

29183

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PNÖMATİK ELEMANLAR, SİSTEMLERİ
VE
SANAYİDE UYGULAMALARI

Mak.Müh. Mehmet Ali SAKIZCI

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Y.Doç.Dr.İbrahim GENTEZ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İSTANBUL, 1993

İ Ç İ N D E K İ L E R

SAYFA NO

SEMBOL LİSTESİ

ŞEKİL LİSTESİ

ÖZET

SUMMARY

I.	PNÖMATİĞİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ	1
I.1.	Pnömatiğin Tarihçesi ve Gelişimi	1
I.2.	Havanın Özellikleri	2
I.3.	Basıncılı Havanın Olumlu ve Olumsuz Özellikleri	3
I.4.	Temel İlkeler	4
I.4.1.	Sıkıştırılabilirlik Özelliği	4
I.4.2.	Boyle-Mariotte Kanunu	4
I.4.3.	Sıcaklık Etkisi ile Hava Hacminin Değiştirilmesi	5
I.4.4.	Gay-Lussac Kanunu	5
II.	BASINÇLI HAVANIN HAZIRLANMASI	6
II.1.	Kompresörler	6
II.1.1.	Kompresör Tipleri	7
II.1.1.1.	Pistonlu Kompresörler	8
II.1.1.2.	Döner Elemanlı Kompresörler	10
II.1.1.3.	Türbin Tipi Kompresörler	11
II.2.	Basıncılı Hava Depoları	14
II.3.	Boru Çapının Hesaplanması	17
II.4.	Boru Şebekelerinin Döşenmesi	21
II.5.	Bağlantı Elemanları	22
II.6.	Sıkıştırılmış Havanın Hazırlanması	26
II.6.1.	Hava Kurutma Yöntemleri	27
II.6.2.	Hava Hazırlayıcılar (Şartlandırıcılar)	30
III.	PNÖMATİK ÇALIŞMA ELEMANLARI	34
III.1.	Pnömatik Silindirler	34
III.1.1.	Silindir Çeşitleri	34
III.1.2.	Silindir Bağlantı Şekilleri	36
III.1.3.	Silindirlerin Yapısı	38
III.1.4.	Silindirlerde Piston Kolu Çapı ve Boyunun Hesaplanması	41

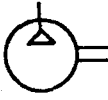
	<u>SAYFA NO</u>
III.2. Hava Motorları	47
III.2.1.Hava Motorlarının Karakteristikleri	47
III.3. Pnömatik Mekanizmalar	50
IV. PNÖMATİK VALFLER	53
IV.1. Yön Kontrol Valfleri	53
IV.2. Akış Kontrol Valfleri	62
IV.3. Basınç Kontrol Valfleri	67
V. PNÖMATİK KONTROL DEVRELERİ	68
V.1. Hareket ve Kontrol Diyagramı	69
V.2. Kaskad Yöntemi	70
V.3. Kayıt Kaydırma (Sıralama Zinciri) Yöntemi	71
V.4. Modifiye Edilmiş Kaskad Yöntemi	72
VI. LOJİK PNÖMATİK VE BOOLE CEBRİ	73
VI.1. AND Kuralı	73
VI.2. OR Kuralı	74
VI.3. NOT Kuralı	74
VII. PNÖMATİĞİN SANAYİDE UYGULAMA ALANLARI	75
VII.1. Örnek Uygulamalar	80

KAYNAKLAR

ÖZGEÇMİŞ

Pnömatik Simgeler

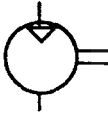
Enerji Dönüştürücüler



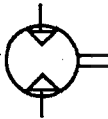
Sıkıştırıcı (Kompresör)



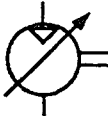
Vakum Pompası



Tek yönlü hava motoru



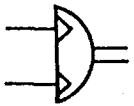
Çift yönlü hava motoru



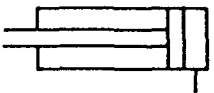
Değişken deplasmanlı, tek yöne dönebilen hava motoru.



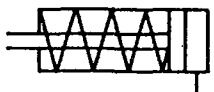
Değişken deplasmanlı, çift yöne dönebilen hava motoru.



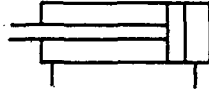
Dönme açısı sınırlı hava motoru



Tek etkili silindir (Geri dönüşü dış kuvvet ile)



Tek etkili silindir (Geri dönüşü yay ile)



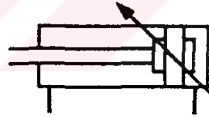
Çift etkili silindir (Tek milli)



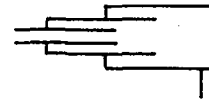
Çift etkili silindir (Çift milli)



Çift etkili silindir (Diferansiyel)



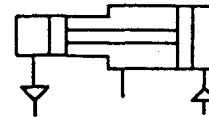
Yastıklı silindir (Yastıklama hızı ayarlı)



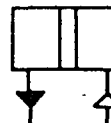
Tek etkili teleskopik silindir (Geri dönüş dış kuvvet ile)



Çift etkili teleskopik silindir

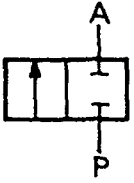


Yükseltici (Aynı akışkanlı)

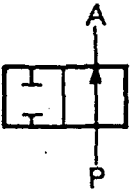


Hidropnömatik Dönüştürücü

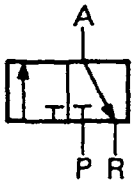
Yön Denetim Valfleri



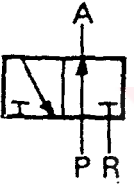
2/2 Normalde kapalı yön valfi



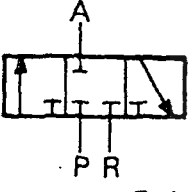
2/2 Normalde açık yön valfi



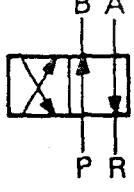
3/2 Normalde kapalı yön valfi



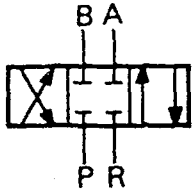
3/2 Normalde açık yön valfi



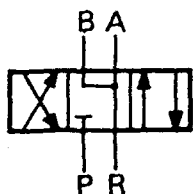
3/3 Kapalı merkez yön valfi



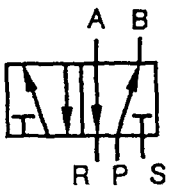
4/2 Yön valfi



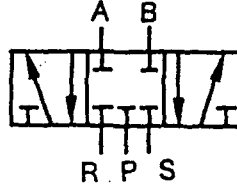
4/3 Kapalı merkez yön valfi



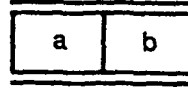
4/3 Yüzer konumlu yön valfi



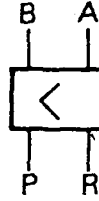
5/2 Yön valfi



5/3 Kapalı merkez yön valfi



Ara konumlu yön valfi



Yön valfi
(Basitleştirilmiş simge)

Gerl Döndürmez Valfler



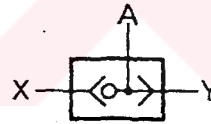
Yaysız cek valf



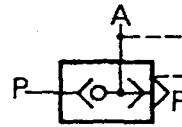
Yaylı cek valf



Pilot kumandalı cek valf

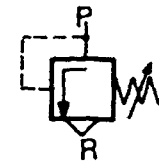


VEYA valfi

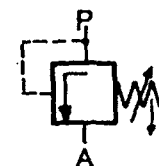


Çabuk egzoz valfi

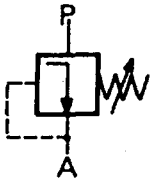
Basınç Denetim Valfleri



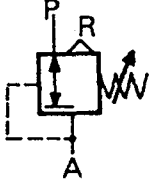
Basınç emniyet valfi
(Ayarlanabilir)



Sıralama valfi
(Ayarlanabilir)



Basınç regülatörü
(Ayarlanabilir ve tahliyesiz)



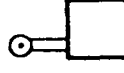
Basınç regülatörü
(Ayarlanabilir ve tahliyeli)



Pimli



Yaylı



Mekanik Uyarılılar



Makaralı

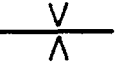


Mafsal makaralı
(Geri dönüş serbest)

Akış Denetim Valfleri



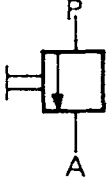
Kısma valfi
(Kısma deliği sabit)



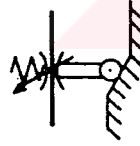
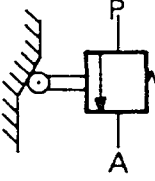
Kısma valfi
(Temas yüzeyleri keskin kenarlı ve kısma deliği sabit)



Ayarlanabilir kısma valfi
(Kumandalı)



Ayarlanabilir kısma valfi
(Mekanik kumandalı ve geri dönüş yaylı)



Ayarlanabilir kısma valfi
(El kumandalı)



Elektrik Uyarılılar



Tek yöne sargılı bobin
(Solenoid)



Elektrik motoru
(Sürekli dönme)



Elektrik motoru
(Adım motoru)



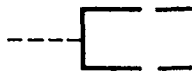
Hava Uyarılılar



Uyarı (Pilot) verilmesi ile



Uyarı boşaltma ile



Basınç farkı ile



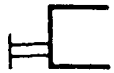
Hava merkezlemeli



Yay merkezlemeli

Uyarı Tipleri

Kas uyarılılar



Genel



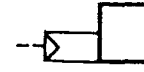
Düğmeli



Kollu



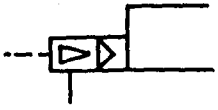
Pedallı



Dolaylı uyarı verilmesi ile



Dolaylı uyarı boşaltma ile



Çift kademeli yükseltici



Hava uyarılı
(Kumanda dönüşümü
oluşturur.)

Birleşik (Kombine) Uyarılar



Elektropnömatik kumandalı



Elektrikli veya
pilot kumandalı

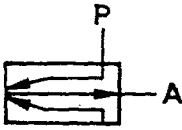


Genel (İzahatlı simge)

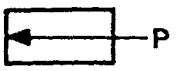


Elektrikli veya el kumandalı
(Geri dönüş yaylı)

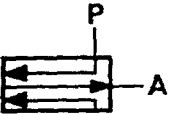
Özel Simgeler



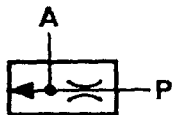
Reflex Duyarga



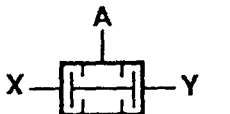
Duyargalarda gönderici
(verici)



VE valfi



Geri basınç duyargası



Duyargalarda alıcı

Diğer Elemanlar



Basınçölçer (Manometre)



Diferansiyel manometre



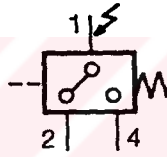
Termometre



Debimetre (Akış)



Debimetre (Hacim)



Basınç anahtarı



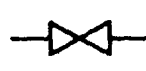
Basınç duyargası (sensor)



Sıcaklık duyargası



Debi duyargası

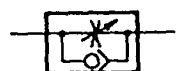


Kapama valfi

Cek valfli akış ayar valfleri



Akış ayar valfi (ayarlanabilir)



Keskin kenarlı akış ayar valfi
(ayarlanabilir)

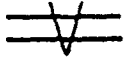
Enerji İletimi

	Basınç kaynağı
	Çalışma hattı
	Kumanda hattı
	Havalandırma (Egzos) hattı
	Bükülebilir hat
	Elektrik hattı
	Birleşen (kesişen) hatlar
	Kesişmeyen hatlar
	Hava atma
	Egzoza bağlantı yapılmamış çıkış
	Egzoza bağlantı yapılmış çıkış
	Kör tapa
	Bağlantı yapılabilir
	Cek valfsiz çabuk bağlantı elemanı
	Cek valfli çabuk bağlantı elemanı
	Sökülmüş çabuk bağlantı (Cek valfli)
	Sökülmüş çabuk bağlantı (Cek valfsiz)
	Bir yönlü döner bağlantı
	İki yönlü döner bağlantı

	Susturucu
	Pnömatik Biriktirici (Akümülatör)
	Filtre
	Su tutucu
	Su tutucu (Otomatik tahliye)
	Filtre ve su tutucu (Otomatik tahliye)
	Kurutucu
	Yağlayıcı
	Hava hazırlayıcı (Şartlandırıcı)
	Soğutucu
	Buzlanma önleyici

Mekanik Eleman Simgeleri

	Mil (Tek yönde dönen)
	Mil (Her iki yönde dönen)
	Mandal
	Mandal (*Mandalı çözmek için kumanda simgesi)



Atlama mekanizması



Mafsal bağlantı

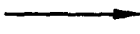


3 Kollu mafsal bağlantı



Sabit dayanma noktalı mafsal bağlantı

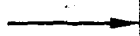
Hareketler



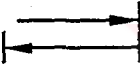
Ok yönünde doğrusal hareket



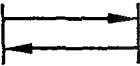
Çift yönde doğrusal hareket



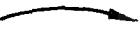
Sınırlı doğrusal hareket



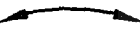
İleri ve geri sınırlı doğrusal hareket



İleri ve geri sınırlı, sürekli doğrusal hareket



Ok yönünde dönme hareketi



Her iki yöne dönme



Dönme hareketi sınırlanmış



Sürekli çevrim



Tek çevrim

Genel Simgeler



DIN 2481'e göre basınçölçer (Manometre)



DIN 40716'ya göre elektrik ölçme cihazı

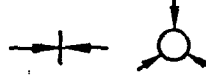


Elektrik motoru

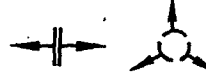
Kumanda Simgeleri



İşlem yerinin pozisyonu (İmâli)



Sıkıştırma, sıkma



Çözme, gevşetme



Sürgüleme



Sökme



Start



Stop



Start/Stop



Tuş, düğme (Basıldığı sürece çalışır.)



Herşey stop (Kırmızı renk)

Enerji Tipleri



Hidrolik



Pnömatik



Mekanik

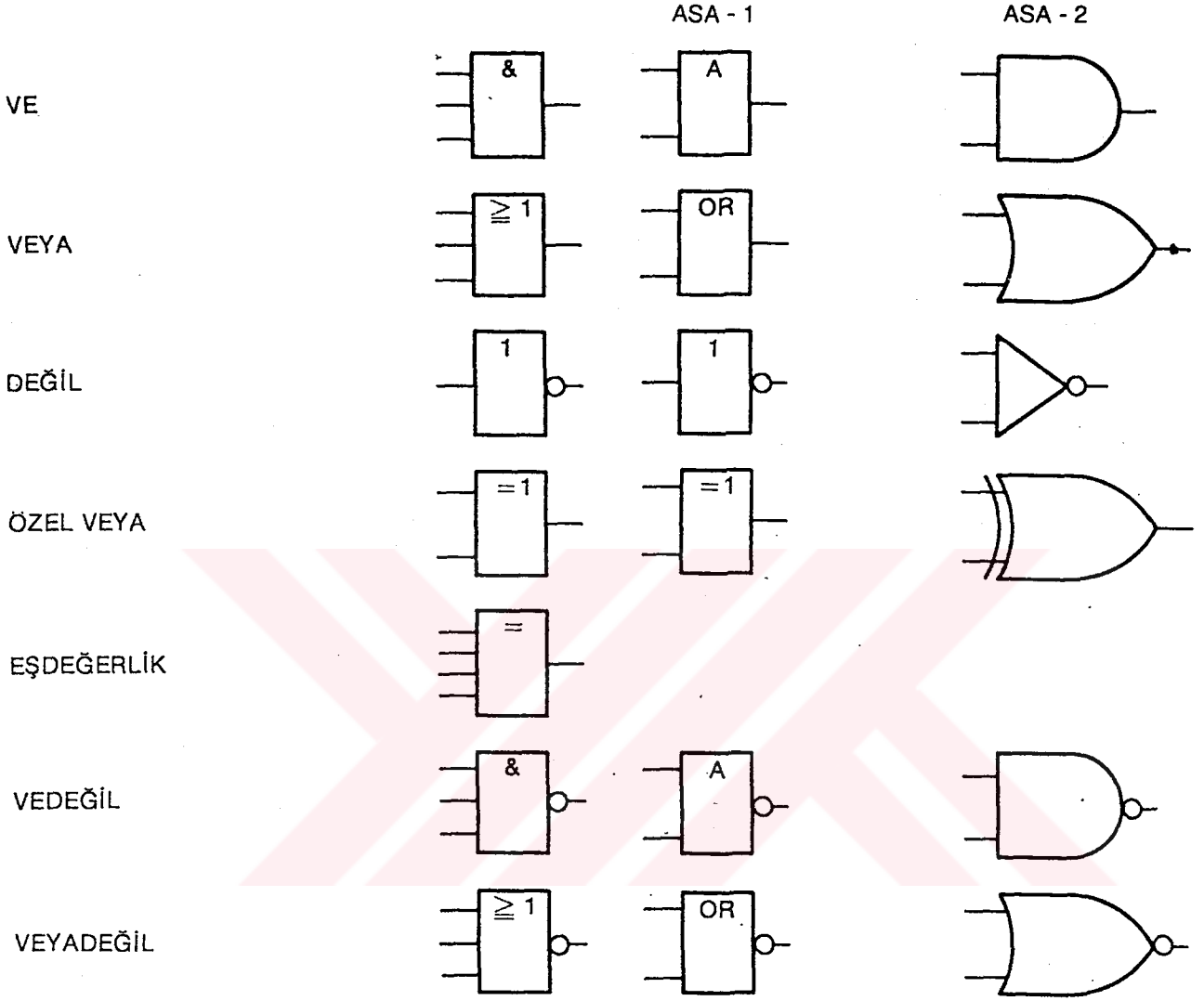


Elektrik

Lojik Simgeler

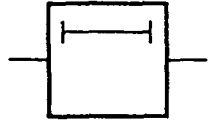
İkili lojik elemanlar

Amerikan Standartları Birliđi

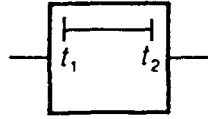


Gecikme Elemanları

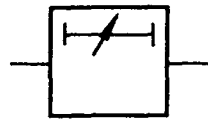
Gecikme, genel



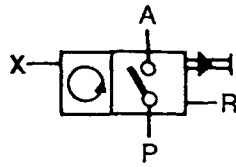
Gecikme değerleri belirtilmiř gecikme elemanı.



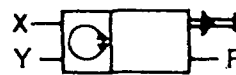
Ayarlanabilir gecikme elemanı



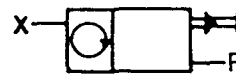
Sayaçlar



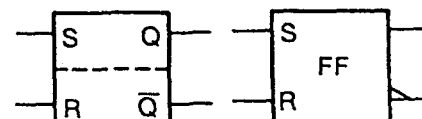
Eksiltme sayacı



Fark sayacı



Toplayıcı sayaç



Bellek elemanı

ŞEKİL LİSTESİ

I.1	Boyle-Mariotte İlkesi	4
I.2	Gay-Lussac İlkesi	5
II.1	Pistonlu Kompresörler	8
II.2	İki Kademeli Pistonlu Kompresör	9
II.3	Diyaframlı Kompresör	9
II.4	Paletli Kompresör	10
II.5	Vidalı Kompresör	11
II.6	Radyal Tip Komp.	12
II.7	Eksenel Tip Komp.	12
II.8	Kompresör Tiplerine Göre Basınç-Debi Diyagramı	12
II.9	Basınçlı Hava Depoları Montaj Şekilleri	14
II.10	Basınçlı Hava Deposu	15
II.11	Depo Büyüklüğü Saptama Diyagramı	16
II.12	Eşdeğer Boru Uzunluğu Diyagramı	18
II.13	Boru Çapı Diyagramı	20
II.14	Çizgisel Dağıtım Şebekesi	21
II.15	Şebekeden Ayrılma Şekli	21
II.16	Ana Dağıtım Şebekesinden Ayrılma Karakteristikleri	21
II.17	Yüksüklü Rekor, Bilezikli Rekor	22
II.18	Plastik Hortum Bağlantı Elemanları	23
II.19	Doyma Eğrisi	27
II.20	Absorption Yöntemi	28
II.21	Adsorption	28
II.22	Soutma Yöntemi	29
III.1	Tek Etkili Silindir ve Çeşitleri	34
III.2	Çift Etkili Silindir	35
III.3	Yastıklı Tip Silindir	35
III.4	Çift Milli Silindir	36
III.5	Çok Konumlu Silindir	36
III.6	Pnömatik Silindirlerin Bağlantı Şekilleri	37
III.7	Tek Etkili Pnömatik Silindirin Elemanları	38
III.8	Piston Keçesi Çeşitleri	40

III.9	Burkulma Problemi	42
III.10	Burkulma Diyagramı	43
III.11	1 cm Strok İçin Gerekli Hava Tüketimi	44
III.12	Valf Seçim Tablosu	46
III.13	Ayarlanmış Bir Hava Motoru İçin Güç ve Mil Hızı Arasındaki İlişki	47
III.14	Motora Giren Havanın Kısılması İle Hız Kontrolü	48
III.15	Basınç Değiştirilerek Hız Kontrolü Yapılması	49
III.16	Hava Motorları İle İlgili Bazı Karakteristikler	49
III.17	Hidropnömatik Basınç Yükselticisi	50
IV.1	Bilyalı Tip 2/2 Oturmalı Valf Kesiti	53
IV.2	3/2 Bilyalı Tip Valf Kesiti	53
IV.3	Disk Oturmalı 3/2 Normalde Açık Valf	54
IV.4	Disk Oturmalı Normalde Kapalı Valf	54
IV.5	Disk Oturmalı Normalde Açık 3/2 Valf	55
IV.6	Hava Uyarılı 3/2 Valf	56
IV.7	Hava Uyarılı Disk Oturmalı Normalde Kapalı Valf Kesiti	56
IV.8	5/2 Oturmalı Tip Hava Uyarılı Valf	57
IV.9	Doğrudan Kumandalı Tip Elektrik Uyarılı Valf Kesiti	58
IV.10	Dolaylı Elektrik Kumandası	59
IV.11	5/2 Sürgülü Tip Çift Hava Uyarılı Valf	60
IV.12	Pnömatik Valf Çeşitleri	61
IV.13	Çek Valf	61
IV.14	Hız Ayar Valfi	62
IV.15	Hız Azaltma Valfi	63
IV.16	Çabuk Egsoz Valfi	63
IV.17	VEYA Valfi	64
IV.18	VA Valfi	64
IV.19	Normalde Kapalı Zaman Rölesi	66
IV.20	Normalde Açık Zaman Rölesi	66
IV.21	Basınç Kontrol Valfinin Kapalı Olan Normal Konumu	67
IV.22	Basınç Kontrol Valfinin Açık Konumu	67

V.1	Elemanların Kodlanması	69
V.2	Hareket ve Kontrol Diyagramı	70
V.3	Devre Diyagramı	70
V.4	Kaskad Yapı	70
V.5	Kayıt Kaydırma Yöntemi	72
VII.1	Tek Etkili Bir Silindirin Denetimi	75
VII.2	Çift Etkili Bir Silindirin Denetimi	75
VII.3	Silindirlerin Dolaylı Denetimi	76
VII.4	Çift Etkili Bir Silindirin Ara Bir Konumda Tutulması	76
VII.	Tek Etkili Silindirin İleri ve Geri Hızının Ayarlanması	77
VII.6	Çift Etkili Silindirin İleri Hareketinin Yavaş, Dönüşünün Hızlı Olmasını Sağlayan Devre	77
VII.7	Tek Etkili Silindirde VEYA Valfinin Kullanılması	78
VII.8	Çift Etkili Silindirde VEYA Valfi Uygulaması	78
VII.9	Tek Etkili ve Çift Etkili Bir Silindirde Giren ve Çıkan Havanın Kısılması	78
VII.10	Tek Etkili Bir Silindirde Çabuk Egzost Valfi ve VE Valfi Uygulaması	79
VII.11	Çift Etkili Bir Silindirde Normalde Kapalı Zaman Rölesi Uygulaması	79
VII.12	Çift Etkili Bir Silindirde Normalde Açık Zaman Rölesi Uygulaması	80
VII.13	Perçinleme Aparatı, Devre ve Diyagramları	81
VII.14	Hareket ve Kontrol Diyagramı	82
VII.15	Başlama Sinyalinin Kilitlenmesi	82
VII.16	Damgalama Düzeni, Hareket ve Kontrol Diyagramı	83
VII.17	Kaskad Yöntemi İle Çizilmiş Devre Şeması	83
VII.18	Etiketleme Aparatı, Hareket ve Kontrol Diyagramı	84
VII.19	Pnömatik Devre Diyagramı	85
VII.20	Acil Durdurmanın 0.3 ile Sağlanması	86
VII.21	Grup Sayısının 3 Olması Halinde Kaskad Çözüm	87
VII.22	Saç Bükme Aparatı, Hareket ve Kontrol Diyagramı	88
VII.23	Mafsal Makaralı Valf İle Çözüm	89

VII.24	Kaskad Yöntemi İle Çözüm	90
VII.25	Pnömatik Perçinleme Düzeni	91
VII.26	Pnömatik Perçinleme Düzeninin Devre Şeması	92



Ö Z E T

Basınçlı havanın bir enerji olarak kullanıldığı Pnömatik Sistemler, endüstrinin her alanında kullanılmaya başlamıştır. Havanın sıkışabilen özelliği nedeniyle pnömatik sistemlerde düşük basınçta kuvvetler üretilmektedir. Pnömatik devre elemanlarının ekonomik oluşu ve basınçlı hava tesisatının bütün üretim atelyelerinde bulunması nedeniyle çok büyük bir yatırıma gerek duyulmadan iş parçalarının sıkıştırılması, taşınması, montaj işlemlerinin yapılması gibi işler için pnömatik elemanlar kullanılabilir.

Bu tezin konusunu da pnömatik elemanlar, çalışma yöntemleri, nerede ve nasıl kullanılacağı, sistemleri ve sanayide uygulama alanları oluşturmaktadır.

S U M M A R Y

Industries of all kinds commenced using pneumatic systems where the air pressure is utilized as a source of energy. Due to compressible characteristic of air pneumatic systems are able to produce force with low pressures. Owing to pneumatic circuit elements are low-cost items, and pressurized air devices are abundant at almost all production factories, pneumatic elements may be utilized to compressing working items, lifting and carrying there of, and effecting assembly jobs, may be implemented without initiating great investment costs.

Subject and scope of this thesis is comprised of pneumatic elements, their operating methods, places and times of application, their systems and application areas within the industry.

I. PNÖMATİĞİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

I.1. PNÖMATİĞİN TARİHÇESİ VE GELİŞİMİ

Endüstride, basınçlı ve kontrol edilebilen hava ile çalışan sistemlere pnömatik sistemler denir. Basınçlı havanın bir enerji olarak kullanılması gittikçe yaygınlaşmaktadır. Pnömatik enerjinin kaynağı olan havanın atmosferde sınırsız olarak bulunması nedeniyle, pnömatik sistemler birçok alanlarda tercih edilmektedir.

Havanın bir enerji iletim türü olarak kullanılabilmesinin farkedilmesi 1000 yıl kadar öncelere dayanır. Kesin olarak bilinen ilk basınçlı hava uygulamasını Yunanlı Ktesibios 2000 yıl kadar önce yaptığı basınçlı hava mancınığı ile gerçekleştirmiştir.

Pnömatik, Yunanca "nefes alıp verme" anlamına gelen "Pneuma" kelimesinden türetilmiştir. Daha sonraları havanın ve tüm diğer gazların özelliklerini, etkilerini ve uygulamalarını içeren bilim dalına da pnömatik diyoruz.

Pnömatik esasların çok eskilerden beri bilinmesine rağmen sistematik olarak araştırılmasına geçen yüzyılda başlanmıştır. Gerçek anlamda Endüstriyel Pnömatik Uygulamaları 1950 yılından sonra başlamıştır. Endüstrinin hemen hemen bütün alanlarında işin sıkılması, gevşetilmesi, ilerletilmesi, doğrusal ve dairesel hareketlerin üretilmesi gibi çeşitli işlemler pnömatik sistemlerden yararlanıldığında daha ekonomik olmakta ve çok hızlı hareketler üretilebilmektedir.

Sonuç olarak; Yapılan çalışmada pnömatiğin sanayide uygulama alanları örneklerle sunulmuştur.

I.2. HAVANIN ÖZELLİKLERİ

Gazların uygun bir karışımı olan hava yaklaşık % 78 Nitrojen ve % 21 Oksijen ihtiva eder. Ayrıca içerisinde küçük oranlarda CO₂, H₂, Ne, He, Kripton ve Ksenon gibi gazlar da mevcuttur.

Havayı meydana getiren gaz karışımı deniz seviyesinden 20 km yüksekliğe kadar değişken değildir. Yüksekliğin artmasıyla birim hacimdeki gaz molekülleri miktarı azalır. Bu nedenle havanın temel karakteristikleri değişebilir. Belirli sıcaklık ve basınç altında birim hacimdeki molekül sayısı sabittir. Örneğin, 0°C ve latm. basınç altında 1 cm³ hava içerisinde 2.705 x 10¹⁹ molekül bulunur.

Deniz seviyesindeki (+15°C ve 1,013 bar) kuru havanın bazı fiziksel sabitleri ;

Kaynama noktası	78,8 K
Kritik basınç (mutlak)	37,66 bar
Kritik sıcaklık	132,52 K
Yoğunluk	1,225 kg/m ³
Dinamik yapışkanlık	17,89 x 10 ⁻⁶ Pa.s
Donma noktası	57-61 K
Gaz sabiti	287,1 J/(kg.K)
Kinematik yapışkanlık	14,61 x 10 ⁻⁶ m ² /s
Ortalama çarpışma çapı	0,365 x 10 ⁻⁹ m
Sabit basınçtaki özgül ısı kapasitesi	1,004 kJ/(kg.K)
Ses hızı	340,29 m/s
Isıl iletkenlik	0,025 w/(m.k)

I.3. BASINÇLI HAVANIN OLUMLU VE OLUMSUZ ÖZELLİKLERİ

Olumlu Özellikleri ;

1. Pnömatik enerjinin kaynağı olan hava sınırsız ölçüde her yerde bulunur ve her an kullanma hazırdır.

2. Basınçlı hava çok uzak mesafelere (1000 metreye kadar) kolaylıkla iletilebilir.

3. Basınçlı hava gerektiğinde kullanılmak üzere depo edilebilir. Bu durum kompresörün sürekli çalışmasını gerektirmez.

4. Basınçlı hava sıcaklık değişimlerine karşı hassas değildir. Bu nedenle yüksek sıcaklıklarda bile emniyetli bir çalışmayı garanti eder.

5. Patlama ve yanma tehlikesi yoktur.

6. Hava temizdir, meydana gelecek sızıntılar çevreyi kirletmez ve pislik yapmaz. Bu nedenle kağıt, ilaç, gıda, tekstil, deri ve kimya sanayisinde tercih edilir.

7. Devre elemanları basit ve ucuzdur.

8. Pnömatik silindirlerde piston hızlarda 1-2 m/s'ye kadar ulaşabilir.

9. Hızlar ve kuvvetler kademesiz olarak ayarlanabilir.

10. Havalı el aletleri veya çalışma elemanları aşırı yük halinde sadece dururlar. Yük kalktığında tekrar çalışmaya devam ederler.

Olumsuz Özellikleri ;

1. Basınçlı hava kullanılmadan önce bazı ön hazırlıklar yapılmalıdır. Hava içerisinde toz ve nem bulunmamalıdır.

2. Basınçlı hava ile üniform ve sabit piston hızlarının elde edilmesi mümkün değildir.

3. Basınçlı hava ancak belirli kuvvet seviyesine kadar ekonomiktir. Bu seviye normal şartlarda kullanılan 7 bar çalışma basıncında 2000-3000 daN'dur.

4. Tahliye havası gürültülüdür. Bu problem susturucuların geliştirilmesiyle büyük oranda giderilmiştir.

5. Basınçlı hava enerji kaynağı olarak pahalıdır. Pnömatik sistemdeki devre elemanlarının ucuzluğu ve yüksek performansı bu dezavantajı bir ölçüde dengeler.

I.4. TEMEL İLKELER

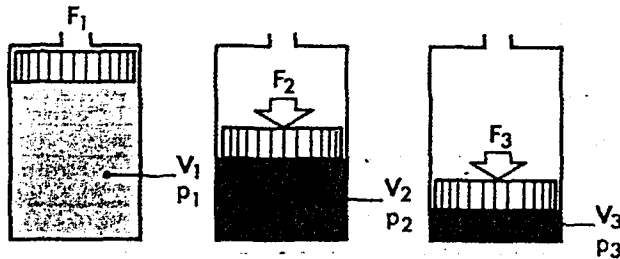
I.4.1. Sıkıştırılabilirlik Özelliği

Diğer tüm gazlar gibi havanın da belirli bir şekli yoktur. İçinde bulunduğu hacmin şeklini alır. Çok küçük kuvvetlerle bile şeklini değiştirir. Sıkıştırılabilir ya da genişlenebilir bir yapıya sahiptir.

I.4.2. Boyle-Mariotte Kanunu

Sıcaklığı sabit kalacak şekilde sıkıştırılan kapalı bir kaptaki gaz kütesinin basıncı ile hacminin çarpımı sabittir.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_3 \cdot V_3 = \text{SABİT}$$



Şekil I.1. Boyle-Mariotte İlkesi.

I.4.3.Sıcaklık etkisi ile hava hacminin değiştirilmesi

Hava sabit basınç altında 1°K 'lik ısıtma ile hacminin $1/273$ 'ü kadar genişir.

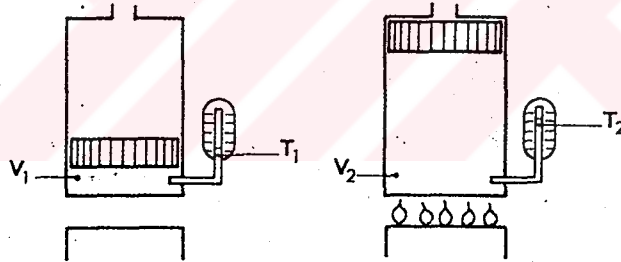
I.4.4.Gay-Lussac Kanunu

Bir gaz, ilk sıcaklığı ve cinsi ne olursa olsun ve hangi basınç altında bulunursa bulunsun bu basıncın sabit kalması koşuluyla eşit miktarlar kadar ısıtılınca eşit miktarlar kadar genişir.

$$V_{T2} = V_{T1} + \frac{V_{T1}}{273} \cdot (T_2 - T_1)$$

V_{T1} ; T_1 sıcaklığındaki hacim

V_{T2} ; T_2 sıcaklığındaki hacim



Şekil I.2. Gay-Lussac İlkesi.

