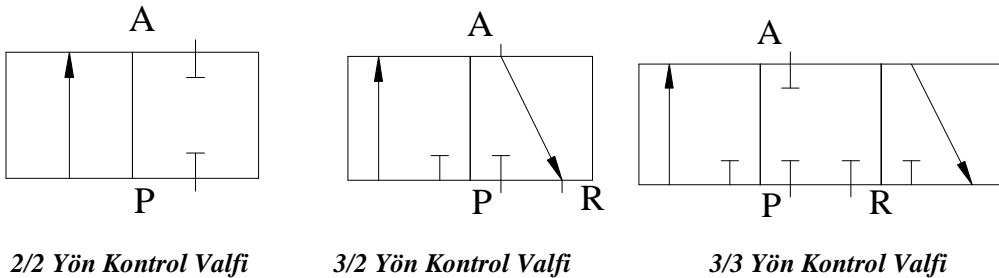
Şekil 1.19. Yön Kontrol Valfinin Konumları

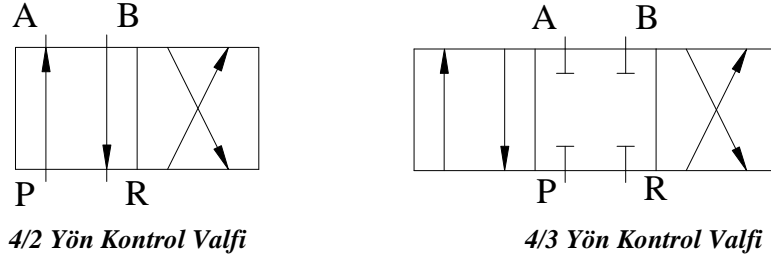
Birinci konumda ya da diğer deyişle birinci görevde, pnömatik bağlantısından valfe gelen havanın, işi oluşturmak üzere A bağlantısına yönlendirildiği görülmektedir. Bu çalışma koşulunda R ile gösterilen geri dönüş hattı kapalıdır. Böyle bir koşul ile A bağlantısından giden hava, bir pistonu ileri doğru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

İkinci konumda kompresörden gelen havanın gidişi kapatılmış, havanın geçmesi engellenmiştir; fakat çalışma hattı bağlantısından atmosfere hava geçişi sağlanmıştır. Böyle bir koşul ile hava A bağlantısından atmosfere geri dönerek pistonun geri dönüşünü sağlayabilir.

Valf çiziminde koşullar yan yana çizilir. Yönlendirilecek basınçlı havanın geldiği bağlantı, valf çiziminde pnömatik ile gösterilir. Yönlenen havanın valften çıktığı bağlantılar iş veya çalışma hattı olarak düşünülür ve A, B, C harfleriyle isimlendirilir. Havanın atmosfere geri dönüşünü sağlayacak olan bağlantı noktasına ise R harfi verilir.

### Semboller:



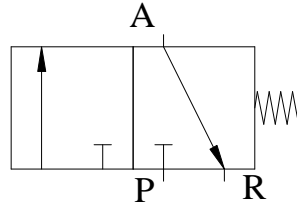


**Şekil 1.20. Değişik Yön Kontrol Valfleri**

Pnömatik valflerde hidrolik valflerde olduğu gibi bir egzoz bağlantısı bulunmaz. Yani hidrolik valflerde tanka akışkanı geri döndürmek için bir bağlantıya ihtiyaç varken, pnömatikte işi biten hava atmosfere atılacağından, böyle bir bağlantı yapılmaz. Hava tahliyesi valfte yapılır (Şekil 1.20).

#### 1.6.2.4. Valflerin Kumanda Şekilleri

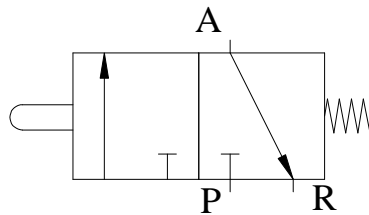
Valfin hangi konumunun yanında yay varsa, valfe herhangi bir müdahale yapılmadığında, o konum çalışır. Valfin müdahale edilmeden yaptığı görev Normalde Kapalı (NK) veya Normalde Açık (NA) olarak ifade edilir. Kapalı ya da açık terimleri, kompresör bağlantısının durumunu verir. Aşağıdaki şekillerde 3/2 Yön Kontrol Valfi örnek olarak kullanılmıştır (Şekil 1.21).



**Şekil 1.21. (NK) 3/2 Yön Kontrol Valfi.**

#### a) Pim Kumandalı

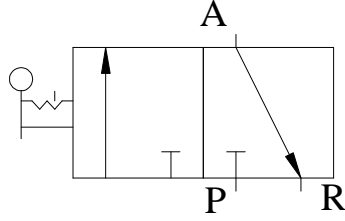
Valfi, silindirin hareketleri ile kumanda etmek için kullanılır. Piston, ileri ya da geri hareketini yaptığında, pime dokunarak valfin görevini değiştirir ve havaya farklı bir yön verir (Şekil 1.22).



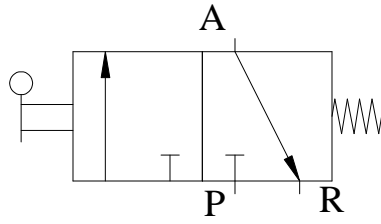
**Şekil 1.22. Pim Kumandalı, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi**

## Kol Kumandalı

El ile kumanda edilir (Şekil 1.23 – 1.24).



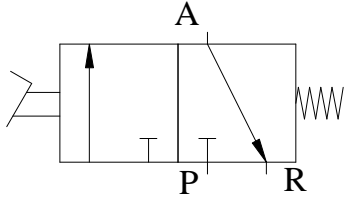
Şekil 1.23. Kertikli Kol Kumandalı, 3/2 Yön Kontrol Valfi



Şekil 1.24. Kol Kumandalı, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi

## b) Pedal Kumandalı

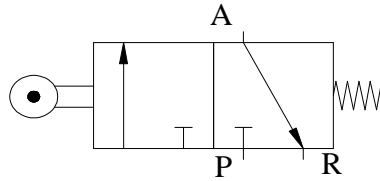
Pedala basılarak kumanda edilir (Şekil 1.25).



Şekil 1.25. Pedal Kumandalı, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi

## c) Makaralı

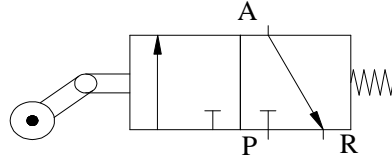
Valfi silindirin hareketleri ile kumanda eder. Piston, ileri ya da geri hareketini yaptığında, makaraya dokunarak, valfin görevini değiştirir (Şekil 1.26).



Şekil 1.26. Makaralı, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi

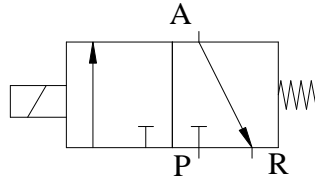
#### d) Mafsal Makaralı

Silindirin hareketleri ile valfe kumanda eder. Mafsalı makara silindirin sadece bir yönde kumanda etmesi için kullanılır; yani silindir ileri giderken valfe uyarı yapabilirken, geri gelişte mafsal kapandığından kumanda edemez (Şekil 1.27).



Şekil 1.27. Mafsal Makaralı, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi

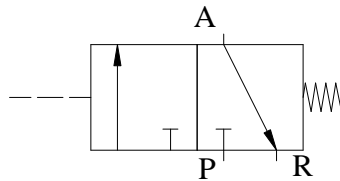
Solenoid kontrollü yön kontrol valfleri elektrik sinyalleri ile kumanda edilir. Bir anahtardan geçen elektrik akımı, valfin görevini değiştirir (Şekil 1.28).



Şekil 1.28. Solenoid Kontrollü, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi

#### e) Basınç Kumandalı

Sistemde bulunan basınçlı hava ile kumanda edilir (Şekil 1.29).



