

T.C.  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PNÖMATİK**  
**Temel ve Uygulamaları**

( Y. Lisans Tezi )

Hazırlayan: Nihat AKKUŞ  
Yöneten: Prof. Dr. Ruşen GEZİCİ  
Teslim Tarihi: Nisan 1986



## İÇİNDEKİLER

### 0. PNÖMATİĞE GİRİŞ

0.1 Pnömatik birimleri ve fiziksel özellikleri.....	1
0.2 Hava kanunları ve fiziksel özellikleri.....	6
0.3 Basınç ve ısının havaya tesiri.....	7
0.4 Havanın su tutma kabiliyeti.....	14
0.5 Basınç ve akış hızının hava üzerine tesiri....	15
0.6 Çalışma aracı olarak basınçlı hava.....	16

### 1. EĞİTİM UYGULAMALARI:

#### Uygulama 1

1.1 Tek etkili silindir ve normalde kapalı 3/2 yollu valfin kullanılması.....	19
1.2 Tek etkili silindir.....	21
1.3 Yollu valflerin sembolik gösterimi.....	23
1.4 Yollu valflerin çizimi.....	25
1.5 Normalde kapalı 3/2 yollu diskli valf.....	28
1.6 Normalde kapalı 3/2 yollu sürgülü valf.....	30

#### Uygulama 2

2.1 Hava hazırlayıcısının kullanılması.....	33
2.2 Hava hazırlama grubu.....	35
2.3 Su ayırıcı filtre.....	37
2.4 Yağlayıcı.....	38
2.5 Monometre.....	40

#### Uygulama 3

3.1 Normalde açık 3/2 yollu valfin kullanılması....	43
3.2 Normalde açık 3/2 yollu diskli valf.....	44
3.3 Sürgülü valf.....	46
3.4 Sürgülü ve diskli valflerin karşılaştırılması.	47

#### Uygulama 4

- 4.1 Ön kumandalı 3/2 yollu valfin kullanılması....48  
4.2 Normalde kapalı diskli ön kumandalı 3/2 yollu  
valf.....49  
4.3 Normalde kapalı sürgülü ön kumandalı 3/2 yollu  
valf.....53

#### Uygulama 5

- 5.1 Ayarlı çek valfin kullanılması.....56  
5.2 Kısmi valfinin ayarlanabilir kısmı.....58  
5.3 Yaylı çek valf.....60  
5.4 Ayarlanabilir yaylı çek valf.....61

#### Uygulama 6

- 6.1 Hızlı boşaltma valfi ve susturucunun kullanılması 63  
6.2 Hızlı boşaltma valfi.....65  
6.3 Susturucu.....66

#### Uygulama 7

- 7.1 Devre seçici valfin kullanılması.....67  
7.2 Devre seçici valf.....68

#### Uygulama 8

- 8.1 Çift basınçlı valfin kullanılması.....70  
8.2 Çift basınçlı valf.....71

#### Uygulama 9

- 9.1 Çift etkili silindir, ön kumandalı 4/2 yollu valf,  
5/2 yollu valf, 5/2 yollu valfin kullanılması...73  
9.2 Çift etkili silindir.....74  
9.3 Ön kumandalı 4/2 yollu valf.....75  
9.4 5/2 yollu valf.....78  
9.5 Normalde kapalı ön kumandalı 5/2 yollu valf.....79

## Uygulama 10

- 10.1 Çalışma hızının ayarlanması.....81  
10.2 Emilen havanın ayarlanması-Boğaltılan havanın ayarlanması.....82

## Uygulama 11

- 11.1 Çeşitli kumanda elemanlarının kullanılması.....85  
11.2 Valf çalışma türleri-sembolleri.....86  
11.3 Basıncılı hava kumandalı 4/2 yollu valf.....87  
11.4 Basıncılı hava kumandalı 5/2 yollu valf.....88  
11.5 Bir devre şemasının oluşturulması.....89

## 2. PNOMATİK UYGULAMA ÖRNEKLERİ

### Örnek 1

- 1.1 İmalatı yapılmış bir parçanın damgalanmasının devre şeması.....91  
1.2 Ayarlanabilir basınç kumandalı 3/2 yollu valf...93  
1.3 Yay ve basınçlı hava tesiriyle çalışan 4/2 yollu valf.....94

### Örnek 2

- 2.1 Plastik parçaların kalıplanmasının devre şeması..96  
2.2 Basınç ayar valfi.....98

### Örnek 3

- 3.1 Plastik imalat parçalarının enjeksiyon kalıbında ısıtılmasının devre şeması.....101  
3.2 Normalde kapalı geciktirme valfinin çalışması...103  
3.3 Normalde kapalı geciktirme valfinin konstrüksiyonu.....104  
3.4 Geciktirme sisteminin çalışması.....105

### Örnek 4

- 4.1 İmalat parçalarının taşınmasının devre şeması...107  
4.2 Yol-adım diyagramları.....108

Örnek 5

- 5.1 Geriye boş hareketli makara ile U bükme işleminin yapılması.....112  
5.2 Valf bağlantı tekniği ve yol-adım diyagramı.....114

Örnek 6

- 6.1 Makaralı valf ile U bükme işleminin yapılması...116  
6.2 Değiştirme valf yardımıyla sinyal oluşturma.....117

EKLER

- Kullanılan elemanların listesi.....I20  
Büyüklikler-Semboller-Birimler çizelgesi.....I21  
Bazı pnömatik sözcüklerin Almanca ve İngilizce karşılıkları.I22  
İndeks.....I25

### ÖNSÖZ

Değişen endüstriyel problemlerde, kaliteli mamulü en ucuza üretme problemi her zaman en önde yer almış ve zihinleri meşgul etmiştir. Bir mamulün daha ucuza imal edilmesi için, o mamulün tüm üretim süreci incelenmiş ve kalitesi sabit kalmak şartıyla maliyetinin hammadde ve işçilik gibi unsurlarla direkt ilişkili olduğu görülmüştür. Ekonomik nedenlerle hammadde fiyatlarının belirli bir miktarın altına düşürülememesi bu kez dikkatleri işçilik unsuru üzerinde yoğunlaştırmış, daha az işçilik ve seri imalatla optimal verime erişilmek istenmiştir.

Seri imalatın önem kazandığı günümüzde tedarikinin ucuz olması ve özellikle hızlı çalışma temposuna imkan vermesi nedeniyle önem kazanmıştır. Ülkemizde gelişen endüstrimize paralel olarak pnömatik uygulamalar günden güne artmakta ve kendine gıda endüstrisinden, silah endüstrisine kadar çeşitli dallarda kullanım alanı bulmaktadır.

Pnömatik sistemlerin kullanımlarının genişlemesiyle beraber eğitimde önem kazanmaktadır. Ülkemizde kısa bir zaman öncesine kadar yalnızca bir kaç üniversitemizde pnömatik eğitimiyle ilgili dersler verilmesine karşın, konunun öneminin anlaşılmasıyla beraber, bir kaç yıldan beri Endüstri Meslek Liselerimizde ilgili dersler ve uygulamalar sistemli bir şekilde yapılmaya başlanmış ancak bu kezde döküman ve ders notu eksikliği görülmüştür. Sayın Hocam Prof.Dr.Ruşen GEZİCİ ' ninde tavsiye ve desteğiyle uygulamaya dönük bir labratuar notu hazırlamak için, kendime Alman Mesleki ve Teknik Eğitim Enstitüsü tarafından hazırlanmış bir uygulama kitabını örnek alarak çalışmaya başladım ve bu çalışmayı gerçekleştirdim.

Tüm çalışmam boyunca benimle ilgilenen Hocam Sayın Prof.Dr. Ruşen GEZİCİ'ye teşekkür ve saygılarımı sunarım.

## PNÖMATİĞE GİRİŞ

Havadan yararlanma fikri, yüzyıllardan beri insanlığı mesgul etmektedir. Havanın kullanımı zamandan zamana artmıştır. İlk önceleri rüzgar yardımıyla ateş yakılmış, havadan yararlanmak amacıyla körükler ve yelpazeler yapılmıştır. Daha sonraları tekniğin gelişmesiyle yelkenli gemiler ve yeldeğirmenleri yapılmıştır.

Pnömatik kelimesi Yumanca'da hava ve rüzgar anlamında "pnöma" kelimesinden gelmektedir. Pnömatik kelimesi hava hareketlerinin ve havalı sistemlerin genel isimlendirilmesidir.

Bugün pnömatik dendiğinde havanın endüstri içersinde kullanılması, çeşitli makinaların havayla çalıştırılması ve kumanda edilmesi anlaşılmaktadır.

Basıncılı hava kanunları ve bunların endüstride uygulanabilirliği yüzyılımızın başından itibaren sistematik olarak araştırılmaya başlanmıştır. Hava kanunlarında ve teknolojiye kaydedilen gelişmelere paralel olarak

endüstriyel pnömatik sistemlerde de ilerlemeler kaydedilmiştir. Ancak pnömatik sistemlerin Orta Avrupa'da endüstride seri üretim yapan alanlarda kullanılması 1966'lı yıllardan itibaren başlamıştır. Daha önceleri pnömatiğin endüstride kullanılması son derece sınırlı kalmıştır. 1927 yılında Almanya'da pnömatik olarak çalışan bir lokomotif yapılmıştır. Bu lokomotifde bir kompresör, diesel motor tarafından tahrik edilmektedir. Kompresörde üretilen basınçlı hava ve hava ayarlayıcısı üzerinden iç silindirlerine verilerek mekanik hareket elde edilmektedir. Bu sistem buharlı lokomotiflerle aynıdır. Daha sonraları daha güçlü ve ekonomik diesel lokomotiflerin yapılmasıyla pnömatik lokomotifler gelişmemiştir. Pnömatik sistemlerin en büyük gelişmesi Amerika'da, otomasyon problemlerine büyük çapta ilgi gösterilmesiyle olmuştur.

### 0.1. Pnömatik Birimleri ve Fiziksel Özellikleri

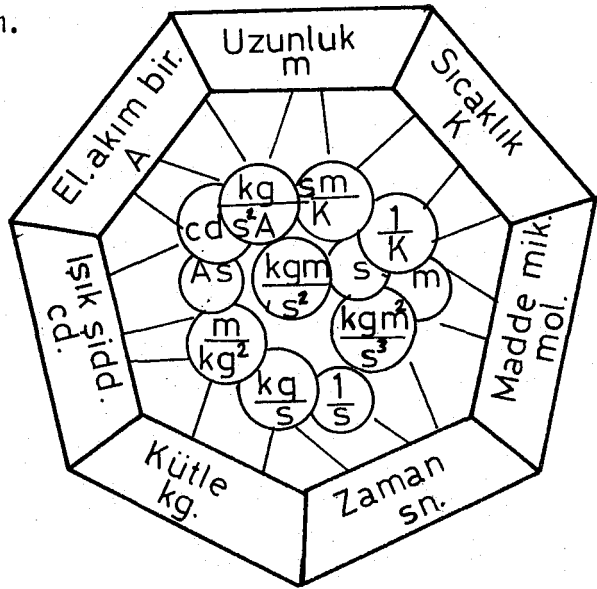
Basınc altındaki havayla ilgili hesaplamalarda kullanılacak birimlerin ve büyüklüklerin açıklanmasını aşağıdaki gibi yapabiliriz.



Burada akla gelebilecek ilk sorun fiziksel büyüklüğün ne olduğudur. Teknikte fiziksel büyüklük dendiğinde maddeye ait özellikler, ölçülebilir sistemler ve durum belirten fiziksel ölçüler anlaşılır. Hız, basınç, zaman ve sıcaklık birer fiziksel büyüklüktür. Bu arada renklerin birer fiziksel büyüklük olmadığını da belirtelim.

Aşağıda fiziksel hesaplamalarda esas olan ölçüm birimleri belirtilmiştir. Bunlar;

Uzunluk	-	Metre	(m)
Kütle	-	Kilogram	(kg)
Zaman	-	Saniye	(sn)
Sıcaklık	-	Kelvin (K) veya Santigrad (°C)	



SI Sistemine göre temel birimler

Bu temel birimlerin yanında pnomatikte kuvvet, yüzey, hacim, miktar, basınç ve hıza ait fiziksel birimler sıklıkla kullanılır.

Bilindiği üzere fiziksel büyüklükler bir sayısal büyüklük ve birim ile belirlenirler. 24 mm olarak belirlenen bir uzunluk ölçüsünde; 24 sayısal büyüklük, mm ise birim'dir.

Bugün Avrupa'da ve dünyanın birçok ülkesinde "uluslararası birim sistemi" olarak bilinen (kısa gösterimi Sİ) sistem kullanılır. Sİ birim sisteminde yedi birim temel birim olarak kabul edilmiş, diğer birimler bu yedi birimden türetilmiştir. Sİ birim sisteminin temel birimlerinden birincisi küttedir ve kg olarak belirlenir. Normal konuşma dilinde ağırlık kütleymiş gibi düşünülür ve 1 kg ağırlığındaki çelik, 1 kg'lık bir kütleyle sahiptir. Ancak ağırlığın yerçekimine bağlı olmasına karşın kütle yerçekimi ile ilgili değildir. Örnek vermek gerekirse dünya 1 kg'lık bir kütle, ay da 1 kg kütle'dir.

Fiziksel esasların zorlamasıyla kütle birimi değiştirilmemiştir. Buna karşın ağırlık birimi Newton olarak değiştirilmiştir. Newton ismi İngiliz bilimadamı Newton tarafından bulunan aşağıdaki bağıntıdan gelmektedir.

$$\text{Kuvvet} = \text{Kütle} \times \text{İvme}$$
$$F = m \times a$$

Aynı bağlantıyı bilimsel olarak yazarsak,

$$\text{Kuvvet birimi} = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \begin{array}{l} m = \text{metre} \\ s = \text{saniye} \end{array}$$

Kuvvet birimi olarak  $\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  yerine kısaltılmış N birimi kullanılır.

$$\text{Yani } 1\text{N} = 1\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ 'dir.}$$

Newton ağırlık biriminin meydana gelişini aşağıdaki gibi de anlatabiliriz:

0,12 kg'lık (= 102 gr) bir ağırlık alınır ve bir ip ile bağlanır. İpin ucu yukarı kaldırılır ve taşın ipte askıda (boşta) kalması sağlanır. Bu anda taş parçasının ipe uyguladığı kuvvet 1 Newton'dur. Bunun neden böyle olduğu daha önceden belirtilen aşağıdaki formülde açıklanır.

$$\text{Kuvvet} = \text{Kütle} \times \text{İvme}$$

Burada ivme serbest düşmedeki yerçekimi ivmesidir ( $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ).

Eğer ipin ucu serbest bırakılırsa taş parçası yere düşer. İşte bu düşme anında taş yere 1N'lık bir kuvvetle çarpar.

Ağırlıktan doğan kuvvetin 2 özelliği vardır.

1. Ağırlık kuvvetinin meydana gelmesine sebep yer çekimi ivmesidir.
2. Ağırlık kuvvetinin tesir doğrultusu daima yer merkezine doğrudur.

Kuvvet = Kütle x Yerçekimi ivmesi

$$\text{Kuvvet} = 0,102 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Kuvvet} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Kuvvet} = 1 \text{ N.}$$

Bilindiği üzere basınç birim yüzeye gelen kuvvet olarak tanımlanır.

Formül olarak gösterilirse;

$$P = \frac{F}{A} \text{ N/m}^2 \text{ dir.}$$

F = Kuvvet (N) ve A= Yüzey ( $\text{m}^2$ )'dir.

Burada  $\text{N/m}^2$  olarak gösterilen basınç birimi, yani SI birim sisteminde Paskal olarak değiştirilmiştir.

Yani  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ 'dir. Paskalın kısa gösterilişi Pa'dır. 1 Paskal basınç çok küçüktür. Bu kadar küçük bir basıncın hissedilebilmesi zordur. Bu şöyle bir örnekle anlaşılabilir.  $1 \text{ m}^2$  kağıdın ağırlığı yaklaşık 100 gr'dır Yani 1 Newton'dur ( $1 \text{ kg} = 1000 \text{ gr} = 10 \text{ Newton}$ .  $100 \text{ gr} = 1 \text{ N}$ ). Bu kitabın sayfalarını yanyana getirip  $1 \text{ m}^2$  lik bir yüzey elde ettiğinizde, bu basınçta 1 Paskal'dır.  $1 \text{ m}^2$ 'lik kağıtların bir kısmının alınması halinde, kalan kağıtların bulunduğu yere basıncı azaltacaktır. Yani alınan ağırlığa eşit oranda bir basınç ayarlaması olacaktır.

Paskal böyle küçük bir birim olması nedeniyle çoğunlukla üst birimleri kullanır. Bunlar Kilopaskal (Bin katı =  $10^3$ ) ve Megapaskal (Milyon katı =  $10^6$ )'dir. 1 Kilopaskal = 1 KPa ve 1 Megapaskal = 1 MPa'a eşit olduğunu da hatırlatalım. Ancak pratikte diğer bir basınç birimi kullanılır ki bu da bar'dır ( $1 \text{ bar} = 0,987 \text{ Atm.}$ 'dir) Bar Megapaskal'ın  $1/10$ 'dir. Bar biriminin atmosfer birimine yakın olması nedeniyle geniş kullanım alanı bulmuştur.

$$1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa} = 10 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Pa} = \frac{1}{10.000} \text{ bar} = 10^{-5}$$

Basınç büyüklükleri atmosfer basıncına göre belirlenir. Çünkü basınç büyüklüklerinin kıyaslanması çoğunlukla atmosfer basıncına göre yapılmaktadır. Atmosfer basıncı ise deniz seviyesinden yüksekliğe göre 0,980 bar ile 1,040 bar aralığında değişir. Meteoroloji uzmanları hava basıncını 980 bar ile 1040 milibar arasında kabul ederler. Atmosfer basıncının sembolü  $P_e$  harfleridir. Buradaki  $e$  indexi Latince "exedens" kelimesinden gelmekte olup aşan, geçen anlamındadır.  $P_e = 2$  bar olan bir basınç, atmosfer basıncını 2 kat geçmiştir.  $P_e = 0,5$  bar ise, bu basınç atmosfer basıncından 0,5 kat küçüktür. Yalnız negatif değerler en fazla -1'e kadar olabilirler. Örneğin; -2 veya -1,35 olanın boşaltılması ile en fazla 0 değere kadar inebilir. edilmiş bir hacimde dahi cüzi miktarda basınç vardır. Basınçsız hacim teknik olarak yapılamaz. Ancak vakum tekniğiyle bir hacimdeki havanın dışarı pompalanması sonucu hacimdeki mutlak basıncın 0.000.000.000 1 Paskal'a

kadar azaltılabildiği bir ortam elde edilebilir.

Mutlak basınç deyimi, havalı sistemlerde ve fiziksel kanunlarda sıklıkla kullanılır. Mutlak basıncın formülsel gösterimi  $P_{abs}$  şeklindedir. Başlangıç noktası ise basınçsız hacim olarak kabul edilir. Atmosfer basıncının mutlak basınç olarak gösterilmesi ise tamamen farklıdır. Bu fark yandaki şeklin incelenmesiyle daha iyi anlaşılır. Şekilde de görüleceği üzere mutlak basınç "0 çizgisinin üzerindeki her değer" olarak kabul edilir ve negatif mutlak basınç olamaz. Ancak normal atmosfer basıncı aynı skalada arandığında  $P_{amb}$  ile gösterilen noktaya geldiği görülür. Burada  $P_e = P_{amb} = 0$  olarak kabul edilir ve üstüne pozitif atmosfer basıncı, altına ise negatif atmosfer basıncı denir. Negatif atmosfer basıncı, bir hacimdeki havanın boşaltılması ile en fazla 0 değere kadar inebilir.

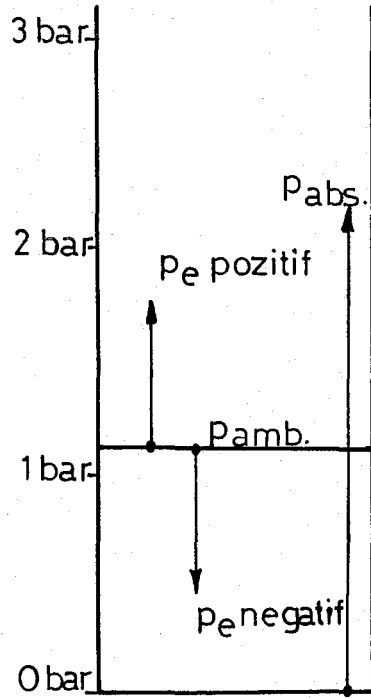
## 0.2. Hava Kanunları ve Fiziksel Özellikleri

Pnömatikte kullanılan gaz karışımı, yeryüzünün her yerinde bulunan normal havadır. Bu nedenle normal havaya ait kanun ve özellikler burada anlatılacaktır. Bilindiği üzere hava başlıca 2 gazın karışımından oluşmaktadır.

Bunlar;

- % 78 Azot ( $N_2$ ) ve
- % 21 oksijen'dir.

Bunlardan başka % 1 oranında da Karbondioksit, Argon, Hidrojen, Neon, Helyum, Kiypton ve Xenon gazlarından oluşmaktadır. Hava karışımının içinde bu gazlardan başka çok az miktarda su buharı (nem) hava karışımının içinde bulunmaktadır. Havada bulunan bu gazlar çifter çifter bağlanmış gaz molekülleri şeklindedir. Gaz molekülleri küçük elastik toplara benzetilebilir. Abartmasız havanın  $1 \text{ cm}^3$ 'de rakamla yazılamayacak kadar bu toplardan vardır ( $27 \times 10^{18}$  adet). Gaz molekülleri belirli bir düzen içerisinde durmazlar. Havada devamlı bir hareket ve birbirleriyle çarpışma içersindedirler.



Şekil 0.1 Pe ve Pabs'nin durumu

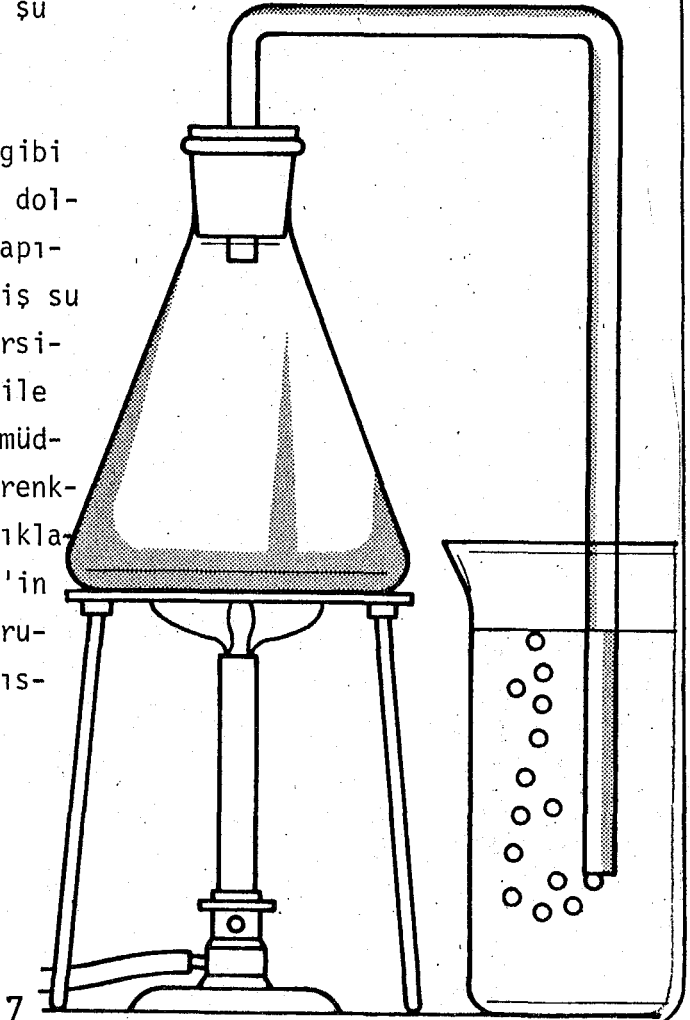
Aşağıdaki örnekle gazların hareketleri açıklanabilir. Kapalı bir kabın içine doldurulan hava ısıtılacak olursa, atomların kinetik enerjileri artacağından hareket etme kabiliyetleri de artar ve daha büyük bir hızla kabın cidarına vurmaya başlarlar. Bu etkiyle kabın kapağında veya cidarında bir tıkkırdama olur.

### 0.3. Basınç ve Isının Havaya Tesiri

Hava ısı tesiriyle genişler, bunu şu örnekle açıklamak mümkündür.

Deney: Yandaki şekilde görüldüğü gibi bir erlenmayer alınır ve hava ile doldurulur. Erlenmayer'e bir çıkış yapılır ve bu çıkış ucu renklendirilmiş su ile doldurulmuş bir beherglas içersine konur. Erlenmayer'in bir alev ile şekildeki gibi ısıtılmasıyla bir müddet sonra beherglas içerisindeki renkli sıvının içersinden hava kabarcıklarının çıktığı görülür. Erlenmayer'in tekrar soğutulmasıyla bağlantı borusunun beherglas içersinde kalan kısmında yeniden renkli su yükselir.

Şekil 02 Havanın genişmesi



Açıklama: Isı tesiriyle Erlenmayer'in içersindeki hava genişliyor ve küçük bir basınç artışıyla boru içersindeki suyu dışarı atıyor. Isı kesildiği zaman içeride kalan hava soğumaya başlar. Böylece soğumanın artmasıyla zamana bağlı olarak Erlenmayer içeriğinde bir alt basınç (düşük basınç) oluşur. Erlenmayer'deki alt basınç ve dışarıdaki atmosfer basıncı nedeniyle beherglas içersindeki hava tahliye borusundan tersdoğrultuda yeniden su yükseldiği görülür. Bu yükselme Erlenmayer içersindeki basınç, atmosfer basıncına eşit oluncaya kadar devam eder.

Bilgi: Gazlarda fiziksel hacim büyüklüğü basınç ve sıcaklığa bağlı olarak değişir. Gazların çeşitli basınç ve sıcaklık altında, dikkatli bir şekilde yapılan ölçümlerinde,

$$\frac{P_{abs} \cdot V}{T} = \text{Sabit}$$

bağıntısı elde edilmiştir.

Burada,  $P_{abs}$  = Mutlak basınç  
 $V$  = Hacim  
 $T$  = Sıcaklık'tır.

Deneme: Normal havayla doldurulmuş bir şişe alınır. Yandaki şekilde görüldüğü gibi bu şişeye bir U-Borusu ve bir termometre hava kaçırmayacak şekilde bağlanır. U-Borusu içersine belirli bir miktar su doldurulur. Daha sonra şişe soğuk bir ortama, kışın veya sonbaharda açık havaya götürülür ve kısa bir süre beklenir sıcaklık ve basınç ölçülür. Örneğin;

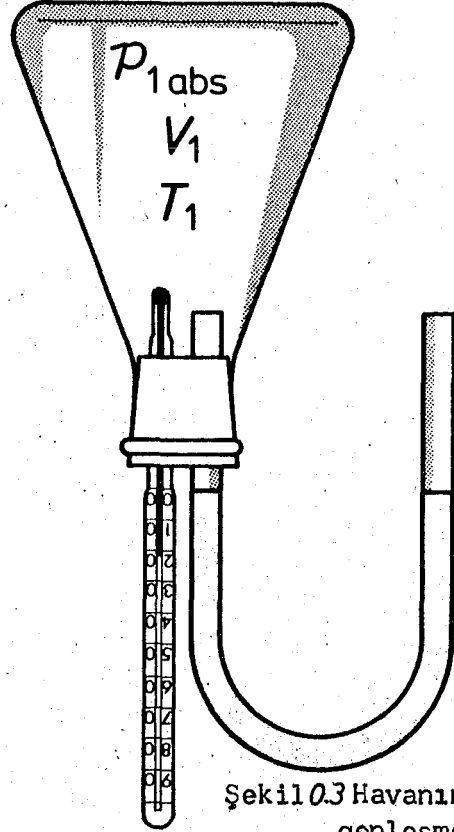
$$\begin{aligned} P_{1abs} &= 1040 \text{ mbr} \\ t &= 14^{\circ}\text{C} \\ V_1 &= 514 \text{ cm}^3 \\ T_1 &= 287 \text{ K}^{\circ} \end{aligned}$$

Bulunan sıcaklığın Kelvin'e çevrilmesi;

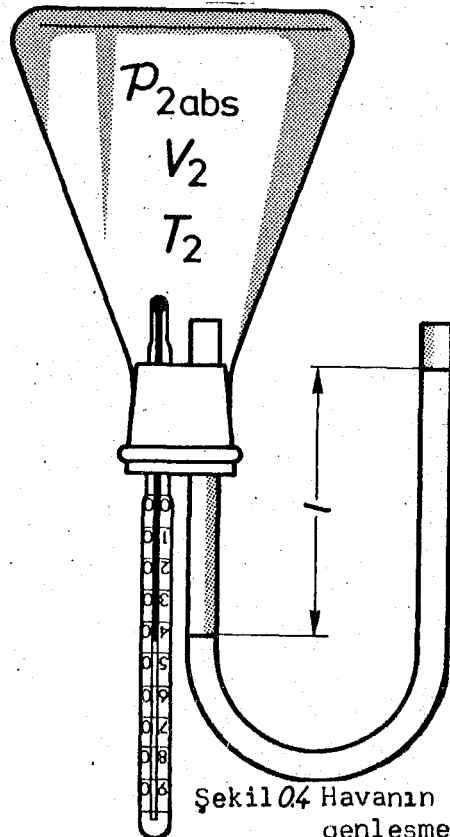
$$\begin{aligned} T_1 &= t_c + 273 \text{ K}^{\circ} \\ T_1 &= 14 + 273 = 287 \text{ K}^{\circ} \end{aligned}$$

Yeni bir deneme için bu kez daha sıcak bir odaya ihtiyaç duyulur. Eğer sıcaklık farkı olursa biz hacimce genişlemeyi ve basınç değişmesini gözleyebiliriz.

Açıklama: Deneyin yapıldığı U-Borusunun bir ucundan 9,8 mbar'lık bir basınç uygulandığında suyun boş kalan



Şekil 0.3 Havanın genişmesi



Şekil 0.4 Havanın genişmesi



diğer kısmında 100 mm yükseldiği tespit edilmiştir.

ikinci deney sonunda bulunanlarda yazılır.

P = suyun yükselme miktarı

P = 240 mmSS

$P_{2abs} = 1010 + 24 = 1034$  m bar

$V_2 = 517,4$  cm<sup>3</sup>

$T_2 = 296$  K<sup>0</sup>

$t_c = 23$  °C

$T_2 = 23 + 273 = 296$  K<sup>0</sup>

$$\frac{P_{1abs} \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_{2abs} \cdot V_2}{T_2}$$

olduğu daha önce söylenmişti, şimdi rakamlarla bunun doğru olup olmadığını görelim.

$$\frac{P_{1abs} \cdot V_1}{T_1} = \frac{1010 \cdot 514}{287} = 1809 \frac{\text{mbar} \cdot \text{cm}^3}{\text{K}^0}$$

$$\frac{P_{2abs} \cdot V_2}{T_2} = \frac{1034 \cdot 517,4}{296} = 1807 \frac{\text{mbar} \cdot \text{cm}^3}{\text{K}^0}$$

bulunur.

Her iki işlem sonuçlarının birbirine eşit çıkması gerekirdi. Ancak ölçüm

hataları nedeniyle küçük bir fark ortaya çıkmıştır. Basit ve hassas olmayan deneylerde bu hatalar kaçınılmazdır. Yukarıdaki bulgulara dayanarak genel olarak

$$\frac{P_{1,abs} \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_{2,abs} \cdot V_2}{T_2}$$

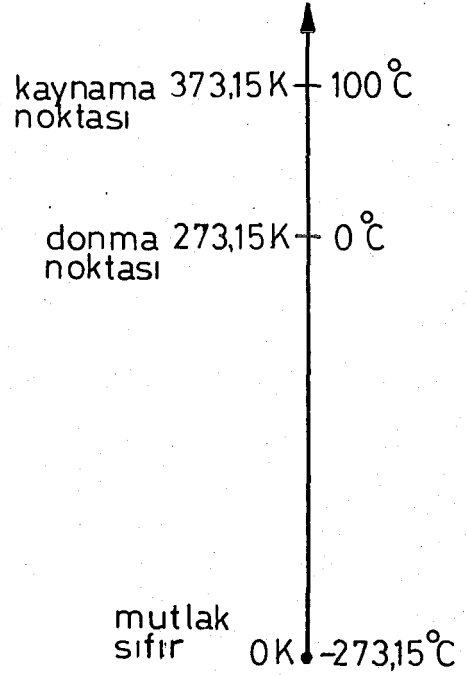
olarak yazılır.

İsim olarak bu kanun Boyle-Gay-Lussac Kanunu olarak anılır. Bu bağlantı özel durumlarda biraz daha değişik olarak kullanılır. Örneğin basınç ve hacim değişiklikleri esnasında sıcaklık değişmeden kalıyorsa eşitlik

$$T_1 = T_2 \text{ ve } P_{1,abs} \cdot V_1 = P_{2,abs} \cdot V_2$$

durumuna gelir.

Ancak böyle bir duruma çok ender rastlanır. Teknik olarak bir havanın sıkıştırılması, boşa bırakılması veya başka bir teknik çevrim yapılmasında sıcaklığın sabit kalabilmesi için yukarıda sayılan işlemlerin çok yavaş yapılması gerekir ki, ısı artışı olmasın. İşlerin yavaş yapılması işletmecilik açısından arzu edilen bir durum değildir.



Şekil 05 Santigrad ve Kelvinin kıyaslanması

Boyle-Gay-Lussac Kanunu ile normal du-  
rumdaki gazlara ait hesaplamalar yapı-  
lır. Aşağıdaki örneklerde bu kanunun  
uygulaması yapılmaktadır.

Problem: 2 m<sup>3</sup> hacminde bir hava tan-  
kında 25°C'da ve 7 bar basınçta hava  
bulunmaktadır. Aynı tankta Pn=1,013  
bar basınç ve Tn=273,15<sup>0</sup>K sıcaklığın-  
da ne kadar hava bulunur?

$$T_1 = t_c + 273$$

$$T_1 = 25 + 273 = 298^{\circ}\text{K}$$

$$\frac{P_1 \text{ abs. } V_1}{T_1} = \frac{P_n \cdot V_n}{T_n} \Rightarrow V_n = \frac{P_1 \text{ abs. } V_1 \cdot T_n}{T_1 \cdot P_n}$$

$$V_n = \frac{7 \text{ bar} \cdot 2 \text{ m}^3 \cdot 273,15^{\circ}\text{K}}{298^{\circ}\text{K} \cdot 1,013 \text{ bar}} \Rightarrow V_n = 12,67 \text{ m}^3$$

Teknik sistemlerde hava pompalanma-  
sında havada dikkate değer ısı düşümü  
enerji vasıtasıyla, basılan havadaki  
ısı enerjisi, basınç enerjisi ile yer  
değiştirir. Havanın basınç altında  
ısısını vermesi bir çok kişi tarafın-  
dan bir bisikletin lastiğine hava ba-  
sılması esnasında bisiklet pompasının  
ısınmasıyla görülmüştür.

Problem: 1 m<sup>3</sup>'lük bir hava tankına ba-  
sıncılı hava pompalanıyor. Basınç  
7,2 bar olduğu zaman kompresörün ça-  
lıştırılması durduruluyor. Bir müddet  
sonra tank sıcaklığı t<sub>2</sub>= 20<sup>0</sup>C ölçülü-  
yor. Bu anda monometre 6,5 bar basın-  
cı göstermektedir. Bu durumda kompre-  
sörün çalışmasının durdurulduğu zaman  
tanktaki sıcaklık kaç <sup>0</sup>C idi.

$$P_1 \text{ abs} = P_e + P_{\text{Atm}}$$

$$P_1 \text{ abs} = 7,2 + 1 = 8,2 \text{ bar}$$

$$P_2 \text{ abs} = 6,5 + 1 = 7,5 \text{ bar}$$

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

$$V_2 = 1 \text{ m}^3$$

$$T_2 = 20 + 273 = 293^{\circ}\text{K}$$

$$T_1 = ?$$

$$V_1 = V_2$$

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

$$T_1 = \frac{P_1 \text{ abs} \cdot T_2}{P_2 \text{ abs}} = \frac{8,2 \cdot 293}{7,5}$$

$$T_1 = 320^{\circ}\text{K}$$

$$t_c = T_1 - 273$$

$$t_c = 320 - 273$$

$$t_c = 47^{\circ}\text{C}$$

Kompresörün durdurulduğu zaman sıcak-  
lığının 47<sup>0</sup>C olması gerekir.

Eğer basınçlı hava bir işten sonra serbest bırakılırsa çevresini soğutur. Soğumadaki olaylar havanın sıkıştırılmasındaki olayların tersi olarak gelişir. Serbest bırakılan havanın yeteri kadar büyük olması halinde, ortaya çıkan ısı değişimi çıkış valfinde veya çıkış elemanlarında büyük ısı düşümüne, bazı hallerde elemanların buzlanmasına bile sebep olabilir.

Deneme: Bir basınçlı hava tankı  $10 \text{ dm}^3$  enerjilerinde bir kısmı cidarda ısı den  $20 \text{ dm}^3$ 'e kadar 6 bar basınçlı hava ile doldurulsun. Böylece bir müddet cidar ısısında bir miktar artış görüldükten sonra depolanan hava ile dış sıcaklık arasındaki sıcaklık farkı hava tarafından derhal tank cidarında iyi ölçülebilir. Ancak sıcaklık ölçülürken tankın kapama valfi dikkatli açılmalıdır. Basınç farkından dolayı tank içindeki hava hızla dışarı boşalacaktır.

Sonuç: Serbest bırakılan havanın sıcaklığının yükseldiği gözlenecektir.

Açıklama: Kompresörün mekanik enerjisi yardımıyla havaya basınç kazandırılması esnasında kompresörün kendisi de ısınır. Bu ısı hava oluşturan atomların hareket sahasının kısıtlanması ile kinetik enerjileri artar.

Bu enerji büyük kısmı ısı enerjisi olarak kompresöre geçer.

Tank içerisindeki hava moleküllerinin hareket enerjileride atomların tank cidarına çarpmaları ile kısmen azalır. Ancak daha hızlı bir atomun kendisine çarpması ile yeniden hareketlilik kazanır. Bu çarpışma olayı böylece devam eder. Tank cidarına çarpmalar esnasında moleküllerin hareket

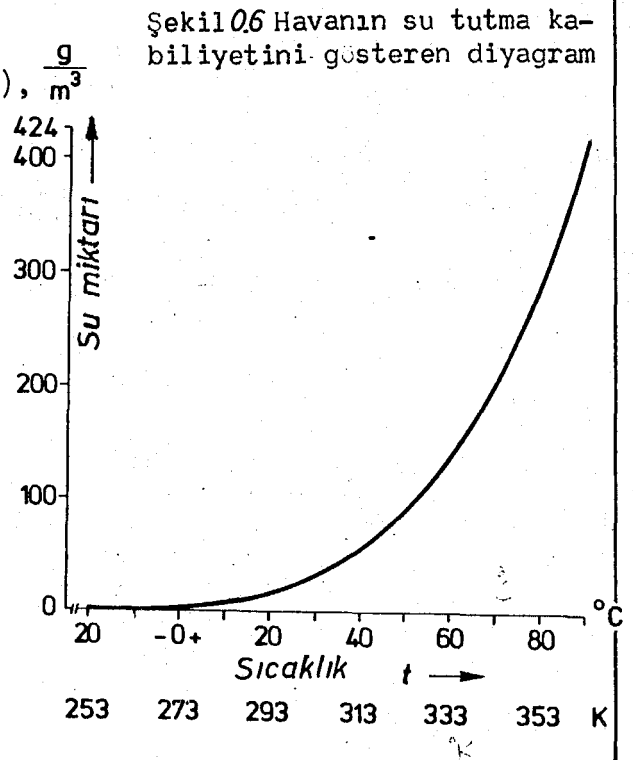
enerjilerinde bir kısmı cidarda ısı enerjisi halinde kalır. Bu nedenle cidar ısısında bir miktar artış görülür. Ancak bu ısı tank çevresindeki hava tarafından derhal tank cidarından uzaklaştırılır. Bu uzaklaştırma işlemi ısı tankın her yerinde eşit oluncaya, moleküllerin hareket ve enerjileri bir devamlılık kazanıncaya kadar devam eder. Eğer hava tankının valfi açılır ve içerisindeki havanın bir kısmı serbest bırakılırsa, geriye kalan hava bir önceki duruma göre daha az olmasına karşın daha büyük bir hareket hacmine sahip olacaktır. Bu nedenle de atomların tank içersinde çarpışmaları azalacak, doğrusal hareketleri artacaktır. Atomların daha önceki molekül hareketlerinin azalması sıcaklıkta düşüğe neden olacaktır.