II. BASINÇLI HAVANIN HAZIRLANMASI

Pnömatik sistemlerde kullanılan basınçlı havanın üretimi kompresörler tarafından gerçekleştirilir. Basınçlı hava üretimi genellikle merkezi bir basınç kaynağından sağlanır ve sisteme boru ya da hortumlarla iletilir. Böylece her kullanıcı için ayrı basınç kaynağı kullanmaya gerek kalmaz. Yer değiştiren makina ya da el aletleri için seyyar kompresörlerden yararlanılır.

II.1. KOMPRESÖRLER

Pnömatik sistemlerde kullanılacak olan basınçlı havayı üretmek için kompresörler kullanılır. Kompresörler çalışma şartlarına uygun olarak değişik kapasitelerde seçilirler. Kompresörlerin kapasitelerini seçerken, kullanılacak olan pnömatik araçların sayıları ve dakikada üretilecek hava miktarı dikkate alınır. Küçük işler için yeterli kapasitede seyyar kompresörler seçilirken, büyük atelyeler ve fabrikalar için gerekli olan basınçlı havayı üreten özel "Basınçlı hava üretim merkezleri" kurulur.

Uluslararası standartlar tarafından yapılan tanımlamaya göre "Kompresör Kapasitesi" ; Giriş noktasında standart sıcaklık, standart basınç vb. koşullarda sıkıştırılan gazın çıkış noktasındaki gerçek hacimsel debisidir.

Kompresörlerin tanımlanması çıkış debisi ve basınç değerleri ile yapılır. Çıkış debisi, standart basınç ve sıcaklık koşulları altında $Nm^3/dk.$ ya da $Nlt/dk.$, çevre koşulları altında ise m^3/dk veya lt/dk olarak ifade edilir. Çıkış basıncı ise bar olarak ifade edilir. Kompresör tipine bağlı olarak çıkış debisi birkaç

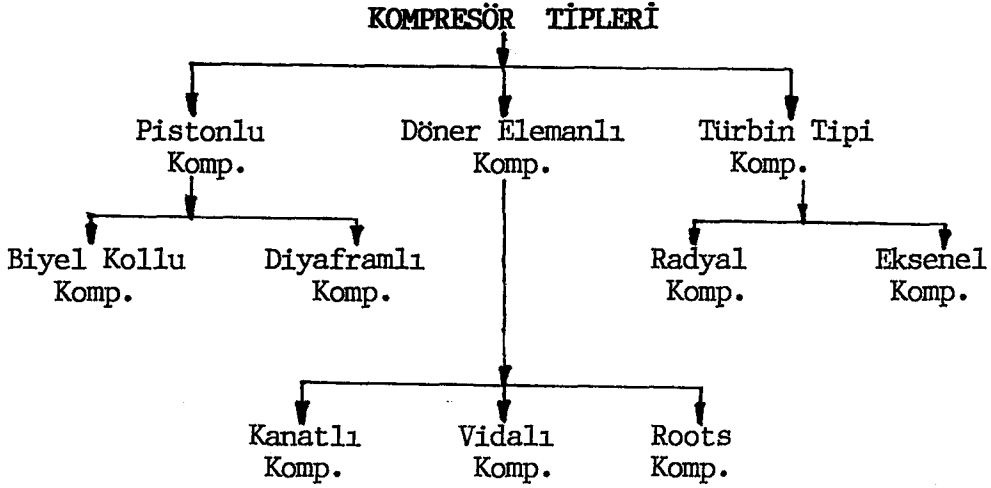
1t/dk'dan - 50.000 m³/dk'ya kadar, çıkış basıncı ise 1000 bara kadar değişebilir.

Bir hava kompresörü 7 bar'da, 1 m³ hava üretmek için 6.5 kW'lık güç gerektirir.

Kompresörler ya bir elektrik motoru ile veya içten yanmalı bir motorla tahrik edilir. En çok kullanılan tip ise, motorun hava deposunun üzerine monte edilmiş olanlarıdır. Kompresörün hava deposunun altında, yoğunlaşan suyun alınması için kullanılan bir musluk bulunur. Bu suyun günde bir defa alınması gerekir. Kompresörlerde soğutma çok önemlidir. Çünkü sıkıştırılan havanın ısınması sonucu sistemin verimi düşer ve ısınmış olan havanın yağla karışması ise patlamalara yol açabilir.

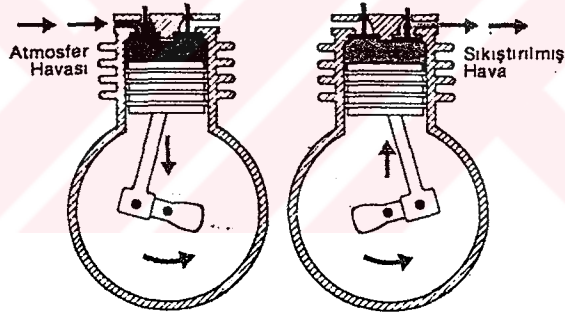
II.1.1. Kompresör tipleri

Genel olarak, sıkıştırma şekline göre kompresörler iki tiptir. Bunlardan birincisinde kapalı bir kap içerisindeki hava, kabın hacmi küçültülerek sıkıştırılır. (Pistonlu kompresörler, döner elemanlı kompresörler) İkinci tipte ise hava bir taraftan emilerek hızlandırılır. Daha sonra bu hız enerjisi basınç enerjisine dönüştürülerek çıkış hattında istenen basınca ulaşılır. (Türbin tipi kompresörler)



II.1.1.1. Pistonlu Kompresörler

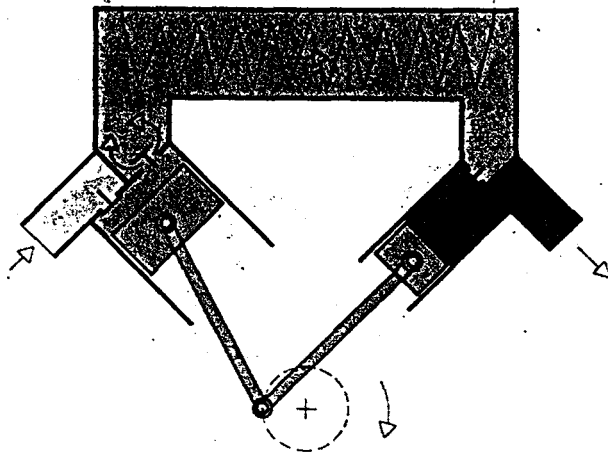
a. Biyel Kollu Kompresörler



Şekil II.1. Pistonlu Kompresörler.

En çok kullanılan kompresör tipidir. Düşük ve orta basınçlar yanında yüksek basınç sağlayan tipleri de vardır. Yüksek basınçlı tipleri birden fazla kademelidir. Birden fazla kademeli olanlarda kademeler arası soğutma (hava veya su) uygulanır. Ardarda gelen sıkıştırma hacimleri bir öncekinden küçüktür. Böylece toplam sıkıştırma oranı büyültmek suretiyle çıkış basıncının yüksek değerlere ulaşması sağlanmış olur. Genellikle 4 bara kadar tek kademeli, 15 bara kadar çift kademeli, 15 barın üzerindeki basınç değerleri için ise 3 ya da çok kademeli

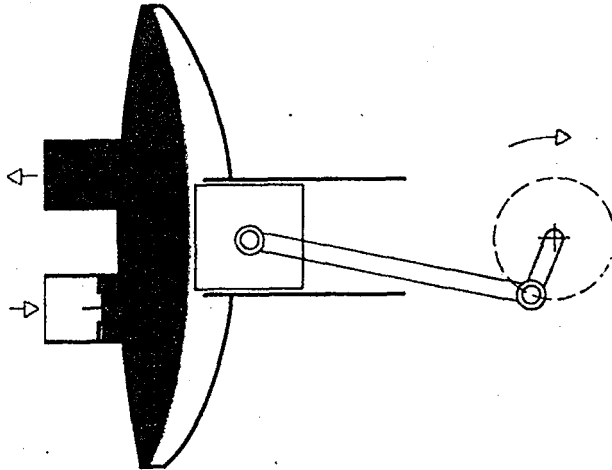
pistonlu tip kompresörler avantajlıdır. 12 bara kadar tek kademeli, 30 bara kadar iki kademeli, 220 bara kadar 3 kademeli tipleri ekonomik değildir.



Şekil II.2. İki Kademeli Pistonlu Kompresör.

b. Diyaframlı Kompresörler

Bu tip kompresörlerde piston emme odasından bir diyafram ile ayrılmıştır. Kompresörün tahrik miline bağlı bir biyel kolu vasıtasıyla diyaframa ileri ve geri hareket verilerek emme ve basma gerçekleştirilir. Böylece havanın hareketli elemanlarla teması önlenerek temiz kalması sağlanır. Bu tip kompresörler teneffüs havası



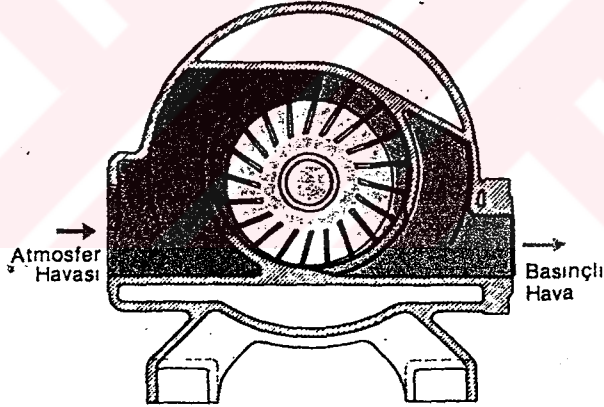
Şekil II.3. Diyaframlı Kompresör.

teminin ecza ve kimya endüstrisi gibi temiz hava gereği olan uygulamalarda kullanılır.

II.1.1.2. Döner Elemanlı Kompresörler

a. Paletli Kompresörler

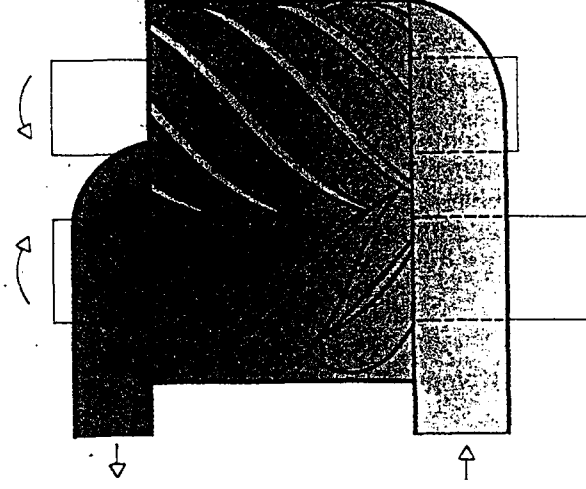
Silindirik bir gövde içerisine eksantrik olarak yerleştirilmiş bir rotor ve rotora açılan yarıklara yerleştirilen paletlerden oluşur. Rotorun dönmesiyle oluşan santrifüj kuvvet gereğince paletler yarıklardan dışarıya doğru savrularak gövdeye temas ederler. Birbirini takip eden iki palet arasında emiş sırasında giren hava rotorun eksantrikliği nedeniyle küçülen hacimde sıkışarak sisteme basılır.



Şekil II.4. Paletli Kompresör.

b. Vidalı Kompresörler

Birbiri ile ters yönde dönen asimetric profilli iki vida elemanı arasında tutulan hava dönme devam ettikçe hacmin daralması nedeniyle sıkışır.



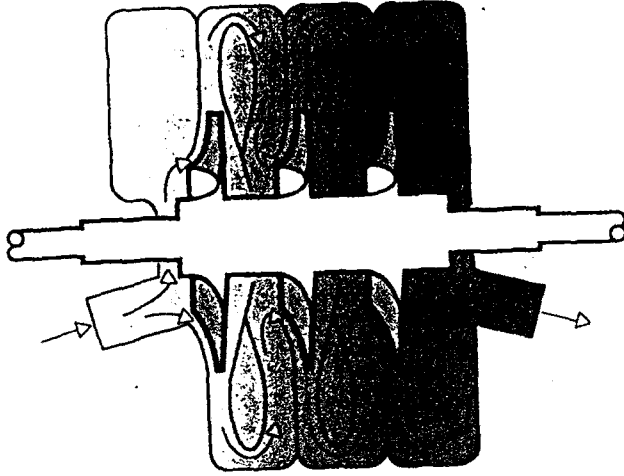
Şekil II.5. Vidalı Kompresör.

Yağlı ya da yağsız olmak üzere 2 tipi vardır. Yağlı tiplerde yağ 3 amaçla püskürtülür.

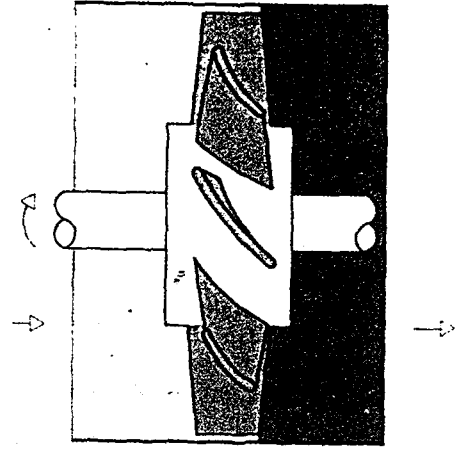
- a. Yağlama yapmak,
- b. Yağ filmi oluşturarak havanın geriye kaçmasını önlemek,
- c. Soğutma yapmak.

II.1.1.3. Türbin Tipi Kompresörler

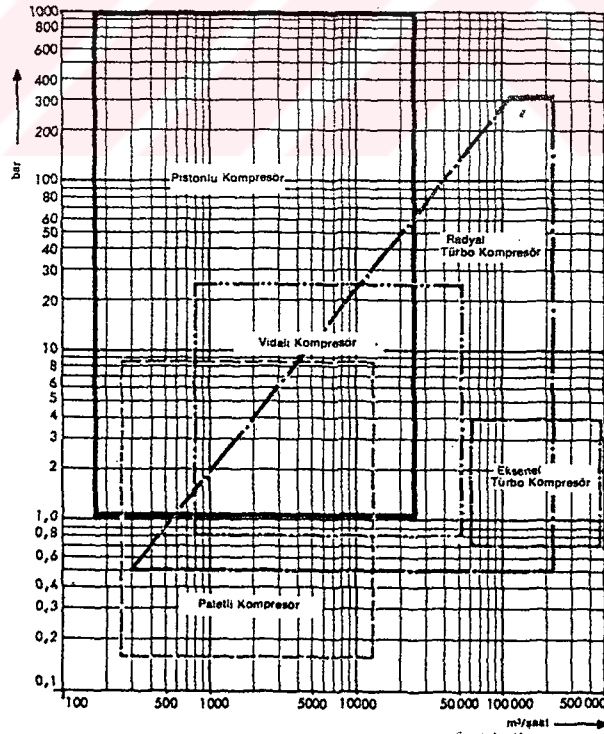
Akış (flow) tipli kompresör adı verilen Turbo kompresörler, büyük çapta basınçlı hava üretiminde kullanılır. Radyal ve aksenal olarak iki tipte yapılırlar. Bir veya birden fazla türbin kanatları tarafından hava yüksek hızda bir yandan diğer yana gönderilir. Bu sırada yüksek değerdeki kinetik enerji, basınç enerjisine dönüştürülmüş olur.



Şekil II.6. Radyal Tip Komp.



Şekil II.7. Eksenel Tip Komp.



Şekil II.8. Kompresör Tiplerine Göre Basınç-Debi Diyagramı.

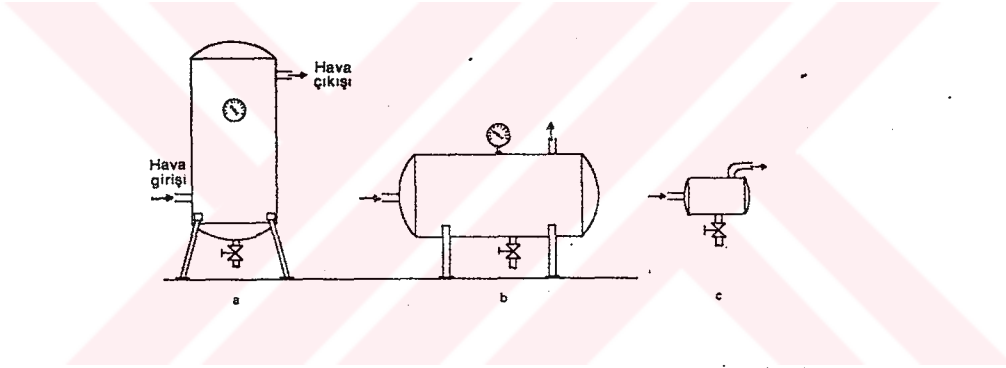
TABLO II.1. HAVA KOMPRESÖRLERİNİN TİPİK ÖZELLİKLERİ

	Pistonlu		Döner Elemanlı (Rotary)			Türbin Tip	
	Tek etkili	Çift etkili	Roots	Paletli	Vidalı	Radyal	Eksenel
Kapasite	Basınca bağımlı değildir, dönme sayısı ile orantılı olarak artar. (Roots tipi hariç)					Basınçla düşer, dönme sayısı ile artar.	
Basınç	Dönme sayısına bağlı değildir.					Dönme sayısı ile artar.	
Kapasite Aralığı (m ³ /dk)	0-9	9-90	0-1200	0-180	Yağlı Tip: 1.8-60 Kuru Tip: 1.8-600	30-600	600-18 000
Hava Akımı	Titreşimli	Az Titreşimli	Çok Titreşimli	Çok az, yüksek frekanslı titreşim		Titreşimsiz	
Kademe Sayısı	1-4	1-6	1-2	1-2(3)		1-6	10-15
Basınç Aralığı (bar)	1-500 1 Kademeli: 7 2 Kademeli: 30 3 Kademeli: 100 4 Kademeli: 300	1-1000 1 Kademeli: 4.5 2 Kademeli: 21 3 Kademeli: 35	1 Kad. 1.1 2. Kad. 3.5	1 kad. 4 2 Kad. 10	Yağlı: 1 Kad. 9 Kuru: 1 Kad. 3.5 2 Kad. 10	0-30	0-6
Soğutma	Hava (Su)	Hava (Su)		Sıvı enjeksiyon, Hava, Su	Hava, Sıvı, Sıvı enjeksiyon	Su. Gövde normal olarak soğutmasız	
Dönme Sayısı (dev./dk.)	600-1800	300-1000	600-3600	400-3600	1000-20000	5000-80000	6000-20000
Hareketli Elemanların Hızı (m/sn.)	Ortalama Piston Hızı 2-5 m/sn.			Max. Hız		Çevresel Hız 150-320	
Vibrasyon	Normal		30-50	12-20	80-100	ÇOK AZ	
Ağırlık	Normal		HAFİF			Kapasiteye bağlı	
Hareketli Parça Sayısı	Fazla		AZ			AĞIR	
Enerji Tüketimi	Düşük		Pistonlu tiplere göre %6-20 daha fazla			AZ	
Yağ Tüketimi (Yağlı Tiplerde)	Normal		—	Fazla	Normal	—	
Soğutma Suyu Tüketimi	Normal		% 30 Fazla			Normal	
Gürültü Seviyesi	Normal		Fazla	Fazla	Düşük	Şok Limitini Geçince Fazla	
Yatırım Maliyeti	Düşük	Düşük	Normal	Fazla	Düşük	Fazla	
İşletme Maliyeti	Normal		Normal	Fazla	Düşük	Düşük	Düşük

II.2. BASINÇLI HAVA DEPOLARI

Basınçlı hava depoları kompresörlerin çıkışına yerleştirilir. Basınç dalgalanmasının önüne geçilmesi, basınçlı havanın soğutulması için ek bir yüzey sağlanması ve bu yolla da hava içindeki nemin yoğuşarak ayrılmasına yardımcı olur.

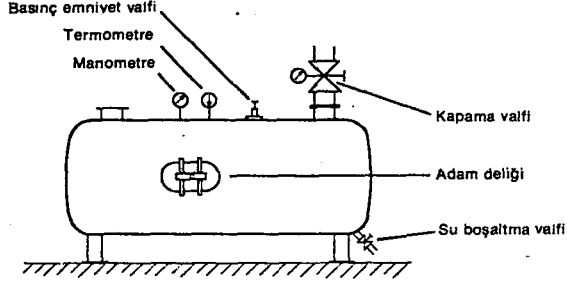
Şekil II.9'dan da görüleceği gibi basınçlı hava depoları yatay, düşey veya küçük tiplerde direk hat üzerine bağlanabilir. Hava çıkışı daima deponun üst seviyesinde olmalıdır. Böylece depo içerisinde yoğuşan suyun devreye karışmasının önüne geçilmiş olur.



Şekil II.9. Basınçlı Hava Depoları Montaj Şekilleri.

Bir basınçlı hava deposunun büyüklüğü ;

- Kompresör kapasitesine,
- Hava tüketimine,
- Boru şebekesine,
- Kompresörün kapasite kontrol tipine,
- Müsaade edilebilir basınç düşümüne bağlıdır.



Şekil II.10. Basınçlı Hava Deposu.

Depo Büyüklüğünün Saptanması ;

Şekil II.11'deki diyagramdan kolaylıkla tespit edilir. Bunu bir örnekle açıklayalım :

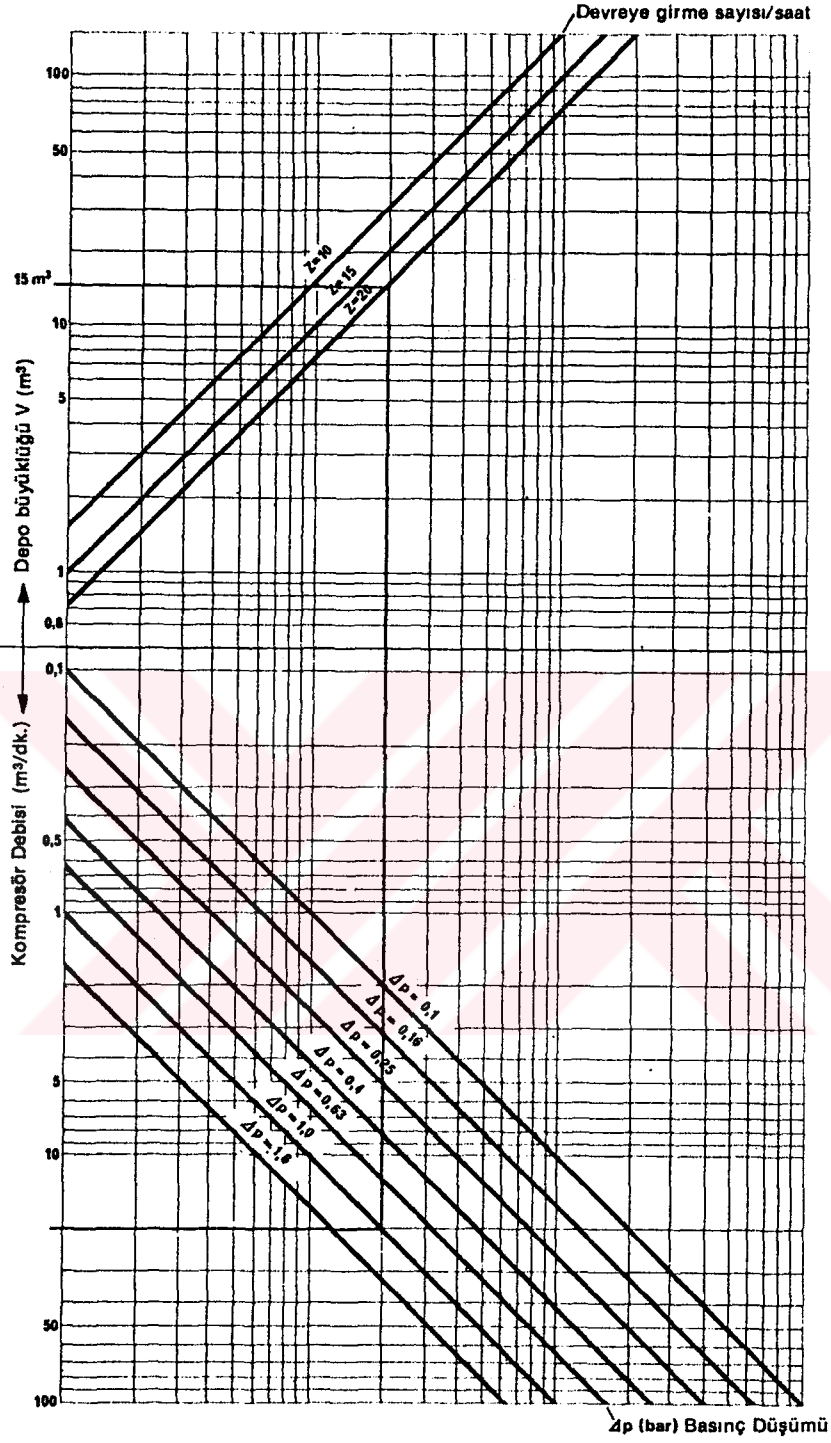
Kompresör debisi	$Q = 20 \text{ m}^3/\text{dk.}$
Saatteki devreye girme sayısı	$Z = 20$
Basınç düşümü	$P = 1 \text{ bar}$

Verilenler diyagramda yerine konursa depo büyüklüğü

$$V = 15 \text{ m}^3$$

bulunur.

Pratikte depo büyüklüğü (m^3 olarak) kompresörün m^3/dk olarak dağıtma kapasitesine eşit olarak ta alınabilir.



Şekil II.11. Depo Büyüklüğü Saptama Diyagramı.

II.3. BORU ÇAPININ HESAPLANMASI

Bir pnömatik sistemin sağlıklı olarak çalışabilmesi için uygun bir boru çapı seçimi gereklidir. Boru çapının küçük seçilmesi akış hızını artırarak önemli bir basınç düşümüne sebep olacaktır. Boru çapının büyük olması ise zaman ve hava kaybına neden olacaktır. Uygun boru çapı seçiminde dikkate alınması gereken hususlar şunlardır ;

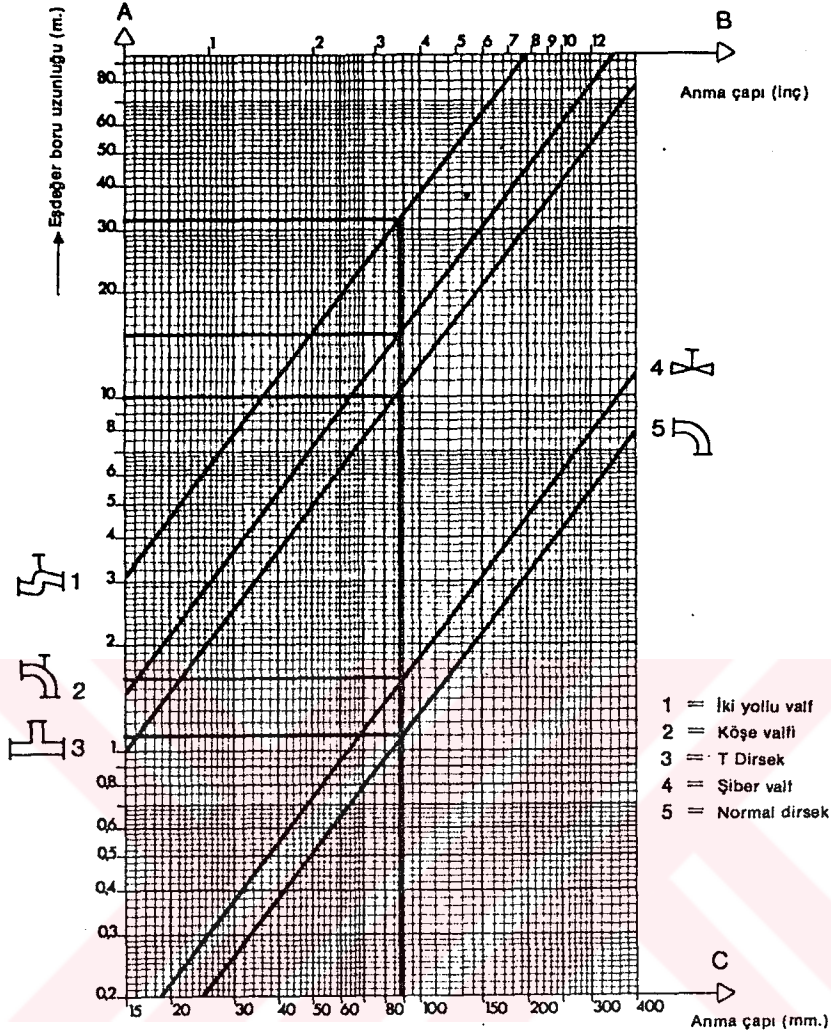
- Akış hızı,
- Kabul edilebilir basınç düşümü,
- Çalışma basıncı,
- Devredeki akışı kısıtlayan eleman sayısı,
- Boru uzunluğu.

Ana boru şebekesinde boru içindeki akış hızı 6-10 m/s arasında olmalıdır. Basınç kaynağı ile kullanıcı arasındaki basınç düşümünün 0,1 bar değerini aşmaması istenir. Bunun dışında pratikte kullanılan bir başka ölçü de basınç düşümünün işletme basıncının % 15'ini aşmamasıdır.

Valfler, dirsekler, T'ler, redüksiyonlar gibi devre elemanları akışı kısıtlayan elemanlardır. Bunların boru çapına etkisi ya da bir sürtünme faktörü olarak ya da pratikte en çok kullanılan şekliyle eşdeğer boru uzunluğu olarak gözönüne alınmalıdır.

Boru çapının hesaplanmasında Şekil II.13'deki diyagram kullanılır. Buru bir örnek ile inceleyecek olursak ;

Bir fabrikanın hava tüketimi $4 \text{ m}^3/\text{dk}$ ($240 \text{ m}^3/\text{saat}$) dir. Üç yıl içinde hava tüketiminde meydana gelebilecek artış % 300 olacaktır. Böylece 3 yıl sonra toplam hava tüketimi $16 \text{ m}^3/\text{dk}$ ($960 \text{ m}^3/\text{saat}$) olacaktır. Boru uzunluğu



Şekil II.12. Eşdeğer Boru Uzunluğu Diyagramı.

280 m'dir. Boru hattı üzerinde 6 adet T dirsek, 5 adet normal dirsek, 1 adet 2 yollu valf bulunmaktadır. Kabul edilebilir basınç düşümü $P = 0,1$ bar ve işletme basıncı 8 bardır. Boru çapını hesaplayalım :

Şekil II.13'de A ekseni üzerindeki boru uzunluğu ile B ekseni üzerindeki hava tüketimi miktarı, düz bir çizgi ile birleştirilir. Bu çizgi C eksenine doğru uzatılarak C ekseni kestirilir. C ekseni üzerinde bir nokta bulunur.(1) E ekseni üzerindeki işletme basıncı ile G ekseni üzerindeki basınç düşümü miktarı düz bir çizgiyle

birleştirilir. Bu çizginin F eksenini kestiği yerde bir nokta (2) daha elde edilir. Elde edilen (1) ve (2) noktaları birbiriyle birleştirilirse bu çizgi, üzerinde boru çaplarının işaretli olduğu D eksenini bir noktada keser. Buradan boru çapı 90 mm olarak okunur. Devre üzerinde bulunan kısıtlayıcı elemanların akışa karşı dirençleri eşdeğer boru uzunluğu devre üzerindeki bu tip kısıtlayıcı elemanların akışa karşı yaptıkları direncin aynısını yapabilecek düz bir borunun uzunluğudur. Şekil II.12'deki diyagramdan yararlanarak eşdeğer boru uzunluğu bulunur.

6 adet T Dirsek	6 x 10,5 = 63 m.
1 adet İki kollu valf	1 x 32 = 32 m.
5 adet Normal dirsek	5 x 1 = 5 m.
Eşdeğer boru uzunluğu	<hr/> 100 m.

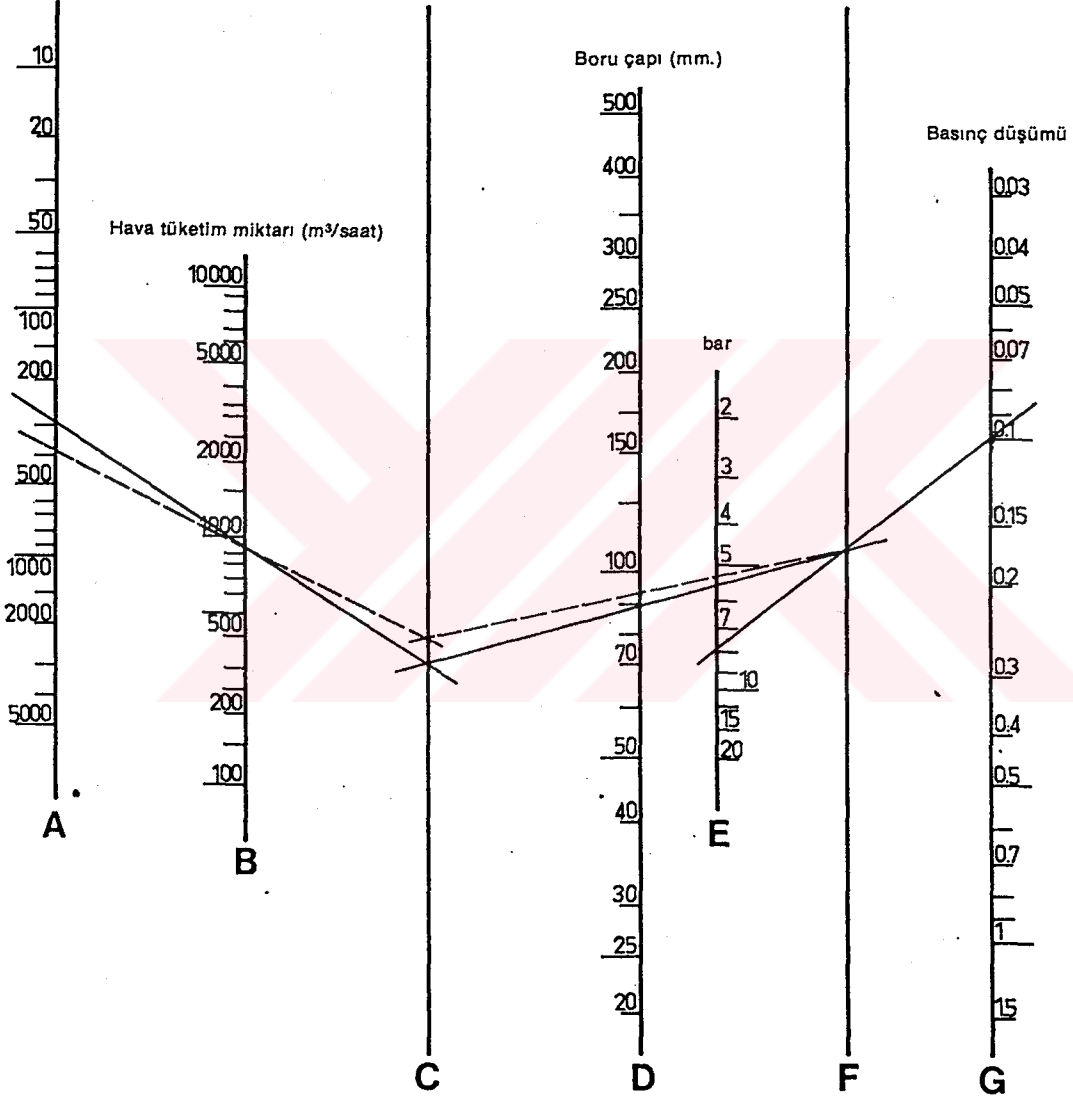
Daha önceki boru uzunluğu 280 m idi.