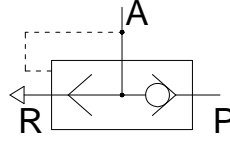
Şekil 1.29. Basınç Kumandalı, NK 3/2 Yön Kontrol Valfi

#### 1.6.2.5. Çabuk Boşaltma Valfi

Piston hızını artırma yollarından birisi, silindirden çıkıp atmosfere bırakılacak havanın çabuk atılmasıdır. Havanın egzosu ne kadar yavaş olursa, piston hızı o oranda yavaşlar. Özellikle silindirlerin ölü zaman diye adlandırılan geri dönüş süresinin çok kısa olması istenir.

Bu valfler silindirlerin hemen çıkışına monte edilir. Hava R çıkışı üzerinden kolayca tahliye edilir. Böylece silindirin geri dönüş zamanı çok kısalmır. Silindirlerdeki hava yön kontrol valfi üzerinden bırakılacağına, çabuk boşaltma valfi üzerinden atmosfere bırakılır (Şekil 1.30).





Şekil 1.30. Çabuk Boşaltma Valfi

### 1.6.3. Pnömatik Silindirler

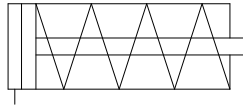
Pnömatik enerjiyi, mekanik enerjiye dönüştürerek, doğrusal ve açısal hareketler elde eden devre elemanına silindir denir. Piston yüzeyine etkide bulunan hava basıncı, pistonu hareket ettirerek bir kuvvet meydana getirir.

Pnömatik silindirler istisnalar dışında 1,5-3 m/sn aralıklarındaki hızlarda çalışır. Çalışma hızları yüksektir. 1 mm ile 2000 mm arasındaki kurs mesafesi ile 5000 kg'a kadar kuvvetler elde edilebilir.

#### 1.6.3.1. Tek Etkili Silindirler

Tek yönde iş gören silindirlerdir. Piston hareketi tek tarafa doğru basınçlı hava ile yapılır. Geri dönüş ise ağırlık, yay gibi bir dış kuvvetle sağlanır. Sıkma ve bağlama işlemlerinde en çok kullanılan silindir çeşididir (Şekil 1.31).

Sembol:



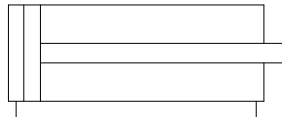
Şekil 1.31. Tek Etkili Yay Geri Dönüştürücü Silindir

#### 1.6.3.2. Çift Etkili Silindirler

Basınçlı hava silindirin her iki yönünden de girip pistonun her iki yüzeyine etki edebiliyorsa bu tip silindirlere çift etkili silindirler denir. İki yönde de iş gören silindirlerdir. Piston kolunun her iki yöne hareketi basınçlı hava ile sağlanır.

Basınçlı hava iki bağlantı noktası bulunan silindirin arka bağlantı noktasından gelirse piston ileri gider. Bu sırada pistonun ön haznesinde bulunan hava, boşalarak atmosfere döner. Eğer ön bağlantı noktasından hava gelirse, piston geri gelir (Şekil 1.32).

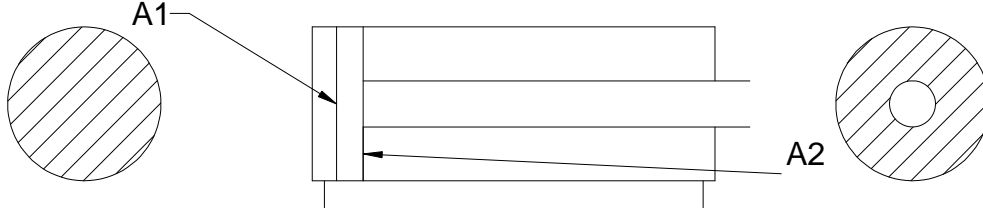
Sembol:



Şekil 1.32. Çift Etkili Silindir

Çift etkili silindirlerin birçoğunda, havanın itme kuvvetini sağladığı piston yüzeyleri birbirine eşit alana sahip değildir. Bu nedenle silindirlerin her iki yöndeki hareketlerinde hız

ve kuvvetler birbirine eşit olmaz. Aşağıdaki şekilde alanlar arasındaki farklar gösterilmiştir (Şekil 1.33).



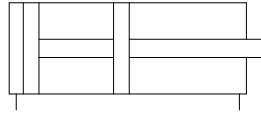
**Şekil 1.33. Piston Kesit Alanları**

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

#### 1.6.3.3. 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 1.34).

**Sembol:**

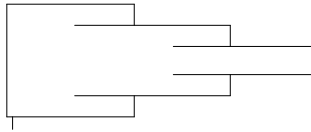


**Şekil 1.34 Tandem Silindir**

#### 1.6.3.4. 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 1.35).

**Sembol:**

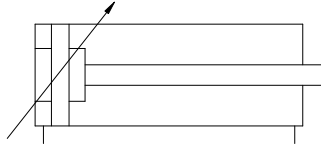


**Şekil 1.35. Tek Etkili Teleskobik Silindir**

### 1.6.3.5. Yastıklı Silindirler

Silindir içerisindeki piston, hızının fazla olduğu durumlarda ya da ağır yükleri hareket ettirirken 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 1.36).

**Sembol:**



*Şekil 1.36. Çift Etkili Yastıklı Silindir*

### 1.6.4. Pnömatik Motor

Basıncı enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren devre elemanlarıdır (Şekil 1.37). Çalışma prensipleri kompresörün tam tersidir. Kompresör elektrik enerjisini basınç enerjisine dönüştürür. Motor ise bu basınç enerjisiyle mekanik enerjiyi üretir. Pnömatik motorlar büyük güçler elde etmese de, diğer motorlara nazaran büyük avantajları vardır. Bunlar:

Devir sayıları çok yüksektir (350.000 dev/dak)

Hız ayarı sınırsızdır

Dönüş yönü hareket devam ederken değiştirilebilir

Her türlü ortamda rahatlıkla kullanılabilir (kirli, tozlu, nemli, yanıcı)

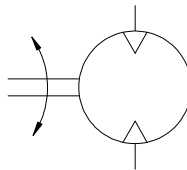
Fazla yüklenmelerde yavaşlar ya da durur

Boyutları küçük ve hafiftir.

Bakımları kolaydır

Devre elemanları ucuzdur

**Sembol:**



*Şekil 1.37. Pnömatik Motor*

### **1.6.5. Pnömatik Boru ve Hortumları**

Kompresörden çıkan basınçlı havayı kullanıcılara ulaştıran boru, bağlantı elemanı, dirsek vb elemanların hepsine pnömatik dağıtım sistemi adı verilir.

İstenilen çalışma basıncı ve gerekli hava miktarını sağlamak için, boru çaplarının tesbiti çok önemlidir. Boru çapı uygun olarak seçilmezse, istenilen basınç ve debi elde edilemeyeceği için, sistem verimsiz çalışacaktır. Ayrıca bağlantı elemanları sistemdeki basınca ve debiye uygun seçilmelidir.

### **1.6.6. Switchler ve Algılayıcılar**

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

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

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

## UYGULAMA FAALİYETİ-1

Pnömatik sistemlerde kullanılan devre elemanlarının sembollerini çizerek görevlerini açıklayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
Kompresörleri sembolüne göre çiziniz	Çizim için gerekli araç gereçleri hazırlayınız. Çizim alanınızı düzenleyiniz.
Susturucuyu sembolüne göre çiziniz	Çizim sırasında etrafınızı rahatsız edebilecek davranışlardan kaçınınız.
Hava hazırlama elemanlarını sembollerine göre çiziniz	Çizime başlamadan önce, çizimini yapacağınız devre elemanının açıklamalarını modül bilgi sayfalarından okuyarak, anlamadığınız konuları öğretmeninize danışınız. Çizimini yapacağınız devre elemanını, atölyede bulunan bir pnömatik devre üzerinde inceleyiniz.
Pnömatik valfleri sembollerine göre çiziniz	Bağlantı elemanlarının çizimini yaparken çizgilerin yatay ya da dikey olmalarına özen gösteriniz.
Pnömatik silindirleri sembollerine göre çiziniz	Sembol çizgilerini orantılı olarak çiziniz. Pnömatik devrelerdeki her sembolün standart bir gösterimi olduğunu ve farklı şekillerde çizimlerinin yapılmaması gerektiğini unutmayınız.
Pnömatik motoru sembolüne göre çiziniz	Çiziminiz bittiğinde, çalışma alanınızı düzenli ve temiz bırakınız. İş etiğine uygun çalışmayı her zaman kendinize ilke edininiz.