Herhangi bir kazaya sebep vermemek için tank çıkışlarındaki hava çıkış elemanları tehlikesiz biçimde yönlendirilmiş olmalıdır.

#### 0.4. Havanın Su Tutma Kabiliyeti

Hava içersinde daima bir miktar su bulundurur. Havadaki bu su, su buharı şeklindedir. Havanın su bulundurma kabiliyeti sıcaklığa bağlı olarak değişir. Yandaki şekilde de görüleceği üzere su buharı bulundurma kabiliyeti sıcaklık arttıkça artar. Su buharı bulunan havanın ısı düşürüldüğü zaman, havanın içinde bulunduğu kabın cidarlarından suyun damlacıklar şeklinde aşağıya aktığı görülür (yoğuşma),  $\frac{g}{m^3}$  günlük yaşamda bunu herkes görmüştür. Kışın bir taxi veya otomüste giderken dışarıdaki soğuk hava nedeniyle hava içerisinde bulunan su buharı camlarda veya metal yüzeyler üzerinde yoğuşarak aşağıya akar.

Pnömatik sistemlerde havanın su emme kabiliyeti çalışan cihazların ömrü ve çalışma verimliliği bakımından önemlidir. Bu nedenlerle birçok pnomatik hava hazırlama birimlerinde önce su buharını yoğuşturarak ayıran sistem-

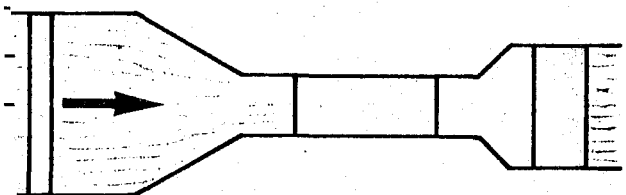
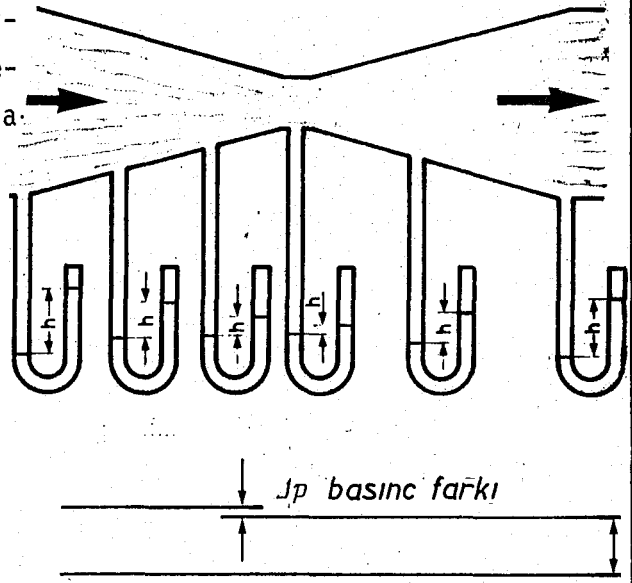


ler bulunur. Havanın su emme kabiliyeti hacme ve sıcaklığa bağlıdır. Basınca ise hacim ve sıcaklık kadar bağlı değildir.

#### 0.5. Basınç ve Akış Hızının Hava Üzerine Tesiri

Akış hızının ve sistemdeki basıncın çalışma üzerine etkisi birbirine bağlıdır. Basınç ve akış hızının etkileri aşağıdaki deneme ile daha iyi anlaşılabilir. Yandaki şekilde içinden hava akan ve huni şeklinde daralan bir boru görülmektedir. Daralmanın bir çok yerinde basınç ölçülür. Bu ölçüm birer manometreyle yapılabileceği gibi şekildeki gibi U-Borularla da yapılabilir.

**Sonuç:** En dar kesite gidildikçe basıncın azaldığı görülmektedir. Bazen bu basınç azalması atmosfer basıncının da altında olabilir. Çeşitli kesitlerdeki borulardan akan hava miktarı, akış hızı ve boru kesitine bağlı olarak değişir. Boru kesiti daraldıkça akış hızı artar. Basıncın azalmasını ise aşağıda alınacağı gibi daha değişik bir doğal kanunla açıklayabiliriz.



Şekil 0.7 Akış hızının kesite göre değişimi

Yandaki şekilde de görüldüğü gibi hava, borunun başında ve sonunda eşit enerjiye sahiptir. Bu enerji iki ayrı çeşit enerjinin birleşmesiyle oluşmaktadır.

Basınç enerjisi:

Pabs. Mutlak basınca bağlıdır.

Hareket enerjisi:

V akış hızına bağlıdır.

Yukarıdaki verilere göre aşağıdaki formül yazılabilir:

Basınç enerjisi + Hareket enerjisi = Sabit.

Dar yerdeki basınç azalmasının açıklanmasını akış ve enerji kanunları vermektedir. Borunun dar yerinde akış hızının ve buna bağlı olarak hareket enerjisinin arttığı görülür. Ancak borunun her kesitindeki enerji toplamının sabit olması nedeniyle hızın arttığı yerlerde basınç ve buna bağlı olarak basınç enerjisi düşer. Dar yerden sonra basınç yeniden yükselir. Bu arada iç sürtünme ve cidarlardaki akış nedeniyle oluşan sürtünmeden dolayı, her kesitteki akışta bir devamlı  $\Delta P$  basınç kaybı olduğu bilinmeli ve ayrıca düşünülmelidir.

#### 0.6. Çalışma Aracı Olarak Basınçlı Hava

Pnömatik kullanımın kısa zamanda bu kadar hızlı gelişmesi ve yayılması şaşırtıcıdır. Bu gelişme ve yayılmada bazı otomasyon problemleri etkili olmuştur. Burada tanımlanan küçük otomasyondur. Küçük otomasyon sistemlerinin kurulması diğer sistemlere göre basit ve ekonomiktir.

Basınçlı hava sistemlerinin aşağıda belirtilen nedenlerle, diğer sistemlere göre avantajları vardır.

- Hava her yerde sınırsız olarak kullanıma hazırdır,
- Basınçlı hava büyük mesafeler arasında dahi iyi taşınabilir,
- Basınçlı hava depolanabilir ve depolanması ekonomiktir,
- Basınçlı hava kullanıldıktan sonra geriye taşınmasına gerek yoktur ve işten sonra havaya verilir,
- Basınçlı hava ısı değişimlerine karşı çok hassas değildir. Çalışma sıcaklıklarının uç noktalarına kadar emniyetle çalışması garanti edilir.

- Basınçlı havanın yanıcı patlama tehlikesi yoktur. Bu nedenle patlamaya karşı pahalı korunma tesisatlarına gerek yoktur,
- Hava ile çalışmada, çalışma araçları ve çevre kirlenmez. Bu gıda, ağaç, tekstil ve deri endüstrisinde büyük önem taşımaktadır,
- Basınçlı hava sistemlerinde kullanılan pnömatik enstrümanlar, basit konstrüksiyonlu, elle kumanda edilebilen ve ekonomik elemanlardır,
- Basınçlı hava yüksek hızla çalışmaya müsaittir. Bu nedenle iş yerlerinde yüksek çalışma hızlarına erişilebilir,
- Pnömatik elemanların hız, kuvvet, dönme sayısı ve dönme momenti kademesiz ayarlanabilir,
- Pnömatik takımlar ve iş elemanları normal çalışma güçlerinin bir kaç kat üstüne kadar kuvvete dayanabilirler,
- Doğrusal hareketler direkt elde edilebilir.

Pnömatik sistemlerin uygulandıkları yerde başarılı olması, çalışma sınırlarının çok iyi tesbit edilmesi ve avantajlarının yanında dezavantajlarının da bilinmesiyle gerçekleştirilebilir.

Pnömatiğin dezavantajlarını şöyle sıralayabiliriz:

- Elemanların ucuz olmasına karşın, çok sayıda eleman, araç gereç kullanılması toplamda enerji fiyatlarını yükseltmektedir. Bu nedenle basınçlı hava nispeten pahalıdır,
- Basınçlı hava temini iyi bir hazırlık gerektirmektedir. Basınçlı hava elemanları yalnız temiz ve hava tortusu olmadığı zaman uzun ömürlü çalışırlar. Aksi takdirde pnömatik elemanlarda hızlı bir aşınma ve sistemin kumandasında bozukluklar meydana gelir,
- Havanın sıkıştırılabilir olması nedeniyle, eşit büyüklükte ve sabit bir piston hızı elde edilmesi mümkün değildir,
- Basınçlı hava ile çalışan sistemler, belirli bir basınç ve kuvvet sınırına kadar ekonomiktirler. Normal durumda bu sınırlar 7 bar basınç ve 20.000 ~ 30.000 Newton kuvvet'dir. Bu üst sınırlar yola ve hıza bağlı olarak küçük değerlerde artma veya azalma gösterebilir. Hidrolik ve Mekanik sistemlerde bu kuvvetlerden daha fazlasını elde etmek mümkündür,

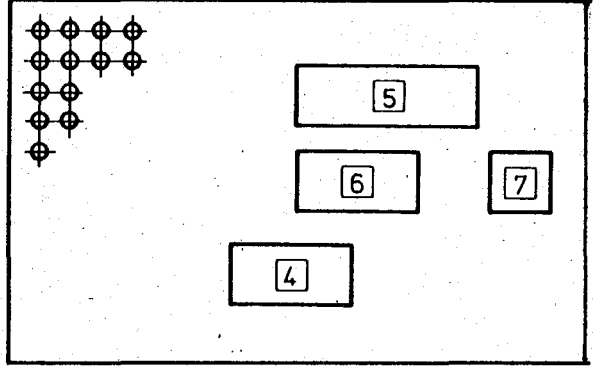


- Gaz çıkışı gürültüdür. Ancak gürültü emici madde ve egzoz sistemlerinin geliştirilmesi ile bu problem kısmen çözülmüştür,
- Pnömatik elemanların yağlanması için kullanılan yağın büyük bir kısmı, dışarıya atılan havaya karışmaktadır. Bu da sisteme devamlı yağ takviye edilmesini gerektirmektedir.

## 1. EĞİTİM UYGULAMALARI

### Uygulama 1:

Bir makinede işlenen parçaların hava yardımıyla makinadan uzaklaştırılması istenmektedir. Aşağıda belirtildiği gibi iş elemanlarını tanzim ediniz. Ancak daha önce kullanılan elemanların çalışmasını ve kullanım amaçlarını öğrenmek için uygulama 1.6 yaprağına kadar okuyunuz.

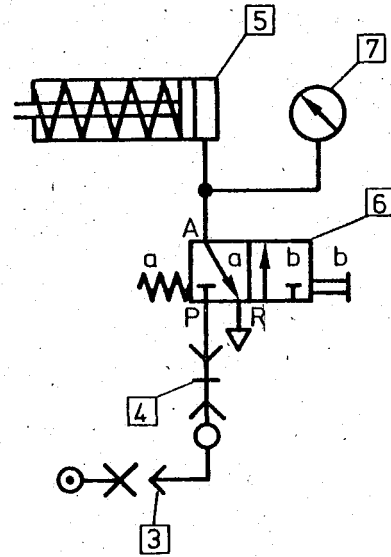


### Çalışma basamakları:

1. İş elemanlarının yerleştirilmesi
2. Tek etkili silindirin montaj plakası üzerinde yerine takılması
3. 3/2 yollu valfin yerine takılması
4. Pnömatik elemanların hortumlarının bağlanması
5. Basıncılı havanın üretilmesi
6. 3/2 yollu valfin çalıştırılması
7. Montajın sökülerek elemanların yerlerine konulması.

### Dikkat edilecek noktalar:

Basıncılı hava bağlantısı P  
İş bağlantısı A  
Ekzoz bağlantısı R



Şekil 1.7 Devre şeması

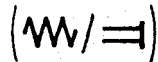
Çalışma elemanlarının yerleştirilmesi bağlantılar (vida, somun, rakor) bayukarıdaki montaj plakasındaki yerleş- sınıçlı hava verilmeden önce kontrol me plakasına uygun şekilde yapılmalı- edilmektedir. Hortum bağlantılarında ve arala- bir kazaya meydan vermesi önlenmeli- rında keskin dönüş ve kırılma olmama- dir. lıdır.

Öğrenim amacı:

Hızlı hava bağlantısı gerçekleştirmek amacıyla kullanılan sürgülü valfin R ekzoz çıkışına bir hortum parçası veya bir gürültü emici (susturucu) bağlanmalıdır. Böylece çıkan hava hem istenildiği gibi yönlendirilmiş hem de gürültüsü azaltılmış olur.

Kullanılan elemanlar:

1. Montaj plakası
2. Kesici takım (bıçak veya makas) ve rakorlu bağlantı hortumları
3. Basınçlı hava bağlantı elemanları
4. Hızlı kavramalı dağıtıcı blok
5. Tek etkili silindir
6. Normalde kapalı 3/2 yollu valf
7. Monometre.



Çalışma emniyeti:

Pnömatik elemanların bağlantıları dik- katli yapılmalı, piston kolunun hareket yolu boş bırakılmalıdır. Bütün

- Bu alıştırımadan sonra aşağıdakileri yapabilmelisiniz;
- a) Pnömatik silindirin hareket yönü gösterilebilmeli,
  - b) Tek etkili silindirin sembolik resmi çizilebilmeli,
  - c) Tek etkili silindiri oluşturan elemanlar söylenebilmeli,
  - d) Tek etkili silindirin kullanılabileceği üç uygun örnek verilebilmeli,
  - e) Tek etkili silindirin sembolü diğer sembollerden ayırt edilebilmeli,
  - f) Yollu valf bağlantı pozisyonu sayısı hakkında bilgi verilebilmeli,
  - g) Yollu valfin bağlantı yeri sayısı hakkında bilgi verilebilmeli,
  - h) Bağlantı yerlerinde kullanılan harflerin anlamları bilinmeli,
  - i) Normalde kapalı 3/2 yollu diskli valfin çalışması yazılmalı,
  - j) El kuvvetiyle çalışan normal kapalı 3/2 yollu valfin sembolik resmi çizilmeli,

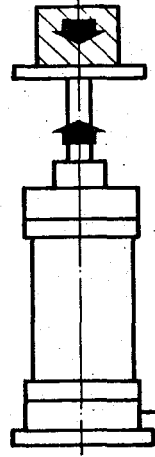


Tek etkili silindirlerde kurs uzunluğu kullanılan silindir gövdesine ve basma yayın kuvvetine bağlıdır. Piston çapı ise maximum 100 mm ile 200 mm sınırları arasındadır.

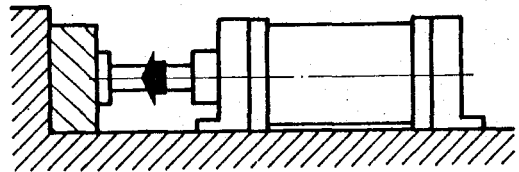
Çalışma şekli:

Basıncılı hava pistonun düz alan yüzeyi tarafından silindire dolarak pistonu etki eder (tek taraflı etki). Etki eden bu basıncılı hava piston yüzeyinde bir  $F$  itme kuvveti meydana getirir ve böylece piston hareket etmeye başlar. Piston kolu ileri hareketini bitirip durduğu anda silindir içersindeki havanın basıncı da maximum çalışma başına erişmiştir. Bu çalışma basıncını dikkat ettiğiniz takdirde manometreden gözlemleyebilirsiniz.

Eğer silindire gelen hava kesilirse silindir içersindeki havanın basıncı düşer, bu anda gerilmiş olan basma yay pistonu geri hareketine başlatır. Yay kuvvetinin büyüdüğü pistonun geri hareket hızından anlaşılabilir. Eğer yay kuvveti yeterli büyüklükte olmazsa piston geri hareketini yapamaz. Tek silindirde basıncılı hava pistonu daima tek yönden etkir. Çalışma kursu uzunluğu silindire göre nispeten kısadır.



Şekil 1.3 kaldırma işlemi



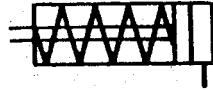
Şekil 1.4 Sıkma işlemi

Uzun olması için daha büyük yay kuvvetine ihtiyaç duyulur. Hava boşaltma borusunun tıkanmamasına dikkat edil-  
melidir. Serbestçe tahliye olmayan  
hava, içerde hava yastığı görevi gö-  
rerek, yayın pistonu rahatça geri i-  
tilmesini engeller.

Kullanım:

Tek etkili silindir sıkma, malzemele-  
rin imalat alanı dışına atılması,  
presleme, kaldırma vb. alanlarda kul-  
lanılır.

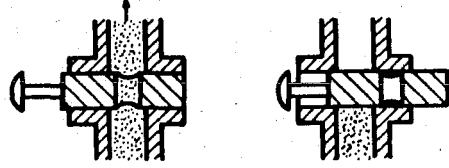
Sembol DIN ISO 1219'a göre  
Tek etkili silindir  
Geriye hareketi basma yay ile  
yapılır.



1.3. Yollu Valfin Sembolik Gösterimi

Yollu valf basınçlı havayla çalışan  
elemanlara hava yollarını açıp kapa-  
yarak kumanda etmektedir. Bu valfle-  
rin devre şemalarında sembolik göste-  
rimi DIN ISO 1219'a göre yapılmakta-  
dır. Ancak bu sembolik gösterim bize  
yalnızca valfin çalışması hakkında  
bilgi vermekte olup, valfin konstrük-  
syonu hakkında bilgi vermemektedir.

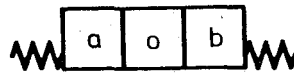
Yollu valfler yanda da görüldüğü gibi başlıca 2 pozisyonda olabilirler. Bunlar normalde kapalı olarak isimlendirilen hava akışına izin vermeyen pozisyon ve normalde açık olarak isimlendirilen ve hava akışına izin veren pozisyonudur.



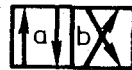
Sembolik gösterimde her pozisyon bir kare olarak çizilir.



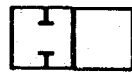
Valflerin alabileceği pozisyonlar harflerle belirlenir. Böylece pozisyonlar birbiriyle karışmaz. Sembolik gösterimde özel bir durum yoksa valf serbest bırakıldığında aldığı pozisyonda çizilir. Valf ile 3 veya daha fazla bağlantı pozisyonu gerçekleştirmek mümkün ise, yandaki şekilde görüldüğü gibi a ve b pozisyonlarının dışında 0 pozisyonu ile çizilir. 2 pozisyonlu bir valf ise a veya b harfleriyle simgelenir.



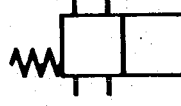
Akış istikameti karelerin içinde oklarla gösterilir.



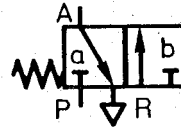
Valf kapalı durumda çizilmek istenirse yanda görüldüğü gibi karenin içersinde enine çizgilerle çizilir.



Valf bağlantıları ise karenin dışına taşan kısa çizgilerle belirtilir.



Hava bağlantıları büyük harflerle sembolize edilir. Her harfin belirli bir anlamı vardır.



İş ve silindir bağlantıları A, B, C  
Basınçlı hava bağlantısı P  
Ekzoz, havayı dışarıya verme R, S  
Kumanda bağlantıları Z, X, Y

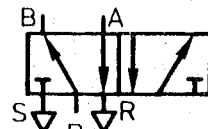
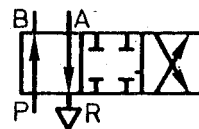
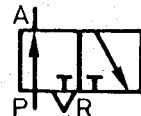
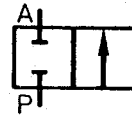
Valfin hava çıkış yeri düz bir delik şeklinde ve vida açılmamış ise çıkış yerine herhangi bir eleman (susturucu gibi) montaj edilmek istenirse, bu takdirde buranın vidalı olması gerekmektedir. Vidalı olduğu takdirde üçgen kare kısmından ayrılarak bir çizgiyle bağlantısı yapılır.



#### 1.4. Yollu Valflerin Çizimleri

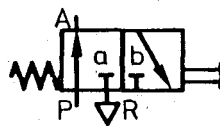
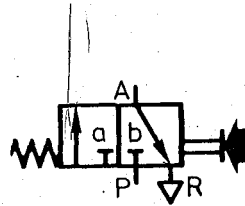
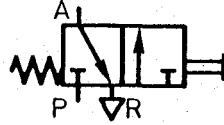
Valflerin çizimlerinde en önemli olay yolların belirlenmesidir.

P, A gibi 2 bağlantı — 2 yollu  
P, A, R gibi 3 bağlantı — 3 yollu  
P, A, B, R gibi 4 bağlantı — 4 yollu  
P, A, B, R, S gibi 5 bağlantı  
olursa — 5 yollu

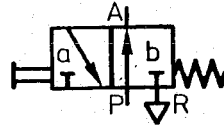




Yollu valfler yol sayısına ve bağlantı pozisyon sayısına göre isimlendirilir ve çizilirler. Yan tarafta görülen örnek 3/2 yollu valfi göstermektedir. Burada 3 sayısını valfin yol sayısını diğer bir deyimle hava bağlantı yeri sayısını, 2 sayısını ise valfin kaç çeşit çalışma pozisyonunda olabileceğini belirtmektedir. Yazılış olarak 3/2 yollu valf olarak yazılır. Okunuşu ise "üç bölü iki yollu valf" şeklindedir. Ancak bir valfin yalnızca yol sayısını ve pozisyon sayısını vermekle tam tanımlama yapılmış olmaz. Ayrıca kapalı veya akış pozisyonunda olup olmadığı söylenmelidir. Bizim yanda çizilen örneğimizde P bağlantısı kapalı pozisyonunda yani hava akışı bu bağlantıdan olmamaktadır. Bir 3/2 yollu valfle ilgili tam söyleniş biçimi şöyledir "Normalde kapalı 3/2 yollu valf" valfin çakıştırılma şekli karenin yan tarafına çizilen sembolle belirtilir. Örneğimizdeki valf el ve yay kuvvetiyle çalışmaktadır. Çalışma sembolü karenin alt tarafına çizilmekte böylece yardımcı çalışma araçları (örneğin manyetik valf) için yer bırakılmaktadır. Valfin b bağlantı pozisyonuna getirilmesiyle aslında tüm bağlantı yerleri yine aynı kalır. Kare yalnızca bir blok ötelenmiş gibidir.



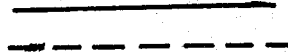
Bağlantı yerlerinin aynı kalmasına karşın görevleri değişmiş ekzoz halinden iş yapma durumuna geçmiştir.



Bağlantı ve İletim:

Basınç kaynağından pnömatik elemanlara basınçlı hava sevkياتında aşağıdaki semboller kullanılır:

-İş için hava nakli.

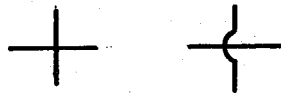


-Kumanda için hava nakli.

-Nakil bağlantıları (Sabit bağlantılar, örneğin kaynatılmış, leğimlenmiş, vidalanmış-fittingslerin bağlanması ve vidalanması amacıyla yapılır.)



-Nakil borularının birbirleriyle karşılaşması.



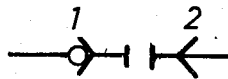
-Kapatılmış basınçlı hava bağlantı yeri.



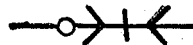
-Bağlantı elemanı olan basınçlı hava yeri.



-Çek valfli seri bağlantı elemanı ve buna ait karşı eleman, bağlantısı açık.



-Çek valfli seri bağlantı elemanı ve buna ait karşı eleman, bağlantısı kapalı.



### 1.5. Normalde Kapalı 3/2 Yollu Diskli Valf

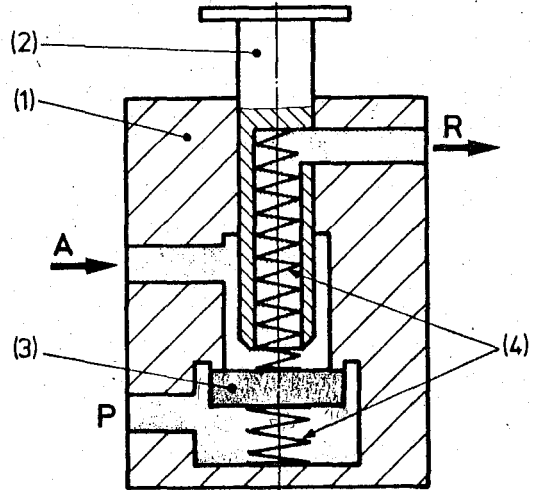
**Amaç:** Bu 3/2 yollu valf normal pozisyonunda basınçlı hava yolunu kapalı tutmak amacıyla kullanılır. Basınçlı havanın iş yapmasından sonra dışarıya atılması ise A → R yolunun açılmasıyla mümkün olur.

**Konstrüksiyon:** Yollu valfler çeşitli konstrüksiyonlarda imal edilirler. Burada en önemli iki çeşidi ele alınacaktır. Bunlar diskli valf ve sürgülü valftir. Diskli valfi bu sayfada, sürgülü valfi ise gelecek sayfada inceleyeceksiniz. Diskli valfin bu ismi almasına havanın yönünü tayin eden disk şeklindeki eleman neden olmuştur.

Diskli valf aşağıdaki önemli elemanların montajından meydana gelmiştir:

1. Gövde,
2. İtici tij,
3. Disk,
4. Basma yay ve Sızdırmazlık elemanı (çizilmedi).

Basitleştirilmiş valf, tasarımında çıkış kısımları yalnız basit birer delik olarak çizilmiş ve vidalı olan kısımlar belirtilmemiştir.



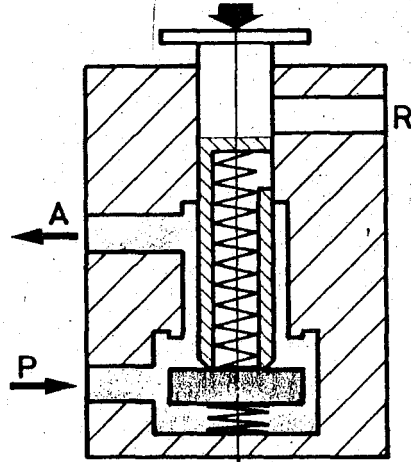
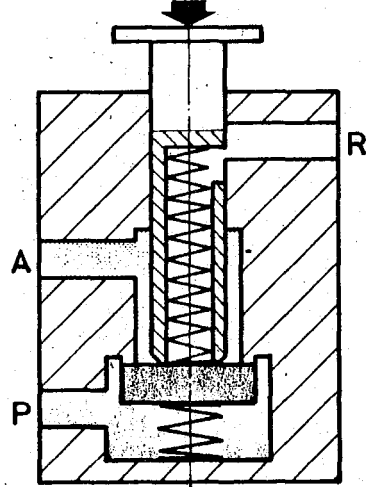
Şekil 1.5 3/2 yollu valf  
A → R yolu açık

Gerçekte tüm giriş ve çıkış yollarında vida açılmıştır. Böylelikle buralara hortum ve rakor bağlantıları yapılabilir.

Çalışma şekli: Birinci şekil incelendiğinde 3/2 yollu valfin (3 bağlantı yeri, 2 bağlantı pozisyonu) normalde P basınçlı hava bağlantısını kapalı tuttuğu ve A → R hava boşaltma yolunu açık tuttuğu anlaşılır. 1.6. resimde görüldüğü gibi 2 numaralı tijin aşağıya basılmasıyla önce A → R yolu kapanır, tijin basılmaya devam edilmesiyle P → A hava akış yolu açılır ve basınçlı hava iş görmeye başlar. 1.7. şekilde görüldüğü gibi basınçlı havanın P den giriş A'dan iş yapılan yere sevki esnasında R'den herhangi bir hava kaybı olmamaktadır. İtici tijin serbest bırakılmasıyla en alttaki basma yayın tesiriyle disk ve tij yukarıya itilir. P → A yolu kapanarak yeniden birinci şekildeki A → R ekzoz yolu açılır.

Kullanıldığı yerler: Normalde kapalı 3/2 yollu valfler tek etkili silindireleri çalıştırmakta kullanılan basınçlı havanın kumanda edilmesinde kullanılırlar. Özellikle kısa zaman dilimlerinde ileri geri hareketler yapan tek etkili silindirelerde verimle kullanılırlar.

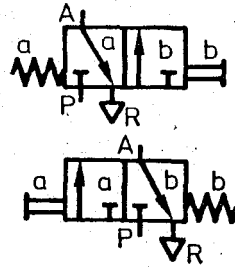
Şekil 1.6 3/2 yollu valf  
kapalı pozisyonda



Şekil 1.7 3/2 yollu valf  
P → A yolu açık

Ayrıca diğer bazı çeşit valflerin kumanda edilmesinde de 3/2 yollu valfler kullanılırlar. Bu durum ileri uygulamalarda daha iyi görülecektir.

DIN ISO 1219'a göre sembol,  
Normalde kapalı 3/2 yollu valf,  
El kuvvetiyle pozisyon değiştirme ve  
geriye hareketi yay kuvvetiyle olan.

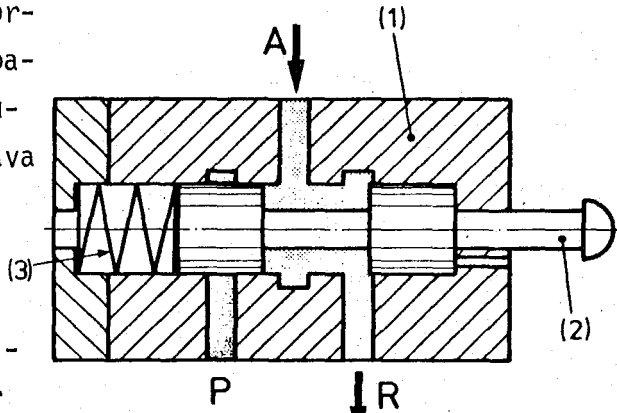


#### 1.6. Normalde Kapalı Sürgülü 3/2 Valfin Kullanılması

**Amaç:** 3/2 yollu sürgülü valf, diskli valf ile aynı amaçlarda kullanılmak üzere imal edilmişlerdir. Diskli valfte diskin gördüğü görevi burada bir sürgü görmektedir. Sürgülü valfde normalde basınçlı hava bağlantısını kapalı tutmakta ve ekzoz pozisyonunda bulundurmaktadır. Bu nedenle A → R hava boşaltma yolu açıktır.

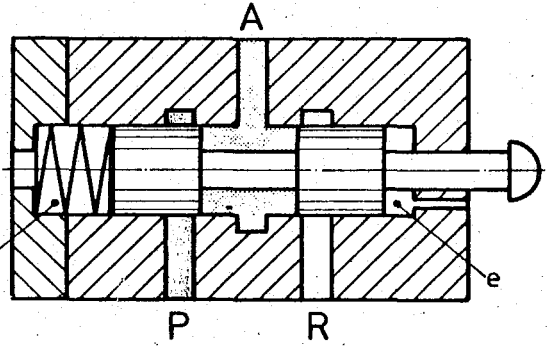
**Konstrüksiyon:** Sürgülü valf basınçlı hava yoluna bir pistonlu sürgü yardımıyla kumanda etmektedir. Ayrıca bir basma sürgüye yardımcı olmaktadır. Bu valf aşağıdaki önemli parçaların montajından meydana gelmiştir:

1. Gövde,
2. Pistonlu sürgü,
3. Basma yay ve sızdırmazlık elemanı (çizilmedi).

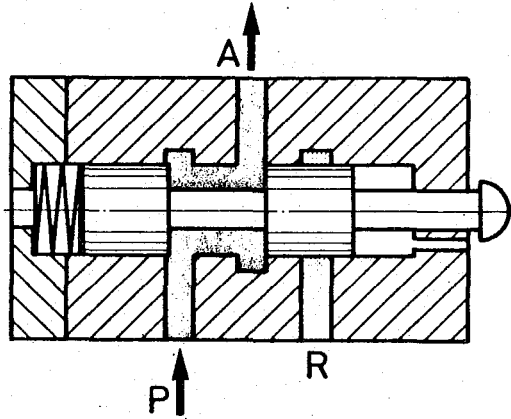


Şekil 1.8 Sürgülü 3/2 yollu valf  
A → R yolu açık

Çalışma şekli: Birinci resmin incelenmesiyle görüleceği üzere bu sürgülü valfte normalde basınçlı hava bağlantısı kapalı ve A → R ekzoz bağlantısı açıktır. Sürgülü pistonun sola doğru itilmesiyle önce A → R yolu kapanır, basmaya devam edilirse bu kez P → A basınçlı hava yolu açılır. Böylece çalışma kursu başlar. Valfin çalışması veya pozisyon değiştirmesi esnasında P ve R yollarının birbirleriyle herhangi bir bağlantıları olmaz, bu nedenle bir hava sızmasında söz konusu değildir. Pistonun sağa ve sola hareketi esnasında d ve e hava odacıklarında herhangi bir hava sıkışması veya vakum meydana gelmemesi için, bu odacıklar atmosferle küçük birer delik yardımıyla bağlanmıştır. Böylece pistonun rahat hareket etmesi sağlanmıştır. Bu bağlantı delikleri çoğunlukla R ekzoz bağlantısına da açılırlar. Bu durum bizim şekillerimizde belirtilmemiştir.



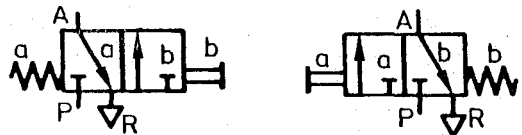
Şekil 179 Sürgülü 3/2 yollu valf  
Kapalı pozisyonda





Şekil 1710 Sürgülü 3/2 yollu valf  
P → A yolu açık

Kullanıldığı yerler: Sürgülü 3/2 yollu valfin kullanıldığı yerler diskli valfin kullanıldığı yerlerle aynıdır. Diskli valfte olduğu gibi tek etkili silindirlerin kumandasında ve diğer bazı çeşit valflerin kumandasında kullanılırlar.

Semboller DIN ISO 1219'a göre



Bu valfin sembolü de diskli valfin sembolüyle aynıdır. Çünkü sembol valfi yaptığı görev olarak belirtmekte, konstrüktif açıdan herhangi birşey belirtmemektedir. Diğer bir anlatımla sembol valfin çalışması hakkında bilgi verdiği halde, nasıl çalıştığı hakkında bilgi vermemektedir. Bizim sembolümüzdeki  işareti valfin o pozisyona yay kuvvetiyle geldiğini,  işareti ise el kuvvetiyle geldiğini gösterir.

Uygulama 2:

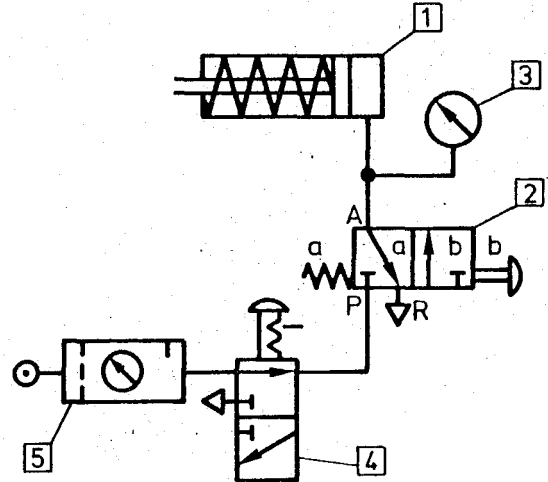
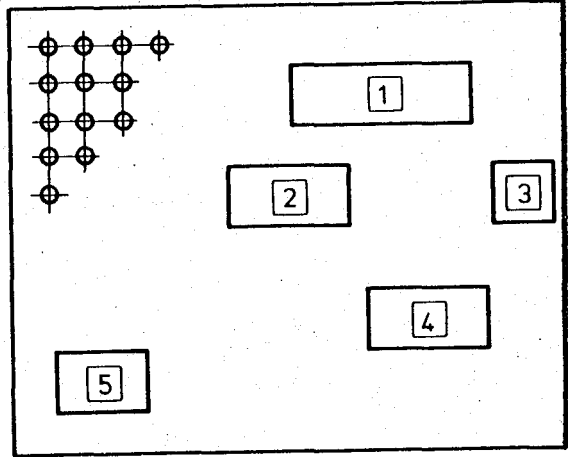
Aşağıdaki uygulamada bir hava hazırlayıcısının (şartlandırıcının) devreye nasıl bağlanıp, ayar edileceğini göreceksiniz. Ancak daha önce konunun metin kısmını okuyarak hava hazırlayıcısının yapısı ve çalışması hakkında bilgi sahibi olunuz.

Çalışma basamakları:

1. İş elemanlarının yerleştirilmesi,
2. Elemanların montaj plakasına takılması,
3. Yardımcı araçların bağlanması,
4. Çalışma basıncının ayarlanması,
5. Yağlayıcının ayarlanması,
6. 3/2 yollu valf yardımıyla ekzoz deliğinden çıkan yağ miktarının tespit edilmesi,
7. Montajın sökülmesi, elemanların yerlerine konulması.

Dikkat edilecek noktalar:

Montaj plakası, hava hazırlayıcılar ve bağlantı hortumları her yeni örnek uygulamada yeniden kullanılacaktır. Bu neten her defasında sökülerek yerine konması, yerine olduğu gibi bırakılmamalıdır.



Şekil 111 Devre şeması



Yağlayıcının yağlama miktarının doğru öğrenim amacı:

olarak ayarlanması aşağıdaki gibi yapılabilir:

Bu alıştırımdan sonra aşağıda istenenleri yapabilmelisiniz;

Beyaz bir parça kağıt alınarak 3/2

yollu valfin R ekzoz deliğinden 5 cm uzaklıkta çıkan havanın çarpacağı biçimde tutulur. Valfin yaklaşık 50 kez çalıştırılmasından sonra kağıt üzerinde ince bir yağ tabakası oluşacak şekilde yağlayıcının ayarı yapılır.

Bu ayar yapılırken eğer 3/2 yollu valfin R çıkışında susturucu varsa bu susturucu valften uzaklaştırılmalıdır.

a) Hava hazırlama biriminin elemanlarının her birinin resmini çizmeli,

b) Hava hazırlama biriminin (şartlandırma) resmini çizmelisiniz,

c) Hava hazırlama biriminin çalışma şeklini yazabilmelisiniz,

d) Su ayırıcı filtrenin çalışma şeklini yazmalısınız,

e) Bir filtrenin sembolik gösterimini su ayırıcı ve su ayırıcı olarak çizmelisiniz,

f) Filtre ile yağlayıcıyı birbirinden ayırdedebilmelisiniz,

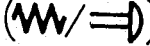
g) Bir yağlayıcının sembolünü çizelmelisiniz,

h) Yağlayıcının kullanılmasındaki amacı söyleyebilmelisiniz,

i) Bir manometrenin sembolünü çizmelisiniz,

j) Manometreyi oluşturan elemanların isimleri söylenebilmeli, okunabilme pozisyonları değiştirilebilmelidir.