Boru iç çapını bulurken dikkate alınacak olan boru uzunluğu ;

$$280 \text{ m} + 100 \text{ m} = 380 \text{ m 'dir.}$$

Yeni bulduğumuz boru uzunluğunu Şekil II.13'de yerine koyacak olursak yeni boru çapı 95 mm olarak bulunur.(Kesik çizgiler) Boru standartları dahilinde olmayan ölçüler bir üst boru çapına yuvarlatılır.

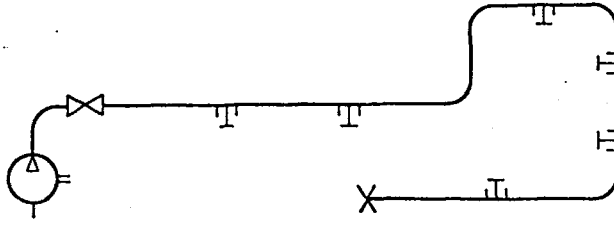
Boru uzunluğu (m)



Şekil II.13. Boru Çapı Diyagramı.

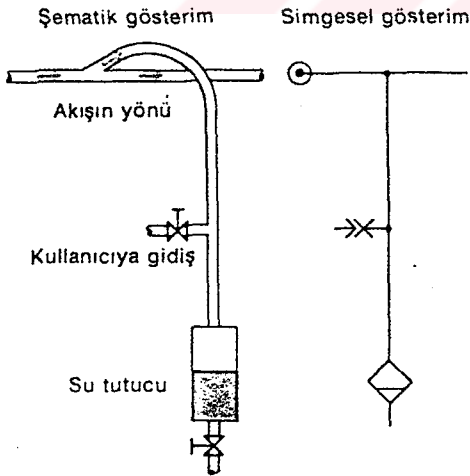
II.4. BORU ŞEBEKELERİNİN DÖŞENMESİ

En az boru çapının seçilmesi kadar önemlidir. Bu hatlarının bakım ve kontrolü periyodik olarak yapılır. Bu yüzden boru hatları bakımı güçleştirecek dar kanallardan geçirilmemeli ve önüne duvar örülmemelidir.

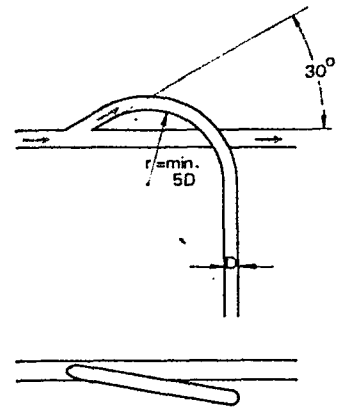


Şekil II.14. Çizgisel Dağıtım Şebekesi.

Dağıtım şebekesinde basınç kaynağı ile kullanıcı arasında % 1-2 eğim bulunur. Yoğuşan suyun basınçlı havaya karışmaması için ana dağıtım şebekesinden ayrılmalar deve boynu ile ve uygun yarıçaplarda yapılmalıdır.



Şekil II.15. Şebekeden Ayrılma Şekli.

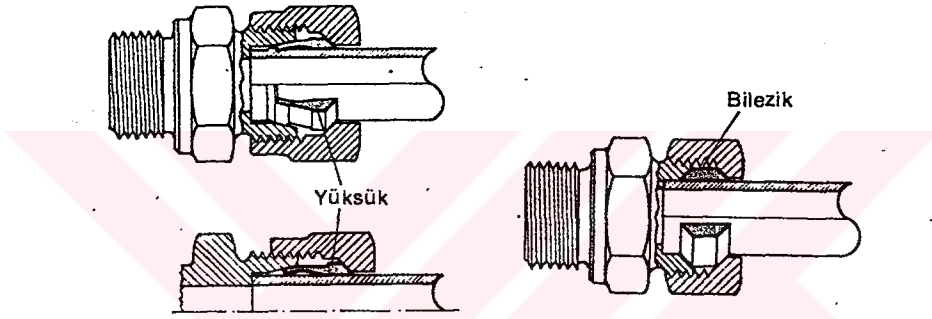


Şekil II.16. Ana Dağıtım Şebekesinden Ayrılma Karakteristikleri.

II.5. BAĞLANTI ELEMANLARI

Ana Dağıtım Şebekesi Bağlantı Elemanları

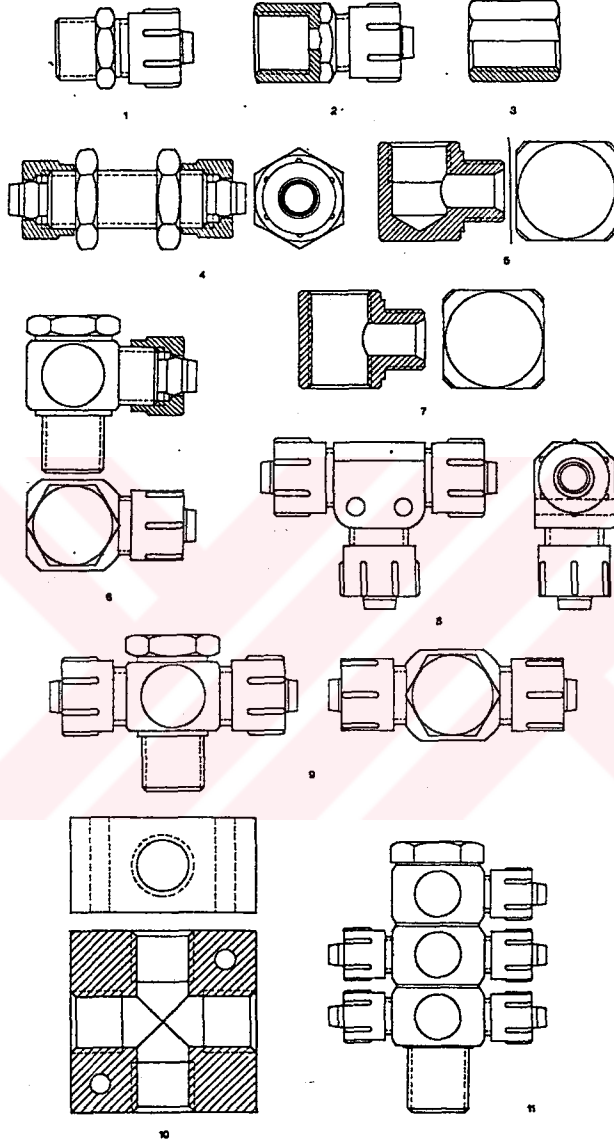
Boru şebekesinde çelik boru bağlantıları tercihen kaynakla gerçekleştirilir. Şüphesiz ki kaynak dikişi en sızdırmaz bağlantı türüdür. Kaynaklı bağlantının mahsurlu yanı ise cüruf oluşumu ile kaynak dikişinin kısa zamanda paslanmasıdır. Boru bağlantılarında boruların güvenli, temiz ve kolay sökülüp takılabilirliğini sağlamak için yüksüklü rekorlar geliştirilmiştir.



Şekil II.17. Yüksüklü Rekor, Bilezikli Rekor.

Kullanım Yerlerindeki Dağıtım Şebekesi Bağlantı Elemanları

Bu elemanların önemi daha büyüktür. Özellikle plastik hortumların bağlantısında son zamanlarda en çok kullanılan bağlantı elemanı türleri (Şekil II.18) kolayca sökülüp takılabilir, anahtar gerektirmez.



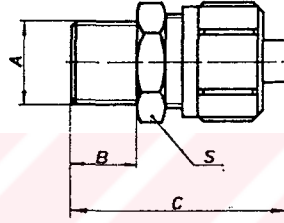
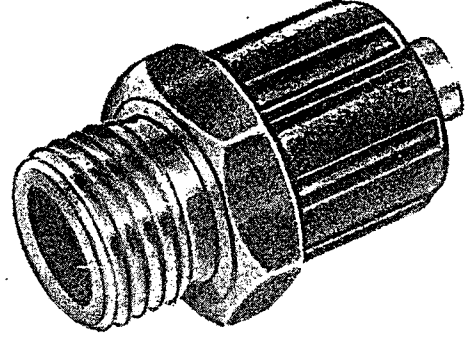
Şekil II.18. Plastik Hortum Bağlantı Elemanları.

1. Düz rekor(Dıştan dişli)
2. Düz rekor(İçten dişli)
3. Bağlantı manşonu
4. Perde geçiş rekoru
5. Dirsek bağlantı parçası
6. Döner bağlantı rekoru
7. T bağlantı parçası
8. T bağlantı rekoru
9. Döner T bağlantı rekoru
10. Dörtlü bağlantı parçası
11. Çoklu döner bağlantı rekoru

Hortum Bağlantıları

akor bağlantı RB-...

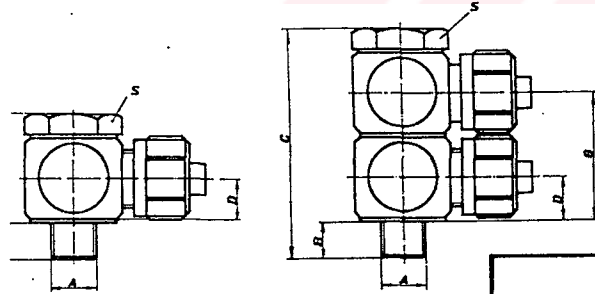
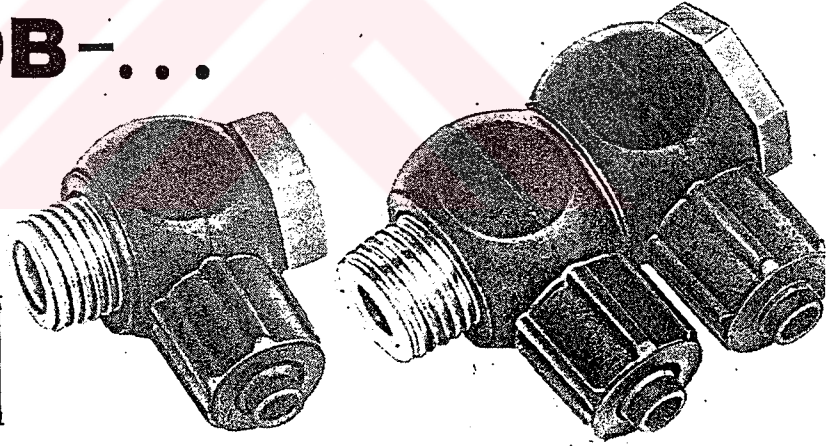
na basıncı : 0 ... 12 bar
na sıcaklığı : - 10°C ... + 60°C
me : Piring, plastik



	Hortum iç çapı ø	A	B	C	S
- 1/8 - 4	4	R 1/8"	7	28	14
- 1/8 - 6	6	R 1/8"	7	28	14
- 1/4 - 4	4	R 1/4"	9	30	17
- 1/4 - 6	6	R 1/4"	9	30	17
- 1/4 - 9	9	R 1/4"	9	35	17
- 3/8 - 6	6	R 3/8"	11	32	19
- 3/8 - 9	9	R 3/8"	11	37	19
- 1/2 - 9	9	R 1/2"	14	41	24

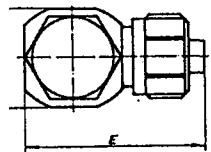
öner bağlantı DB-...

na basıncı : 0 ... 12 bar
na sıcaklığı : - 10°C ... + 60°C
me : Piring, plastik



DB - 2

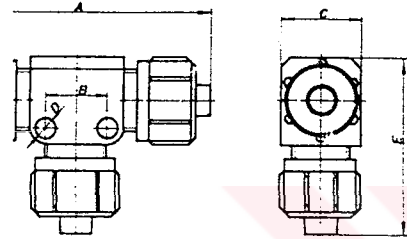
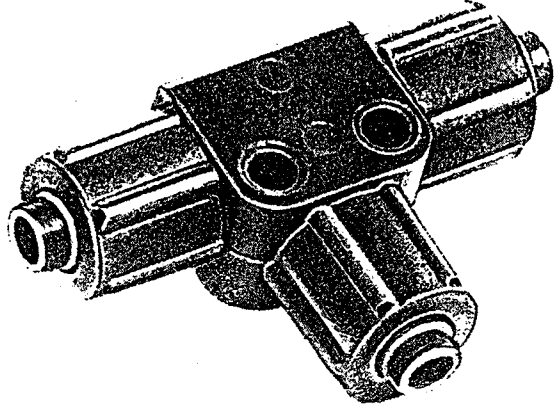
	Hortum iç çapı ø	A	B	C	D	E	F	G	S
DB - 1/8 - 4	4	R 1/8"	7	27	8	32,5	15,5	—	14
DB - 1/4 - 6	6	R 1/4"	8	29	8	36	20	—	17
DB - 3/8 - 9	9	R 3/8"	9	35	10	47	25	—	22
DB - 1/8 - 4 - 2	4	R 1/8"	6	43	8	32,5	15,5	24,5	14
DB - 1/4 - 6 - 2	6	R 1/4"	8	45	8	36	20	25,5	17
DB - 3/8 - 9 - 2	9	R 3/8"	8	56	10	47	25	31	22



Hortum Bağlantıları

≡ bağlantı TB-...

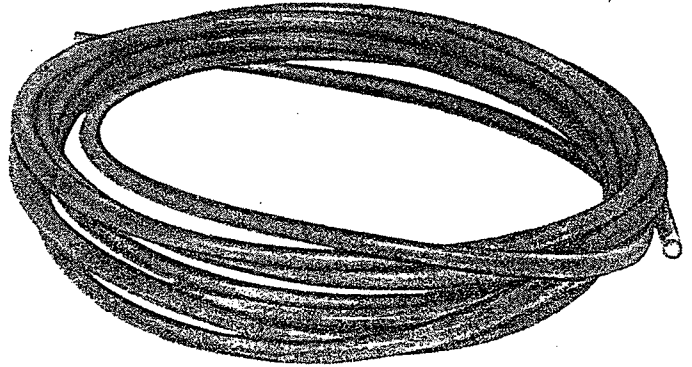
na basıncı : 0 ... 12 bar
na sıcaklığı : - 10°C ... + 60°C
me : Plastik



	Hortum iç çapı ø	A	B	C	D	E
TB - 4	4	52	12	15	4,3	32
TB - 6	6	52	12	15	4,3	34
TB - 9	9	64	13	22	4,3	46

ömatik hortum PH-...

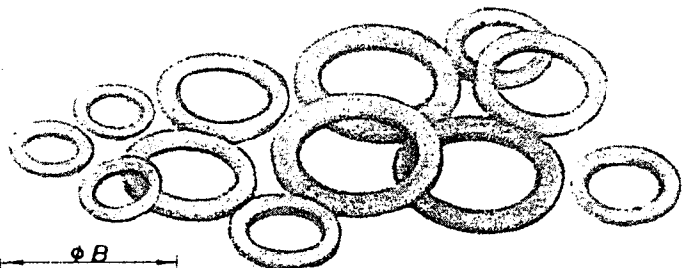
na basıncı : 0 ... 12 bar
na sıcaklığı : - 10°C ... + 45°C
me : Polietilen



	İç çap ø	Dış çap ø
4	4	6
5	6	8
9	9	11

anta C-...

na sıcaklığı : - 10°C ... + 80°C
me : Poliamid



	Kullanıldığı dış ölçüsü	A	B	C
1/8	R 1/8"	10,0	13	1,5
1/4	R 1/4"	13,3	18	2
3/8	R 3/8"	16,8	22	2
1/2	R 1/2"	21,0	28	2

II.6. SIKIŞTIRILMIŞ HAVANIN HAZIRLANMASI

Sıkıştırılmış hava, pnömatik devrelerde sakıncalar doğurabilecek maddeler ihtiva eder. Bunlar; Su damlacıkları, toz kompresör yağlama yağı artıkları, pas parçacıkları, çapaklar gibi sıralanabilir. Devredeki tüm elemanlar sıkıştırılmış hava ile sürekli temas halinde olduğundan, bu havanın yabancı maddelerden arınması zorunludur.

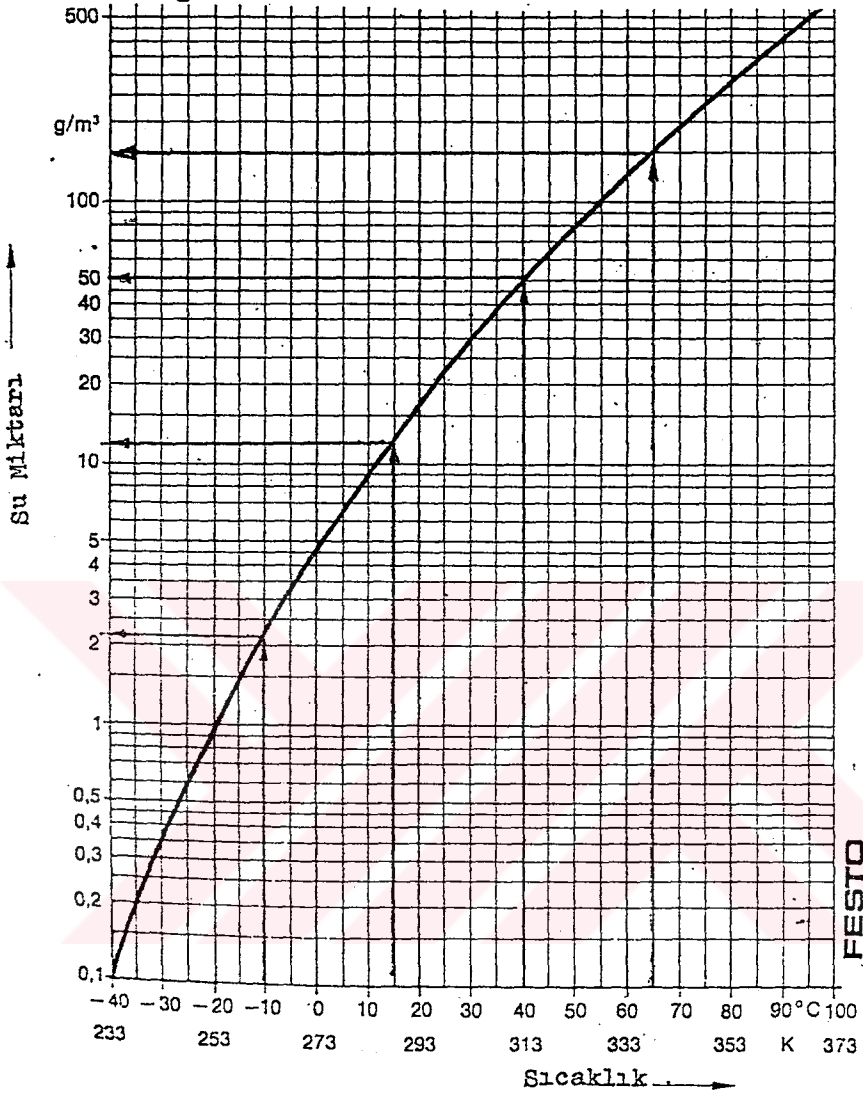
Sıkıştırılmış havada bulunan neme çok dikkat edilmesi gerekir. Kompresörün atmosferden emerek sıkıştırdığı ve şebekeye dağıtılan havada nem, su buharı şeklinde bulunur. Şebekedeki havanın nem miktarı, emilen atmosfer havasının bağıl nem miktarına, yani havanın sıcaklığına ve iklim şartlarına bağlıdır.

Mutlak Nem ; 1 m^3 havada bulunan su buharı miktarıdır.

Doyma Miktarı ; 1 m^3 havanın buhar halinde taşıyabileceği max nem miktarıdır.

Bağıl Nem ; Mutlak nemin doyma miktarına oranıdır.

Şekil II.19'da doyma eğrisi (Dew point curve) diyagramından da görüleceği gibi sıcaklık arttıkça havanın buhar halinde taşıyabileceği max nem miktarı da artmaktadır.



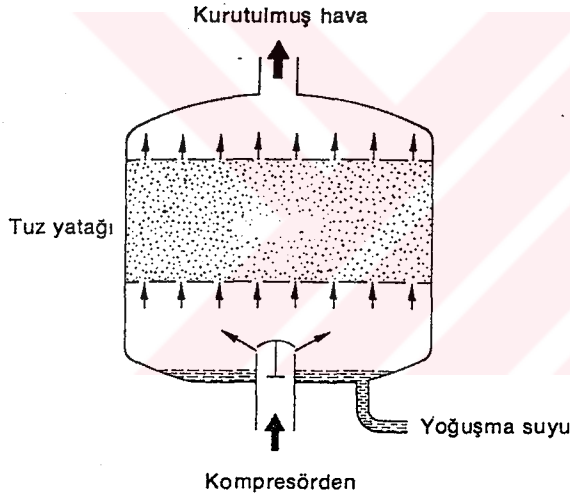
Şekil II.19. Doyma Eğrisi.

II.6.1. Hava Kurutma Yöntemleri

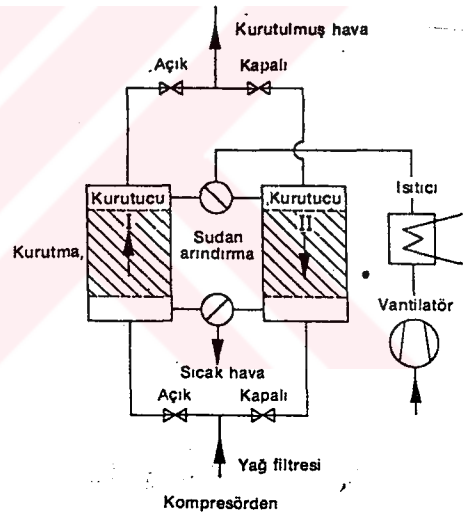
Tamamen kuru hava istenen özel devrelerde kimyasal kurutucular veya aşırı soğutma devreleri kullanılarak nem miktarı $0,001 \text{ gr/m}^3$ 'e kadar indirilebilir. Havanın kuru-tulmasında 3 yöntem kullanılır.

a. Absorption Yöntemi (Kimyasal yöntem)

Bu yöntemde hava su ile bileşik yapabilen bir kimyasal madde üzerinden geçirilir. Bu kimyasal madde tuz olarak anılan NaCl'dür. Hava içerisindeki su buharı bu madde içerisinde geçerken kimyasal reaksiyona girerek havadan ayrılır. Ve çözelti şeklinde kurutucunun tabanında toplanır. Tuz zamanla azalacağından tamamlanmalıdır. Bu yöntemde girişteki basınçlı havanın sıcaklığı 30°C'yi aşmamalıdır. Kurutucudan sonra hava içine karışması muhtemel tuz parçacıkları için mutlaka bir filtre öngörülür.



Şekil II.20. Absorption Yöntemi.



Şekil II.21. Adsorption Yöntemi.

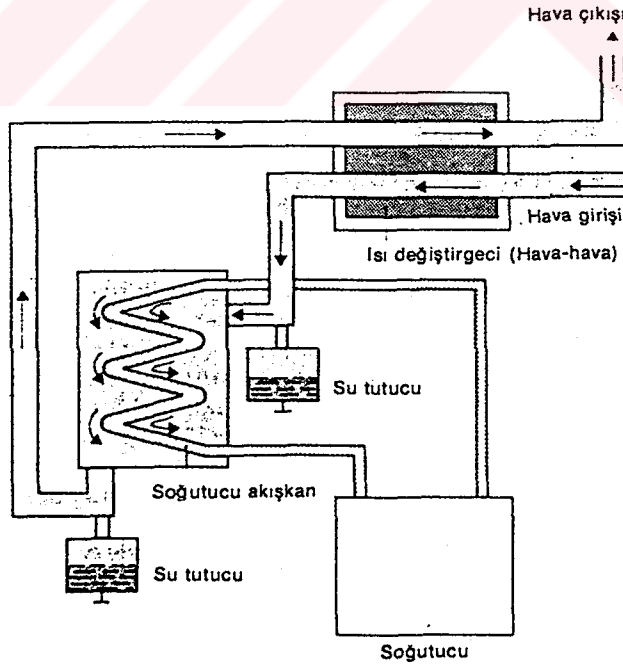
b. Adsorption Yöntemi (Fiziksel yöntem)

Bu yöntemde hava silisyumdioksitten (Silikajel) oluşan bir madde içerisinde geçirilerek su buharı tutulur. Silikajel tanecikler halindedir ve su buharı ile temas ettiğinde renk değiştirir. Belirli bir doygunluğa eriştiğinde sudan arındırılmalıdır. Bu amaçla genellikle

bu yöntemde paralel iki kurutucu kullanılır. Doygunluğa erişen kurutucu devreden çıkarılır ve üzerinden sıcak hava geçirilerek sudan arındırılır.(Rejenerasyon) Sudan arındırılan silikajel eski rengini alır. Bu esnada diğer kurutucu devreye girer. Yağ ve diğer pislikler nedeniyle kirlenen, aşınan silikajel 1-2 yılda bir değiştirilmelidir.

c. Soğutma Yöntemi

Hava içerisindeki su buharının yoğuşma sıcaklığına kadar soğutulması esasına dayanır. Girişteki hava önce bir ısı değiştirgecinden geçirilerek bir miktar soğutulur. Daha sonra bir soğutucudan geçirilerek yaklaşık $1,7 - 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa kadar soğutulur. Soğutulmayla birlikte içerisindeki su buharı yoğuşarak ayrılır. Bu yöntemde basınçlı hava içerisindeki kompresörden kaynaklanan yağ miktarının % 80-90'ı tutulur. Ekonomikliği yönünden en çok kullanılan yöntemdir.

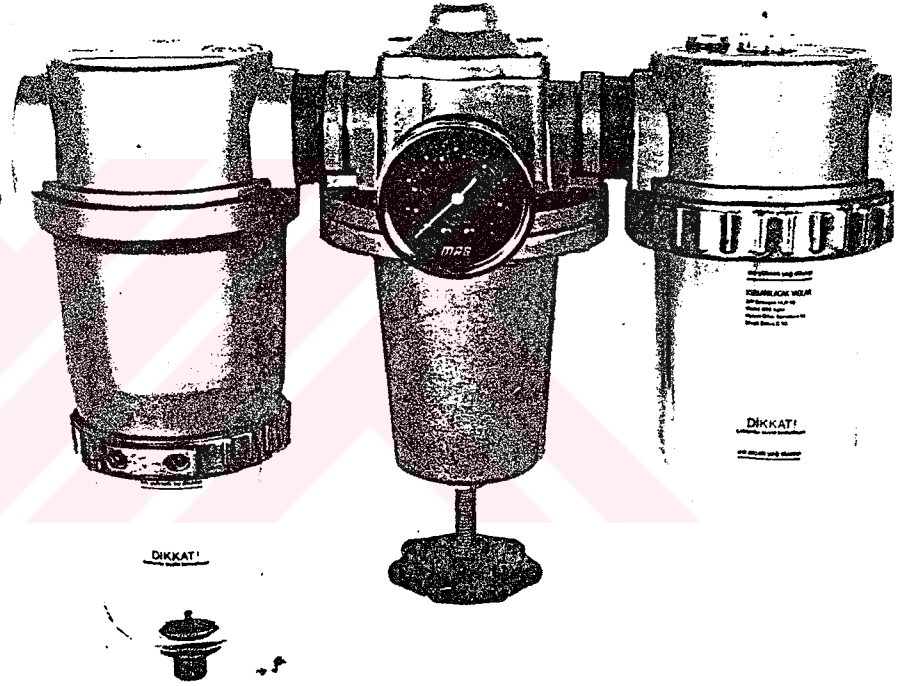


Şekil II.22 Soğutma Yöntemi.

II.6.2. Hava Hazırlayıcılar (Şartlandırıcılar)

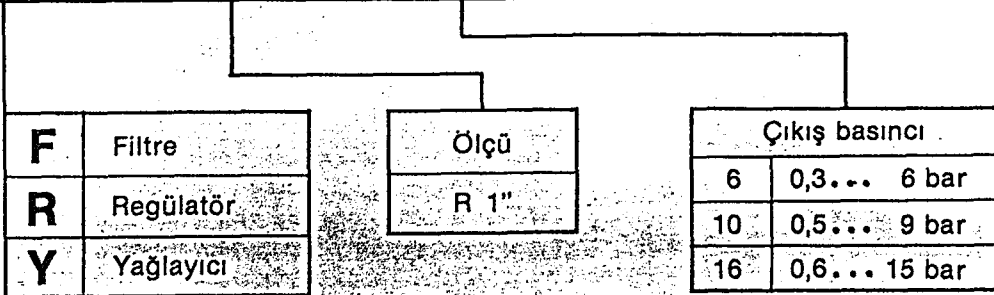
Kullanma yerine gelen hava filtre, basınç regülatörü ve yağlayıcıdan oluşan bir hava hazırlayıcı takımından geçerek son özelliklerini kazanır. Bir hava hazırlayıcı eleman kısaca FRY (Filtre, Regülatör, Yağlayıcı) olarak ta isimlendirilebilir ve pnömattikteki sembolü aşağıdaki gibidir.

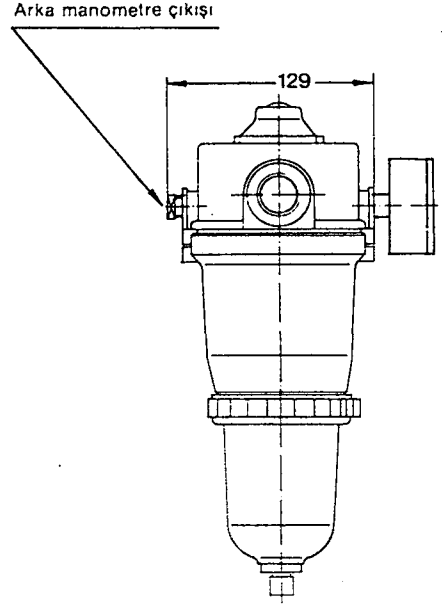
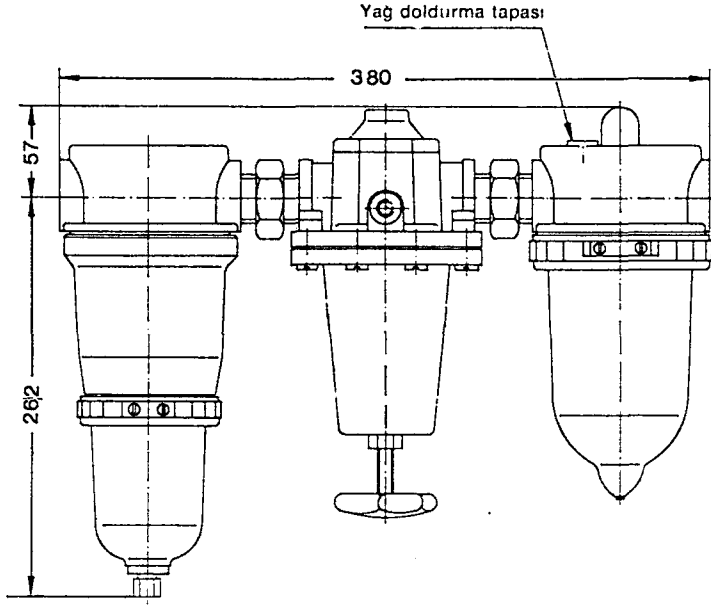
FRY-1



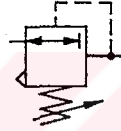
İş basıncı : 0 ... 16 bar
Çıkış basıncı : 0,3 ... 6 bar
0,5 ... 9 bar
0,6 ... 15 bar
İşleme sıcaklığı: 0° ... 50°C

FRY - 1



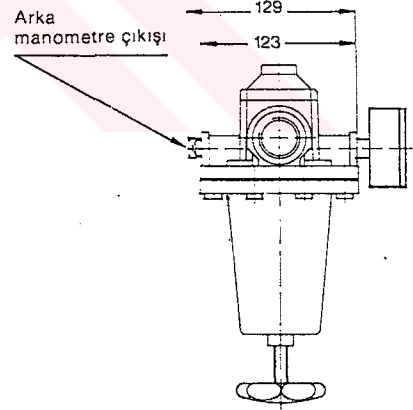
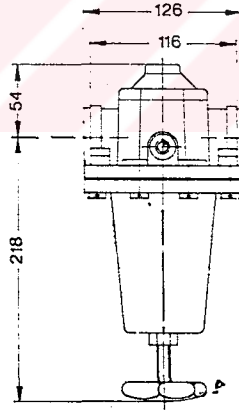
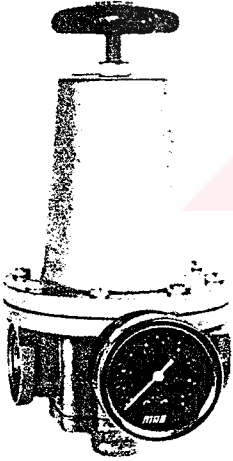


REGÜLATÖR



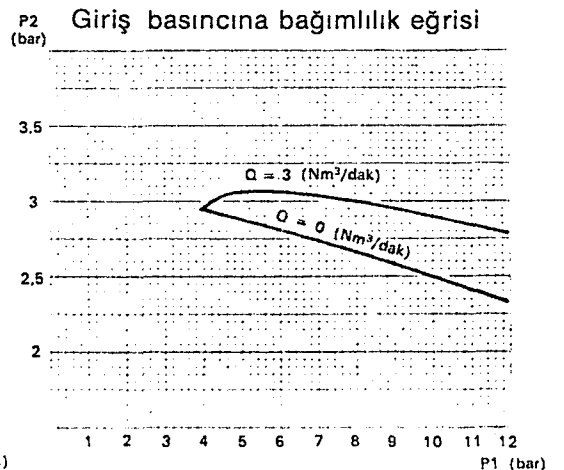
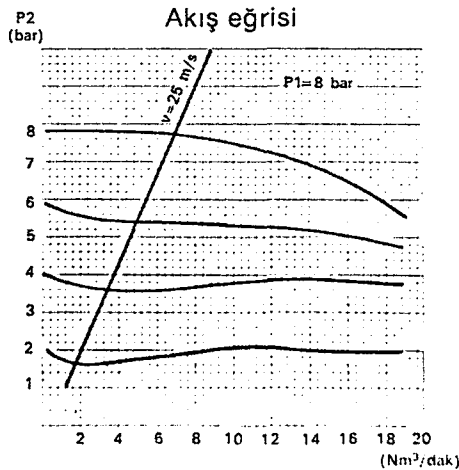
R-1-...