## PERFORMANS TESTİ

Öğrenme faaliyetinde kazandığınız becerileri aşağıdaki tablo doğrultusunda ölçünüz.

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

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz

1. Pnömatik sistemler ..... istenen yerlerde kullanılamaz.  
A. Emniyet  
B. Hız  
C. Temizlik  
D. Büyük Güç
2. Pnömatik sistemlerde piston hızı ..... m/sn'ye ulaşabilir.  
A. 3  
B. 5  
C. 8  
D. 9
3. Yeryüzünü çevreleyen hava tabakasının, yeryüzüne yapmış olduğu basınca.....  
.....denir  
A. Atmosfer Basıncı  
B. Alçak Basınç  
C. Yüksek Basınç  
D. Normal Basınç
4. Atmosferden emdikleri havayı sıkıştırarak, basınçlı hale getiren devre elemanlarına  
.....adı verilir  
A. Kurutucu  
B. Kompresör  
C. Filtre  
D. Valf
5. 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
6. .... , pnömatik enerji ile dairesel hareket üreten devre elemanıdır  
A. Silindir  
B. Kompresör  
C. Elektrik Motoru  
D. Pnömatik Motor

7. Basıncılı havayı temizleyerek sisteme kirletici parçacıkların gitmesini engelleyen devre elemanına ..... denir.

- A. Kurutucu
- B. Çekvalf
- C. Filtre
- D. Yağlayıcı

8. Basıncılı havanın sadece bir yönde geçiş yapmasını sağlayan valflere ..... denir.

- A. Kısmı Valfi
- B. Yön Kontrol Valfi
- C. Ve Valfi
- D. Çekvalf

9. Hidrolik ve pnömatik devrelerde akışkanı yönlendiren devre elemanına ..... denir.

- A. Hidrolik Devre
- B. Yön Kontrol Valfi
- C. Akış Kontrol Valfi
- D. Basıncı Kontrol Valfi

10. Dört bağlantı noktası ve iki konumu olan valf, ..... yön kontrol valfi olarak adlandırılır

- A. 3/2
- B. 2/4
- C. 4/2
- D. 2/2



# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

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

## ARAŞTIRMA

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

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

## 2. PNÖMATİK DEVRE ÇİZMEK

### 2.1. Devre Elemanlarının Seçimindeki Kriterler

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 kullanışlısını bulmak olmalıdır.

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

Devre elemanlarının seçiminde aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmalıdır:

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.

### 2.2. Devre Çiziminde Uyulacak Kriterler

Devre elemanlarının sembolleri standarttır. Devre çiziminde sembollerin yanına isimler veya açıklamalar yazılmaz. Çizim evrensel bir dil olarak kabul edilir ve bölgesel

farklılıklar yapılamaz. Bu nedenle sembol çizimlerinde dikkatli olunmalı, değişik semboller veya sembollerde kısaltma yapılmamalıdır.

Devre elemanları birbirlerine göre ölçekli çizilmelidir.

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

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

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

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

## 2.3. Pnömatik Devre Çizim Uygulamaları

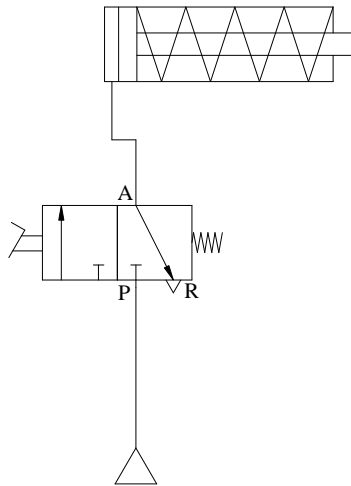
### 2.3.1. Tek Etkili Bir Silindirin İleri Geri Hareketinin Sağlanması

Devreyi oluşturan elemanlar:

Kompresör

Pedal kumandalı NK 3/2 yön kontrol valfi,

Tek etkili silindir.



Şekil 2.1. Tek Etkili Bir Silindirin İleri Geri Hareketinin Sağlanması

### 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 2.1).

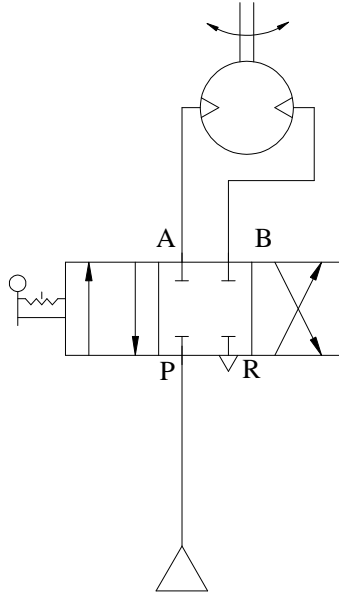
### 2.3.2. Bir Pnömatik Motorun Çalıştırılması

Devreyi oluşturan elemanlar:

Kompresör,

Kertikli Kol kumandalı 4/3 yön kontrol valfi,

Pnömatik Motor.



Şekil 2.2. Bir Pnömatik Motorun Çalıştırılması

### 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 sembolünün 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 2.2).

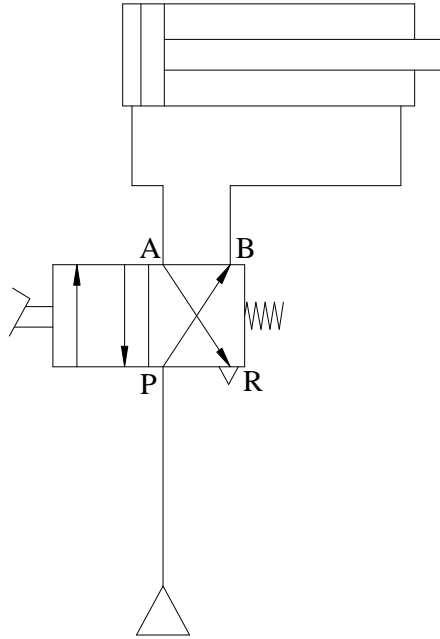
### 2.3.3. Çift Etkili Bir Silindirin İleri Geri Hareketinin Sağlanması

Devreyi oluşturan elemanlar:

Kompresör,

Pedal kumandalı 4/2 yön kontrol valfi,

Çift etkili silindir.



Şekil 2.3. Çift Etkili Bir Silindirin İleri Geri Hareketinin Sağlanması

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 çalıştırılır. Kompresörden gelen hava, bu sefer valfin A çıkışından çıkar. Silindirin arka tarafına yönlenen 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 2.3).