Kullanılan elemanlar:

1. Tek etkili silindir,
2. Normalde kapalı 3/2 yollu valf,
3. Manometre,
4. 3/2 yollu açma-kapama valfi,
5. Hava hazırlama birimi. 

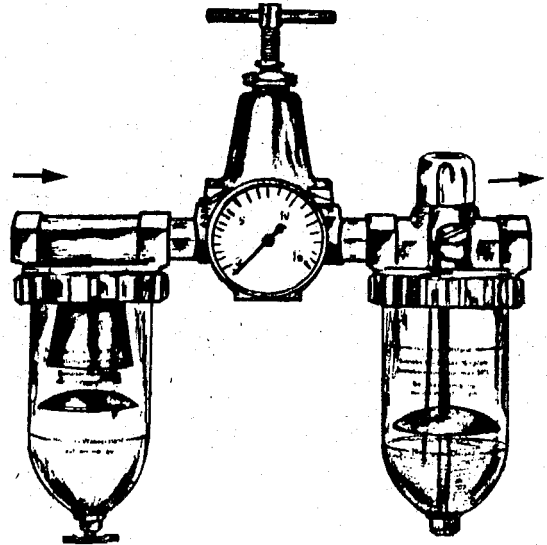
Çalışma Emniyeti:

Hava hazırlama birimlerini normal çalışma basıncının üstünde bir basınçla kesinlikle çıkarmayınız.

## 2.2. Hava Hazırlama Grubu (Şartlandırıcı)

Amaç: Hava hazırlama grubu sistemde kullanılan havaya istenilen özelliklerin (temizleme, yağlama gibi) kazandırılması amacıyla kullanılır. Hava temiz ve kondensi (yoğuşma yoluyla oluşan vs.) alınmış olmalıdır. Bu işlem su ayırıcı filtre tarafından gerçekleştirilir. Ayrıca havanın basıncı ayarlanmış ve daima sabit büyüklükte kalabilmelidir. Bu da basınç ayarlama valfi ile yapılır. Son olarak havanın pulverize (zerrecikler halinde) halde yağ ile ilavesi hava hazırlama grubunun ödevidir. Havanın yeterince yağlanarak kumanda araçlarına sevk edilmesi pnomatik elemanların yağlanması için gereklidir. Yağlayı tüm bu görevleri yerine getirmektedir.

Çalışma şekli: Hazırlama grubu yandaki şekilde de görüldüğü üzere birbirinin ardı sıra monte edilmiş 3 elemandan oluşmaktadır. Bazen manometrenin, hava filtresi üzerine monte edilmiş ve bağlayıcı ile bağlanmış konstrüksiyonlarında mevcuttur. Tankdan gelen hava filtrede temizlenir ve buradan basınç ayarlama valfine gelir. Havanın basıncı



Şekil 1/2 Hava hazırlama grubu

valf içersinde istenilen sabit büyüklüğe indirilir. Basınç ayarlama valfinin çalışması 13. alıştırımda daha ayrıntılı olarak öğrenilecektir. Basıncın ayarlanması esnasında, basınç büyüklüğü manometreden okunur ve kontrol edilir. Hava sevkiyatının başlamasıyla yağlayıcıdan havaya zerrecikler halinde yağ parçacıkları verilir. Yağ miktarı yeterince olmalıdır. Bu miktar yağlayıcı uç tarafından isteğe göre belirlenir. Bazı pnomatik elemanlarda ve çalışma alanlarında kullanılan havada yağ bulunmaması istenir (örneğin gıda endüstrisinde). Böyle yerlerde yağlayıcı devre dışı bırakılır veyahut yağlayıcıya yağ konulmaz.

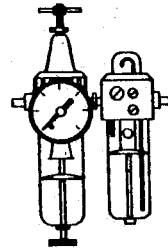
Kullanım alanı: Hava hazırlama grubu istisnasız her pnomatik sistemde bulunur.

Sembol DIN ISO 1219'a göre

Hava hazırlama grubu (şartlandırıcı)



Dikkat edilecek noktalar: Filtre ve basınç ayarlama valfi çoğunlukla yandaki şekilde görüldüğü gibi tek bir grup halinde konstrükte edilirler. Böylece bu grup biraz daha küçük ve toplu görünür.



### 2.3. Su Ayıraçlı Filtre

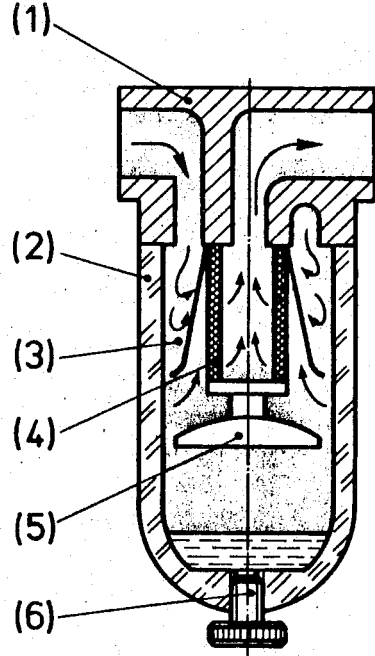
**Amaç:** İçersindeki küçük toz parçaları filtre tarafından havadan ayırılır ve toplanır. Hava içersindeki su buharıda yine burada kondens şeklinde toplanır. Yalnız burada şunu hatırlatmamız gerekir. Su buharı filtrede değil, ayrı bir yerde toplanır.

**Konstrüksiyon:** Hava filtresi aşağıdaki önemli parçaların birleştirilmesiyle oluşmaktadır.

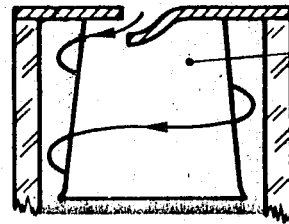
1. Bağlantı parçası,
2. Filtre haznesi,
3. Hava sevk sacı,
4. Filtre,
5. Darbe sacı,
6. Tahliye vidası.

Otomatik su ayıraçlı filtrelerde vardır. Bunların özelliği belirli bir miktar su toplanınca, toplanan suyu kendiliğinden tahliye etmeleridir.

**Çalışma şekli:** Resim 113 ve 113a görüldüğü gibi hava memeye benzer bir uçtan eğimli olarak filtreye girer ve sevk aracı etrafında döner. Havanın eğimden dolayı girdaplaşmasıyla (merkezkaç kuvvet)



Şekil 113 Su ayıraçlı filtre



Şekil 113a

filtre haznesinin cidarlarında kondens oluşur. Bu kondens yavaş yavaş filtre haznesinin dibinde toplanır. Bu arada basınçlı hava filtreden geçerek akışına devam eder. Eğer hava içersinde kirli parçacıklar varsa (boru kavı, kendir artıkları, vb.) bunlar hava filtresinde kalırlar. Filtre yüzeyi zamanla kirli küçük parçacıklarla dolar, hava geçisine zorluk çıkarır. Bu nedenle filtre elemanı belirli zaman aralıklarında temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Kirli olarak daha fazla kullanmak filtrenin verimini düşürür. Filtrelerin kullanım süresi genellikle üzerinde yazılıdır. Bu sürelere uymak büyük fayda sağlayacaktır.

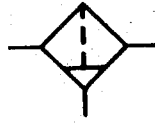
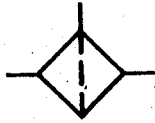
Kullanım alanı: Su ayırıcı filtre tüm pnömatik sistemlerde, çalışma ömrü ve verimli çalışma için gereklidir.

Sembol DIN ISO 1219'a göre

Filtre

Su ayırıcı filtre

Otomatik su ayırıcı filtre.



## 2.4. Yağlayıcı

Amaç: Yağlayıcı, bir pnömatik sistemde kullanılan havanın yağ pusuyla zenginleştirilmesi amacıyla kullanılır. Hava içersindeki yağ pusu pnömatik elemanların yağlanarak emniyetle çalışmaları için gereklidir.

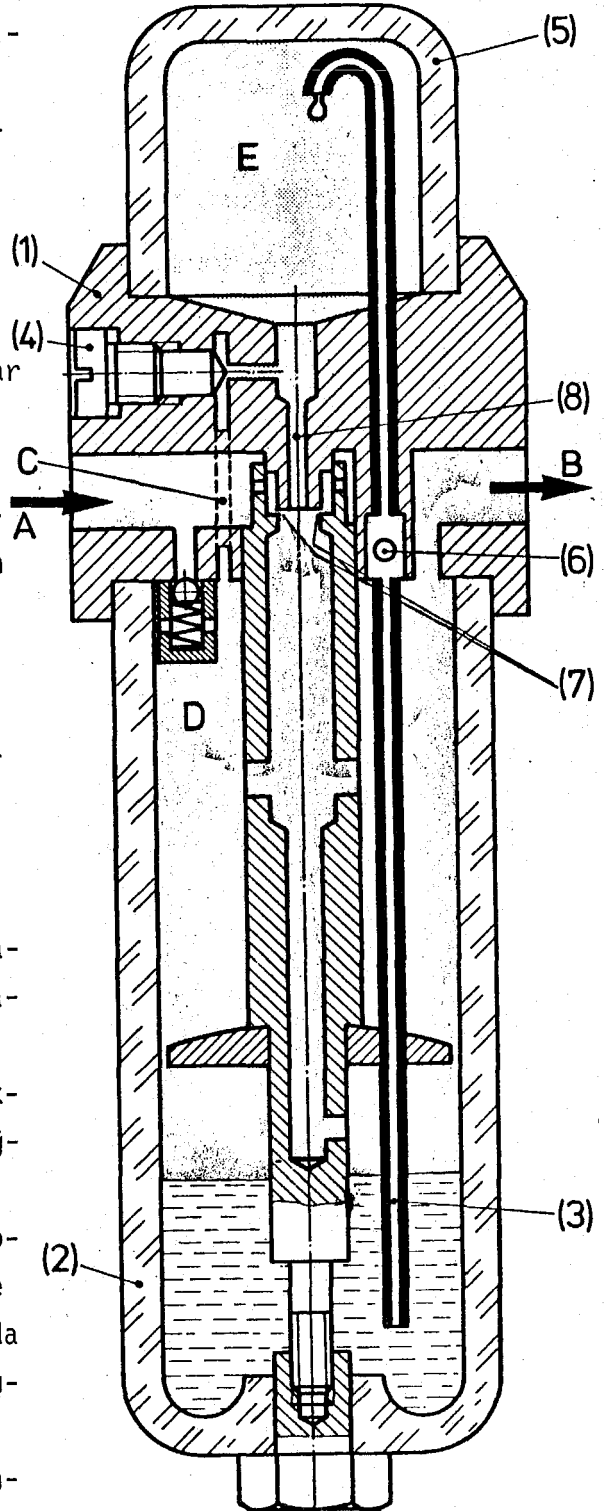
Konstrüksiyon: Yağlayıcılar çeşitli firmalarca çeşitli konstrüksiyonlarda yapılmaktadırlar. Genelde konstrüktif yönden küçük farklılıklara sahip olan bu yağlayıcılar aşağıda belli başlı elemanların ortak montajıyla meydana gelmektedirler.

1. Gövde,
2. Yağ haznesi,
3. Yağ çıkış borusu,
4. Ayar vidası,
5. Üst kapak,
6. Tek yönde akışa izin veren bilye,
7. Hava giriş aralığı,
8. Yağlama deliği.

Çalışma Şekli: Yağlayıcı yaklaşık olarak 1/4. şekilde görüldüğü gibi imal edilir. Bazı konstrüksiyon incelikleri şekilde görülmemektedir. Şekildeki C borusunun A borusu ile herhangi bir bağlantısı yoktur.

Eğer A'dan B'ye akış yoksa, yağlayıcının her yerinde aynı basınç hakimdir ve yağ borusundan yağ alamaz. 7 numaralı hava memesinden yüksek hızla akan hava 8 numaralı boruda ve buna bağlı olarak E odacığında bir basınç azalması ortaya çıkarmaktadır (alt basınç olayı, bakınız fiziksel esaslar 3.3 konusu). Bunun sonucu olarak 3 numaralı yağ çıkış borusunda yağ yükselmekte ve 8 numaralı borudan damlamaktadır. Daha sonra aşağı doğru inen yağ 7 numaralı hava memesinden geçen hava içersine pülverize şeklinde karışmaktadır. Basıncılı hava bundan sonra bir yağ pusuyla beraber (bünyesinde yağ zerrecikleriyle beraber) B'den dışarı gitmektedir.

C bağlantı deliği D odacığı ile E odacığı arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır. 4 numaralı kısma vidası ise bu bağlantıdaki akış miktarını ayarlamaktadır. 4 numaralı vida yardımıyla bağlantı açılırsa daha fazla hava yukarı kısma gitmektedir. Böylece E çıkış borusunda basınç biraz daha artmakta ve daha az yağ 3 numaralı çıkış borusunda 8 numaralı boruya damlamaktadır. 4 numaralı vidanın sonuna kadar açılması 7 numaralı kısım ile E odacığı arasındaki basınç farkının sıfıra doğru



Şekil 1/14 Yağlayıcı

inmesine sebep olur ki, bu da 3 numaradaki yağın daha fazla yükselmesini önler. Diğer bir deyimle vidanın açılmasıyla 3 numaralı yağ çıkış borusunda azalan hacimde bir yağ çıkışı olur.

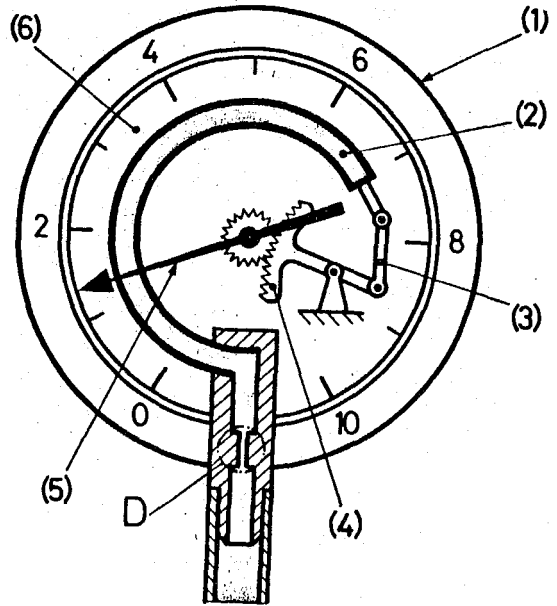
Kullanılan Yerler: Pnömatik sistemlerde kullanılan elemanların hareketli kısımlarının dolaylı olarak yağlanması işleminde kullanılır. Yağın doldurulmasında, madeni yağın cinsine ve yağı üretenin tavsiyelerine dikkat edilmelidir.

### 2.5. Manometre

Amaç: Manometre pnömatik sistemlerde hava basıncını ölçmek amacıyla kullanılır. Bir çok çeşidi olmasına karşın çoğunlukla yanda şekli yörülen eski konstrüksiyon modeli kullanılır.

Konstrüksiyon: Mekanik çalışan bir manometre aşağıdaki elemanlardan oluşur:

1. Gövde,
2. Boru profilli yay,
3. Manevela kolu,
4. Daire yayı şeklinde kramiyer ve karşılık dişlisi,
5. Gösterge,
6. Skala.



Şekil 1/15 Monometre

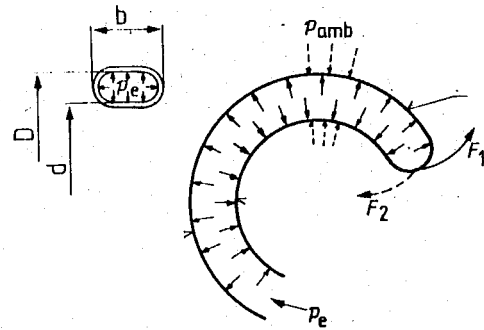
Çalışma Şekli: Boru şeklindeki yay basınç vasıtasıyla bir gerilmeye maruz kalmaktadır. Bu yay basınca göre elastik olarak şekil almakta ve basınç karşısında belirli bir miktar kendini açmaktadır. Buradaki çalışma prensibi çocukların oynadıkları spiral hava hortumlarına benzemektedir. Elastik şekil değiştirmeye meydana gelen yol bir manevela üzerinden daire yayı şeklindeki kremiyere etki ettirilir ve karşılık dişlisine verilir. Karşılık dişlisi üzerine sabitlenmiş bir göstereci ise skala üzerinde hareket ederek basıncın okunmasını sağlar.



Şekil 116 Spiral hortum

D daraltılmış bölge ise sistemdeki basınçtan doğan ani darbe ve titreşimlerin azaltılması içindir.

Kullanım: Manometre bütün pnömatik sistemlerde ve hava sevk hatlarında bulunur. Manometre yardımıyla tüm sistemin hava basıncı istenilen büyüklükte tutulabilir.



Şekil 117 Spiral yayın şematik gösterimi

Sembol DIN ISO 1219'a göre

Manometre



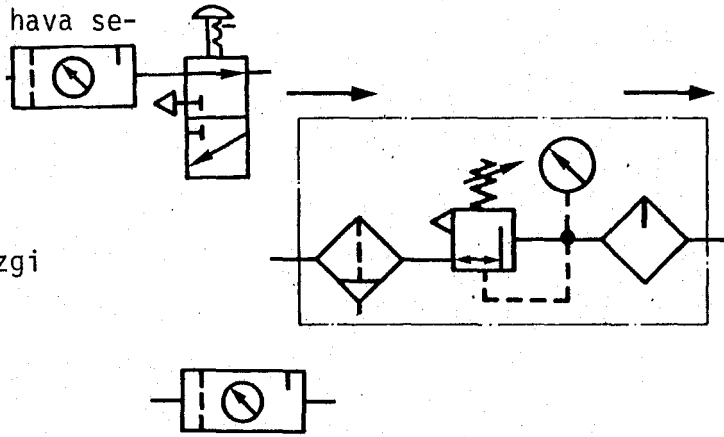


Hava hazırlama grubu: Her pnömatik sistemde bulunur. Hazırlık grubundan sonra yollu valf bağlanır. Böylelikle her istenildiği anda sisteme hava seri bir şekilde verilebilir.

Sembolu DIN ISO 1219'a göre

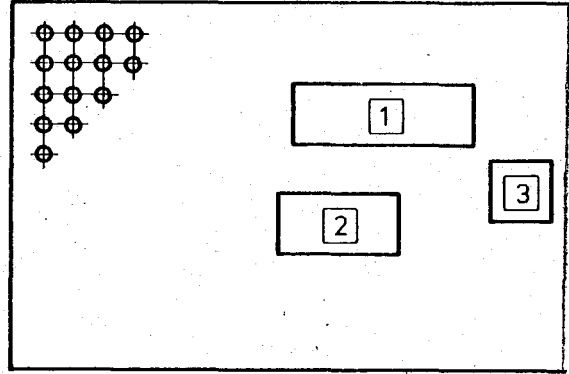
Ayrıntılı gösterimi nokta çizgi içerisinde çizildiği gibidir.

Basitleştirilmiş gösterim.



Uygulama 3:

Bir sürgülü valf yardımıyla, bir düğmeye basıldığında basınçlı çalışma havasını iş yapmak üzere sisteme bağlanmalı ve düğme bırakıldığında yeniden devre kapatılarak havanın kesilmesi sağlanmalıdır. Aşağıda verilen elemanlarla devreyi kurmanın yollarını araştırınız. Ancak daha önce akış halindeki 3/2 yollu valfin hakkında bilgi sahibi olunuz.



Çalışma basamakları:

1. İş elemanlarının yerleştirilmesi,
2. Tek etkili silindirin montaj plakasına takılması,
3. 3/2 yollu valfin montaj plakasına takılması,
4. Pnömatik araçların bağlanması,
5. Basınçlı havanın üretilmesi,
6. 3/2 yollu valfin çalıştırılması,
7. Montajın sökülmesi ve parçaların yerlerine yerleştirilmesi.

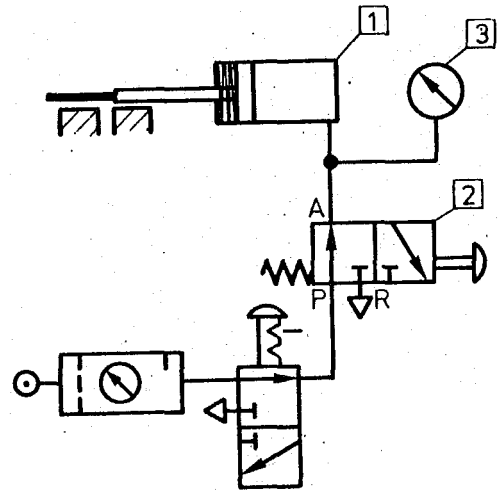
Dikkat edilecek noktalar:

3/2 yollu valfde aşağıdaki bağlantılar yapılır;

Basınçlı hava bağlantısı P

İş bağlantısı A

Ekzoz R



Şekil 1/8 Devre şeması

\*Manometreye çalışma basıncının çok üs- Öğrenim amacı:

tünde bir basınç etkimesi durumunda,  
manometre içersindeki boru şeklindeki  
yayda kalıcı deformasyon meydana ge-  
tir. Kalıcı deformasyona uğramış mano-  
metre doğru ölçüm yapmayacağı için da-  
ha fazla kullanılamaz.

- Normalde açık diskli 3/2 yollu valfin çalışmasını yazmalısınız,
- Normalde açık 3/2 yollu valfin sembolünü çizmelisiniz,
- En az bir tane kullanım yerine söylemelisiniz,
- Normalde kapalı sürgülü 3/2 yollu valften, normalde açık sürgülü 3/2 yollu valfin nasıl yapılabileceğini söylemelisiniz,
- Normalde kapalı diskli 3/2 yollu valften, normalde açık diskli 3/2 yollu valfin neden yapılamayacağını esas nedenini belirtebilmelisiniz.

Kullanılan elemanlar:

1. Tek etkili silindir,
2. Normalde açık 3/2 yollu valf,
3. Manometre.

Çalışma emniyeti:

Pnömatik elemanların yerlerine takılmaları dikkatli yapılmalıdır. Piston kolunun hareket yolu üzerine herhangi bir şey bırakılmamalıdır. Bütün vidalı bağlantılar, en fazla üst basınca göre denenmelidir. Basıncılı hava nedeniyle bağlantı hortumlarının sızdırarak herhangi bir kazaya sebebiyet vermesine karşı dikkatli olunmalıdır. Seri hava bağlantısının boşa alınmasında, serbest duran hortumlar sıçrama tehlikesine karşı sıkı tutulmalıdır.

3.2. Normalde Açık Diskli 3/2 Yollu  
Valf

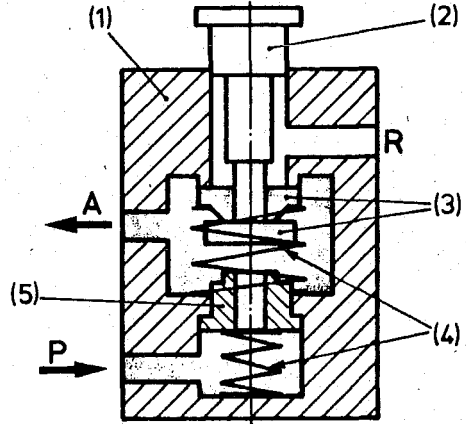
Amaç: Normalde açık diskli 3/2 yollu valf basınçlı hava ile silindir arasında bulunan devamlı irtibatı kesmek amacıyla kullanılır. Basınçlı hava tesirinden kurtulan piston iş kursunu bırakarak serbest hale geçer.

Konstrüksiyon: Normalde açık diskli 3/2 yollu valf aşağıdaki parçaların montajıyla meydana gelmiştir.

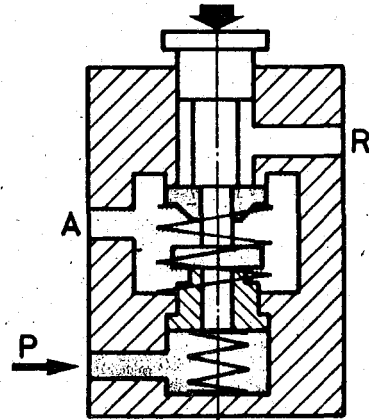
1. Gövde,
2. İtici tij,
3. Disk,
4. Basma yay,
5. Disk karşılık parçası (sızdırmazlık elemanı çizilmedi).

Çalışma şekli: Normalde açık diskli 3/2 yollu valfte  $P \rightarrow A$  yolu devamlı açıktır. Diğer bir deyişle P'den giren basınç ve basma yayın etkisiyle 2 numaralı itici tij R yolunu kapatmakta ve gelen havanın A yolunu taktibetmesini sağlamaktadır. 2 numaralı tijin aşağı doğru basılmasıyla önce  $P \rightarrow A$  yolu kapanır. Tijin aşağıya hareketi devam ettirilirse 3 numaralı elemenda aşağıya hareket eder ve  $A \rightarrow R$  yolu açılır. Böylece silindirdeki hava boşaltılarak piston kolunun yay kuvvetiyle geriye hareket etmesi sağlanır. İtici tijin bırakılmasından sonra yay kuvvetiyle olay geriye doğru meydana gelir ve  $A \rightarrow R$  yolu kapanarak  $P \rightarrow A$  yolu açılır.

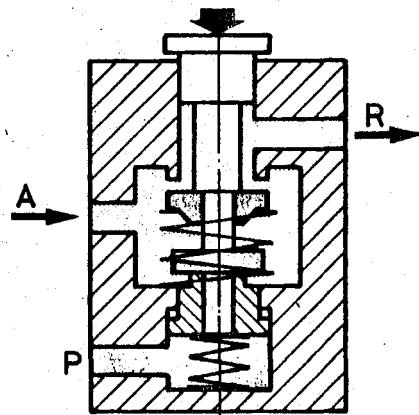
Kullanıldığı Yerler: Normalde açık diskli 3/2 yollu valf tek etkili silindirlerin kumanda edilmesinde kullanılır. Örneğin piston hareketinin uzun müddet iş kursunda kalması gereken, imalat



Şekil 119 Diskli 3/2 yollu valf  
 $A \rightarrow R$  yolu açık



Şekil 120 Diskli 3/2 yollu valf  
 $P \rightarrow A$  yolu açık



Şekil 121 Diskli 3/2 yollu valf  
kapalı pozisyonda

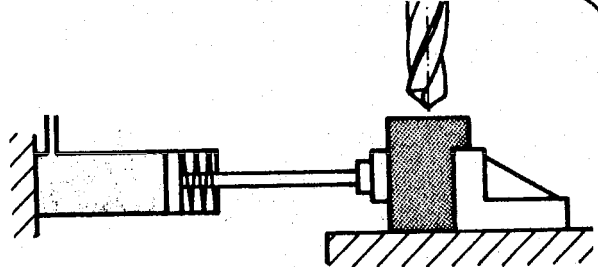
parçalarının sıkılması gibi yerlerde kullanılır.

Sembol DIN ISO 1219'a göre.

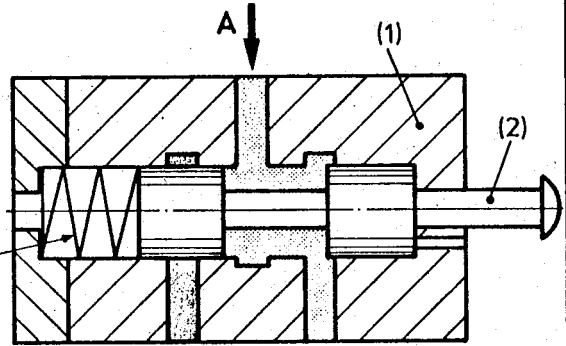
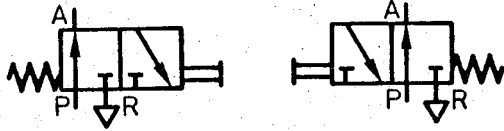
Normalde açık 3/2 yollu valf.

### Sürgülü Valf:

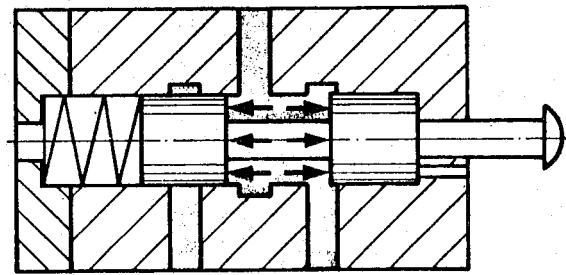
Normalde kapalı bir sürgülü valf yalnızca P ve R bağlantılarının değiştirilmesiyle normalde açık bir 3/2 yollu valf haline gelebilir. Bunu yapabilmek için valf üzerinde konstrüktif bir değişiklik gerekmemektedir. P basınç kaynağından sürgü pistonları üzerine gelen hava basıncı ise iki yüzeyde birbirini etkisiz kılmaktadır. Yandaki şekillerde de görüldüğü gibi sürgülü valf istendiğinde normalde kapalı valf, istendiğinde ise normalde açık bir valf olarak kullanılmaktadır. Bu kullanıma yalnızca P ve R bağlantılarının değiştirilmesiyle mümkündür.



Şekil 122 Sıkma işlemi



Şekil 123 P Sürgülü valf  
A→R yolu açık

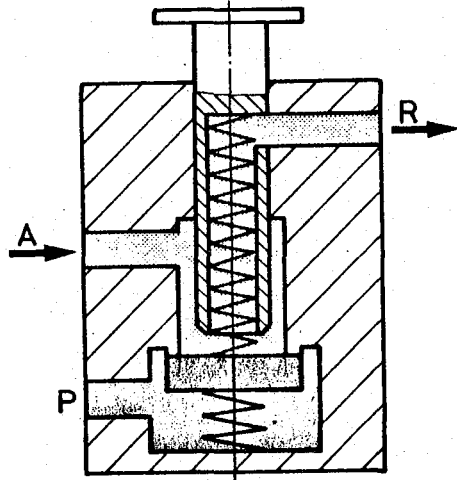


Şekil 124 Sürgülü valf P→A yolu açık

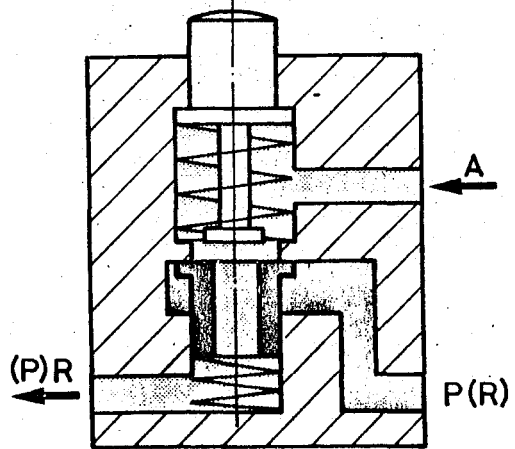
Diskli ve Sürgülü Valfin Karşılaştırılması:

Normalde kapalı diskli bir valfin, normalde açık diskli bir valf olup olmayacağını deneme yoluyla görebiliriz. 125. şeklin incelenmesiyle  $P \rightarrow A$  iş yolunun kapalı olduğu görmekteyiz. İtici tijin aşağıya bastırılmasıyla  $A \rightarrow R$  yolu kapanırken bu kez  $P \rightarrow A$  iş yolu açılır. Bağlantıları değiştirirsek, yani R bağlantısını P yaparak basınçlı havanın buradan girmesini sağlarsak ne olur. Düşünelim. P'den (önce R) içeri giren basınçlı hava önce diske çarpar ve A'dan çıkar. Ancak çarpma anında basınçlı havanın kuvveti, en altta diski yukarı kaldıran yaydan büyük olursa, giren havanın yarısı A'dan diğer yarısı R'den (önce P) dışarı çıkar. Görüldüğü gibi valf güvenilir çalışmaz.

P ve R bağlantılarının değiştirilebileceği bir diskli valfte vardır. Ancak bu valf konstrüksiyon olarak biraz değişiktir. 126. şekildeki konstrüksiyonu inceleyerek bağlantıların değiştirilebileceğini görebilirsiniz. Yalnız bu konstrüksiyonun da çok güvenli olduğu söylenemez. Eğer delik yeteri kadar büyük değil ve basınçlı hava değeri yüksek ise burç aşağı bastırılabilir. Bu durumda da yine gelen havanın bir kısmı işe, bir kısmı boşa gider.



Şekil 1.25 Diskli valf A--R açık

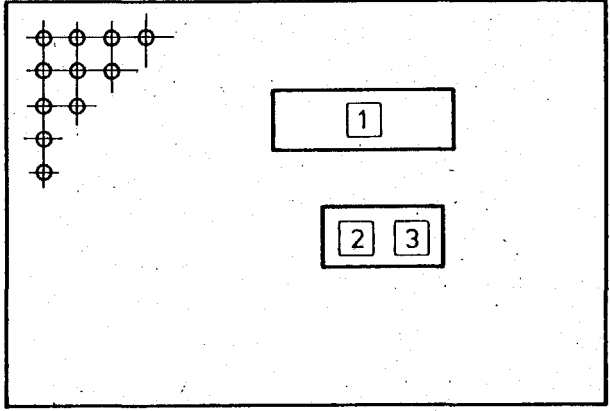


Şekil 1.26 Bağlantısı değişebilir valf

Uygulama 4:

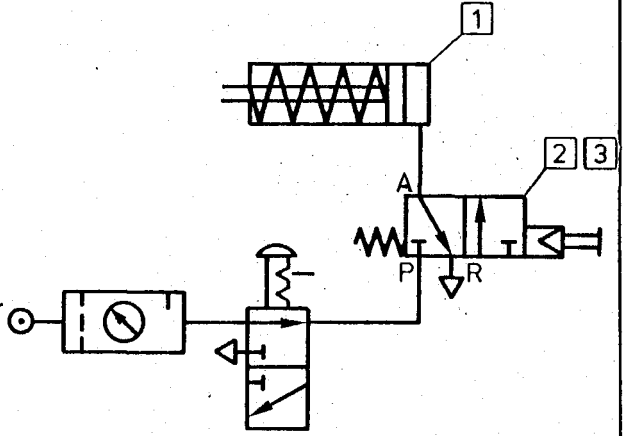
Tek etkili bir silindir ile yuvarlak pim imal edilmek istenen malzeme bir mengenede sıkılmak istenmektedir. Çalışma sıklığı düşünülerek, sıkma işlemi mümkün olduğu kadar az olmalıdır.

Kullanılan araçlar ve sistemin genel yapısı hakkında, konuyla ilgili kısımları okuyarak bilgi sahibi olunuz.



Çalışma Basamakları:

1. İş araçlarının yerleştirilmesi,
2. Kısımların takılması,
3. Yardımcı araçların bağlanması,
4. 3/2 yollu valfin birçok kez çalıştırılması,
5. Direkt kumandalı valf yardımıyla ön kumandalı valfin değiştirilmesi,
6. Direkt kumandalı valfin çalıştırılarak bağlantı kuvvetinin kıyaslanması,
7. Ön kumandanın takılması,
8. Yollu valfin çalıştırılması. Basıncın  $P_e = 1,5$  bara ayarlanması ve sıkıştırma işleminin gözlenmesi,
9. Montajın sökülmesi ve elemanların düzenlenmesi.



Şekil 1.27 Devre şeması

Dikkat edilecek noktalar:

Normalde kapalı ön kumandalı bir 3/2 yollu valf eğer normalde açık bir valf olarak kullanılmak istenirse 50. sayfada çizilen resimde görüleceği üzere 180° çevrilerek ön kumandayı taşıyan kafa altı köşe gömme başlı vidalar ile sabitlenir.

Kullanılan Elemanlar:

1. Tek etkili silindir,
2. Ön kumandalı, normalde kapalı 3/2 yollu valf,
3. Direkt kumandalı 3/2 yollu valf.

Çalışma Emniyeti:

İşletme basıncını kontrol ediniz (Pe = 4.....6 bar)  
Bütün vidalı bağlantılar, basınçlı hava üretilmeden önce denenmeli, hortumların sıçrayarak bir kazaya sebebiyet vermemesi için dikkatli olunmalıdır. Seri hava bağlantısının boşa alınmasında serbest duran hortumlar sıçrama tehlikesine karşı sıkıca tutulmalıdır.

Öğrenim amacı:

Bu uygulamadan sonra aşağıda istenilenleri yapabilmelisiniz.

- a) Normalde kapalı 3/2 yollu valfin çalışmasını yazabilmelisiniz,
- b) Ön kumandalı valfin, direkt kumandalı bir valfe karşı önemli avantajlarını söyleyebilmelisiniz,
- c) Düşük basınç altında neden bir ön kumandalı valfin başarıyla kullanılmayacağını bilmelisiniz.

4.2. Normalde Kapalı, Diskli,  
Ön Kumandalı 3/2 Yollu Valf

Ön Kumanda Prensibi: Ön kumandalı valf basınçlı hava enerjisi yardımıyla bir yollu valfe kumanda etmek amacıyla kullanılır. Bu işlem az bir basınçlı hava kuvvetiyle valfin ön kumanda kısmında gerçekleştirilir. Ön kumandalı valfler pratik olarak 2 valfin birleştirilmesi ile meydana gelirler. Bu kısım ön kumanda kısmı ve esas yollu valf kısımlarıdır. C kapama diskinin küçük olması nedeniyle bu elemanı aşığıya bastıran kuvvette küçüktür. Bu kuvvet C diskini yukarıya iten basınçlı hava + yay kuvvetinden biraz büyük



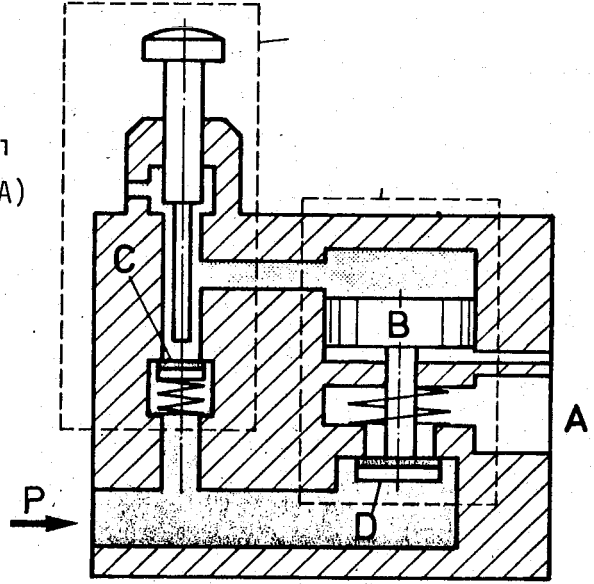
olmalıdır. Bu takdirde C yolu açılarak hava akışı mümkün olur ve B pistonu gelen havadan etkilenir. B piston yüzeyinde basınçlı havadan dolayı meydana gelen itme kuvveti ( $F = p \cdot A$ ) D'deki itme kuvvetinden büyüktür. Bu nedenle eğer C'den hava geçerse D kapama elemanı aşağı iner ve  $P \rightarrow A$  yolu açılır.

Konstrüksiyon ve çalışma şekli:

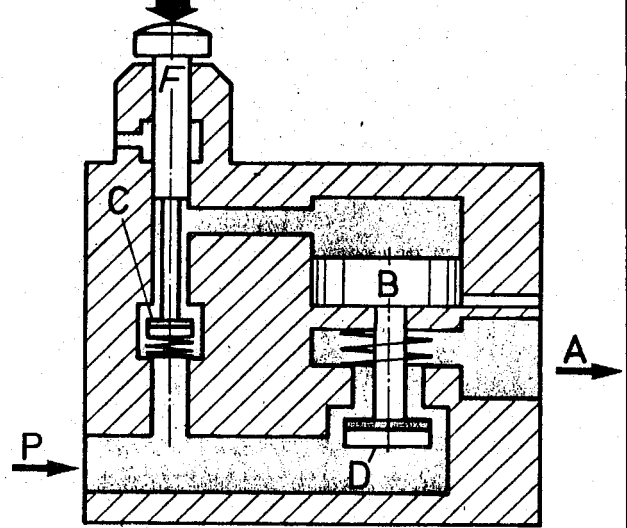
Ön kumandalı bir 3/2 yollu valfin ön kumanda kısmı aşağıdaki elemanlardan meydana gelmiştir:

1. Gövde (ön kumanda gövdesi),
2. Ara eleman,
3. Plastik kapama elemanı,
4. Kovan,
5. İtici pim,
6. Plastik eleman için basma yay,
7. İtici pim için basma yay,
8. Sızdırmazlık elemanı.