Giriş basıncı : 0... 16 bar
Akış miktarı : 5000 NI/dak ($p_1=8$ bar, $p_2=6$ bar, $v=25$ m/s)
11700 NI/dak ($p_1=6$ bar, $\Delta p=1$ bar)



R - 1 -

Çıkış basıncı	
6	0,3... 6 bar
10	0,5... 9 bar
16	0,6...15 bar

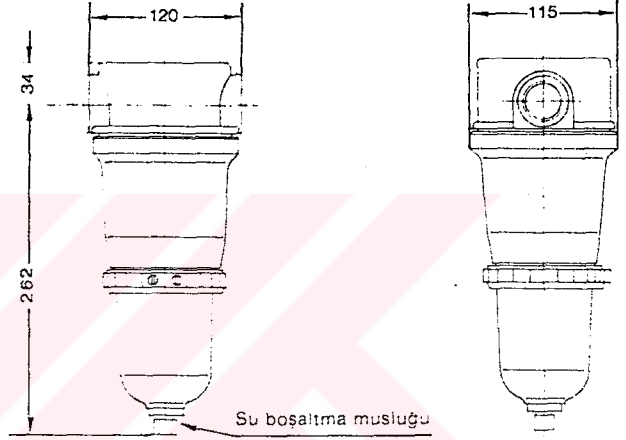


FİLTRE

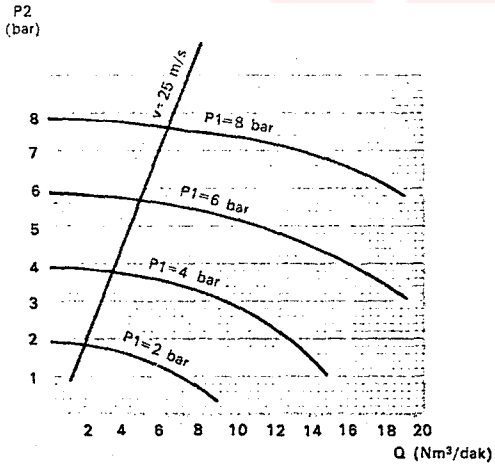


F-1

Çalışma basıncı : 0 ... 16 bar
Akış miktarı : 5000 NI/dak ($p_1=6$ bar, $v=25$ m/s)
12000 NI/dak ($p_1=6$ bar, $\Delta p=1$ bar)



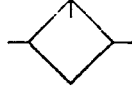
Akış eğrisi



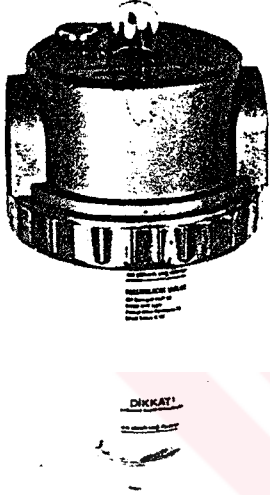
Filtrenin takılması:

- 1- Filtre regülatörden önce bulunmalıdır.
- 2- Filtre mümkün olduğu kadar kullanıcıya yakın konulmalıdır.
- 3- Hava geçiş yönünün filtre üzerindeki ok yönünde olmasına dikkat edilmelidir.
- 4- Filtre dik takılmalıdır.
- 5- Aşağıdaki kimyasal maddeler ne sıvı, ne de buhar halinde filtre kavanozuna değmemelidir. Bu gibi ortamlarda kesinlikle metal filtre kavanozu kullanılmalıdır.

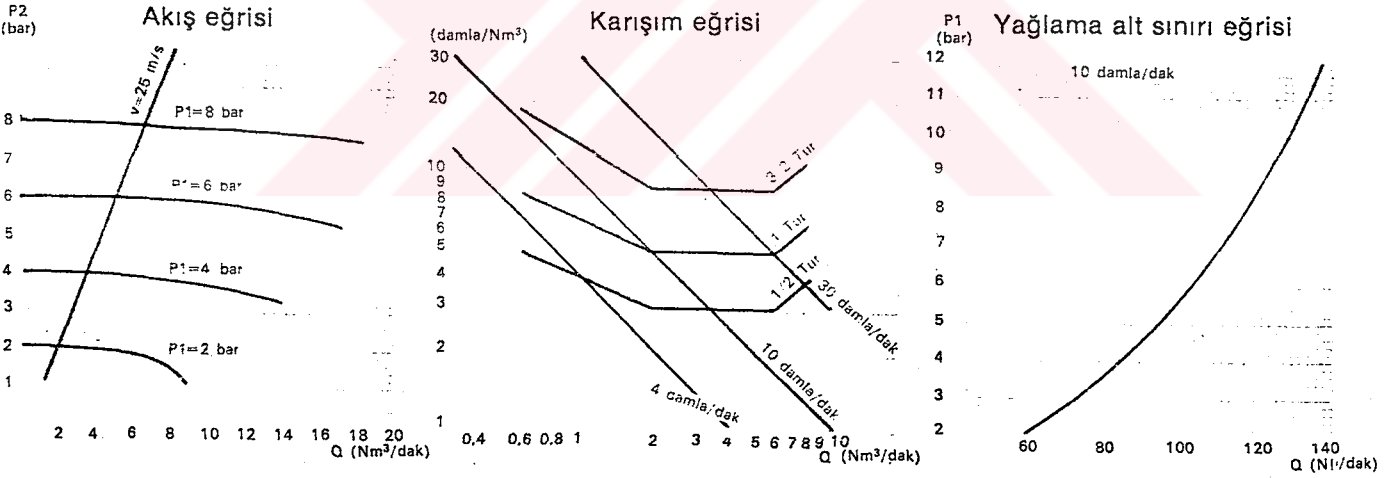
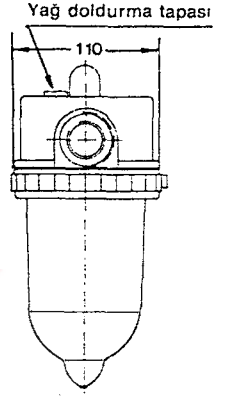
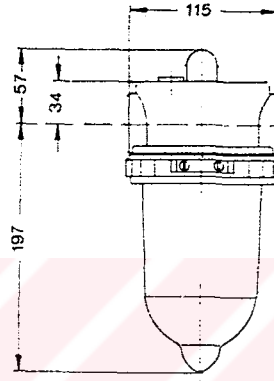
YAĞLAYICI



Y - 1



Çalışma basıncı : 0 ... 16 bar
Akış miktarı : 5000 NI/dak ($p_1=6$ bar, $v=25$ m/s)
18700 NI/dak ($p_1=6$ bar, $\Delta p=1$ bar)



III. PNÖMATİK ÇALIŞMA ELEMANLARI

a. Pnömatik Silindirler

Basıncılı hava enerjisini doğrusal itme veya çekme hareketine çevirirler.

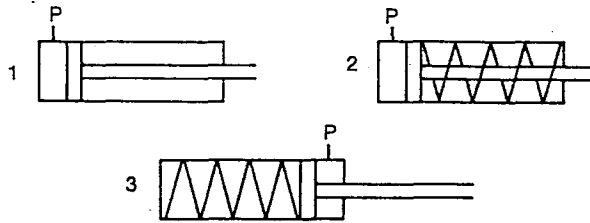
b. Pnömatik Motorlar

Basıncılı hava enerjisini dairesel dönme hareketine çevirirler.

Başlıca silindir çeşitleri aşağıda sıralanmıştır ;

Tek Etkili Silindir

Bu tip silindirde basıncılı hava tek yönde etkir. Yani hava giriş ve çıkışı için bir tek delik mevcuttur. Böylece sadece tek yönde çalışma elde edilir. Piston kolunun geri dönüşü ya bir yayla, ya da bir dış kuvvetle (yükün kendi ağırlığı ile) sağlanır.

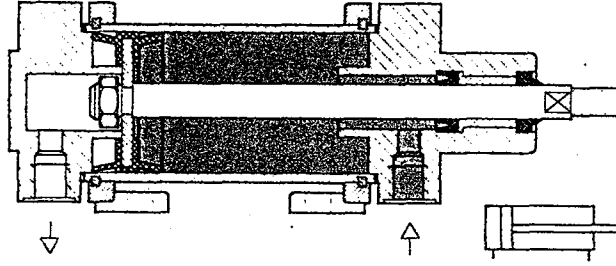


Şekil III.1. Tek Etkili Silindir ve Çeşitleri.

Çift Etkili Silindir

Bu tip silindirlerde hava basıncına ve piston yüzeyine bağlı olarak elde edilen kuvvet piston kolunu iki yönde hareket ettirir. Böylece iki yönde iş

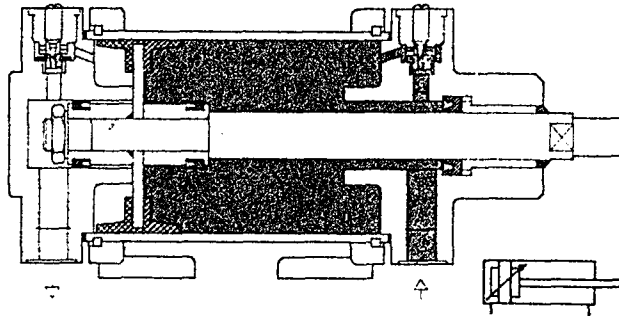
yapılabilir. Her iki yöndeki kuvvet basıncın etkidiği yüzeylere bağılı olarak farklı değerdedir. Silindir üzerinde iki adet giriş ve çıkış deliği mevcuttur. Çift etkili silindir özellikle piston kolu geri dönüş yönünde de iş yapacağı zaman kullanılır.



Şekil III.2. Çift Etkili Silindir.

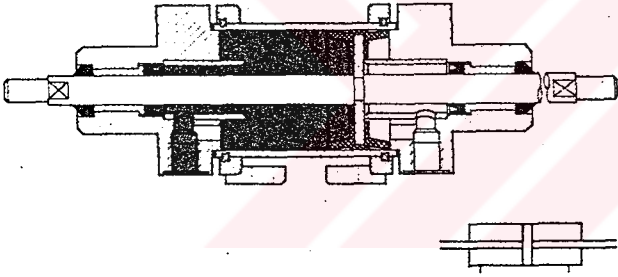
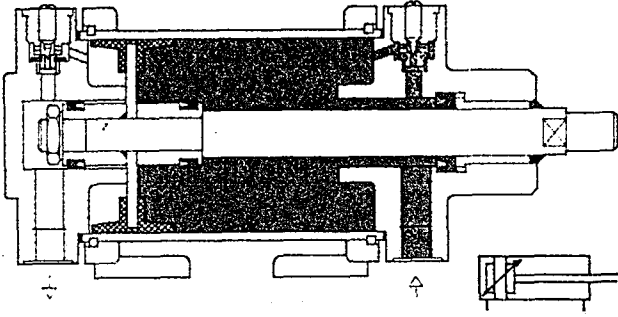
Yastıklı Tip Silindir

Eğer ağır kütleler silindir tarafından hareket ettirilecekse, bir darbe veya hasar meydana gelmesini engellemek için strok sonunda bir yastıklama yapılıır. Strok sonuna yaklaşmadan önce bir yastıklama keçesi havanın serbestçe tahliye olduğu deliği kapatır. Bu durumda hava sadece çok küçük ve genellikle ayarlanabilen bir delikten tahliye olur. Çabuk boşalamayan hava kütlesi

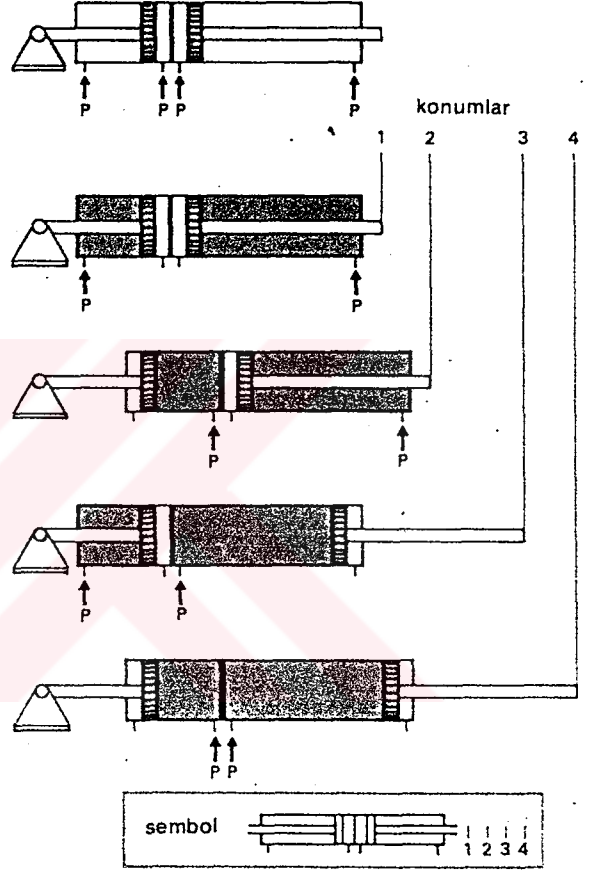


Şekil III.3. Yastıklı Tip Silindir.

piston ile silindir kapağı arasında sıkışır. Geri dönüşte hava birçok valften geçerek yoluna devam eder.



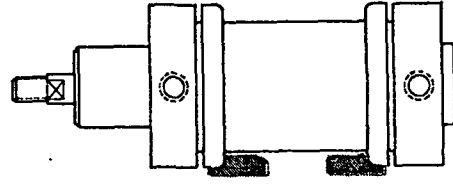
Şekil III.4. Çift Milli Silindir.



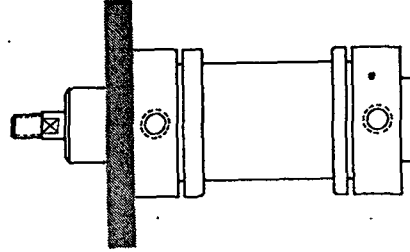
Şekil III.5. Çok Konumlu Silindir.

Pnömatik Silindir Bağlantı Şekilleri

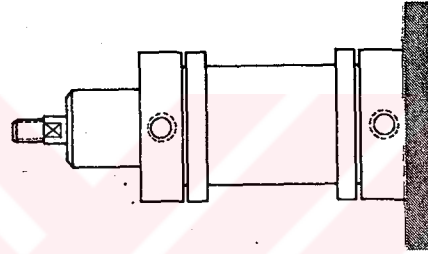
Bağlantı elemanları silindirlerin makina veya aparatlara monte edilmesini sağlar. Bu elemanlar imal edilirken silindire rahatlıkla adapte edilebilecek şekilde boyutlandırılır.



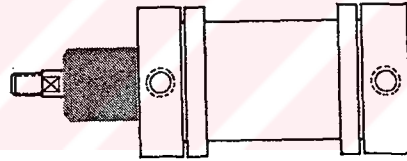
ayak bağlantı



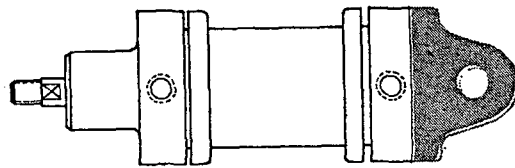
ön flanş bağlantı



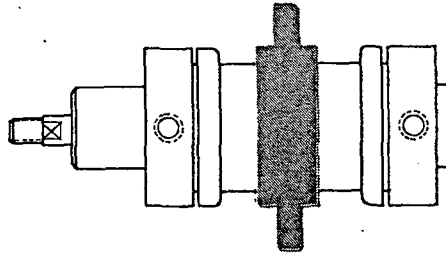
arka flanş bağlantı



dişli bağlantı



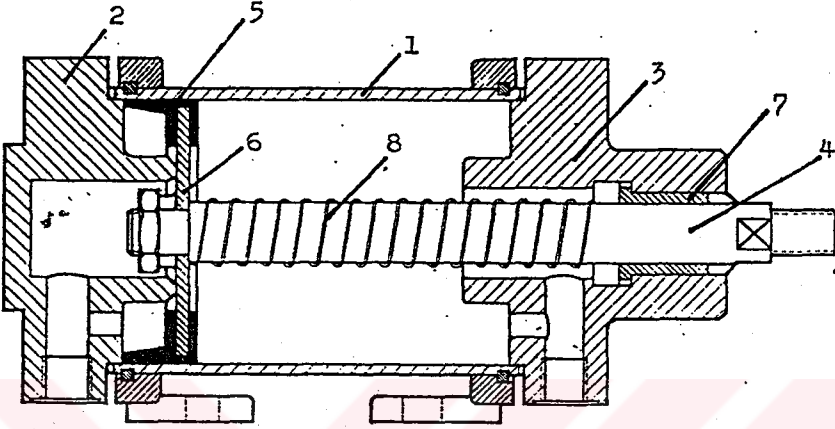
eklem bağlantı



Şekil III.6. Pnömatik Silindirlerin Bağlantı Şekilleri.

Pnömatik Silindirlerin Yapısı

Pnömatik bir silindir temel olarak silindir borusu, ön ve arka kapak, piston kolu, yataklama burcu, toz keçesi ve boğaz keçesinden meydana gelir.



Şekil III.7. Tek Etkili Pnömatik Silindirin Elemanları

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Silindir gövdesi | 5. Sızdırmazlık elemanı |
| 2. Ön kapak | 6. Piston |
| 3. Arka kapak | 7. Yataklar |
| 4. Piston kolu | 8. Yay |

Silindir borusu genellikle dikişsiz çelik çekme borulardan imal edilir. Sızdırmazlık elemanlarının ömrünü uzatmak ve iyi bir sızdırmazlık sağlamak için silindir borusunun iç yüzeyi hassas olarak işlenir.

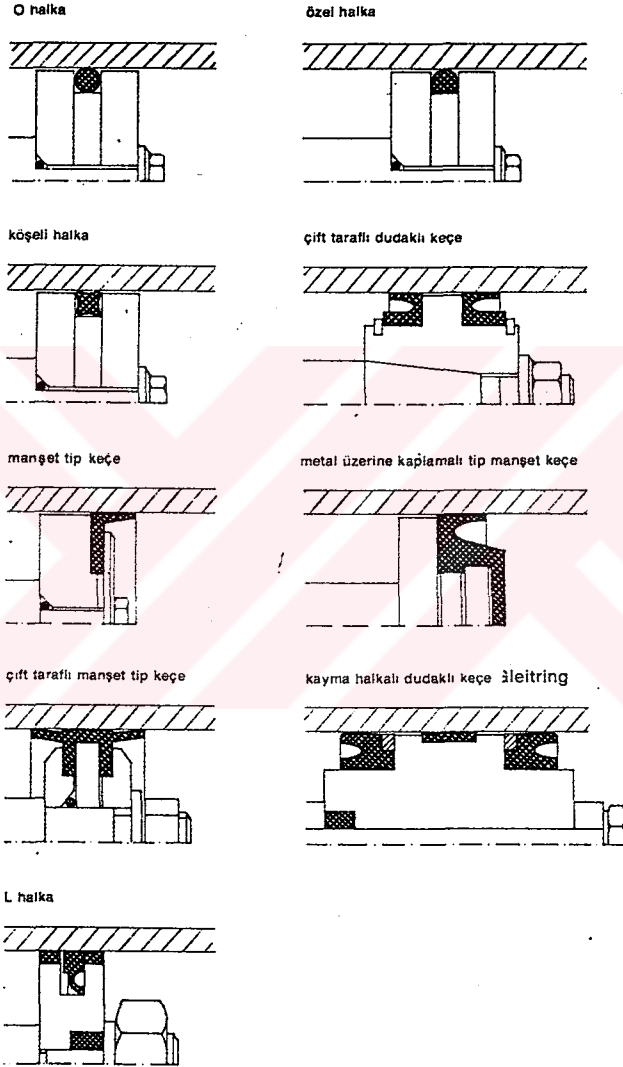
Arka kapak ve yataklamanın bulunduğu ön kapak çoğunlukla döküm malzemedir (alüminyum, dövülebilir dökme demir) yapılır. İki kapak, silindir borusuna bağlama çubukları, flanş veya dişli bağlantı ile bağlanır. Piston kolu tercihen ısıl işlem görmüş çelikten yapılır. Paslanmaya karşı koruma sağlamak için çeliğe belirli bir yüzde krom alaşım katılır, istenirse piston kolu sertleştirilebilir. Piston kolunun sızdırmazlığı nutringlerle

sağlanır. Piston kolu sinter bronzundan imal edilen yataklama burcu ile yataklanır. En uç kısımda ise dışarıdan toz ve pislik girişini engelleyen toz keçesi mevcuttur. Piston keçesi malzemeleri ve çalışma sıcaklıkları şöyledir ;

Perbunan	-20°C'den + 80°C'ye kadar
Viton	-20°C'den +190°C'ye kadar
Teflon	-80°C'den +200°C'ye kadar

O'ring piston kolunun piston keçesi göbek parçasına bağlantısının sızdırmazlığını sağlar.





Şekil III.8. Piston Keçesi Çeşitleri.

Pnömatik Silindirlerde Piston Kolu Çapı ve Boyunun Hesaplanması

1. Kuvvet Hesabı

İster tek etkili olsun, ister çift etkili olsun pnömatik silindirlerdeki teorik itme kuvveti silindir çapına, sürtünme kuvvetine, sızdırmazlık elemanlarına ve hava basıncına bağlıdır.

Tek etkili silindirde kuvvet hesabı ;

$F = p \cdot A$ ' dir.

$$A = \text{Alan (cm}^2\text{)} \quad A = \frac{\pi}{4} D^2 \quad \left(\frac{\pi}{4} = 0,785\right)$$

F = Kuvvet (kgf)

p = Basınç (kgf/cm²)

D = Silindir borusu iç çapı (cm)

F_r = Sürtünme kuvveti

F_y = Yay direnci

$F = 0,785p D^2$ bulunur. Elde edilebilir kuvvet ise ;

$$F_n = 0,785p \cdot D^2 - F_r - F_y \text{ olur.}$$

Uygulamada F_r kuvveti % 3-20 F_n 'dir.

ÇİFT ETKİLİ SİLİNDİRDE KUVVET HESABI

Piston kolunun ileri hareketindeki kuvvet ;

$$F_{ih} = p \cdot a - F_r$$

$$F_{ih} = 0,785 p \cdot D^2 - F_r$$

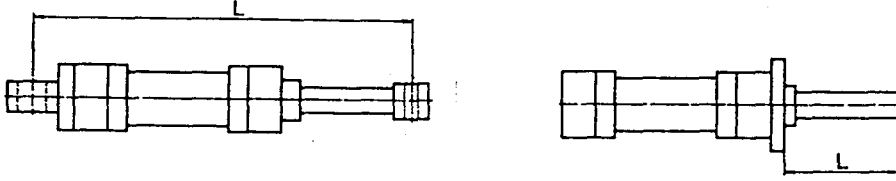
Piston kolunun geri dönüşündeki kuvvet ;

$$F_{gh} = p \cdot (A - A_o) - F_r \quad A_o = \text{Piston kolu alanı (cm}^2\text{)}$$

$$F_{gh} = 0,785 p \cdot (D^2 - d^2) - F_r \quad d = \text{Piston kolu çapı}$$

2. Burkulma Hesabı

Uzun stroklu silindirlerde burkulma yükünün hesabı dikkate alınmalıdır. Bu hesap Euler formülü ile yapılır. Bunun için silindirin bağlantı şekli önem kazanır.



Şekil III.9. Burkulma Problemi.

$$F_K = \frac{\pi \cdot E \cdot J}{L^2 \cdot s} \quad \text{Euler formülü}$$

F_K = Burkulma yükü (kg.f)

E = Elastisite modülü (kgf/cm²)

Çelik için : $2,1 \times 10^6$

J = Eylemsizlik momenti (cm⁴)

$$J = \frac{\pi d^4}{64}$$

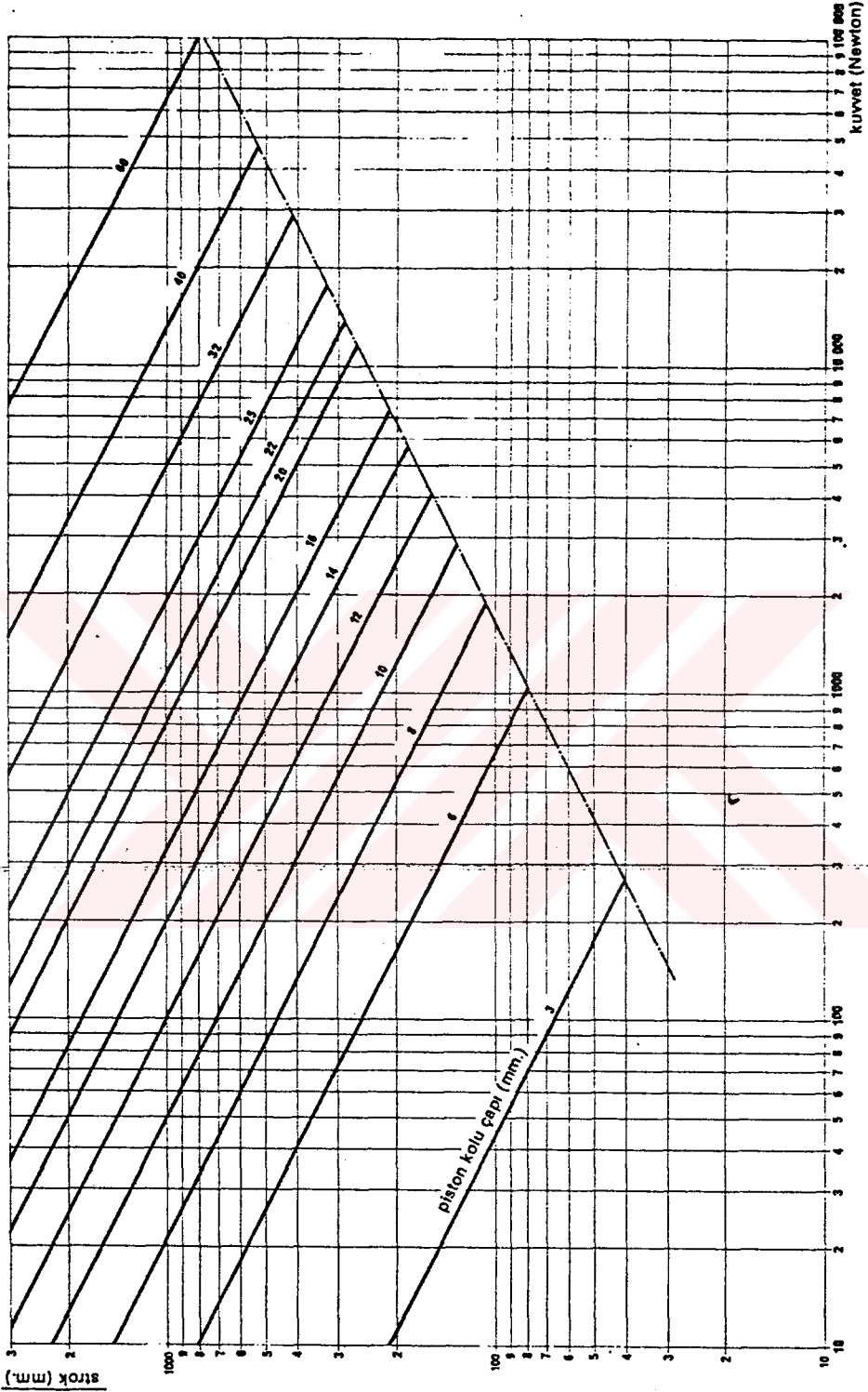
S = Emniyet katsayısı (2,5 - 3,5)

L = Burkulma boyu

d = Mil çapı (cm)

Pratikte, burkulma için L stroka, yük değerine ve mil çapına bağlı olarak burkulma diyagramı kullanılır. (Şekil III.10) Bu diyagram şöyle kullanılır ;

Yatay ekseninde çalışma kuvveti bulunur. Bu noktadan yatay eksene bir dikme ile çıkılır, seçilen silindirin mil çapı eğrisi kestirilerek bir nokta elde edilir. Bulunan bu noktadan sola yatay bir çizgi çizilerek müsaade edilebilir strok tayin edilir.



Şekil III.10. Burkulma Diyagramı.

3. Hava Tüketim Hesabı

Hava tüketiminin hesaplanması için tablo ve aşağıdaki formüller kullanılabilir.

Tek etkili silindirler için ;

$$Q = s.n.q \text{ (lt/dk)}$$

Çift etkili silindirler için ;

$$Q = 2.s.n.q \text{ (lt/dk)}$$

Q = Hava tüketimi (lt/dk)

q = Piston strokunun her cinsi için hava tüketimi (lt/cm)

s = Piston stroku

n = Dakikadaki strok sayısı

pnömatic silindir için hava tüketimi (lt/cm)															
piston çapı ø (mm.)	çalışma basıncı (bar)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	0,0005	0,0008	0,0011	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030	0,0033	0,0036	0,0038	0,0041	0,0044
12	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,018
16	0,004	0,006	0,008	0,010	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,029	0,032
25	0,010	0,014	0,019	0,024	0,029	0,033	0,038	0,043	0,048	0,052	0,057	0,062	0,067	0,071	0,076
35	0,019	0,028	0,038	0,047	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093	0,103	0,112	0,121	0,131	0,140	0,149
40	0,025	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,097	0,110	0,122	0,135	0,146	0,157	0,171	0,183	0,195
50	0,039	0,058	0,077	0,096	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210	0,229	0,248	0,267	0,286	0,305
70	0,076	0,113	0,150	0,187	0,225	0,262	0,299	0,335	0,374	0,411	0,448	0,485	0,523	0,560	0,597
100	0,155	0,231	0,307	0,383	0,459	0,535	0,611	0,687	0,763	0,839	0,915	0,991	1,067	1,143	1,219
140	0,303	0,452	0,601	0,750	0,899	1,048	1,197	1,346	1,495	1,644	1,793	1,942	2,091	2,240	2,389
200	0,618	0,923	1,227	1,531	1,835	2,139	2,443	2,747	3,052	3,356	3,660	3,964	4,268	4,572	4,876
250	0,966	1,441	1,916	2,392	2,867	3,342	3,817	4,292	4,768	5,243	5,718	6,193	6,668	7,144	7,619

Şekil III.10. 1 cm Strok İçin Gerekli Hava Tüketimi.

Örnek : Çapı 50 mm, strok uzunluğu 140 mm olan çift etkili bir silindirimiz var. Çalışma basıncı 6 atm. Dakikada strok sayısı 50.

Gerekli olan hava miktarını hesaplayalım.

$$Q = 2 \cdot s \cdot n \cdot q$$

$$s = 14 \text{ cm.}$$

$$n = 50 \text{ strok/dk}$$

$$q = 0,134 \text{ lt/cm (Şekil III.11)}$$

$$Q = 187,6 \text{ lt/dk.}$$

4. Valf Tipinin Seçimi

Örnek :	Çalışma basıncı	=	$6 \times 10^5 \text{ Pa.}$
	Yük	=	350 N
	Silindir çapı	=	40 mm
	Seçilen valf	=	1/8"

Seçilen valfin 300 mm/sn bir hıza erişebilmek için uygun olup olmadığı sorulmaktadır.

Şekil III.12'deki tabloda silindir çapı sütunundan verilen silindir çapı (40 \emptyset) bulunur. Kendi hizasındaki yük sütununda 350 N'luk yük bulunur ve buradan şekilde kesikli çizgi ile çizilen dikme çizilir. Bu dikme yukarıda çift etkili silindirler için verilmiş olan eğriyi bir noktada keser.

Bu noktadan çizilen yatay çizgi ile piston hızı tablosuna gidilir. Valf tablosunda 1/8" 'lik bir valf seçilmişse, bu sütundan çıkılan dikme ile eğriden çizilen yatay kesikli çizginin kesiştiği yer bu valf ile sağlayabileceğimiz hızı ortaya çıkarır. Bu hız 126 mm/sn olur.

Görüldüğü gibi eğer biz 1/8" 'lik bir valf seçersek ancak 126 mm/sn'lik bir piston hızı sağlayabilmekteyiz. 300 mm/sn'lik bir piston hızı sağlayabilmemiz için ise

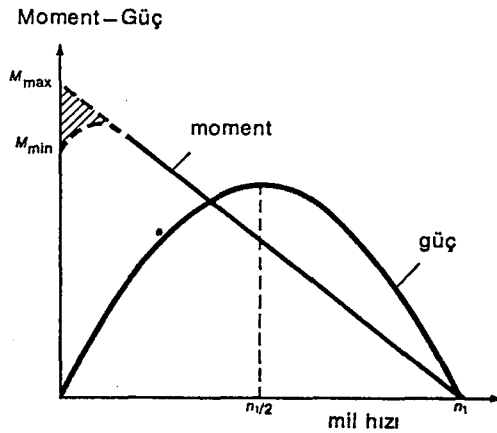
1/4" 'lik bir valf kullanmalıyız. Bu valf aynı zamanda 500 mm/sn'ye kadar olan bütün hızları verilen şartlarda bize sağlayabilmektedir.

III.2. HAVA MOTORLARI

Havanın basınç enerjisini dairesel mekanik harekete geçirirler. En önemli özellikleri, güçlerine göre boyutlarının küçüklüğü ve uygun moment karakteristiklerinden dolayı geniş bir hız aralığında kolaylıkla kontrol edilebilmeleridir. Bu motorlar ısı, nem, kir ve titreşim gibi ağır çalışma koşullarında çalışabilirler. Zehirli gaz yaymazlar ve herhangi bir patlama riski taşımazlar.

Hava Motorlarının Karakteristikleri

Tüm hava motorları tasarımlarına bakılmaksızın bazı ortak karakteristiklere sahiptir. Bu, bir moment-güç-mil hızı diyagramında gösterilebilir. Eğer motor yüksüz çalışırsa moment sıfırdır, maksimum mil hızı elde edilir. Motor yüklendiğinde hız düşerken motorun sağladığı moment lineer olarak artar. Motor daha fazla yüklendiğinde daha fazla moment sağlanır.



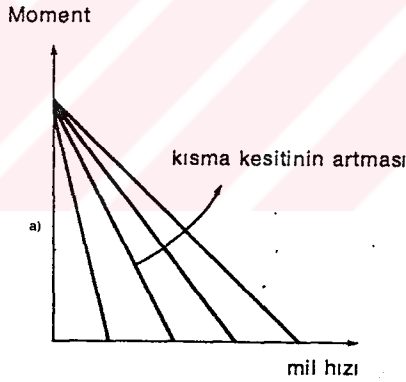
Şekil III.13. Ayarlanmış Bir Hava Motoru İçin Güç ve Mil Hızı Arasındaki İlişki.