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

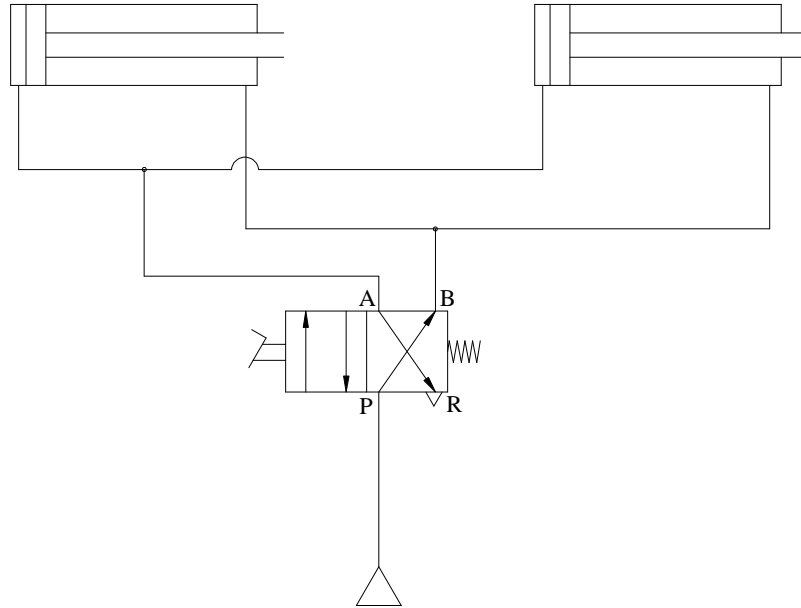
İki veya daha fazla silindire sahip olan devrelerde, silindirlerin çaplarının farklı olması silindir hızlarını etkiler. Farklı kesit alanlarına sahip silindirler aynı devrede kullanıldığında, küçük çaplı silindirin daha hızlı gittiği görülür. Buna rağmen, hızların eşit olması istendiğinde, kısma valfleri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

Devreyi oluşturan elemanlar:

Kompresör

Pedal kumandalı 4/2 yön kontrol valfi,

İki adet çift etkili silindir.



Şekil 2.4. Çift Etkili İki Silindirin Aynı Anda İleri Geri Hareketinin Sağlanması

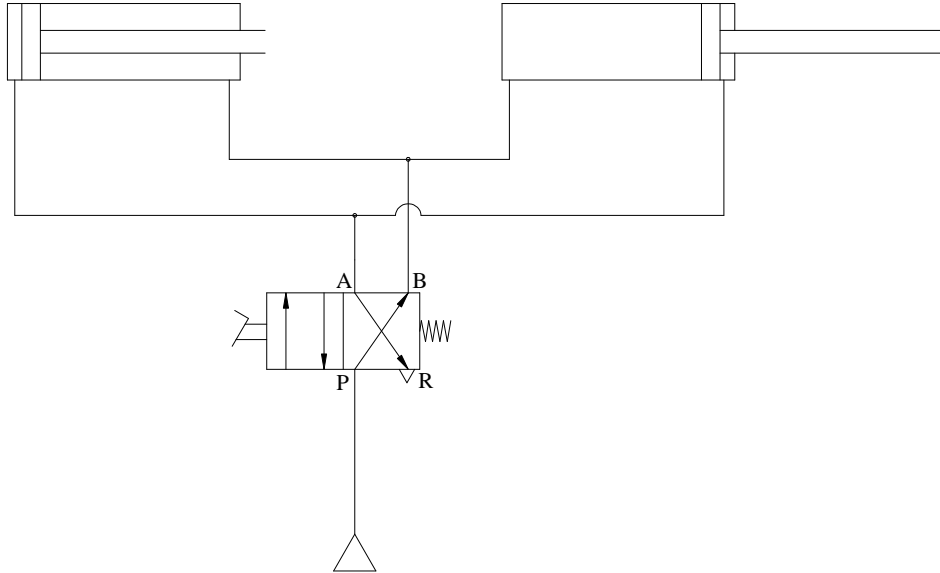
### Çalışma Prensibi

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

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

Bağlantıları dikkatle inceleyiniz. Her iki silindirin de bağlantıları birbirine paralel olarak bağlanmıştır; yani her ikisi de aynı hareketleri yapar. Silindirler birlikte ileri gider, birlikte geri gelir (Şekil 2.4).

Aşağıdaki devre çizimini inceleyiniz.



Şekil 2.5. Silindirleri çapraz bağlayarak, bir silindir ileri götürülürken diğerinin geri getirilmesi

Yukarıda da görüldüğü gibi, eğer silindirlerin bağlantıları çapraz yapılırsa, bir silindir ileri giderken, diğeri geri gelir (Şekil 2.5).

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

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

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

Devreyi oluşturan elemanlar:

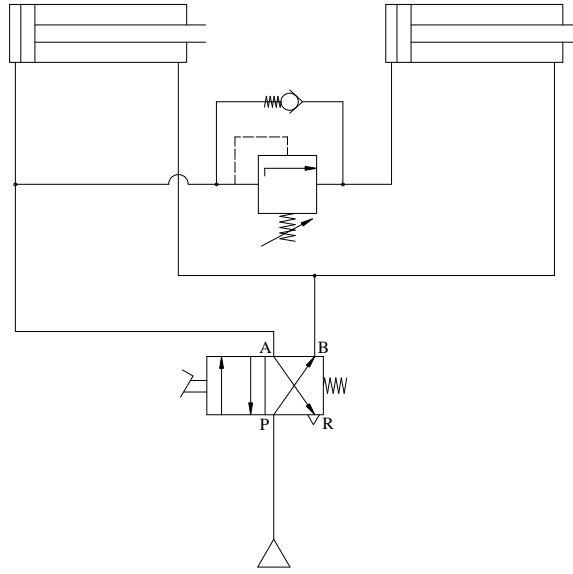
Pnömatik kompresör

Pedal kumandalı 4/2 yön kontrol valfi,

İki adet çift etkili silindir,

Basınç sıralama valfi,

Çekvalf.



**Şekil 2.6. Çift Etkili İki Silindirin Sıra İle İleri Geri Hareketinin Sağlanması**

**Çalışma Prensipleri**

#### 1. Konum

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

Pistonların geri konuma gelebilmeleri için, silindirlerin arka haznelerindeki havanın boşaltılması gerekir. Soldaki silindirin arka haznesinde bulunan havanın direnç görmeden valfin içinden geçerek, atmosfere boşalma imkanı vardır. Fakat sağdaki silindirin arka haznesindeki hava, basınç sıralama valfinden ters yönde geçemez. Çünkü bu sırada basınç sıralama valfine uyarı olmadığından valf kapalıdır. Hava bu durumda çekvalfi ittirip açarak valften geçer ve atmosfere boşalır.

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

#### 2. Konum

Pedala basıldığında, valfin, sol tarafındaki dikey oklarla gösterilen konumu çalışır. Kompresörden gelen hava, bu sefer valfin A çıkışından çıkar.

Her iki silindirin de arka tarafına yönlenen hava, soldaki silindire direnç görmeden ulaşabilirken, sağdaki silindire gidebilmek için, basıncın yükselmesini beklemek zorundadır.

Çekvalf, havanın gidiş yönüne göre ters pozisyonda durduğundan, havayı geirmeyecektir. Basıncı sıralama valfinin açılması içinse, basıncın yükselmesi gerekir.

Hidrolik akışkanlar gibi hava da kendine en az direnç gösteren yerden gider. Bu nedenle hava, direnç görmediği soldaki silindirin içerisine giderek pistonu ileri iter. Böylece önce soldaki silindir ileri hareketini yapar (şekil 2.6).

Soldaki silindirin pistonu ileriye doğru son noktaya kadar gittiğinde de, devreye hala hava gelmeye devam eder. Bu durumda, sıralama valfi artan basınçla açılır ve havanın sağdaki silindire gitmesine izin verir. Böylece silindirler sıralı bir şekilde ileri hareketlerini tamamlamış olurlar.

Pistonlar ileri giderken, silindirlerin n haznesinde bulunan hava dirençle karşılaşmadan valfin içinden geçer ve atmosfere boşaltılır.

2. konumdaki hava hareketlerinin sonunda, pistonlar ileride durur.

Sıralama istenen devrelerde, basıncı sıralama valfi kullanılması bazı sakıncaları vardır. Eğer ilk silindir herhangi bir sebeple sıkışırsa veya önüne beklenmeyen bir engel ya da yk çıkarsa, devredeki basıncı yükseleceğinden, sıralama valfi açılabilir. Bu durumda ilk piston daha hareketini tamamlamadan, ikinci piston harekete başlar. Pnömatik devrelerde imkan olduğu sürece switchler kullanılmalıdır. Basıncı kontrol valfleri ile çözüm üretilmiş devrelerde hatalı hareket sıralaması hidrolik sistemlere göre daha sık karşımıza çıkar.