Manevela koluna basılmasıyla 5 numaralı eleman ilk önce yay yardımıyla 8 numaralı sızdırmazlık elemanını bastırır. Basmaya devam edilirse 5 numaralı eleman 8 numaralı kapama elemanını aşağı iter ve aşağıdan gelen basınçlı



Şekil 1/28 Ön kumanda kapalı konumda



Şekil 1/29 Ön kumanda açık konumda

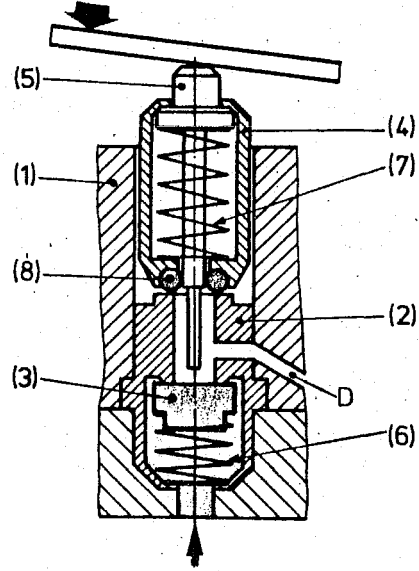
havanın geçişine izin verir. Bu basınçlı hava D kanalı vasıtasıyla ana kumanda birimine gider.

Ana kumanda kısmı ise aşağıdaki elemanlardan oluşmuştur:

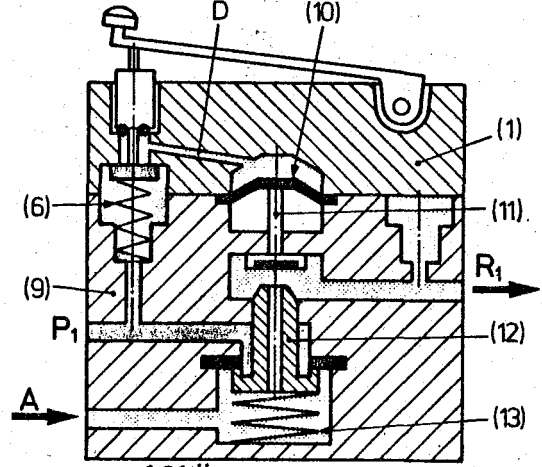
9. Gövde,
10. Diyafram (membran),
11. İtici,
12. Kovan,
13. Basma yay ve sızdırmazlık elemanı.

Normalde basınçlı hava 12 numaralı kovana ve ön kumanda kısmına kapatma yönünde baskı yapmaktadır. Bu durumda  $P_1$  bağlantısı kapalı ve  $A \rightarrow R_1$  yolu açıktır. Valfin çalışması halinde 5 numaralı itici aşağı bastırılmakta, 10 numaralı diyaframın bulunduğu hazneye D kanalıyla  $P_1$  basınçlı hava akmaktadır.

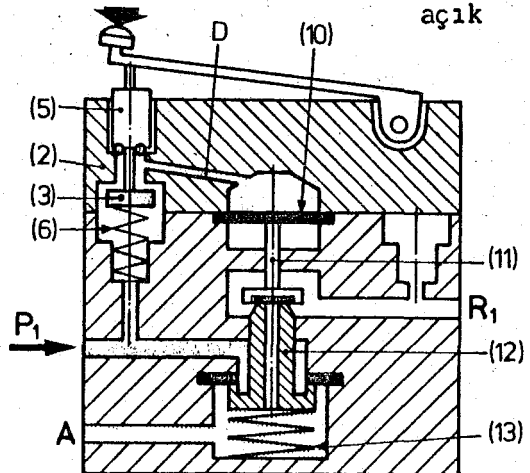
Basınçlı hava nedeniyle 11 numaralı itici, diyafram tarafından aşağıya basılmakta ve  $A \rightarrow R_1$  yolunu kapatmaktadır (Resim 132). Bundan sonra 5 numaralı eleman basılı tutulursa valf kovanı basma yayın karşı kuvvetine rağmen aşağıya ve  $P_1 \rightarrow A$  yolunu açmakta



Şekil 130 Ön kumanda



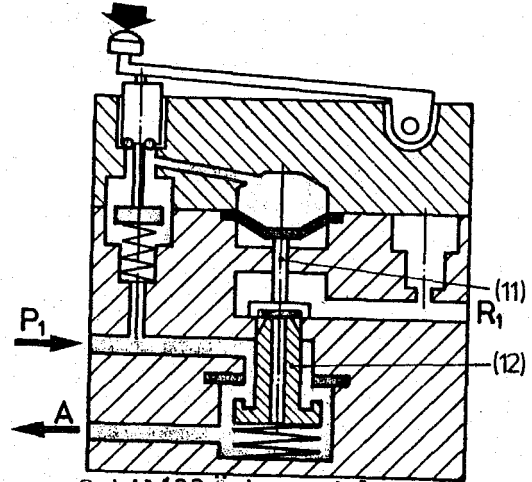
1.31 Önkumandalı valf A → R1 açık



Şekil 132 Önkumandalı valf kapalı pozisyonunda

R bağlantısını ise kapatmaktadır. Kumanda kolunun bırakılmasıyla basma yay 3 numaralı kapatma elemanını 2 numaralı eleman üzerine bastırmakta ve hava geçişini engellemektedir. Böylece diyaframa giden hava kesilmektedir. Diyaframda bulunan hava ise itici tijin yanından dışarı sızmaktadır. Ana valfte ise basma yay, basınçlı hava tesirinin ortadan kalkması ile valf kovanı ile iticiyi diyaframla beraber yukarıya kaldırmakta ve  $P_1 \rightarrow A$  yolunu kapatmaktadır. Diyafram A'dan gelen hava yardımıyla, iticiyle beraber yeniden yukarıya hareket etmekte ve  $A \rightarrow R_1$  yolunu açarak  $P_1$  bağlantısını kapatmaktadır.

Kullanım alanı: Pnömatik sinyallerle küçük mekanik hareketler elde etmede çok az bir kuvvete ihtiyaç duyulmaktadır. Az iş kuvvetiyle çalışan elemanlar ise bilinen sebeplerden dolayı (Ekonomi, iş kazası, rahat çalışma vs.) daha çok tercih edilmektedir. Ön kumanda kısmı tek etkili silindirin kumandasına az da olsa bir ek hava basıncı gerektirir. Her şeye rağmen 2 bar basınçtan daha düşük basınçlarda valfin çalışması güvenilir değildir.



Şekil 1/33 Önkumandalı valf  
P→A yolu açık

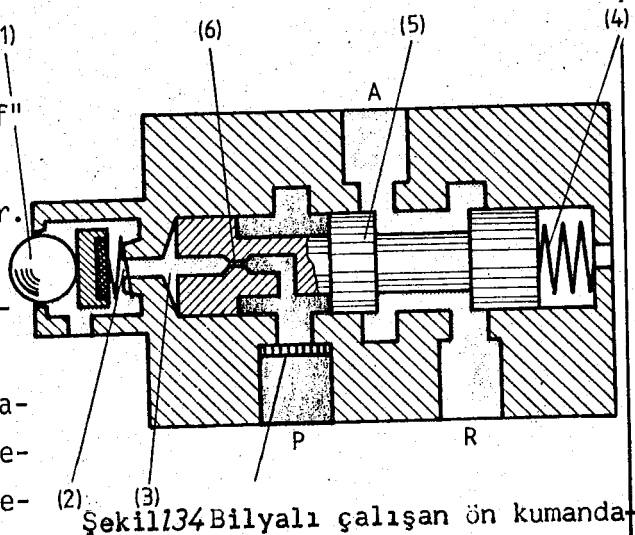
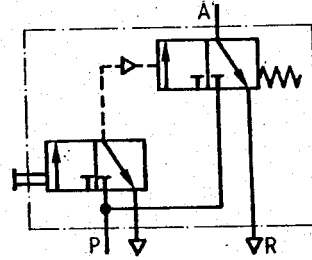
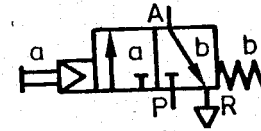
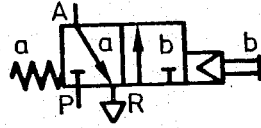
Sembol DIN ISO 1219'a göre

Normalde kapalı ön kumandalı 3/2  
yollu valf.

Ayrıntılı resimlerde yanda görüldüğü  
gibi ön kumanda ve ana kumanda kısım-  
ları ayrı ayrı görülebilir.

#### 4.3. Normalde Kapalı, Sürgülü, Ön Kumandalı 3/2 Yollu Valf

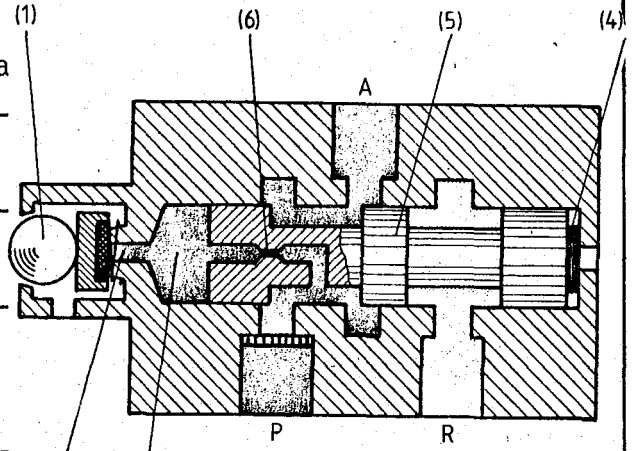
Ön kumandalı diskli 3/2 yollu valfin  
sürgülü konstrüksiyonlu alanıda var-  
dır. Bu valfte disklide olduğu gibi  
"ön kumandalı, sürgülü 3/2 yollu valf"  
olarak anılır. Yay kuvvetine karşı  
sürgüyü basınçlı hava hareket ettirir.  
Normalde A → R yolu açıktır. Basma  
yay sürgünün tam solda durmasını sağ-  
lar. 3 numaralı hacimde herhangi bir  
basınç yoktur. Bu hacim kumanda elema-  
nı üzerinden havasını dışarı vermektedir.  
1 numaralı bilya sağa doğru hare-  
ket ettirildiğinde önünde bulunan ele-  
man valfin kumandası için hava geçen  
deliği kapatır. Bu anda sürgünün hare-  
ket edebilmesi için 3 numaralı ha-  
cime dalan havanın basıncının yay kuv-  
vetinden fazla olması gerekir. 6 num-  
aralı boğazdan yalnızca sürgüyü harekete



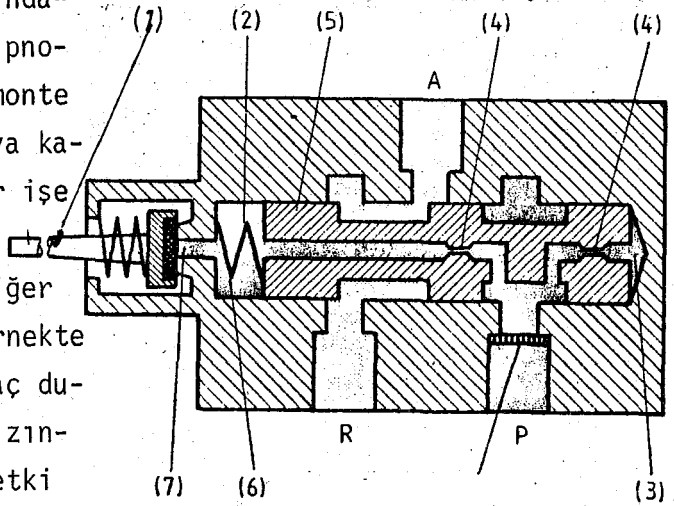
Şekil 134 Bilyalı çalışan ön kumanda-  
lı 3/2 yollu valf

geçirecek basınçlı hava geçer. Sürgünün tam olarak sağa gitmesiyle A bağlantısı P üzerinden basınçlı hava sağlar. Bilya üzerine yapılan baskı kaldırıldığı zaman 2 numaralı kumanda havası ekzoz deliğini kapatan elemantasya yay kuvvetiyle sola doğru hareket eder ve ekzoz kanalı açılır, hava dışarı akar. Bu kez 4 numaralı yay 5 numaralı sürgüyü sola doğru hareket ettirir ve diğer pozisyona getirir. Bu anda P kapanmış A → R yolu açılmıştır. Bu durumda küçük bir miktar hava kumanda deliğinden dışarı sızar. Bu sızıntı 2,5 l/dak. civarındadır. Bu nedenle bu çeşit valfler pnomatik sistemlere kullanılacaksa monte edilir. Aksi takdirde devamlı hava kaçışına neden olduğu halde hiç bir işe yaramayan bir eleman olacaktır.

1.36 numaralı resimde görülen bir diğer konstrüksiyonda ise yukarıdaki örnekte olduğu gibi devamlı havaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak burada hava sızıntısı yalnızca 1 numaralı çubuğa etki edilerek 7 numaralı hava yolunun açıldığı zamanlar olur. Hava yolunun açılmasıyla sürgü sola gider ve A → P yolu hava akışına müsait olur.



Şekil 1.35 Bilyayla çalışan ön kumandalı 3/2 yollu valf

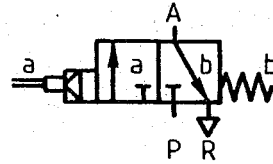
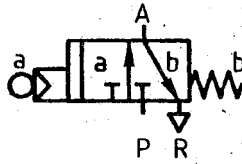


Şekil 1.36 Yay çubuklu 3/2 yollu valf

Kullanıldığı Yerler: Bu valfte de pnomatik sinyaller yardımıyla mekanik hareket elde etmek için az bir kuvvette ihtiyaç vardır. Bu nedenle birçok yerde sıklıkla kullanılır. Bazende pnomatik havayla kumanda edilen (çalıştırılan veya pozisyon değiştirilen) valflerde ön kumanda valfi olarak kullanılır. 2 bar'ın altındaki basınçlı hava ile valfin çalışması güvenli olmaz. Bu nedenle basıncın 2 bar'dan az olmamasına dikkat edilmelidir.

Sembol DIN ISO 1219'a göre.

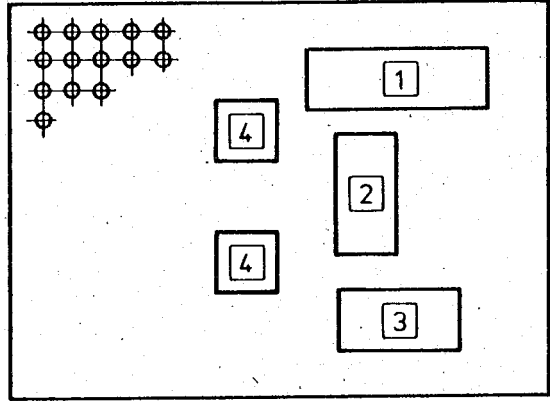
Normalde kapalı 3/2 yollu valf.



Sembollerle gösterimde, valfin sürgülü veya diskli olup olmadığı belli olmaz.

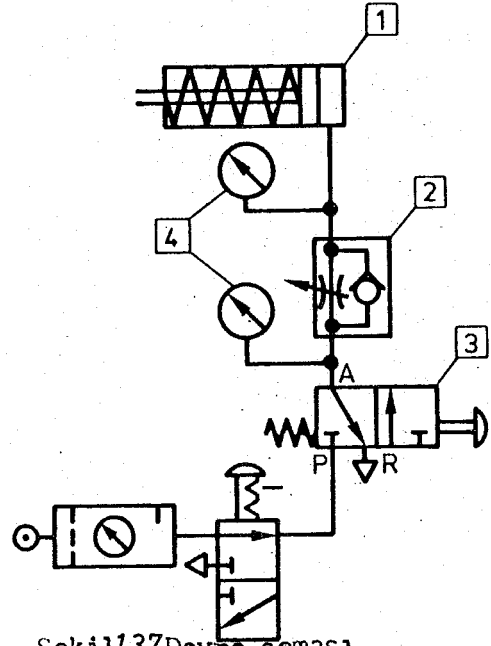
Uygulama 5:

Bir imalat parçası, bir pime basılmak suretiyle harekete geçirilen tek etkili bir silindir yardımıyla sıkılması düşünülmekte ve pistonun hızı yavaş olmalıdır. Piston kolunun ileriye hareketi ayarlı olursa istenilen hızda çalışmakta mümkün olacaktır. Bu uygulamayı yapmadan önce bu uygulamayla ilgili açıklamaları okuyarak bilgi sahibi olunuz.



Çalışma Basamakları:

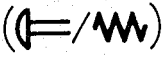
1. Kullanılan elemanların yerleştirilmesi,
2. Plaka üzerine montaj edilmesi,
3. Yardımcı elemanların takılması,
4. Yollu valfin çalıştırılması suretiyle silindirin kontrol edilmesi,
5. Ayarlı çek valfin ayar vidasının döndürülerek ileriye hareket hızında meydana gelen artış veya azalmanın gözlenmesi,
6. Piston kolunun arzu edilen çeşitli hızlara ayarlanması,
7. Montajın sökülmesi, parçaların temizlenerek düzenlenmesi.



Şekil 17.37 Devre şeması

Dikkat edilecek noktalar: Pistonun ileriye hareket hızının ayarlanabilir olması istenmektedir. Bu nedenle ayarlı çek valfin bağlantı yönüne dikkat edilmelidir (ayar yönü = ok yönü). Ayar yapıldıktan sonra kontra somunla vida sıkılmalıdır. Böylece ayarın herhangi bir şekilde bozulması önlenmiş olur.

Kullanılan elemanlar:

1. Tek etkili silindir,
2. Ayarlı çekvalf,
3. Normalde kapalı 3/2 yollu valf, ()
4. Manometre 2 adet.

Çalışma Emniyeti:

Piston kolu yolunu açık bırakınız. Tüm araçları plakaya emniyetle bağlayınız. Bütün vidalı bağlantılar, basınçlı hava üretilmeden önce denenmeli, hortumların sıçrayarak bir kazaya sebebiyet vermemesi için dikkatli olunmalıdır. Seri hava bağlantısının boşa alınmasında, serbest duran hortumlar sıçrama tehlikesine karşı sıkıcı tutulmalıdır.



Ayar vidası çok kuvvetli sıkılmamalıdır. Böylece valf hasara uğramaz. Buna karşın çalışma basıncının altında bir basınca kadar da gevşetilmemelidir. Aksi takdirde tüm hava dışarı sızar.

Öğrenim Amacı: Uygulamadan sonra aşağıda istenilenleri yapabilmelisiniz.

- a) Ayarlı çek valfi oluşturan iki temel kısmın elemanlarını tanımlayabilmelisiniz,
- b) Bir ayarlı çek valfin sembolik şeklini çizebilmelisiniz,
- c) Ayarlı çek valfi oluşturan kısımların sembolik şekillerini çizebilmelisiniz,
- d) Yay kuvvetiyle çalışan çek valfin kesit resmini çizebilmelisiniz,
- e) Ayar kısmının kesit resmini çizebilmelisiniz,
- f) Ayarlı çek valfin komple kesit resmini çizebilmelisiniz.

#### 5.2. Kısmı Valfinin Ayarlanabilir Kısmı

Ayarlı çek valf iki kısımdan oluşmaktadır. Bunlar ayarlama kısmı ve tek yönde hava geçişine izin veren kısımlardır. Bu iki ana elemanın ortaklaşa olarak

çalıştırılmasıyla ayarlı çek valf meydana gelir. Konumuz içinde bu kısımlar ayrı ayrı incelenecektir.

#### Ayar Valfi:

Amaç: Valf içersinden geçecek hava miktarını ayarlamak amacıyla kullanılır. Valf içersinden her iki yönde geçen hava miktarı aşağıdaki bağıntıyla bulunur.

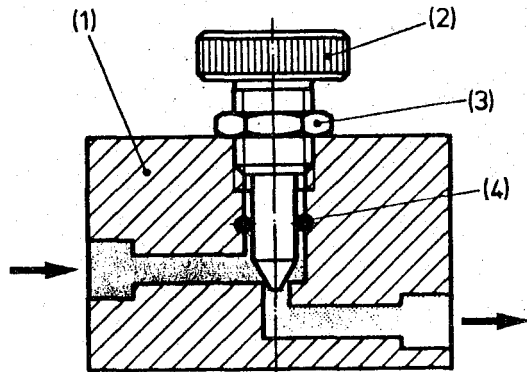
$$\text{Birim zamanında akan hava} = \frac{\text{Toplam hava}}{\text{Zaman}} \text{ (lit/dk)}$$

Konstrüksiyon: Ayarlama kısmı aşağıdaki elemanlardan meydana gelmiştir:

1. Gövde,
2. Ayar vidası,
3. Kontra somun,
4. Sızdırmazlık elemanı.

Şekilde görüldüğü gibi hava geçişini ayarlayan kısım konik olarak yapılmıştır. Konik kısım yerine oturunca hava akışı durur.

Çalışma şekli: Ayar vidasının döndürülmesiyle ucu konik vidanın, oturma yüzeyi düzlemi içersinde kalan yuvarlak kesit kısım büyür veya küçülür.



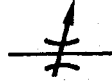
Şekil 1.38 Valf ayar kısmı

Böylelikle her iki istikamette akan hava miktarı azaltılarak veya çoğaltılarak ayarlanabilir.

Kullanım: Ayarlı valf özellikle pnömatik silindirelerin pistonlarının hızını ayarlamak amacıyla kullanılır. Bu valf her iki yönde akışa sahip pnömatik sistemlerde başarıyla kullanılır.

Sembol DIN ISO 1219'a göre

Ayar valfi



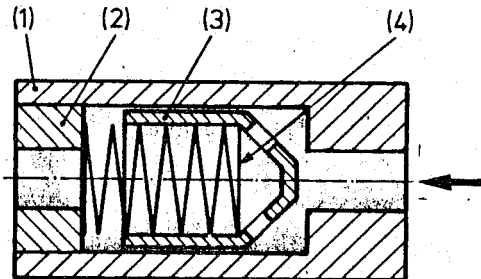
Ayarlanabilir oluşu ok yardımıyla belirtilir.

### 5.3. Yaylı Çek Valf

Amaç: Yaylı çek valf, hava akışını bir yönde devamlı kapalı, diğer yönde ise devamlı açık tutmak amacıyla kullanılır.

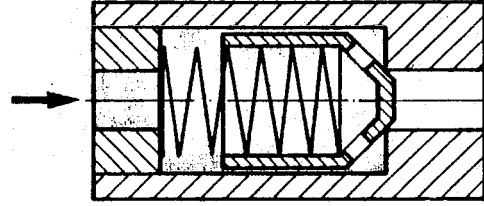
Konstrüksiyon: Bir yaylı çek valf aşağıdaki önemli elemanların montajından meydana gelmiştir.

1. Gövde,
2. Yay dayama burcu,
3. Konik kapama elemanı,
4. Yay.



Şekil 1.39 çekvalf

Çalışma Şekli: P basıncındaki havanın 139. şekilde de görüldüğü istikametten tesir etmesiyle konik eleman sola hareket eder. Burada hava akışı için temel şart P hava basıncının yay kuvvetinden büyük olmasıdır. Eğer basınçlı hava kuvveti ve yay kuvvetiyle konik kapama elemanı hava geçişine izin vermezse valf devamlı kapalı kalır.



Şekil 140 Çekvalf

Kullanım: Valfin yalnızca bir yönde hava geçişine izin vermesi, diğer yönde ise havayı geçirmemesi istenilen yerlerde kullanılır.

Sembol DIN ISO 1219'a göre

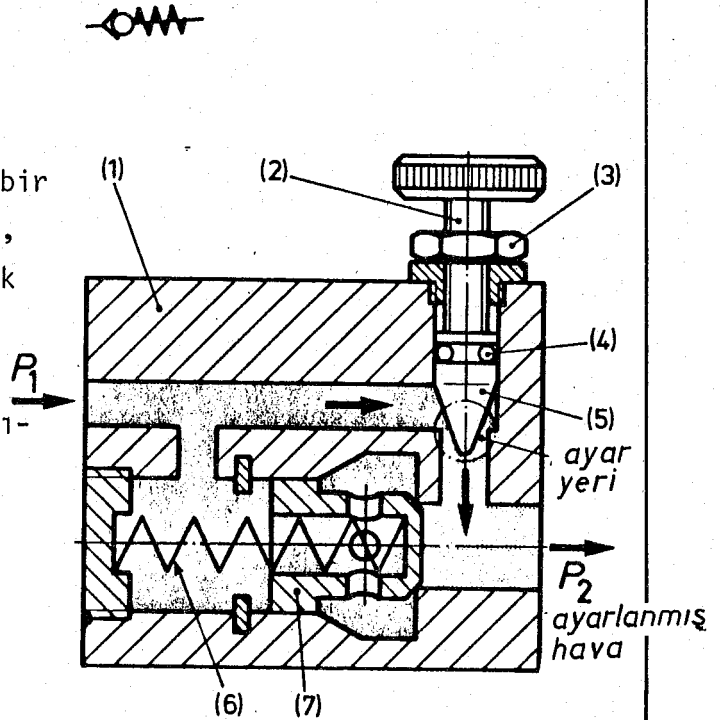
Yaylı çek valf  
(genellikle yay çizilmez).

#### 5.4. Ayarlanabilir Yaylı Çekvalf

Amaç: Ayarlı çek valf hava akışını bir yönde ve istenildiği gibi ayarlamak, diğer yönde ise tam serbest bırakmak amacıyla kullanılır.

Konstrüksiyon: Ayarlı çek valf aşağıdaki önemli elemanların montajıyla meydana gelmiştir.

1. Gövde,
2. Ucu konik ayarlama vida,

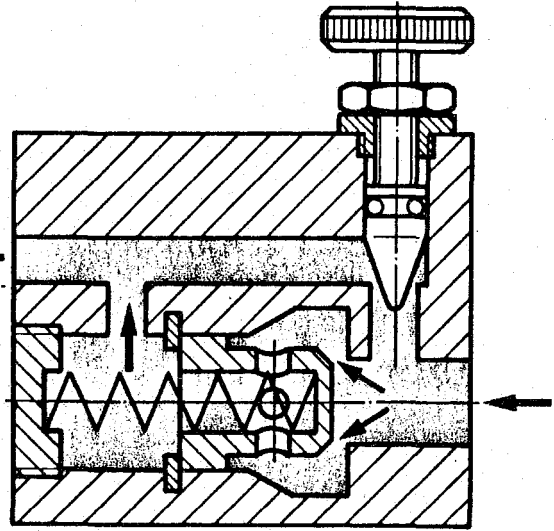


3. Kontra somun,
4. Sızdırmazlık elemanı,
5. Ayar vidası koniği,
6. Yay,
7. Ucu konik kovan.

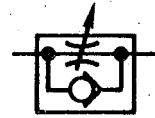
Bu valf hava geçiş miktarını ayarlayan ayar valfi ile tek yönde hava geçişine izin veren çek valfin ortak kombinasyonundan meydana gelmiştir.

Çalışma şekli: Resim 141'deki ayar vidasının çevrilmesiyle ucu konik vidanın oturduğu yüzey düzlemi içersindeki vida kesiti büyür veya küçülür. Buna bağlı olarak  $P_1 \rightarrow P_2$  yolunda geçen hava miktarı çoğalır veya azalır. Resim 142 de ise karşı yönden gelen havanın akışı görülmektedir. Gelen havanın basıncı, konik kovani geri itecek kadar büyük olursa, kovan sola hareket eder ve çek valf kısmı çalışır. Böylece daha fazla miktarda hava geçer.

Kullanım: Ayarlı çek valf bir yönde istenilen miktarda hava geçişi olmasına karşın, diğer yönde hava akışının tamamen serbet olması istenilen yerlerde kullanılır. Ayar kısmının tamamen kapatılması durumunda dahi küçük bir P hava kaçışının olacağı unutulmamalıdır.



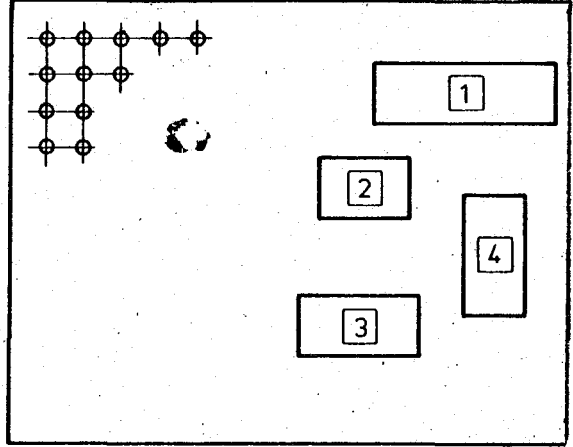
Şekil 142 Ayarlı çekvalf



Sembol DIN ISO 1219'a göre  
Ayarlı çek valf  
Ayarlanabilir oluşu ok ile belirtilir.

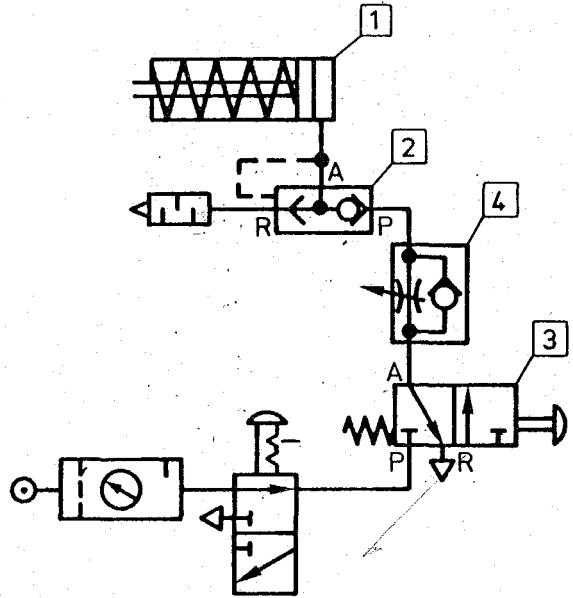
UYGULAMA 6:

Bir pime basılmak suretiyle iş kursunu bitirmiş bir pistonun seri olarak geri gelmesi istenmektedir. Bu tek etkili bir silindire bir hızlı boşaltma valfi bağlanarak yapılmalıdır. Böylece piston geri hareket hızı ileri hareketten daha iyi olacağından kurs zamanı kısalmır. Hızlı boşaltma valfi ile hava atmosfere verilirken meydana gelen gürültü, hava boşaltma valfine bir susturucu takılarak giderilir.



Çalışma Basamakları:

1. İş elemanlarının yerleştirilmesi.
2. Elemanların montaj plakasına montajı ve yardımcı araçların bağlanması.
3. Valfin çalıştırılarak kontrol edilmesi.
4. Valfin ayarlanması, piston kolunun tam yol çalıştırılması.
5. Gidiş ve geliş için geçen zamanın kıyaslanması.
6. Susturucu takılarak havanın atmosfere verilmesi esnasında meydana gelen gürültü miktarının, susturu olmadığı zamana göre kıyaslanması.
7. Hızlı boşaltma valfinin devreden çıkarılarak, bu kez pistonun gidiş ve geliş hızının kıyaslanması.
8. Montajın sökülmesi, parçaların düzenlenerek yerine bırakılması.

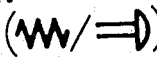


Şekil 1/43 Devre şeması

Açıklama:

Hızlı boşaltma valfinin doğru bağlanması-na dikkat edilmelidir. Aksi takdirde valf çalışmayacaktır. Valfin A bağlantısı silindire, P bağlantısı ise ayarlı çek valf yardımıyla basınçlı hava kaynağına bağlanmalıdır. Silindir ile hızlı boşaltma valfi çift nipel veya çok kısa bir hortumla bağlanmalıdır. Böylece atmosfere gidecek havanın fazla yolu katetmesi gerekmez.

Kullanılan Elemanlar:

1. Tek etkili silindir.
2. Susturuculu hızlı boşaltma valfi.
3. Normalde kapalı 3/2 yollu valf. ()
4. Ayarlı çek valf.
5. Kronometre.

Çalışma Emniyeti:

Altıncı çalışma kademesinde belirtildiği gibi, görevini bitiren hava derhal atmosfere verilir. Bu atılan havanın kontrolü esnasında hava susturucusuna fazla yaklaşarak gözlemek hatalıdır. Aniden dışarıya verilen hava serbest kaldığı anda bir patlama sesi ve etkisi meydana getirir. Seri hava bağlantısının boşaltılmasında serbest duran hortumlar, sıçrama tehlikesine karşı sıkıca tutulmalıdır.

Öğrenim Amacı:

Bu uygulamadan sonra aşağıdaki istenilenleri yapabilmelisiniz.

- a) Hızlı boşaltma valfinin sembolünü çizebilmelisiniz.
- b) Belirli kullanım yerleri için hızlı boşaltma valfinin bağlantı yönlerini iyi bilmeli ve resimlerini iyi çizebilmelisiniz.
- c) Hızlı boşaltma valfinin resmini çizerek, harfleri ve yön gösteren okları doğru olarak belirtebilmelisiniz.
- d) Uygulamada kullanılan araçları, devre şeması üzerinde isim olarak yazabilmelisiniz.
- e) Susturucunun şematik resmini çizebilmelisiniz.
- f) Susturucunun çalışma şeklini yazabilmelisiniz.

### 6.2 HIZLI BOŞALTMA VALFİ

#### Anaç:

Silindir ve hortumlardaki görevini yapmış havanın atmosfere seri olarak atılması amacıyla kullanılır.

#### Konstrüksiyon:

Bir hızlı boşaltma valfi aşağıdaki elementlerden oluşmaktadır.

1. Parçalı gövde
2. Sızdırmazlık manşeti

#### Çalışma Şekli:

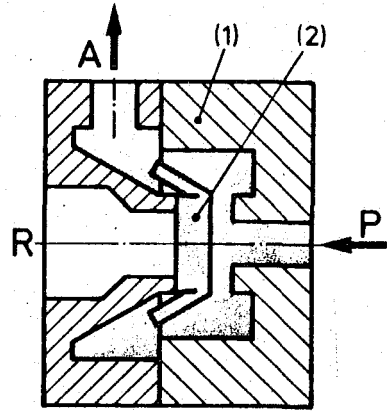
Basıncılı hava P→A yoluyla silindire gelir. Bu arada P yolundan gelen basınçlı hava nedeniyle 2 numaralı element R boşaltma deliğini kapatır. P'den gelen basınçlı havanın basıncı arttıkça sızdırmazlık artar. Boşaltma anında ise (Resim 145) A'dan gelen hava 2 numaralı elementi P borusuna karşı bastırır ve bu yolu kapatır. Aynı anda da A→R hava boşaltma yolu açılmış olur.

#### Kullanım:

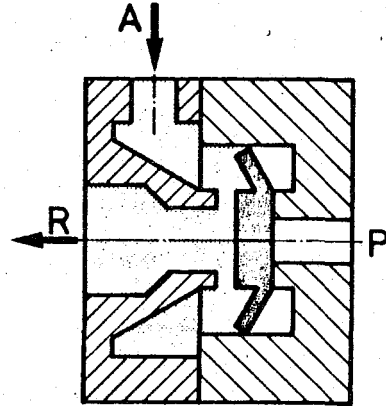
Bağlantı hortumlarının ve silindirlerdeki havanın hızlı boşaltılması amacıyla kullanılır. İş yapan havanın silindirden boşaltılmasında, boşaltma işi yollu valften önce yapılırsa piston hızında dikkate değer bir artış gözlenir. Kısa yoldan dışarı atılan hava daha az mukavemetle karşılaşır. R boşaltma deliğinin çap olarak A ve P bağlantı borularından daha büyük olması havanın hızla boşaltılabilmesi açısından daha iyidir. Ayrıca susturucunun R bağlantısıyla irtibatlı olduğu yerde hava içerisindeki pisliklerin deliği kapatmaması için delik çapının büyük olması fayda sağlar. Pisliklerin delik çapını küçültmesi havanın hızla boşaltılmasını engeller.

Sembol DIN ISO 1219'a göre

Hızlı boşaltma valfi



Şekil 144 Hızlı boşaltma valfi iş pozisyonunda



Şekil 145 Hızlı boşaltma valfi eksos pozisyonunda





### 6.3 SUSTURUCU

#### Amaç:

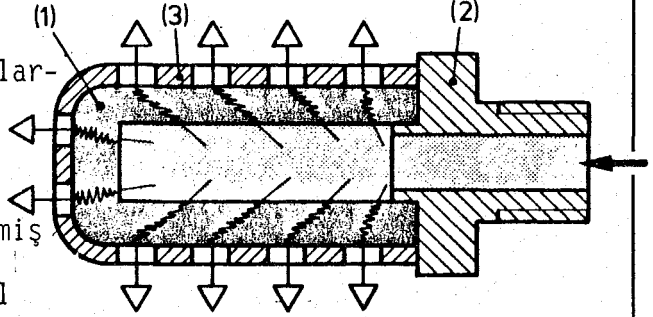
Susturucu, dışarıya atılmakta olan hava hızının azaltılması yoluyla, çıkış esnasında meydana gelen gürültüyü yok etmek amacıyla kullanılır.

#### Konstrüksiyon:

Bir susturucu aşağıdaki elemanlardan oluşmaktadır:

1. gürültü emici madde
2. Vidalanmış kısım
3. Perfore (delikli) sac

Gürültü emici madde, sinterlenmiş plastikten imal edilir. Ayrıca sac kısmı da sinterlenmiş metalden imal edilmiş olanı da vardır.



Şekil 1/46 Susturucu

#### Çalışma Şekli:

Susturucuya gelen hava burada geniş bir yüzey üzerine dağıtılır. Labirent şeklinde sinterlize kısımla desteklenen susturucu hava hızını düşürür. Böylece basınçtan doğan gerilim bir azalma meydana gelir. Bu azalma aynı zamanda gürültüde de olur. Yalnızca burada bilinmesi gereken, susturucunun havanın hacimsel olarak akışını ayarlamada kullanılamayacağıdır. Yani susturucu yardımıyla havanın kısılması ya da ayarlanması mümkün değildir.

#### Kullanımı:

Pnömatik sistemlerde tahliye edilen havanın meydana getirdiği gürültünün azaltılmasında kullanılır.

Sembol DIN ISO 1219'a göre:

Susturucu



UYGULAMA 7:

Tek etkili bir silindirin bir devre seçici valf üzerinden 2 adet yollu valf ile çalıştırılmasının gerçekleştirilmesi.

Çalışma Basamakları:

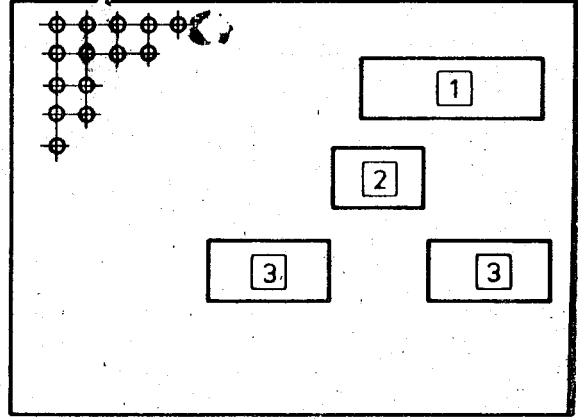
1. İş araçlarının yerleştirilmesi
2. Elemanların montaj plakasına monte edilmesi.
3. Yardımcı araçların bağlanması
4. Her iki yollu valfin bağlantılarının değiştirilmesi suretiyle çalışmalarının kontrol edilmesi.
5. Her iki valfin sırayla çalıştırılarak piston geri hareketinin eşit zamanlarda olup olmadığının denemesi.
6. Montajın sökülmesi, parçaların düzenlenerek yerlerine konulması.