Pistonlu motorların daha iyi sonuç verdiği uygulamalar ;

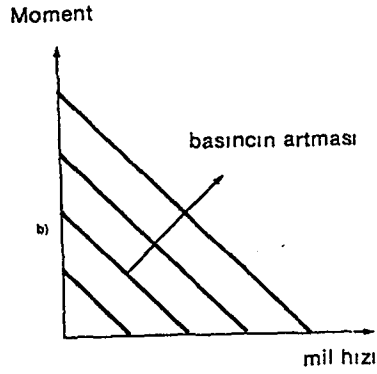
- Başlamada ve düşük hızda yüksek moment,
- Yüksek momentte düşük hava tüketimi,
- Düşük hızlarda etkin kontrol,
- İyi frenleme kapasitesidir.

Hız Kontrolü

Motorun belirli bir momentteki hızı giriş ve çıkış arasındaki kısımaya bağlı olarak belirlenir. Fakat motora karşı koyan yükü yenebilmek için yeterli ortalama bir basınç bırakılmalıdır.



Şekil III.14. Motora Giren Havanın Kısılması İle Hız Kontrolü.



Şekil III.15. Basıncı Değiştirilerek Hız Kontrolü Yapılması.

Karakteristikler	İletim hacimli				Dinamik
	radyal pistonlu	piston bağlantılı	kanatlı	dişli	
maksimum çalışma basıncı (bar)	100	8	8	100	8
güç aralığı (KW.)	1,5 - 30	1 - 6	0,1 - 18	0,5 - 5	0,01 - 0,2
maksimum mil hızı (dev./dak.)	6000	5000	30000	15000	120000
özgül hava tüketimi (lt./kJ-It./W.s.)	15 - 23	20 - 25	25 - 50	30 - 50	30 - 60

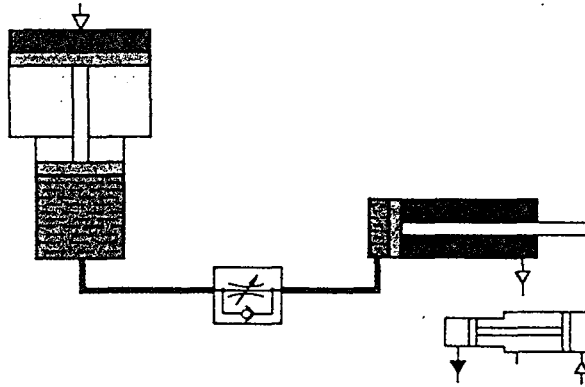
Şekil III.16. Hava Motorları İle İlgili Bazı Karakteristikler.

III.3. PNÖMATİK MEKANİZMALAR

Pnömatik elemanlar hızlı çalışma istenen uygulamalarda ve 300 kg.f'lik kuvvetlere kadar kullanılır. Bu değer üzerinde pnömatik silindir kullanmak pek ekonomik bir çözüm olmaz. Böyle durumlarda hidrolik ve avantajları ile pnömatiğin avantajlarını bir araya getiren hidropnömatik sistemler kullanılır. Başlıca uygulamalar şunlardır ;

Basınç Yükseltici

Farklı çapta iki silindirin birleşmesinden meydana gelir. Büyük çaplı piston yüzüne genellikle küçük basınç etki eder. Alan büyük olduğu için büyük bir kuvvet elde edilir. İki piston bir piston kolu ile birleştirildiği için ikinci ve küçük çaplı piston yüzüne etki edecek büyük kuvvet, bu bölümde bulunan yağın basıncını yükseltecektir. Böylece alanların oranına bağlı olarak girişteki basınçtan birkaç kat daha büyük bir basınç çıkışta elde edilecektir. Basınç oranı $1/4$, $1/8$, $1/16$, $1/32$ şeklinde elde edilebilir.



Şekil III.17. Hidropnömatik Basınç Yükselticisi.

Örnek :

Bir basınç yükselticide büyük piston yüzüne 6 bar basıncında akışkan etki etmektedir. Pistonun çapı 200 mm'dir. Küçük pistonun çapı 60 mm'dir. İkinci kesitteki yağın basıncını hesaplayınız.

Çözüm :

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

$$d_1 = 200 \text{ mm}$$

$$d_2 = 60 \text{ mm}$$

$$P_2 = ?$$

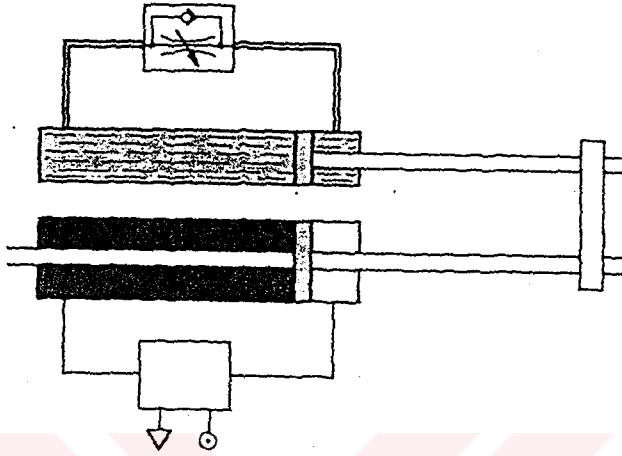
$$F_1 = P_1 \cdot A_1$$

$$F_2 = P_2 \cdot A_2$$

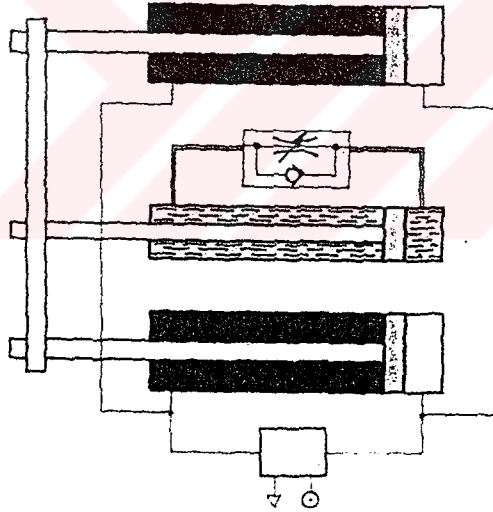
$$F_1 = F_2 \text{ olduğundan}$$

$$P_2 = 63,69 \text{ bar olur.}$$

Dairesel Harekette Hidropnömatik Sistem Uygulaması



Şekil 86• Hidropnömatik besleme ünitesi



IV. PNÖMATİK VALFLER

Pnömatik kumanda devreleri sinyal elemanı, kumanda elemanı ve çalışma elemanından meydana gelir. Sinyal ve kumanda elemanı çalışma elemanının hareketini denetler. Pnömatik uygulamalarda bunlara valf denir. Valfler için uluslararası kullanılan tanım şudur ;

Bir hidrolik pompadan veya basınçlı tanktan gelen akışkanın basıncını, akış miktarını, yönünü ve start-stop şartlarını denetleyen elemandır.

Gördükleri işe göre valfler 3 grupta toplanır.

- Yön kontrol valfleri
- Akış kontrol valfleri
- Basınç kontrol valfleri.

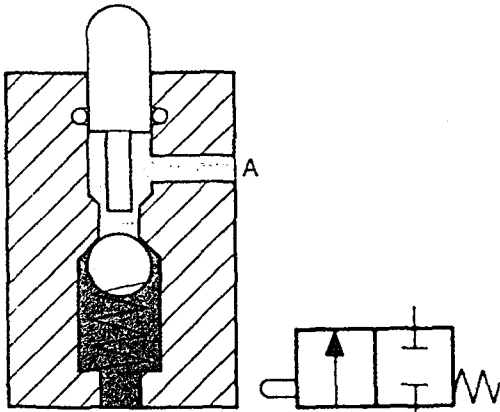
IV.1. Yön Kontrol Valfleri

Yön kontrol valfleri konstrüksiyon olarak iki türde imal edilir.

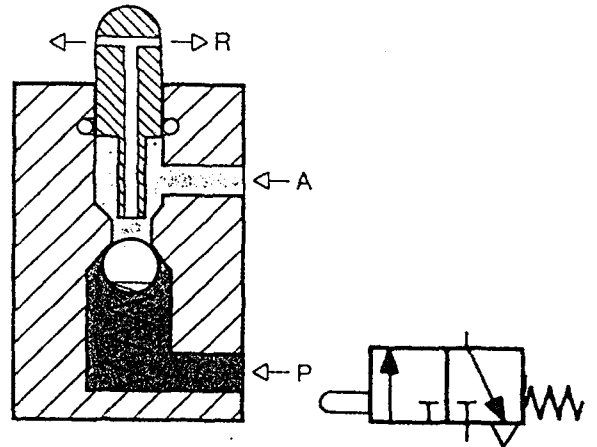
1. Oturmalı Tip Valfler

- a. Bilya oturmalı tip valf;
- b. Diskli oturmalı tip valf.

2. Sürgülü Tip Valfler.



Şekil IV.1. Bilyalı Tip 2/2 Oturmalı Valf Kesiti.

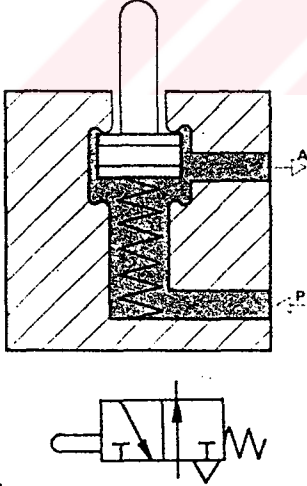


Şekil IV.2. 3/2 Bilyalı Tip Valf Kesiti.

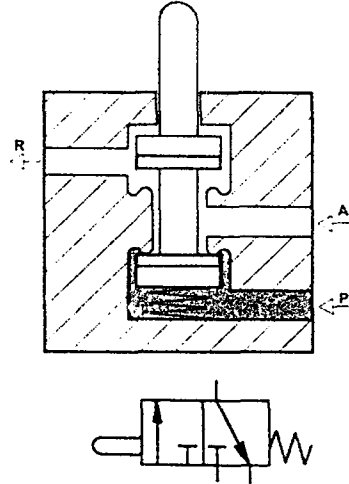
Şekil IV.1'deki valfteki delik sayısı iki ve valfin konum sayısı da ikidir. O halde bu valf 2/2 valftir. İlk anda bilya, alt kısımdaki yay nedeniyle geçiş kesitini kapatmaktadır. P hattından gelen basınçlı hava A hattına geçemez. Valfin uyarı pimine basıldığında, bilya aşağı doğru itilir, P ile A'nın irtibatı sağlanır. Pim basılı olduğu sürece P hattı A hattına açık kalır. Pimdeki uyarı kalkınca yay nedeniyle tekrar bilya geçiş kesitini kapatır.

Disk Oturmalı Valfler

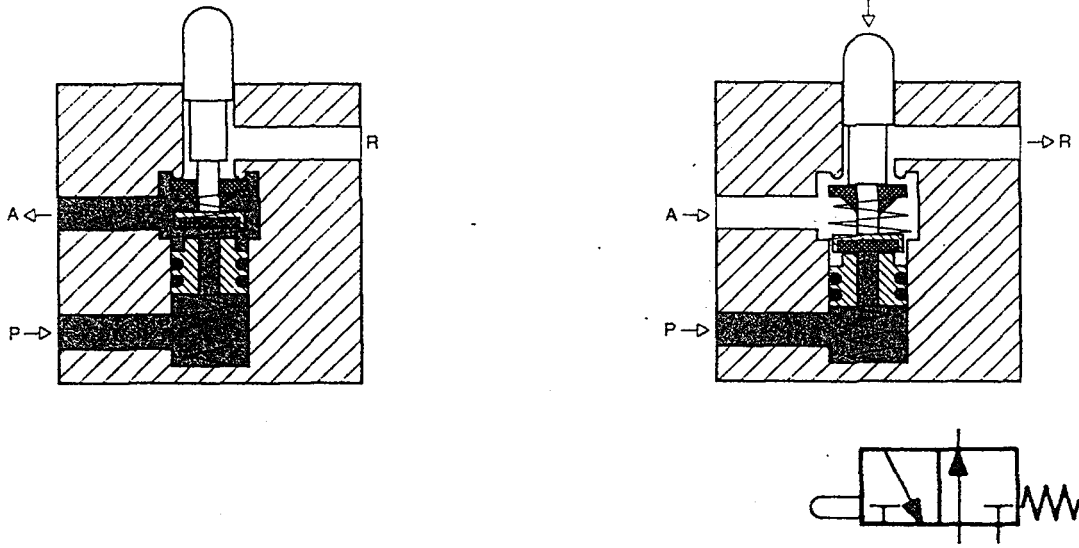
Şekil IV.3'de böyle bir valf kesiti görülmektedir. Geçiş kesiti bir disk üzerine yerleştirilmiş sızdırmazlık elemanı ile sağlanmaktadır. İlk anda pim üzerinde bir uyarı yokken, P hattı A hattına açıktır. Yani valf normalde açık bir valftir. Pime basıldığında distik altındaki sızdırmazlık elemanı bu defa alt kısma oturur ve P basınç hattı kapanır. A'daki hava pimin yanındaki boşluktan tahliye olur.



Şekil IV.3. Disk Oturmalı 3/2 Normalde Açık Valf.



Şekil IV.4. Disk Oturmalı Normalde Kapalı Valf.



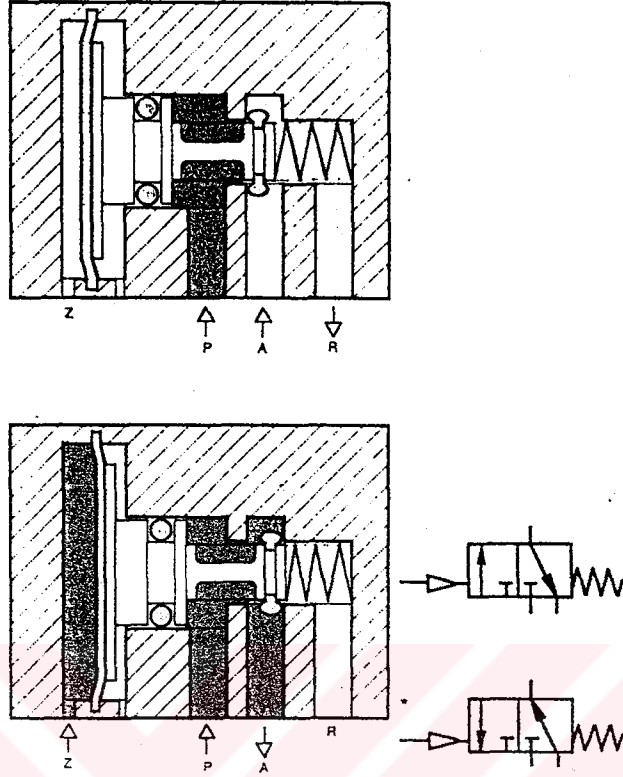
Şekil IV.5. Disk Oturmalı Normalde Açık 3/2 Valf.

Disk Oturmalı 3/2 Hava Uyarılı Valf

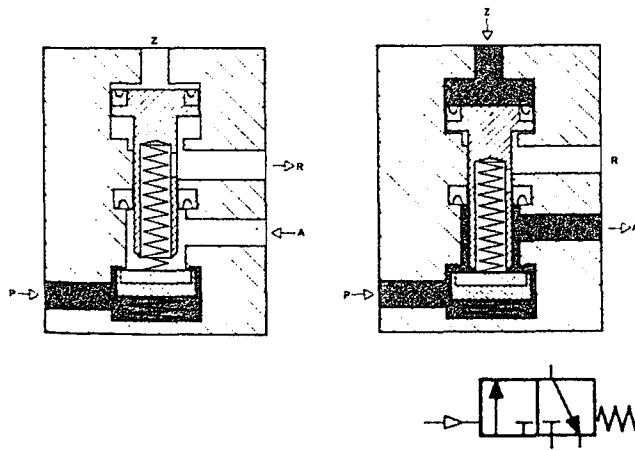
Şekil IV.6'da böyle bir valf kesiti görülmektedir. İlk anda valfin kumanda pistonu alt kısımdaki yay nedeniyle yukarı doğru itilidir, yani P hattı kapalı, A hattı R hattına açıktır. Valfin hava uyarı hattından hava gönderildiğinde bu havanın basıncı nedeniyle kumanda pistonunun üst yüzeyinde oluşan kuvvet alttaki yay kuvvetinden büyük olursa piston aşağı iner ve valf konum değiştirmiş olur. Hava uyarısı verildiği sürece valf bu konumunu muhafaza eder.

5/2 Oturmalı Tip Çift Hava Uyarılı Valf

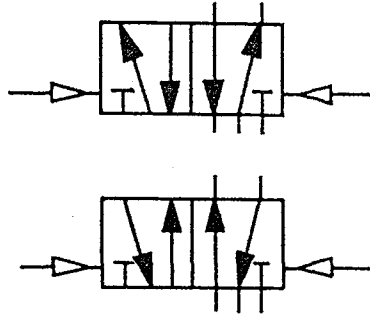
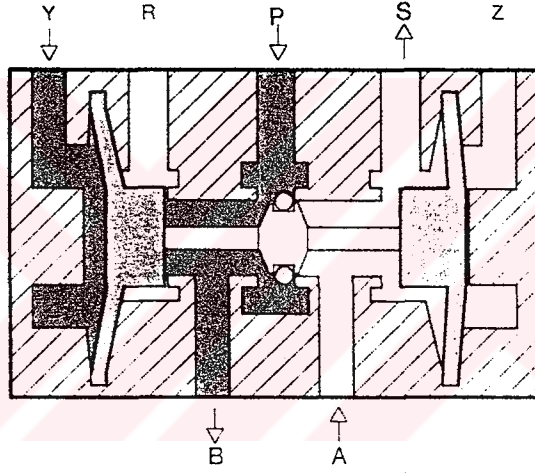
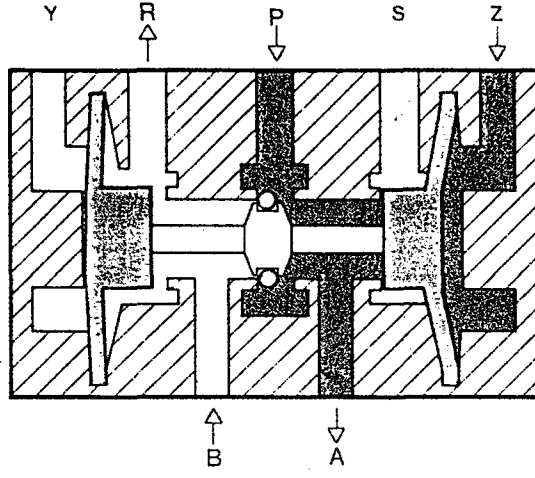
Bu valfin her iki konumunu da hava uyarısı ile sağlanmaktadır. Ayrıca valf en son hangi hava uyarısını almışsa onun sağladığı konumda uyarı kesilse bile kalmaktadır. Valf üzerinde iki adet tahliye deliği mevcuttur. B hattı R üzerinden A hattı ise S hattı üzerinden tahliye edilmektedir. Sızdırmazlık kumanda pimi üzerindeki diskin taşıdığı O halka ile sağlanır. Şekil IV.8.



Şekil IV.6. Hava Uyarılı 3/2 Valf.



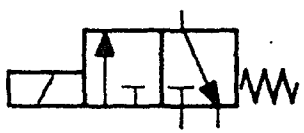
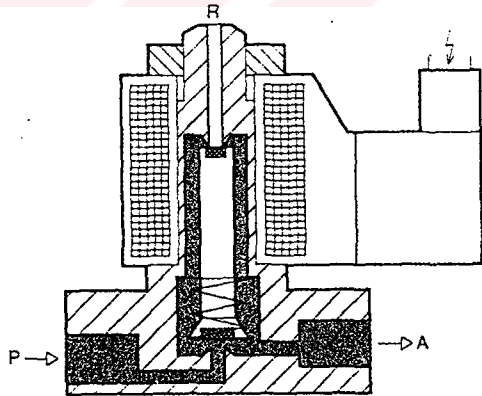
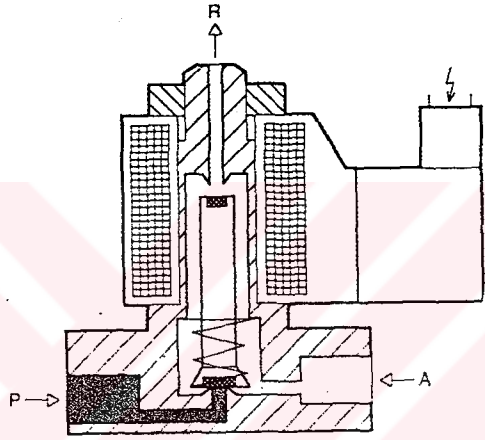
Şekil IV.7. Hava Uyarılı Disk Oturmalı Normalde Kapalı Valf Kesiti.



Şekil IV.8. 5/2 Oturmalı Tip Hava Uyarılı Valf.

Elektrik Kumandalı Valfler

Bu valfler elektrikli zaman rölesi, elektrik anahtarı, basınç anahtarı, elektrik panosu bulunan yerlerde kullanılır. Bilhassa uzak mesafelerdeki kumanda ünitelerinde ve tetikleme zamanının kısa olması istenen hallerde tercih edilir. Bu valflerin doğrudan uyarılı veya direkt uyarılı tipleri vardır. Direkt kumandalı

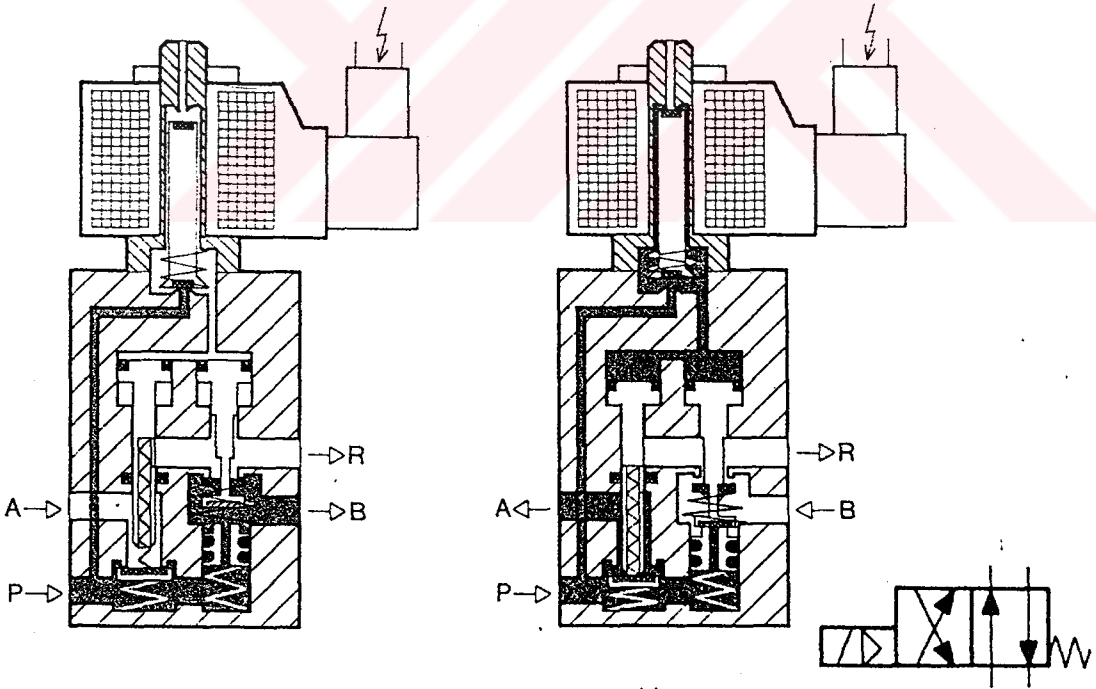


Şekil IV.9. Doğrudan Kumandalı Tip Elektrik Uyarılı Valf Kesiti.

tipler küçük geçiş kesitlerinde, ön uyarılılar büyük geçiş kesitlerinde kullanılır.

Ön Uyarılı Elektropnömatik Valf

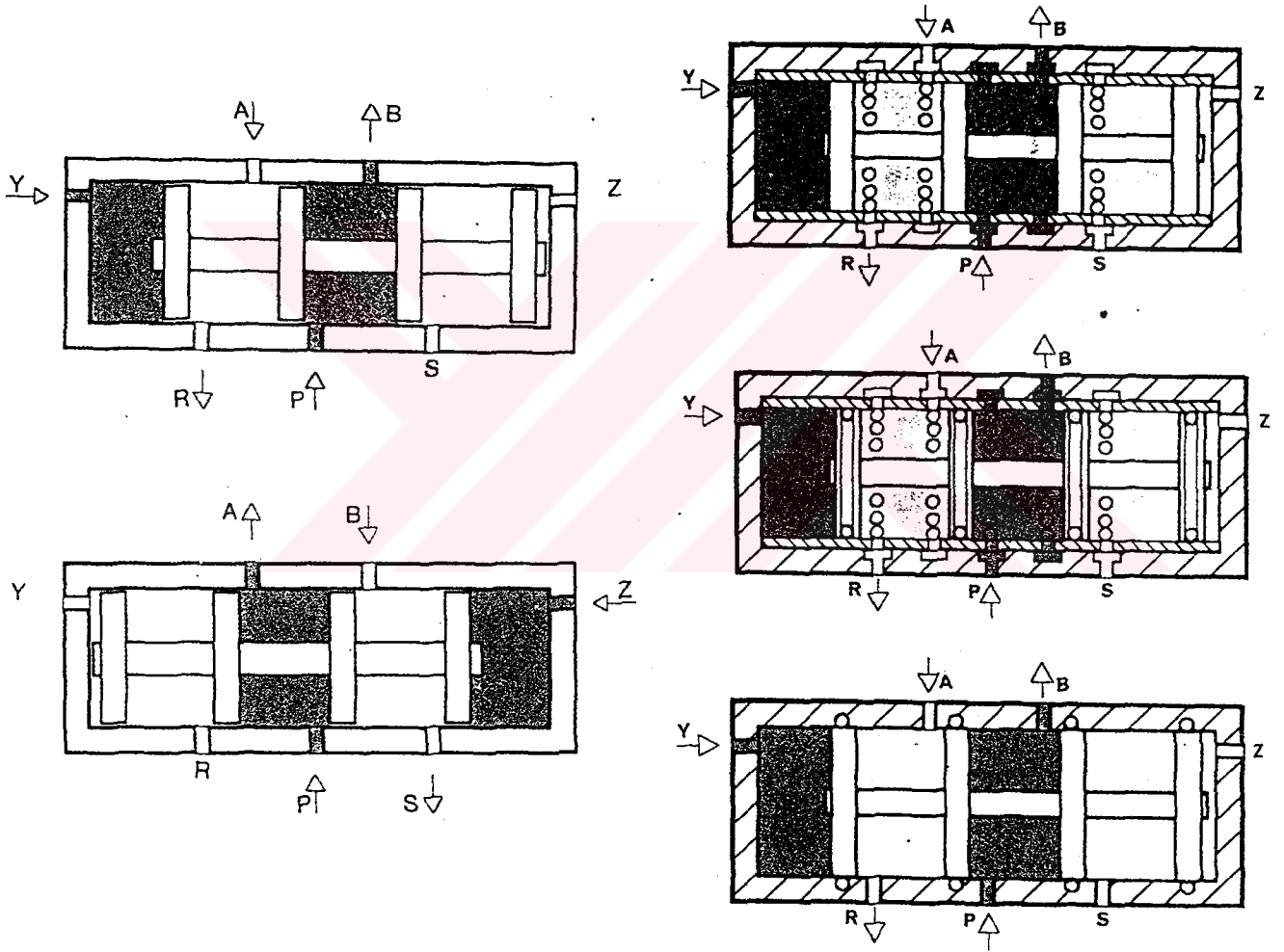
Şekil IV.10'da böyle bir valfin yapısı görölmektedir. Valfin normal konumunda P hattı B'ye, A hattı R'ye açılmaktadır. Aynı zamanda P hattından dahili bir kanal yardımıyla çekirdeğin alt kısmına kadar hava gönderilmektedir. Bobine elektrik enerjisi verildiği zaman çekirdek yukarı çekilir ve valfin her iki kumanda pistonunun üst kısmına hava gönderilmiş olur. Böylece kumanda pistonları aşağı inerek valfin konumunu değiştirirler. Dikkat edilecek olursa burada çekirdek direkt uyarılı valfte olduğu gibi geçiş kesitini açmamış, sadece küçük bir uyarı hattının yolunu açmıştır.



Şekil IV.10. Dolaylı Elektrik Kumandası.

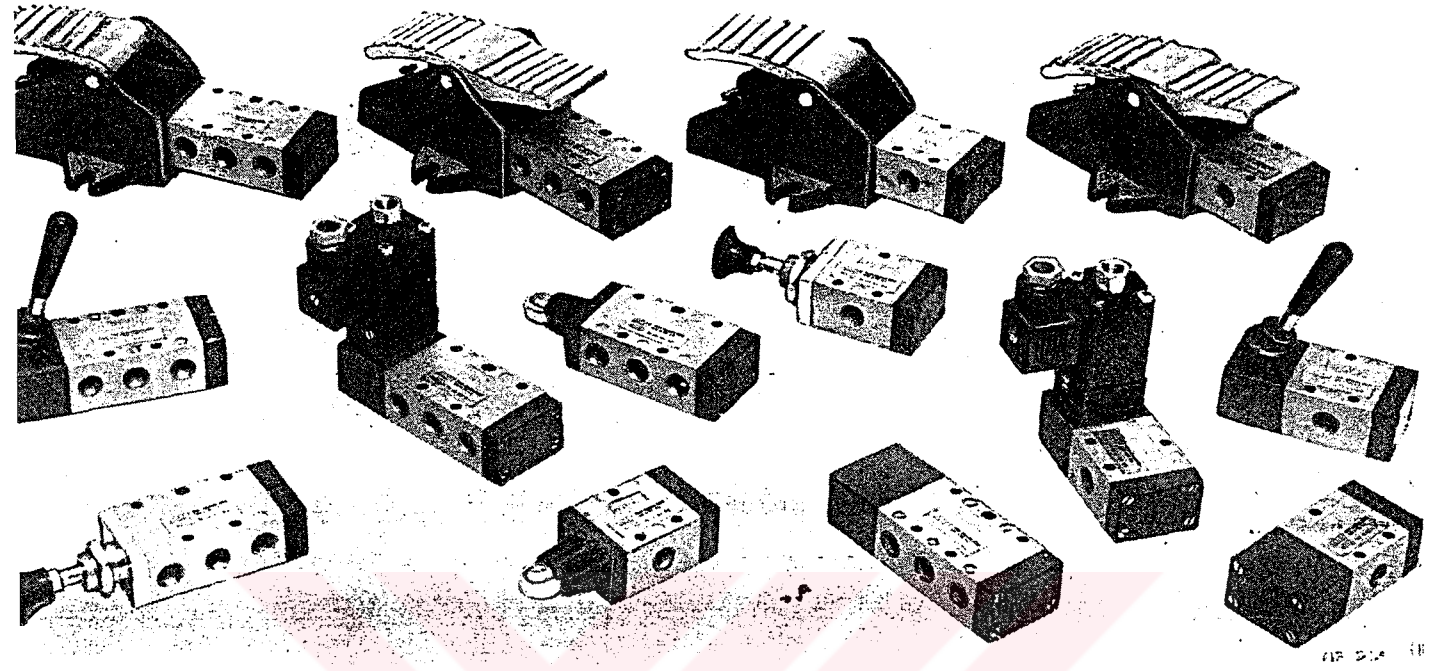
Sürgülü Tip Valfler

Bu tip valflerde bir kumanda pistonu vasıtasıyla hatların birbiri ile bağlantısı sağlanır. Sürgü üzerindeki boğumlara yerleştirilmiş o halkalar vasıtasıyla sızdırmazlık gerçekleşir.



Şekil IV.11. 5/2 Sürgülü Tip Çift Hava Uyarılı Valf.

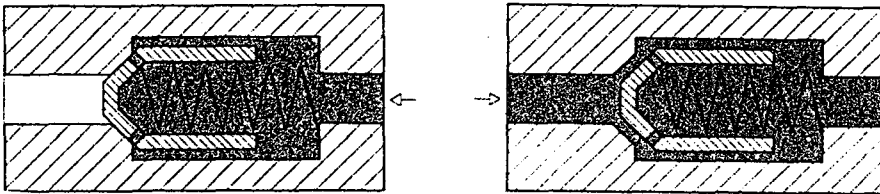
Çalışma basıncı : - 1 ... 0 ... 12 bar
Çalışma sıcaklığı : - 10°C ... + 80°C
Akış miktarı : 990 NL/dak
Sürgü hareket miktarı : 8 mm



Şekil IV.12. Pnömatik Valf Çeşitleri.

Çek Valf

Akışın geçmesine bir yönde müsaade edip diğer yönde etmeyen valftir. Geri döndürmez valf diye bilinir. Ya bilyalı ya da kapakçık tipli imal edilirler. İlk anda bir yay kapakçığı geçiş kesitine doğru iter. Sol taraftan gelen havanın basıncı yay kuvvetini yendiğinde eleman sağa doğru itilir ve hat açılır. Sağ taraftan hava verildiğinde hava basıncı ve yay kuvveti nedeniyle geçiş kesiti kapatılır.



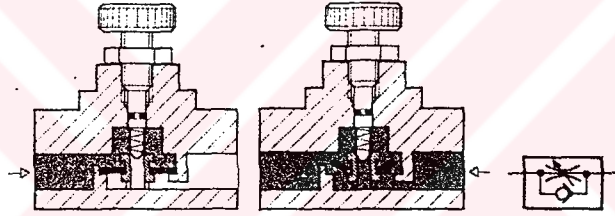
OWA

Şekil IV.13. Çek Valf.