Devreyi oluşturan elemanlar:

Kompresör,

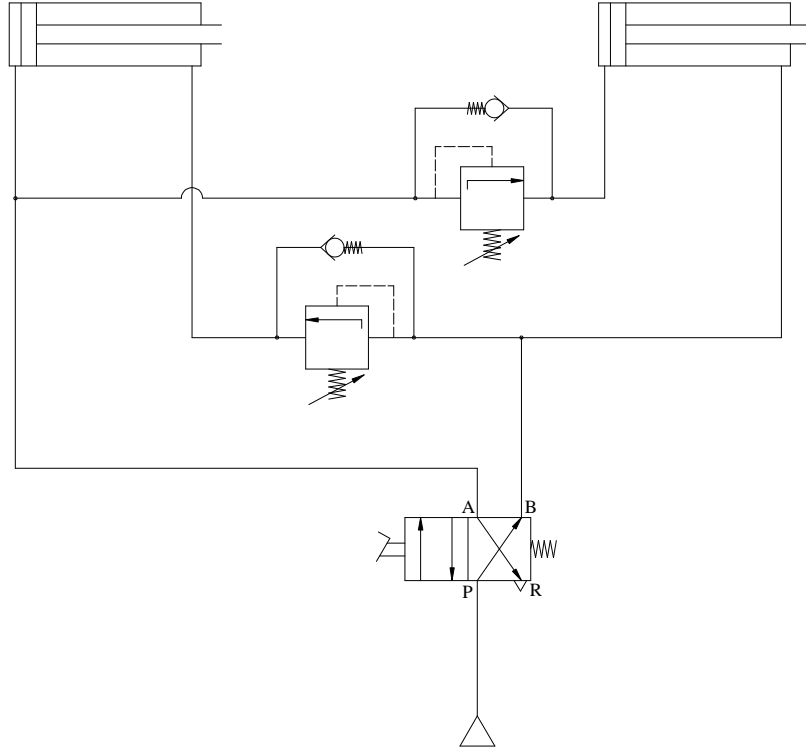
Pedal Kumandalı 4/2 Yön Kontrol Valfi,

İki adet ift Etkili Silindir,

İki adet Basıncı Sıralama Valfi,

İki adet ekvalf.





*Şekil 2.7. Basınç sıralama valfi kullanılarak çift etkili iki silindiresıra ile ileri geri hareket vermek*

### Çalışma Prensibi

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

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

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

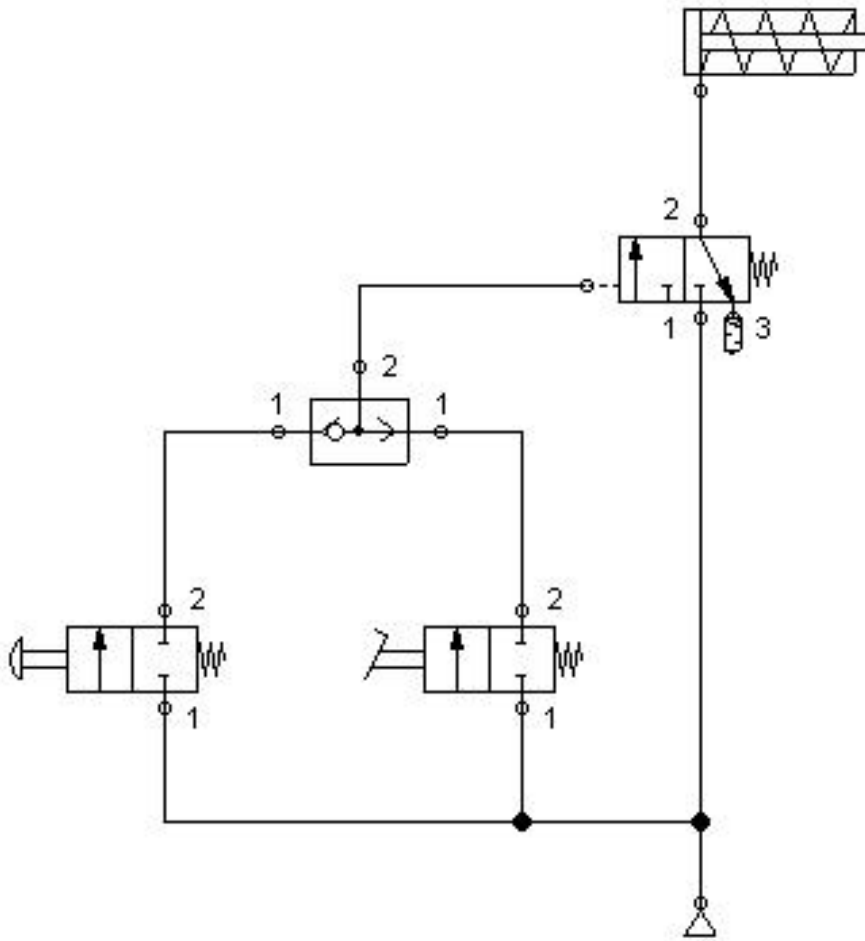
## UYGULAMA FAALİYETİ-2

Tek etkili bir silindiri bir pedala basarak veya başka bir konumdan bir butona basarak çalıştırmak istiyoruz. Gerekli devre elemanlarını seçip, devre şemasını çiziniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
Pnömatik devrenin çalışma amacını belirlemek	<p>Çizimini yapacağınız devrenin nerelerde kullanılabileceğini araştırınız.</p> <p>Benzer uygulamaların olduğu tezgahlarda bu tür devreleri inceleyiniz.</p>
Pnömatik devrenin çalışma prensibini belirlemek	<p>Devrede kullanılan almaçların hangi sırayla çalışacağını ve sistemin kumanda şeklini eskiz kağıdınıza yazınız.</p>
Pnömatik devrenin çalışma amacını yerine getirecek ve devrede kullanılacak devre elemanlarını belirlemek	<p>İstenilen çalışma koşullarını gerçekleştirebilmek için, devrede kullanılan almaçlarda olması gereken özellikleri belirleyiniz.</p> <p>Modülün bilgi sayfalarından, bu koşulları sağlayabilecek devre elemanlarının listesini çıkarınız.</p> <p>Devre elemanlarının seçimini yaparken; pnömatik sistemlerde kullanılan devre elemanlarının, istenilen çalışma koşullarını sağlayacak birçok çeşidinin olduğunu düşünerek, modül bilgi sayfalarından, devre elemanlarının seçimindeki kriterleri tekrar okuyunuz.</p> <p>Yaptığımız listenin içeriğinden, amacınıza en uygun devre elemanlarını belirleyip, seçiniz.</p> <p>Bu devrede kullanacağınız tüm devre elemanlarının listesini eskiz kağıdınıza yazınız.</p>
Devre elemanlarının çizim kağıdı üzerindeki konumunu devre anlaşılır olacak şekilde planlamak	<p>Modül bilgi sayfalarından, devre elemanlarının çiziminde uyulması gereken kriterleri okuyunuz.</p> <p>Listesini çıkardığınız devre elemanlarının sembollerini, eskiz kağıdına çiziniz.</p> <p>Devrenin taslak çizimini eskiz kağıdına yapınız.</p>