Çalışma Şekli:

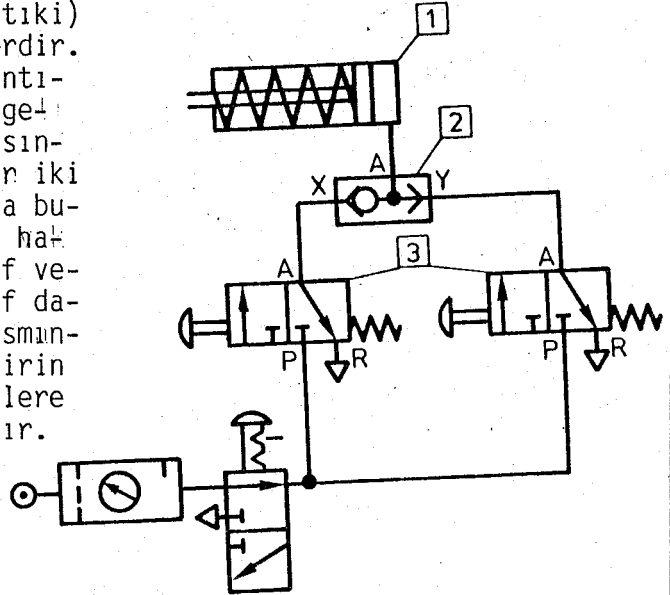
Devre seçici valf lojik (mantıki) olarak "veya" kelimesiyle eşdeğerdir. Devre seçici valfin X ve Y bağlantılarından birinden basınçlı hava gelirse valf çalışır ve A bağlantısından basınçlı hava alınabilir. Her iki (X,Y) bağlantıda da basınçlı hava bulunması halinde büyük olan akışa hakim olur. Eşit olması halinde valf verimli çalışmaz. Devre seçici valf daha ziyade sistemlerin kumanda kısmında kullanılır. Burada iş silindirin yanında kullanılması yalnızca sizlere bir örnek teşkil etmek amacıyla.

Kullanılan Elemanlar:

1. Tek etkili silindir.
2. Devre seçici valf.
3. 2 adet normalde kapalı 3/2 yollu valf.



Şekil 147 Devre şeması



Çalışma Emniyeti:

Sistem tam olarak montaj edildikten sonra basınçlı hava bağlantısı yapılmalıdır. Piston kolunun hareket sahası boş bırakılmalıdır. Bütün vidalı bağlantılar basınçlı hava üretilmeden önce denenmeli, hortumların sıçrayarak bir kazaya sebebiyet vermemesi için dikkatli olunmalıdır. Seri hava bağlantısının başa alınmasında serbest duran hortumlar, sıçrama tehlikesine karşı sıkıca tutulmalıdır.

Öğrenim Amacı:

Bu araştırmadan sonra aşağıda istenilenleri yapabilmelisiniz.

1. Devre seçici valfin sembolünü çizebilmelisiniz.
2. Devre seçici valfin kullanılmadaki amacı belirtebilmelisiniz
3. Devre seçici valfin şematik kesit resmini çizebilmelisiniz.
4. Devre seçici valfin çalışma şeklini yazabilmelisiniz.

7.2 DEVRE SEÇİCİ VALF

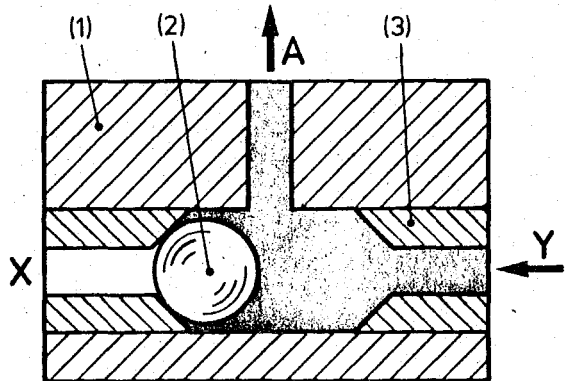
Amaç:

X ve Y gibi iki çeşit çalışma konumuna sahip bir pnomatik devrenin istenildiğinde X veya istenildiğinde Y konumunda çalıştırılabilmesi amacıyla kullanılır.

Konstrüksiyon:

Bir devre seçici valf aşağıdaki elemanlardan oluşmuştur.

1. Gövde
2. Bilya veya aynı görevi görebilecek başka bir eleman.
3. Oturma burcu



Şekil 1.48 Devre seçici valf  
Y→A yolu açık

Çalışma Şekli:

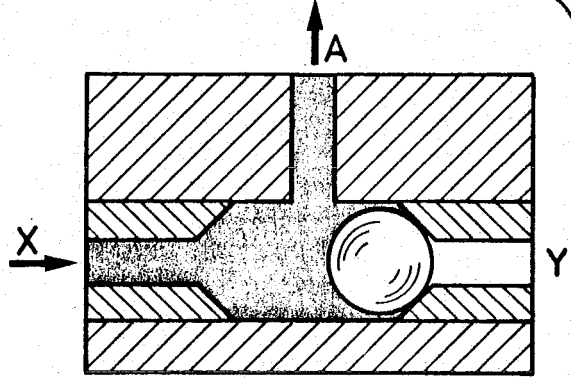
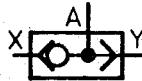
Devre seçici valf duruma göre X ve Y bağlantısından birinin A hattına geçişine izin verir. Gelen havanın basıncıyla ortada bulunan bilya hava gelmeyen deliğin önüne sürülür ve burayı kapatır. Böylece hava geliş deliğinin karşısında bulunan delikten havanın kaçması önlenir. X ve Y bağlantılarında daima iki çeşit büyüklükte basınçlı hava bulunur ve yüksek basınçta sahip bağlantı A hattı ile bağlantıyı sağlar. Görevini tamamlayan hava hangi yönlerden geldiyse yine aynı yönden geri döner.

Kullanım:

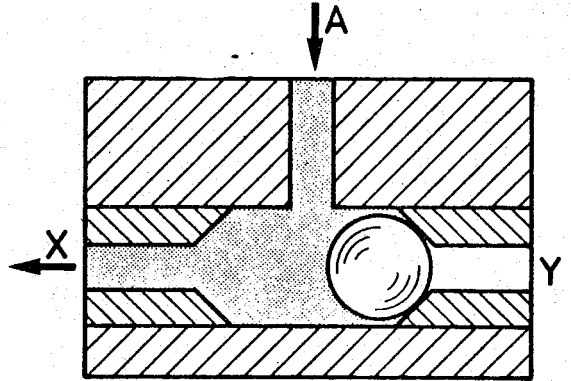
Devre seçici valfin iki pozisyonunda istenildiği gibi değiştirilerek kullanılması mümkündür.

Sembol DIN ISO 1219'a göre:

Devre seçici valf



Şekil 1.49 Devre seçici valf  
x-A yolu açık



Şekil 1.50 Devre seçici valf  
A-x yolu açık

UYGULAMA 8:

Bu uygulamada aynı anda iki adet 3/2yollu valfin çalıştırma düğmelerine basılmak suretiyle bir tek etkili silindir pistonunun harekete geçirilmesi istenmektedir.

Çalışma Basamakları:

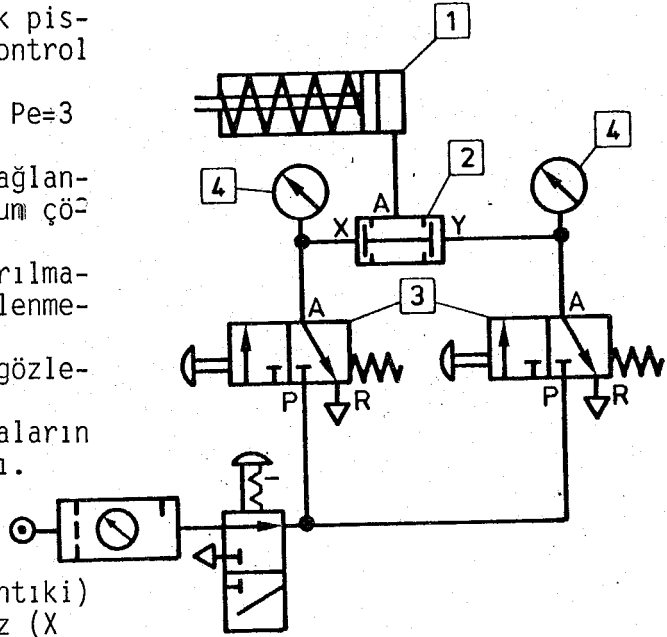
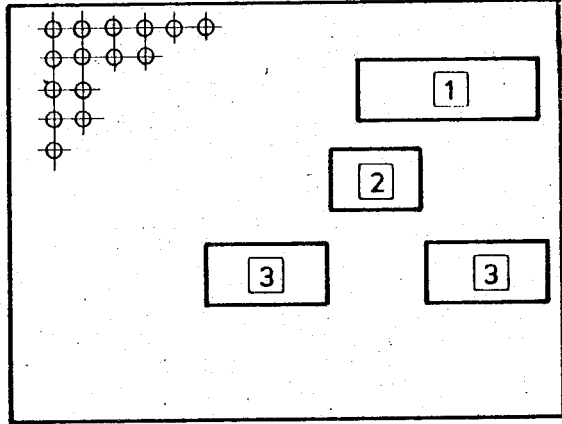
1. İş araçlarının yerleştirilmesi
2. Elemanların plakaya montajı.
3. Yardımcı araçların bağlanması
4. Her iki yönlü valfin aynı zamanda çalıştırılarak bağlantının kontrol edilmesi.
5. Bir valfin çalıştırılarak pistonun hareket edip etmeyeceği kontrol edilmesi.
6. Basınç ayarlama valfinin  $P_e=3$  bar'a ayarlanması.
7. Çift basınçlı valfini A bağlantısının sisteme bağlayan hortumun çözülmesi.
8. 3/2 yönlü valfin çalıştırılması ve bu arada monometrenin gözlenmesi.
9. Bu işlemin faydalarının gözleme yoluyla tartışılması.
10. Montajın sökülmesi, parçaların düzenlenerek yerlerine konulması.

Çalışma Şekli:

Çift basınçlı valf lojik(mantıki) olarak (VE) anlamındadır. Yalnız (X ve Y) de sinyal bulunursa, A hattında bir bağlantı sağlanır.

Kullanılan Elemanlar:

1. Tek etkili silindir,
2. Çift basınçlı valf,
3. İki adet normalde kapalı 3/2 yönlü valf.
4. İki adet monometre.



Şekil 1.51 Devre şeması

### Çalışma Emniyeti:

Montaj tamamen bitmeden basınçlı hava bağlantısını yapmayınız. Piston kolu hareket sahası boş bırakılmalıdır. Bütün vidalı bağlantı ve rakorlar basınçlı hava bağlantısı yapılmadan önce kontrol edilmeli, hortumların ani hava tesiriyle zıplayarak kazaya meydan vermemesi için dikkatli olunmalıdır.

### Öğrenim Amacı:

Bu uygulamadan sonra aşağıdakileri yapabilmelisiniz:

1. Çift basınç valfinin sembolünü çizebilmelisiniz.
2. Çift basınç valfinin kroki resmini kesit olarak çizebilmelisiniz.
3. Çift basınç valfinin kullanımındaki amacı belirleyebilmelisiniz.
4. Çift basınç valfinin çalışma şeklini anlatabilmelisiniz.

## 8.2 ÇİFT BASINÇ VALFİ

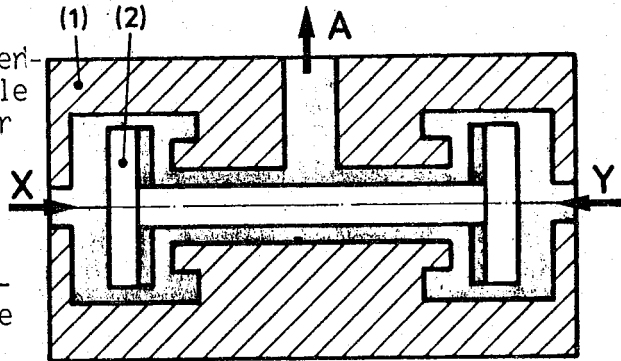
### Amaç:

Bu valf aynı anda değişik yönlerden gelen basınçlı havanın etkisiyle çalışarak sistemi bütünleştiren bir elemandır.

### Konstrüksiyon:

Çift basınçlı valf aşağıdaki önemli parçaların birleştirilmesiyle oluşmuştur.

1. Gövde
2. Çift piston, sızdırmazlık elemanı ile beraber.



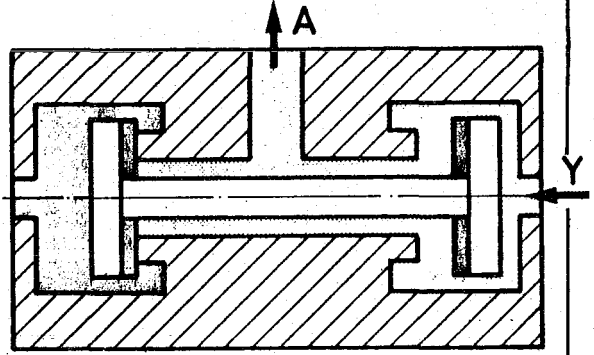
Şekil 1.52 Çift basınçlı valf

Çalışma Şekli:

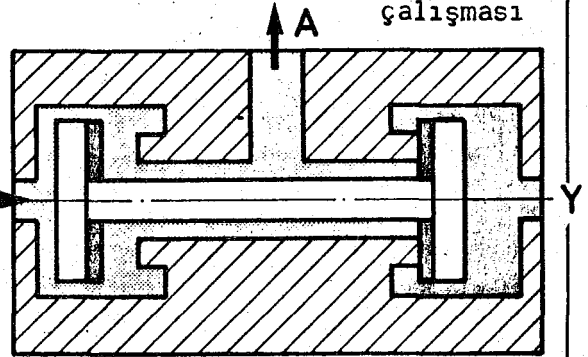
Çift basınçlı valf aynı anda her iki bağlantısından basınçlı hava etkisine maruz kalarak çalışan valftir. Bu etki başlangıçta karşılıklı aynı anda olabileceği gibi önce X daha sonra Y bağlantısı vasıtasıyla da olabilir. Bu valfin çalışması yanda görülen 3 pozisyondaki gibidir. Her 3 resimde de görüleceği gibi X ve Y den giren hava A ile bağlantı halindedir. **152.** resimde görülen çiftli pistonun askıda kalarak basınçlı havanın A ile bağlantı sağlaması durumu ender rastlanan bir durumdur ve her ike bağlantı yerinden basınçlı havanın aynı anda ve aynı büyüklükte geldiği zaman oluşur. Genellikle X ve Y bağlantı yollarından herhangi birinden hava daha önce gelir ve bu kısımdaki pistonu etkileyerek pistonun yolu kapamasına, karşı yolun ise açılmasına sebep olur. A yolu basınçlı havayı biraz gecikmeli olarak açılan 2. yoldan temin eder. **153.** resimde X bağlantısı pistonu iterek kapanmasını sağlarken hava Y'den A'ya geçer. Bunun karşıtı durum ise **154.** resimde görülmektedir. Eğer herhangi bir şekilde X veya Y bağlantılarından birinde basınçlı hava kesilirse piston karşı yolu derhal kapar. Açık olan yoldan da hava, kesilme nedeniyle gelemediği için A bağlantısından herhangi bir basınçlı hava akışı olur. (Resim **155**) Son şeklinin incelenmesiyle görüleceği gibi çift-basınçlı valfin çalışması için mutlaka her iki giriş bağlantısında da basınçlı hava girişi olmalıdır.

Kullanım:

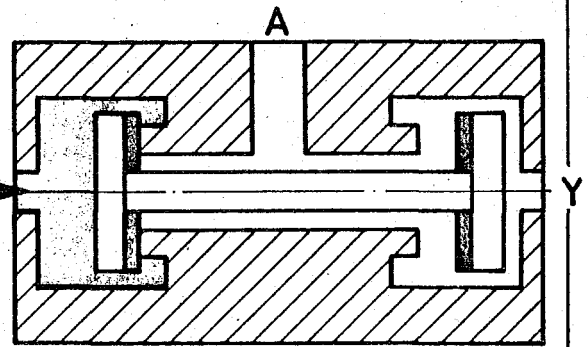
Bu valf aslında pnömatrik sistemlerde tehlike anında sistemi kilitleme amacıyla, emniyet için kullanılan kumanda sistemlerinde, kontrol işlemlerinde ve lojik pnömatrik bağlantı devrelerinde kullanılır.



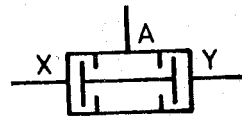
Şekil:153 Valfin Y den gelen havayla çalışması



Şekil:154 Valfin x den gelen havayla çalışması



Şekil:155 Valfin her iki yönden gelen havayla çalışması



Sembol (Henüz normlaştırılmamıştır)

Çift basınçlı valf.

### UYGULAMA 9:

Bir çift etkili silindir pistonunun 4/2 yollu valf ile beraber, basınçlı hava bağlantısı yapıldıktan sonra çalıştırılması istenmektedir.

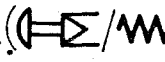
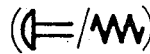
#### Çalışma Basamakları:

1. İş araçlarının yerleştirilmesi
2. Elemanların montaj plakası üzerinde yerine takılması,
3. Yardımcı araçların bağlanması,
4. 4/2 yollu valfin çalıştırılarak kontrolü.
5. Montajın sökülmesi, parçaların düzenlenerek yerlerine takılması.

#### Açıklama:

Basınçlı hava bağlandığı anda piston ileri hareketini yapıyorsa hortumların bağlantısında yanlışlık var demektir. Hortumlar sökülerek piston kolu ilk hareketini geri yapacak şekilde bağlanır. Örneğimizde B bağlantısı piston kolu tarafına A bağlantısı ise piston düz yüzeyi tarafına yapılmalıdır.

#### Kullanılan Elemanlar:

1. Çift tesirli silindir. 
2. 4/2 veya 5/2 yollu valf. 

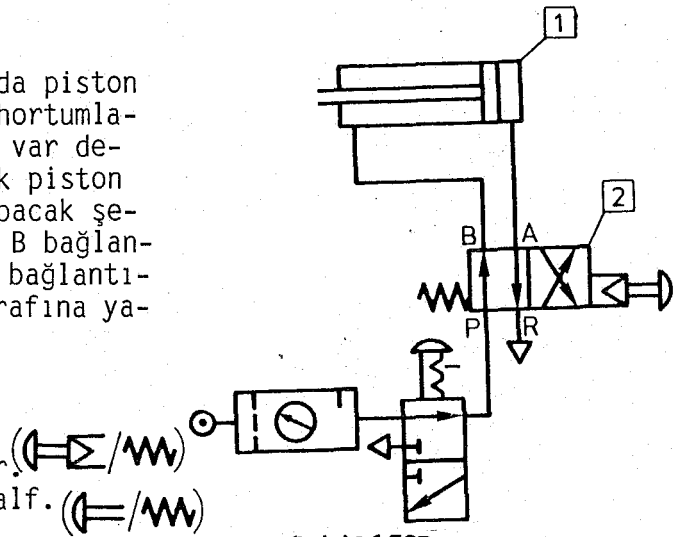
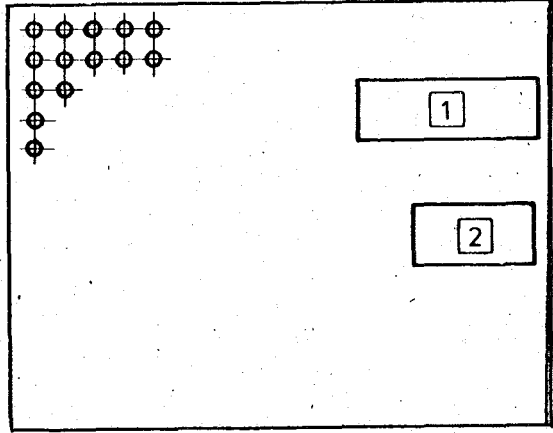
#### Çalışma Emniyeti:

pnömatik elemanları emniyetli bağlayınız ve piston kolu hareket sahası boş bırakınız. Çalışma basıncı üzerine çıkmayınız ve vidalı bağlantıları dikkatli yapınız.

#### Öğrenim Amacı:

Bu uygulamadan sonra aşağıdaki ler yapabilmelisiniz:

1. Çift etkili bir silindirin enine kesitinde, piston ve piston konunu, silindiri ve sızdırmazlık ele-



Şekil 1.56 Devre şeması



manını çizebilmelisiniz.

2. Çift etkili bir silindirin, tek etkili bir silindire göre avantaj ve dezavantajlarına belirleyebilmelisiniz.

3. Ön kumandalı 4/2 yollu valfin sembolünü çizebilmelisiniz.

4. 4/2 yollu valfin kullanım alanını belirleyebilmelisiniz.

5. 4/2 yollu valfin çalışma şeklini açıklayabilmelisiniz.

6. 5/2 yollu valfin sembolünü çizebilmelisiniz.

7. Sürgü pistonlu olarak konstrükte edilmiş bir 5/2 yollu valfin çalışmasını yazabilmelisiniz.

8. Aynı valfin bir yerde kullanılış örneğini söyleyebilmelisiniz.

### 9.2 ÇİFT ETKİLİ SİLİNDİR

#### Amaç:

Çift etkili pistonla havanın piston yüzeyine her etki edişinde bir istikamette hareket üretmek amacı güdüdür. Yani çift tesirli piston her iki yönde (gidiş-geliş) pnömatik olarak hareket üretir.

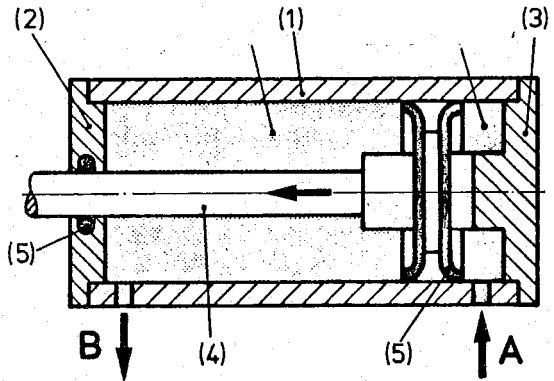
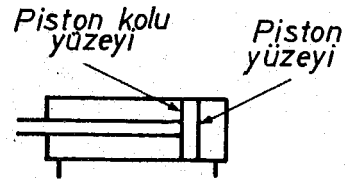
#### Konstrüksiyon:

Çift tesirli silindir aşağıdaki öneli parçalardan meydana gelmiştir:

1. Silindir gömleği,
2. Bilyalı ön kapak,
3. Arka kapak,
4. Piston,
5. Sızdırmazlık elemanı,

#### Çalışma Şekli :

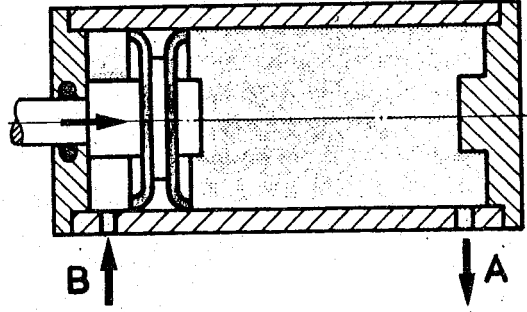
Yanda şekil 1.57 de görüldüğü gibi A bağlantısından silindir gövdesine hava girişi olmaktadır. Bu hava girişi ile piston ileri hareketini yapar. Bu arada pistonun diğer tarafında kalan hava B çıkış yolundan dışarıya tahliye olur. Ön kumandada bulunan valfin,



Şekil 1.57 Çift etkili silindir

hava sevkinin A'dan kesip B'ye vermesi ile pistonun geri hareketi başlar. Bu kez atılacak hava A'dan dışarıya verilir. Çift etkili silindir, tek etkili silindire göre 2 kat fazla havaya ihtiyaç vardır.

Çift etkili silindir pistonun her iki yüzey büyüklükleri farklıdır. Piston kolunun bulunduğu yüzey, diğer yüzeye göre piston kolunun kesit alanı kadar daha az bir yüzeye sahiptir. Aynı basınç büyüklüğünde hava etkisiyle çalışan iki yüzeyden büyük olan yüzeye daha fazla kuvvet etki edeceğinden düz piston düzeyi piston kolu olan yüzeye göre daha büyük bir kuvvetle pistonu iter.



Şekil 158 Çift etkili silindir

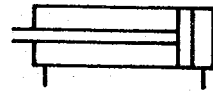
#### Kullanım:

İleri ve geri hareketlerde büyük kuvvetlere ihtiyaç duyulan sistemlerde çift etkili silindirler kullanılır. Pistonun geri gelişi hava yardımıyla hızlı olarak gerçekleştirildiğinden, uzun çalışma kurslarına sahip yerlerde tek etkili silindirlerden daha başarılı olarak kullanılır.

Örneğin: İmalat parçalarının kaldırılması, sıkılması, indirilmesi, ileri ve geri sürme, öteleme hareketlerinde kullanılır.

Sembol DIN ISO 1219'a göre:

Çift etkili silindir,



#### 9.3 ÖN KUMANDALI 4/2 YOLLU VALF

#### Amaç:

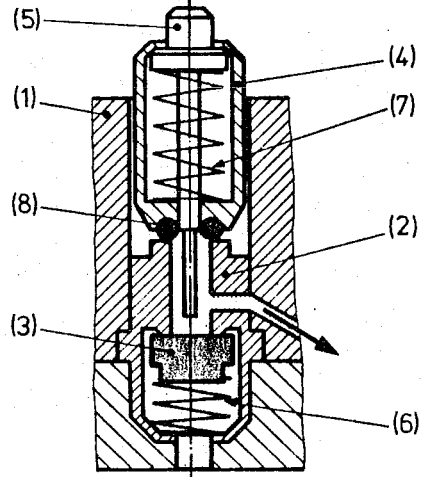
4/2 yollu valf az bir kumanda kuvveti harcamak şartıyla çift etkili silindire kumanda etmede kullanılır.

Konstrüksiyon Şekli:

Ön kumandalı 4/2 yollu valf aşağıdaki önemli parçaların ortak montajından meydana gelmiştir.

Ön kumanda sistemi

1. Kumanda gövdesi
2. Dayama parçası
3. Disk
4. Kılavuz kovun
5. Basma pimi
6. Basma yay
7. Sızdırmazlık elemanı
8. Ana kumanda birimi
9. Gövde
10. Diyafram-membran
11. Valf tiji
12. Diyafram
13. Valf tiji
14. 15 tij karşı elemanı
15. 17 Basma yay



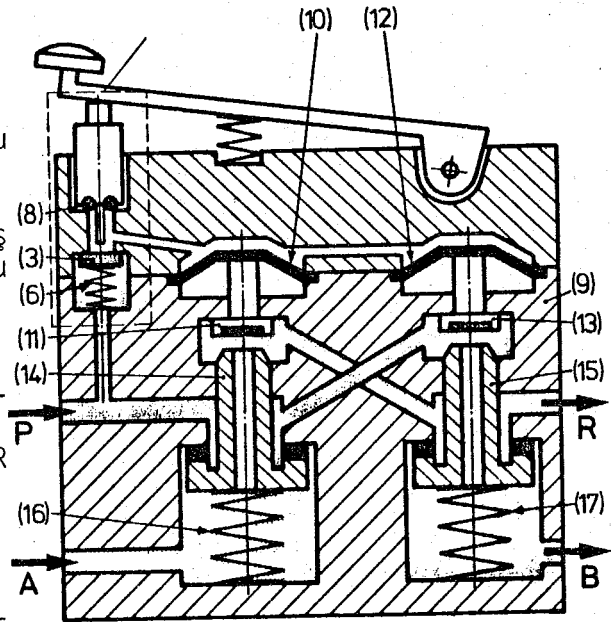
Şekil 1159 Ön kumanda

Çalışma Şekli:

Bu valf daha önceden öğrenmiş olduğunuz normalde kapalı 3/2 yollu valf ile, normalde açık 3/2 yollu valfin bir ortaklaşa kombinasyonu olarak düşünülmüş ve dizayn edilmiştir. Ön kumanda kısmı ise 3/2 yollu valfteki sistemin aynısı olarak imal edilmiştir.

Normalde basınçlı hava kumanda kısmı ile beraber ana valf kısmında etki eder. Diyaframa giden yol bu pozisyonda kapalı P→B ve A→R yolları açıktır. (Resim 160)

Çalışma anında 5 numaralı bağlantı pimi aşağıya doğru basılır. Böylece üç numaralı disk (kapma parçası) aşağıya doğru hareket ederek havaya diyaframa giden yolu açar. Diyafram basınçlı havanın kendisine yaptığı basınçla önce 14 ve 15 numaralı valf tijlerinin deliklerini, dolayısıyla P→B ve A→R yollarındaki hava akışını kapar. (Resim 161) Daha sonra 11 ve 13 numaralı elemanların biraz daha 14 ve 15 numaralı



Şekil 160 Ön kumandalı 4/2 yollu valf P→B ve A→R açık

elemanları aşağıya bastırmaya devam etmesiyle  $P \rightarrow A$  ve  $B \rightarrow R$  yolları açılır (Resim 162)

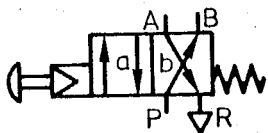
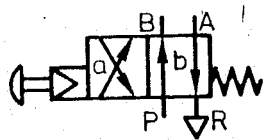
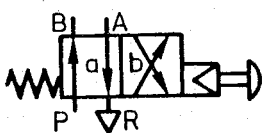
5 numaralı basma tijinin serbest bırakılmasıyla beraber 6 numaralı yay 3 numaralı elemanı 2 numaralı oturma yuvasına bastırarak diyaframa hava akışını keser. Burada 4 numaralı tij yuvasının 2 numaralı elemana yaptığı baskı azalır ve diyaframa bulunan hava buradan dışarıya sızar. 15 ve 16 numaralı büyük tijleri, bunlardan sonrada küçük tijleri yukarıya doğru kaldırır. Küçük tijlerde diyaframı iterler.  $P \rightarrow A$  ve  $B \rightarrow R$  yolları kapanır. Diyafram, yay kuvveti + basınçlı hava yardımıyla yeniden yukarıya doğru gerilir ve  $P \rightarrow B$ ,  $A \rightarrow R$  yolu açılır.

#### Kullanım:

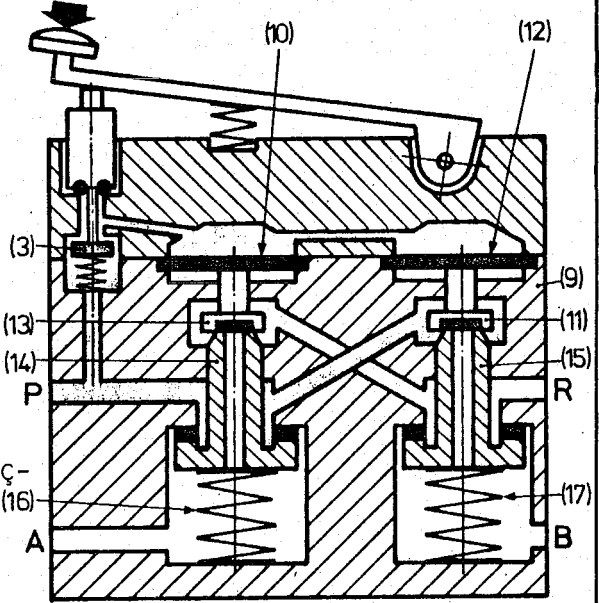
Çift etkili bir silindirin ön kumandalı valfle çalıştırılmasında çok az bir miktar ek basınca ihtiyaç duyulur. Çalışma basıncının 2 barın altına düşmesiyle valfin çalışması güvenilirliğini kaybeder. Bu nedenle çalışma basıncının 2 barın altına düşmemesine dikkat edilmelidir.

Sembol DIN ISO 1219'a göre

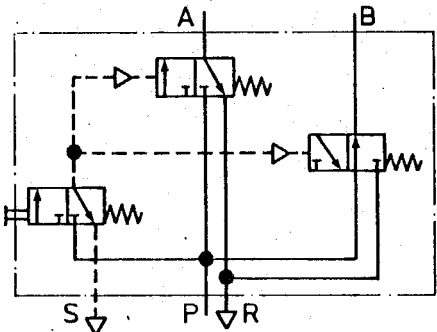
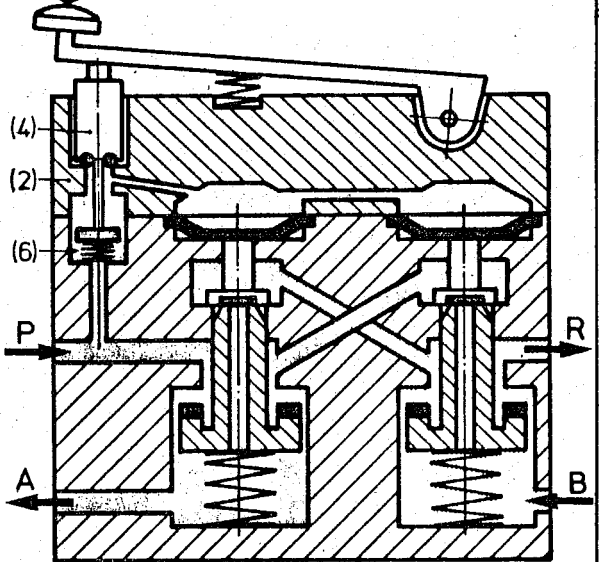
Ön kumandalı 4/2 yollu valf Normalde akış P'den B'ye ve A-- R üzerinden tahliye etme. DIN ISO 1219 normu bu 4/2 yollu valf için zarunlu bir sembol tespit etmemiştir. Aşağıda görülen üç sembolden biri kullanılabilir



Şekil 161 Önkumandalı 4/2 yollu valf kapalı pozisyonda



Şekil:162Ön kumandalı 4/2 yollu valf  $P \rightarrow A$  ve  $B \rightarrow R$  açık



## 9.4 5/2 YOLLU VALF

Amaç:

5/2 yollu valfin kullanılmasında ki amaç 4/2 yollu valfin kullanılmasında olduğu gibi çift etkili silindirlerin kontrolü içindir. Ancak pistonun gidiş ve geliş istikametlerinde atılacak havanın ayrı bir hava kanalı ile atılmasına olanak vermesi 5/2 yollu valfin üstünlüğüdür. Örneğin giren ve çıkan havanın ayarlanması bu valfle mümkündür.

Konstrüksiyon:

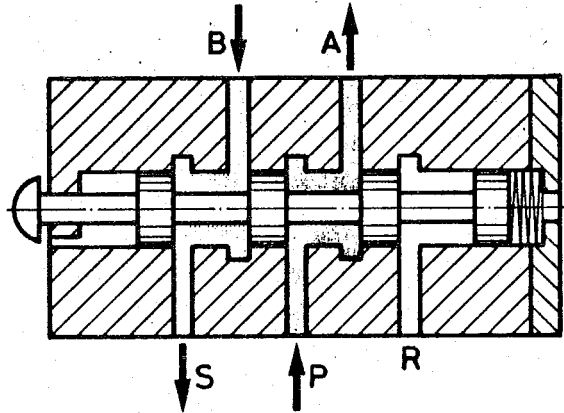
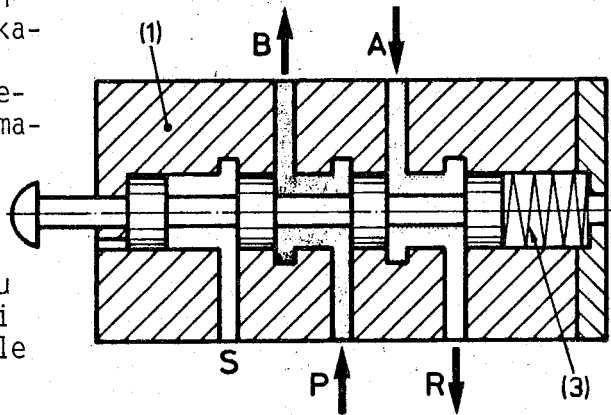
Burada piston sürgülü 5/2 yollu valf çizilmiştir. Bu valf aşağıdaki önemli parçaların birleştirilmesiyle meydana gelmiştir.

1. Gövde
2. Sürgü
3. Basma yay
4. Sızdırmazlık elemanı

Çalışma Şekli:

Bu valfin basit yapısı yandaki şekilleri inceleyerek anlaşılabilir. Resim 63 de görülen durum pistonun yay yardımıyla solda fixe edilmiş (sabitlenmiş) durumudur. Bu pozisyonda P basınçlı hava bağlantısı, B iş bağlantısına açılmaktadır. Bu anda diğer iş bağlantısı olan A ise R üzerinden egsoz görevini yapmaktadır. Bu valfin konum değiştirmesi için sürgünün sağa doğru itilmesi gerekmektedir. İtme kuvveti olarak en sağdaki yay kuvveti + piston ile yuvasındaki sürtünme kuvvetini yenecek bir kuvvete ihtiyaç vardır. Pistonu harekete geçirecek kuvvet, ön kumandalı valflerde kumanda için kullanılan havayla kıyaslandığında, piston için biraz daha fazla kuvvete ihtiyaç duyulduğu görülür. Sürgü hareket ettirilerek konum değiştirilirsebu kez P→A ile

Şekil 63 5/2 yollu valf P→B ve A→R açık



Şekil 64 5/2 yollu valf B→S ve P→A açık

bağlantıya geçer ve B→S üzerinden havaya tahliye eder. Her iş kursundan sonra kullanılan hava atmosfere tahliye edilir.

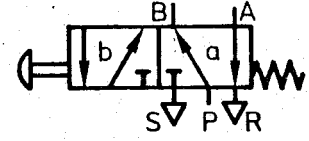
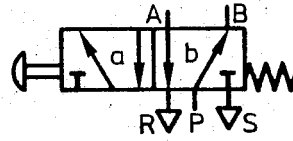
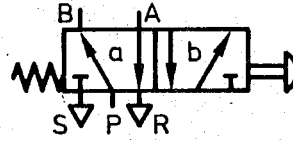
Kullanım:

5/2 yollu valf çift etkili silindirlerin kumandasında kullanılır. Yüksek kumanda kuvvetlerine ihtiyaç duymazlar. Bu valfler ters pozisyonda da bağlanabilirler, yani A bağlantısından P'ye ve S bağlantısından B'ye hava akışı mümkündür. (Resim 164)

Sembol DIN ISO 1219'a göre

5/2 yollu valf

Normalde açık ise P'Den B'ye, A →R üzerinden eksost B bağlantısı durumunda ise (Resim 164) P'den A'ya akış, B→S üzerinden eksost görevini yapar



9.5 NORMALDE KAPALI ÖN KUMANDALI 5/2 YOLLU VALF

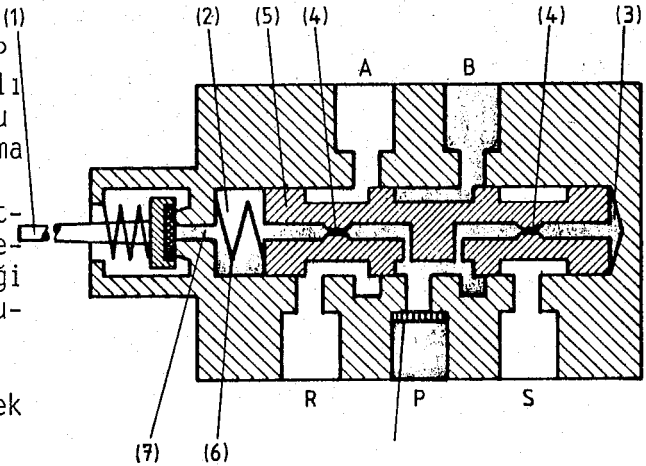
Açıklama:-

Ön kumandalı 5/2 yollu valf (şiber) sürgülü valf olarakta adlandırılır. Sürgüye yay kuvvetine karşılık hava basıncı da konum değiştirmede yardımcı olur.