IV.2. AKIŞ KONTROL VALFLERİ

Hız Ayar Valfi

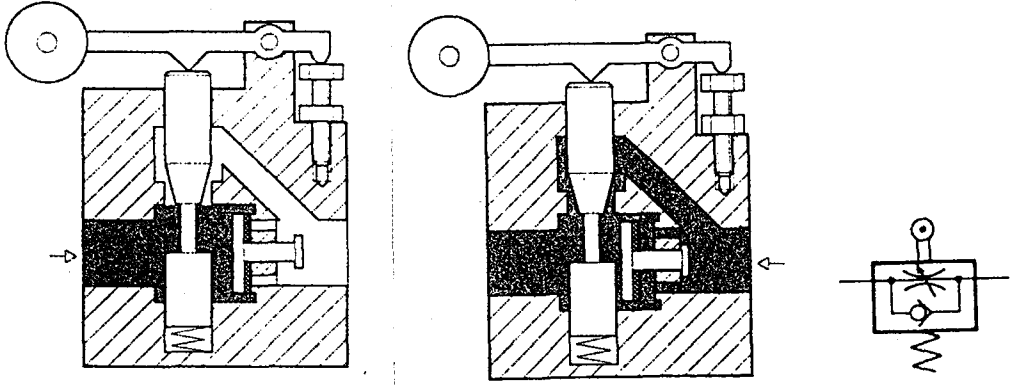
Bünyesinde bir çek valf bulunduğu için, tek yönde geçiş kesitini daraltarak, çalışma elemanının hızını denetleyen elemandır. Çek valfin geçişe müsaade etmediği yönde akışkan bir ayar vidası ile ayarlanabilen kısma kesitinden geçmeye zorlanır. Ters yönde akış halinde çek valf açılır ve herhangi bir kısma olmadan akışkan yoluna devam eder.



Şekil IV.14. Hız Ayar Valfi.

Hız Azaltma Valfi

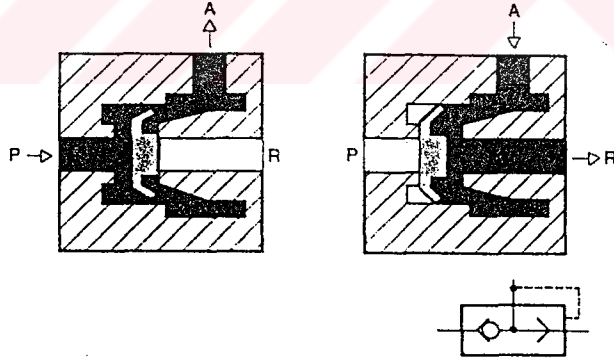
Bu valf tek etkili ve çift etkili silindirlerde strokun herhangi bir noktasında hız ayarı yapılmak istendiğinde kullanılır. Çift etkili silindirlerde bazen büyük kütlelere kumanda edildiğinde yastıklama amacıyla kullanılabilir. Bunun için piston koluna yerleştirilmiş bir kam mekanizması valfin makarasına basar ve bu da gövdesine konik bir form verilmiş olan ayar sürgüsünü aşağı doğru iter. Böylece istenen hız asgari ayarı yapılmış olur. Kamın makaraya basma boyu veya makaranın sürgüye basma boyu değiştirilerek ayar yapma imkanı elde edilir.



Şekil IV.15. Hız Azaltma Valfi.

Çabuk Egsoz Valfi

Silindirlerde hızı artırmak gayesiyle kullanılır. Bazı uygulamalarda silindirin geri dönüşünde bir iş yapılmaz ve bu ölü zamanın kısaltılması istenir. Çabuk egsoz valfi silindire çok yakın bir yere monte edilir. Böylece hava yön denetim valfi üzerinden değil de çabuk egsoz valfi üzerinden tahliye olur.

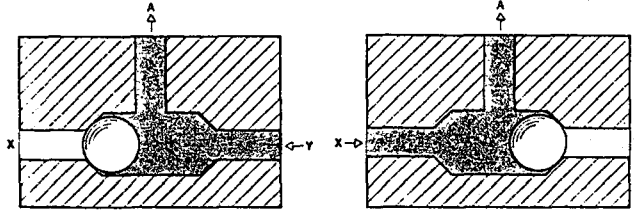


Şekil IV.16. Çabuk egsoz valfi.

VEYA Valfi

Pnömatik devrelerdeki mantık işlemlerinde kullanılan bir valftir. Üzerinde 3 tane hava bağlantı deliği vardır. Bunlardan X ve Y giriş delikleri, A ise çıkış deliğidir. Valfin yapısı gereği ister X'den, ister

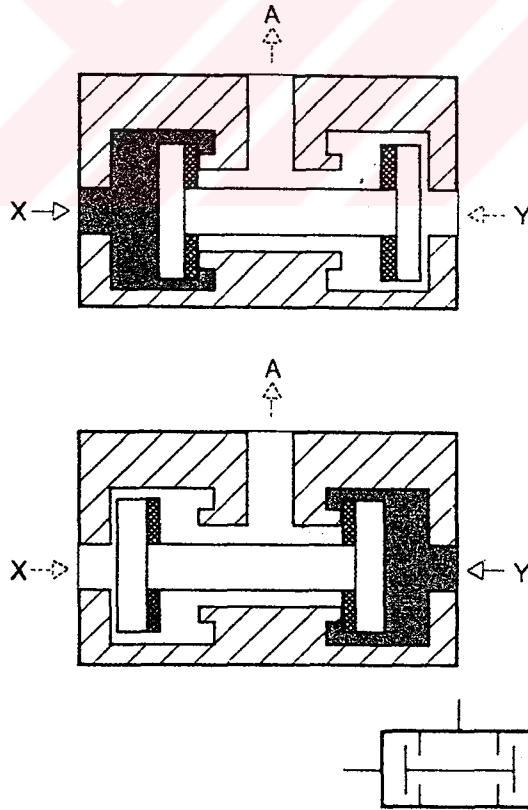
Y'den hava verilsin, A hattından bir çıkış alınabilir.



Şekil IV.17. VEYA Valfi.

VE Valfi

Bu mantık valfinin de 3 hava bağlantı deliği vardır. X, Y giriş; A ise çıkış deliğidir. Ancak A hattından hava çıkışı alabilmek için X ve Y hattından aynı anda hava girişi olmalıdır. Eğer sadece X'de veya Y'de hava varsa valfin içindeki hareketli eleman X ile A'nın irtibatını kestiği için A hattından çıkış alınamayacaktır.

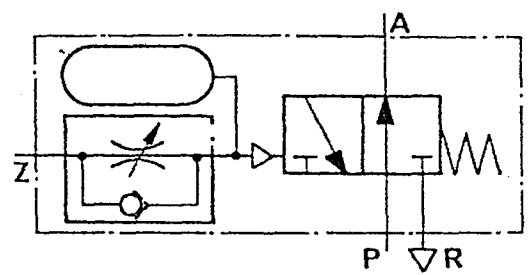
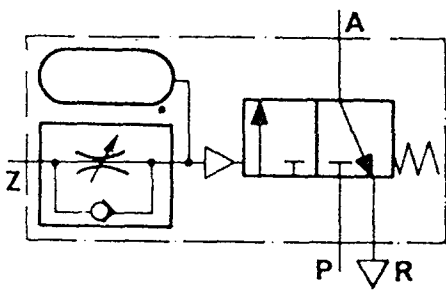
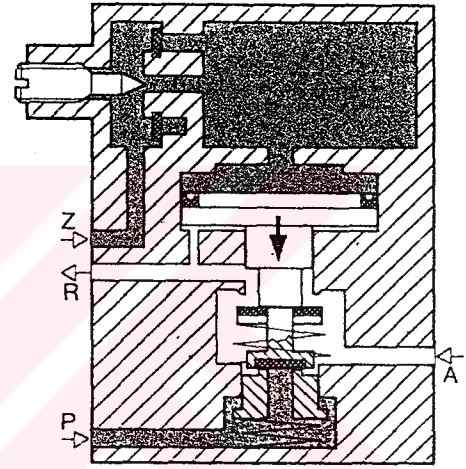
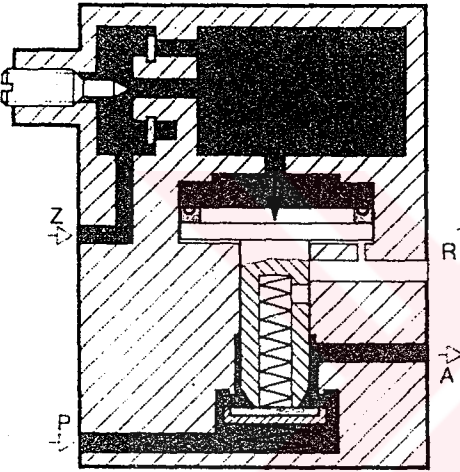
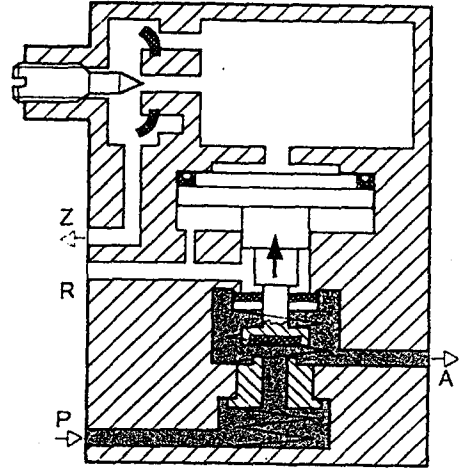
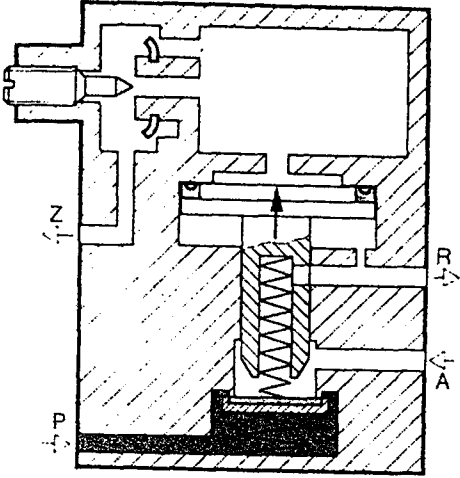


Şekil IV.18. VE Valfi.

Zaman Rölesi

Bu valf bir 3/2 yön denetim valfi, bir hız valfi bir de depodan meydana gelir. Normalde açık veya normalde kapalı tipleri mevcuttur. Şekil IV.19 normalde kapalı bir zaman rölesini göstermektedir. P hattından gelen hava ilk anda A hattına geçmemektedir. Z hava uyarı hattından hava verildiği zaman gelen hava önce bir kısma valfinden geçer, daha sonra depoyu doldurur. Böylece valfe konum değiştirecek hava uyarı basıncının oluşumu belli bir süre geciktirilmiş olur. Bu gecikmenin süresi hava basıncının değerine, kısmının şiddetine ve deponun boyutuna bağlıdır. Z hattındaki hava uyarısı kesilince içerideki hava çek valf üzerinden geçerek hemen tahliye olur, valfin kapalı konuma geçmesi de derhal gerçekleşir.

Normalde açık bir zaman rölesinde Z hava uyarısı verildikten bir müddet sonra valf konum değiştireceğinden P ile A'nın irtibatı da bir müddet sonra kesilecektir. Z uyarısı ortadan kalktığında valf hemen konum değiştirecek P ile A'nın irtibatı da hemen sağlanacaktır.

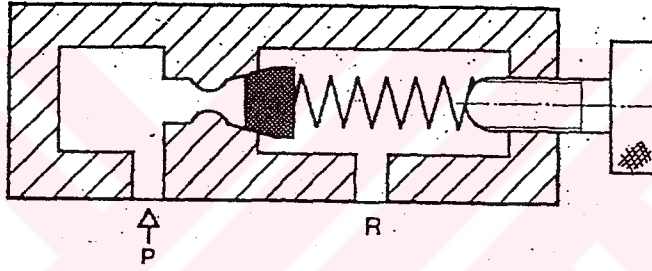


Şekil IV.19. Normalde Kapalı Zaman Rölesi.

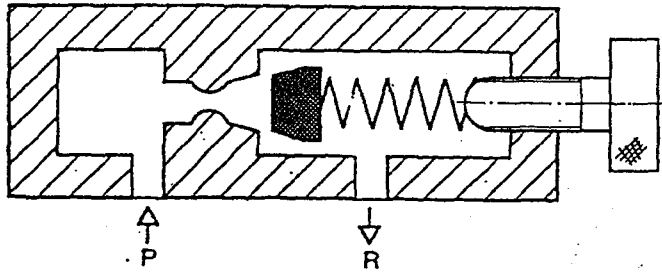
Şekil IV.20. Normalde Açık Zaman Rölesi.

IV.3. BASINÇ KONTROL VALFİ

Pnömatik sistemdeki havanın basıncını kontrol altında tutar ve aşırı basıncın devre elemanlarına zarar vermesini önler. Bu valfler, sistem için normal kabul edilen basınç değerlerinde kapalı konumlarını korurlar. Ancak, herhangi bir nedenle basınçta yükselme meydana gelirse yayı iter ve havayı atmosfere atar. Valfin içindeki yayın direnci bir vida ile önceden ayarlanır. Yapılan ayarla basıncın belirli sınırı aşınca valfin açık konuma geçmesi sağlanır.



Şekil IV.21. Basınç Kontrol Valfinin Kapalı Olan Normal Konumu.



Şekil IV.22. Basınç Kontrol Valfinin Açık Konumu.

V. PNÖMATİK KONTROL DEVRELER

Öncelikle devre taslağı kontrol akış diyagramına uymalıdır; aşağıdan yukarıya doğru bir sinyal akışı olmalıdır. Devre diyagramı için enerji girişi önemli olduğu için enerji girişi gerektiren tüm elemanlar aşağıya çizilmeli ve enerji aşağıdan yukarıya doğru dağıtılmalıdır. Sıralama yapacak olursak ;

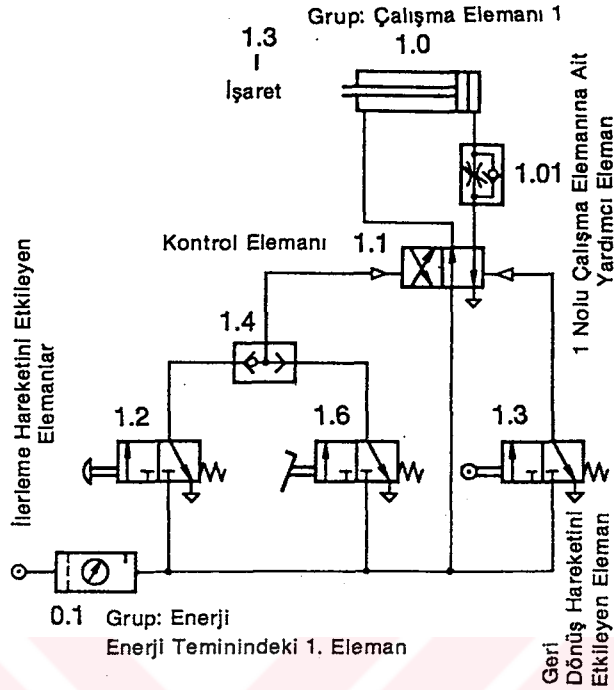
- Tahrik elemanı,
- Kontrol elemanı,
- İşlem elemanı,
- Sinyal elemanı,
- Enerji girişi.

Seri numaralama sistemi ;

- .0 : Çalışma elemanları
- .1 : Kontrol elemanları
- .2, .4 : İlgili çalışma elemanının ileri hareketinde etkisi olan tüm elemanlar (Çift sayılar)
- .3, .5 : Dönüş hareketine etkisi olan tüm elemanlar
- .01, .02 : Kontrol elemanı ile çalışma elemanı arasındaki elemanlar

Devre kurmada uyulması gereken kurallar ;

- Aşağıdan yukarıya sinyal akışı gösterilir.
- Yukarıdan aşağıya sinyal akışı gösterilir.
- Elemanların fiziksel düzeni ikmal edilir.
- Mümkünse silindir ve yön valfleri yatay çizilir.
- Elemanlar ilk başlangıç konumlarında gösterilir. Mümkünse hatlar, birbirini kesmeyecek şekilde çizilir.
- Çalışma hatları ve diğer çizgiler yatay veya dikey doğrular halinde çizilmelidir.



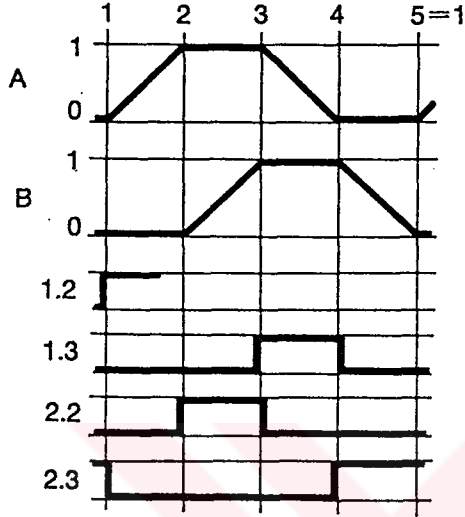
Şekil V.1. Elemanların Kodlanması.

V.1. HAREKET VE KONTROL DİYAGRAMI

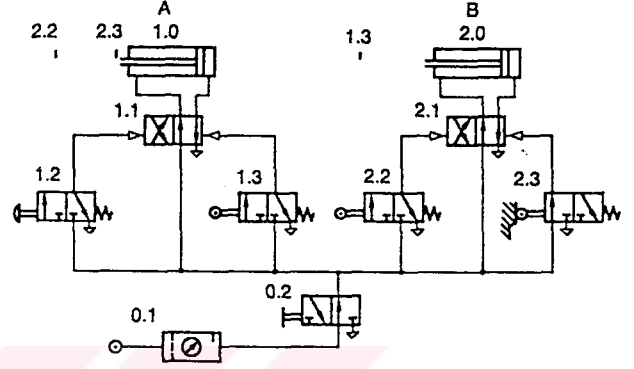
Hareket ve kontrol (sıralama) diyagramında silindirler ve valfler için birer satır çizilir. Silindirler için alt satır pistonun geri konumunu, üst satır ileri konumunu gösterir. Valflerde ise alt satır valfin uyarısız normal konumu, üst satır uyarı aldığı ulaştığı konumunu ifade eder. Silindirlerin stroklarını tamamlamaları valflerin konum değiştirmelerine oranla daha uzun zaman aldığı için katettikleri strok eğik bir çizgi ile gösterilir. Hareket adımları diyagramda sütunlarla gösterilir. Aynı son kontrol elemanına ait sinyal elemanları diyagramda alt alta çizilir.

Sinyal çakışmasının olup olmadığı hareket ve kontrol diyagramında aynı son kontrol elemanına sinyal

veren iki sinyal valfinin (1.2 ile 1.3 ve 2.2 ile 2.3) çıkışlarının herhangi bir sütunda aynı anda bir olup olmadığı araştırılarak tespit edilir.



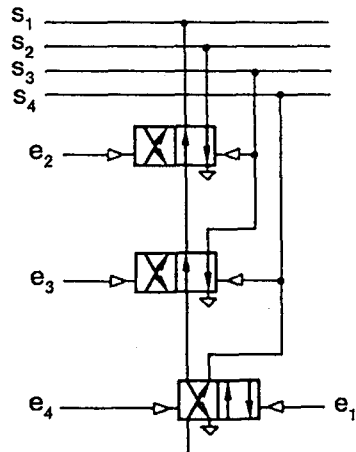
Şekil V.2. Hareket ve Kontrol Diyagramı.



Şekil V.3. Devre diyagramı.

V.2. KASKAD YÖNTEMİ

Bu yöntemde herhangi bir anda sadece tek bir çıkış hattı (S_4) basınçlandırılmıştır, diğer tüm hatlar atmosfere açılmıştır. (S_1, S_2, S_3)



Şekil V.4. Kaskad Yapı.

Bu düzenleme ile bir kontrol sistemindeki sinyal çakışmasını kaldıracak, sinyal kesilmesi kolayca gerçekleştirilebilir. Kaskad yapıda kullanılan valfler 4/2 valflerdir. Sinyal elemanları ise 3/2 valflerdir.

Kaskad yapıda ;

- Adım sayısı : Çıkış hattı sayısı
- Kaskad valfi sayısı: (Çıkış hattı sayısı) - 1

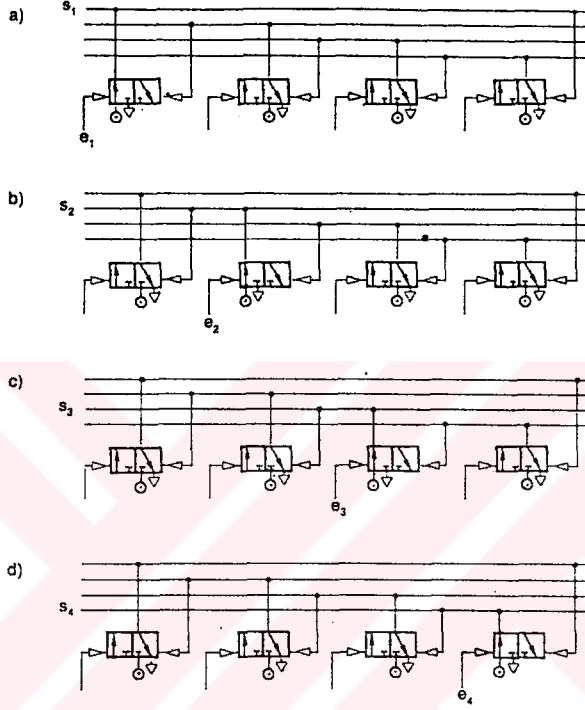
Prensip olarak kaskad yapı istenen kademe sayısına kadar genişletilebilir. Fakat düzenleme her zaman aynı kalır. Tüm valfler seri olarak bağlanır, serideki birinci valf 2 çıkış sinyali verir S_1 ve S_2 , diğer tüm valflerin herbiri tek bir çıkış sinyali verir. Serideki bir önceki valf bir sonrakini reset eder ilk konumunu alır. Serideki son valf iki giriş sinyalidir, böylece başlama konumu her zaman üniformdur.

V.3. KAYIT KAYDIRMA (SIRALAMA ZİNCİRİ) YÖNTEMİ

Kaskad devresinin büyüklüğü enerjinin tek bir girişten sağlanması nedeniyle sınırlıdır. Çünkü bir kontrol işleminin başlamasından önce hava kaskad yapıdaki tüm valflerden geçmek zorundadır. Eğer çok sayıda valf seri bağlanmışsa doğacak basınç düşümü kontrol işleminin yavaşlamasına neden olacaktır. Böyle durumda kayıt kaydırma yöntemini kullanmak tavsiye edilir.

Bu yöntemde kaskad'ın tersine 3/2 valfler kullanılır ve bağlantı seri değildir. Valflerin P girişleri doğrudan hava girişine bağlanmıştır. Çok sayıda kademe olduğunda yukarıda hatırlatılan basınç düşümü burada olmaz, fakat kaskad ile mukayese edildiğinde bir fazla sayıda valf gereklidir. Kayıt kaydırmada da herhangi bir an çıkış verilir ve her kademe onu takip eden kat tarafından reset edilir. Bu yapı istenen ölçüde büyütülebilir.

Dikkat edilecek nokta; başlama anında son valfin çalışıyor halde olmasıdır. Böylece ilk kademe çalıştırılabilir.



Şekil V.5. Kayıt Kaydırma Yöntemi.

V.4. MODİFİYE EDİLMİŞ KASKAD YÖNTEMİ

Minimum sayıda valf kullanmak için hareket sırası iki gruba ayrılır. Gruplandırmada bir silindir bir grupta bir kez bulunabilir. (+)'lar bir grup, (-)'ler bir grup oluşturur. Geri kalan kısım kaskad yapınının aynısıdır.

VI. LOJİK PNÖMATİK VE BOOLE CEBRİ

Boole cebri, mantık kurallarına dayalı bir matematik olup, otomatik kumandalı devrelerde kullanılır. Teknolojik gelişmelere paralel olarak, birçok elektrik ve elektronik araçlar otomatik kumandaya elverişli olarak üretilmiştir. Günümüzde artık, hidrolik ve pnömatik sistemler, elektrik ve elektronikten ayrı olarak düşünülmemektedir. Seri üretim ve otomatik kumandaya olan ihtiyaç da bu işbirliğini gerektirmektedir.

Otomatik kumandaya geçişte gerekli olan temel matematik kurallar ise, İngiliz matematikçisi George BOOLE (1815-1864) tarafından ortaya atılmıştır. George BOOLE "Basit mantık önerileri sembollerle gösterilecek olursa, iki öneri arasındaki bağıntıyı, bir cebir denklemi haline getirerek incelemek mümkündür." demiş ve ileride incelenecek olan AND, OR, NOT diye bilinen kuralları ortaya atmıştır.

Boole cebri, günümüzde kullanılan elektronik sistemlerin ana yapısı olan, "Elektronların değerleri" hakkında da, kesin denklemleri dile getirmektedir. Bu denklemlerden yararlanarak elektronik sistemlerde "Evet" anlamına gelen (1) ile, "Hayır" anlamına gelen (0)'dan meydana gelen ikili akım dili geliştirilmiştir.

VI.1. AND KURALI (∧)

Pnömatikte AND kuralı iki ayrı valfin düğmesine basarak havanın yönlendirilmesi sırasında kullanılır. Çalışan kişinin ellerini korumak ve iki elini meşgul etmek için birçok hidrolik ve elektrik kontrollü sistemlerde de kullanılır. And kuralında bilinen çarpma kaidesi geçerlidir.

FONKSİYON TABLOSU

X_1	X_2	Y
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	0

VI.2. OR KURALI (V)

Veya kuralı adı verilen bu durumda ise, sistem iki ayrı yerden de kontrol edilebiliyor. Şu veya bu düğmeye basarak sistem çalışıyor, beklenen işlem yapılıyorsa böyle devre bağlantılarında "OR" kuralı geçerlidir. Bu kuralda BOOLE Cebrinin mantığına göre TOPLAMA kaidesi geçerlidir.

X_1	X_2	Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

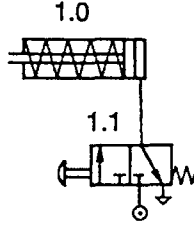
VI.3. NOT KURALI

Bu kural ise, normalde çalışan bir sistemin valfine basıldığı zaman çalışması duruyorsa, basılmadığı zaman hareketine devam ediyorsa böyle yerde geçerlidir. Yani basılmadığı zaman sonuç "1" oluyor, basıldığı zaman "0" oluyor, sistem duruyor.

X	Y
0	1
1	0

VII. PNÖMATİĞİN SANAYİDE UYGULAMA ALANLARI

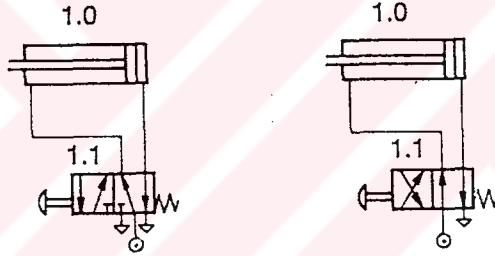
Tek Etkili Bir Silindirin Denetimi



Şekil VII.1. Tek Etkili Bir Silindirin Denetimi.

Bu denetim işlemi için 3 yollu bir valf, silindirin geri dönüşünde piston tarafındaki havayı tahliye etmek için kullanılır.

Çift Etkili Bir Silindirin Denetimi

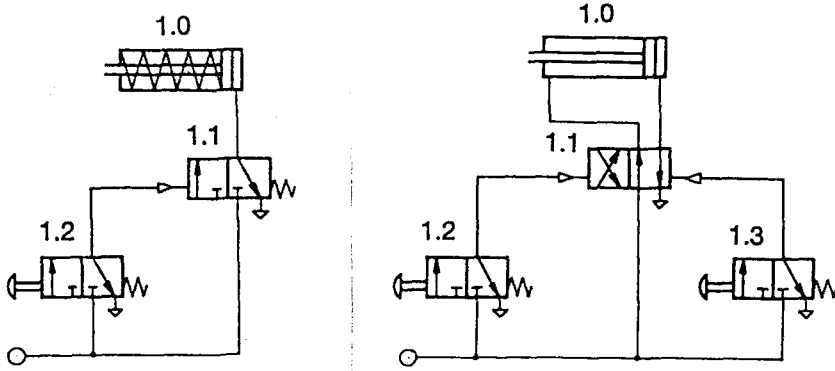


Şekil VII.2. Çift Etkili Bir Silindirin Denetimi.

Burada 4 yollu veya 5 yollu bir valf kullanılabilir. 5 yollu valf kullanıldığında ileri ve geri hareketteki egzoz havalarını ayrı ayrı tahliye etmek mümkündür.

Tek ve Çift Etkili Silindirin İndirekt Denetimi

Şekildeki devre özellikle büyük çaplı ve uzun stroklu silindirlerin kontrolü için avantaj sunar. 1.1 valfi indirekt olarak 1.2 valfi tarafından kumanda edildiği için 1.1 valfi silindirin kapasitesinde seçilir. Sinyal elemanı 1.2 ise küçük boyutlu seçilebilir. Yön

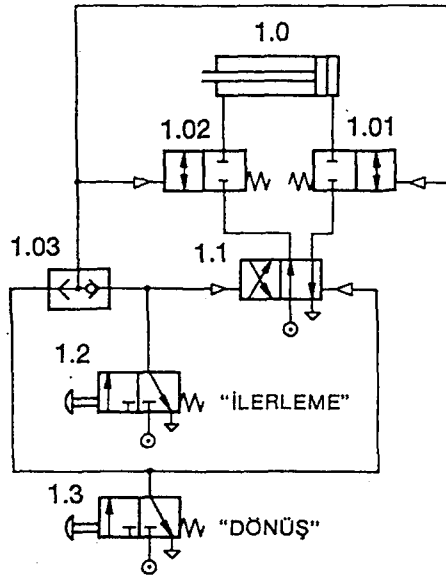


Şekil VII.3. Silindirlerin Dolaylı Denetimi.

valfi ile sinyal arasındaki bağlantı küçük çaplı bir boru ile yapılır.

Çift Etkili Bir Silindirin Ara Bir Konumda Durdurulması ve Sabitlemesi

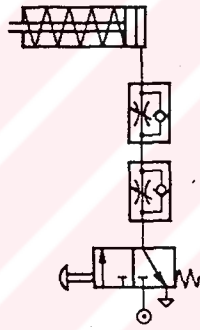
Havanın sıkıştırılabilir olması nedeniyle pnömatik bir silindirin ara bir konumda hassas olarak durdurulması



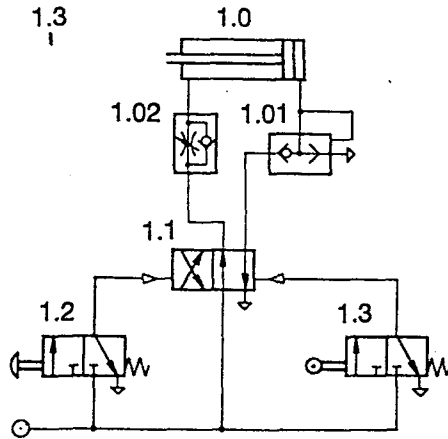
Şekil VII.4. Çift Etkili Bir Silindirin Ara Bir Konumda Tutulması.

mümkün değildir. Yine de uygulamada statik konumda oluşacak küçük sapmaların kabul edilebileceği durumlarda kullanılabilecek bir devre aşağıda gösterilmektedir.

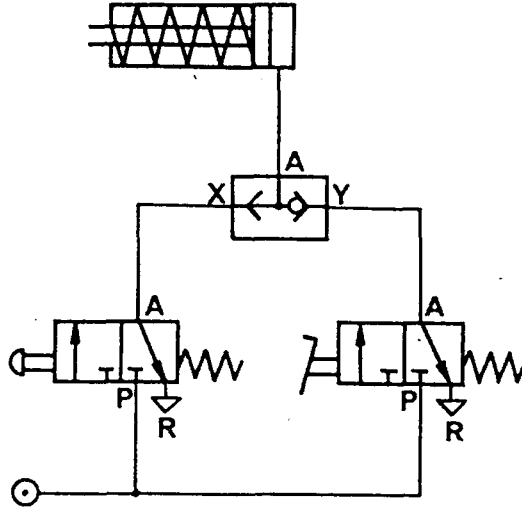
Bu devrede silindire giden hatlar, 1.2 veya 1.3 düğmeli valflerine basıldığında 2 yollu 1.01 ve 1.02 valfleri vasıtasıyla açılır. Sinyal elemanı (düğmeli valfler) bırakıldığında giriş ve tahliye hatları kapatılır. Piston bir denge konumuna ulaşınca kadar hareket eder ve hatlardaki kalan basınçlı hava vasıtasıyla hareketsiz kalır. 1.01 ve 1.02 valfleri havanın her iki yönde geçişine müsait olmalıdır.



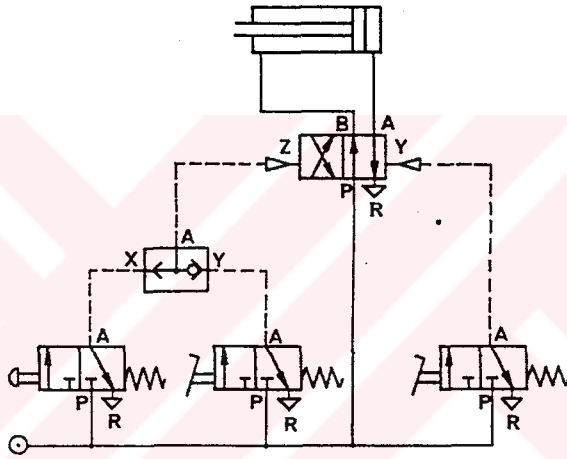
Şekil VII.5. Tek Etkili Silindirin İleri ve Geri Hızının Ayarlanması.



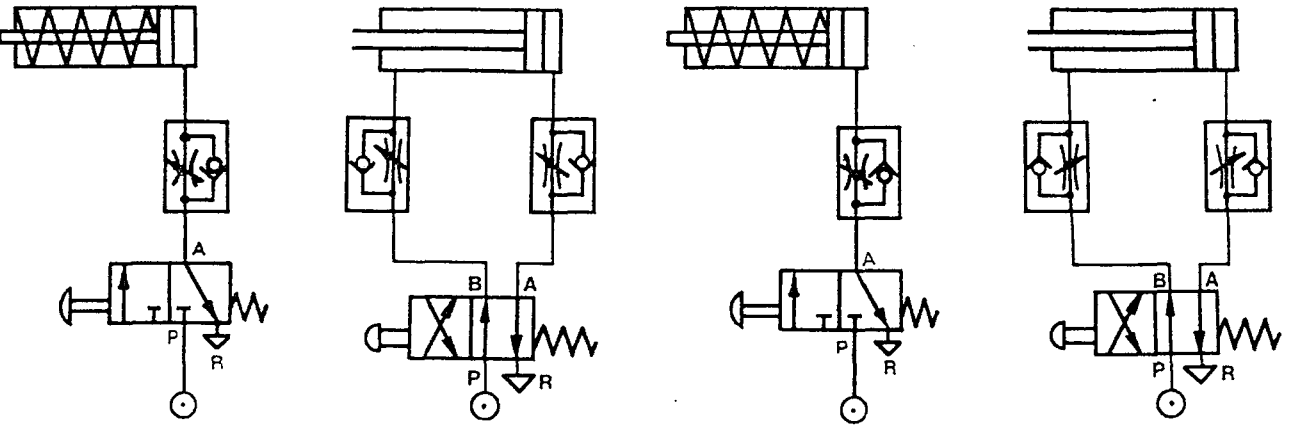
Şekil VII.6. Çift Etkili Silindirin İleri Hareketinin Yavaş, Dönüşünün Hızlı Olmasını Sağlayan Devre.