	<p>Bağlantıların çizimini yaparken mümkün olduğunca birbirlerinin üzerinden geçmemelerini sağlayınız.</p> <p>Taslak çizimi tamamladığınızda, hatalarınızın olup olmadığını arkadaşlarınızla tartışınız, onların yapmış olduğu taslakları da inceleyerek fikirlerinizi söyleyiniz.</p> <p>Görüşmeleriniz sonucunda, gerekli olan düzenlemeler varsa taslak resmi tekrar düzenleyiniz.</p> <p>Devre çiziminin kapladığı toplam alanı, asıl çizim kağıdına dengeli bir şekilde yerleştirebilmek için gerekli sembol büyüklüklerini tespit ediniz.</p>
Devreyi çizmek	<p>Çizim için gerekli araç gereçleri hazırlayınız.</p> <p>Çizim alanınızı düzenleyiniz.</p> <p>Çizim sırasında etrafınızı rahatsız edebilecek davranışlardan kaçınınız.</p> <p>Taslak resminizi temiz ve düzenli bir şekilde asıl çizim kağıdınıza taşıyınız.</p> <p>Çiziminiz bittiğinde çalışma alanınızı düzenli ve temiz bırakınız.</p>
Çizimi yapılan devreyi kontrol etmek	<p>Çiziminizi önce taslak resim ile karşılaştırınız.</p> <p>Arkadaşlarınız ile birlikte, önce pnömatik devrenin sizden istenen koşulları sağlayıp sağlamadığını, daha sonra çizimde kullandığınız sembollerin doğruluğunu kontrol ediniz.</p> <p>Yaptığınız pnömatik devre çizimini öğretmeninize göstererek, fikirlerini alınız.</p> <p>Gerekli olabilecek düzenlemeler varsa, düzeltmeleri yapınız.</p> <p>İş etiğine uygun çalışmayı her zaman kendinize ilke ediniz.</p>

## CEVAP ANAHTARI



## PERFORMANS TESTİ

Öğrenme faaliyetinde kazandığınız becerileri aşağıdaki tablo doğrultusunda ölçünüz.

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

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki sorulardan doğru olan şıkkı işaretleyiniz

1. Devre probleminde, istenen debiyi ve basıncı sağlayabilecek ..... kullanılmalıdır.
  - A. Valf
  - B. Silindir
  - C. Kompresör
  - D. Susturucu
2. Devre elemanları birbirlerine göre ..... çizilmelidir
  - A. Dik
  - B. Ölçekli
  - C. Küçük
  - D. Paralel
3. Çizimde bağlantı elemanlarının çakıştığı yerlere ..... konulmalıdır
  - A. Küçük Nokta
  - B. Yay
  - C. Ok
  - D. Filtre
4. Çizimde bağlantı elemanlarının birleştiği yerlere ..... konulmalıdır
  - A. Ok
  - B. Filtre
  - C. Küçük Nokta
  - D. Yay
5. Basınç kontrol valflerinin ayarlanacağı basınç değeri, ..... cinsinden yanına yazılmalıdır.
  - A. Newton
  - B. Pascal
  - C. Bar
  - D. Kg
6. Devre tasarımında çekvalfli sıralama valfi, hangi bağlantının ..... isteniyorsa o bağlantıda kullanılır.
  - A. Hızlanması
  - B. Önce Çalışması
  - C. Yavaşlaması
  - D. Gecikmesi

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

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında, pnömatik devreyi kurallara uygun biçimde kurabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Pnömatik devrelerde kullanılan devre elemanlarının bağlantı noktalarını inceleyiniz.

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

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

Bir pnömatik devre çizerek, devreyi kurunuz.

## 3. PNÖMATİK DEVRE KURMAK

### 3.1. Devre Kurmada Uyulacak Kriterler

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

Devrede kullanacağınız elemanların bağlantı noktalarına dikkat ediniz. Arızalı olan devre elemanlarını kullanmayınız.

Özellikle bağlantıları yaparken kullanacağımız hortumların bağlantı şekilleri ve hortumların uzunluğu çok önemlidir. Hortumlar çok kısa seçilip gergin bir konumda çalıştırılmamalıdır. Ayrıca, hortumların bağlantı uçları hareketli, eğrilik yarıçapları da mümkün olduğunca büyük olmalıdır.

### 3.2. Pnömatik Devre Kurma Uygulamaları

Pnömatik devre kurarken dikkat edilmesi gereken hususlar:

Pnömatik devre kurmak için, öncelikle daha önceden çizilmiş olan devre şemasında kullanılacak malzemeler temin edilir. Devrede kullanacağınız devre elemanlarının, sistem basıncına ve debisine uygunluğu kontrol edilmelidir.

Devre elemanları uygun konumlandırılmalıdır. Bilhassa, çalışma sırasında, hareketli devre elemanlarının (silindir, pnömatik motor vb), diğer devre elemanlarına veya size zarar



verebileceği unutulmamalıdır. Sistemi kurup çalıştırdığımızda, silindir ileri giderek diğer devre elemanlarına çarpabilir.

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

Devre elemanları kontrol edilmelidir. Arızalı elemanlar devrede kullanılmamalıdır.

Pnömatik enerjinin üretilmesinde kullanılan kompresörler elektrik ile çalışır. Bu sebeple elektrik hattı bağlantılarına dikkat edilmelidir. Ayrıca elektrik kablolarının kaçak yapmaması için, kablolarda izolasyon hatası olup olmadığı fiş takılmadan kontrol edilmelidir. Eğer kaçak yoksa fiş takılmalıdır.

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

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

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

### **3.3. Pnömatik Devrelerin Bakım ve Onarımı**

Pnömatik devrelerin daha uzun ömürlü çalışabilmeleri için, bakımlarının periyodik olarak yapılması gerekir. Buna koruyucu bakım denir. Pnömatik sistemde yapılacak koruyucu ve planlı bakım, arızaları azaltıp devre elemanlarının çalışma ömürlerini artırır.

Koruyucu bakım zamanlarını tespit etmek için ilk yapılması gereken, kullanılan devre elemanının üretici firma kataloğuna başvurmak olmalıdır. Periyodik bakımlar, üretici firmanın belirttiği zaman aralıklarında yapılmalıdır. Üretici firma kataloglarında, ilgili elemanın bakımlarının hangi süre aralığında yapılması gerektiği ve bakımın içeriği belirtilmektedir.

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

Bakım kartlarının içeriği doldurulurken yapılan bakımda dikkati çeken hususlar, ne zaman neresine nasıl bir işlem yapıldığı, hangi parçanın değiştirildiği ve neden değiştirildiği belirtilmelidir. Kart üzerinde ilgili elemanın veya makinenin kontrol edilecek önemli noktaları belirtilir ve periyodik bakım tarihleri yazılır. Kullanılan filtrelerin özellikleri ve ne zaman temizlenecekleri, makine veya elemanlarda meydana gelebilecek olası arızalar, bu kartlara işlenir. Oluşturulacak bakım kartlarına, gerektiğinde yardım alınabilmesi için, ilgili devre elemanlarının model numarası, çalışma hızları, imalatçı firmanın veya temsilcilerinin telefon numaraları da yazılmalıdır.

### 3.3.1. Devre Şeması Üzerinden Arıza Bulma ve Giderilmesi

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

Devrede oluşabilecek aksaklık ve problemleri gidermek için, devredeki elemanların yaptıkları görevlerin iyi bilinmesi gerekir. Devredeki çalışma basınçlarının, işlem sırasının, havayı yönlendiren elemanların ve kullanılan filtrelerin dikkatle gözden geçirilmesi gerekir.

Devrede oluşabilecek sorunların kaynağını daha kolay tespit edebilmek için gerekli bağlantılara basınçölçer konmalıdır. Bu sayede hat üzerindeki hava basıncı kolaylıkla görülebilir. Olası bir basınç yükselmesi veya düşmesi manometreden okunarak, arızalı devre elemanı kısa sürede bulunur.

Genelde meydana gelen arızaların başında basınç kayıpları yer alır. Böyle bir durumda olası sebepler ve çözümleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

ARIZA	OLASI SEBEP	ÇÖZÜM
<b>BASINÇ KAYIPLARI</b>	Hava kirli olabilir	Basınçlı havanın iyi filtre edilmemesi ya da nemin alınmaması bu sonucu doğurur. Şartlandırıcı kontrol edilerek, sorun olup olmadığı incelenmelidir.
	Bağlantılar uygun yapılmamış olabilir	Bağlantı elemanları çaplarının uygun seçilmemesi veya sinyal hatlarının uzun olması basınç kayıplarına sebep olur. Bağlantılar gözden geçirilmelidir.
	Bakımlar iyi yapılmamış olabilir	Gelişigüzel yapılan bakımlar devre elemanlarının korunmasında bir rol oynamaz. Bu nedenle bakım yapan personelin konusunda uzman olması gerekir.