Normalde A yolu R'ye açıktır, P ise B ile bağlantıdadır. 6 numaralı yay sürgüyü daima sağ tarafa doğru harekete zorlamaktadır. 2 ve 3 numaralı hava odacıkları ise basınçlı hava etkisindedir. Yukarıdaki şartlar altında 1 numaralı eleman hareket ettirilirse valf kumanda deliği açılır. 2 numaralı odacıktaki 7 numaralı delik nedeniyle atmosfere tahliye olur. Bu arada 3 numaralı odacığa 4 numaralı boğazdan geçerek

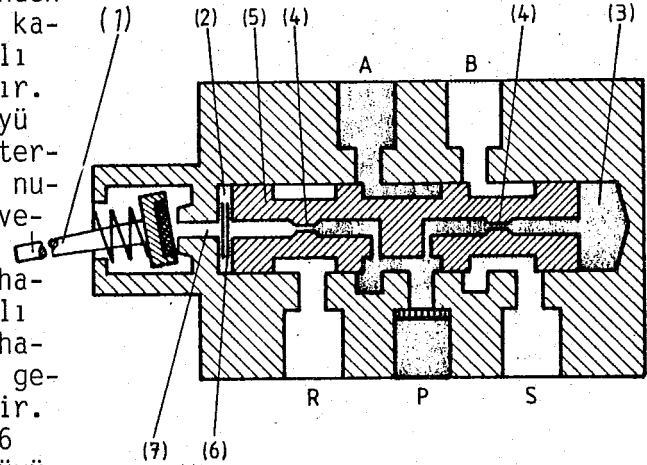
Şekil 165 Normalde kapalı

Ön kumandalı 5/2 yollu valf



hava dolmaya başlar. Buraya dolan hava basıncı 6 numaralı yayın kuvvetini yenince 5 numaralı sürgü sola doğru hareket eder. Bu kez P A ile bağlantıdadır. ve B, S üzerinden havayı tahliye etmektedir. R ise kapalıdır. Çalışma anında 4 numaralı boğazdan devamlı hava akışı vardır. Sağdaki kanaldan akan hava sürgüyü devamlı sola hareket ettirmek isterken soldaki kanaldan akan hava 7 numaralı kanal vasıtasıyla dışarı verilmektedir. (Resim 166)

1 numaralı yay çubuğu kendi haline bırakılırsa 7 numaralı kanalı kapatır. Bu kez soldaki adacığa hava dolmak ister. Her iki odacığa gelen hava basıncı birbirine eşittir. Ancak sol odacığın hava basıncı 6 numaralı yayında kuvvetiyle sürgüyü sola doğru hareket ettirir. P tekrar B ile bağlantıda ve A→R üzerinden havayı tehliye eder.



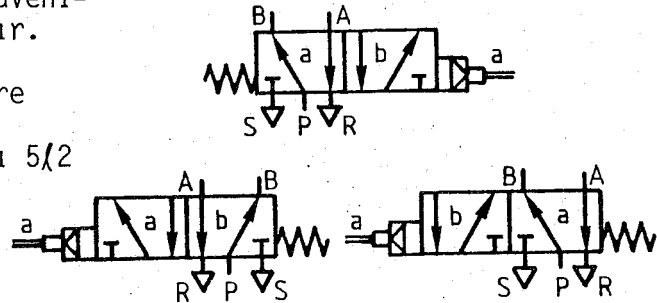
Şekil 166 Ön kumandalı 5/2  
yollu valf açık pozisyonda

#### Kullanım:

Buradaki valfin incelenmesinde çok küçük pnomatik kuvvetler yardımıyla, mekanik hareketler elde edilebileceği görülmektedir. Ancak bu kumanda şeklinin 2 bar basınca kadar güvenilir çalışacağı daha az basınçlarda ise çalışmanın güvenilir olmayacağı unutulmamalıdır.

Sembol DIN ISO 1219'a göre

Yay çubuklu, ön kumandalı 5/2  
yollu valf.



UYGULAMA 10:

Bir 4/2 veya 5/2 yollu valf ve ayarlı çek valf kullanarak aşağıdaki devre şemasına göre bir çift etkili silindirin bağlantısını yapınız. Yollu valfin çalıştırılmasında piston kolunun ileri hareketi kapalı olmalıdır.

Çalışma Basamakları:

1. İş araçlarının yerleştirilmesi
2. Emme ayarlaması için tüm parça yardımcı araçların takılması.
3. Yollu valfin işletilerek çalışmasının kontrol edilmesi.
4. Çeşitli piston hızlarının ayarlanması.
5. Basıncılı hava bağlantısının kapatılması.
6. Hava hızının boşaltma anında ayarlama amacıyla gerekli elemanların takılması.
7. Çeşitli piston hızlarının ayarlanması.
8. Montajın sökülmesi ve parçaların temizlenerek düzenlenmesi.

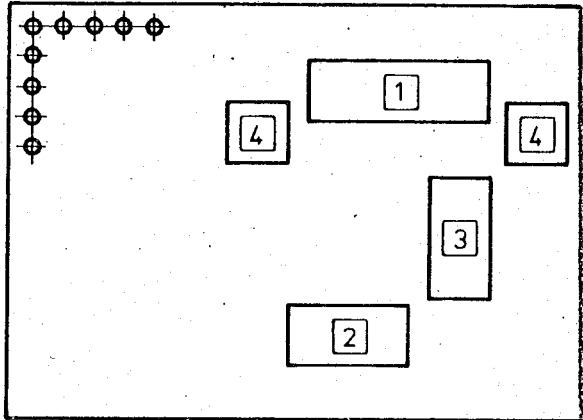
Açıklama:

Uygulama 2 kısımdan meydana gelmektedir. Birinci kısım havanın emilmesi, ikinci kısım ise emilen havanın tahliye edilmesidir. Bu iki olay ile piston bir çevrimini gerçekleştirmiş olur. Bu iki işlemin gerçekleşmesi anında hava basıncında meydana gelen değişimler monometreden okunarak tespit edilmelidir. Bu tespit etme her gidiş geliş hareketinden sonra ve hareket esnasında olmalıdır ve bir kağıda yazılmalıdır. Bu değerler ileride bilgilerin sınanmasında gerekli olacaktır.

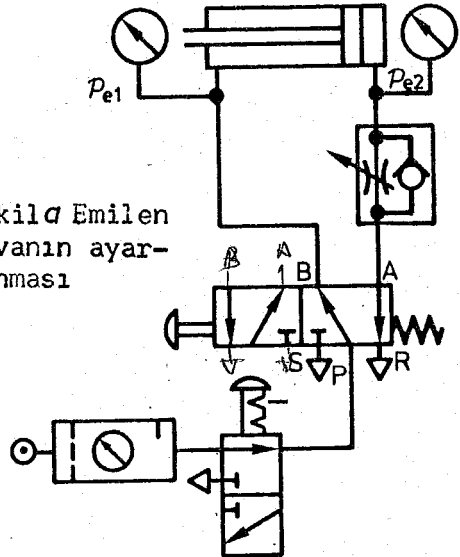
İş Araçları:

1. Çift etkili silindir.
2. 4/2 veya 5/2 yollu valf. ( $\left(\frac{=}{\text{---}}\right)$ )
3. Ayarlı çek valf.

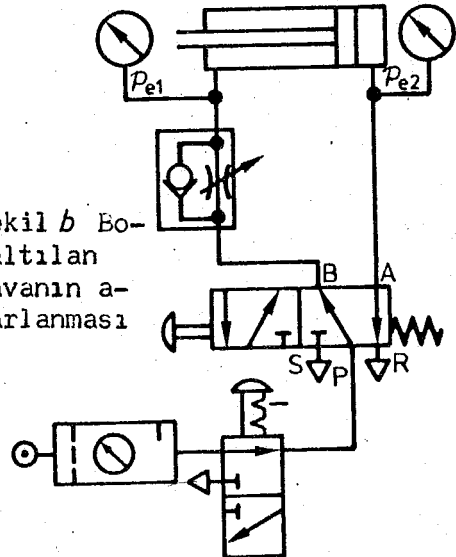
Şekil/67 Devre şemaları



Şekil a Emilen havanın ayarlanması



Şekil b Boşaltılan havanın ayarlanması





4. 2 monometre.

Çalışma Emniyeti:

Ayarlı çek valfin ayar vidasının sonuna kadar açmayınız. Hava emme esnasında ayarlı sistemden, boşaltma esnasında ayarlı sisteme geçerken tüm pnomatik sistemlerde basınçlı hava bulunmamasına dikkat ediniz. Seri hava bağlantısının boşa alınmasında serbest duran hortumları sıçrama tehlikesine karşı sıkıca tutulmalıdır.

Öğrenim Amacı:

Bu uygulamadan sonra aşağıda istenilenleri yapabilmelisiniz:

1. Emilen havanın ayarlanmasını gösteren bir planda ayarlı çek valfin durumunu çizabilmelisiniz.
2. Boşaltılan havanın ayarlanmasını gösteren bir planda ayarlı çek valfin durumunu çizabilmelisiniz.
3. Boşaltılırken ayarlama sırasında havanın karakteristiğini belirtebilmelisiniz.
4. Hava hızının emilirken ayarlanmasının kullanım alanını söyleyebilmelisiniz.
5. Hava hızının boşaltma anında ayarlanmasının kullanım alanını söyleyebilmelisiniz.

10.2 EMİLEN HAVANIN AYARLANMASI-  
TAHLİYE EDİLEN HAVANIN AYARLANMASI

Pistonun İleri Hareketi Esnasında Emilen Havanın Ayarlanması:

Yandaki şekilden takip edileceği gibi 5/2 veya 4/2 yollu valf normalde piston kolunu ileri harekete başlatacak konumdadır. Bu anda monometre Pe1 çalışma basıncını gösterir. Yollu valflerin çalıştırılmasıyla basınçlı hava ayarlı çek valf üzerinden ayalandığı miktar kadar silindire gider ve piston kolu ileri harekete başlar. Bu anda sağdaki monometreyi yaklaşık olarak 0 (sıfır) çalışma basıncını gösterir.

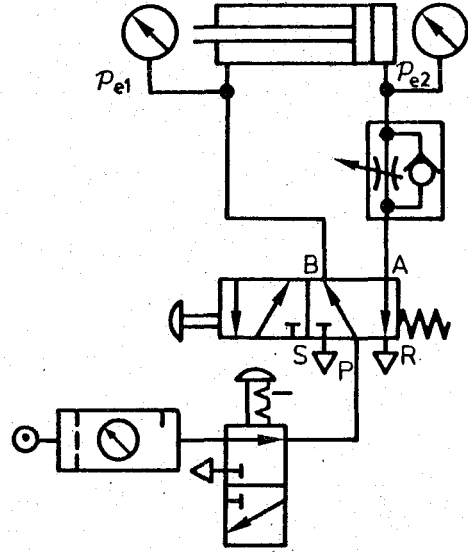
Çünkü silindire verilen havayla hareket eden piston yalnızca sürtünme kuvvetlerini yenmek zorundadır. Herhangi bir dirençle karşılaşmadığı için  $P_{e2}$  basıncı yaklaşık sıfırdır. Pistonun diğer yönünde kalan tahliye edilecek hava ise silindirden çıkar ve  $S$  üzerinden tahliye edilir. Bu anda  $P_{e1}$  basıncı sıfırdır. Valfin pozisyon değiştirmesinden sonra piston kolu yeniden geri harekete başlar. Tahliye edilecek hava ise çek valften geçerek  $R$  üzerinden tahliye edilir. Piston tam sağa gelip durduğunda silindirde çalışma basıncı  $P_{e1}$  olarak monometrede görülür.

Piston İleri Hareketi Esnasında Atılan Havanın Ayarlanması:

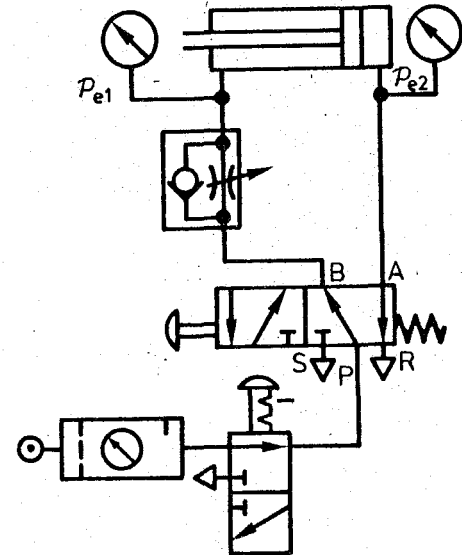
5/2 veya 4/2 yollu valf normal pozisyonunda iken piston tam sağda yani geri hareketindedir. Bu anda soldaki monometrede  $P_{e1}$  basıncı okunur. Yollu valflerin çalıştırılmasıyla basınçlı hava piston yüzeyine etki ve piston ileri hareketine başlar. Silindirde pistonun solunda kalan hava, ayrı çek valfin ayar kısmının izin verdiği oranda dışarıya tahliye olur. Hava çıkışı az miktarda olacak şekilde ayar yapılmış ise silindirde bu kısmında  $P_{e1}$  gibi bir basınç meydana gelir. Pistonun diğer yüzeyinde ise  $P_{e1}$  basıncına yaklaşık eşit bir basınçlı hava vardır ve bu hava pistonu sola hareket ettirmektedir. Piston yavaş yavaş tam sola geldiğinde  $P_{e1}$  basıncı da sıfıra düşmüştür. Çünkü bu kısım yollu valf yardımıyla atmosferle bağlantıdadır. Bu anda tüm çalışma basıncı  $P_{e2}$  monometresinden okunabilir. Yollu valfin pozisyon değiştirmesinden sonra basınçlı hava çek valf üzerinden atmosfere tahliye olur, piston yeniden tam sağa gelir.

Her iki durumun karşılaştırılması:

Havanın boşaltılırken hızının ayarlanması uygulamasının, emilirken hız ayarlama olayına göre bir önemli avantajı



Şekil 1.68 Emilen havanın ayarlanması



Şekil 1.69 Boşaltılan havanın ayarlanması

vardır ki bu da darbesiz çalışmadır. Tahliye ayarlamasında piston, her iki yüzeyinden hava ile etkileşim içindedir. Bu da çalışma anında sarsıntıyı biraz azaltır. Emilen hava hızının ayarlanması sabit yüklerde, tek yönlü kuvvetlerde ve tek etkili silindirlerde kullanılır. Havanın tahliye anında hızının ayarlanması ise yüklerin değişken büyüklüklerde olduğu ve değişik yönlerden geldiği zaman ve çift etkili silindirlerde kullanılır.

UYGULAMA:11

Bir çift etkili silindirin bir düğme yardımıyla harekete geçirilmesi ve ileri hareketi yaptıktan sonra kendiliğinden geri harekete geçmesi istenilmektedir.

Çalışma Basamakları:

1. İş araçlarının yerleştirilmesi,
2. Elemanların yerlerine takılması,
3. Yardımcı araçların bağlanması,
4. 3/2 yollu valfin düğme yardımıyla çalıştırılarak kontrolü,
5. Montajın sökülmesi ve parçaların düzenlenerek yerleştirilmesi.

İş Araçları:

1. Çift etkili silindir. ( $\dashrightarrow/\dashleftarrow$ )
2. 4/2 veya 5/2 yollu valf ( $\text{---}/\text{---}$ )
3. Normalde kapalı 3/2 yollu valf 13 ( $\text{---}/\text{---}$ )
4. Normalde kapalı 3/2 yollu valf 1 ( $\text{---}/\text{---}$ )

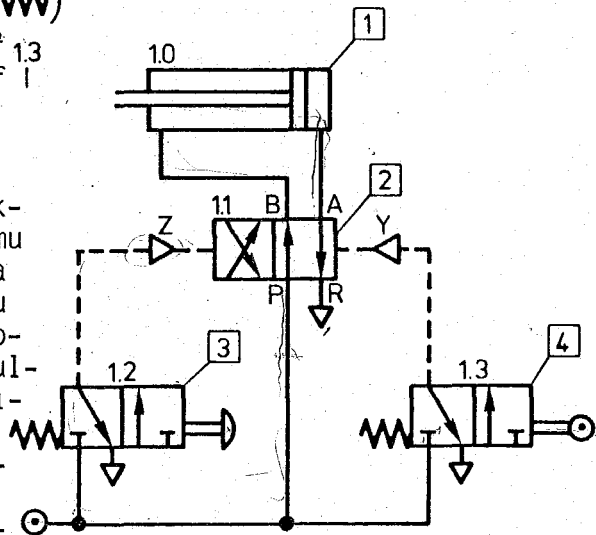
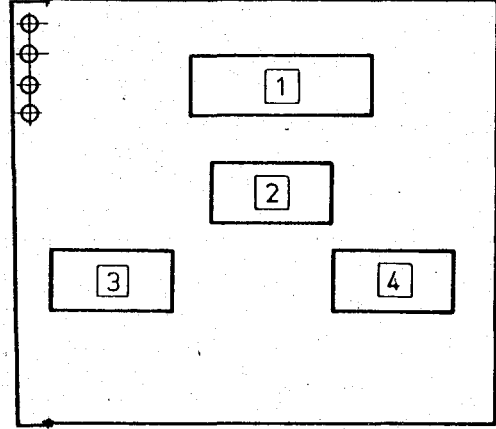
Çalışma Emniyeti:

Basıncılı hava bağlandığı anda dikkatli olunmalıdır, yollu valfin durumu dışarıdan bilinmez. İlk basıncılı hava bağlantısı yapıldığı anda piston kolu hızla dışarı çıkıp bir kazaya sebep olabilir. Bu nedenle araçlar en son kullanılan tarafından piston kolu dışarıda iken montaj sökülmelidir. Çalışma basıncı  $P_e=4..6$  bar arkasında olmalıdır. Piston kolunun ileri hareketine dikkat edilmeli ve bağlantı hortumlarının sıçrayarak bir kazaya sebebiyet vermesine karşın dikkatli olunmalıdır.

Öğrenim Amacı:

Bu uygulamadan sonra aşağıda istenilenleri yapabilmelisiniz:

1. Kullanılan manevralı, kertikli, basma makaralı ve geriye boş hareketli makaralı valflerin sembollerini tanımlıyorsunuz,



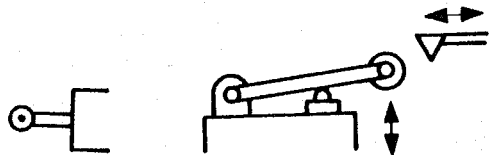
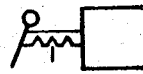
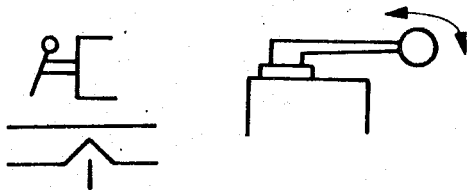
Şekil 1.70 Devre şeması

2. Bir basınçlı hava kumandalı 4/2 yollu valfin sembolünü çizebilmelisiniz.
3. Bir basınçlı hava kumandalı 4/2 yollu valfin çalışmasını yazabilmelisiniz.
4. Bir çok valf sembolü arasında 5/2 yollu valfin (impuls valf) sembolünü ayırt edebilmelisiniz.
5. 5/2 yollu valfin kullanım alanını bilmelisiniz.
6. 5/2 yollu valfin çalışmasını yazabilmelisiniz.
7. Yazılı olarak verilmiş ve şematik resim olarak talep edilen basit bir devre şemasını çizebilmelisiniz.

### 11.2 VALF ÇALIŞMA TÜRLERİ-SEMBOLLERİ

Yollu valflerde ön kumanda mekanik, pnömatik ve elektriksel olabilir. Hangi çeşit ön kumanda sisteminin bulunduğu devre şemalarında bellidir. Ayrıca hangi kumanda şekli kullanılmış ise her biri şematik resimler halinde normlanmıştır. Ön kumanda amacıyla kullanılan geri basma yayı, insan kuvvetiyle çalışan valf düğmesini ve yine insan kuvvetiyle çalışan ön kumandalı valf kolunu siz hada önceden tanıdınız. Bunlardan başka yine önemli olan diğer kumanda şekillerini burada öğreneceksiniz.

- Düğmeli kumanda  
Amaç: El ile valfin çalıştırılması  
Özellik: Az yol basit konstrüksiyon
- Kollu kumanda  
Amaç: El ile kumanda  
Özellik: Az kuvvet, uzun yol
- Kertikl kol yardımıyla kumanda  
Amaç: Valfi belirli bir pozisyonda sabit bırakma  
Özellik: Adele kuvvetiyle valfin işletilmesi ve istenilen bir çalışma valfin uzun müddet bırakılmasında kullanılır.  
Örnek: Üç pozisyonlu manevala yardımıyla ayarlama
- Makaralı kumanda  
Amaç: Valfin mekanik olarak çalıştırılması.



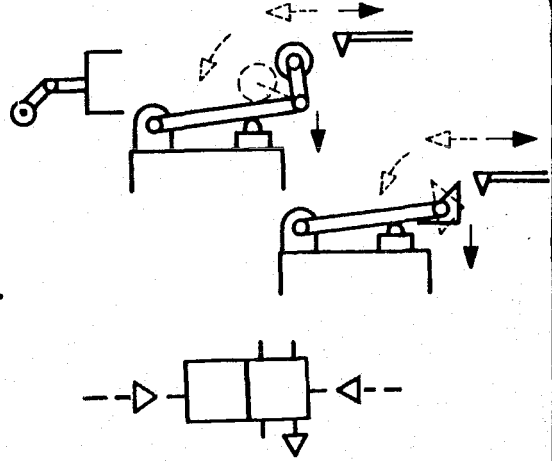
Özellik: Kam veya exantirik yardımıyla makaranın basılarak çalıştırılması.

-- Geriye boş makaralı kumanda

Amaç: Valfin mekanik olarak çalıştırılması.

Özellik: Makara üzerinden tek istikamette geçerek çalışmayı temin etmek.

Direkt basınçlı hava yardımıyla çalışan kumanda şekline gelecek uygulamalarda ayrıntılı olarak bahsedilecektir.



### II.3 BASINÇLI HAVA KUMANDALI 4/2 YOLLU VALF (IMPULS VALF)

Amaç:

Çift etkili silindirlere gönderilen havanın kontrol edilmesi için kullanılır. Her iki yanlarından gelen kumanda sinyalleri ile konum değiştirirler.

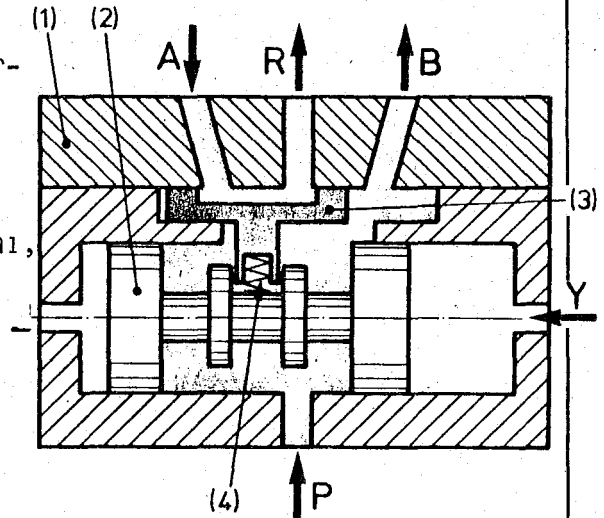
Konstrüksiyon:

4/2 yollu valf aşağıdaki önemli parçalardan oluşmuştur.

1. Gövde
2. Sürgü
3. Düz sürgü
4. Basma yay ve sızdırmazlık elemanı.

Çalışma Şekli:

Birinci resim Y istikametinden gelen basınçlı hava ile odacığın dolarak piston sürgününün solda bulunduğu pozisyonu göstermektedir. Basınçlı havanın tesiriyle hareket eden piston, üstünde bulunan düz sürgüyü de beraberinde hareket ettirir. Bu pozisyonda basınçlı hava P→B ile A→R yolunu takip eder. Eğer diğer istikametten basınçlı hava verilirse piston ve buna bağlı olarak düz sürgü sağa kayar ve P→A ile B→R yollarını açar.



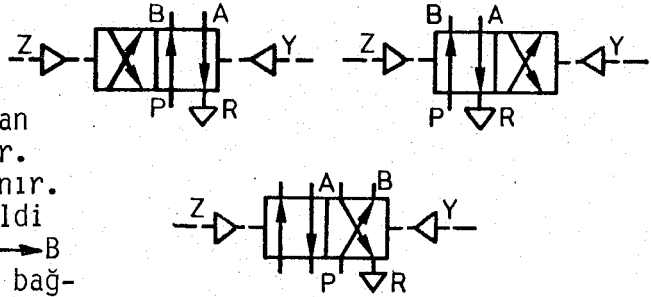
Şekil 11.71 4/2 yollu valf, A→R ve P→B yolları açık

Pistonlu sürgü kısa bir kumanda sinyali alır ve gelen hava sinyali yeterli basınçta olmazsa sürgü tam pozisyonunu alamaz. Bu durum valften çıkan havanın fazla gürültü yapmasıyla anlaşılır. Başlangıçta Z ve Y'ye aynı anda hava sinyali gelirse önce gelen sinyal duruma hakim olur.

Kullanım:

Çift etkili silindirelerin otomatik olarak kumanda edilmesinde kullanılır. Piston sürgünün pozisyon değiştirmesi için küçük bir basınçlı hava sinyali yeterlidir. Piston hareketini yaptıktan sonra karşı sinyal gelinceye kadar aynı pozisyonunu korur.

Sembol DIN ISO 1219'a göre



4/2 yollu valf her iki taraftan direkt havanın etkimesiyle çalışır. Bu valf impuls valf olarak tanınır. Eğer Y tarafından bir sinyal verildi ise aksi sinyal gelinceye kadar P→B ve A→R yolu açık kalır. Kumanda bağlantıları (X,Y) sembolik resimlemelerde çizilmezler. Aksi taktirde bu valf 6/2 yollu valf şeklinde sanılabilir.

II.4 BASINÇLI HAVA KUMANDALI 5/2 YOLLU VALF

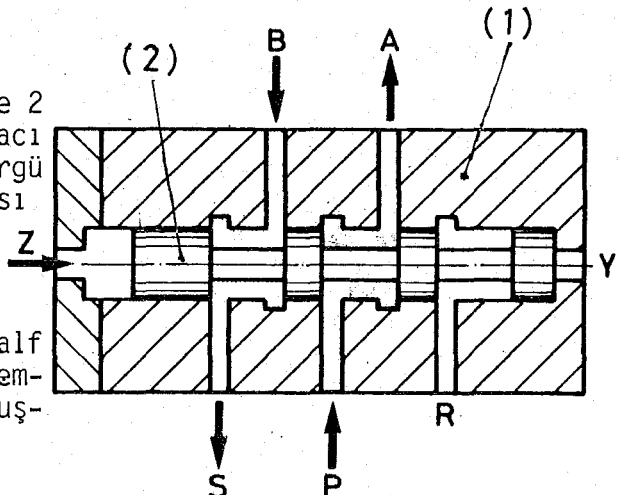
Amaç:

Bu valf çift etkili silindirelere 2 sinyal vasıtasıyla kumanda etmek amacı ile kullanılır. Kumanda etme bir sürgü pistonun çeşitli durumlarda bulunması ile meydana gelir.

Konstrüksiyon:

Yanda şekli görülen 5/2 yollu valf bir sürgülü valftir ve aşağıdaki önemli parçaların birleştirilmesiyle oluşmuştur.

1. Gövde
2. Sürgü ve sızdırmazlık elemanı



Şekil 1.73 5/2 yollu valf B→S ve P→A yolları açık

Çalışma Şekli:

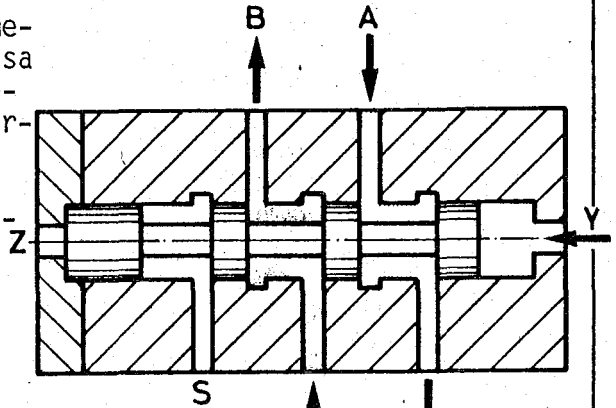
4/2 yollu valfte olduğu gibi bu valfinde kapalı pozisyonu yoktur. Yani bulunabileceği 2 pozisyonda da akış halindedir. Valfin pozisyon değiştirmesi için Z veya Y istikametlerinden kısa bir basınçlı hava sinyali alması gerekir. Sinyal geldikten sonra piston sürgü yeni durumunu alır. Gelen sinyalin büyüklüğü piston sürgünün yuvasındaki sürtünme kuvvetini yenecek kadar olacaktır.

Kullanım:

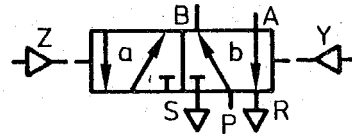
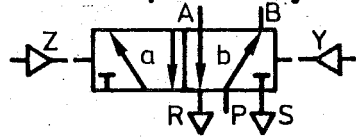
Bu valf çift etkili silindirin kumanda edilmesi amacıyla kullanılır. Valfin pozisyon değiştirmesi için 4/2 yollu valfte olduğu gibi büyük bir kuvvete ihtiyaç vardır ve yeni sinyal gelinceye kadar piston sürgü eski durumunu korur.

Sembol DIN ISO 1219'a göre

5/2 yollu valf her iki tarafından gelen basınçlı hava tesiriyle çalışır. Bu valfte impuls valf olarak tanınır. Valf Y doğrultusunda bir sinyal alırsa P→B ve A→R yolları açılır. Yani bir sinyal alıncaya kadar bu durumunu korur.



Şekil 174 5/2 yollu valf P→B ve A→R yolları açık



11.5 BİR DEVRE ŞEMASININ OLUŞTURULMASI

Amaç:

PNömatik sistemlerde devre şemalarının oluşturulması sembollerin isimlerinin birbiri ardına yazılmasıyla olur. Tecrübeli bir kişi devre şeması hakkında bilgi sahibi olabilir.

Sistemin Meydana Getilirmesi:

Devre şemaları açık ve anlaşılır bir şekilde düzenlenmeli, kullanılan araçlar çalışmalarına göre aşağıdan yukarıya doğru sıralanmalıdır. Bu düzenleme basınç kaynağı, sinyal verici, sinyalden yararlanan, kumanda

İŞ ARAÇLARI

KUMANDA ARAÇLARI

SİNYALLE ÇALIŞANLAR

SİNYAL VERİCİLER

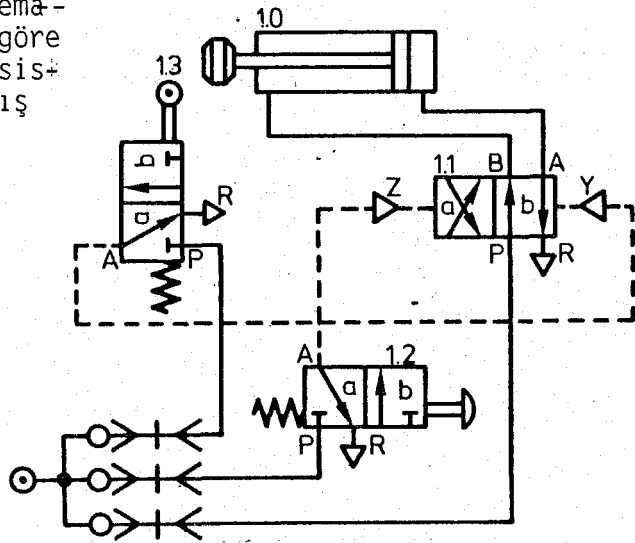
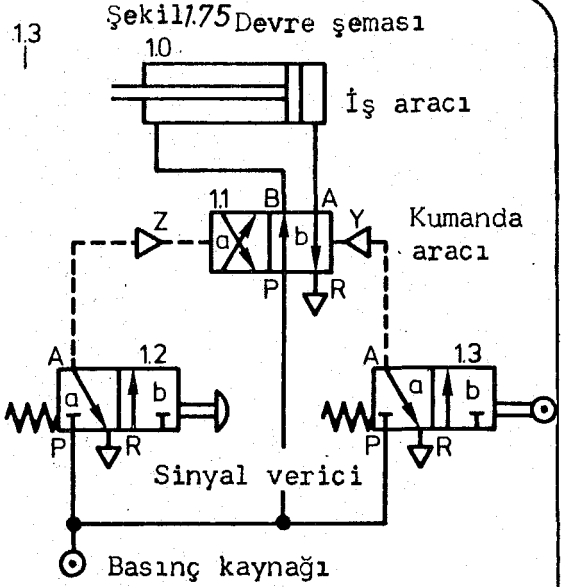
HAVA HAZIRLAYICILAR

ENERJİ VE SİNYAL AKIŞI



bölümü ve iş yapma bölümü şeklinde düzenlenmelidir. Resim 1.75 de 10. uygulamada ele alınan bağlantı örneği yeniden çizildi. Pnömatik elemanların bağlantı durumu çoğunlukla bu şemaya uymaktadır. 1.0 silindiri 1.3 sinyal kısmını devreye sokmaktadır. Bu nedenle sinyal kısmı **silindire** yakın bir yerde bulunmalıdır. Sinyal vericinin gerçek yeri devre şemasında dikine bir çizgiyle gösterilmiş ve yanına tanıma numarası verilmiştir. Bu örnekte sinyal vericinin numarası 1.3 olarak gösterilmiştir.

Şematik tasarım şekli 1.76 resimde olduğu gibi açık, anlaşılır, hortumlar gerçeğe uygun bir akış içinde olmalıdır. Bir sistematik devre şemalarının belirlenen bir sisteme göre düzenlenmesi çok önemlidir. Bu sistem genelde enerji ve sinyal akış yönünde aşağıdan yukarıya olur.

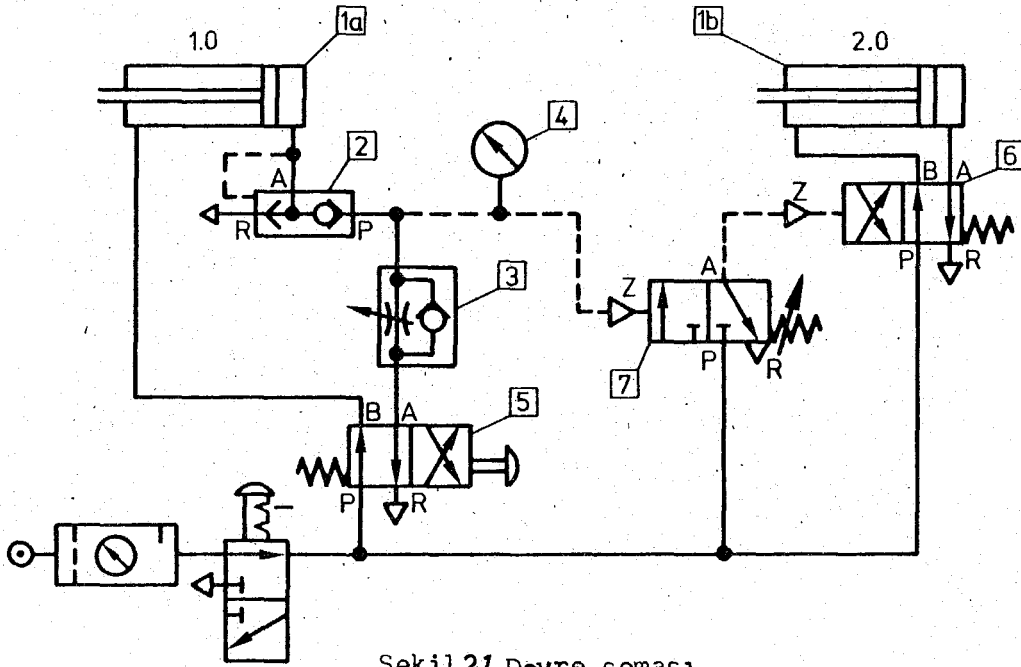


Şekil 1.76 Elemanların konumlandırılması

## 2. PNÖMATİK UYGULAMA ÖRNEKLERİ

### ÖRNEK 1:

İmalat parçalarının bir hat üzerinde kısa bir mesafe taşınması, sonrada parçaların damgalanması istenmektedir. Damgalama işleminde çift silindir kullanılmalı, birinci silindir parçayı tutarken ikinci silindir damgalamak işlemini yapmaktadır.



Şekil 2/ Devre şeması

### Çalışma Basamakları:

1. İş araçlarının yerleştirilmesi
2. Elemanların yerlerine montajı ve yardımcı araçların bağlanması
3. 4/2 veya 5/2 yollu valfin çalıştırılarak kontrol edilmesi. Bu valfler bir kez kısa çalıştırılarak (monometredeki basınç gözlenmelidir.)
4. 1.a silindiri hareket ettirildikten ve monometrede 3 bar basınç gözlendikten sonra 1b silindiri hareket ettirilir ve 7 numaralı basınç valfi ayarlanır.

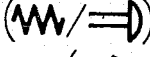
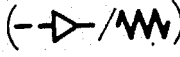
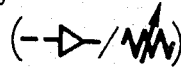
5. Tüm sistemin çalıştırılması ve gözlenmesi.

6. Montajın sökülmesi, parçaların temizlenerek düzenlenmesi.

Açıklama:

Damgalama işlemi yapılmak istenmezse ve yalnızca taşıma işlemi yapılmak istenirse 5 numaralı maddeye kadar olan elemanlar kullanılır ve çalıştırılır.

Kullanılan Elemanlar:

1. 2 adet çift etkili silindir.
2. Hızlı boşaltma valfi.
3. Ayarlı çek valf.
4. Monometre
5. 4/2 veya 5/2 yollu valf. 
6. 4/2 veya 5/2 yollu valf 
7. Kumanda basıncı ayarlanabilir 3/2 yollu valf. 

Çalışma Emniyeti:

Çalışma basıncının  $P_e = 4$  ile 6 bar arasında olmasına dikkat ediniz. Basınç hava bağlantısını yapmadan önce bütün bağlantıları çalışma basıncına göre deneyiniz, hortumların sıçrayarak bir kazaya sebep olmaması için dikkatle olunuz. Piston kolu yolunu açık bırakınız.

Öğrenim Amacı:

Bu alıştırmadan sonra aşağıda istenilenleri yapabilmelisiniz.

a) Basınçlı havayla kumanda edilen ayarlanabilir 3/2 yollu valfin sembolünü açıklayabilmelisiniz.

b) Valfteki ayarlanabilen yay kuvvetine karşı gelecek kumanda basıncının büyüklüğünü hesaplayabilmelisiniz.

c) Basınçlı havayla kumanda edilen ayarlanabilen 3/2 yollu valfin çalışmasını yazabilmelisiniz.

AYARLANABİLİR BASINÇ KUMANDALI 3/2 YOLLU VALF

Amaç:

Kumanda basıncının istenilen herhangi bir büyüklüğe göre ayarlanması arzu edilen yerlerde kullanılmak amacıyla konstrükte edilmiştir.