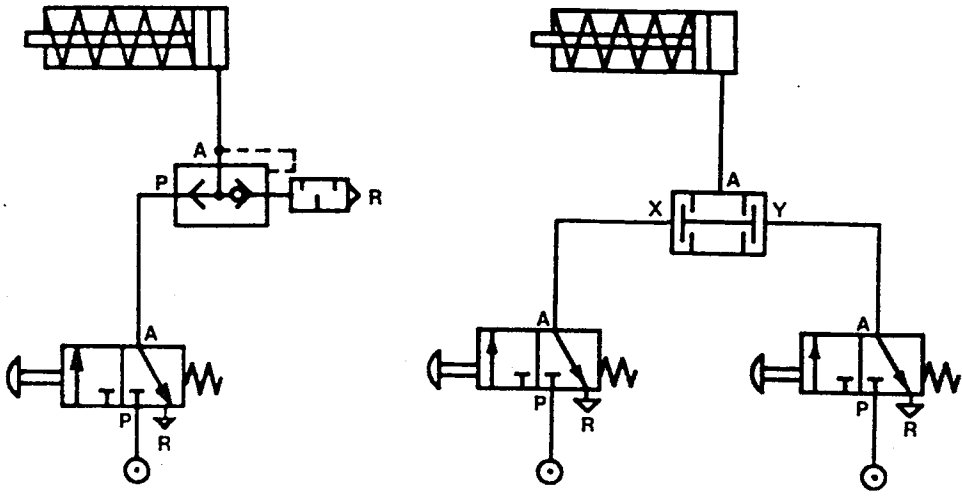
Şekil VII.7. Tek Etkili Silindirde VEYA Valfinin Kullanılması.



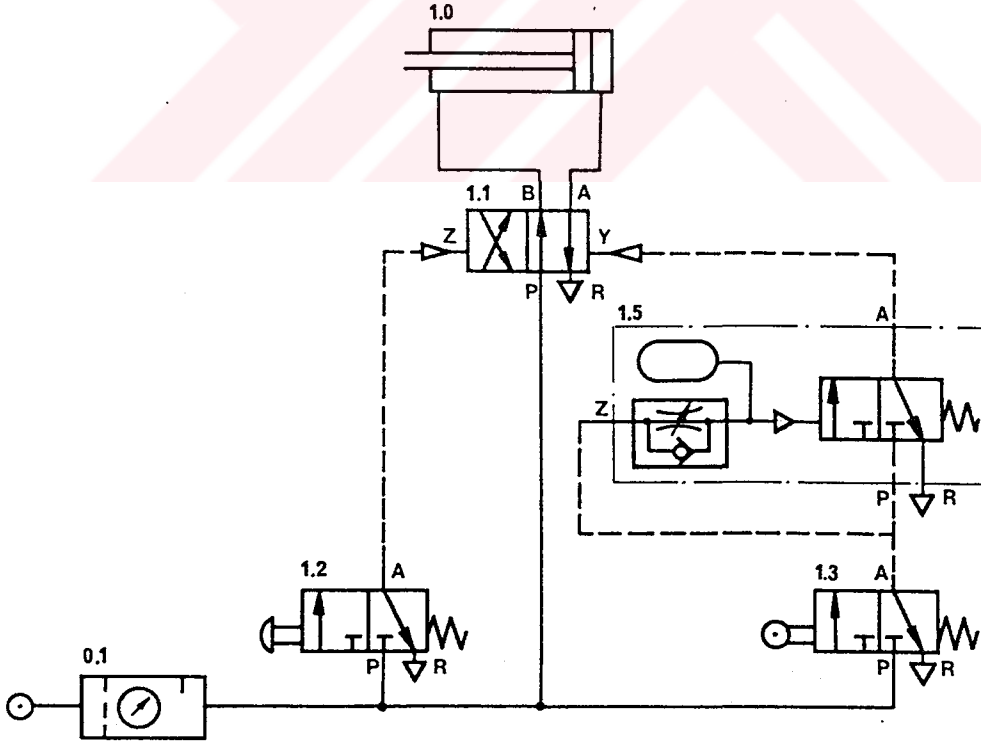
Şekil VII.8. Çift Etkili Silindirde VEYA Valfi Uygulaması.



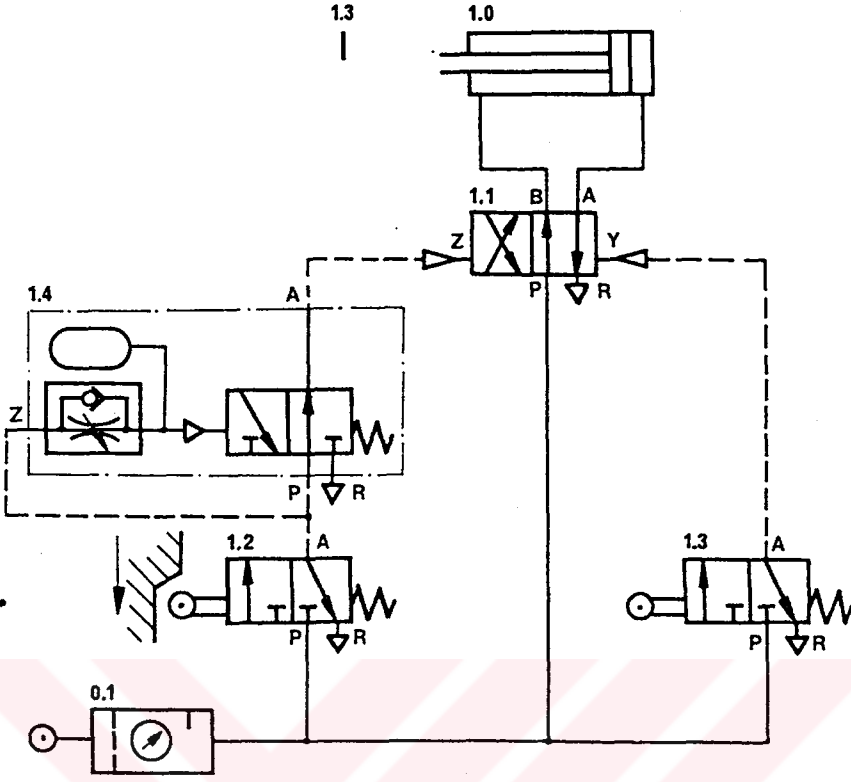
Şekil VII.9. Tek Etkili ve Çift Etkili Bir Silindirde Giren ve Çıkan Havanın Kısılması.



Şekil VII.10. Tek Etkili Bir Silindirde Çabuk Egzost Valfi ve VE Valfi Uygulaması.



Şekil VII.11. Çift Etkili Bir Silindirde Normalde Kapalı Zaman Rölesi Uygulaması.

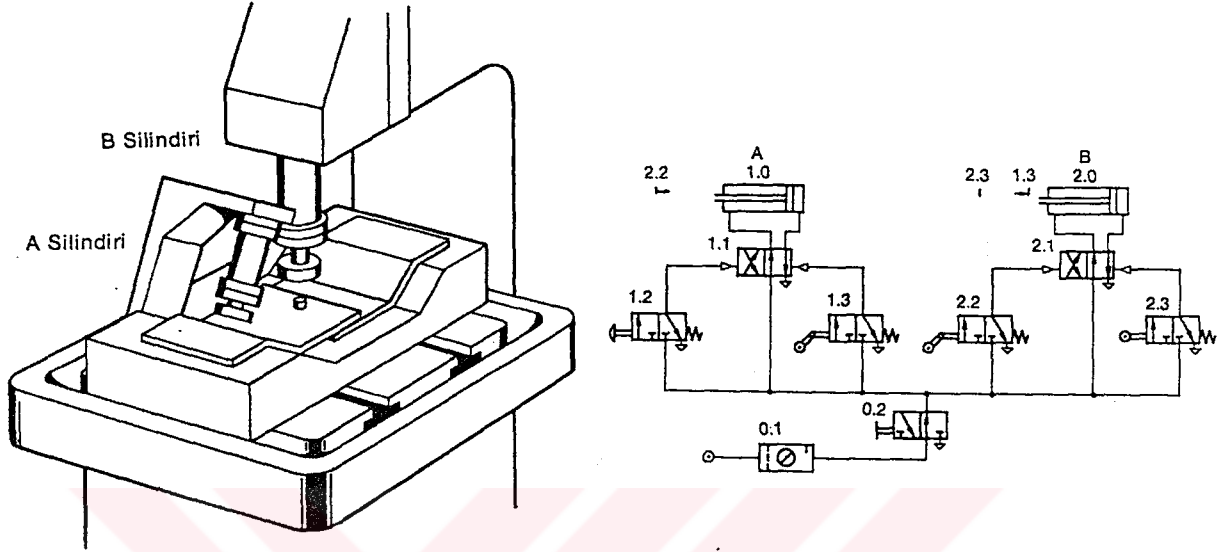


Şekil VII.12. Çift Etkili Bir Silindirde Normalde Açık Zaman Rölesi Uygulaması.

Örnek 1

İki saç plaka yarı otomatik bir preste perçinle birleştirilecektir. Parçalar ve perçin, presi kullanan kişi tarafından yerleştirilecek, tamamlanan parçalar presten alınacaktır. Çalışma çevriminin otomatik olan bölümü, parçaların tutulması ve sıkılmasını (A silindiri) ve perçinlemeyi (B silindiri) kapsar. Çevrim, başlama düğmesine basıldıktan sonra gerçekleştirilmeli, tamamlandığında tüm silindirler başlama konumlarına dönmüş olmalıdır.

Devre diyagramının inşa edilmesinde daha önce verilen kurallara uyulmalıdır. Sinyal çakışması hareket

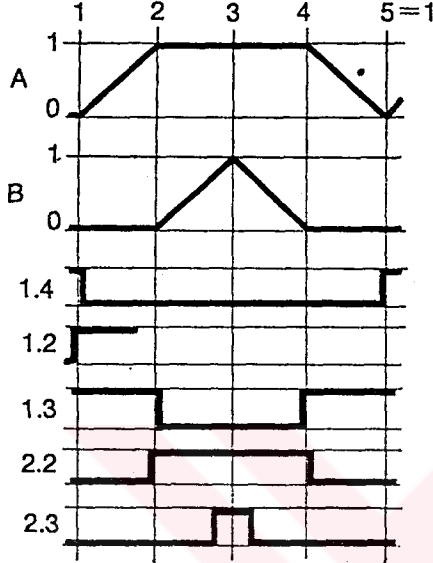


Şekil VII.13. Perçinleme Aparatı, Devre ve Diyagramları.

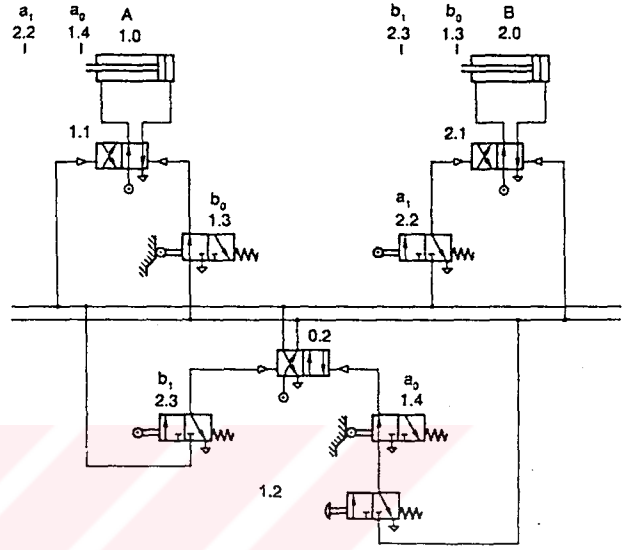
ve kontrol diyagramının yardımıyla tespit edilir. Diyagramda 1. adımda 1.2 ve 1.3 sinyallerinin, 3. adımda 2.2 ve 2.3'ün çakıştığı görülmektedir. İlk çakışma nedeniyle sistem çalışmaya başlayamaz. İkinci çakışma 2. silindirin geri hareketini engeller. Böylece 1.3 ve 2.2 valfleri, sinyal çakışmasını önlemek için mafsal makaralı olarak seçilir.

Bu devrede başlama sinyali kilitlenmediği için çalışma sırasında kontrol devresinde karışıklıklar meydana gelebilir. Bu nedenle en son hareketi gerçekleştiren silindirin geri strokunu tamamladığında kumanda edeceği bir sınır anahtarından alınacak sinyelle başlama sinyalinin kilitlenmesi tavsiye edilir.

Kilitlenme işlevi sınır anahtarı ile başlama anahtarını seri bağlamak sureti ile elde edilir. Bu kilitlenme işlevinin tüm çevrim boyunca etkili olup olmadığı hareket ve kontrol diyagramı ile kontrol edilebilir.



Şekil VII.14. Hareket ve Kontrol Diyagramı



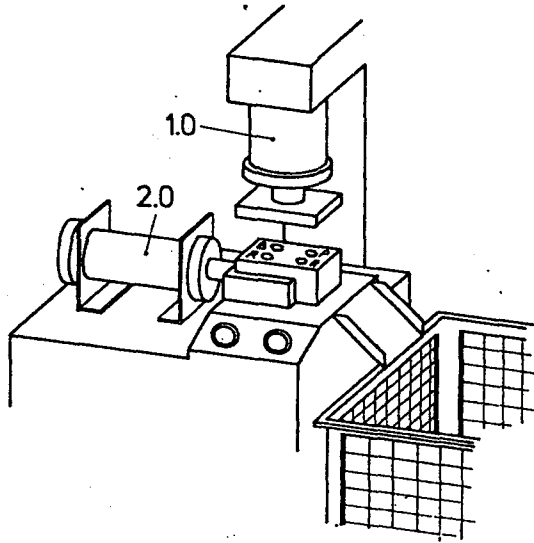
Şekil VII.15. Başlama Sinyalinin Kilitlenmesi

Örnek 2 DAMGALAMA DÜZENİ

İki tane çift etkili silindiri kullanarak hazırlanmış olan pnömatik damgalama düzeni şekilde görülmektedir. 1. silindirin damgalama işlemini yapıp geri çekilmesinden hemen sonra 2. silindir devreye girip işi sepete atmaktadır.

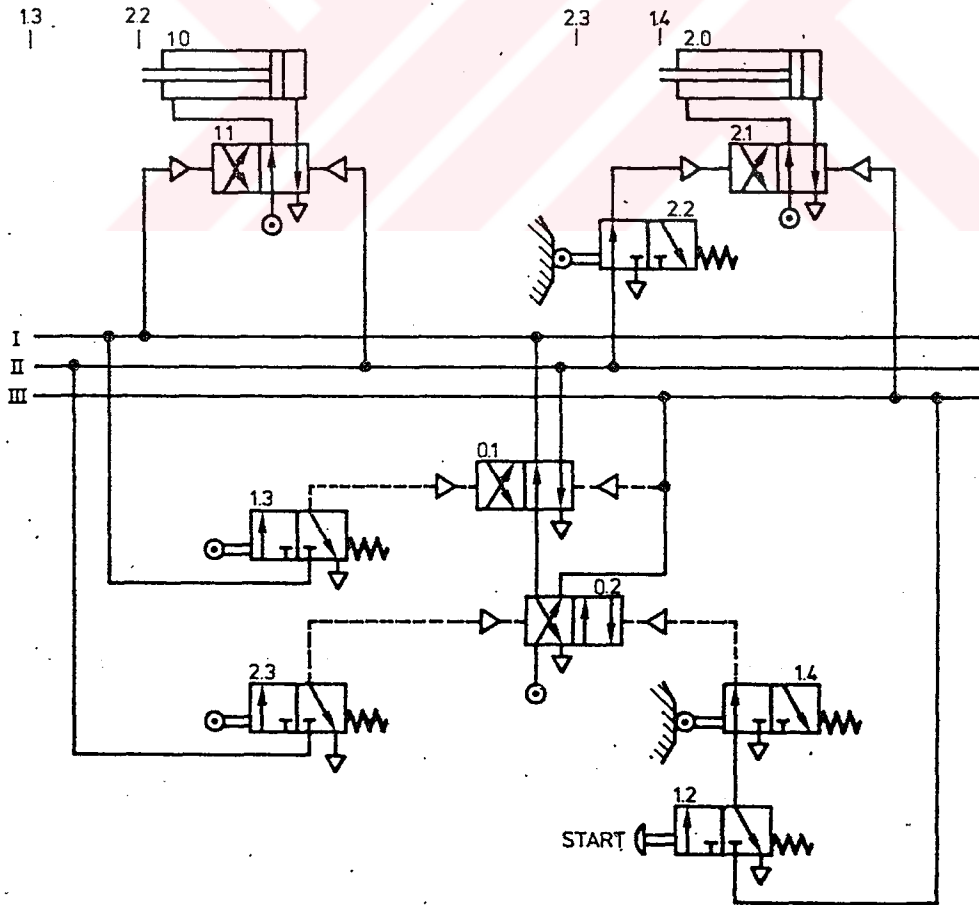
Devrede kullanılan pnömatik elemanlar ;

- 2 adet çift etkili silindir,
- 4 adet (4/2)'lik veya (5/2)'lik havayla kontrollü valf,
- 4 adet (3/2)'lik makaralı valf,
- 1 adet (3/2)'lik butonlu START valfi.



Silindir1.0	1 0	
Silindir2.0	1 0	

Şekil VII.16. Damgalama Düzeni, Hareket ve Kontrol Diyagramı.



Şekil VII.17. Kaskad Yöntemi İle Çizilmiş Devre Şeması.

Örnek 3 ETİKETLEME APARATI

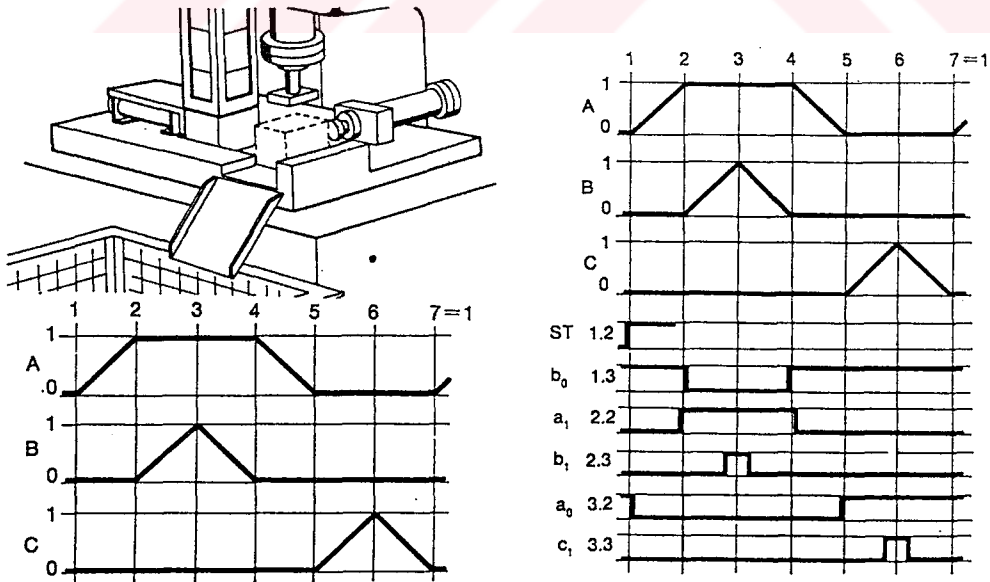
Prizmatik parçalar özel bir makinada etiketlenecektir. Parçalar yerçekimi beslemeli bir magazinden alınıp makinadaki bir mekanik durdurucuya kadar bir silindir yardımıyla itilir ve sıkıştırılır, ikinci silindir etiketi basar, üçüncü bir silindir de parçaları bir sepete atar.

Ek İstekler ;

- İşlemler otomatik olarak yapılmalı, başlama sinyali bir başlama düğmesi ile verilmelidir.

- Besleme magazini bir sınır anahtarı ile kontrol edilmeli, eğer magazinde parça kalmadıysa sistem başlama konumunda durdurulmalı ve parça olmadıkça tekrar çalıştırılmaması için kilitlenmelidir.

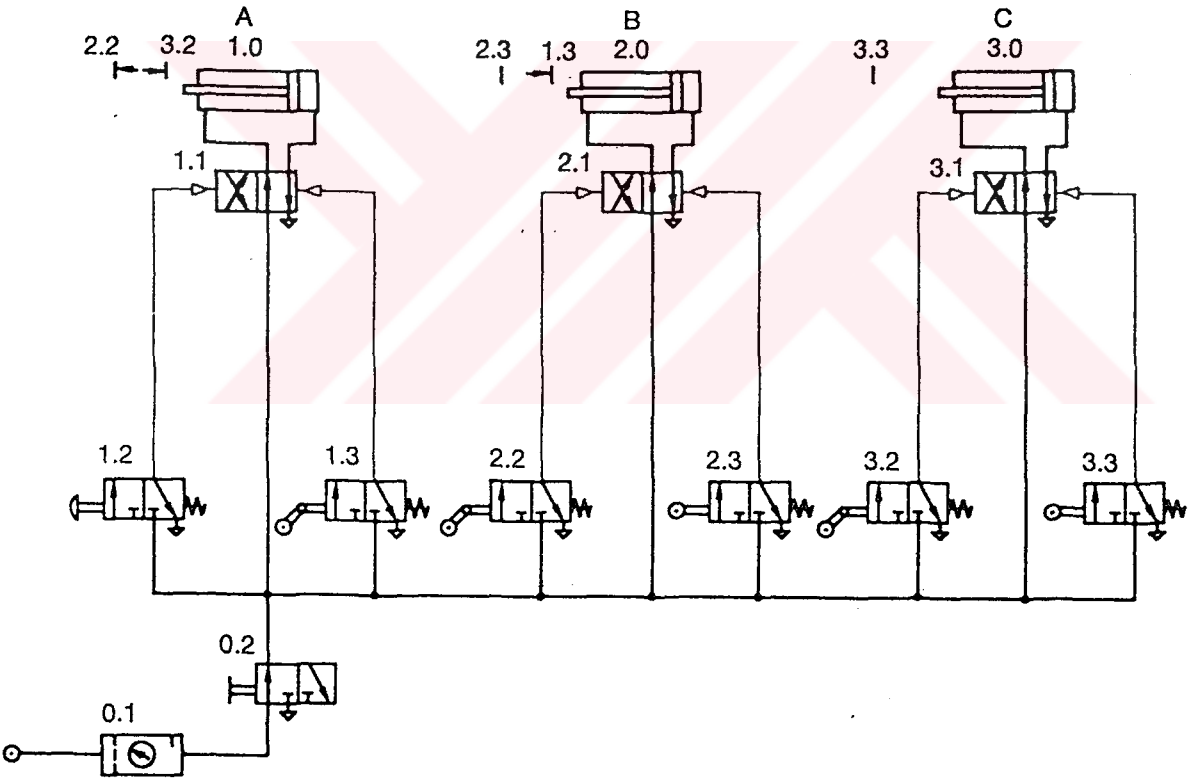
- Eğer acil durdurma düğmesi çalıştırılmışsa tüm silindirler buldukları durumdan başlangıç konumlarına dönecekler ve ancak kilitleme kaldırıldığında tekrar çalıştırılabilecektir.



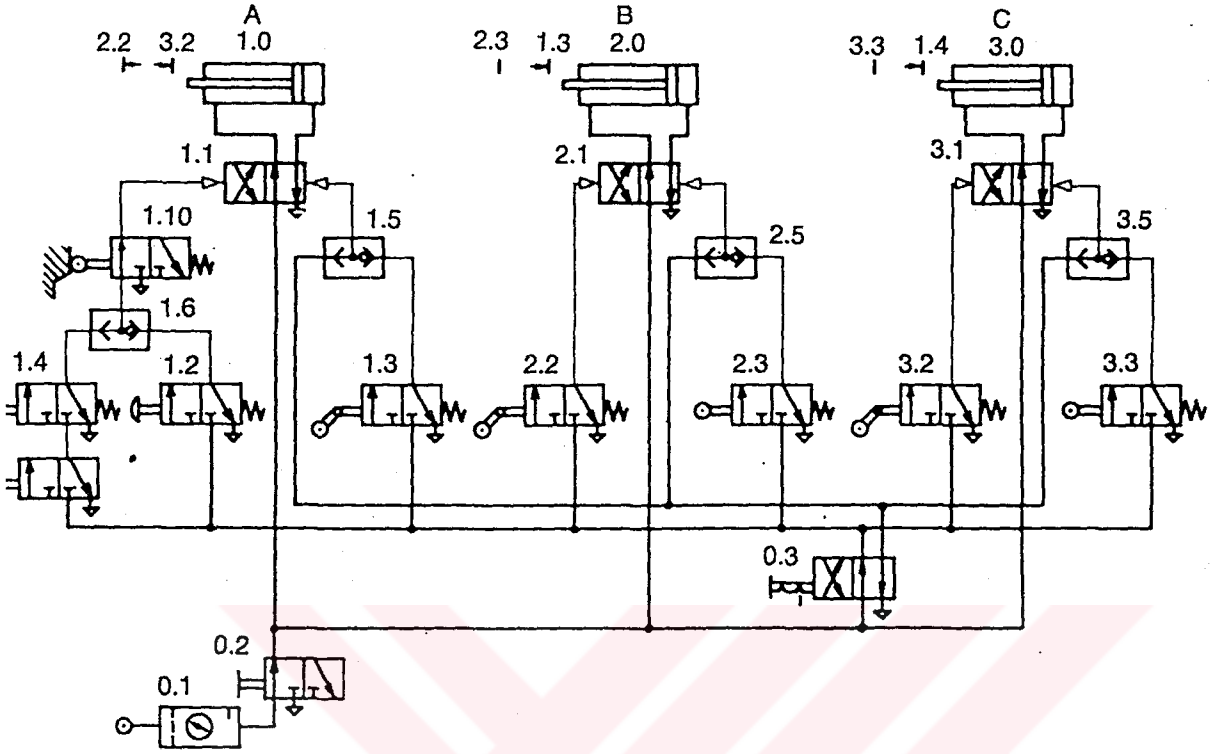
Şekil VII.18. Etiketleme Aparatı, Hareket ve Kontrol Diyagramı.

Diyagramdan sinyal çakışmasını önlemek için 1.3, 2.2 ve 3.2 valflerinin mafsal makaralı seçilmesi gerektiği tespit edilir.

Devrede 1.2, 1.6 ve 1.8 valfleri 1. şartı gerçekleştirmek için gereklidirler. İkinci istek 1.10 valfi ile sağlanır. Böylece magazinde parça bitince tüm sistem ilk konumunda hareketsiz kalacaktır. Başlama sinyali bloke edilecektir.



Şekil VII.19. Pnömatik Devre Diyagramı

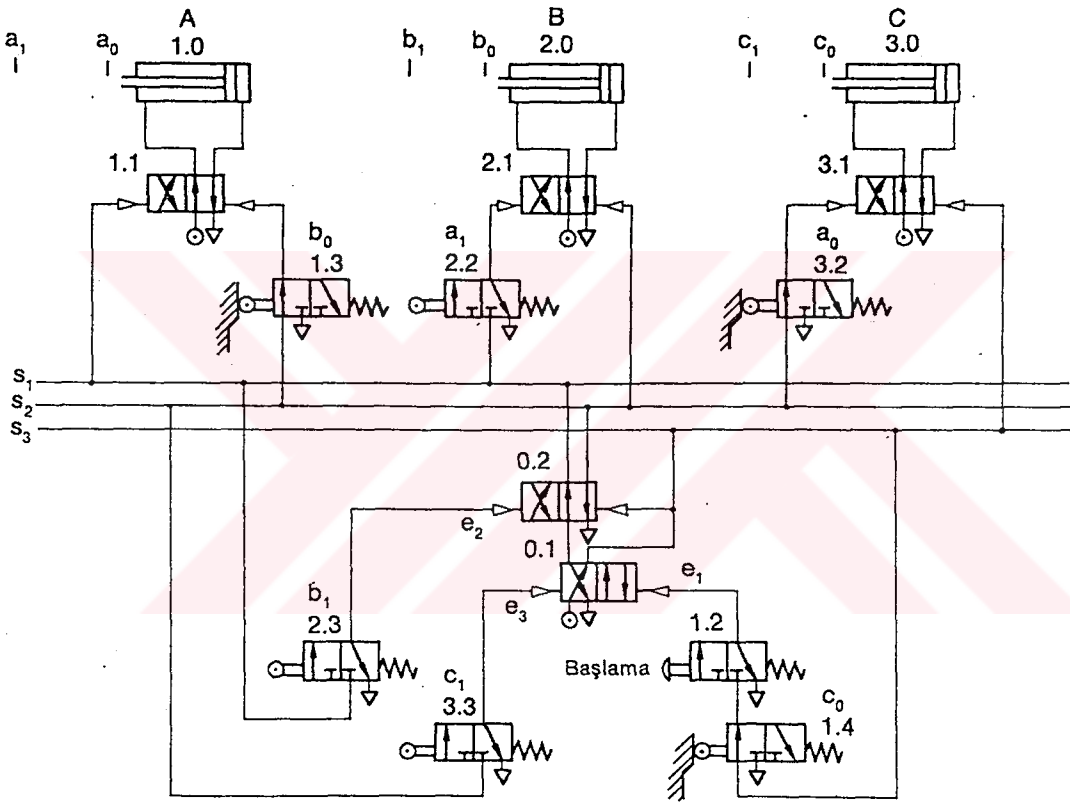


Şekil VII.20. Acil Durdurmanın 0.3 ile sağlanması.

Aynı problemi modifiye edilmiş kaskad yöntemi ile çözersek ;

A +, B + / B -, A -, C + / C -
1 2 3

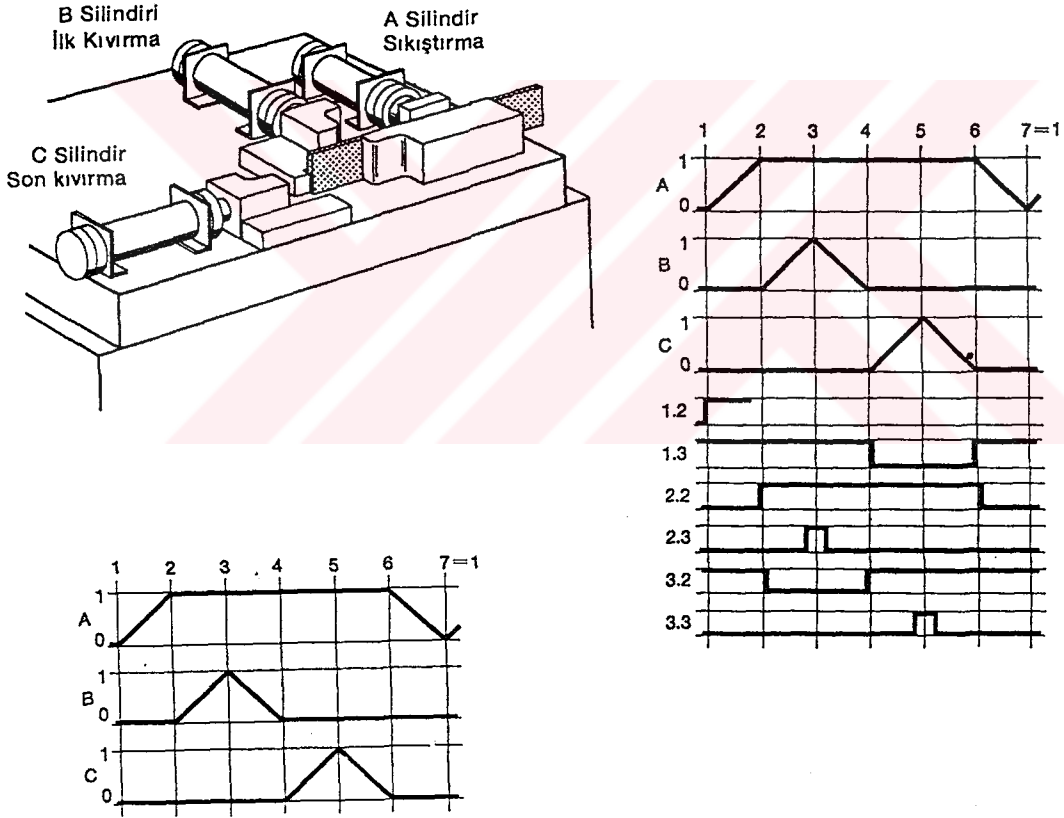
Üç grup olduğu için iki impuls valfi gerekecektir.



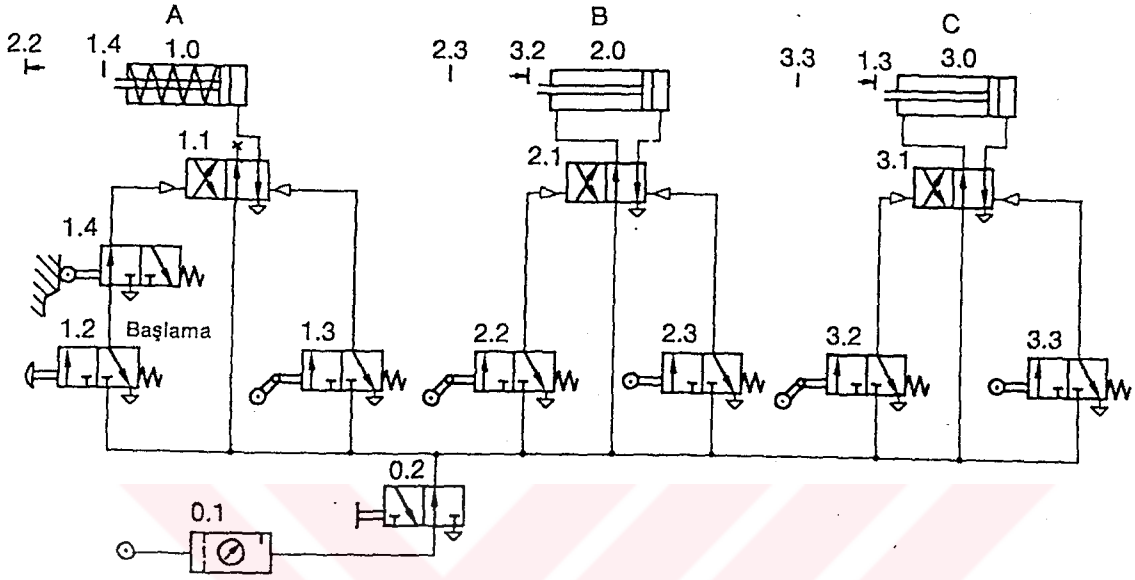
Şekil VII.21. Grup Sayısının 3 Olması Halinde Kaskad Çözüm.