Pnömatik sistemlerde uygulanan bakımlarda uyulması gereken kurallar;

Bakımlar; hidrolik, pnömatik, mekanik, elektrik, elektronik bakım uygulamalarıyla bütünlük sağlamalıdır.

Bakım ve onarım işlemlerinde uzman personelden faydalanılmalıdır.

Bakım kartları hazırlanmalıdır. Bakım sonrası kartlar doldurulmalıdır.

Sisteme yapılan eklemeler ve değişikler bakım kartına işlenmelidir.

Sökülen parçalar belirli bir sıraya göre dizilmeli, montaj işlemi aynı sıraya göre yapılmalıdır.

Bakım için sökülen bağlantı elemanları sızdırmazlığı sağlayacak şekilde takılmalıdır.

Bakım işlemlerinde üretici firmanın tavsiyesi göz önünde bulundurulmalıdır.

### **3.3.2. Bakım Çeşitleri**

#### **3.3.2.1. Günlük Bakım**

Kompresör giriş filtresinin kontrolü,

Yağlayıcı, yağ seviye kontrolü,

Filtrelerdeki birikintilerin boşaltılması,

Sistemde yağdanlık ya da gresörlük ile yağlanması gereken yerlerin yağlanması,

Sistem ve cihazlarda imalatçı tavsiyelerine uygun gerekli günlük bakım ve temizlik uygulamaları yapılır.

#### **3.3.2.2. Haftalık Bakım**

Yağlayıcının uygun çalışıp çalışmadığının kontrolü,

Kompresör kayışları gerginlik kontrolü,

Basınç kontrol valflerinin kontrolü,

Hortumlarda oluşabilecek kesik ve çatlakların kontrolü,

Valflerin kontrol edilip, kumanda kollarının temizlenmesi,

Filtre kirlilik göstergesi kontrolü,

Sistem ve cihazlarda imalatçı tavsiyelerine uygun gerekli haftalık bakım ve temizlik uygulamaları yapılır.

#### **3.3.2.3. Aylık Bakım**

Filtre kabı ve filtreleme elemanının temizlenmesi,

Valflerin egzoz kapılarında kaçakların olup olmadığı,

Manometrelerin kalibre edilmesi,

Silindir montaj bağlantılarının sıkılığı,

Sistem ve cihazlarda imalatçı tavsiyesine uygun aylık bakım ve temizlik uygulamaları yapılır.

#### **3.3.2.4. Altı Aylık Bakım**

Kompresör sübap kapaklarının sökülerek temizlenmesi,

Kirlenmiş, görev yapmayan susturucu ve filtrelerin değiştirilmesi,

Devre elemanlarının verimlilik ve güç kontrolü,

Silindirlerde piston ve piston kolu sızdırmazlık elemanları ve yataklarının kontrolü,  
Kompresör soğutma sisteminin boşaltılıp temizlenmesi,

Sistem ve cihazlarda imalatçı tavsiyesine uygun, gerekli altı aylık bakım ve temizlik uygulamaları yapılır.