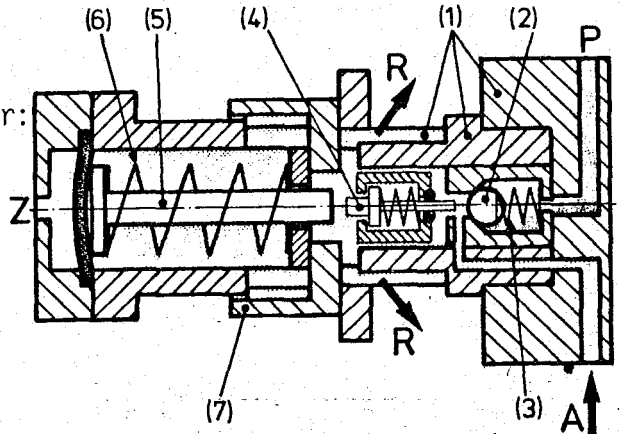
Konstrüksiyon:

Bu valf aşağıdaki elemanların birleştirilmesiyle meydana gelmiştir:

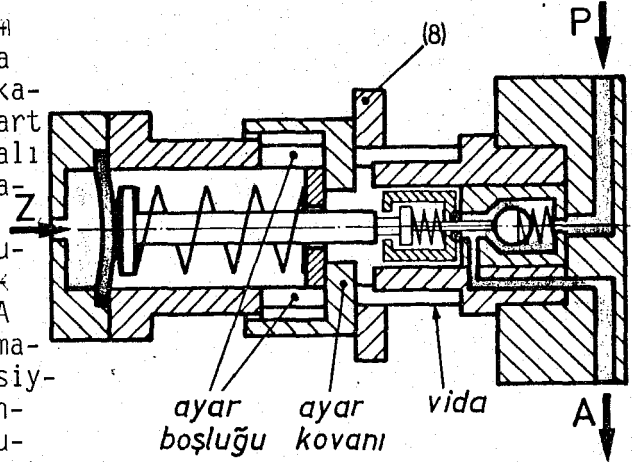
1. Valf gövdesi
2. Bilya
3. Yay
4. İtici (valf tiji)
5. Çalıştırma pistonu
6. Yay
7. Ayar kovanı
8. Ayar somunu

Çalışma Şekli:

Bu valf normalde kapalı bir valftir. P basıncındaki hava ve yay kuvveti bilyayı devamlı olarak deliği kapalı durumda bırakmak için çalışmaktadır. Buna karşın bu pozisyonda A→R yolu açıktır. (Resim 22) Z istikametinden gelen havanın basıncının artmasıyla 5 numaralı piston, 6 numaralı yay kuvvetini yenerek sağa doğru harekete başlar. İlk önce 4 numaralı tize etki eder. Tijde içerisinde bulunduğu kovanı sağa hareket ettirecek orada bulunan O-ring parçayla A→R yolunu kapatır ve havanın sızmasını engeller. Bilyanın geri gelmesiyle A→R yolu açılır. Z istikametinden gelen havanın kesilmesiyle 6 numaralı yay pistonu sola doğru hareket ettirir ve olaylar sırayla geriye doğru gelişir. Yay kuvvetiyle tij sola hareket eder ve bilya P→A yolunu kapatır, A→R yolunu açar. 6 numaralı yayın açılıp kapanma miktarı 7 numaralı ayar kovanı ile yapılmaktadır. Açılıp kapanma miktarı 5 numaralı pistonun hareketini etkilemektedir. Piston, yay ayar kovanı yardımıyla ön gerilmeye maruz kalmışsa daha az bir basınç kuvvetiyle hareket



Şekil 2.2 Basınç kumandalı 3/2 yollu valf eksos durumunda



Şekil 2.3 Basınç kumandalı 3/2 yollu valf iş durumunda

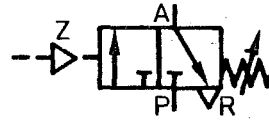
edebilir. Aksi durum olup gevşek bırakılmaşa piston için daha büyük kuvvete ihtiyaç vardır.

Hava basıncına bağlı olarak piston hareketine kumanda etme amacıyla kullanılır.

Sembol DIN ISO 1219'a göre

Ayarlanabilir kumandalı 3/2 yollu valf.

Bu valfte R çıkış bağlantısında rakor veya boru bağlanabilmesi için vida yoktur. Bu nedenle çıkış üçgeni sembole bitişik çizilmiştir.



### 1.3 YAY VE BASINÇLI HAVA TESİRİYLE ÇALIŞAN 4/2 YOLLU VALF

#### Konstrüksiyon:

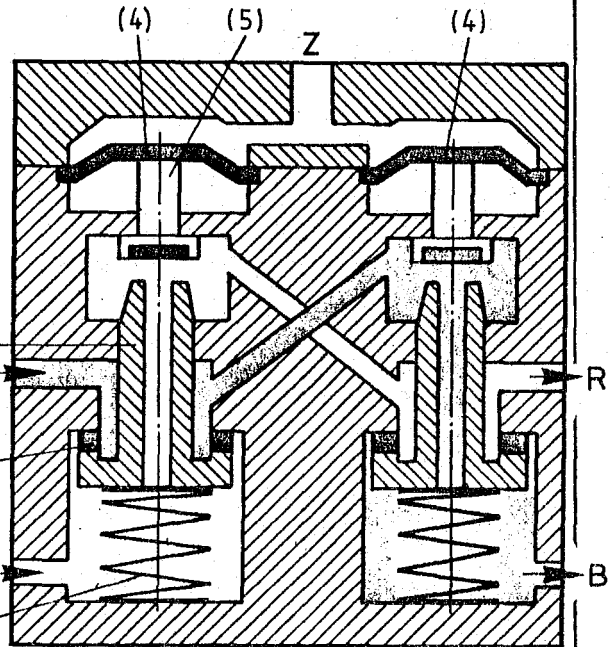
Bu valf aşağıdaki elemanların montajıyla meydana gelmiştir.

1. Gövde
2. Delikli tij
3. Sızdırmazlık ringi
4. Diyafram
5. Tij

#### Çalışma Şekli:

Bu alıştırma için kullanılan valf, (2) basınçlı hava tesiriyle çalışan, geri gelme olayı ise valf içerisindeki yaylarla sağlanan 4/2 yollu bir valftir.

Bu valfin çalışması kısaca şöyledir: 2 numaralı elemanlar 1 numaralı yaylar vasıtasıyla devamlı yukarı bastırılırlar. 2 numaralı elemanlarla gövde arasında bulunan 3 numaralı (1) ring şeklindeki eleman sızdırmazlığı sağlar. Basınçlı hava aynı zamanda 5 numaralı tij ile diyaframında yukarıda asılı kalmasını sağlar. Bu durumda P→B ile bağlantıda iken, A→R üzerinden havayı dışarıya tahliye eder. Eğer valf Z kanalından hava verilirse diyaframlar ve 5 numaralı tijler aşağıya itilirler. 2 numaralı elemanlarında aşağıya itil-



Şekil 2.4 Yay ve basınçlı hava tesiriyle çalışan 4/2 yollu valf  
P→B ve A→R Bağlantılı

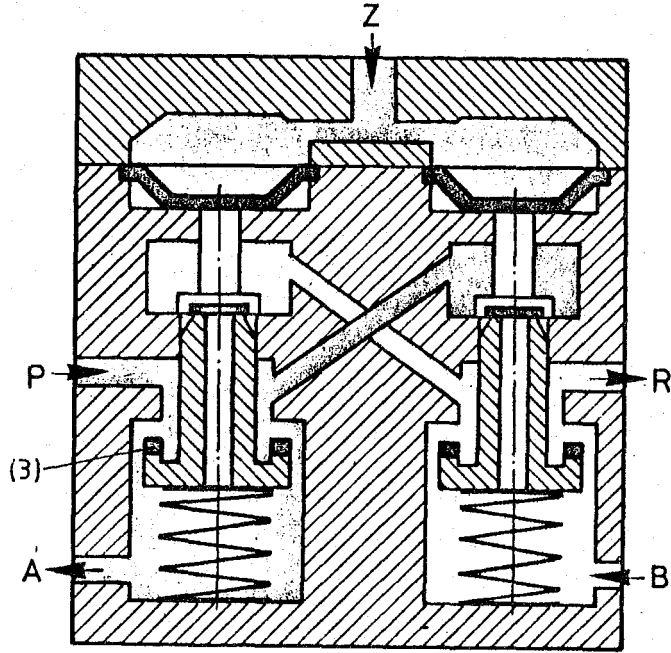
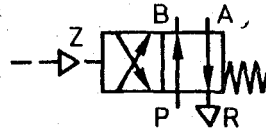
mesiyle 3 numaralı sızdırmazlık elemanlarının gövdeyle ilişkisi kesilir ve hava akışına izin verirler. Bu anda  $P \rightarrow A$  yolu açılmış ve  $B \rightarrow R$  üzerinden havayı dışarıya tahliye etmektedir.

Kullanım:

Çift etkili silindirlere otomatik olarak kumanda etmek amacıyla kullanılırlar. Yalnız bu valf Z kısmından bir sinyal aldığı zaman pozisyon değiştirir.

Sembol DIN ISO 1219'a göre

4/2 yollu valf yalnızca tek bir yerden alınan hava sinyali ile çalışır.



Şekil 2.5 Yay ve basınçlı hava tesiriyle çalışan 4/2 yollu valf  $P \rightarrow A$  ve  $B \rightarrow R$  Bağlantılı

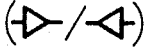
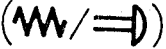


5. Monometrenin gözlenmesi
6. Montajın sökülmesi ve parçaların temizlenerek yerlerine konulması.

İçerik:

Yukarıdaki bağlantının takip edilmesiyle de görüleceği üzere sisteme ilk basınçlı hava bağlantısının yapılmasıyla piston kolu ileri doğru hareket eder. Bu durum 4/2 veya 5/2 valf kaldırılırsa, silindir bağlantıları değiştirilirse veya piston kolu ileriye doğru hareket ederken sistem durdurulmuşsa böyledir. Bu çalışmada işi tamamlayan havanın derhal dışarı atılması amaçlandığı için, atılacak hava basınç ayarlama valfine gelmeden önce dışarı atılır. Böylece atılacak havanın gereksiz geri hareketi önlenmiş olur.

Kullanılan Elemanlar:

1. Çift etkili silindir.
2. Hızlı boşaltma valfi
3. Monometreli basınç ayar valfi
4. 4/2 veya 5/2 yollu valf 
5. 2 adet normalde kapalı 3/2 yollu valf 

Çalışma Emniyeti:

Çalışma basıncının 4 ile 6 bar arasında olmasına dikkat ediniz. Şebeke basıncının bağlandığı anda piston kolunun ani hareket etmesine karşın dikkat ediniz. Çünkü 4/2 veya 5/2 yollu valflerin dışarıdan çalışma durumu bilinemez. Piston kolunun hareket sahasını boş bırakınız. Bu valf ile yanıcı gazlar, zehirli gazlar ve oksijen aylanamaz.

Öğrenim Amacı:

Bu çalışmadan sonra aşağıda istenilenleri yapabilmelisiniz.

- a) Basınç ayarlama valfinin sembolünü tanıyabilmelisiniz,
- b) Çalışmasını şematik resim



üzerinde anlatabilmelisiniz,

c) Bir kullanma yerini söyleyebil-  
melisiniz,

d) Bir silindiri çalıştırabilmek  
için gerekli kuvvet ve basınç hesap-  
larını yapabilmelisiniz.

## 2.2 BASINÇ AYAR VALFİ

### Amaç:

Basınç ayarlama valfi bir hava boşaltma kanalı yardımıyla sistemde yükselen basıncı devamlı arzu edilen seviyede tutma işi için kullanılır. Her hangi bir şekilde basınç bu valften geçer ve istenmeyen şekilde yükselirse bu kezde hava boşaltma kanallarını atmosfere açarak yine yükselen basıncı düşürür.

### Konstrüksiyon:

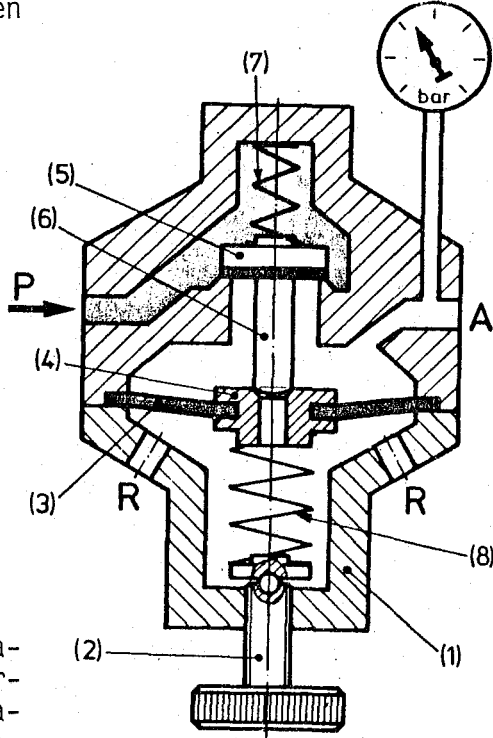
Basınç ayarlama valfi aşağıdaki önemli parçaların birleştirilmesiyle oluşmuştur:

1. Gövde
2. Ayar vidası
3. Diyafram
4. Tij oturma ringi
5. Kapatma disk
6. Valf tiji
7. Basma yay
8. Basma yay

### Çalışma Şekli:

2 numaralı ayar vidası ne kadar içeri ilerletilirse o kadar 8 numaralı gerer. Bu da 4 numaralı valf oturma ringini 6 numaralı tije bastıracağından akış kanalı kapanır ve hava akışı olmaz.

2 numaralı vidanın ayarlanmasıyla 8 numaralı yay vasıtasıyla bize bir kuvvet uygulanacağını belirttik. İşte bu kuvvet, P istikametinden gelen havanın basıncı ve 7 numaralı yayın kuvvetinden çok olursa 5 ve 6 numaralı tij yukarı kalkar ve hava akışı başlar. Bundan sonra valfin hava



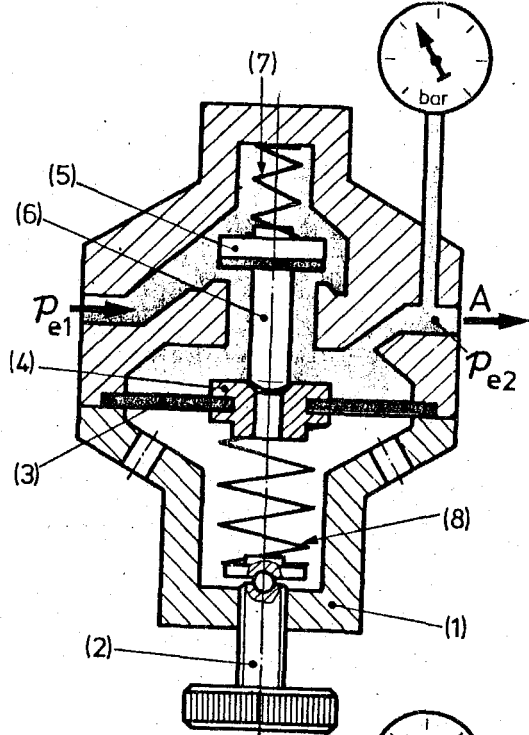
Şekil 2.7 Basınç ayar valfi kapalı pozisyonda

çıkış kısmında basınç yükselmeye başlar. Yükselen basınç 3 numaralı diyafram ve 4 numaralı tij oturma ringi vasıtasıyla 8 numaralı yay üzerine kuvvet etki ettirmeye başlar. Bu kuvvet arttıkça 4 numaralı eleman aşağı hareket eder ve buna bağlı olarak 5 numaralı eleman hava akış kanalını kapatır. Hava akışı durur. Bu arada A kanalından hava emilirse valf içindeki hava basıncı azalacağından 8 numaralı yay yeniden tiji yukarı kaldırarak hava kanalını açar, yeterli hava gelince yay aşağı hareket edeceğinden yeniden kapanır. Böylece valf içersindeki basınç aynı seviyede tutulmuş olur.

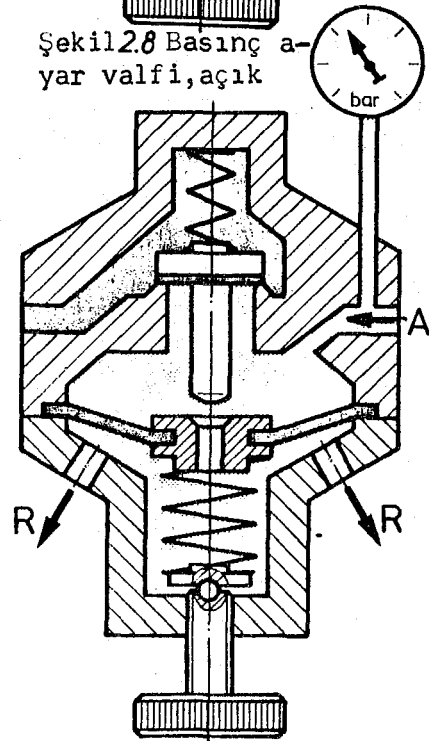
Devamlı bir miktar havaya ihtiyaç duyuluyorsa 5 numaralı ring haima biraz açık kalır ve hava akışına izin verir. Ring öncesindeki hava basıncı ile ringten hemen sonraki hacimde bulunan hava basıncı arasında her zaman bir P basınç farkı vardır. Valfe giren hava basıncının büyüklüğünden bu basınç farkı çıkarıldığı zaman, valften çıkan havanın basıncı bulunur. Matematiksel bir gösterimle, Valf giriş basıncı - çıkış basıncı = P basınç kaybıdır.

Herhangi bir şekilde A kanalı kısmındaki  $P_{e2}$  basıncı yükselirse

örneğin: Piston kolu geri bastırılırsa bu sefer 3 numaralı diyafram 4 numaralı valf oturma ringi ile beraber 8 numaralı yayı aşağıya bastırır. Bu anda 5 ve 6 numaralı valf tiji  $P_{e1}$  hava gelişini kapatmıştır. İçerde basınç yeterince azalınca 8 numaralı yay 4 numaralı elemanı tekrar yukarı kaldırarak hava çıkış kanalını kapatır. Şeklin incelenmesiyle anlaşılacağı üzere bu valfte hava çıkışı olmadan yüksek basınçtan alçak basınca ayar yapılabilir.



Şekil 2.8 Basınç ayar valfi, açık



Şekil 2.9 Basınç ayar valfi eksos durumunda

Kullanım:

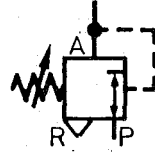
Bu valf belirli bir büyüklükteki basınçlı havanın hep aynı basınçla geçişini temin amacıyla kullanılır.

Açıklama:

Piston hareketi esnasında herhangi bir mukavemetle karşılaştığı zaman bile bu valf sistem basıncını sabit tutabilir. Eğer iş esnasında karşılaşılan mukavemet kuvveti sisteme gelen basınçlı hava kuvvetinden daha az ise piston istenilen hareketini yapar.

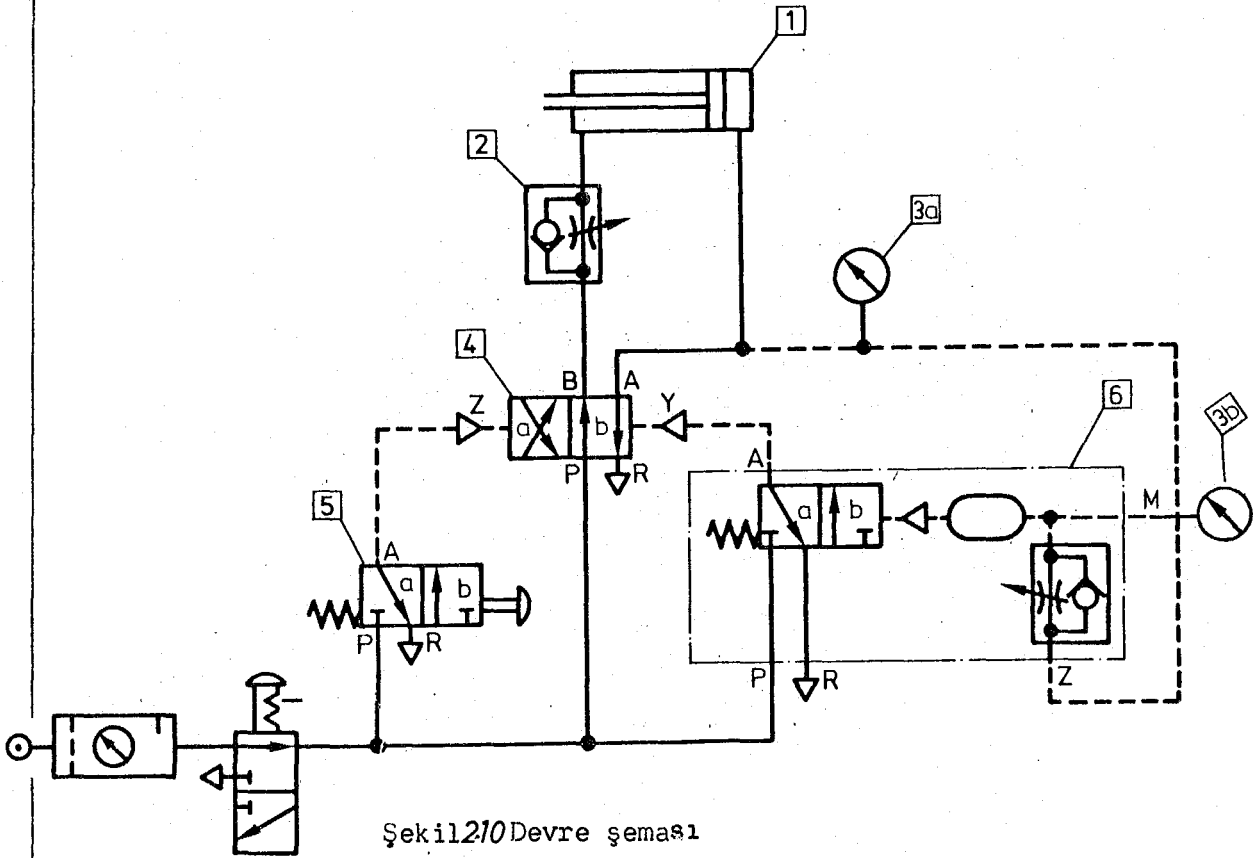
Bağlantı resmi DIN ISO 1219'a göre

Basınç ayarlama valfi (Basınç fazlasını boşaltabilen.)



ÖRNEK 3:

Plastik kısımları olan bir imalat parçası ısıtılmakta ve aynı anda başka bir preste kaynatılmaktadır. Plastik kaynatma süresi ayarlanabilir olmalıdır. Çünkü çeşitli kalınlıktaki malzemelerin kaynatılması için yine değişik ısıtma sürelerine ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 2/10 Devre şeması

Çalışma Basamakları:

1. İş elemanlarının yerleştirilmesi.
2. Devre şemasına göre montajın yapılması ve yardımcı araçların bağlanması,
3. 3/2 yollu valfin çalıştırılarak kontrol edilmesi.
4. İş kursu esnasında piston bekleme süresinin ayarlanması.

5. Bekleme süresinin bir kez ayarlanmasından sonra her seferinde bekleme süresinin birbirinin aynı olup olmadığının kontrol edilmesi.

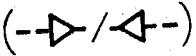
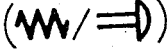
6. Hangi sınırlar arasında (en fazla-en az) bekleme süresinin ayarlanabileceğinin denenmesi.

7. Montajın sökülmesi ve parçaların temizlenerek yerlerine konulması.

#### Açıklama:

Eğer geciktirme valfinde depo basıncını öğrenmek için M monometre basınçlı hava bağlantısı yoksa bu daha sonradan yapılmalıdır.

#### İş Elemanları:

1. Çiftkethkili silindir.
2. Ayarlı çek valf
3. 2 monometre
4. 4/2 veya 5/2 yollu valf. ()
5. Normalde kapalı 3/2 yollu valf ()
6. Normalde kapalı geciktirme valfi,
7. Kronometre

#### Çalışma Emniyeti:

Çalışma basıncının  $P_e = 4$  ile 6 bar arasında olmasını gözleyiniz. Piston kolu hareket sahasını serbest bırakınız. Sistemi çalıştırmak amacıyla yalnızca basınçlı hava gelişini kullanınız. Geciktirme valfini sonuna kadar açarak veya kapatarak sisteme kumanda etmeyiniz.

#### Öğrenim Amacı:

Bu alıştırmadan sonra aşağıdakileri yapabilmelisiniz:

1. Bir geciktirme valfinin sembolünü açıklayabilmelisiniz.
2. Bir geciktirme valfini oluşturan parçaları sayabilmelisiniz.
3. Geciktirme valfinin çalışma mekanizmasını anlatabilmelisiniz
4. Bir kullanılabilir örnek verebilmelisiniz.
5. Devre şemasında bu elemanın çalışmasına anlatabilmelisiniz.

### 3.2 NORMALDE KAPALI GECİKTİRME VALFİNİN ÇALIŞMASI

#### Amaç:

Geciktirme valfi ayarlanan bir zaman içinde sinyal üretebilir. Ürettiği bu sinyallede çoğunlukla basınç etkisiyle çalışan bir yollu valfe kumanda eder.

#### Çalışma Şekli:

Bu kez sistemin çalışmasının alışılmasının dışında uygulamadan önce yalnızca kağıt üzerinde tanıyacağız.

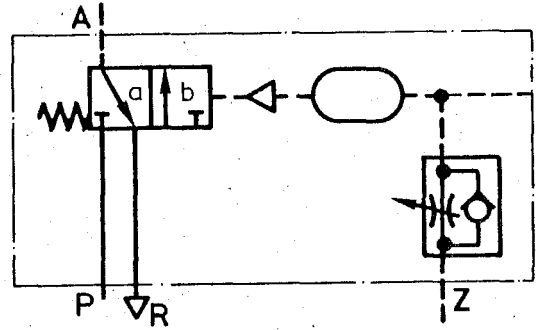
Geciktirme valfi; başlıca üç pnömatik elemanın bir kombinasyonu şeklindedir. Bu elemanlar sağda noktalı çizgi içerisinde çizilmiştir. Buradaki 3/2 yollu valfi ve ayarlı çek valfi siz daha önceden tanıdınız. Üçüncü eleman olarak bir depolayıcı görünmektedir. Bu hava depolamaya yarayan pnömatik hava tankıdır. Ancak tankın incelikleri (Büyüklik, yarı çap gibi) resim üzerinde tam belli olmamaktadır.

Basınçlı hava P bağlantısındadır. A ve Z ise henüz basınçlı hava yoktur. Z kumanda istikametinden basınçlı hava gelirse çek valfin ayarlanabilen yerinden (çek valf kısmı kapalı yöndedir) depoya (bu depoya servis tankı da denilebilir) oradan da 3/2 yollu valfin kumanda bağlantısına gider.

Burada basınçlı hava yay kuvvetini yenecek büyüklükte bir kuvvete erişinceye kadar yay yollu valfin pozisyon değişimine izin vermez.

P→A yolu kapalıdır ve P'ye gelen hava geriye dönmektedir. Çek valfin sağ tarafında basınç (P→A'da akışılmaması nedeniyle) yükselmektedir. Yükselen bu basınç 3.b numaralı monometreden okunabilir. Artan basınçlı hava kuvveti yollu valfin içerisindeki yayın kuvvetini yenecek büyüklüğe gelince 3/2 yollu valf pozisyon değiştirir ve P→A yolu açılarak hava akışı başlar.

Basınçlı havanın devreye P→A yoluyla bağlanmasından itibaren yeniden



Şekil 2/1 Geciktirme valfi

pozisyon değiştirenceye kadar geçmesi istenen zaman, çek valfin ayar yerinden ayarlanır. P yolunun açılmasıyla Z'de basınçlı hava etkişi azalır. Bu kez, servis tankındaki hava çek valften geri dönmeye başlar. Servis tankındaki basıncın azalmasıyla 3/2 yollu valfin içerisindeki yay, yollu valfin pozisyonunu değiştirerek eski haline getirir. Bu kez A hattı R üzerinden sistemin havasını atmosfere tahliye eder.

### 3.3 NORMALDE KAPALI GECİKTİRME VALFİ

#### Konstrüksiyon:

Resim 212 den 214'e kadar bir geciktirme valfinin konstrüksiyon olarak gelişimini görebilirsiniz. Bu valf aşağıdaki elemanların montajından meydana gelmiştir:

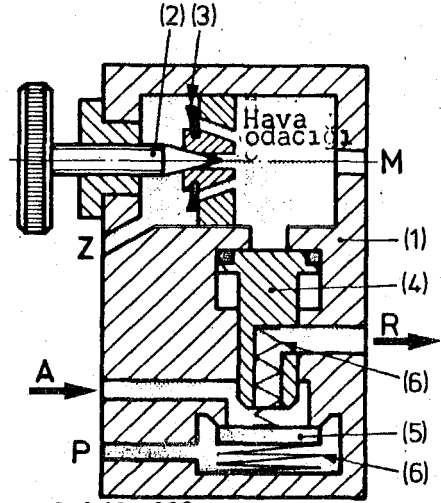
1. Hava biriktirici gövde
2. Vidalı ayarlama valfi
3. Geri hareket diyaframı
4. Kumanda pistonu
5. Disk
6. Basma yay

Bu valfin yapacağı işi ayrı ayrı elemanları bir araya getirerek te yapmak mümkündür. Havayı depolama işi de uzun bir hortum parçası veya bir silindir ile yapılabilir.

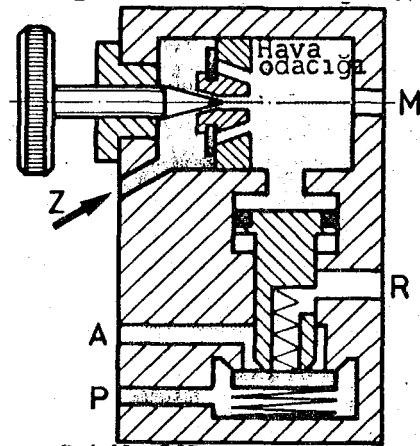
#### Çalışma Şekli:

Bu valfin çalışma şekli yan taraftaki şekillerin incelenmesiyle anlaşılabilir. Basınçlı hava (Z'den giren hava) odacığa ayar vidasının aralığından geçerek gider. Odacığın hava vayla doldurulma zamanı, ayar vidasının açıklığına bağlıdır. Aralık büyük ise basınçlı hava hızla gelebileceğinden geciktirme zamanı kısa olur. Aralık küçük olursa, hava odacığa yavaş akacağından zaman uzun olur.

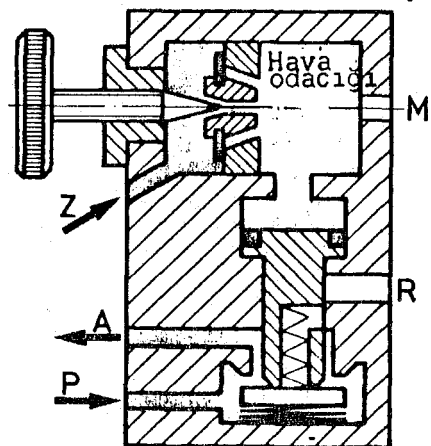
M bağlantısına bir monometre bağlanmasıyla odacıkta oluşan basıncın artış zamanı iyi gözlenebilir. Eğer bu M bağlantısı valf üzerinde mevcut değilse daha sonra delinerek monometre bağlanabilir



Şekil: 212 Geciktirme valfi  
A→R yolu açık



Şekil: 213 Geciktirme valfi  
kapalı pozisyonda



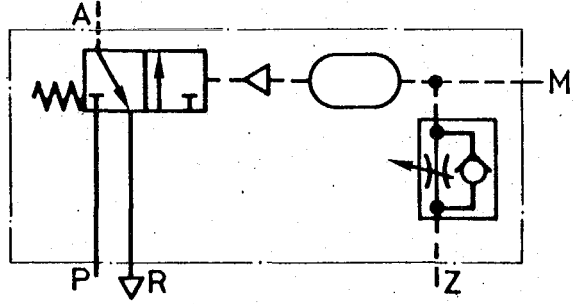
Şekil: 214 P→A yolu açık

Kullanım:

Bu valf pnömatik zaman saati olarak kullanılır. Örneğin: Bir valfin pozisyon değiştirme zaman aralıklarının ayarlanması veya üretilecek sinyallerin hangi zaman aralıklarında verileceğinin tespiti gibi.

Sembol DIN ISO 1219'a göre  
geciktirme valfi

Burada özellikle şunun bilinmesinde fayda vardır. Pnömatik hava tankı bağlantı resimlerinde yatay olarak çizilir. Eğer tank dikey olarak çizilmiş ise bu bir hidrolik tankı simgelemektedir.



**3.4 NORMALDE KAPALI GECİKTİRME VALFİ  
GECİKTİRME SİSTEMİNİN ÇALIŞMASI**

Kumanda sisteminin çalışması:

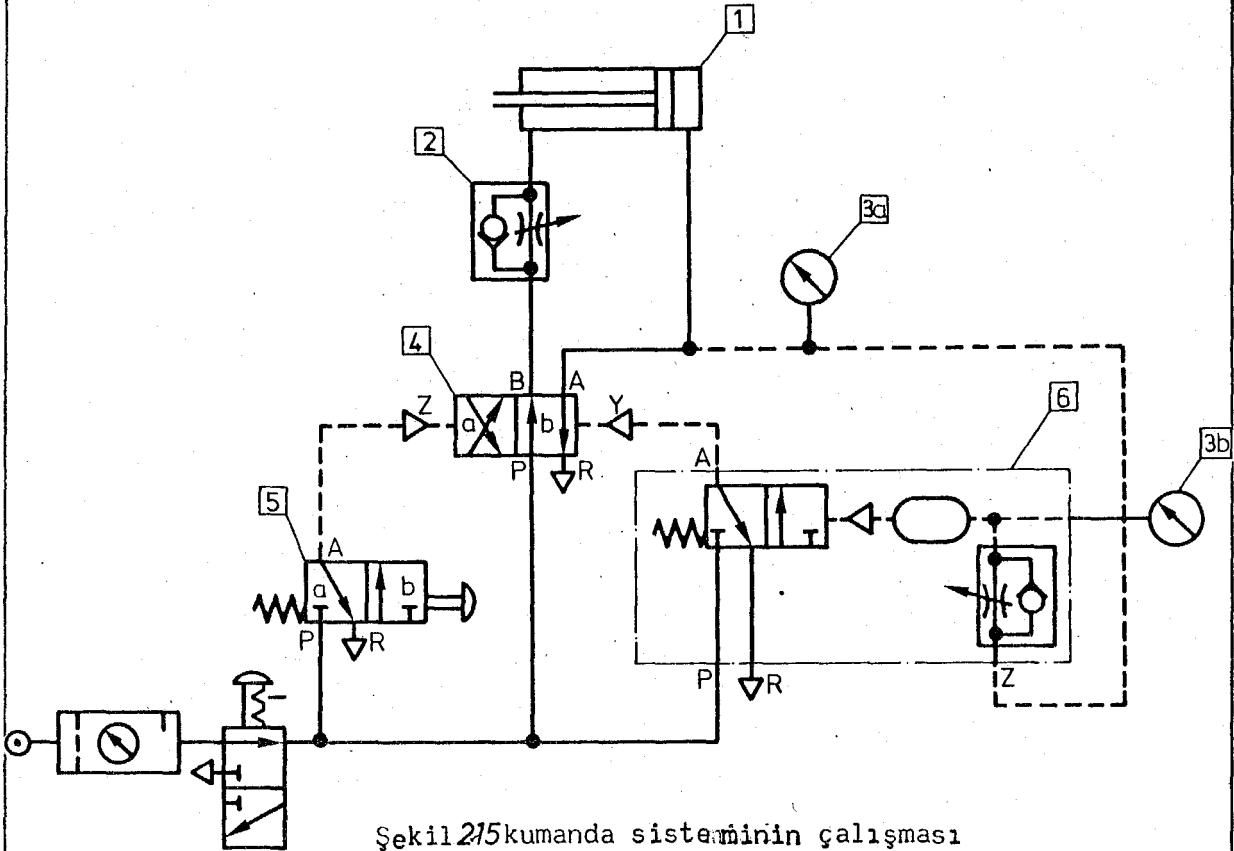
Parçadan sıkma ve kaynatma anında bir kırılma ve kenarlanmanın meydana gelmemesi için sıkma anında piston hızının kontrollü olması gerekir. Çift etkili silindir bir impuls valf ile kontrol edilir. Ayrıca ayarlı bir çök valf yardımıyla pistonun geri hareketi hızlandırılır.

3/2 yollu valfin kısa bir süre çalıştırılmasıyla impuls ventilin Z bağlantısı bir sinyal alır, ve piston kısmı basınçlı hava tesirinde kalmaya başlar. Böylece piston kolu yavaş yavaş harekete geçer. Aynı anda geciktirme valfinin hava odacığı da havayla dolmaya başlar. Böylece geciktirme valfi de çalışmaya yani zamanı ayarlamaya başlamıştır. Pistonun hareket etmesiyle geciktirme valfinin çalıştığını 3.a monometresini gözetleyerek anlayabilirsiniz. Buradaki önemli bir diğer nokta ise geciktirme valfinin çalışma süresi plastik malzemenin



kaynatılma süresi ile aynı değildir. Pozisyon değiştirmeden hemen sonra valf çalışır, hal-buki kaynatma süresi daha az sürmektedir. Bu valfin işe göre ayarlanması bakımından bir avantajdır çünkü malzeme kaynatılır ve kaynatma işinden sonra geciktirme valfi geri dönüş için harekete geçirilir. Bu kaynatma işini göreceк valfin çalışma süresini ayarlama pratikte son derece önemlidir çünkü kaynatma amacıyla ısıtma malzemenin kalınlığına bağlı olduğu için her grup malzeme için kaynatma süresi denenecek bulunur.

Eğer depo basıncı 3/2 yollu valfi çalıştıracak kadar yükselirse impuls valf pozisyon değiştirir, ve b pozisyonunu alır. Bu kez piston kalın yüzeyi havayla dolar ve piston geri harekete başlar. Depo çek valf ve impuls valfin A bağlantısı üzerinden boşalır. Ayarlama valfi yeniden çalışır.