Örnek 4 SAÇ KIVIRMA APARATI

Saç parçalar pnömatik olarak çalışan bir aparatta bükülecektir. Parça tek etkili A silindiri tarafından sıkıldıktan sonra, çift etkili B silindiri ve C silindiri tarafından bükülür. Hareket bir düğmeli valf ile başlatılır. Silindirler peşpeşe hareketlerini tamamladıktan sonra başlangıç konumlarına dönerler.



Şekil VII.22. Saç Bükme Aparatı, Hareket ve Kontrol Diyagramı.



Şekil VII.23. MafsalMakaralı Valf İle Çözüm.

Saç Kıvrırma Aparatı problemini Kaskad Yöntemi ile çözersek ;

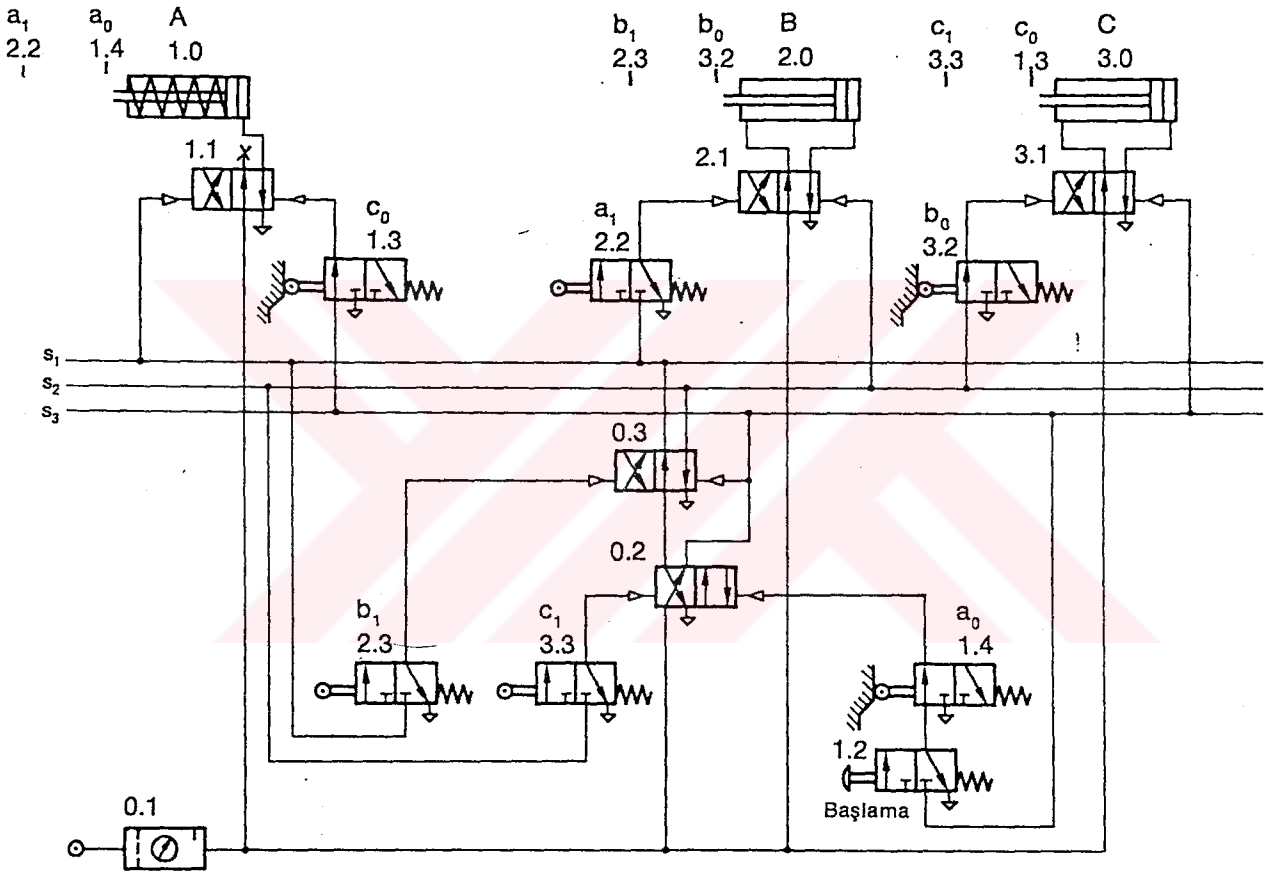
Hareket sırası kısaltılmış notasyonda yazılır ve gruplara ayrılır.

A +, B + / B -, C + / C -, A -

1

2

3



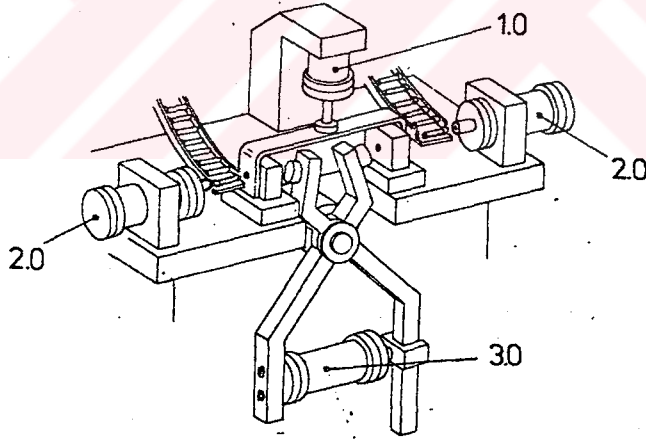
Şekil VII.24. Kaskad Yöntemi İle Çözüm.

Örnek 5 PERÇİNLEME DÜZENİ

Bu uygulamada birinci silindir malzemenin tesbitini yaparken, iki ayrı silindir (2.0) iki yandan perçinleme işlemini yapıyor. Üçüncü silindir de (3.0) perçin başlarının düzeltilmesi için harekete geçer. Perçin başlarını düzeltirken aşağıda görüldüğü gibi özel bir mafsal sisteminden yararlanılmaktadır.

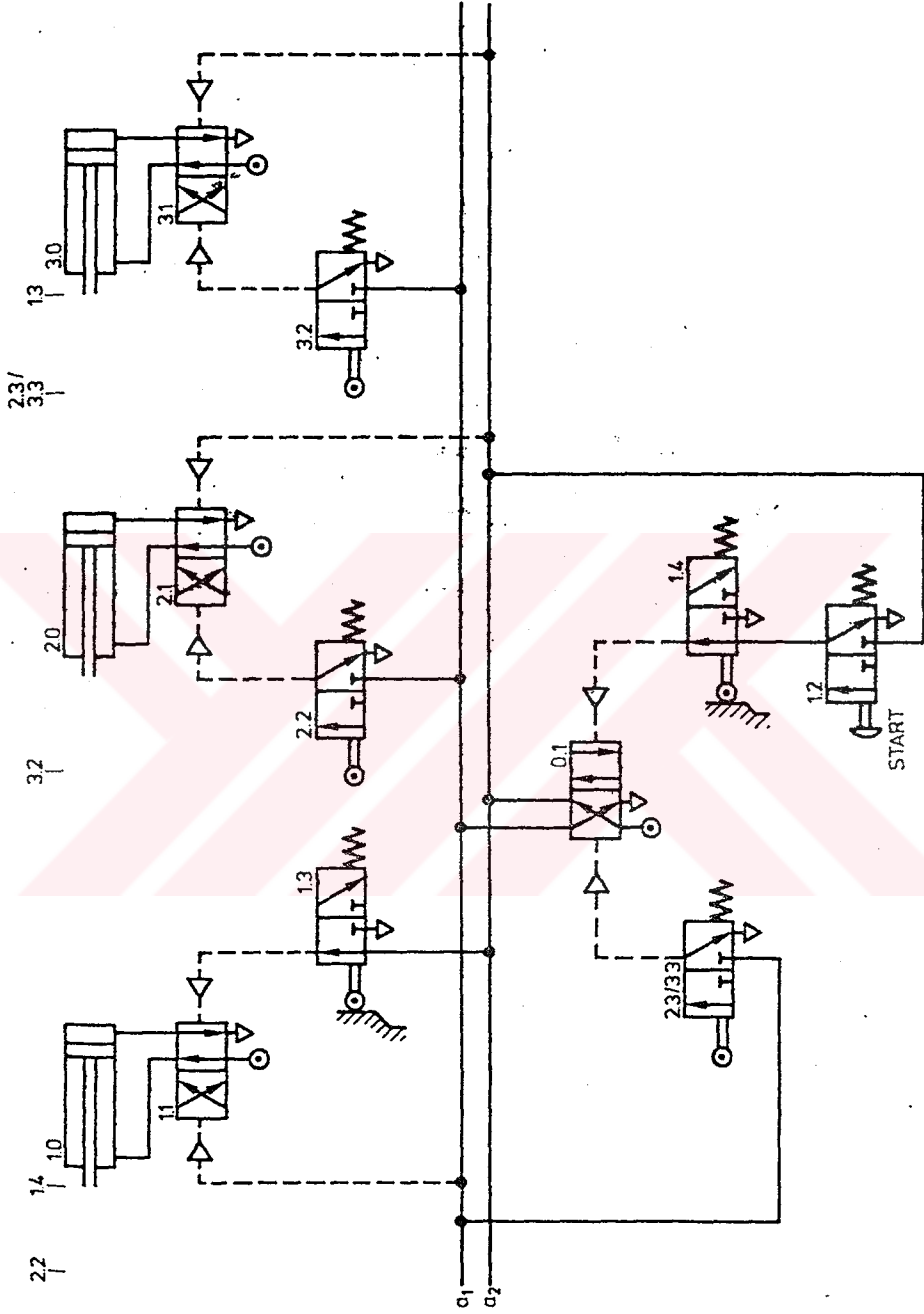
Gerekli elemanlar ;

- 4 veya 3 adet çift etkili silindir,
- 4 adet (4/2)'lik veya (5/2)'lik yön kontrol valfi,
- 6 adet (3/2)'lik makaralı yön kontrol valfi,
- 1 adet (3/2)'lik START işlemini yapacak valf.



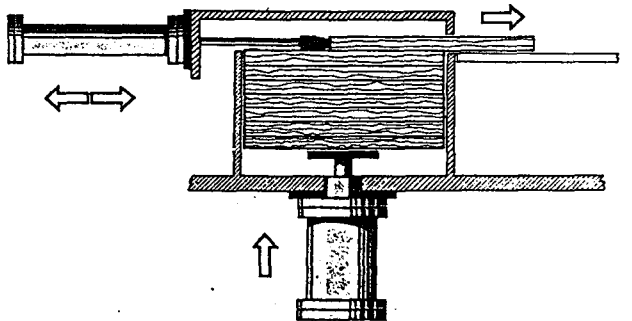
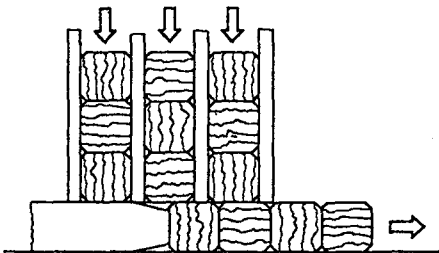
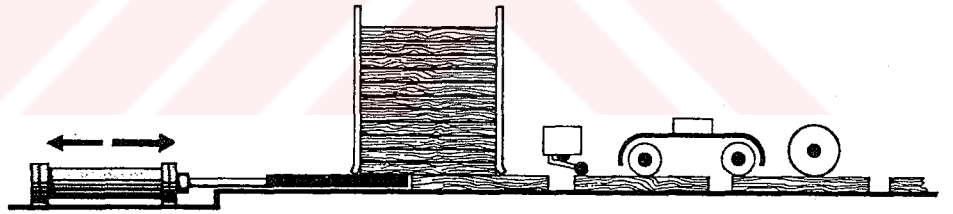
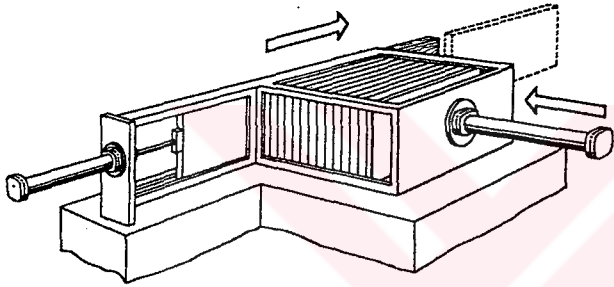
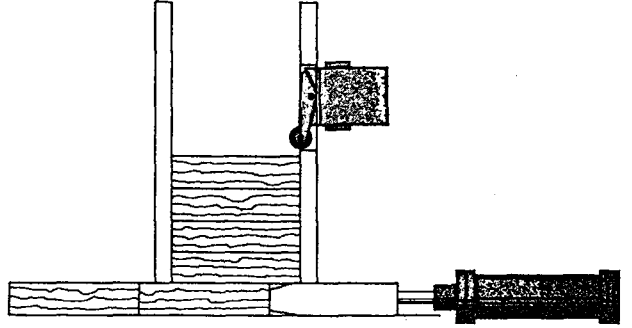
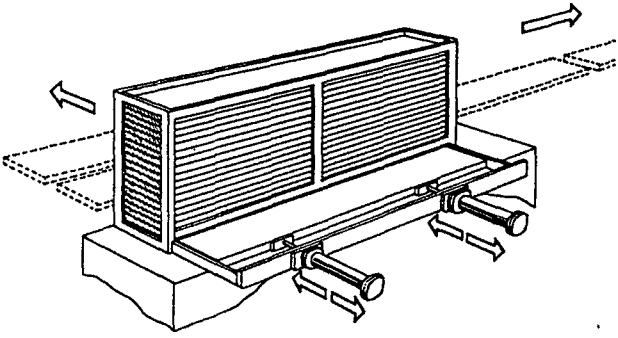
Silindir 1.0	1 0	
Silindir 2.0	1 0	
Silindir 3.0	1 0	

Şekil VII.25. Pnömatik Perçinleme Düzeni.

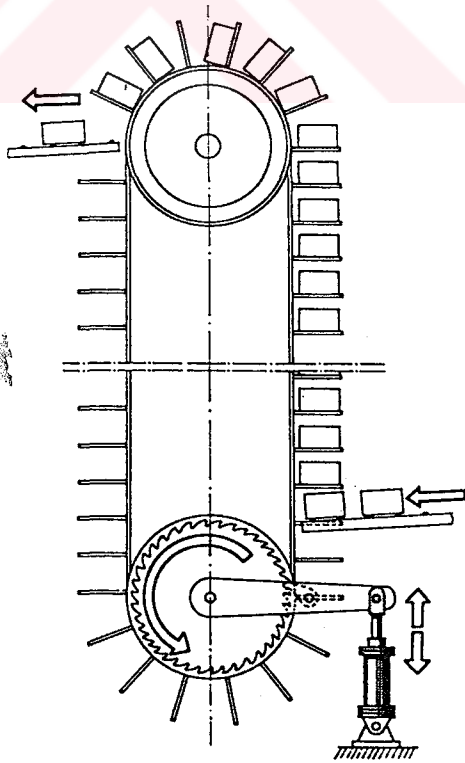
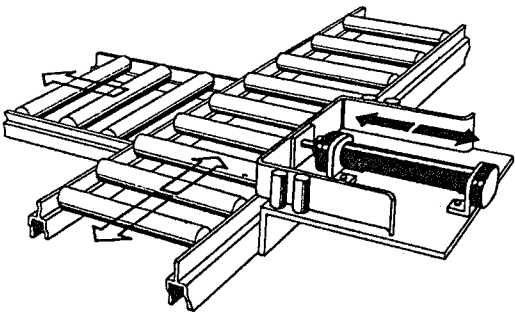
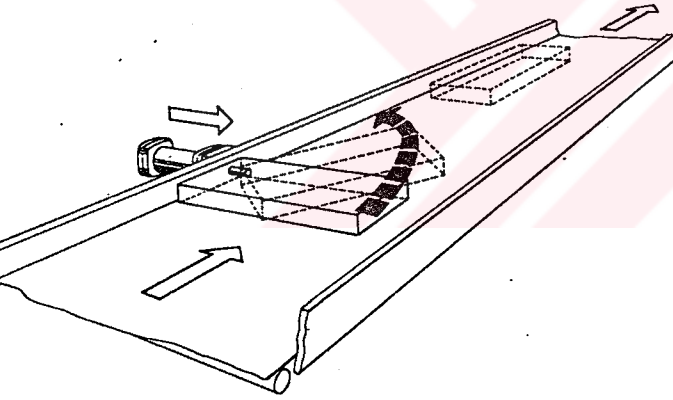
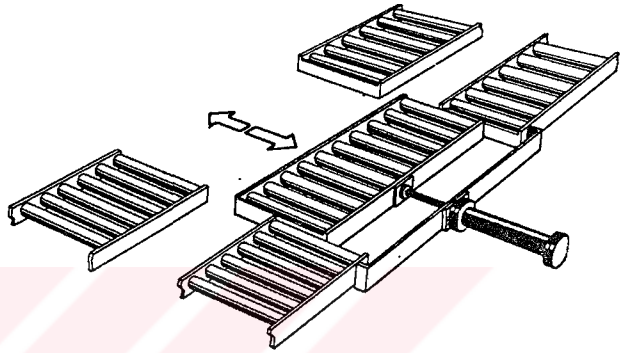
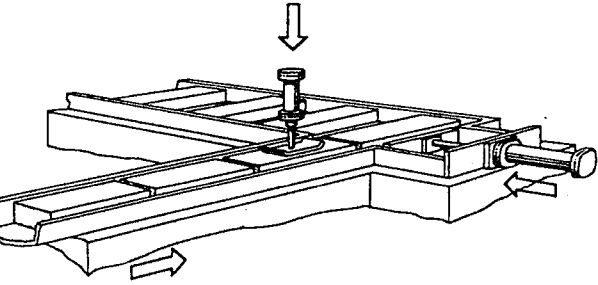
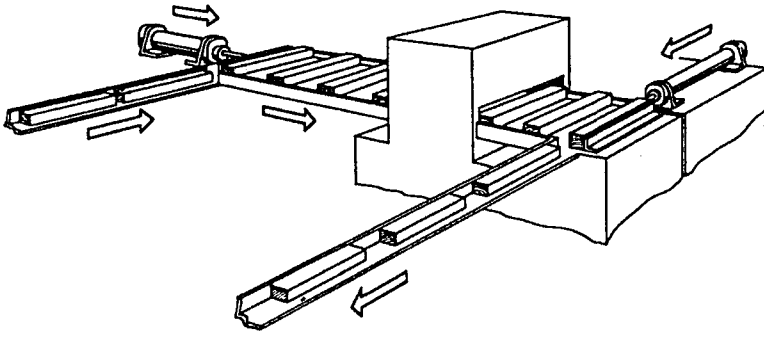


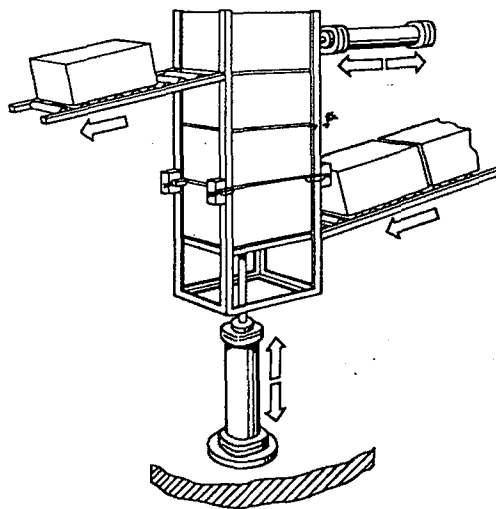
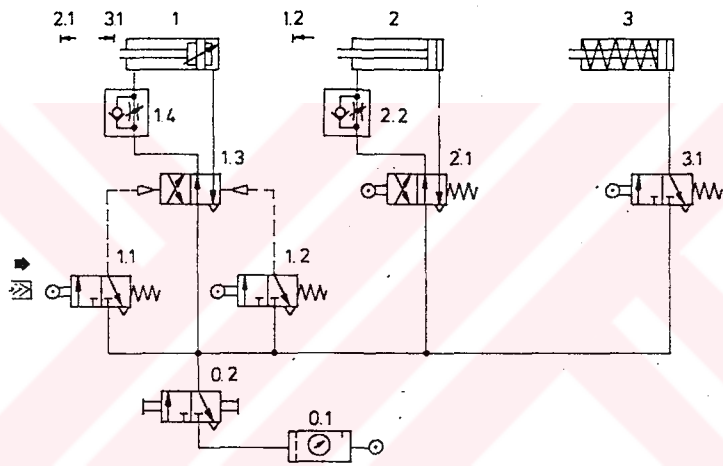
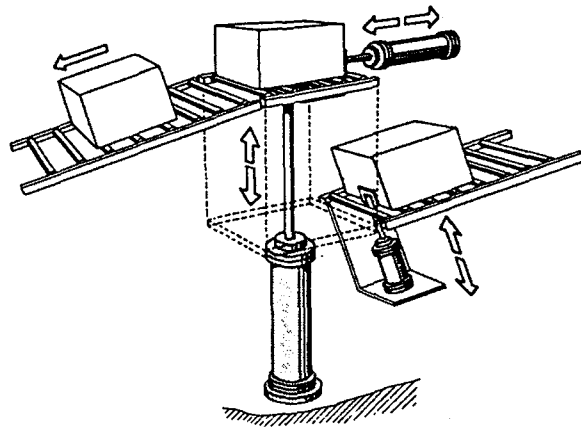
Şekil VII.26. Pnömatik Perçinleme Düzeninin Devre Şeması.

Bir magazine yerleştirilmiş iş parçalarının sürekli beslenmesi:

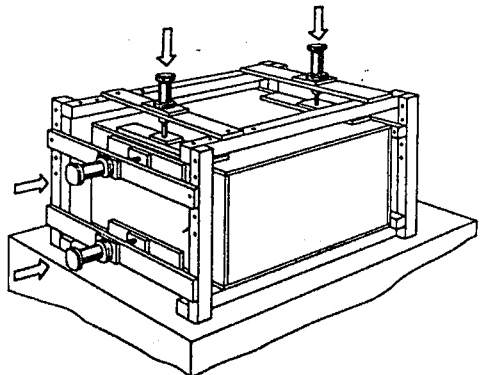
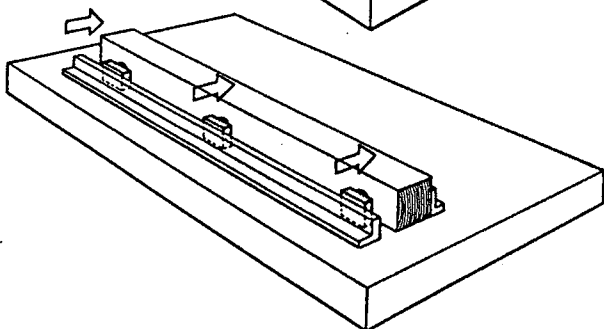
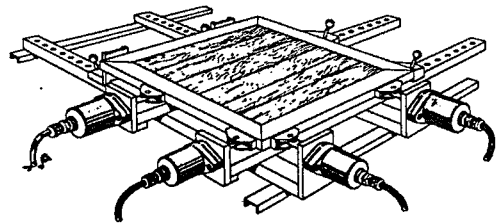
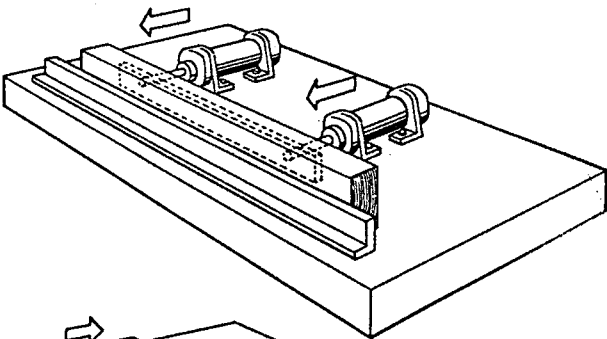
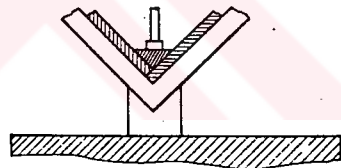
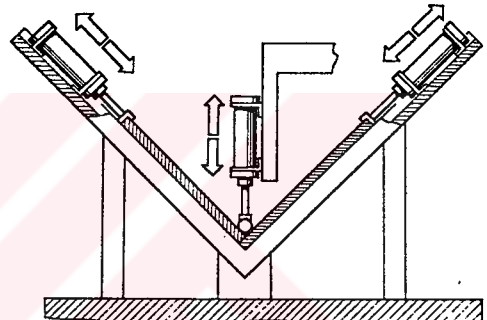
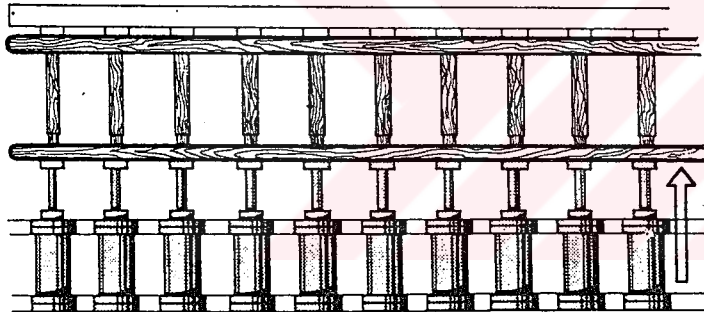
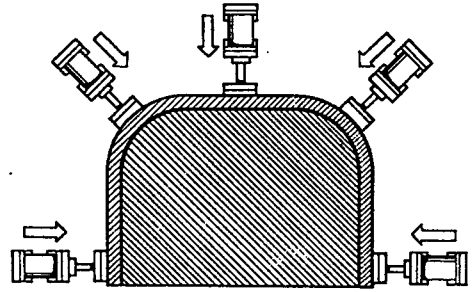
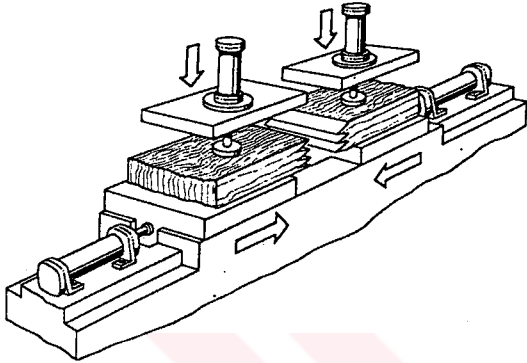
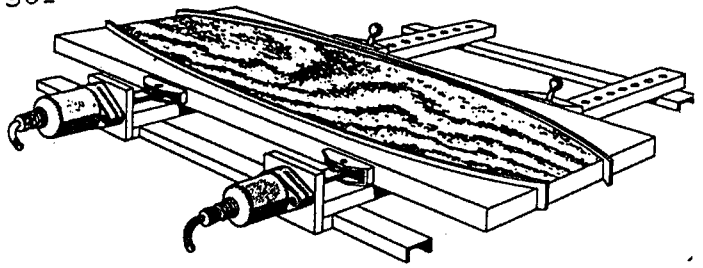
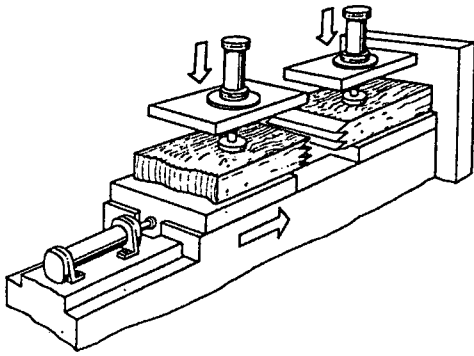


öl ve konum deęiřtirme :

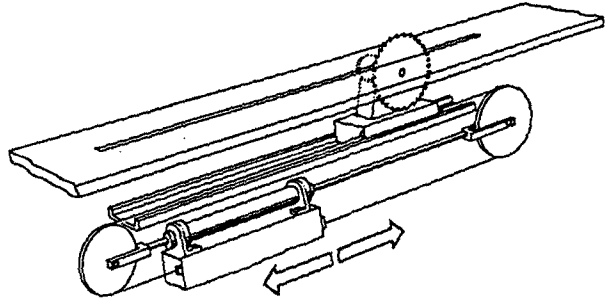
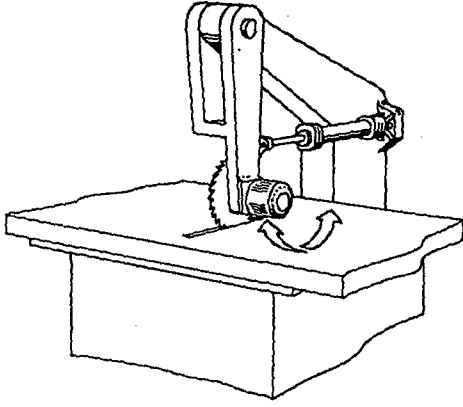




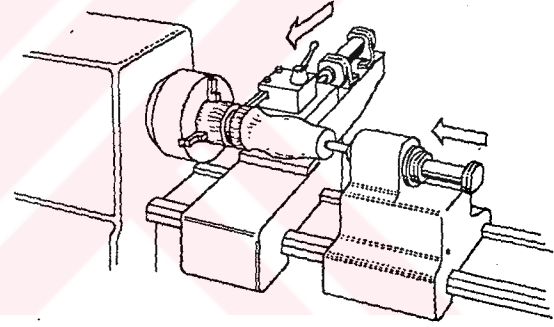
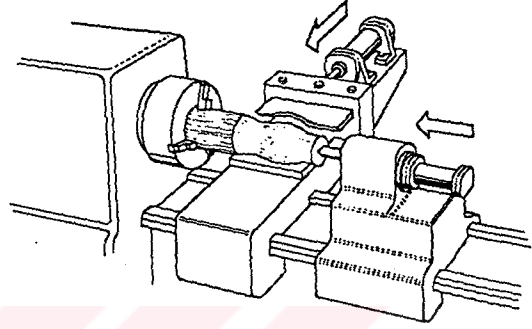
Sıkıştırma:



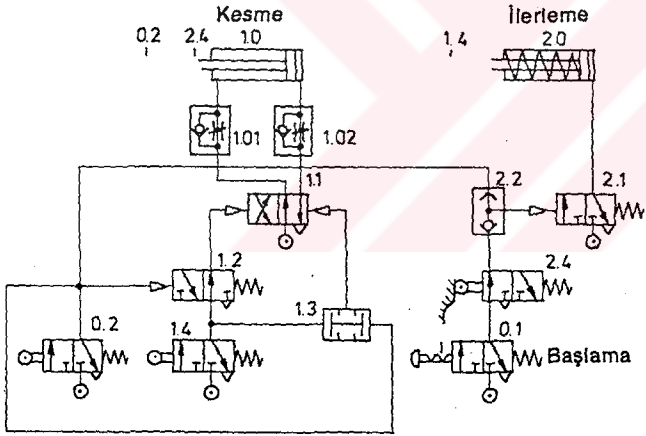
Ağaç işleme:



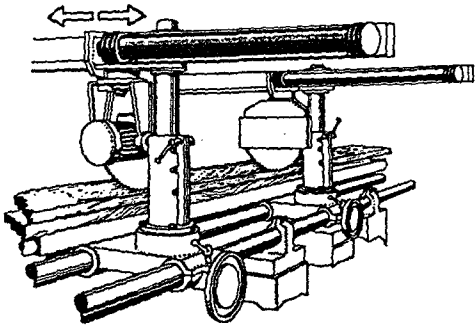
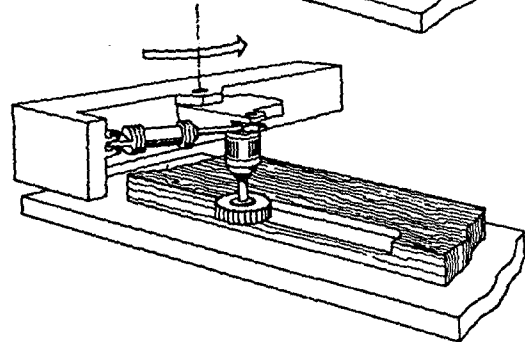
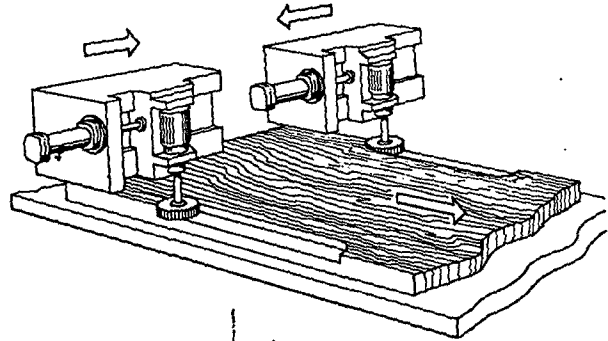
5



	1	2	3	4	5=1
Testere	1.0	1			
Malzeme ilerletme	0				



Kesme işlemi için örnek devre şeması



K A Y N A K L A R

1. "Introduction to Pneumatics", Esslingen, 1978, FESTO
2. "Fundamentals of Preumatic Control Engineering", 1975, FESTO
3. "Maintenance of Pneumatic Equipment and Systems", 1975, FESTO
4. "Pneumatic Engineering Calculations"
R.H.Warring, Trade-Technical Press Ltd. 1969,
Morden, Surrey, England
5. "Pneumatic Control"
W.Deppert - K.Stoll, 1975, Vogel-Verlag.

Ö Z G E Ç M İ Ş

- ADI SOYADI** : Mehmet Ali SAKIZCI
- ADRES** : Atatürk Cad. Krizantem Sok. No.9/1
Maltepe/İSTANBUL
- DOĞUM YERİ
VE TARİHİ** : AFYON, 4 Ekim 1968
- MEDENİ HALİ** : Bekar
- EĞİTİMİ** : 1974-1979 Atatürk İlkokulu Çay/AFYON
1979-1982 Hadim Ortaokulu KONYA
1982-1986 Ziraat Teknik Lisesi Söke/AYDIN
1986-1990 Yıldız Üniversitesi Makina Müh.
1990-1991 Yıldız Üniversitesi Fen Bilim-
leri Enstitüsünde İngilizce
Hazırlık
1991-1992 Yıldız Üniversitesi Fen Bilim-
leri Enstitüsünde Makina
Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Yüksek Lisans Eğitimi
1992 Pnömatik ve Hidrolik Eğitimi
(Mert Teknik)
1993 Lotus Bilgisayar Kursu
(Tarım ve Köy. Bakanlığı)
1992-1993 Yüksek Lisans Tez Çalışması
- TECRÜBE** : 1988'de Otosan A.Ş.'de Staj.
1990'dan günümüze Tarım ve Köyşleri
Bakanlığı İstanbul İl Müdürlüğünde Proje
Mühendisliği