### **3.4. Pnömatik Sistemlerin Elektronik Kontrolü**

#### **3.4.1. Elektronik Kontrolün Tanımı**

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

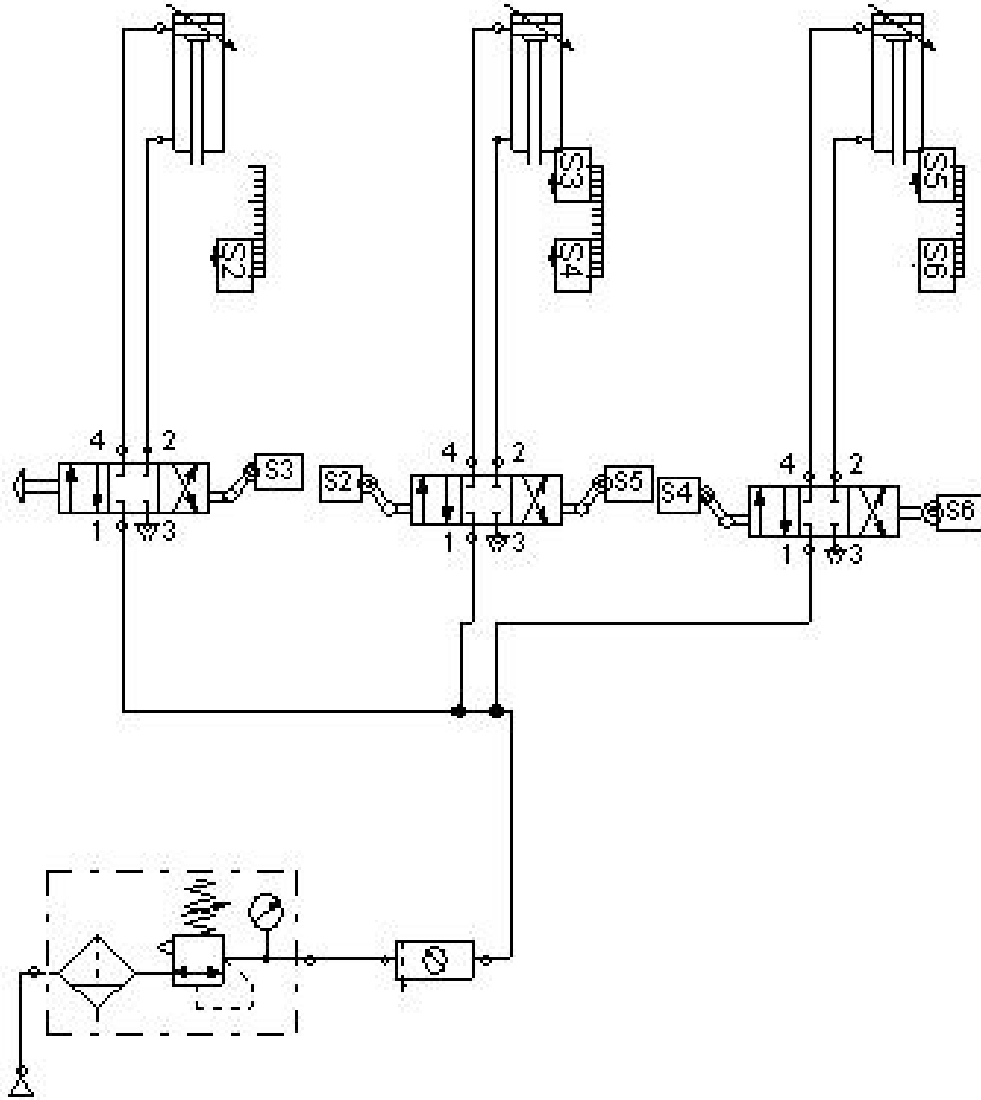
Elektronik devrelerin çalışma prensibi

Giriş Sinyali  $\Rightarrow$  Sinyalin işlenmesi  $\Rightarrow$  Çıkış sinyali

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

### UYGULAMA FAALİYETİ-3

Aşağıda şeması verilen hidrolik devreyi kurup, devrenin çalışma prensibini açıklayınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Önceden çizimi yapılmış pnömatik devrenin elemanlarını seçmek</p>	<p>İş önlüğünüzü giyiniz.</p> <p>Çalışma yapacağınız alanı temizleyip düzenleyiniz.</p> <p>Modül bilgi sayfalarından devre kurarken dikkat edilmesi gereken hususları okuyunuz.</p> <p>Pnömatik devre şemasını inceleyerek, herhangi bir hata olup olmadığını kontrol ediniz.</p> <p>Çizilen devre üzerindeki devre elemanlarının sembollerini ve özelliklerini gözden geçiriniz.</p> <p>İstenilen çalışma koşullarını gerçekleştirebilmek için, devrede kullanılan almaçlarda olması gereken özellikleri belirleyiniz.</p> <p>Çizimde belirtilen debiye ve basınca uygun devre elemanlarını seçip çalışma masanıza koyunuz.</p> <p>Devre elemanlarının bakım kartlarını okuyarak, dikkat edilmesi gereken bir husus olup olmadığını kontrol ediniz. Arızalı olabilecek devre elemanlarını öğretmeninize gösteriniz.</p>
<p>Devre elemanlarını uygun konuma göre yerleştirmek</p>	<p>Pnömatik devrelerin kurulması sırasında güvenlik kurallarına daima riayet ediniz.</p> <p>Silindirlerin çalışma esnasında ileri gideceklerini göz önünde tutarak, konumlarını seçerken dikkatli olunuz.</p> <p>Pistonun önüne başka bir devre elemanı koymayınız.</p> <p>Kumanda edeceğiniz valfleri, kolay erişebileceğiniz bir konuma yerleştiriniz. Elinizi almaçlara çok yaklaştırmayınız.</p>

<p>Devre elemanlarının bağlantılarını uygun biçimde yapmak</p>	<p>Bağlantıları, sisteme basınçlı hava göndermeden yapınız.</p> <p>Bağlantıları, önce dönüş hattından başlayarak yapınız.</p> <p>Daha sonra sıra ile kompresör bağlantısına kadar geri gelerek çizimi, yapılan devre şemasına göre tamamlayınız.</p>
<p>Devre bağlantılarını kontrol etmek</p>	<p>Devrede kullandığınız emniyet valfinin ayarını kontrol ederek devre şemasında verilen değeri uygulayınız.</p> <p>Bağlantılarda uygun olmayan bir bağlantı biçimi varsa, bağlantı elemanlarını kontrol ederek, uygun uzunlukta bağlantı elemanları kullandığınızdan emin olunuz.</p> <p>Pompa çıkışından başlayarak, havanın gideceği hattın bağlantı elemanlarını sıra ile kontrol ediniz.</p>
<p>Devreyi çalıştırmak</p>	<p>Kurduğunuz devreyi arkadaşlarınız ile kontrol ederek, devre hakkındaki fikirlerini alınız.</p> <p>Yanlış yapmış olduğunuz bir bağlantı varsa bunları düzeltiniz.</p> <p>Basınçlı havayı sisteme veriniz.</p> <p>Yön kontrol valflerini kullanarak almaçları hareket ettiriniz. İşlemlerde bir hata varsa, bunu telafi etmek için gerekli işlem basamağına geri dönünüz.</p>

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



## PERFORMANS TESTİ

Öğrenme faaliyetinde kazandığınız becerileri aşağıdaki tablo doğrultusunda ölçünüz.

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

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz

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

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

2. Pnömatik enerjinin üretilmesi için ..... yararlanılır

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

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

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

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

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

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

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

6. Devre bağlantıları ..... başlayarak yapılır

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

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

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

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

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

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ – 1 CEVAP ANAHTARI

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

## ÖĞRENME FAALİYETİ – 2 CEVAP ANAHTARI

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

## ÖĞRENME FAALİYETİ – 3 CEVAP ANAHTARI

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

### DEĞERLENDİRME

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

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

## PERFORMANS TESTİ

### Uygulamalı Ölçme Araçları (Performans Testleri)

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

Önce ilk iki silindir ileri gidecek,

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

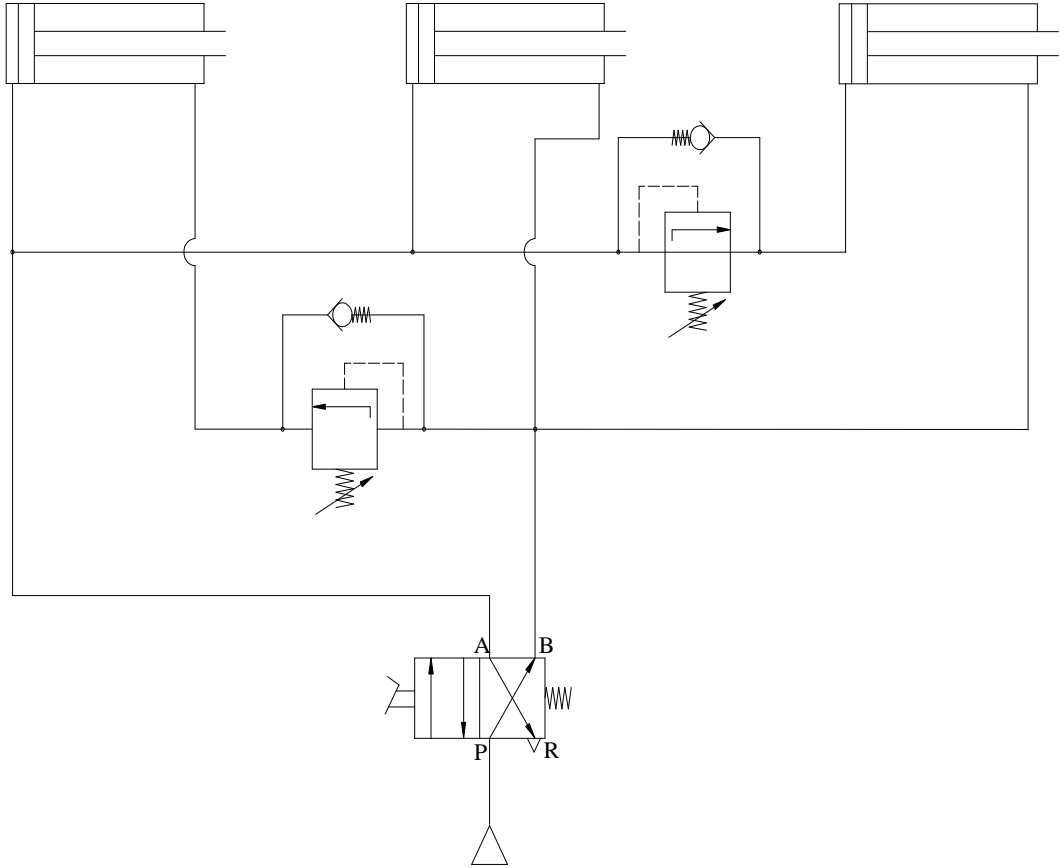
Pedaldan ayağımızı çektiğimizde;

Önce aynı anda ikinci ve üçüncü silindir,

Daha sonra ilk silindir geri gelecektir.

Gereken devre şemasını çizerek, pnömatik devreyi kurunuz.

## CEVAP ANAHTARI



# MODÜL DEĞERLENDİRME

Modülde kazandığınız becerileri aşağıdaki tablo doğrultusunda ölçünüz.

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

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

Modülü başarı ile tamamladıysanız öğretmeninize danışarak bir sonraki modüle geçebilirsiniz.

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

## KAYNAKLAR

- AKDOĞAN, Ahmet. TURGAY, R. Engin. **Elektropnömatik**,
- Art Systems. FESTO Didactic, **Pnömatik**,
- DEMİRTAŞ, Fayık. **Hidrolik ve Pnömatik**, Ankara, 1992
- FESTO. **Temel Seviye Pnömatik Eğitim Seti Kullanım Klavuzu**,
- GÜLLÜ, Abdulkadir. **Metal Meslek Bilgisi**, Ajans-Türk Matbaacılık,Ankara, 1999
- KARACAN, İsmail. Hidrolik Pnömatik, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1989
- KARACAN, İsmail. **Pnömatik Kontrol**, G.Ü.T.E.F. Matbaası , Ankara 1984
- KARTAL, Faruk. **Elektropnömatik ve Otomasyon**, Emek Matbaacılık, Manisa, 1999
- ROTA TEKNİK. **BOSCH Pneumatics**,