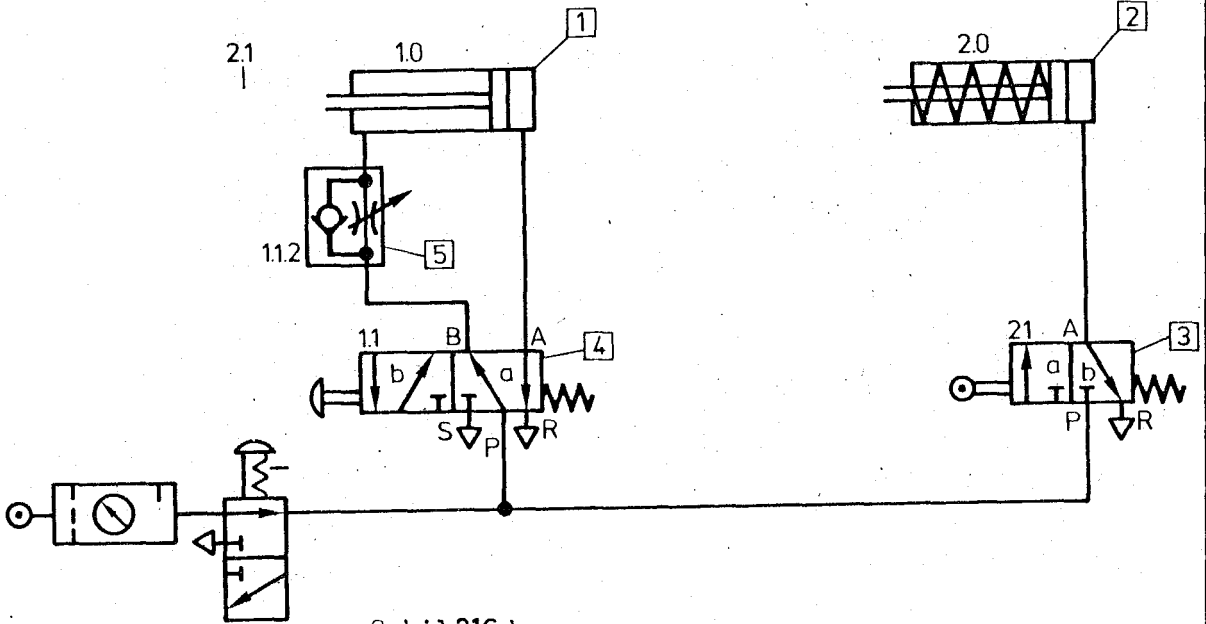
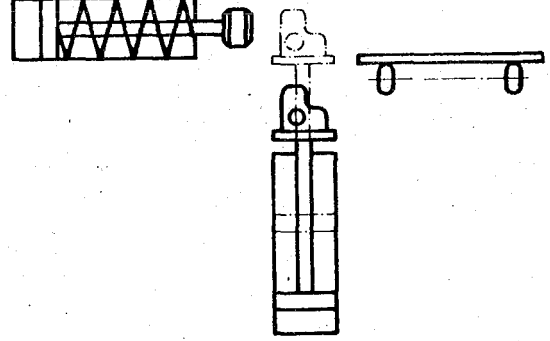


Şekil 215 kumanda sisteminin çalışması

İMALAT PARÇALARININ TAŞINMASI

Örnek 4:

Üzerinde çalışılan parçaların bir transport bantı ile taşınması düşünülmektedir. Sistemdeki dikey hareketin başlangıç kumandası el ile yapılmakta ve yatay hareket, düşey hareket silindirden ayrı bir silindir ile elde edilmek istenmektedir.



Şekil 2/16 devre şeması

İş Basamakları:

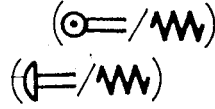
1. İş araçlarının yerleştirilmesi.
2. Devre şemasına göre pnömatik araçların sıralanması.
3. Çalıştırılarak kontrol edilmesi
4. Montajın sökülmesi, parçaların temizlenerek düzenlenmesi

Açıklama :

Devre şemalarının iyi anlaşılabilmesi için genellikle durum planı çizilir. Durum planında bütün iş araçları gerçek şekliyle görünür.

Çalışma Araçları:

1. Çift etkili silindir.
2. Tek etkili silindir.
3. Normalde kapalı
4. 4/2 veya 5/2 yollu valf
5. Ayarlı çek valfi



Çalışma Emniyeti:

Bütün vidalı bağlantılar basınçlı hava üretilmeden önce denenmeli, hortumların sızarak bir kazaya sebebiyet vermemesi için dikkatli olunmalıdır. Seri hava bağlantısının boşa alınmasında serbest duran hortumlar, sızrama tehlikesine karşı sıkıca tutulmalıdır.

Öğrenim Amacı:

Bu alıştırımdan sonra aşağıdakileri yapabilmelisiniz:

1. Bir yol-adım diyagramını okuyabilmelisiniz.
2. Basit bir bağlantının yol-adım diyagramını yapabilmelisiniz.

4.2 YOL-ADIM DİYAGRAMLARI

Amaç:

Pnömatik bir sistemde çok sayıda bulunam sinyal dağıtıcıların ve pnomatik elemanların nasıl çalıştıklarını devre şemasına bakarak bir anda anlamak mümkün değildir. Daha çok dikkat ve zaman istemektedir. Daha çok dikkat ve zaman istemesi sistem açısından bir dezavantajdır.

Bu dezavantajı ortadan kaldırmak amacıyla yol-adım diyagramları uygulamaya konmuştur. Yol-adım diyagramları ile bir bakışta tüm pnomatik araçları ve onları etkileyen sinyalleri görmek mümkündür. Aslında sistemin çalışma kabiliyetinin belirlenmesi hatta geliştirilebilmesi için yol-adım diyagramları gereklidir.

#### Diyagramların oluşturulması:

Daha önceden standard olarak basılmış kağıtlar üzerine numaraları, sembolleri ve tanınmasını sağlayacak özellikleri veya çalışma özellikleri belirtilir.

Her bir pnömatik elemanın hareketi a'dan bağlanarak sırasıyla çizilir. Çizgi kalınlığı normal çizgiden biraz fazladır. Böylece hareketin gözlenmesi daha kolay olur.

Yatay çizgiler, durum çizgileri, dikey çizgiler ise adım çizgileridir. Herbir adım çizgisi arasındaki mesafe bir adımı belirlemektedir. Kalın olarak çizilen çizgiler ise daha önceden belirtildiği üzere çalışma hareketini simgelemektedir.

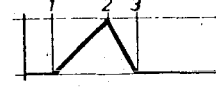
Pistonun gidiş ve geliş hareketlerinin çizilmesiyle ortaya, grafiksel olarak doğrusal veya eğimli bir şekil çıkar. Şeklin doğru ve anlaşılır olması için alıştırmalarda zaman faktörü dikkatle ele alınır.

Zaman faktörünün grafikteki önemini anlamak için aşağıdaki 3 örneği okuyunuz.

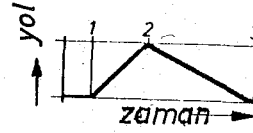
1. Piston ileri ve geri hareketi birbirine eşit zaman dilimlerinde yapıyorsa çizim şekli yandaki gibi eğimli bir çıkış yolu çizgisi ve yine bu çizgiye eşit bir dönüş çizgisinden oluşur.



2. Pistonun yavaş ileriye gidip hızla geriye geldiği çalışma durumlarında ise şekil aşağıdaki gibidir. Burada 1 ile 2 arasındaki mesafe 2 ile 3 arasındaki mesafeden uzundur. Bu da gidiş hareketinin geliş hareketinden uzun olduğunu gösterir. (Çift etkili silindirlerde görülür.)



3. Piston ileri hareketinin, geri hareketinden hızlı olduğu durumlarda grafik yandaki gibidir. 1 ile 2 arasındaki mesafe 2 ile 3 arasındaki mesafeden kısadır.



Diyagramın oluşturulması

adım çizgisi çalışma çizgisi

Eleman		Durum	
Nr.	Adı.	İş	pozisyon
1.0	Silindir	Kaldırma	ileri geri
2.0	Silindir	İtme	ileri geri
1.1	3/2 yollu valf	Kumanda	10 a b
2.1	3/2 yollu valf	Kumanda	20 a b

Ayarlı çekvalf eylem gerçekleştirilen veya bir sinyal dağıtan olmadığı için diyagramlarda çizilmez.

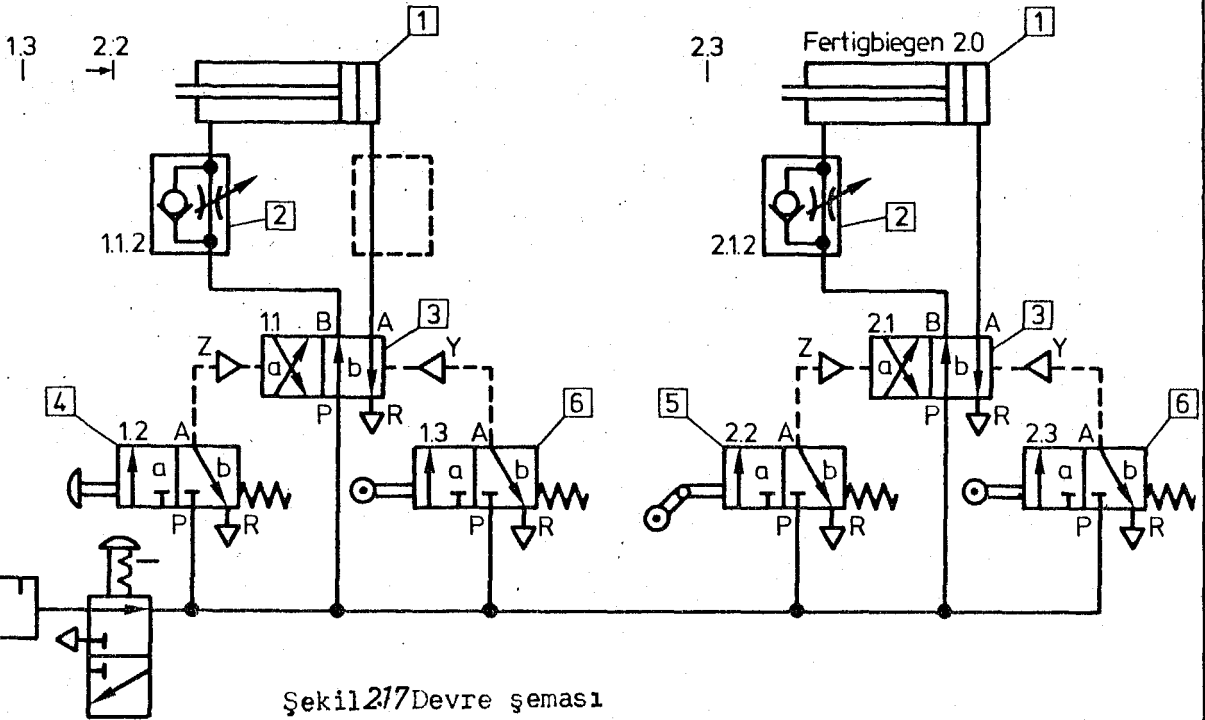
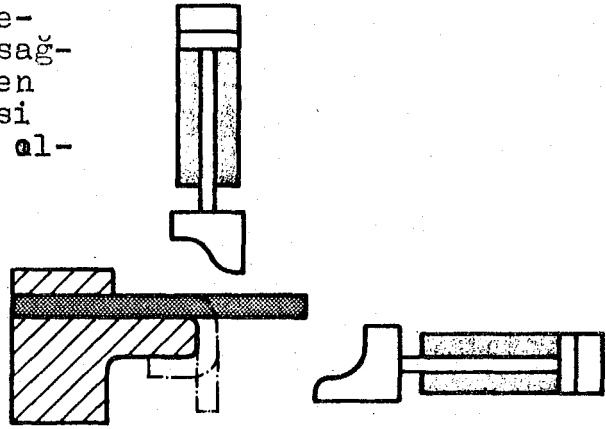
⊕ Sembolü start anlamını taşımaktadır. 5/2 yollu valfin düğmesine basıldığı anda sistem

çalışmaya başlar. Düğmeye bir kez basılmayla tüm sistemin görevini yerine getirmesi için start verilmiş olmaz. Diğer bir deyimle 5/2 yollu valfin düğmesine iş tamamlanıncaya kadar basılmalıdır. Bırakıldığı anda sistem durur.

Eğer 5/2 yollu valf a pozisyonunda ise basınçlı hava piston yüzeyini doldurur. Aşağıdaki şemada ilk sinyal çizgisi 1.1 nolu yollu valfin pozisyon değiştirerek 1.0 nolu silindirin piston kolunu harekete geçirdiğini göstermektedir. Pistona ait çalışma çizgisi içerisindeki küçük daire ile 1.0 numaralı pistonun çalıştıktan bir müddet sonra 2.1 nolu 3/2 yollu valfe etki ederek o anda çalışmasına neden olduğu, 3/2 yollu valfin çalışmasıyla beraber buna bağlı olarak 2.0 nolu tek etkili silindirinde harekete geçtiği diyagramdan izlenmektedir. b pozisyonundaki 5/2 yollu valfin serbest bırakılmasıyla aşağıdaki olaylar meydana gelmektedir. 1.0 nolu piston geri hareketine b başlamakta bu arada 2.1 nolu valfe tesir ederek pozisyonunu değiştirmekte, basınçlı hava etkisinden kurtulan 2.0 nolu tek etkili silindir yay etkisi ile geri hareketine başlamaktadır. Bütün pnomatik elemanlar geri hareketlerinde tüm havayı atmosfere vermektedirler. Sistemin geri hareketleri yine yol-adım diyagramında sinyal çizgilerini takip ederek görülebilir. Bu önemli konunun iyi anlaşılabilmesi bakımından yukarıdaki anlatım kısmının yeniden okunarak düşünülmesi faydalıdır.

Örnek: 5

Belirli ölçülerdeki bir sac parçası pnomatik olarak çalışan elemanlarla bükülmek istenmektedir. Parça sıkıldıktan sonra bir çift etkili silindir yardımı ile son bükme yapılarak parça üzerindeki işlemler bitirilmektedir. Sistemdeki ilk hareket el ile kumanda edilerek sağlanmaktadır. Start verildikten sonra işin meydana getirilmesi aşağıdaki bağlantı şemasında olduğu gibidir.



Şekil 2/7 Devre şeması

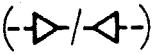
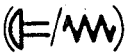

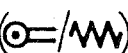
Çalışma Basamakları:

1. İş araçlarının yerleştirilmesi.
2. Devre şemasının meydana getirilmesi.
3. 1.2 nolu elemanın çalıştırılarak kontrol edilmesi.
4. Aynı bağla tının başka bir imalat parçası için düşünülmesi, 1.0 nolu silindirin ileriye hızla, geriye yavaş hareket ettirilmesi. Ayarlı valfin ileri hareketi ayarlama durumundan geri hareketi ayarlayacak şekilde düşünülmesi.
5. İş çevrimi tamamlandıktan sonra her yeni iş çevriminde çalışma hızının azaltılarak kumandanın kontrol edilmesi.
6. Sistemin gözlenerek bulguların tartışılması.
7. Montajın sökülmesi ve parçaların düzenlenerek yerleri konulması.

Açıklama:

Konuyla ilgili sinyalin keşilmesi olayı 5.2 nolu sayfada anlatılacaktır.

Kullanılan Elemanlar:

1. 2 adet çift etkili silindir
2. 2 adet ayarlı çek valf.
3. 2 adet 4/2 veya 5/2 yollu valf. 
4. Normalde kapalı 3/2 yollu valf. (Düğme kumandalı) 
5. Normalde kapalı 3/2 yollu valf. (Geriye boş hareketli makara kumandalı) 
6. Normalde kapalı 2 adet 3/2 yollu valf. (Makara kumandalı.) 

Çalışma Emniyeti:

Arıza ararken baskı makarasına el ile kumanda etmeyiniz. Bükme çenelerinin aşırı kuvvetinden malzeme ezilebilir.



Öğrenim Amacı:

- Bu alıştırmadan sonra aşağıdakileri yapabilmelisiniz:
1. Bir yol-adım diyagramını okuyabilmelisiniz.
  2. Basit bir yol-adım diyagramını çizebilmelisiniz.
  3. Geriye boş hareketli makara ile kumandanın avantaj ve dezavantajlarını belirtebilmelisiniz.

5.2 VALF BAĞLANTI TEKNİĞİ VE  
YOL- ADIM DİYAGRAMI

Açıklama:

Daha önceden de öğrendiğimiz üzere valflerin kumandası çeşitli şekillerde olabilmektedir. Bu örnekte düğme kumandalı, makaralı ve geriye boş hareketli makaralı sistemler kullanılmıştır. Geriye boş hareketli makara bir yönde valfe kumanda ederken diğer yönde valfe herhangi bir etki yapmamaktadır. Etki yönü geriye boş hareketli veya ileriye boş hareketli denilerek belirtilmektedir. Ayrıca valfin kumanda kolunun pozisyonu değiştirilerek geriye boş hareketli bir valf ileriye boş hareketli yapılabilir.

Yol-Adım Diyagramı:

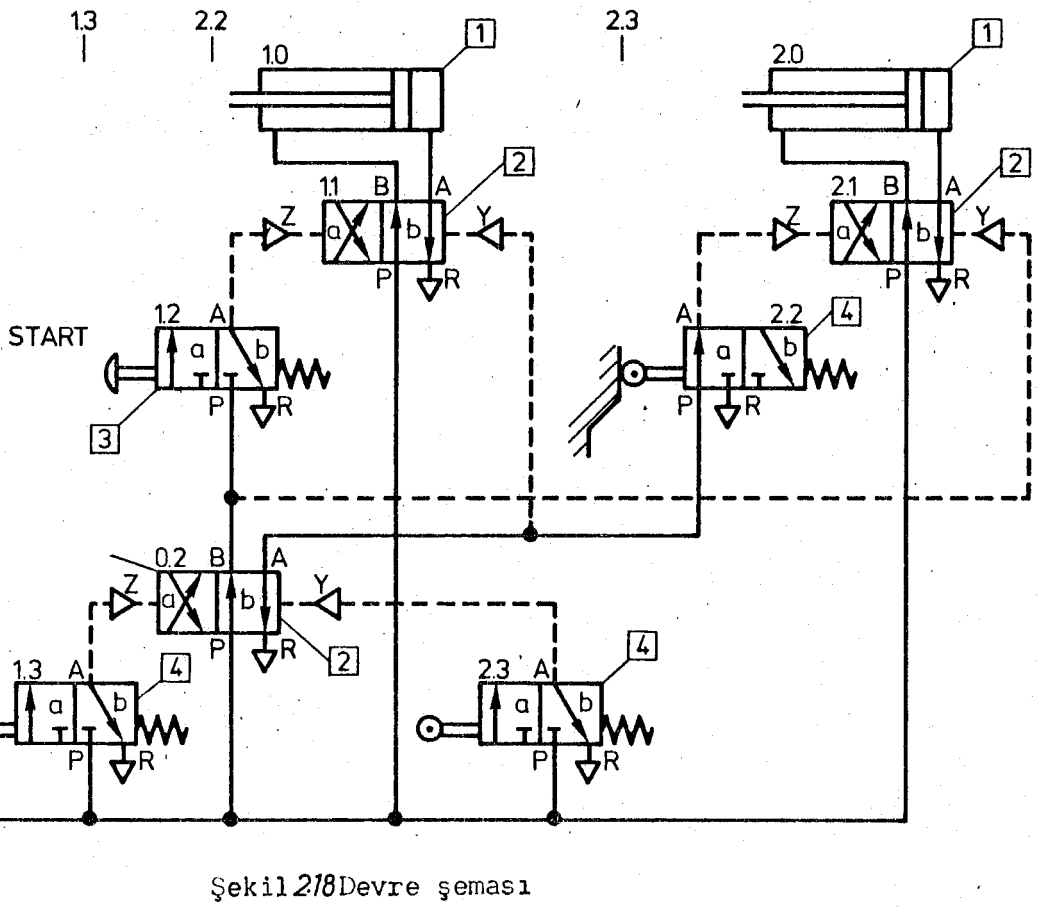
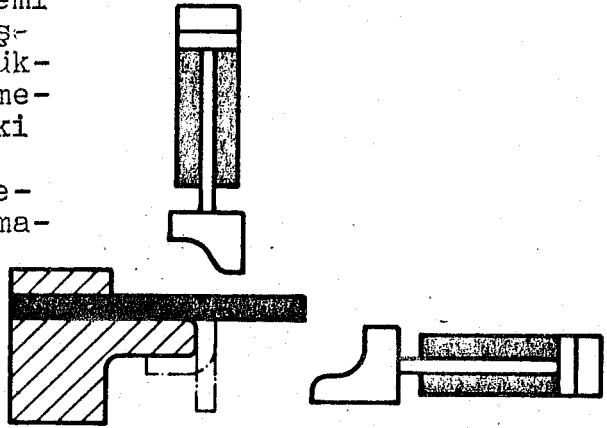
1.2 nolu 3/2 yollu valfin kısa süre çalıştırılması ile sistem devreye girer. 0 işareti genel olarak ilk çalışmayı simgeler. İlk silindiri devreye sokmak için 1.2 nolu yollu valf 1.1 nolu impuls valfe pozisyon değiştirir. Bunun üzerine 1.0 silindiri harekete geçer. Bu arada 2.2 nolu valfi çalıştırmaksızın kumanda makarasının üzerinden geçer. 114

Hareketine devam eden piston 1.3 nolu valfin kumanda makarasına etkir ve onu çalıştırır. Bu valfte pistonun geri hareketine başlaması için impuls valfe pozisyon değiştiren bir sinyal gönderir. Impuls valf aldığı sinyalle pistonun geri gelmesini sağlarken piston kolu 2.2 nolu valfin kumanda makarasına etkir ve bu valfi çalıştırır. 2.1 nolu impuls valfin do sinyal almasıyla 2. silindir de harekete başlar. 2.0 nolu silindir ileri hareketini tam yaptıktan sonra 2.3 nolu valfe etkiyerek kendi kendini geri harekete başlatır. Böylece bütün pnomatik elemanlar atmosferle bağlantıya geçerek basınçlı havalarını boşaltırlar.

İleriye veya geriye boş hareketli makaralarla valflere kumanda etmek diğer sistemlere göre(elle kumanda veya elektrikli kumanda gibi) kullanışlı ve konstrüksiyon olarak basit olması en büyük avantajdır. Dezavantajlarını ise 6.2 nolu sayfada ayrıntılı olarak okuyabilirsiniz.

Örnek 6:

5. örnekte olduğu gibi ölçüleri belirli bir saç bükülme istenmektedir. Bükme işlemine 2 silindir ile gerçekleştirilecek, ilk silindir ön bükme için, 2. silindir ise son bükme için kullanılacaktır. Olay bir önceki alıştırma ile aynı olmasına karşın bu kez geriye boş hareketli makaralı valf kullanılacaktır.



Şekil 2/8 Devre şeması

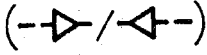

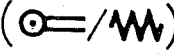
Çalışma Basamakları:

1. İş araçlarının yerleştirilmesi.
2. Devre şemasının alıştırılması
3. 1.2 nolu valfin çalıştırılarak sistemin kontrol edilmesi.
4. Montajın sökülmesi ve parçaların temizlenerek yerine konulması.

Açıklama:

Eğer bükme işlemi çok çabuk meydana geliyor ve sistemin çalışması iyi gözlenemiyorsa sisteme bir ayarlı çek valf ilave edilerek piston hareket hızı düşürülür.

İş Araçları:

1. 2 adet çift etkili silindir.
2. 3 adet 4/2 veya 5/2 yollu valf. 
3. Normalde kapalı 3/2 yollu valf. 
4. 3 adet normalde kapalı 3/2 yollu valf. 

Öğrenim Amacı:

Bu alıştırımdan sonra aşağıdakileri yapabilmelisiniz:

- a) Sinyalin kesilmesi için 2 yöntemi söyleyebilmelisiniz.
- b) Devre şemasına göre yol-adım diyagramını oluşturabilmelisiniz.

6.2 DEĞİŞTİRME VALF YARDIMIYLA  
SİNYAL OLUŞTURMA

Bu örnek alıştırımdaki amaç daha önceki alıştırımda ulaşılmak istenen amaçla aynıdır.

Ancak bu uygulamada geriye boş hareketli makara kullanılmayacaktır. Kullanılmamasının sebepleri kısaca aşağıdaki gibi açıklanabilir. Pistonun en son durumunda sinyal verilemez, çünkü geriye boş hareketli makaranın üstünden tamamiyle geçilmez. Valfin çalışma kabiliyeti piston kolunun hızına bağlıdır. Çok büyük hızlarda piston kolu hızlı hareket edeceğinden valfin çalışması için yeterince uzun bir sinyal alınamayacaktır. Piston hareket hızında kumanda etme nedeniyle 0.1 m/s civarında bir azalma görülebilir. Pistonun ileri ve geri hareketlerindeki ölü noktalarda basınç değişimleri nedeni ile (basıncılı havanın bir yönde kesilip diğer yönde açılması) valfe kumanda etme işleminde hatalar olabilir. Bu örnekte kullanılan baskı makaralı valf ile bütün bu dezavantajlardan kurtulabilirsiniz. Böylece valfin kumanda bağlantısında kullanışlı olur.

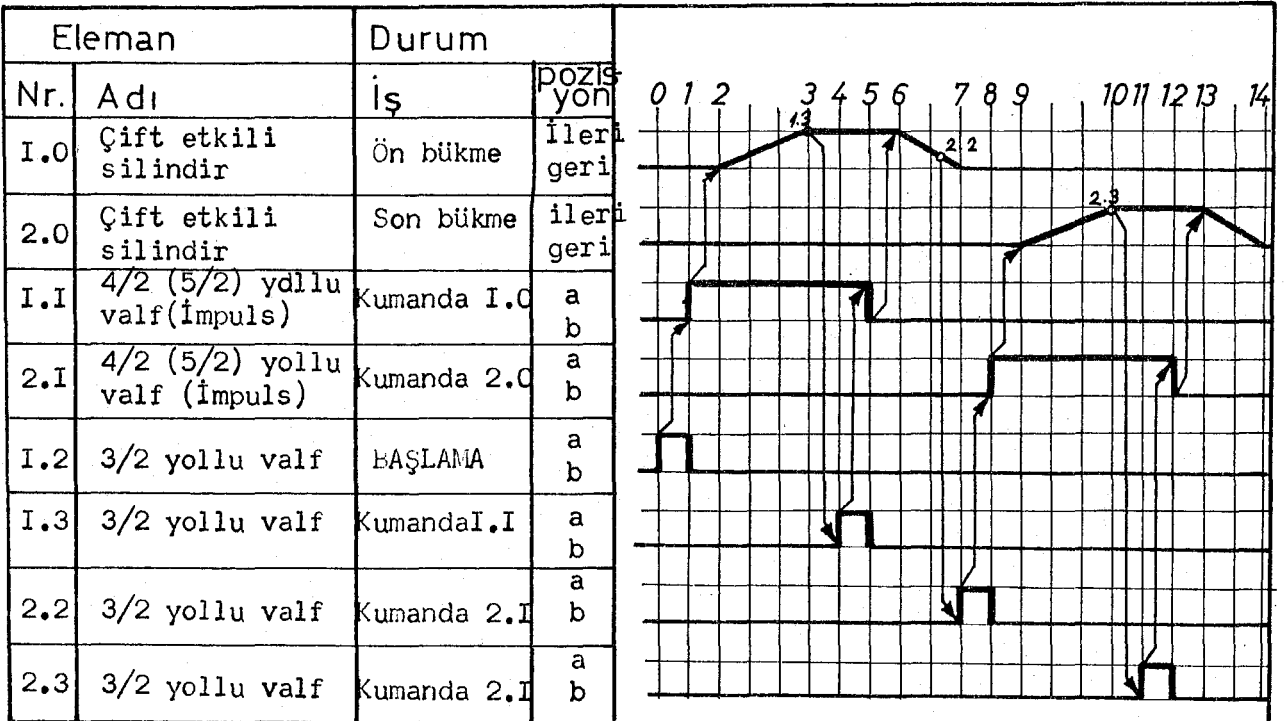
#### Devre Şemasının Açıklanması:

Uygulamayı daha iyi anlamak için yazılı kısımda açıklananları devre şemasıyla beraber incelemek büyük fayda sağlayacaktır. Bu uygulamadaki en büyük yenilik 2.2 nolu valfin 1.0 nolu pistonun geri pozisyonundan sonunda çalıştırılmasıdır. Pistonun ileri hareketi esnasında bu valf normal pozisyonunu korumakta, geri hareketi sonunda ise yeniden çalışmakta ve sinyal vermektedir. Bu çevrim her şeyden önce a.2 nolu değişirme valfi için gereklidir. Şemanın incelenmesiyle başlangıçta 2.2 nolu valfin dışındaki tüm valflerin P bağlantıları basınçlı havayla temas halindedir. Ayrıca 2.1 nolu

valfin kumanda bağlantısında alt basınçta durmaktadır ve 2.0 nolu piston geri hareketini bitirmiştir. Eğer 1.2 nolu start düğmesine basılırsa 1.1 nolu impuls valf pozisyon değiştirir. 1.0 nolu piston ileri hareketine başlar. Bu anda 2.2 nolu 3/2 yollu valf normalde kapalı pozisyonda piston ileri hareketinin sonuna vardığında 1.3 nolu valf makarasına etkiyerek devreye sokar. Böylelikle değiştirme valfinin Z hattında basınçlı hava tesirini gösterir. 0.2 nolu valfin pozisyon değiştirmesiyle 1.1 nolu valfin Y kumanda hattına basınçlı hava etkir ve 1.1 valfi

pozisyon değiştirir. Bu anda 1.0 pistonu geri hareketine başlar. 2.2 nolu valf kapalıdır 1.0 nolu piston geri hareketinin sonuna gelince 2.2 nolu valfi çalıştırır. Böylece 2.1 nolu impuls valf yeniden pozisyon değiştirerek 2.0 nolu pistonu valf çalıştırır. 2.3 nolu valfin çalışmasıyla 0.2 nolu valf pozisyon değiştirerek 2.1 nolu valfin Y hattında etki ederek onunda pozisyon değiştirmesine neden olur. Böylece 2.0 nolu piston geri hareketine başlar. Böylece tüm çevrim bitmiş olur.

Diyaqramın oluşturulması



PNÖMATİK ÖĞRETİM İÇİN GEREKLİ ELEMANLARIN LİSTESİ

Adet	ELEMANLAR	SIRA NUMARASI															
		UYGULAMA										ÖRNEK					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5
1	Hava hazırlama grubu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	3/2 yollu kertikli açma kapama valfi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	Tek etkili silindir	1	1	1	1	1	1	1							1		
2	Çift etkili silindir								1	1	1	2	1	1	1	2	2
2	Monometre	1	1	1		2			2	2		1		2			
2	N.kapalı 3/2 yollu valf (E/M)	1	1		1	1	1	2	2		1		2	1		1	1
1	N.açık 3/2 yollu valf (E/M)			1													
1	Ön kumandalı 3/2 yollu valf (E/M)				1												
3	N.kapalı 3/2 yollu valf (E/M)										1				1	2	3
1	N.kapalı 3/2 yollu valf (E/M)															1	
1	Ayarlanabilir basınç kumandalı 3/2 yollu valf (E/M)											1					
1	4/2 veya 5/2 yollu valf (E/M)								1	1		1			1		
3	4/2 veya 5/2 yollu valf (E/M)										1		1	1		2	3
1	4/2 veya 5/2 yollu valf (E/M)											1					
1	Normalde kapalı geciktirme valfi													1			
2	Ayarlanabilir çek valf					1	1			1		1		1	1	2	
1	Susturuculu hızlı boşaltma valfi						1						1	1			
1	VEYA valfi							1									
1	VE valfi								1								
1	Basınç ayar valfi												1				

BÜYÜKLÜKLER-SEMBOOLLER-BİRİMLER

Büyüklik	Sembol	SI Sistemi	Sembol	Diğer birimlere dönüşme	Formül
Uzunluk Yol	L S	metre	m	1 m = 100 cm = 1000 mm	
Yüzey	A	metrekare	m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup> = 10000 cm <sup>2</sup> = 1000000 mm <sup>2</sup>	Dikdörtgen A = a.b Daire A = .r <sup>2</sup>
Hacim	V	metreküp	m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup> = 1000 dm <sup>3</sup> = 1 l	V = A.h
Zaman	t	saniye	s	1 s = 1/60 dakika	
Hız	V	saniyede metre	m/s	1 m/s = 60 m/dak.	v = s/t
İvme	a	saniyekarede metre	m/s <sup>2</sup>	yer çekimi ivmesi g: 9.81 m/s <sup>2</sup>	
Hacim akışı	Q	saniyede metreküp	m <sup>3</sup> /s	Litre bölü dakika 1/dak 1 m <sup>3</sup> /s = 60000 l/dak.	Q = v/t Q = a.A
Dönme sayısı	n	saniyedeki dönme sayısı dakikadaki dönme sayısı	I/s I/dak.	I/s = 60/dak.	
Kütle	m	kilogram	kg		m = V. ρ
Yoğunluk	ρ	metreküpde kilogram	kg/m <sup>3</sup>	desimetreküpde kilogram 1 kg/m <sup>3</sup> = 0.001 kg/dm <sup>3</sup>	
Kuvvet	F	Newton	N	1 N = 0.102 kp 1 N = 1 kg.m/s <sup>2</sup>	F = m.a F <sub>G</sub> = m.g
Basınç	P	metrekarede newton	N/m <sup>2</sup>	1 N/m <sup>2</sup> = 0.00001 bar = 1 Pa. 1 bar = 10 N/cm <sup>2</sup> = 10 <sup>5</sup> N/m <sup>2</sup> 1 Pa. = 10 <sup>-5</sup> bar	P = F/A
Sıcaklık	T t	kelvin	K	santigrad derece °C	T = T <sub>0</sub> + t T <sub>0</sub> = 273.15 K



TEKNİK TERİMLER

<u>Türkçe</u>	<u>Almanca</u>	<u>İngilizce</u>
Ağırlık	Gewicht	Weight
Molekül	Molekulargewicht	Molecular weight
Akış	Strömung Fluss	Flow Stream
Akış diagramı	Strombild	Flow sheet
Aynı yönde akış	Gleichstrom	Currents in the same direction
Dışarı akış	Abfluss Ablass	Discharge Purging
Karşı akış	Gegenstrom	Counter current
Kayıpsız akış	Verlustlose Strömung	Flow without loss
Laminer akış	Laminare Strömung	Laminar flow
Turbulent akış	Turbulente Strömung	Ecoulement turbulent
Akışkan	Flüssig	Fluid
Alet	Werkzeug	Tool
Ayar	Einstellung	Adjustment
Ayırıcı	Abscheider	Separator
Azot	Stickstoff	Nitrojen
Basınç	Druck	Pressure
Basınç düşüşü	Druckabfall	Pressure drop
Basınç mukavemeti	Druckfestigkeit	Compression strength
Basınç dengesi	Durckausgleich	Equalization of pressure
Basınç tecrübesi	Druckprobe	Pressure test
Basınç devresi	Druckleitung	Pennstock
Basınç kaybı	Druckverlust	Loss of pressure
Alçak basınç	Niederdruck	Low pressure
Atmosferik basınç	Atmosphärischer Druck	Atmospheric pressure
Baslangıç basıncı	Anfangsdruck	Initial pressure
Buhar basıncı	Dampfdruck	Steam pressure
Hat basıncı	Liniendruck	Linear pressure
Hava basıncı	Luftdruck	Air pressure
Hidrolik basınç	Hydraulischer Druck Wasserdruck	Hydraulic pressure

İşletme basıncı	Betriebsdruck Betriebsspannung	Working pressure
Karşı basınç	Gegendruck	Back pressure
Kondanser basınç	Kondensatordruck	Condenser pressure
Mutlak basınç	Absoluter Druck	Absolute pressure
Normal basınç	Nennndruck	Normal pressure
Orta basınç	Mitteldruck	Mean pressure
Sabit basınç	Konstanter Druck	Constant pressure
Tecrübe basınç	Prüfungsdruck	Test pressure
Yay basıncı	Federdruck	Spring compression
Çevrim	Kreisprozess	Cycle
Değer	Wert	Value
Diagram	Diagramm(Schaubild)	Diagram
Emniyet valfi	Sicherheitsventil	Safety valve
Emme valfi	Saugventil	Inlet valve
Filtre	Filter (Sieb)	Sieve (Strainer)
Sürgülü valf gövdesi	Schiebergehäuse	Body of sluice valve
Valf gövdesi	Ventilgehäuse	Valve body
Hava	Luft	Air
Hava boşaltma	Entlüftung	Deaeration
Havalandırma	Lüftung(Entlüftung)	Ventilation
Hazırlama	Aufbereitung Ausarbeitung	Preparation Elaboration
Hazırlık	Vorbereitung	Preparation
Hazne	Behälter(Gefäss)	Tank (Container)
Kayıp	Verlust	Loss
Çıkış kaybı	Austrittsverlust	Outlet loss
İç kayıp	Innerer Verlust	Internal loss
Mambran	Membran	Membrane
Piston	Kolben	Piston
Piston kolu	Schubstange Kolbenstange	Connecting rod Piston rod
Pnömatik	Pnömatik	Pneumatics
Sıkıştırma	Verdichtung Kompression	Compression
Sıkıştırma oranı	Kompressiongrad	Compression ratio

Silindir	Zylinder	Cylinder
Su ayırıcısı	Wasserabschneider	Water separator
Susturucu	Schalldämpfer	Silencer
Sürgülü valf	Schieber	Slide valve
Valf	Ventil	Valve
Ana valf	Hauptventil	Main valve
Ana stop valf	Regulierventil	Regulating valve
Baypas valfi	Rücklaufventil	By-pass valve
Boşaltma valfi	Ablassventil	Discharge valve
Çabuk kapama	Schnellschlussventil	Quick closing valve
Çift yollu valf	Zweigeventil	Double ported valve
Emme valfi	Saugeventil	Suction valve
Kapama valfi	Absperventil	Stop valve
Kısma valfi	Drosselventil	Throttle valve
Konik valf	Kegelventil	Conical valve
Otomatik valf	Selbstschlusventil	Self closing valve
Vida	Schraube	Screw
Ayar vidası	Einstelischraube	Adjustment screw
Yağ	Öl	Oil
Yağ basıncı	Öldruck	Oil pressure
Yağ filtresi	Ölfilter	Oil filter
Yön	Richtung	Direction
Yön değiştirme	Richtungswechsel Umlenkung	Alteration of direction Change of direction
Akış yönü	Strömungsrichtung	Direction of flow

INDEX

- Atmosfer basıncı 0.2  
Ayarlı çek valf 5.4  
Ayarlanabilir kısma valfi 5.2  
Basınç ayar valfi Ör. 2.1  
Basınç ayarlama valfi Ör. 2.1 2.2  
Basınç bağlantı yeri 1.4  
Basınç enerjisi 0.3  
Basınç kaynağı 11.5  
Basınç kumanda valfi Ör. 1.2  
Boyl-Gay-Lussac kanunu 0.3  
Çek valf 5.3  
Çift etkili silindir 9.2  
Değiştirme valfi Ör. 6.1  
Devre seçici valf Ör. 7.2  
Devre şemasının oluşturulması 11.5  
Diskli valf 1.5 3.2 3.3  
Durum planı 4.1  
Düz sürgü 11.3  
Elemanların sıralanması 11.5  
Geciktirme valfi Ör. 3.2  
Geriye boş hareketli makara 5.1  
Hava filtresi 2.3  
Havanın su tutma kabiliyeti 0.3  
Hava tankı Ör. 3.2  
Hareket enerjisi 0.3  
Hızlı boşaltma valfi 6.2  
İmpuls valf 11.3 11.4  
Monometre 2.5  
Mutlak basınç 0.2  
Nakil hatlarının çizilmesi 1.4  
Ön kumanda 4.2 11.2  
Ön kumanda prensibi 4.2  
Seri bağlantı 1.4  
Susturucu 6.3  
Sürgülü valf 1.6 3.3 9.4  
Tek etkili silindir 1.2  
Valf çalışma türleri 11.2  
VE valfi 8.2  
VEYA valfi 7.2  
Yağlayıcı 2.4  
Yollu valf genel 1.3  
Yol-adım diyagramı Ör.3.1 5.2

LİTERATÜR

- 1) Vom Bundesinstitut für Berufsbildung, Pneumatik Übungsheft für den Auszubildenden. Beuth Verlag, Berlin 1982
- 2) Bosch-Pneumatik informationen, Grundlagen und Geräte-Funktionsbeschreibung. Stuttgart 1971
- 3) Festo-Pneumatik Stevern, Grundlagen für Steuerungen im Normal-Druckbereich. Esslingen 1979
- 4) Deppert, W., stoll, K. : Pneumatik Control. Vogel Verlag Würzburg 1975
- 5) Karacan, İ. : Pnömatik Kontrol. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara 1985
- 6) Mühendis ve Makina, Hidrolik + Pnomatik özel sayısı. Sayı 277. Ankara 1982
- 7) SEGEM, Enstrüman Pnömatiği. Ankara 1984
- 8) SEGEM, Basınçlı Hava Sistemleri. Ankara 1984